



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

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

CARRERA: INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

TEMA:

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO
DE AGUAS SERVIDAS PARA MINIMIZAR LA CONTAMINACION DEL
RIO SAN PEDRO DEL BARRIO EL ROSAL, PARROQUIA TAMBILLO,
CANTON MEJIA.**

**TESIS DE INVESTIGACIÓN COMO REQUISITO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN MEDIO AMBIENTE**

AUTOR: NELLY EULALIA LESCOANO LARCO

DIRECTOR DE TESIS: ING. RENAN LARA LANDAZURI

LATACUNGA, FEBRERO 2014

AUTORÍA

Declaramos que el presente trabajo y los contenidos de esta tesis es absolutamente original, autentico y personal, por lo que me responsabilizo, y doy fe que es producto de la investigación realizada en diferentes fuentes que se mencionan en la bibliografía, linkografía; y, de la reflexión de los autores de la misma.

POSTULANTE:

Nelly Eulalia Lescano Larco

C.I. 1713624052

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Yo, Ing. Renán Lara, docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi y Director de la presente tesis de grado titulada **“PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS PARA MINIMIZAR LA CONTAMINACION DEL RIO SAN PEDRO DEL BARRIO EL ROSAL, PARROQUIA TAMBILLO, CANTON MEJIA”**, de autoría de la postulante Nelly Eulalia LescanoLarco, de la especialidad de Ingeniería en Medio Ambiente. **CERTIFICO:** que ha sido prolijamente revisada. Por lo tanto, autorizo la presentación; la misma que está de acuerdo a las normas establecidas en el **REGLAMENTO INTERNO DE GRADUACIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**, vigente.

DIRECTOR DE TESIS

AVAL DEL DIRECTOR DEL TESIS

Latacunga 06 de febrero del 2014.

Dr. MSc.

Enrique Estupiñán

**DIRECTOR DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES.**

Presente.-

De mi consideración.

Reciba un cordial saludo y a la vez deseándole éxitos en sus funciones como Director Académico.

Cumpliendo con el Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de Director de la Tesis con el Tema **“Propuesta de Mejoramiento del Sistema de Tratamiento de Aguas Servidas, para minimizar la Contaminación del Río San Pedro, en el Barrio Rosal Parroquia Tambillo, Cantón Mejía, Provincia Pichincha”**, propuesto por la Egresada Nelly Eulalia LescanoLarco, presento el **Aval Correspondiente** al presente trabajo, el mismo q fue revisado y corregido en su totalidad.

Particular que pongo en su conocimiento para los fines legales pertinentes.

Atentamente

.....
Ing. Renán Lara

Director de Tesis

AGRADECIMIENTO

A Dios por la vida, sabiduría y paciencia que me otorgó, a mis padres por inculcar desde temprana edad valores y principios que me permitirán superar dificultades durante toda mi vida, a mi hijo, por ser el pilar de mi vida, a mis hermanos porque siempre estuvieron al pendiente de mi situación durante toda mi carrera, a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a su personal docente y administrativo por su capacidad intelectual y profesional demostrada en todos estos años de estudio, haciendo de mí una profesional con ética y valores al servicio de mi país. Y a mis amigos que conocí al final de mi tesis.

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado a mis padres y abuelitos que con su ejemplo y apoyo incondicional me permitieron completar con éxito esta etapa de preparación y realización profesional, quienes guiaron con sabios concejos mis decisiones en los momentos más cruciales y difíciles de mi vida. A mi hijo por su paciencia y por ser mi incentivo para seguir superándome, a mi sobrinito por su sonrisa y dulzura q muchas de las veces me han levantado el ánimo. A mis hermanos. A mis compañeros ambientales los cuales somos rebeldes al conformismo y la mediocridad, y estamos siempre con una meta de superación lo que nos permite seguir mejorando nuestro nivel de vida, el de nuestras familias y por ende también de nuestro Ecuador.

ÍNDICE GENERAL

AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS.....	iii
AVAL DEL DIRECTOR DEL TESIS.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
INDICE DE TABLAS.....	x
INDICE DE GRAFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN... ..	xiii
ABSTRACT.....	xv
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	xviii
HIPOTESIS.....	xx
OBJETIVO GENERAL.....	xx
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	xx
MARCO TEORICO.....	1
1.1. Agua.....	1
1.1.1. Propiedades Fisicoquímicas del Agua.....	2
1.1.2. Distribución de agua en la naturaleza.....	4
1.2. Contaminación del Agua.....	6
1.2.1. Contaminación Urbana de Aguas.....	7
1.2.1.1. Contaminación por aguas servidas.....	8
1.3. Tratamiento de las Aguas Residuales.....	16
1.4. Aspectos Jurídicos.....	18
1.4.1. Normas generales ambientales Ecuatorianas para descarga de efluentes en los cuerpos de agua.....	18

