



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CIVIL

DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA CIVIL

“DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA CONTAMINACIÓN EN EL RÍO
CUTUCHI Y PROPUESTA DE UN SISTEMA DE DEPURACIÓN PARA LAS
AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE SALCEDO”

MARCO BUSTAMANTE TROYA

DIRECTOR: ING. MIGUEL ARAQUE

QUITO, 2012

DIRECTOR DE DISERTACIÓN:

Ing. Miguel Araque

CORRECTORES DE LA DISERTACIÓN:

Ing. Hernán Romero

Ing. Freddy Paredes

AGRADECIMIENTO

A mi familia, principalmente a mis padres, quienes con mucho esfuerzo han hecho posible la consecución de este objetivo en mi vida. Los quiero mucho.

Al director de tesis, Ing. Miguel Araque, así como a los correctores, Ing. Hernán Romero e Ing. Freddy Paredes, por el tiempo dispensado en la revisión y corrección de este trabajo.

A todos quienes han sido parte de mi vida universitaria, quienes contribuyeron para que sea una de las etapas más importantes de mi vida.

A todos ellos, de corazón, muchas gracias.

ÍNDICE

RESUMEN.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	viii
CAPÍTULO I.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA TÉCNICA.....	1
1.1. Contaminación del agua.....	1
1.1.1. Definición de Contaminación.....	1
1.1.2. Definición contaminante.....	1
1.1.3. Aguas residuales.....	2
1.1.4. Características físicas.....	2
1.1.5. Características químicas.....	3
1.1.6. Compuestos orgánicos en aguas residuales.....	4
1.1.6.1. Proteínas.....	4
1.1.6.2. Hidratos de carbono.....	5
1.1.6.3. Lípidos.....	5
1.1.6.4. Agentes tensoactivos.....	5
1.1.7. Parámetros para indicar el grado de contaminación de las aguas.....	6
1.2. Tratamiento de aguas residuales.....	16
1.2.1. Aguas Residuales.....	16
1.2.2. Tratamiento de Aguas Residuales.....	17
CAPÍTULO II.....	22
NORMATIVA VIGENTE EN ECUADOR SOBRE CALIDAD DEL AGUA.....	22
2.1. Constitución de la República del Ecuador.....	23
2.2. Ley de Aguas.....	26
2.3. Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.....	27
2.4. Ley de Gestión Ambiental.....	28
2.4. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS).....	30
CAPÍTULO III.....	34
DESCRIPCIÓN DE ESTUDIOS TÉCNICOS EXISTENTES SOBRE LA DESCONTAMINACIÓN DEL RÍO CUTUCHI.....	34

3.1. Informe relacionado a la descontaminación del río Cutuchi de la cuenca Hidrográfica de Pastaza, realizado por la Secretaría Nacional del Agua	35
3.2. Informe sobre acciones realizadas por el Ministerio del Ambiente con el objeto de descontaminar el río Cutuchi.	39
3.3. Auditoria de aspectos ambientales al manejo y control de la cuenca del río Cutuchi, realizado por la Contraloría General del Estado.....	42
CAPÍTULO IV.....	47
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DEL RÍO CUTUCHI.....	47
4.1. Cuenca hidrográfica y caracterización general.....	47
4.2. Definición del tramo de estudio	50
4.3. Inventario general de descargas	52
4.4. Inventario general de usos del agua	54
4.5. Calidad del agua	55
4.6. Efectos de impacto ambiental	61
CAPÍTULO V.....	63
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE DEPURACIÓN	63
5.1. Propuesta de alternativas.....	64
5.2. Comparación de alternativas.....	68
5.3. Selección de la alternativa más conveniente.....	69
5.4. Viabilidad técnica y ambiental de la alternativa más conveniente	70
Limpieza de los tanques sépticos	71
ACCIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL	75
CAPÍTULO VI.....	77
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
6.1. Conclusiones:.....	77
6.2. Recomendaciones:.....	79
BIBLIOGRAFÍA.....	81
ANEXOS.....	83

RESUMEN

El presente trabajo es un estudio sobre la situación de contaminación del río Cutuchi, el cual se ve afectado por varias descargas directas de aguas servidas, tanto domésticas como industriales, sin ningún tratamiento previo.

El río Cutuchi ha sido objeto de varios estudios por parte de diferentes entidades gubernamentales, con el fin de ejecutar planes de descontaminación para sus aguas. Sin embargo, estos planes han quedado solo en eso, siendo poco lo que se ha hecho al respecto.

Para constatar el problema de contaminación existente en el río Cutuchi, en este estudio se tomó un tramo de referencia, de tres kilómetros aguas debajo de la ciudad de Salcedo, en el cual se tomaron muestras de las aguas, las cuales fueron analizadas mediante ensayos físico-químicos, en donde se determinó su alto contenido contaminante, que incumple los parámetros de calidad de agua establecidos por diferentes normativas del país.

Como propuesta de sistemas de depuración a las descargas de la ciudad de Salcedo, se determinó que la opción más viable sería la de un pozo séptico, el cual se encargaría de eliminar los sólidos presentes en las aguas,

complementado con un tanque clorador de aguas, el cual eliminaría las bacterias existentes.

INTRODUCCIÓN

El agua constituye un elemento natural indispensable para el desarrollo de la vida y de las actividades humanas; resulta difícil imaginar cualquier tipo de actividad en la que no se utilice, de una u otra forma. Uno de los problemas más graves que existe en la actualidad es la contaminación hídrica, que se entiende como el efecto de introducir algún material o inducir condiciones sobre el agua que impliquen una alteración perjudicial de su calidad.

Los ríos son capaces de soportar una cierta cantidad de contaminantes. Sin embargo, la presencia de residuos domésticos, fertilizantes, pesticidas, desechos industriales, entre otros, altera su condición. Los ríos constituyen la principal fuente, tanto de abastecimiento de agua potable de las poblaciones humanas como de abastecimiento para riego de cultivos. Su contaminación limita la disponibilidad de este recurso imprescindible para la vida.

Situación del río Cutuchi

La subcuenca del río Cutuchi es parte de la cuenca del río Pastaza. Gran parte de la provincia del Cotopaxi, y parte de la provincia de Tungurahua se encuentra atravesada por el río Cutuchi, el cual nace en el lado occidental del volcán Cotopaxi, llegando hasta el cantón Píllaro. Tiene un área de cuenca de 2677 km² y una longitud de 60 km aproximadamente.



El río Cutuchi se encuentra en la actualidad en una situación crítica de contaminación que, en parte, se debe a la descarga de aguas residuales por parte de las poblaciones por las cuales el río transita, así como de diferentes industrias que de igual manera descargan efluentes al río. Esta contaminación genera graves inconvenientes a la población en general, debido a que el agua del río es utilizada para el riego de sembríos en zonas aledañas y hasta llega a ser utilizada para el consumo humano. Es por esto que es de suma importancia la ejecución de planes inmediatos de descontaminación a las aguas del río Cutuchi.

OBJETIVOS

1. Objetivo general

El objetivo general de la presente disertación de grado es realizar un diagnóstico preliminar del río Cutuchi en el tramo ubicado 3 km aguas abajo de la ciudad de Salcedo y realizar un estudio de alternativas de sistemas de depuración de las aguas residuales de la ciudad de Salcedo, con el fin de contribuir a la descontaminación del río Cutuchi.

2. Objetivos específicos

- Realizar un resumen de la literatura técnica sobre aspectos relacionados con contaminación hídrica y depuración de aguas residuales.
- Describir resumidamente la normativa vigente en el Ecuador sobre cuerpos hídricos, la calidad del agua y su contaminación.
- Describir los diferentes proyectos que se han estudiado por diferentes entidades para la descontaminación del río Cutuchi.
- Realizar una investigación preliminar del estado actual de contaminación del agua del río Cutuchi, en el tramo ubicado 3 km aguas abajo de la ciudad de Latacunga.
- Plantear distintas alternativas para la depuración de las aguas servidas de la ciudad de Salcedo, proponiendo la solución más conveniente.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA TÉCNICA

1.1. Contaminación del agua

1.1.1. Definición de Contaminación

Contaminación es la permanencia de cualquier impureza material o energética, como por ejemplo ruido o radiación, en un medio a niveles superiores a los normales. La contaminación ambiental es la contaminación de los medios naturales, con tal magnitud que puede resultar perjudicial para personas, animales, plantas u objetos y produce, por lo tanto, un deterioro en la calidad de la vida.

1.1.2. Definición contaminante

Contaminante puede considerarse a cualquier sustancia no deseada que está presente en un medio impidiendo o perturbando la vida de los organismos y/o produciendo efectos nocivos a los materiales y al propio ambiente. En función de la naturaleza del medio, el contaminante pasará a denominarse: contaminante atmosférico, contaminante acuoso, contaminante del suelo, contaminante acústico, etc.¹

¹ Conceptos de contaminación. www.ingenieroambiental.com/?pagina=3472

No siempre los contaminantes subsisten sin cambios y con idéntica composición a la de cuando fueron emitidos al medio. Es así como los contaminantes pueden clasificarse en contaminantes primarios que son aquellos que se emiten directamente por una fuente y contaminantes secundarios que son aquellos que se producen en el medio receptor como consecuencia de radiaciones químicas o de operaciones físicas, a partir de contaminantes primarios u otras sustancias presentes en el medio receptor.

1.1.3. Aguas residuales

Las aguas residuales son aguas en las que se encuentran presentes contaminantes, los cuales hacen que sean aguas inadecuadas para cualquier tipo de uso. Las características de las aguas residuales pueden clasificarse en: físicas, químicas y biológicas. Estas características dependen de su composición, es decir del contenido de contaminantes.²

1.1.4. Características físicas

Las propiedades físicas son conferidas en función del contenido total en sólidos (disueltos y en suspensión) dando características de color, olor y sabor. Otra de las características físicas más importantes es la temperatura.

² En La parte de anexos se adjunta una tabla de la composición típica de aguas residuales domésticas.

Los sólidos totales o residuo de evaporación pueden clasificarse en función de su tamaño en: materia disuelta, coloidal o en suspensión. También se pueden encontrar residuos orgánicos de distinta procedencia.

CLASIFICACIÓN POR TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS PRESENTES EN EL AGUA³

	Disuelta	Coloidal	Suspensión	Sedimentable (suspensión)
Tamaño (µm)	<0.001	0.001 - 1	>1	>10

Otra forma de clasificar los sólidos totales es hacerlo atendiendo a su origen orgánico o inorgánico. Los contaminantes orgánicos normalmente están un tercio disueltos, un tercio en forma coloidal y un tercio en suspensión mientras que los inorgánicos normalmente están disueltos. Los sólidos orgánicos reciben también el nombre de sólidos volátiles y los inorgánicos son denominados fijos.

La temperatura del agua es un valor muy importante ya que influye en el desarrollo de la vida acuática, velocidades de reacciones químicas y solubilidades de oxígeno.

1.1.5. Características químicas

³ Fair, Gordon Maskew. Ingeniería sanitaria y de aguas residuales. México DF, Mexico, 1990.

Las características químicas de las aguas contaminadas se deben a la materia orgánica, inorgánica y gases.

Las impurezas de las aguas residuales urbanas son materias minerales y orgánicas disueltas o en suspensión. Además de estas materias, hay que incluir los microorganismos que pueden degradar estas materias y provocar fermentaciones o descomposiciones.

Una de las características principales de un agua residual urbana es su biodegradabilidad (posibilidad de depuración con la ayuda de microorganismo) siempre que haya una presencia adecuada de nutrientes.

1.1.6. Compuestos orgánicos en aguas residuales

Los principales compuestos que se encuentran en aguas residuales orgánicos son: proteínas, hidratos de carbono y lípidos. También pueden encontrarse una gran variedad de compuestos orgánicos sintéticos entre los que pueden destacarse: tensoactivos, fenoles y pesticidas.

1.1.6.1. Proteínas

Las proteínas están compuestas por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, este último en una proporción bastante elevada y constante. También pueden contener en su molécula azufre, fósforo y hierro. Tienen una estructura química compleja e inestable y están sometidas a variadas formas de descomposición. Algunas son solubles en agua y otras no. Las proteínas son los principales componentes del organismo animal.

1.1.6.2. Hidratos de carbono

Los hidratos de carbono están ampliamente distribuidos por la naturaleza. Dentro de este grupo de sustancias hay que destacar los azúcares, almidón y celulosa. Esta última es el hidrato de carbono más abundante en la naturaleza, que es insoluble en el agua. La celulosa no tiene valor nutritivo para el hombre ya que en el intestino humano no existen organismos que puedan descomponerla. Su importancia industrial radica en que es base del papel.

1.1.6.3. Lípidos

Los lípidos son el tercer grupo de nutrientes de los alimentos. Se denominan aceites cuando son líquidos a temperatura ambiente y grasas cuando son sólidos. Están constituidos fundamentalmente por carbono, hidrógeno y oxígeno. Los lípidos son compuestos bastante estables y no se descomponen fácilmente por las bacterias. Sin embargo, si lo hacen por la acción de ácidos minerales dando como resultado la formación de glicerina y ácido graso.

1.1.6.4. Agentes tensoactivos

Los agentes tensoactivos están formados por grandes moléculas orgánicas, ligeramente solubles en agua, que producen espumas. Estos agentes tienden a acumularse en la interfase aire-agua y durante la aireación se acumulan sobre la superficie de las burbujas de aire causando una espuma muy estable.