CAPITULO II.....	23
PROCESO METODOLOGICO.....	23
2.1. Tipo de Investigación.....	23
de los efluentes.....	23
2.2. Línea Base del Proyecto.....	24
2.2.1. Ubicación del Estudio.....	24
2.2.2. Delimitación del Área de Estudio.....	24
2.2.3. Área de influencia indirecta.....	24
2.2.4. Área de influencia directa.....	25
2.2.5. Ubicación Geográfica.....	25
2.2.6. Límites.....	25
2.2.7. Área del Proyecto.....	26
2.2.7.1. Hidrología.....	31
2.2.7.2. Amenazas Naturales.....	31
2.2.7.3. Descripción del Medio Biótico.....	32
2.2.7.6. Componente Social.....	42
2.3. Procedimientos y Metodología.....	44
2.3.1. Caracterización de las aguas servidas.....	44
2.3.1.1. Muestreo Ambiental de las Aguas Residuales.....	44
2.3.1.2. Recolección de Muestras de Aguas Servidas procedentes del alcantarillado del Barrio el Rosal del Cantón Mejía.....	45
2.3.1.3. Puntos de muestreo.....	45
2.3.1.4. Caudal a Tratar.....	46
2.4. Análisis de Laboratorio y Comparativo de Resultados con la Tabla 12 del Anexo 1 del TULAS (Tabla 8).....	46
2.5.1. Problemática del Sistema de Tratamiento de las Aguas Servidas...50	50

CAPITULO III	52
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS	52
3.1. General	52
3.2. Alcance.....	52
3.3. Actividades propuestas	53
3.3.1. Diagnóstico de la situación actual de la planta de tratamiento.	53
3.3.2. Mejoras propuestas en el diseño del proceso de tratamiento.	54
3.3.3. Implementación de un humedal artificial al proceso de tratamiento	55
3.3.3.1. Materiales para la construcción.....	63
3.3.3.2. Etapas de construcción.....	63
3.3.4. Construcción de un lecho de secado para los lodos.....	65
3.3.4.1. Materiales para su construcción.	66
3.4. Diseño del manual de Mantenimiento.	67
3.4.1. Objetivos	67
3.4.2. Justificación.....	68
3.4.3. Propósitos del Manual	69
3.4.4. Alcance	69
3.4.5.1. Operación y mantenimiento de cajas de retención de sólidos y rejillas.	73
3.4.5.2. Operación y mantenimiento de las cajas de distribución de caudales.	73
3.4.5.3. Operación y mantenimiento de los taques inhoff de sedimentación.	74
3.4.5.4. Operación y mantenimiento de los pantanos artificiales.	75
3.4.5.5. Operación y mantenimiento del lecho de secado.	76
CONCLUSIONES.....	80
RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFÍA	82
LINKOGRAFIA	85
ANEXOS.....	86

NDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución del Agua en la Tierra.....	5
Tabla 2. Flora representativa de la parroquia Tambillo	34
Tabla 3. Fauna representativa de la parroquia Tambillo.....	40
Tabla 4. Caudal de Agua	46
Tabla 5. Relación comparativa de los Resultados de la Muestra	46
Tabla 6. Diagnóstico de la situación actual de la planta de tratamiento de aguas servidas.....	53
Tabla 7. Criterios de diseño del sistema de tratamiento de humedales artificiales	57
Tabla 8. Calculo carga superficial en base a la temperatura	59
Tabla 9. Responsables de mantenimiento de las plantas de tratamiento	69
Tabla 10. Herramientas y materiales para la operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de agua.....	70
Tabla 11. Equipos de protección personal necesarios en la operación y mantenimiento de aguas residuales.....	72
Tabla 12. Programas de construcción de mejoras del sistema de tratamiento de aguas residuales.	77

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1. Molécula de Agua	1
Grafico 2. Mapa de límites de la parroquia Tambillo	26
Grafico 3. Temperatura promedio –estación Izobamba Santa Catalina	28
Grafico 4. Precipitaciones multianuales.....	29
Gráfico 5. Humedad relativa anual	30
Gráfico 6. Velocidad del viento.....	30
Grafico 7. Tipos de vivienda por porcentaje en la Parroquia	43
Gráfico 8. Problemática del sistema de tratamiento de aguas servidas existentes del barrio el Rosal, parroquia Tambillo, Cantón Mejía	50
Grafico 9. Flujograma de Proceso de las Aguas Servidas Existentes.....	51
Grafico 10. Esquema y medidas finales del humedal artificial.....	65
Grafico 11. Diagrama de proceso con mejoras del tratamiento de agua.....	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Fotografía de fin del Alcantarillado del Barrio el Rosal.....	86
Anexo 2. Fotografía de captación del agua de alcantarillado a la planta de tratamiento.....	86
Anexo 3. Fotografía de tratamiento Preliminar	87
Anexo 4. Fotografía de tanque de almacenamiento.....	87
Anexo 5. Fotografía de tanque de almacenamiento y Tanque de tratamiento	88
Anexo 6. Fotografía de válvula	88
Anexo 7. Fotografía de canales para el tratamiento Biológico	89
Anexo 8. Fotografía decanal para el Tratamiento Biológico	89
Anexo 9. Fotografía de eliminación del Agua del Alcantarillado al Río San Pedro	90
Anexo 10. Fotografía de tanque de almacenamiento.....	90
Anexo 11. Fotografía de evacuación de las Aguas Servidas al Río San Pedro.....	91

RESUMEN

El presente trabajo investigativo contempla dentro de su temática y área investigativa aspectos de relevancia ambiental en lo referente a la contaminación que soporta el Río San Pedro del Cantón Mejía en la Parroquia Tambillo, Barrio El Rosal, la misma que se debe a las descargas de las aguas servidas del sistema de alcantarillado. En su estructura contiene un gran aporte bibliográfico sobre el agua, tipos de contaminación, tratamientos existentes, además de la descripción metodológica de análisis y procesamiento de datos, mismos que con su desarrollo y descripción detallada facultan el establecimiento de una mejora al sistema de tratamiento existente.

Teniendo en la estructura del Primer Capítulo datos generales sobre la composición del agua, su distribución en la tierra, diferentes usos del agua, causas de la contaminación, los principales riesgos y los efectos y consecuencias que ocasiona al ambiente y a la salud de la población, también se hace referencia a la contaminación producida por aguas urbanas, aguas negras y aguas servidas, en este capítulo también hace referencia a los tratamientos de las aguas servidas, la normativa y los límites máximos permisibles para las descargas vigentes en el Ecuador, para finalizar este capítulo se detalla los aspectos jurídicos como los criterios legales ambientales para la descarga de efluentes basándose en la Constitución Ecuatoriana, la Ley de Gestión Ambiental, la Ley de Aguas y el Código de la Salud.

Mientras que el Segundo Capítulo se realiza la descripción del área de estudio, con el levantamiento de la línea base de la parroquia Tambillo tomando en cuenta el medio físico, biótico, y social del sector, además se realiza la caracterización estableciendo procedimientos para la toma de muestras, también se encuentra datos de caudal de descarga, en este capítulo de igual forma se realiza la interpretación de resultados comparando los valores de los resultados de análisis de laboratorio con los límites máximos permisibles del Texto Unificado de

Legislación Ambiental. Además en este capítulo podemos encontrar el flujograma de proceso del tratamiento existente, la investigación de las causas básicas para poder realizar mejoras que disminuyan la contaminación. Por último en este capítulo se encuentra la aplicación metodológica utilizada en la investigación de este trabajo de tesis.

Es así que en el Tercer Capítulo se establece una propuesta de mejora en el tratamiento del agua residual, el mismo que constituye en la realización de un pantano artificial, la construcción de rejillas de retención de sólidos y la construcción de un lecho de secado para los lodos. Todos estos cambios propuestos dentro del tratamiento servirán para evitar la contaminación del Río San Pedro y así de esta manera mejorar las condiciones ambientales, sociales, y de salud del sector.

ABSTRACT

This investigative work includes within its theme and area of research aspects of environmental relevance in relation to pollution that supports the Rio San Pedro of Canton Mejia Tambillo parish, Rosa neighborhood I, which is due to discharges of wastewater from the sewage system. In its structure it contains a great bibliographic contribution over the water, types of pollution existing treatments, besides the methodological description of analysis and processing of data, which with its development and detailed description permit the establishment of an performance to the existing treatment system.

Considering the structure of the first chapter General data on the composition of the water, and its distribution in the Earth, different uses of water, causes of pollution, the main risks and the effects and consequences that causes to the environment and to the health of the population, also makes reference to the pollution produced by urban water, sewage and wastewater, this chapter also refers to wastewater treatment with the rules and the maximum permissible limits for existing discharges in the Ecuador, to end this chapter mentions the legal aspects as environmental legal criteria for the discharge of effluent based on the Ecuadorian Constitution, the law on environmental management, the water law and the health code.

While the second chapter is the description of the study area, with the lifting of the base line of the Tambillo parish taking into account the physical environment, biotic, and social sector, also is doing the characterization by establishing procedures for the taking of samples, also found discharge data, in this chapter is the same way where realized the interpretation of results by comparing the values of the results of analysis of laboratory with the maximum permissible limits of the unified text of environmental legislation. Also in this chapter, it finds the flowchart of process of existing treatment, investigation of the root causes to carry out improvements that can reduce pollution.

Finally in this chapter is the methodological application used in the research in this thesis.

For thi reason in this third chapter it is the proposal for improvement in the treatment of wastewater, which permit the realization of an artificial swamp, the construction of grids of retention of solids and the construction of a bed of sludge drying. All of these changes proposed in the treatment will serve to avoid contamination of the San Pedro River and in this way improve the environmental, social, and health of the sector.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las aguas residuales son generadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industriales. Éstas pueden ser tratadas dentro del sitio en el cual son generadas (por ejemplo: tanques sépticos u otros medios de depuración) o bien pueden ser recogidas y llevadas mediante una red de tuberías - y eventualmente bombas - a una planta de tratamiento municipal. Los esfuerzos para recolectar y tratar las aguas residuales domésticas de la descarga están típicamente sujetas a regulaciones y estándares locales y estatales (regulaciones y controles). A menudo ciertos contaminantes de origen industrial presentes en las aguas residuales requieren procesos de tratamiento especializado

A nivel de Cantón Mejía, la población, mantienen una relación directa con la descarga de agua hacia la red de alcantarillado, que desemboca sin tratamiento al río San Pedro, que ha ido deteriorando el medio en el que se desenvuelven, pues gran parte de las parroquias del cantón no han implementado mecanismos de control para tratar las aguas residuales que produce la ciudadanía, además debe considerarse que la eficiencia en la administración de las empresas no son las adecuadas.

A esto se suma que las autoridades ambientales y los municipios en cuanto a multas, sanciones y ordenanzas, han hecho muy poco para cumplir con la ley ambiental y así mejorar la calidad del agua de nuestro cantón.