1.1.7. Parámetros para indicar el grado de contaminación de las aguas⁴

Los parámetros más empleados para indicar el grado de contaminación de las aguas originados por sustancias inorgánicas son:

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es la medida del contenido de sustancias degradables que están presentes en el agua residual. Se la determina midiendo la cantidad de oxígeno consumido por los microorganismos cuando metabolizan estas sustancias para obtener energía. Normalmente el ensayo se realiza durante un periodo de cinco días (entonces se llama DBO5) a una temperatura constante de 20 grados centígrados y el resultado se expresa en ppm o en mg/l. Las principales limitaciones del empleo del DBO como parámetro indicador de la carga orgánica de las aguas vienen dadas por el largo del periodo del tiempo que es preciso esperar para obtener los resultados, la necesidad de un pre-tratamiento cuando haya residuos tóxicos y el hecho que los resultados solo se refieran a la materia orgánica que es biodegradable. La DBO5 en las aguas destinadas al uso de agua potable se recomienda que no supere los 2 mg/l.

⁴ Arundel, John. Tratamiento de aguas negras y efluentes industriales. Zaragoza, España, 2002.

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La demanda química de oxígeno DQO indica la cantidad de contaminantes presentes en el agua que pueden oxidarse mediante un oxidante químico. El consumo de oxidante da la medida del contenido de sustancias orgánicas y se expresa en la correspondiente cantidad de oxígeno mg/l.

En un agua residual urbana la relación DQO/DBO suele valer 2.5. En el caso de aguas residuales industriales la relación puede ser elevada, lo que indica que hay compuestos inhibidores del desarrollo microbiano.

Carbono Orgánico Total (COT)

El carbono orgánico total (COT) es otra forma de medir los contaminantes orgánicos de un agua midiendo la cantidad de dióxido de carbono producido en la combustión de una muestra. Se expresa en mg/l. La pérdida de calcinación se obtiene determinando, en primer lugar, la cantidad de sólidos de una muestra para calcinarla después hasta que la materia orgánica se ha volatilizado. La diferencia de peso antes y después de la calcinación da la medida de las sustancias orgánicas presentes. El valor se expresa en tanto por ciento.

El pH: es una medida de la alcalinidad de una disolución. Se define como el logaritmo cambiado de signo de la concentración del ión hidrógeno. Un

agua con una concentración adversa del ión hidrógeno tiene dificultades para el tratamiento biológico. El pH de las aguas destinadas al consumo de agua potable debe estar comprendido entre 6.5 y 8.5.

Cloruros: Estos compuestos se encuentran en el agua procedentes de la disolución de los suelos y rocas, de la intrusión del agua salada o de las descargas de las aguas residuales domésticas, agrícolas e industriales. El límite superior recomendado para el agua de consumo humano es de 200 mg/l.

Alcalinidad del agua: La alcalinidad del agua se debe a la presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de elementos tales como calcio, magnesio, sodio, potasio o amonio. Los más importantes son los bicarbonatos cálcicos y magnésicos. El agua residual doméstica suele ser alcalina.

Fósforo: Los compuestos del fósforo en las aguas residuales están presentes en dos formas: compuestos orgánicos y compuestos inorgánicos, en este último caso como polifosfatos y ortofosfatos. La principal fuente de sales de fósforo son los detergentes y excrementos humanos. Aproximadamente el 30 por 100 de las sales de fósforo en las aguas residuales proceden de los detergentes.

Sin embargo, la eliminación de sales de fósforo de los detergentes tiene un efecto muy pequeño sobre la producción secundaria de sustancias orgánicas

(crecimiento de algas). El límite recomendado en las aguas destinadas al uso potable es de 0.4 mg/l.

Nitrógeno: El nitrógeno en las aguas residuales se encuentra presente en forma orgánica y de forma inorgánica. Este último caso, se presenta en forma de amonio y nitratos, siendo las sales de amonio la forma principal. El nitrógeno amoniacal existente en las aguas puede estar como ión amonio o como amoniaco dependiendo del pH. Además de actuar como nutriente en el crecimiento de las algas, los compuestos de amonio son responsables de la demanda de oxígeno de las aguas. En esta fase, la primera reacción que tienen da lugar a la oxidación del amonio a nitritos y luego estos se oxidan a nitratos. El proceso de oxidación se conoce con el nombre de nitrificación. El contenido de nitrógeno en las aguas residuales se expresa como nitrógeno total en mg/l. Es la suma del nitrógeno orgánico, nitrógeno amónico, nitritos y nitratos.

Azufre: El azufre se presenta en los suministros de agua así como en las aguas residuales en forma de sulfatos. El azufre es un elemento que entra a formar parte de las moléculas de algunas proteínas, por tanto al degradarse estas se liberan. Los sulfatos se reducen a sulfuros en condiciones anaerobias por la acción de las bacterias.

Los sulfatos contribuyen a dar salinidad a las aguas y se encuentran en la mayoría de las aguas naturales. Algunas llegan a tener concentraciones de hasta 2000 mg/l.

Los sulfatos son los elementos principales de las aguas continentales después de los bicarbonatos y silicatos. Una presencia excesiva en las aguas puede causar trastornos intestinales. Su presencia en las aguas para uso potable está limitada a 250 mg/l aunque el organismo humano puede tolerar dosis superiores a los 400 mg/l.

Fluoruros: Los fluoruros se encuentran en altas concentraciones en las aguas procedentes de fábricas de vidrio, acero y fundiciones. Es común agregar flúor a las aguas municipales para proporcionar un residuo de 1.5 a 2.5 mg/l que es beneficioso para el control de caries dentales. Sin embargo, las concentraciones por encima de 5 mg/l son perjudiciales puesto que producen una estructura dental quebradiza y manchada. Por eso la concentración está limitada en las aguas para uso potable de 1.5 mg/l.

Hierro: El hierro se encuentra en la mayoría de rocas ígneas y en los minerales arcillosos. En ausencia de oxígeno, el hierro es bastante soluble en estado reducido. Cuando se oxidan en un rango de pH de 7 a 8.5, el hierro es casi completamente insoluble y su concentración se puede reducir con facilidad a menos de 0.3 mg/l, el máximo fijado por los estándares.

Manganeso: Las aguas residuales de operaciones metalúrgicas y minería contienen, con frecuencia, manganeso. Este elemento está presente en muchos suelos, sedimentos y rocas. Es difícil de tratar debido a la gran cantidad de complejos que puede formar según su estado de oxidación. Está recomendado que su concentración en aguas superficiales para el uso de agua potable se limite a 0.05 mg/l.

Cobre: El cobre puede estar en las aguas por desechos minerales. Sin embargo, es más probable que esté presente debido a la corrosión de las tuberías que lo contengan o bien porque se haya agregado a un depósito para el control de algas (sulfato de cobre). Con mayores concentraciones de 1 mg/l el agua tiene un sabor astringente como el caso del hierro. La ingestión del agua con un alto contenido de cobre puede provocar vómitos. Su concentración en las aguas superficiales para uso como agua potable está limitada a 0.05 mg/l.

Zinc: La presencia de zinc se debe a descargas de desechos de operaciones mineras, metalúrgicas o de terminación de superficies metálicas. También puede aparecer por la corrosión de las tuberías de acero galvanizado. Rara vez supera concentraciones mayores de 1 mg/l. Produce, también, un sabor astringente por lo que su concentración en los suministros de agua potable suele limitarse a 3 mg/l.

Boro: La mayor parte de boro se encuentra en el mar en una concentración de 5 mg/l. El boro está presente en las fuentes de agua dulce de las áreas geológicas de zonas volcánicas. En el agua se encuentra presente como ácido bórico no ionizado. Su concentración no está limitada en las aguas municipales. Sin embargo, puede ser dañino para las cosechas de cítricos. Está recomendado que su concentración no supere en 1 mg/l.

Arsénico: Su presencia en las aguas se debe a operaciones mineras o metalúrgicas, o bien, a operaciones agrícolas que emplean el arsénico como veneno. Su concentración en las aguas destinadas a uso potable está limitada a 0.05 mg/l.

Cadmio: Está presente en las aguas como resultado de aportes procedentes de instalaciones de tratamiento de superficies metálicas. En general, suele encontrarse en concentraciones inferiores a 0.01mg/l. Su concentración en aguas para uso potable está limitada a 0.005mg/l.

Cromo: No se encuentra presente normalmente en las aguas naturales por lo que su presencia se debe a contaminaciones de carácter industrial. En las aguas para uso potable su concentración está restringida a 0.05mg/l.

Plomo: La presencia de plomo en las aguas suele indicar contaminación de desechos metalúrgicos o industriales. Todas las sales de plomo son

venenosas produciendo la enfermedad llamada saturnismo. Los límites en las aguas destinadas a consumo humano están en 0.05mg/l.

Selenio: no es frecuente encontrarlo en las aguas naturales por lo que su presencia se debe a contaminaciones mineras o industriales. Su limitación en las aguas potables está en 0.01mg/l. Es un elemento tóxico.

Mercurio: Su presencia en las aguas se debe a contaminaciones de origen industrial. Produce problemas nerviosos y, en su caso, la muerte. Su concentración en las aguas para uso potable está limitada a 0.001mg/l.

Bario: En las aguas que contienen bicarbonato y sulfato, la solubilidad del bario está por debajo de 0.1mg/l y rara vez se encuentra en concentraciones superiores a 0.05mg/l. Su concentración en las aguas para uso potable está limitada a 0.1mg/l. El bario es muy tóxico por inhalación de tal forma que la tolerancia para todos los compuestos excepto para el sulfato es de 0.5mg/l por metro cúbico de aire.

Cianuros: Su presencia en las aguas naturales siempre está por debajo de 0.01mg/l por lo que unos contenidos mayores siempre se deben a desechos de instalaciones de tratamiento de superficies metálicas, plantas de coque, altos hornos y refinerías de petróleo, principalmente. La toxicidad de estos compuestos es muy elevada. Su concentración en aguas para uso potable está limitada a 0.05mg/l.

Níquel: Su presencia en las aguas generalmente no excede a 0.01mg/l por lo que si se encuentra en mayores concentraciones se debe a vertidos de instalaciones de tratamiento de superficies metálicas así como al polvo o escoria de hornos eléctricos y residuos minerales. El níquel es un elemento muy tóxico.

Vanadio: Se encuentra muy extendido en la naturaleza combinado con distintos compuestos. Su presencia en las aguas siempre se debe a vertidos contaminantes. Algunos de sus compuestos son muy tóxicos.

Cobalto: Su presencia en las aguas naturales es, siempre, a nivel de trazas metálicas (metales presentes en el tejido y en las células de los animales y las plantas). Algunos compuestos son bastante tóxicos y otros tienen carácter radioactivo.

Plata: Es moderadamente tóxica en caso de absorción por el sistema circulatorio, algunos de sus compuestos también son tóxicos especialmente por inhalación.

Principales microorganismos que se encuentran en las aguas

Bacterias

Las bacterias son protistas unicelulares. Consumen alimentos solubles. Existen miles de especies diferentes aunque su forma general encaja dentro de algunas de estas categorías: esféricas, cilíndricas y helicoidales. Los tamaños de las bacterias oscilan entre 0.5 y 3 μm .

En la composición de estas células intervienen: carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno como elementos mayoritarios de las fracciones orgánicas, mientras que los compuestos inorgánicos están formados principalmente por fósforo, azufre, sodio, calcio, magnesio, potasio y hierro. Puesto que todos estos elementos deben proceder del medio ambiente, la falta de cualquiera de ellos limitará el crecimiento de las bacterias.

La temperatura y el pH juegan un papel vital en la vida de las bacterias como sucede con los restantes seres vivos.

En base a su metabolismo, las bacterias pueden clasificarse en heterótrofas y autótrofas según la forma de generación de energía. En el caso de las heterótrofas son incapaces de elaborar su propia materia orgánica a partir de sustancias inorgánicas, por lo que deben nutrirse de otros seres vivos, mientras que si son capaces en el caso de las autótrofas. A su vez, según su necesidad de oxígeno, las bacterias pueden dividirse en aerobias, anaerobias o facultativas.

Hongos

Los hongos son microorganismos heterótrofos, no fotosintéticos y multicelulares. En ingeniería sanitaria los términos hongos y mohos se utilizan como sinónimos. Sin embargo, los mohos son los hongos que producen unidades microscópicas que colectivamente forman una masa filamentosa llamada micelio mientras que las levaduras son hongos que no pueden formar un micelio y son, por tanto, unicelulares. La mayoría de los hongos son aerobios estrictos. Su capacidad para sobrevivir a pH bajos y con poco nitrógeno les hace aptos para el tratamiento de aguas residuales industriales.

Algas

Las algas son microorganismos unicelulares o multicelulares, autótrofos y fotosintéticos. No son deseables en las aguas porque producen malos olores y sabores. La capacidad de producir oxígeno de las algas es vital para la ecología del medio acuoso.

1.2. Tratamiento de aguas residuales

1.2.1. Aguas Residuales

Se puede definir el agua residual como el agua de que se desprende la comunidad una vez que ha sido utilizada y contaminada durante los diferentes usos a la que ha sido sometida.

La acumulación y estancamiento de agua residual, produce la descomposición de la materia orgánica contenida en esta, produciendo

importantes cantidades de gases malolientes. Aparte de esto, dentro de estas aguas se encuentra la presencia de numerosos microorganismos patógenos y causantes de daños en los seres humanos y seres vivos. Por todos estos motivos, es necesario e imperativo el tratamiento de las aguas residuales en nuestra sociedad.

1.2.2. Tratamiento de Aguas Residuales

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano. Una vez producido este tratamiento, estas aguas podrán ser conducidas, en última instancia, a cuerpos de agua receptores o al mismo terreno.