En el barrio el Rosal, las aguas servidas son recolectadas pero no tratadas correctamente antes de su eliminación hacia el río San Pedro, existen los mismos

peligros para la salud pública en las proximidades del punto de descarga. Si dicha descarga es en aguas receptoras, se presentarán peligrosos efectos adicionales (por ejemplo el hábitat para la vida acuática es afectada por la acumulación de los sólidos; el oxígeno es disminuido por la descomposición de la materia orgánica; y los organismos que viven en el río pueden ser perjudicados aún más por las sustancias tóxicas).

No existe un estudio actual de los efluentes que contaminan el río San Pedro, Ya sea por desconocimiento, la falta de preocupación de las autoridades como la Junta Parroquial de Agua, o ya sea por el factor económico. No cuentan con dichas plantas de tratamiento, causando de esta manera un daño al río y por ende a todo el medio ambiente.

HIPOTESIS.

El adecuado funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas servidas del Barrio El Rosal permitirá la mitigación de la contaminación de las aguas del río San Pedro

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL

Realizar la Propuesta de Mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas servidas para minimizar la contaminación del río San Pedro del Barrio el Rosal, Parroquia Tambillo, Cantón Mejía.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un diagnóstico del estado de la planta de tratamiento de aguas servidas, existente en el Barrio El Rosal.
- Realizar la caracterización de las aguas servidas mediante muestro de campo y análisis físico, químico, microbiológico y comparar con los límites permisibles de descarga a un cuerpo de agua dulce.
- Elaborar una propuesta de mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas servidas y elaborar un manual de mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas servidas.

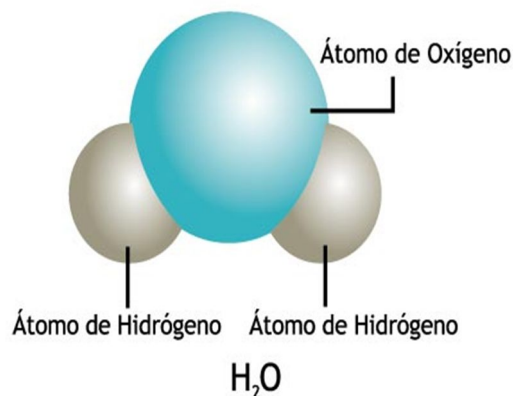
CAPITULO I

MARCO TEORICO

1.1. Agua

Agua es el principal componente presente en la naturaleza que ha estado presente en la Tierra desde hace más de 3.000 millones de años, ocupando tres cuartas partes de la superficie del planeta, considerado como un compuesto químico formado por dos átomos de hidrógeno (H) y uno de oxígeno (O), la forma en que estas moléculas se unen entre sí determinará la forma en que encontramos el agua en nuestro entorno; como líquidos, en lluvias, ríos, océanos, etc., presentándose en estado sólido en los nevados y glaciales donde las temperaturas frías los mantienen en este estado, también se presenta de forma gaseosa en las nubes y en el ambiente (Snoeyink & Jenkins, 1999).

Grafico1. Molécula de Agua



Fuente: (Snoeyink & Jenkins, 1999)

1.1.1. Propiedades Fisicoquímicas del Agua

El agua es una sustancia que químicamente se formula como H_2O ; es decir, que una molécula de agua se compone de dos átomos de hidrógeno enlazados covalentemente a un átomo de oxígeno(Snoeyink & Jenkins, 1999).

Fue Henry Cavendish quien descubrió en 1781 que el agua es una sustancia compuesta y no un elemento, como se pensaba desde la antigüedad, los resultados de dicho descubrimiento fueron desarrollados por Antoine Laurent de Lavoisier dando a conocer que el agua estaba formada por oxígeno e hidrógeno. En 1804, el químico francés Joseph Louis Gay-Lussac y el naturalista y geógrafo alemán Alexander von Humboldt demostraron que el agua estaba formada por dos volúmenes de hidrógeno por cada volumen de oxígeno (Snoeyink & Jenkins, 1999).

El agua es insípida e inodora en condiciones normales de presión y temperatura, el color del agua varía según su estado como líquido, puede parecer incolora en pequeñas cantidades, aunque en el espectrógrafo se prueba que tiene un ligero tono azul verdoso; el hielo también tiende al azul y en estado gaseoso (vapor de agua) es incolora(Snoeyink & Jenkins, 1999). Ligeramente el agua bloquea la radiación solar UV fuerte, permitiendo que las plantas acuáticas absorban su energía(Snoeyink & Jenkins, 1999).

La fuerza de interacción de la tensión superficial del agua es la fuerza de van der Waals entre moléculas de agua, aparentemente la elasticidad causada por la tensión superficial explica la formación de ondas capilares, a presión constante, el índice de tensión superficial del agua disminuye al aumentar su temperatura, también tiene un alto valor adhesivo gracias a su naturaleza polar (Snoeyink & Jenkins, 1999). La capilaridad se refiere a la tendencia del agua de moverse por

un tubo estrecho en contra de la fuerza de la gravedad, esta propiedad es aprovechada por todas las plantas vasculares, como los árboles(Snoeyink & Jenkins, 1999). Sin embargo otra fuerza muy importante que refuerza la unión entre moléculas de agua es el enlace por puente de hidrógeno.

El punto de ebullición del agua y de cualquier otro líquido está directamente relacionado con la presión atmosférica, por ejemplo, en la cima del Everest, el agua hierve a unos 68° C, mientras que al nivel del mar este valor sube hasta 100°C, del mismo modo, el agua cercana a fuentes geotérmicas puede alcanzar temperaturas de cientos de grados centígrados y seguir siendo líquida(Snoeyink & Jenkins, 1999).Su temperatura crítica es de 373.85 °C (647,14° K), su valor específico de fusión es de 0,334 kJ/g y su índice específico de vaporización es de 2,23kJ/g(Snoeyink & Jenkins, 1999).