Los métodos de tratamiento en el que predominan los fenómenos físicos se denominan **operaciones unitarias**, mientras que en los métodos a base de procesos químicos o biológicos para la eliminación de los contaminantes se conocen como **procesos unitarios**. Estos procesos y operaciones unitarias se combinan y complementan para conseguir diversos niveles de tratamiento de las aguas.

Los procesos de tratamiento son típicamente referidos a:

- **Pre-tratamiento de Aguas Residuales:** se define como el proceso de eliminación de los constituyentes de las aguas residuales cuya presencia pueda provocar inconvenientes de mantenimiento y

funcionamiento de los diferentes procesos, operaciones y sistemas auxiliares, como puede ser la eliminación de sólidos gruesos, grasas o aceites.

- **Tratamiento primario de Aguas Residuales:** se utilizan operaciones físicas tales como la sedimentación y el desbaste para la eliminación de los sólidos sedimentables y flotantes presentes en el agua residual. El efluente del tratamiento primario suele contener una cantidad considerable de materia orgánica y una DBO alta. Limitarse solamente a un tratamiento primario de aguas residuales está quedando en desuso, debido a la necesidad de disponer de tratamientos secundarios, exigidos por distintas normativas ambientales.
- **Tratamiento secundario de Aguas Residuales:** son procesos biológicos y químicos que son empleados para eliminar la mayor parte de sólidos en suspensión y de los compuestos orgánicos biodegradables, y en ciertos casos suele incluir la desinfección de las aguas.
- **Control y Eliminación de Nutrientes:** La eliminación de nutrientes, en muchas ocasiones, se la realiza en combinación con el tratamiento secundario. Se lleva a cabo mediante procesos químicos, biológicos, o una combinación de ambos. Este proceso es

muy importante debido a que normalmente los nutrientes provocan varias alteraciones desfavorables a los cuerpos receptores.

- **Tratamiento avanzado/Recuperación del Agua Residual:** se denomina al nivel de tratamiento necesario para la eliminación de constituyentes de las aguas residuales que merecen especial atención, como los nutrientes, los compuestos tóxicos y los excesos de materia orgánica o de sólidos en suspensión. Son combinaciones adicionales de los procesos y operaciones unitarias con el fin de suprimir otros componentes, los cuales no se reducen con tratamiento secundario.

Este tratamiento avanzado se emplea cuando se requiere la reutilización de las aguas residuales, para lo cual se necesita alcanzar efluentes de alta calidad.

Disposición de Fangos

El fango es el lodo o sedimento acuoso en la que se concentran los sólidos sedimentados o decantados de un agua residual que ha sido sometida a un tratamiento, sea doméstica o industrial.

La evacuación final de los residuos sólidos, fangos y contaminantes concentrados separados del agua residual ha sido uno de los inconvenientes más graves en el ámbito de la ingeniería de aguas residuales. El problema de la evacuación de fangos se debe a los grandes volúmenes de fango que se generan debido al mayor tratamiento de aguas residuales.

La práctica más empleada para la evacuación del fango consiste en la aplicación al terreno. Esto se utiliza como método para la recuperación de terrenos marginales para usos productivos y aprovechamiento de los nutrientes contenidos en el fango. A pesar de esto, este método cada vez está siendo más controlado debido a aspectos ambientales desfavorables que el fango causa. Se está también utilizando a las plantas de compostaje como método para la estabilización y distribución del fango para su posterior uso como abono. Aparte de estos, se suele incinerar a los fangos, teniendo como desventaja las emisiones que estos generan.

Disposición de las Aguas Residuales

En muchos casos, la evacuación de las aguas residuales se lleva a cabo de la manera más simple posible, sin tener en consideración las repercusiones que esto causaba al lugar de vertido.

El vertido en aguas superficiales (corrientes, ríos, lagos, estuarios o en el mar) ha sido el método de evacuación de aguas residuales más común. Esta descarga, en muchos casos, se la realiza sin proporcionar ningún tratamiento a estas aguas. La mezcla y dilución del efluente se da de una manera variable, dependiendo de las características naturales del cuerpo receptor. Un aspecto importante a tomar en cuenta en la evacuación de efluentes es la capacidad de asimilación del cuerpo receptor, que depende

generalmente de la cantidad de materia orgánica que puede ser vertida sin alterar negativamente los recursos de oxígeno disuelto presente en el agua.

En la actualidad, existen varias normativas y estándares de calidad necesarios para que se puedan producir estos vertidos, con la finalidad de proteger al medio ambiente.

CAPÍTULO II

NORMATIVA VIGENTE EN ECUADOR SOBRE

CALIDAD DEL AGUA

En el Ecuador existe una normativa vigente que describe y exige diferentes parámetros de calidad del agua de los recursos hídricos del país. Lastimosamente, en la mayoría de los casos, esta normativa es pasada por alto, causando un grave perjuicio al medio ambiente en los que estos cuerpos hídricos se encuentran. La mayoría de descargas de aguas residuales se las realizan dentro de aguas superficiales sin ningún tipo de tratamiento, siendo la mayor preocupación que estas aguas son posteriormente utilizadas, en la mayoría de los casos, para riego y para el consumo de la población.

A continuación se detallan algunas de las normativas que se exigen por parte de diferentes decretos, que lamentablemente muy poco se toma en cuenta.

2.1. Constitución de la República del Ecuador

La Constitución del Ecuador vigente desde octubre del año 2008, menciona algunos artículos referentes a la preservación del medio ambiente en general, y del agua.

TÍTULO II

DERECHOS

Capítulo segundo

Derechos del buen vivir

Sección primera

Agua y alimentación

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales.

Capítulo séptimo

Derechos de la naturaleza

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tiene el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

Art.- 73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.

Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.

TÍTULO VII
RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR

Capítulo segundo
Biodiversidad y recursos naturales

Sección primera
Naturaleza y ambiente

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

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 recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Art. 412.- La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico.

2.2. Ley de Aguas

En el año 2004 fue realizada una Codificación a la Ley de Aguas, la cual es la que rige hasta la actualidad, promulgando los siguientes artículos relacionados con la conservación del agua.

TÍTULO II

DE LA CONSERVACIÓN Y CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS

CAPÍTULO II

DE LA CONTAMINACIÓN

Art. 22.- Prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna.

El Consejo Nacional de Recursos Hídricos (actual Secretaría Nacional del Agua), en colaboración con el Ministerio de Salud Pública y las demás

entidades estatales, aplicará la política que ermita el cumplimiento de esta disposición.

Se concede acción popular para denunciar los hechos que se relacionan con contaminación de agua. La denuncia se presentará en la Defensoría del Pueblo.

2.3. Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental

La Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental es un decreto supremo que rige desde el 31 de mayo de 1976, el cual confiere un capítulo a la prevención y control de la contaminación de las aguas.

Capítulo VI

DE LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS

Art. 16.- 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 terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

Art. 17.- El Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (actual Secretaría Nacional del Agua), en coordinación con los Ministerios de Salud y Defensa, según el caso, elaborarán los proyectos de normas técnicas y de las regulaciones para autorizar las descargas de líquidos residuales, de acuerdo con la claridad de agua que deba tener el cuerpo receptor.

Art. 18.- El Ministerio de Salud fijará el grado de tratamiento que deban tener los residuos líquidos a descargar en el cuerpo receptor, cualquiera sea su origen.

Art.19.- El Ministerio de Salud, también, está facultado 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.

2.4. Ley de Gestión Ambiental

La Ley de Gestión Ambiental es una ley que rige desde el 30 de julio de 1999, haciendo las siguientes referencias respecto a la preservación del medio ambiente.

TÍTULO I

ÁMBITO Y PRINCIPIOS DE LA LEY

Art. 1.- La presente Ley establece los principios y directrices de política ambiental: determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de

participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.

Art. 2.- La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables y respeto a las culturas y prácticas tradicionales.

TÍTULO II

DEL RÉGIMEN INSTITUCIONAL DE LA GESTIÓN AMBIENTAL

CAPÍTULO II

DE LA AUTORIDAD AMBIENTAL

Art. 8.- La autoridad ambiental nacional será ejercida por el Ministerio del ramo, que actuará como instancia rectora, coordinadora y reguladora del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, sin perjuicio de la atribuciones que dentro del ámbito de sus competencias y conforme las leyes que la regulan, ejerzan otras instituciones del Estado.

Art.9.- Le corresponde al Ministerio del ramo:

j) Coordinar con los organismos competentes sistemas de control para la verificación del cumplimiento de las normas de calidad ambiental referentes al aire, agua, suelo, ruido, desechos y agentes contaminantes.

CAPÍTULO IV

DE LA PARTICIPACIÓN DE LAS INSTITUCIONES DEL ESTADO

Art.12.- Son obligaciones de las instituciones del Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental en ejercicio de sus atribuciones y en el ámbito de su competencia:

e) Regular y promover la conservación del medio ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales en armonía con el interés social, velar por la protección y restauración de la diversidad biológica, garantizar la integridad del patrimonio genérico y la permanencia de los ecosistemas.

2.4. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS)

NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA

LIBRO VI ANEXO 1

INTRODUCCIÓN

La presente norma técnica ambiental es dictada 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 se somete a las

disposiciones de éstos, 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; y,
- c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

OBJETO

La norma tiene como objetivo la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso agua.

El objetivo principal de la presente norma es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general.

Las acciones tendientes a preservar, conservar o recuperar la calidad del recurso agua deberán realizarse en los términos de la presente Norma.

CLASIFICACIÓN

Criterios generales de descarga de efluentes⁵

1. Límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor.

⁵ La tabla 12 de Límites de Descarga a un cuerpo de agua dulce se encuentra en la parte de anexos.

DESARROLLO

- Se prohíbe todo tipo de descarga en:
 - a) Las cabeceras de las fuentes de agua.
 - b) Aguas arriba de la captación para agua potable de empresas o juntas administradoras, en la extensión que determinará el CNRH (actual SENAGUA), Consejo Provincial o Municipio Local y,
 - c) Todos aquellos cuerpos de agua que el Municipio Local, Ministerio del Ambiente, CNRH (actual SENAGUA) o Consejo Provincial declaren total o parcialmente protegidos.

- Los regulados que exploren, exploten, refinan, 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.

- 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.

En los tramos del cuerpo de agua en donde se asignen usos múltiples, las normas para descargas se establecerán considerando los valores más restrictivos de cada uno de los parámetros fijados para cada uno.

- Para el caso de industrias que capten y descarguen en el mismo cuerpo receptor, la descarga se hará aguas arriba de la captación.
- Para efectos del control de la contaminación del agua por la aplicación de agroquímicos, se establece lo siguiente:
 - 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,
 - b) La aplicación de agroquímicos en cultivos que requieran áreas anegadas artificialmente, requerirá el informe y autorización previa del Ministerio de Agricultura y Ganadería.
 - 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).

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE ESTUDIOS TÉCNICOS EXISTENTES SOBRE LA DESCONTAMINACIÓN DEL RÍO CUTUCHI

Durante los últimos años, ha existido una creciente preocupación por la situación de contaminación del río Cutuchi. Es de conocimiento que la mayoría de poblaciones e industrias descargan directamente sus efluentes al río, sin ningún tratamiento, ocasionando un gran perjuicio ambiental.

Diferentes entidades gubernamentales han realizado diferentes estudios sobre la situación actual del río Cutuchi, y se han implementado algunos proyectos para de alguna manera detener la contaminación existente y remediar los daños ocasionados al cuerpo hídrico a causa de esta contaminación desmedida.

Se han desarrollado algunos planes de acción, pero lamentablemente es muy poco lo que se ha hecho en lo que concierne a la ejecución de dichos planes. A continuación se detallan algunos de los estudios realizados sobre la contaminación del río Cutuchi.

3.1. Informe relacionado a la descontaminación del río Cutuchi de la cuenca Hidrográfica de Pastaza, realizado por la Secretaría Nacional del Agua

El Gobierno Nacional a través de la Secretaria Nacional del Agua, se encuentra desarrollando una serie de actividades y proyectos de infraestructura que tienden a recuperar la calidad de las aguas de las cuencas hidrográficas del país. En diciembre del 2010, la SENAGUA presentó un informe de avance sobre el proyecto de “Descontaminación de la cuenca del río Cutuchi” perteneciente a la cuenca alta del Pastaza para lo cual se tiene previsto desarrollar planes y proyectos que tiendan a la recuperación de la mencionada cuenca y, de esta manera aprovechar de mejor manera el recurso hídrico en proyectos de riego, agua potable, saneamiento ambiental y, control ambiental.

Entre los principales programas para la implementación de la recuperación de la cuenca del río Cutuchi se cuentan:

- Control de descargas domésticas mediante la implementación de un sistema de colectores marginales y la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Manejo y uso del recurso agua para los diversos usos consuntivos.

- Plan de gestión y de calidad de las aguas para un apropiado manejo de conservación de la cuenca especialmente referida a la calidad y usos del recurso agua, según las normas referidas en el TULAS.

En la cuenca del río Cutuchi, los Municipios de los Cantones Latacunga, Pujilí, Pelileo y Salcedo, han realizado varios trabajos de monitoreo de la calidad de las aguas que responden a proyectos de saneamiento y, estudios para la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, sin embargo, ninguno de ellos ha provisto un monitoreo permanente y continuo a fin de disponer de una información estadística secuencial que permita definir el comportamiento de la contaminación y de los índices de calidad del agua de los ríos pertenecientes a la cuenca del río Cutuchi.

El río Cutuchi tiene un área de cuenca de 2677 km², actualmente se encuentra en franco deterioro debido principalmente a la degradación masiva de su calidad ambiental producto de los vertidos sin ningún tratamiento de la mayoría de las poblaciones inmersas y, de pequeñas industrias y talleres que se asientan dentro de su área de influencia directa.

Diagnóstico

- La calidad del agua del recurso hídrico, no cumple con los parámetros de calidad que se dan en las normas del Ministerio del Medio Ambiente (TULAS), su contaminación se la puede catalogar de moderada a alta especialmente por cargas bacterianas, lo que no le hace apta para poder utilizarlas en consumo humano. En cuanto para

su uso en riego, se tendrá que determinar el tipo de cultivos apropiados.

- Existen descargas de aguas sin ningún tipo de tratamiento en los cantones Latacunga, Salcedo, Pujilí y Saquisilí y los efluentes de las industrias que se asientan en las márgenes del río Cutuchi y sus afluentes (ríos Alaquez, Yanayacu, Pumacunchi, Cunuyacu e Illuchi, Pujilí, Pumacunchi, Patoa).
- La contaminación por descargas de las aguas residuales sin ningún grado de tratamiento de las ciudades, son las más representativas en la contaminación de la cuenca del río Cutuchi y, dentro de estas, la ciudad de Latacunga por el caudal aportante de aguas servidas (110 l/s) es la más importante.

Acciones

Según el informe, las principales acciones para combatir la problemática de la contaminación del río Cutuchi son:

1. Protección de Fuentes Hídricas

- Programas de Vigilancia de Calidad de Agua de los Ríos y Acuíferos

Se recolectará información básica del estado de los ríos, se establecerán indicadores de recuperación de la calidad del agua y se definirá opciones de intercepción y tratamiento de las aguas residuales.

- Monitoreos y Resultados en mapas temáticos

Se realizarán monitoreos en las diferentes estaciones que tienen una frecuencia de mensual a trimestral.

- Áreas protegidas

El objetivo será recuperar, conservar y mantener las coberturas vegetales naturales y las condiciones ambientales necesarias para regular la oferta hídrica, prevenir la erosión y garantizar la calidad del agua, así como garantizar la continuidad de los procesos ecológicos para mantener la diversidad biológica.

2. Gestión Urbana

Desarrollar en la comunidad un sentimiento de responsabilidad y entendimiento del papel fundamental que se debe tener en la protección del agua. Fomentar el entendimiento de cómo las distintas acciones afecta la cantidad y calidad del agua. Crear conciencia sobre la importancia de la protección de las fuentes y cursos naturales de agua para consumo humano.

3. Plantas de tratamiento de aguas residuales

Presentar diferentes sistemas de tratamiento en base a la caracterización de las aguas servidas y capacidad de asimilación que tienen los ríos.

3.2. Informe sobre acciones realizadas por el Ministerio del Ambiente con el objeto de descontaminar el río Cutuchi.

El Ministerio del Ambiente, conjuntamente con el Ilustre Municipio de Latacunga, promovió la realización de una reunión el 22 de septiembre del 2009 para analizar el problema de la contaminación del río Cutuchi cuyas aguas son captadas para el riego de 6287 ha. a través del canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato y 537 ha. con el canal Jiménez-Cevallos. En dicha reunión se resolvió trabajar en tres ejes para lo cual se nombraron tres comisiones:

1. Restauración de la Calidad del Agua y Control de la Contaminación de la Cuenca del río Cutuchi

Comisión coordinada por el Municipio de Latacunga con el apoyo del Ministerio de Medio Ambiente.

2. Educación Ambiental

Comisión coordinada por la Universidad Técnica del Cotopaxi.

3. Uso de recursos hídricos y suelo

Comisión coordinada por la Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Latacunga-Salcedo-Ambato.

La Comisión para la Restauración de la Calidad del Agua y Control de la Contaminación de la cuenca del río Cutuchi elaboró un plan de acción que permita controlar las fuentes de contaminación del mencionado río.

Para el control de los efluentes que son vertidos al río Cutuchi, antes de que sus aguas sean captadas para el canal de riego Latacunga-Salcedo-Ambato, el plan de acción determinó que el Ministerio del Ambiente, a través de la Dirección Provincial de Cotopaxi, realice inspecciones a las industrias que descargan al mencionado río, y se proceda a la notificación respectiva para que inicien el proceso de licenciamiento ambiental, para que de esta manera obtengan su Licencia Ambiental y el respectivo Plan de Manejo Ambiental que garanticen el tratamiento adecuado de las descargas líquidas, las cuales deben estar dentro de los límites permisibles establecidos, con el fin de que las aguas del río cumplan con los criterios de calidad para aguas de uso agrícola y/o de riego.

Declaratoria Estado de Excepción

El día 16 de enero del 2009, el Presidente Constitucional de la República del Ecuador, Economista Rafael Correa, en base a lo que se detalla en la Constitución de la República del Ecuador en cuanto al manejo de recursos hídricos, a la protección del medio ambiente y a los estudios realizados sobre la situación de contaminación existente en el río Cutuchi, decretó:

Art.1.- Declarar el estado de excepción con el propósito de superar la emergencia provocada por los altos niveles de contaminación del sistema de riego Latacunga-Salcedo-Ambato, que afecta a la subcuenca del río Cutuchi, población involucrada y de aquella que se abastece con los alimentos producidos en la zona.

Art.2.- Durante el estado de excepción, se dispone la prohibición total de cualquier tipo de descargas, y de toda actividad que genere impactos ambientales.

Art.3.- Financiar con fondos del Estado la implementación y ejecución del plan maestro de alcantarillado de la ciudad de Latacunga, encargándose para esto al Ilustre Municipio de Latacunga y la implementación de acciones por parte de los municipios en la cuenca del Río Pastaza.

Art.4.- Financiar con fondos del Estado la implementación y ejecución del plan de educación ambiental del área de influencia de la subcuenca del río Cutuchi y de la cuenca del río Pastaza, encargándose para esto a los centros de educación superior.

Art.5.- Financiar el fortalecimiento institucional del Ministerio del Ambiente en las provincias de Cotopaxi y Tungurahua para la dotación de vehículos, combustible, y equipos de monitoreo ambiental que favorezcan una ágil y eficiente gestión para el proceso de licenciamiento ambiental de las

actividades productivas, industriales y de salubridad, ubicadas en el área de influencia de la subcuenca del río Cutuchi y del Sistema de riego Latacunga-Salcedo-Ambato.

Art.6.- Encárguese al ministerio de Economía, la creación de las partidas presupuestarias correspondientes para la implementación y ejecución de los planes y programas requeridos para el tratamiento de la contaminación de las aguas del río Cutuchi en su área de influencia de la cuenca del río Pastaza y la población involucrada y afectada por el problema ambiental.

3.3. Auditoria de aspectos ambientales al manejo y control de la cuenca del río Cutuchi, realizado por la Contraloría General del Estado.

La Dirección de Auditoría de Proyectos y Ambiental de la Contraloría General del estado, realizó la auditoría de aspectos ambientales al manejo y control de la cuenca del río Cutuchi, en el cual se analiza la gestión de 19 instituciones y entidades del sector público, con competencias en el ordenamiento, manejo, aprovechamiento y control de sus recursos, por el período comprendido entre el 1 d enero de 2006 al 28 de julio de 2010, del cual se obtuvieron los siguientes resultados.

Comentarios y conclusiones

- Los Ministerios del Ambiente, Salud, Desarrollo Urbano y Vivienda, y Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca; la Secretaría Nacional del Agua; sus Direcciones Provinciales; el Consejo Provincial de Cotopaxi; los Municipios de Saquisilí, Pujilí, Latacunga y Salcedo; no han cumplido coordinadamente sus roles, produciendo la permanente contaminación del río Cutuchi, que redundan en el deficiente manejo de los recursos naturales de la cuenca hidrográfica.

- El Gobierno Provincial de Cotopaxi, no ha implementado las recomendaciones establecidas en el Plan Participativo de Desarrollo de la Provincia de Cotopaxi, Dimensión Ambiental, a favor de la descontaminación del río Cutuchi, en el cual se conciben los siguientes programas y proyectos:
 - Manejo sostenible de recursos naturales (manejo de cuencas y micro cuencas, manejo de páramos, manejo sostenible de recursos hídricos, cuidado y manejo de la vertientes, descontaminación y protección de los ríos, investigación y monitoreo ambiental y turismo ecológico).

 - Manejo ambiental urbano y rural (tratamiento de desechos sólidos y líquidos, plantas de tratamiento de basura, construcción de alcantarillados alternativos, fomento de espacios verdes en el

sector urbano, tratamiento de aguas servidas, producción agropecuaria, artesanal e industrial saludable).

- Educación ambiental (vinculación del sistema educativo en el manejo ambiental, difusión de contenidos ambientales, capacitación en técnicas agropecuarias, capacitación a los actores sociales urbano y rural en manejo ambiental).
- Legislación ambiental (políticas locales de manejo ambiental, funcionamiento ambiental de industrias y agroindustrias, comités de gestión y control ambiental, fondos para el manejo ambiental, protección de especies en proceso de extinción, aprovechamiento y manejo de bosques, control del uso de agroquímicos y participación de la gestión ambiental).
- El Ministerio del Ambiente, en calidad de Autoridad Nacional Forestal, no ejerció su competencia en la conservación, aprovechamiento de bosques y vegetación protectores, de propiedad del Estado. La contaminación de las aguas del río Cutuchi, constituye el efecto integrado del mal manejo de las formaciones vegetales, bosques naturales, suelo, agua y ordenamiento territorial. Esta contaminación afecta la salud de la población y los recursos hídricos de la cuenca media y baja del río, replicándose la problemática ambiental en los cantones ubicados en las zonas bajas de la cuenca.

- El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, no adoptó medidas que garanticen la conservación, recuperación y utilización racional del suelo en la cuenca del río Cutuchi. La calidad de los suelos y el medio ambiente, están directamente relacionados con la destrucción o alteración de las propiedades de sus características físicas, químicas y biológicas, por descargas de contaminantes (aguas residuales, servidas, pesticidas y otras sustancias) que alteran su calidad.
- La Corporación de Desarrollo Regional de Cotopaxi (CODERECO), el Instituto Nacional de Riego (INAR) y la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), no han tomado acciones para mitigar la contaminación de la cuenca del río Cutuchi y de los canales de riego.
- La participación del Ministerio de Salud en la mitigación del impacto ambiental producido en la cuenca del río Cutuchi por la contaminación descontrolada de los sectores municipal, industrial y otros, no ha sido efectiva, postergando el derecho de la sociedad a vivir en un ambiente sano ecológicamente equilibrado y libre de contaminación. Esta contaminación existente, hace que el agua no sea apta para ningún tipo de uso. A pesar de esto, la comunidad en general utiliza el agua para su propio consumo así como también para regar cultivos.

- El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda dentro de sus competencias, su accionar no se encamina a buscar soluciones para la descontaminación del río Cutuchi, por falta de coordinación interinstitucional. La prioridad de dicho ministerio se ha orientado exclusivamente a ejecutar, supervisar y controlar la ejecución de los planes, programas y proyectos de desarrollo urbano y vivienda, relegando el saneamiento ambiental y residuos sólidos en los cantones de la provincia.
- La afectación ambiental del componente social inmerso en la cuenca del río Cutuchi, es el resultado de la falta de planificación participativa, coordinación y ejecución de proyectos específicos para la descontaminación del río Cutuchi.
- No se evidencia que los Gobiernos Municipales de Salcedo, Latacunga, Pujilí y el Gobierno Provincial de Cotopaxi ejecutaron gestión ambiental para la prevención y control de la contaminación.

CAPÍTULO IV

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DEL RÍO CUTUCHI

4.1. Cuenca hidrográfica y caracterización general

La subcuenca del río Cutuchi comprende la parte más alta del sistema fluvial “Pastaza-Marañón-Amazonas”. Es parte del sistema hidrográfico mayor de la cuenca del río Pastaza. Esta bordeada al oeste y este por las primeras elevaciones de la Cordillera Occidental y Cordillera Oriental del Ecuador, respectivamente. Cubre un gran porcentaje de la provincia de Cotopaxi y parte de la provincia de Tungurahua.

El río Cutuchi es uno de los principales ejes hidrográficos de la zona central de la Sierra ecuatoriana. Recibe, aguas arriba las aguas de los ríos Tomacuntze, Pumacunchi, Yanayacu, Cunuyacu , Illuchi, y Alaques, y es alimentado en la parte sureste por el río Isinche.

El río Cutuchi nace desde una altura de 5897 m.s.n.m., que corresponde a las cumbres del volcán Cotopaxi, hasta los 2400 m.s.n.m. correspondiente a la confluencia con el río Ambato. El área de la subcuenca es de 2677 km², con una longitud aproximada de 60 km. El origen morfoestructural de la subcuenca es volcánico, producto de eventos ocurridos en la historia.

Las aguas del río Cutuchi escurren en dirección norte-sur, con una pendiente de 8.8%. Llegan hasta Latacunga engargantándose paulatinamente a partir de aquí hasta la confluencia con el río Ambato. Alberga al 70 % de la población de la provincia de Cotopaxi.