Considerándose un disolvente muy potente el agua, ha sido catalogada comodisolvente universal, afectando a muchos tipos de sustancias distintas, el agua es miscible con muchos líquidos, como el etanol, y en cualquier proporción, formando un líquido homogéneo, por otra parte, los aceites son inmiscibles con el agua, y forman capas de variable densidad sobre la superficie del agua, como cualquier gas, el vapor de agua es miscible completamente con el aire(Snoeyink & Jenkins, 1999).

El agua pura tiene una conductividad eléctrica relativamente baja, pero ese valor se incrementa significativamente con la disolución de una pequeña cantidad de material iónico, como el cloruro de sodio, la densidad del agua líquida es muy estable y varía poco con los cambios de temperatura y presión, a la presión normal (1 atmósfera), el agua líquida tiene una mínima densidad (0,958 kg/l) a los 100°C. Al bajar la temperatura, aumenta la densidad (por ejemplo, a 90 °C tiene 0,965 kg/l) y ese aumento es constante hasta llegar a los 3,8 °C donde alcanza una densidad de 1 kg/litro, esa temperatura (3,8 °C) representa un punto de inflexión y es cuando alcanza su máxima densidad a la presión de 1 atmosfera (Snoeyink

&Jenkins, 1999). El agua puede descomponerse en partículas de hidrógeno y oxígeno mediante electrólisis.

Los elementos que tienen mayor electro positividad que el hidrógeno son el litio, sodio, calcio, potasio y cesio desplazan el hidrógeno del agua, formando hidróxidos. Dada su naturaleza de gas inflamable, el hidrógeno liberado es peligroso y la reacción del agua combinada con los más electropositivos de estos elementos es una violenta explosión(Snoeyink & Jenkins, 1999).

1.1.2. Distribución de agua en la naturaleza

Los océanos cubren el 71% de la superficie terrestre: su agua salada supone el 96,5% del agua del planeta, mientras tanto el 70% del agua dulce de la Tierra se encuentra en forma sólida (Snoeyink & Jenkins, 1999).

El total del agua presente en el planeta, en todas sus formas, se denomina hidrosfera, el agua cubre 3/4 partes (71%) de la superficie de la tierra pudiendo encontrarse esta sustancia prácticamente en cualquier lugar de la biosfera y en los tres estados de agregación de la materia: sólido, líquido y gaseoso, el 97% es agua salada, la cual se encuentra principalmente en los océanos y mares; sólo el 3% de su volumen es dulce, de esta última, un 1% está en estado líquido, el 2% restante se encuentra en estado sólido en capas, campos y plataformas de hielo o banquisas en las latitudes próximas a los polos, fuera de las regiones polares el agua dulce se encuentra principalmente en humedales y subterráneamente, en acuíferos(Snoeyink & Jenkins, 1999).El agua representa entre el 50 al 90% de la masa corporal de los seres vivos aproximadamente el 75% del cuerpo humano es agua; en el caso de las algas, el porcentaje ronda el 90%. En la superficie de la Tierra hay unos 1.386.000.000 km³ de agua que se distribuyen de la siguiente forma (Tabla. 1) (Snoeyink & Jenkins, 1999).

Tabla 1. Distribución del Agua en la Tierra.

Situación del agua	VOLUMEN EN KM ³		PORCENTAJE %	
	AGUA DULCE	AGUA SALADA	DE AGUA DULCE	DE AGUA TOTAL
Océanos y mares		1.338.000.000		96,5
Casquetes y glaciares polares	24.064.000		68,7	1,74
Agua subterránea salada		12.870.000		0,94
Agua subterránea dulce	10.530.000		30,1	0,76
Glaciares continentales y Permafrost	300.000		0,86	0,022
Lagos de agua dulce	91.000		0,26	0,007
Lagos de agua salada		85.400		0,006
Humedad del suelo	16.500		0,05	0,001
Atmósfera	12.900		0,04	0,001
Embalses	11.470		0,03	0,0008
Ríos	2.120		0,006	0,0002
Agua biológica	1.120		0,003	0,0001
Total agua dulce	35.029.110		100	
Total agua en la tierra	1.386.000.000			100

Fuente: eco.microservos.com/agua/distribución

1.2. Contaminación del Agua

La contaminación del agua es conocida desde la antigüedad, en Roma eran frecuentes los envenenamientos provocados por el plomo de las tuberías que transportaban el agua. En las ciudades medievales eran, habitualmente, sucias y pestilentes y provocaban serios y extendidos problemas de salud que se fueron agravando cada vez más, en la actualidad, es alarmante la constante pérdida de agua potable (Metcalf & Eddy, 1996).

Los problemas del agua se centran tanto en la calidad como en la cantidad, la comunidad debe conocer la importancia de la calidad de la misma y esa misma comunidad de encargarse de su cuidado y preservación, los primeros en contaminar las aguas son los pesticidas, llevados hasta los ríos por la lluvia y la erosión del suelo, cuyo polvo vuela hacia los ríos o el mar y los contamina (Moreno, 2003). Además, los campos pierden fecundidad por abuso de las técnicas agrícolas, la sal acarreada en el invierno desde las rutas hasta los ríos es otro factor envenenan te. Lo mismo que los diques y las represas, que barren amplias franjas de cultivo, la agricultura da cuenta de alrededor del 70% del uso global del agua (González & Figueroa, 1999).

Generalmente, la contaminación del agua se produce a través de la introducción directa o indirecta en los acuíferos o cauces de diversas sustancias que pueden ser consideradas como contaminantes, existiendo dos formas principales de contaminación del agua, una de ellas tiene que ver con la contaminación natural del agua, que se corresponde con el ciclo natural de ésta en que puede entrar en contacto con ciertos constituyentes contaminantes (como sustancias minerales y orgánicas disueltas o en suspensión) que se vierten en la corteza terrestre, la atmósfera y en las aguas (Raines, 2004). Pero el otro tipo de contaminación del agua tiende a ser la más importante y perjudicial, y tiene especial relación con la acción del ser humano (Bernal, et al., 2002).

La contaminación del agua en general llevara a la contaminación de ríos, lagos, embalses, presas e inclusive mares afectando a los seres vivos y fauna tanto terrestre como marina, eso sin contar que el agua contaminada puede ser portadora de una gran variedad de enfermedades, algunas de ellas mortales(Organización Mundial de la Salud , 2004).

1.2.1. Contaminación Urbana de Aguas.

El segundo problema importante asociado con el uso urbano del agua se refiere a los vertidos; así como el agua se necesita para consumo humano, agrícola o industrial, las vías de agua son también utilizadas como sumidero de residuos urbanos(Bernal, et al., 2002).

Al empleo urbano propiamente dicho hay que añadir los efectos resultantes del uso industrial del agua, que en su gran mayoría se vierte después de su utilización, sin tratamiento alguno en otras aguas. Se calcula que el agua de retorno de actividades industriales y de generación de energía en 1980 era de 254 m³/seg, equivalentes a 1.3% del total mundial, reflejando un incremento de 363% respecto de 1950, cuando era de 70 m³/seg(Espinoza, 2010).

Este problema tiene dos aspectos ambientales fundamentales: tratamiento de aguas y contaminación. En América Latina la cantidad de aguas tratadas es pequeñísima: se estima que menos de 2% de las aguas residuales de la región reciben algún tipo de tratamiento, en una de las mayores y más modernas ciudades de la región, Sao Paulo, sólo se trata 5% de los 25 m³/seg.de los efluentes de la zona metropolitana, en otras ciudades la situación es aún más seria, situación que se agrava por el mal funcionamiento de las plantas existentes, debido a problemas técnicos de operación, de mantenimiento o simplemente su subutilización(Galvis, Cardona, & Bernarl, 2005).

1.2.1.1. Contaminación por aguas servidas

Se calcula que un habitante de una ciudad desarrollada utiliza al menos 300 litros de agua diarios para su consumo, aseo personal y otros usos; así una ciudad de 4 millones de habitantes como Santiago debe evacuar al menos 1.200 millones de litros cada día, en este caso lo hace a la cuenca del río Maipo, con la consiguiente contaminación de sus aguas(Hernández & Galan, 2004).

El agua utilizada se canaliza a través de alcantarillados y colectores que desaguan a los ríos, los que a su vez llegan a lagos o al mar, estas aguas contienen además de elementos químicos, gran cantidad de desechos orgánicos derivados del hombre que contaminan el agua con bacterias que provocan y transmiten enfermedades, como el tifus y la hepatitis (Organización Mundial de la Salud , 2004). Una forma muy típica de transmisión de estas enfermedades se da en los casos en que se utilizan las aguas servidas para el riego de hortalizas y frutas que luego consume la población, pero, otra forma frecuente se da en el desagüe de los ríos al mar, los que contaminan las playas y bahías que los veraneantes utilizan para su recreación(Collado, 1992).

Los casos más dramáticos se dan en las ciudades costeras, donde las aguas servidas se vierten directamente al mar, como sucede en la mayoría de las regiones de Chile, las consecuencias se manifiestan en la contaminación de los ríos, playas y fondos marinos con su respectivos seres vivos, la solución más eficiente es reciclar el agua, esto significa que mediante procesos de purificación, se le extraen los elementos nocivos y se las deja con una calidad química adecuada, es decir, que no altera la vida del entorno en que se encuentra(Raines, 2004). El problema grave es el alto costo de las plantas de tratamiento donde se realiza el proceso, sin embargo, Chile a través de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, está empeñado en lograr a mediano plazo que las ciudades logren una total purificación de sus aguas servidas; para ello, se invierten importantes sumas de dinero en dichas plantas, la primera planta de tratamiento de aguas servidas de

Santiago se emplazó en Santiago Poniente y la hizo la Empresa Metropolitana de Obras Sanitarias, EMOS. En otros casos se ha buscado la solución de llevar las aguas servidas a través de tuberías a muchos kilómetros distantes de las costas para que las corrientes marinas del mar las dispersen, en Valparaíso se habilitó este sistema en el lado sur, entre la ciudad y Laguna Verde (González & Figueroa, 1999).