Clima

Temperatura

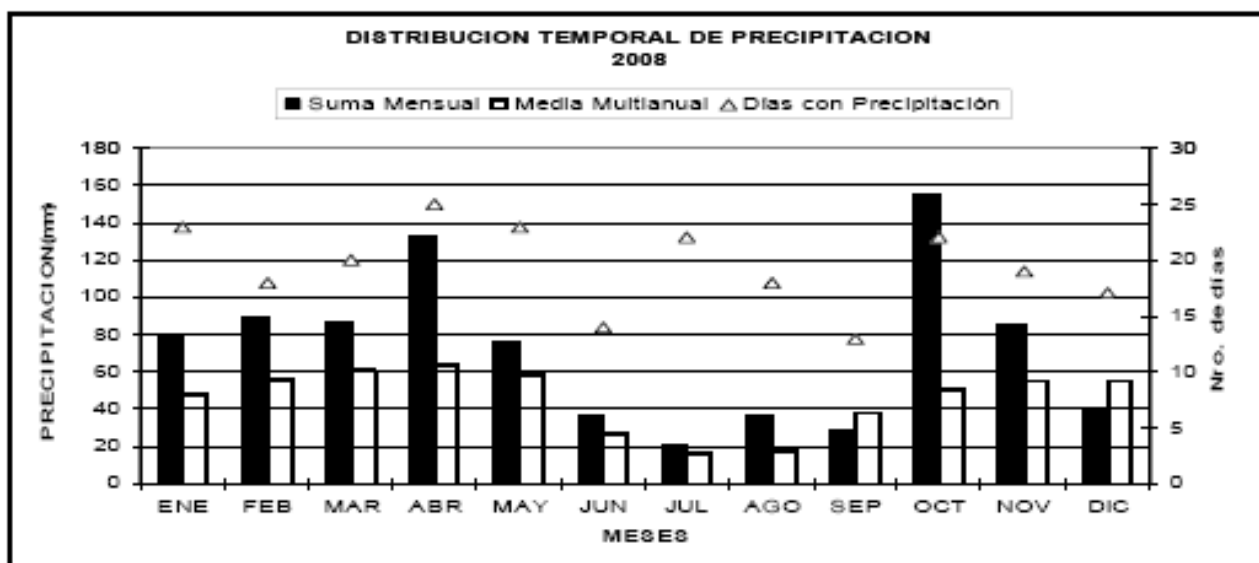
El clima más característico de la zona es el clima Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo, el cual es el clima más encontrado en la zona interandina del Ecuador. Las temperaturas medias anuales están comprendidas generalmente entre 12 y 20°C pero pueden en ocasiones ser inferiores en las vertientes menos expuestas al sol; las temperaturas mínimas descienden rara vez a menos de 0°C y las máximas no superan los 30°C.

Variando en función de la altura y de la exposición, la humedad relativa tiene valores comprendidos entre el 65 y el 85% y la duración de la insolación puede ir de 1000 a 2000 horas anuales.

Precipitaciones

Las precipitaciones anuales varían entre 600 y 2000 mm y están repartidas en dos estaciones lluviosas, de febrero a mayo y en octubre a noviembre.

La estación seca principal, de junio a septiembre, es generalmente muy marcada; en cuanto a la segunda, su duración y localización en el tiempo son mucho más aleatorias, aunque se puede adelantar que es por lo general inferior a tres semanas y se sitúa a fines de diciembre, razón por la que se llama “veranillo del Niño”.

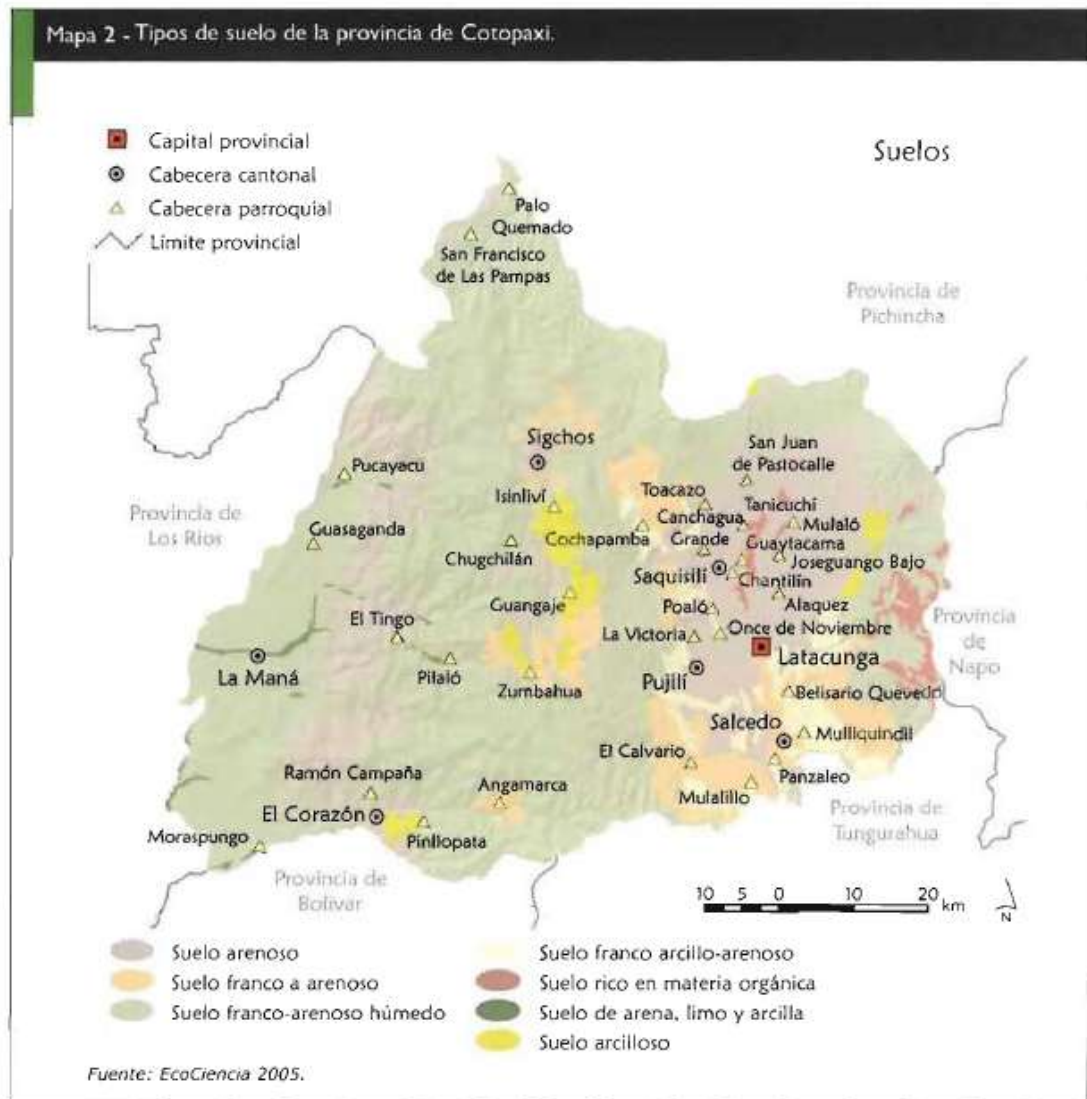


FUENTE: INAMHI

Suelos

En las zonas aledañas donde transita el río Cutuchi, encontramos suelos franco-arenosos derivados de materiales piroclastos, con texturas francas, con PH neutros a ligeramente ácidos y de coloración negra.

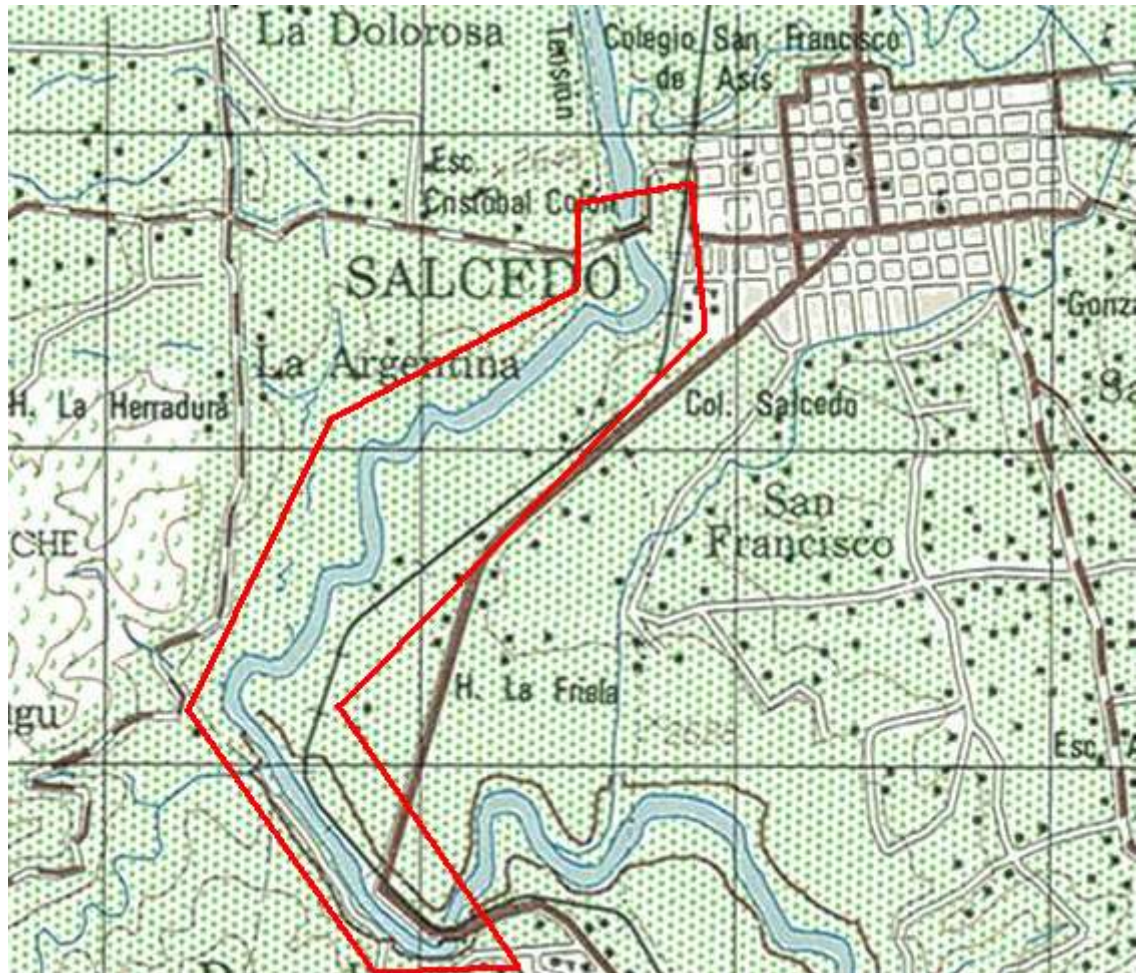
De igual manera, podemos encontrar suelos franco arcillo-arenosos, los cuales son poco profundos, erosionados sobre una capa de cangahua que se encuentra a menos de 1m. de profundidad.



4.2. Definición del tramo de estudio

El tramo de la subcuenca del río Cutuchi, al cual nos vamos a limitar para realizar el estudio y su diagnóstico comprende a un tramo 3km. aguas abajo de la ciudad de Salcedo.

En el gráfico a continuación, se muestra el tramo en mención:



Básicamente, el tramo del río de este estudio recoge las aguas de la ciudad de Salcedo, viviendas rurales asentadas en la zona, así como distintas zonas florícolas y agrícolas, y pequeños comercios existentes a lo largo de la carretera Panamericana que va casi paralelamente al lecho del río.

4.3. Inventario general de descargas

Las descargas de aguas servidas, aguas contaminadas en general, basura, y otros tipos de contaminantes en el tramo del estudio se limitan básicamente a las siguientes fuentes:

- **Las aguas servidas producidas por la población de la ciudad de Salcedo.**

Si bien es cierto que se ha planificado, y en cierta manera se ha avanzado con planes y medidas para tratar la contaminación del río Cutuchi producida por las descargas contaminantes que se desprenden desde la ciudad de Salcedo, ésta no es completa.

En Salcedo, existen 11 descargas principales hacia el río Cutuchi. Aparte de estas, existen muchas otras descargas en menor cantidad.

La descarga de la zona central de la ciudad no cuenta con ningún tratamiento, siendo el 30% del total de la población.⁶

⁶ Secretaría Nacional del Agua. Plan de Descontaminación y Manejo Integral de la Recuperación de la Microcuenca del Cutuchi, Provincia del Cotopaxi, Diciembre, 2010.



- **Hacienda La Herradura.**

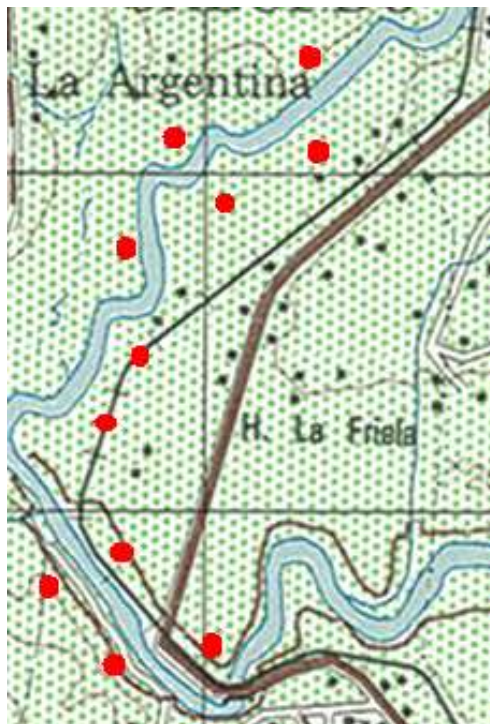
Hacia el sur de la ciudad de Salcedo, dentro del tramo que se está realizando el estudio se encuentra la hacienda *La Herradura*, la cual es una importante zona de producción florícola.

Por su cercanía al río, los efluentes que esta florícola genera van directamente hacia el río Cutuchi, generando una importante contaminación.



- **Población asentada junto al río.**

Dentro del tramo especificado, se encuentran asentadas varias viviendas rurales las cuales tienen al río Cutuchi como su lugar de descarga de aguas servidas, así como de basura. La población rural vive a base de pequeños cultivos y posesión de animales de granja (ganado vacuno, ovino, aves), las cuales de una u otra manera, también generan contaminación, que afecta directamente al río Cutuchi.



4.4. Inventario general de usos del agua

El río Cutuchi es considerado una importante fuente de recursos para los habitantes de la provincia de Cotopaxi. A lo largo del tiempo, sus aguas han sido utilizadas principalmente para riego y para el consumo humano.

Uso del agua para riego

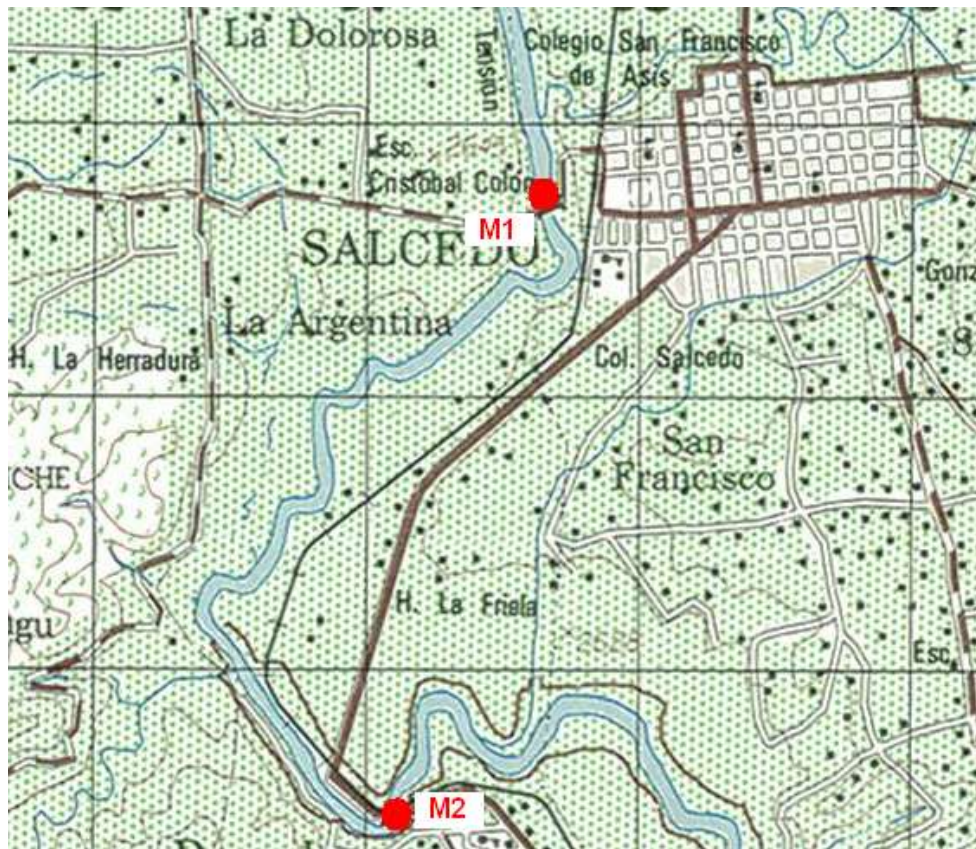
Las aguas del río Cutuchi son utilizadas en gran cantidad para riego de áreas de cultivos. En esta zona se producen hortalizas, frutas y verduras, con las aguas contaminadas del río Cutuchi, obteniendo productos de mediana y mala calidad. Estos cultivos son distribuidos a todo el país, ocasionando un gran daño a la población.

Uso del agua para consumo humano

La población rural asentada en las cercanías del río Cutuchi utiliza sus aguas contaminadas para diferentes objetos, como las actividades diarias, o para el mismo consumo. Considerando el nivel de contaminación de las aguas, es claro que su utilización produce una proliferación de enfermedades de origen hídrico, por lo que es claro que el agua no cumple con los parámetros mínimos para su consumo.

4.5. Calidad del agua

Para establecer el grado de contaminación existente en el río Cutuchi, se realizaron ensayos físico-químicos de laboratorio de dos muestras tomadas del río dentro del tramo del estudio, una al inicio del tramo en mención, y otra al final del tramo.



Los análisis físico-químico de las muestras tomadas fueron analizadas en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador.

Parámetros para toma de muestras

Para la toma de las muestras se tomaron en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. EQUIPO NECESARIO

- Recipiente de 4 litros (1 galón) para la muestra que será enviada al laboratorio.

- Hielo para mantener refrigerada a la muestra.
- Cooler donde se mantendrá a la muestra con hielo.
- Registro de toma de muestra.
- Equipo de seguridad: guantes, overol o mandil (en caso de ser necesario).

2. PROCEDIMIENTO

- Homogenizar el recipiente de 4 litros con la muestra a ser tomada (enjuagar 2 o 3 veces el recipiente con el agua de la muestra)
- Llenar el recipiente con agua, taparlo y refrigerar.
- Llevar al laboratorio la muestra refrigerada.
- Llenar en el registro de toma de muestra cada uno de los datos obtenidos.



TOMA DE MUESTRA 1



TOMA DE MUESTRA 2



MUESTRA TIPO

Una vez entregadas las muestras, los resultados saldrían en aproximadamente 10 días laborables.

Resultados⁷

- Los valores obtenidos de la demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días (DBO5) presentan valores considerados no críticos dentro del contexto de la caracterización de la contaminación del río

⁷ Los informes de resultados entregados por la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador se encuentran en la parte de anexos.

Cutuchi, lo que permite concluir que el río presenta una gran capacidad de autodepuración orgánica, debido básicamente a las características morfológicas e hidrológicas del río que permiten una gran dilución.

- Normalmente, como fue antes mencionado en el Capítulo 1 en la parte concerniente a la Contaminación del Agua, se expresó que el valor en un agua residual urbana de la relación DQO/DBO suele valer 2.5. El valor de dicha relación de la Muestra 1 tomada en la ciudad de Salcedo es un poco mayor, siendo de 3.1, dándonos un parámetro de las aguas contaminadas que transcurren por dicho tramo del río. En la Muestra 2, el valor se mantiene dentro del rango permitido.
- Comparando los datos obtenidos de los resultados de los ensayos de las muestras tomadas con los límites máximos permisibles por el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), podemos apreciar que los valores existentes de sólidos sedimentables no superan el valor máximo permisible. Sin embargo, los valores de sólidos suspendidos de las 2 muestras, superan el valor máximo permitido por la norma de 100 mg/l, dándonos otro claro parámetro de la contaminación del río.

- Otro importante determinante de la contaminación existente es la alta presencia de bacterias coliformes fecales, superando ampliamente los criterios de calidad, presentando una alta contaminación bacteriana en el río Cutuchi.

4.6. Efectos de impacto ambiental

Impacto Ambiental se refiere a la alteración que se introduce en un entorno debido a una actividad humana. Generalmente, este impacto se ve reflejado por los insumos que se utilizan, por el espacio que se ocupa o por los efluentes que se emiten.

Siempre que existe una actividad humana se producen impactos, pero muchos de ellos son despreciables. Para que un impacto sea tomado en consideración, debe ser significativo y perjudicial. Los impactos relativos a la emisión de efluentes serán significativos en la medida en que se aproxime o supere a la capacidad de asimilación de los receptores ambientales. En el caso que este impacto ocurra de forma continuada y permanente, el impacto será inaceptable, y la actividad causante será rechazada.

En el caso de los desechos humanos sin un tratamiento apropiado, estos presentan un peligro de infección parasítica (mediante el contacto directo con la materia fecal), hepatitis y varias enfermedades gastrointestinales, incluyendo el cólera y tifoidea (mediante la contaminación de la fuente de

agua y la comida). Cuando las aguas servidas son recolectadas pero no tratadas correctamente antes de su eliminación o reutilización, existen los mismos peligros para la salud pública en el punto de descarga. Si dicha descarga es en aguas receptoras, se presentarán peligrosos efectos adicionales, como por ejemplo, el hábitat para la vida acuática y marina es afectada por la acumulación de los sólidos; el oxígeno es disminuido por la descomposición de la materia orgánica; y los organismos acuáticos y marinos pueden ser perjudicados aún más por las sustancias tóxicas, que pueden extenderse hasta los organismos superiores por la bio-acumulación en las cadenas alimenticias. Los desechos sólidos generados en el tratamiento de las aguas servidas (grava, cerniduras, y lodo primario y secundario) pueden contaminar el suelo y las aguas si no son manejados correctamente.

CAPÍTULO V

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE DEPURACIÓN

Las aguas residuales sin ningún tratamiento poseen compuestos tóxicos que, en caso de descargar directamente al medio ambiente causan contaminación y proliferación de enfermedades. Es por esto la necesidad de la instalación de sistemas de tratamiento que puedan descontaminar estos desechos líquidos hasta límites aceptables, para de esta manera no causar impactos negativos al medio ambiente en la descarga.

El objetivo del tratamiento de las aguas residuales es la remoción de características indeseables de las aguas a un nivel igual o menor que el determinado en el grado de tratamiento, para cumplir con los requisitos de calidad del cuerpo receptor.

En relación con el tratamiento de lodos o fangos, el objetivo es el de mejorar la calidad de los lodos antes de su disposición final.

5.1. Propuesta de alternativas

Para proceder a la selección de los procesos de tratamiento de las aguas residuales, se debe tomar en cuenta ciertos parámetros, tales como:

- Población total y servida por el sistema.
- Aportes de aguas residuales.
- Concentraciones de contaminantes dentro de las aguas, como DBO, DQO, sólidos totales y coliformes.

Para el presente estudio, una vez analizados diferentes aspectos como el nivel de contaminación, y el uso que éstas aguas tienen dentro de la población, es necesario proponer sistemas de depuración donde se obtengan un nivel aceptable de la calidad del agua, previo a su descarga en el río Cutuchi.

De igual manera, se deberá considerar que los procesos de tratamiento puedan ser construidos y mantenidos sin mayor dificultad, reduciendo al mínimo la mecanización y automatización de las unidades y evitando al máximo la importación de partes y equipos.

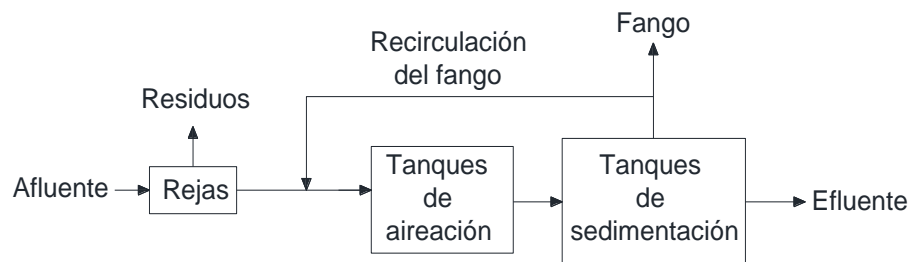
Alternativas de Sistemas de Depuración

1. Lodos activados: es un proceso que consiste en el desarrollo de un

cultivo bacteriano disperso en forma de flóculo en un depósito agitado, aireado y alimentado con el agua residual, que es capaz de metabolizar como nutrientes los contaminantes biológicos presentes en esa agua.

La agitación evita sedimentos y homogeneiza la mezcla de los flóculos bacterianos con el agua residual. La aireación requerida tiene por objeto suministrar el oxígeno necesario tanto para las bacterias como para el resto de los microorganismos aerobios. El oxígeno puede provenir del aire, de un gas enriquecido en oxígeno o de oxígeno puro.

Este proceso puede ser considerado como de un proceso de autodepuración acelerada, reforzada y controlada artificialmente. Los fenómenos que se presentan son exactamente los mismos que en los ríos o lagos naturales, pero en las balsas de aireación los organismos se agrupan apretadamente en un espacio reducido y en gran número. El proceso de depuración se lleva a cabo por los microorganismos, que se desarrollan sobre la materia orgánica, y con la presencia requerida de nutrientes. Este proceso biológico requiere de una cantidad determinada de materia orgánica, ya que cantidades excesivas de estos compuestos orgánicos, metales pesados y/o sales pueden inhibirlo o destruirlo; y cantidades reducidas de nutrientes pueden no ser suficientes para mantener el proceso.

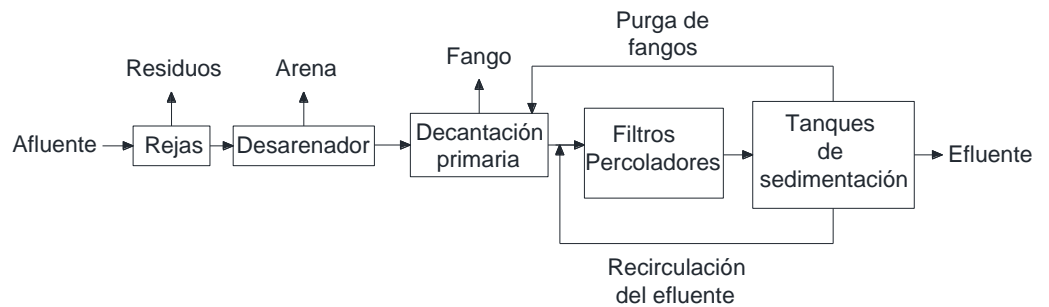


2. Filtros percoladores: Proceso de tratamiento formado por un medio filtrante de piedra gruesa o de material sintético, sobre el cual se distribuye el agua residual que percola hacia abajo.