Aguas negras, se define como un tipo de agua que está contaminado con sustancias fecales y orina, procedentes de vertidos orgánicos humanos o animales, su importancia es tal que requiere sistemas de canalización, tratamiento y desalojo (Crites & Tchobanoglou, 2000). Su tratamiento nulo o indebido genera graves problemas de contaminación, a las aguas negras también se les llama aguas servidas, aguas residuales, o aguas cloacales, son residuales, habiendo sido usada el agua, constituyen un residuo, algo que no sirve para el usuario directo; son negras por el color que habitualmente tienen, y cloacales porque son transportadas mediante cloacas (del latín cloaca, alcantarilla), nombre que se le da habitualmente al colector (Crites & Tchobanoglou, 2000). Algunos autores hacen una diferencia entre aguas servidas y aguas residuales en el sentido que las primeras solo provendrían del uso doméstico y las segundas corresponderían a la mezcla de aguas domésticas e industriales. En todo caso, están constituidas por todas aquellas aguas que son conducidas por el alcantarillado e incluyen, a veces, las aguas de lluvia y las infiltraciones de agua del terreno.

Todas las aguas naturales contienen cantidades variables de otras sustancias en concentraciones que varían de unos pocos mg/litro en el agua de lluvia a cerca de 35.000 mg/litro en agua de mar, a esto hay que añadir, en las aguas residuales, las impurezas procedentes del proceso productor de desechos, que son los propiamente llamados vertidos (Galvis, Cardona, & Bernarl, 2005). Las aguas residuales pueden estar contaminadas por desechos urbanos o bien proceder de los variados procesos industriales, las aguas negras que no son

tratadas y fluyen libremente a los ríos y mares, utilizan el oxígeno que se encuentra en estos cuerpos de agua, esto contribuye a que no llegue a haber suficiente oxígeno para las especies animales y vegetales que habitan en los ríos y mares y que éstas comiencen a morir(Collins & Ellis, 1992).

Las aguas negras contienen diversos químicos naturales, que contienen a su vez al elemento carbono, debido al contenido de carbono, los químicos son orgánicos. Toda la comida que el ser humano consume es orgánica, es decir, contiene carbono, los humanos consumimos alimentos y respiramos oxígeno, posteriormente varias bacterias y enzimas de nuestro cuerpo convierten el carbono y el oxígeno en un gas llamado dióxido de carbono, que espiramos, durante esta conversión de carbono y oxígeno a dióxido de carbono, se produce energía, con la cual el ser humano puede continuar viviendo(Clair, et al., 2001).

Cuando las aguas negras son descargadas al río, las bacterias que se encuentran en el río se alimentan de los químicos orgánicos que estas aguas contienen y utilizan el oxígeno disuelto en el río para convertir el carbono en dióxido de carbono. De este modo, se utiliza el oxígeno de los ríos. Existen dos clases de persona, uno que consume y contamina, otra que sufre la contaminación, todos tenemos dos personalidades; la del ciudadano común y corriente que provoca contaminación al momento de usar 500 litros aproximadamente, de agua limpia, diariamente y ensuciarla después de agregarle detergentes, jabón, shampoos, desechos orgánicos y sustancias químicas que no se destruyen sino hasta después de haber transcurrido mucho tiempo y procesos químicos (Clair, et al., 2001).

El problema de la contaminación del agua a niveles industriales o niveles domésticos será de difícil solución en tanto no existan formas rígidas de cumplimiento de las leyes que aplique el gobierno, en el sentido de que el que contamina, tiene obligación de regresar a la madre naturaleza el agua, en la misma forma en que la recibió(González & Figueroa, 1999).

1.2.2. Características físicas, químicas y biológicas de agua residuales.

El término agua residual define un tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales. Su importancia es tal que requiere sistemas de canalización, tratamiento y desalojo. Su tratamiento nulo o indebido genera graves problemas de contaminación.

A las aguas residuales también se les llama aguas servidas, fecales o cloacales. Son residuales, habiendo sido usada el agua, constituyen un residuo, algo que no sirve para el usuario directo; y cloacales porque son transportadas mediante cloacas (del latín cloaca, alcantarilla), nombre que se le da habitualmente al colector. Algunos autores hacen una diferencia entre aguas servidas y aguas residuales en el sentido que las primeras solo provendrían del uso doméstico y las segundas corresponderían a la mezcla de aguas domésticas e industriales. En todo caso, están constituidas por todas aquellas aguas que son conducidas por el alcantarillado e incluyen, a veces, las aguas de lluvia y las infiltraciones de agua del terreno (Clair, et al., 2001).

Todas las aguas naturales contienen cantidades variables de otras sustancias en concentraciones que varían de unos pocos mg/litro en el agua de lluvia a cerca de 35 mg/litro en el agua de mar. A esto hay que añadir, en las aguas residuales, las impurezas procedentes del proceso productor de desechos, que son los propiamente llamados vertidos. Las aguas residuales pueden estar contaminadas por desechos urbanos o bien proceder de los variados procesos industriales (Crites & Tchobanoglou, 2000).

La composición y su tratamiento pueden diferir mucho de un caso a otro, por lo que en los residuos industriales es preferible la depuración en el origen del vertido que su depuración conjunta posterior.

Por su estado físico se puede distinguir:

- Fracción suspendida: desbaste, decantación, filtración.
- Fracción coloidal: precipitación química.
- Fracción soluble: oxidación química, tratamientos biológicos, etc.

La coloidal y la suspendida se agrupan en el ensayo de materias en suspensión o Sólidos Suspendidos Totales (SST).