Por lo general el lecho del filtro es circular, y el residuo líquido se distribuye por encima del lecho, mediante un distribuidor giratorio. La película de microorganismos que crece en el medio de contacto metaboliza la materia orgánica del desecho y se desprende, siendo removida en el proceso de sedimentación secundaria. A medida que los microorganismos crecen, el espesor de la película aumenta y el oxígeno es consumido antes de que pueda penetrar todo el espesor de la película, por lo que se establece un medio ambiente anaeróbico, cerca de la superficie del terreno.

Los organismos presentes en el filtro se componen por bacterias

facultativas, hongos, algas y protozoos.



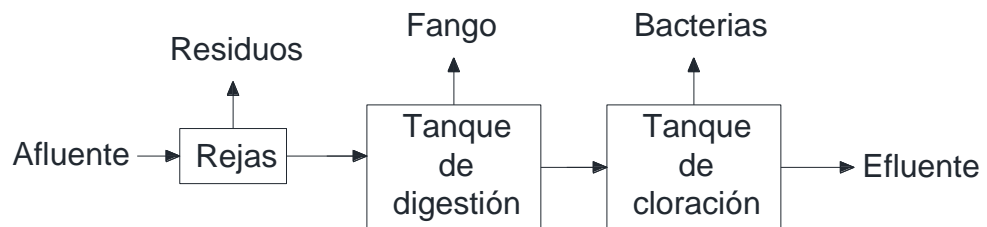
3. Taque séptico + tanque clorador: los tanques sépticos son dispositivos de tratamiento de aguas residuales, los cuales su principal función es separar los sólidos de la parte líquida y almacenarlos adecuadamente, proveer digestión a la materia orgánica y de esta manera descargar líquidos depurados y no contaminantes.

Los sólidos sedimentados se decantan y se acumulan en el fondo del tanque; las grasas, forman una nata liviana que se eleva y se sedimenta en la superficie del tanque. El líquido tratado sale por una tubería localizada por debajo de la nata para evitar que esta pueda salir.

Los sólidos o líquidos en el pozo se someten a procesos de descomposición por la acción de bacterias anaerobias que se logra gracias a la ausencia de oxígeno libre. Durante este proceso, se producirán gases que deberán ser expulsados por medio de sistemas

de ventilación en el tanque.

Posterior a este proceso, el agua efluente será conducida a un tanque de desinfección con cloro, tanque clorador, el cual elimine las bacterias existentes en el agua. Una vez que cumpla con los límites de depuración, el agua podrá ser descargada a cualquier cuerpo natural, sin causar contaminación.



5.2. Comparación de alternativas

Tanto los filtros percoladores como el proceso de lodos activos, son procesos biológicos los cuales son muy eficaces en la disminución del DBO y en la remoción de sólidos dentro de las aguas a tratar. Sin embargo, son sistemas un tanto complejos para nuestro medio, en los cuales los costos son muy elevados y se requiere de mucho conocimiento para su operación. De igual forma, el espacio requerido para estos sistemas es muy amplio, dando complicaciones para su instalación.

Los tanques sépticos son sistemas que otorgan una eficiente remoción de los sólidos de las aguas residuales, prácticamente un 95% del total. Lastimosamente, sólo brindan un tratamiento primario de las aguas, lo que dentro de nuestro estudio, hemos analizado que ya no es suficiente dicho nivel de tratamiento. Es por esto, la necesidad de combinar al sistema del tanque séptico un tanque clorador de aguas, el cual trate a las bacterias existentes, dando un nivel aceptable para descargar el agua sin ningún inconveniente.

5.3. Selección de la alternativa más conveniente

Analizados estos aspectos, el proceso de tratamiento de aguas negras que más se apega a la realidad del proyecto y que cumple eficientemente con todas las condiciones propuestas es el proporcionado por un tanque séptico, junto a un tanque de cloración.

El tanque séptico provee el tratamiento necesario para depurar eficazmente aguas residuales domésticas, además se necesita un espacio reducido para llevar a cabo este tratamiento y su construcción es simple. No es necesario personal para su operación y el personal que se utiliza para su mantenimiento es reducida y poco calificada. El tanque de cloración eliminará eficazmente las bacterias existentes en el agua residual, permitiendo descargar el agua dentro del río, bajo parámetros de calidad.

5.4. Viabilidad técnica y ambiental de la alternativa más conveniente

El sistema de tratamiento planteado para ser utilizado, deberá existir en cada una de las descargas existentes en la ciudad de Salcedo. Una vez aplicado todo este proceso de tratamiento, el afluente podrá ser descargado al río Cutuchi, sin causar mayor contaminación.

TANQUES SÉPTICOS

Se diseñarán dos tanques sépticos para cada descarga, para de esta manera facilitar el mantenimiento y limpieza de los mismos, sin interrumpir el servicio de tratamiento de las aguas residuales a la población.

Cada uno de los tanques sépticos contará con dos compartimentos, debido a que esto permite una mejor remoción de los sólidos. El primero de estos compartimentos será una denominada cámara de digestión, la misma que albergará $2/3$ del volumen total del tanque. El segundo compartimento es denominado cámara de pulimento, albergando el restante $1/3$ del volumen total.

El tiempo de retención adoptado para el sistema será de 2 horas; teniendo un tiempo de retención suficiente para obtener un sistema eficiente.

La relación entre largo-ancho del tanque deberá estar en un rango de 3 a 7. Mientras más largo sea el tanque, mayor será la eficiencia de depuración del sistema.

La profundidad mínima del líquido deberá ser de 1,2m. El espacio libre sobre el líquido mínimo deberá ser el 20% de la profundidad total del líquido.

Limpieza de los tanques sépticos

El mantenimiento y limpieza de los tanques sépticos es muy importante para el buen funcionamiento del sistema de tratamiento, para así evitar acumulaciones excesivas del lodo o de la nata.

Se deberá realizar una inspección del lodo y nata acumulado en cada tanque, para de esta manera determinar el momento adecuado para realizar la limpieza del mismo. Esta inspección deberá ser realizada por lo menos 2 veces al año.

Disposición de lodos

Los lodos o fangos acumulados en el tanque deberán ser removidos y dispuestos periódicamente a lechos de secado, los cuales estarán dispuestos cerca al sistema de tratamiento. Posterior a este secado se procederá a la disposición final del fango, el cual puede ser la aplicación a

terrenos agrícolas y no agrícolas, distribución y comercialización para diferentes usos o vertido a vertederos específicos para fangos.

Existen algunas características del fango que podrían ocasionar inconvenientes en su disposición final, los cuales incluyen el contenido de materia orgánica, nutrientes o metales pesados tóxicos. Estas características concentradas en el fango podrían promover la propagación de enfermedades, por lo cual es necesario cumplir con los límites de contenido en materia orgánica y patógena, mediante procesos de tratamiento, previo a su disposición final en caso de ser necesario.

CLORADORES

Los cloradores son tanques de cloración utilizados dentro del tratamiento y evacuación de las aguas residuales. Su aplicación más importante, es la desinfección de los efluentes. En forma general, la cantidad de cloro a utilizarse en este caso, alcanzaría un intervalo de dosis entre 5 y 20 mg/l, recomendada para la desinfección posterior a un tratamiento primario.⁸

Los principales factores que intervienen en la consecución de una efectiva eliminación de bacterias son el mezclado efectivo del cloro con el agua residual, el tiempo de contacto, y el cloro residual.

⁸ Metcalf & Eddy. Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización Volumen 1 y 2. Madrid, Mc Graw-Hill, 1995.

La adición de la disolución de cloro se suele llevar a cabo mediante un difusor, que puede consistir en una conducción plástica con agujeros perforados a través de los cuales se puede distribuir el cloro uniformemente a la corriente del agua residual.

Para el diseño del tanque de cloración, se debe considerar que al menos entre el 80 y 90% del agua residual permanezca dentro del tanque durante el tiempo de contacto necesario (entre 15 y 45 minutos), previo a su descarga final.

EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

Los impactos ocasionados por los sistemas de tratamiento de aguas residuales se dividen en las siguientes etapas:

Etapas de Construcción

Los principales impactos debido a la construcción de las plantas, afectan principalmente al área de influencia directa del proyecto y son similares a los provocados por cualquier tipo de construcción:

- Generación de ruido, producto del trabajo de excavación con maquinaria pesada, carguío y transporte del material de desecho, etc.

- Generación de polvo en suspensión, producto de los mismos aspectos señalados en el punto anterior (la maquinaria y los camiones generan y trasladan grandes cantidades de material de excavación, que en algunos casos es utilizado como material de relleno y en otros se transporta como excedentes al lugar de botadero).
- Eventual obstaculización del tránsito debido tanto a la circulación de camiones que transportan material de desecho, maquinarias y equipos, así como el ingreso del personal que trabaja en el sector.
- Alteración del medio físico natural.
- Paisaje y estética.

Etapas de Operación y Mantenimiento

Los potenciales impactos que pudieran afectar el área de influencia directa del proyecto son los siguientes:

- Cuerpo receptor
- Calidad de las aguas
- Calidad del aire
- Creación de problemas sanitarios
- Olores
- Aerosoles
- Moscas y vectores
- Generación de subproductos y residuos

- Ruidos
- Aspectos Sociales

Se debe destacar que los potenciales impactos arriba detallados generan consecuencias en la población circundante en la medida que la planta no sea bien operada.

ACCIONES PARA MITIGAR EL IMPACTO AMBIENTAL

Etapas de Construcción

Para mitigar el impacto en la etapa de construcción del proyecto, podemos considerar las siguientes medidas:

- Mantener constantemente la humedad en el suelo y material removido para evitar la formación de polvo.
- Las áreas de depósito de materiales, tierra y escombros deben ubicarse en sitios que no produzca acarreo de material fino hacia predios de vivienda por la dirección del viento.
- Realizar el ajuste y la calibración periódica de los motores y verificación del perfecto funcionamiento de los mecanismos de escape y sistemas de filtros. En la maquinaria pesada a que será utilizada durante la etapa de construcción de los tanques. Con esto, se logrará evitar la emisión de gases contaminantes al medio ambiente, pudiendo ocasionar malestar a

la población aledaña. De la misma manera, se deberá proveer de silenciadores a la maquinaria, con el fin de mitigar los niveles de ruido y vibraciones.

- Evitar el almacenamiento de grandes volúmenes de material por mucho tiempo, tanto de construcción como de desalojo, durante la etapa de construcción, para no alterar el medio físico natural, así como el paisaje y la estética del lugar.

Etapa de Operación y Mantenimiento

En la etapa de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento debe ser realizado de una manera efectiva, con las protecciones pertinentes y en el menor tiempo posible, para evitar cualquier tipo de perjuicio de los operadores y del medio ambiente.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones:

- Desde una perspectiva global, existe una inadecuada capacidad del tratamiento de las aguas residuales en el mundo, principalmente en países en vías de desarrollo, debido especialmente al incremento desmedido de la población, a la crisis del agua y al costo de construir sistemas de tratamiento de aguas residuales. Esto causa grandes afectaciones a la salud pública de las personas y al medio ambiente.

- En el Ecuador, existe una normativa vigente que presenta diferentes parámetros de calidad del agua que deben existir en los cuerpos hídricos. Desafortunadamente, en la mayoría de los casos, estos parámetros son pasados por alto, causando un grave daño al medio ambiente en los que estos cuerpos hídricos contaminados se encuentran.

- El río Cutuchi se encuentra en una situación crítica de contaminación debido a la descarga directa de las aguas residuales por parte de las poblaciones por las cuales el río transita, así como de diferentes industrias que de igual manera descargan efluentes al río sin ningún

tratamiento. Existe una importante presencia de sólidos dentro de las aguas, así como una alta contaminación bacteriana por la presencia de coliformes fecales. Esta contaminación existente en el río genera graves repercusiones a la población en general, debido a que el agua del río es utilizada para el riego de sembríos en zonas cercanas, así como también para el consumo humano.

- Desde hace algunos años se ha podido apreciar una creciente preocupación por la situación de contaminación del río Cutuchi. Diferentes entidades gubernamentales han venido realizando distintos estudios y proyectos concernientes a la situación actual del río Cutuchi, así como para la descontaminación del río y para en cierta medida remediar los daños ocasionados al cuerpo hídrico a causa de esta contaminación desmedida. Lamentablemente, en la actualidad es muy poco lo que se ha hecho en lo que concierne a la ejecución de dichos planes, continuando con este problema de contaminación.

- En las muestras tomadas dentro del tramo de estudio de la presente disertación, se pudo comprobar el nivel de contaminación existente en el río (tablas ensayos físico-químicos). Cabe destacar que durante la recolección de dichas muestras, era percibido en el ambiente malos olores, así como la presencia de insectos, como mosquitos. De igual forma, se percibía la turbiedad del agua.

- La alternativa más conveniente para tratar las aguas servidas de Salcedo, por viabilidad técnica, económica y ambiental es la de un tanque séptico combinado con un tanque de cloración. El tanque séptico eliminará la mayor parte de los sólidos existentes en las aguas residuales, mientras que el tanque clorador se encargará de eliminar la contaminación bacteriana existente por la presencia de coliformes fecales. Posterior a este tratamiento, el agua tendrá niveles aceptables para ser descargado en el río.

6.2. Recomendaciones:

- Dentro de nuestro tramo de estudio, se debe proponer y exigir la utilización de sistemas de tratamiento de las aguas servidas y desperdicios a para la Hacienda La Herradura, así como también para la población rural existente en la zona. Cada vivienda debería tener su propio sistema de letrinas, o de existir la posibilidad, generar un sistema de alcantarillado con su respectivo sistema tratamiento que abarque a todos los pobladores dentro de la zona rural de Salcedo y de la provincia.

- Realizar una gestión integral en conjunto con todas las poblaciones e industrias existentes en las cercanías del río Cutuchi para la descontaminación de las aguas del río, ya que de nada serviría ejecutar planes que contribuyan a la remediación de la situación del río Cutuchi en

cierto lugar, si aguas arriba o aguas abajo, se sigue descargando efluentes sin ningún tratamiento.

- Exigir la existencia de políticas de control y seguimiento para los desechos de diferentes industrias para detener las descargas directas de efluentes, causantes de gran contaminación, así como que todas las industrias obtengan la Licencia Ambiental para poder entrar en funcionamiento.
- Dada la importancia que los ríos tienen para la población en general por diferentes actividades, presentar y ejecutar de manera urgente planes inmediatos de descontaminación, por parte de diferentes entidades gubernamentales, tanto para el río Cutuchi como para diferentes cuerpos hídricos en todo el país, ya que así como se planteó el problema de contaminación en el río Cutuchi, en varios otros ríos existe el mismo problema de descarga directa de efluentes, y por lo tanto, de alta contaminación existente.
- Difundir un programa de Educación Ambiental en la sociedad, en donde se logre desarrollar en la población un sentido de responsabilidad y entendimiento que todos tenemos en la protección del agua y del medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- Metcalf & Eddy. Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización Volumen 1 y 2. Madrid, Mc Graw-Hill, 1995.
- Arundel, John. Tratamiento de aguas negras y efluentes industriales. Zaragoza, España, 2002.
- Fair, Gordon Maskew. Ingeniería sanitaria y de aguas residuales. México DF, Mexico, 1990.
- Gómez Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. Madrid, España, 2003.
- Conceptos de contaminación.
www.ingenieroambiental.com/?pagina=3472
- Constitución de la República del Ecuador.
- Ley de Aguas del Ecuador.
- La Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental del Ecuador.
- Ley de Gestión Ambiental del Ecuador.
- Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) del Ministerio del Ambiente.
- Secretaría Nacional del Agua. Plan de Descontaminación y Manejo Integral de la Recuperación de la Microcuenca del Cutuchi, Provincia del Cotopaxi, Diciembre, 2010.

- Ministerio del Ambiente del Ecuador. Informe sobre acciones realizadas por el Ministerio del Ambiente con el objeto de descontaminar el río Cutuchi. Mayo, 2010.
- Contraloría General del Estado del Ecuador. Auditoría de Aspectos Ambientales al Manejo y Control de la Cuenca del Río Cutuchi. Febrero, 2011.
- Instituto Geográfico Militar, IGM. Carta topográfica: Salcedo - Ecuador. Quito: IGM.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería, SIGAGRO, Cartografía básica y temática del Ecuador (Provincia de Cotopaxi), 2005.
- INAMHI. Datos meteorológicos e hidrológicos, Provincia de Cotopaxi.
- Ilustre Municipio de Salcedo. Dirección de Obras Públicas.
- Corporación de Desarrollo Regional de Cotopaxi (CODERECO). Datos de aforos y captaciones del río Cutuchi.
- Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS). Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones Mayores a 1000 Habitantes. 1992.

ANEXOS

COMPOSICIÓN TÍPICA DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

Constituyente	Concentración (ppm)		
	Alta	Media	Baja
Sólidos totales	1200	700	350
Sólidos disueltos	850	500	250
Fijos	525	300	145
Volátiles	325	200	105
Sólidos en suspensión	350	200	100
Fijos	75	50	30
Volátiles	275	150	70
Materia decantable (ml/l)	20	10	5
DBO5	300	200	100
DQO	1000	500	250
Nitrógeno (como N)	85	40	20
Orgánico	35	15	8
Amoníaco libre	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
Fósforo total (como P)	20	10	6
Orgánico	5	3	2
Inorgánico	15	7	4
Cloruros	100	50	30
Alcalinidad (CO₃Ca)	200	100	50
Aceites y grasas	150	100	50

Nota: ppm= partes por millón (mg/l o g/m³)

LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE SEGÚN EL

TEXTO

UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA

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		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	D.B.O5.	mg/l	100

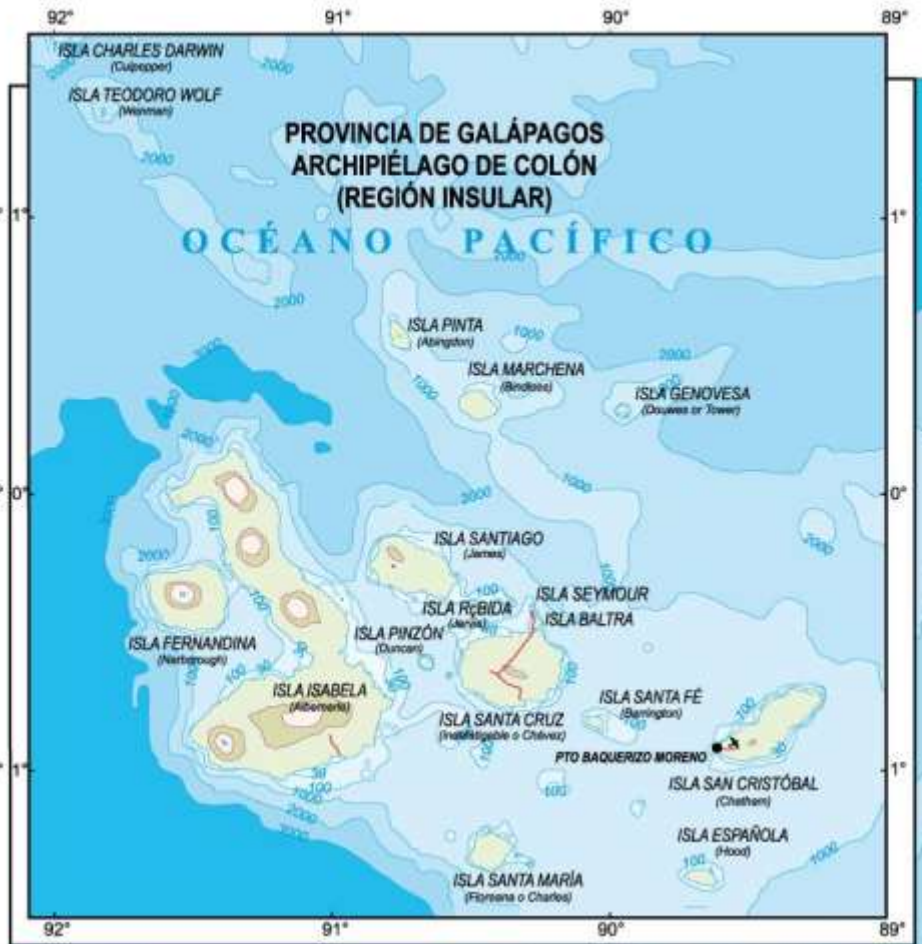
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Oxígeno (5 días)			
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso 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

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
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

MAPAS

REPÚBLICA DEL ECUADOR



COMPILADO POR EL INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR EN BASE AL MAPA FÍSICO DEL ECUADOR ESCALA 1:1'000.000 APROBADO POR EL MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES Y DIRECTORIO DE LA CELIR EN EL AÑO DE 1999

Ley de la Cartografía Nacional.
Art.2 .- El Instituto Geográfico Militar realizará toda actividad cartográfica referente a la elaboración de mapas y levantamiento de cartas oficiales del territorio nacional.

NOTA: DOCUMENTO SUJETO A REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL TRAZADO DE LÍMITES PROVINCIALES DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS Y SANTA ELENA POR PARTE DE LA COMISIÓN ESPECIAL DE LÍMITES INTERNOS DE LA REPÚBLICA.



DATOS CLIMÁTICOS ZONA DE ESTUDIO

M004		RUMIPAMBA-SALCEDO										INAMHI							
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación		
		ABSOLUTAS		M E D I A S				Máxima	dia	Minima	dia			Media	Suma Mensual	Máxima en 24hrs		dia	
		Máxima	dia	Mínima	dia	Máxima	Mínima					Mensual	Máxima				dia		Minima
ENERO	152.1	23.5	27			20.4	9.9	14.2	98	10	38	11	77	9.8	12.1	79.7	15.7	25	23
FEBRERO	126.4	22.8	3	6.0	11	19.5	9.5	13.7	98	6	41	1	78	9.6	12.0	88.9	13.8	24	18
MARZO	101.2	22.5	9	6.0	10	19.8	9.4	13.8	98	4	40	9	77	9.4	11.8	85.6	19.5	30	20
ABRIL	115.3	22.1	4	5.3	5	19.6	9.7	14.0	99	26	41	4	78	9.8	12.2	132.1	29.6	7	25
MAYO	129.4	22.7	6	6.0	11	19.0	9.7	13.7	99	21	47	7	80	10.1	12.4	76.7	18.3	26	23
JUNIO	168.9			2.3	5	19.1	8.7	13.4					78	9.3	11.7	36.7	16.8	21	14
JULIO	145.5	22.3	31	5.4	17	18.3	8.4	12.7	98	21	45	31	78	8.7	11.2	20.6	8.6	7	22
AGOSTO	144.7	22.1	28	2.2	17	18.7	7.7	12.8	98	16	41	17	76	8.2	11.0	36.5	14.3	22	18
SEPTIEMBRE	144.1	22.8	19	1.4	12	19.6	7.8	13.4	98	4	41	12	74	8.4	11.0	28.4	17.8	21	13
OCTUBRE	150.6	24.0	4	3.6	3	20.3	8.9	13.8	99	30	42	12	78	9.6	12.0	155.5	36.9	26	22
NOVIEMBRE	153.8	23.6	29	5.7	6	21.0	9.1	14.6					75	9.8	12.1	85.0	18.5	8	19
DICIEMBRE	157.9	23.9	16	5.3	12	20.9	8.9	14.3	98	15	36	16	76	9.5	11.9	38.6	6.3	6	17
VALOR ANUAL	1689.9					19.7	9.0	13.7					77	9.4	11.8	864.3	36.9		

FUENTE: INAMHI

FOTOGRAFÍAS TRAMO DE ESTUDIO











**RESULTADOS DE ENSAYOS FÍSICO-QUÍMICO DE
AGUAS DE MUESTRAS**



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
INFORME DE RESULTADOS

INF-LAB-QAM-27036
ORDEN DE TRABAJO No 035099

SOLICITADO POR: BUSTAMANTE MARCO
DIRECCIÓN: AV. GASPAR DE VILLAROEEL E10-2
FECHA DE RECEPCION: 06/02/12
HORA DE RECEPCION: 11H15
MUESTRA DE: AGUA
DESCRIPCION: AGUA RIO CUTUCHI M1
FECHA DE ANALISIS: DEL 06/02 AL 22/02/12
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 22/02/12
CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS: POCO TURBIA
ESTADO: LIQUIDO
CONTENIDO: 3 LITROS
MUESTREO POR: CLIENTE
OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
DBO ₅	mgO ₂ /l	9	MAM-38 / APHA5210 B MODIFICADO
DQO	mgO ₂ /l	28	MAM-23 / COLORIMETRICO MERCK MODIFICADO
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	ml/l	0.4	MAM-28 / APHA2540 F MODIFICADO
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	139	MAM-31 / APHA2540 D MODIFICADO
SÓLIDOS DISUELTOS	mg/l	444	MAM-30 / APHA2540 C MODIFICADO



ENSAYOS
No OAE LE 1C 04-002

"Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



Lander Pérez

Quím. Lander Pérez
JEFE AREA DE QUÍMICA AMBIENTAL

I 11

RAM-4.1-04



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 33, 31
Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
 OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL
 INFORME DE RESULTADOS

INF-LAB-QAM-27037
 ORDEN DE TRABAJO No 035099

SOLICITADO POR: BUSTAMANTE MARCO
 DIRECCIÓN: AV. GASPAR DE VILLAROEL E10-2
 FECHA DE RECEPCIÓN: 06/02/12
 HORA DE RECEPCIÓN: 11H15
 MUESTRA DE: AGUA
 DESCRIPCIÓN: AGUA RIO CUTUCHI M2
 FECHA DE ANÁLISIS: DEL 06/02 AL 22/02/12
 FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA: 22/02/12
 CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS: POCO TURBIA
 ESTADO: LÍQUIDO
 CONTENIDO: 3 LITROS
 MUESTREADO POR: CLIENTE
 OBSERVACIONES: Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregada al OSP.

INFORME

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
DBO ₅	mgO ₂ /l	<5	MAM-38 / APHA5210 B MODIFICADO
DQO	mgO ₂ /l	15	MAM-23 / COLORIMÉTRICO MERCK MODIFICADO
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	ml/l	0.3	MAM-28 / APHA2540 F MODIFICADO
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	140	MAM-31 / APHA2540 D MODIFICADO
SÓLIDOS DISUELTOS	mg/l	277	MAM-30 / APHA2540 C MODIFICADO



ENSAYOS
 No OAE LE 1C 04-002
 "Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



Quím. Lander Pérez.
 JEFE AREA DE QUÍMICA AMBIENTAL

2 / 1

RAM-4.1-04



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 33, 31
 Telefax: 3216-740 - Web: www.facuquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