1.2.2.1 Sustancias químicas (composición)

Las aguas servidas están formadas por un 99% de agua y un 1% de sólidos en suspensión y solución. Estos sólidos pueden clasificarse en orgánicos e inorgánicos.

Los sólidos inorgánicos están formados principalmente por nitrógeno, fósforo, cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos y algunas sustancias tóxicas como arsénico, cianuro, cadmio, cromo, cobre, mercurio, plomo y zinc (Snoeyink & Jenkins, 1999).

Los sólidos orgánicos se pueden clasificar en nitrogenados y no nitrogenados. Los nitrogenados, es decir, los que contienen nitrógeno en su molécula, son proteínas, ureas, aminas y aminoácidos. Los no nitrogenados son principalmente celulosa, grasas y jabones. La concentración de orgánicos en el

agua se determina a través de la DBO5, la cual mide material orgánico carbonáceo principalmente, mientras que la DBO20 mide material orgánico carbonáceo y nitrogenado DBO2 (Snoeyink & Jenkins, 1999).

1.2.2.2 Características bacteriológicas

Una de las razones más importantes para tratar las aguas residuales o servidas es la eliminación de todos los agentes patógenos de origen humano presentes en las excretas con el propósito de cortar el ciclo epidemiológico de transmisión. Estos son, entre otros:

- Coliformes totales
- Coliformes fecales
- Salmonellas
- Virus
- Materia en suspensión y materia disuelta

A efectos del tratamiento, la gran división es entre materia en suspensión y materia disuelta.

La materia en suspensión se separa por tratamientos fisicoquímicos, variantes de la sedimentación y filtración. En el caso de la materia suspendida sólida se trata de separaciones sólido - líquido por gravedad o medios filtrantes y, en el caso de la materia aceitosa, se emplea la separación L-L, habitualmente por flotación.

La materia disuelta puede ser orgánica, en cuyo caso el método más extendido es su insolubilización como material celular (y se convierte en un caso de separación S-L) o inorgánica, en cuyo caso se deben emplear caros tratamientos físico químicos como la ósmosis inversa (Collado, 1992)

Los diferentes métodos de tratamiento atienden al tipo de contaminación: para la materia en suspensión, tanto orgánica como inorgánica, se emplea la sedimentación y la filtración en todas sus variantes. Para la materia disuelta se emplean los tratamientos biológicos (a veces la oxidación química) si es orgánica, o los métodos de membranas, como la ósmosis, si es inorgánica (Collado, 1992).

1.2.2.3.Principales parámetros

Los parámetros característicos, mencionados en la Directiva Europea, son:

- Temperatura
- pH
- Sólidos en suspensión totales (SST)
- Materia orgánica valorada como DQO y DBO (a veces TOC)
- Nitrógeno total Kjeldahl (NTK)
- Nitrógeno amoniacal y nitratos
- También hay otros parámetros a tener en cuenta como fósforo total, nitritos, sulfuros, sólidos disueltos.

Para el análisis de aguas residuales y la determinación de sólidos totales se describe el siguiente protocolo:

- a. Evaporar al baño María 100 ml de agua bruta tamizada.
- b. Introducir el residuo en la estufa y mantenerlo a 105°C durante 2 horas.
- c. Pasarlo al desecador y dejar que se enfríe.
- d. Pesar. Sea Y el peso del extracto seco a 105°C
- e. Calcinar en un horno a 525± 25°C durante 2 horas.
- f. Dejar que se enfríe en el desecador.
- g. Pesar. Sea Y' el peso del residuo calcinado.
- h. Cálculos

Peso de la fracción orgánica de los sólidos totales de la muestra= $Y-Y'$, siendo Y el peso de las materias totales de la muestra e Y' el peso de la fracción mineral de las materias totales de la muestra(Crites & Tchobanoglou, 2000).

1.2.2.4 Determinación de la DBO

La demanda biológica de oxígeno (DBO), es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Se utiliza para medir el grado de contaminación, normalmente se mide transcurridos cinco días de reacción (DBO5), y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO₂/l). El método de ensayo se basa en medir el oxígeno consumido por una población microbiana en condiciones en las que se ha inhibido los procesos fotosintéticos de producción de oxígeno en condiciones que favorecen el desarrollo de los microorganismos. Es un método que constituye un medio válido para el estudio de los fenómenos naturales de destrucción de la materia orgánica, representando la cantidad de oxígeno consumido por los gérmenes aerobios para asegurar la descomposición dentro de condiciones bien especificadas de las materias orgánicas contenidas en el agua a analizar (Clair, et al., 2001).

El método pretende medir, en principio, exclusivamente la concentración de contaminantes orgánicos. Sin embargo, la oxidación de la materia orgánica no es la única causa del fenómeno, sino que también intervienen la oxidación de nitritos y de las sales amoniacales, susceptibles de ser también oxidadas por las bacterias en disolución. Para evitar este hecho se añade N-aliltiourea como inhibidor. Además, influyen las necesidades de oxígeno originadas por los fenómenos de asimilación y de formación de nuevas células(Clair, et al., 2001).

1.2.2.5. Determinación de la DQO

La demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro que mide la cantidad de materia orgánica susceptible de ser oxidada por medios químicos que hay en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mg O₂/l). Aunque este método pretende medir exclusivamente la concentración de materia orgánica, puede sufrir interferencias por la presencia de sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas (sulfuros, sulfitos, yoduros).

La DQO está en función de las características de las materias presentes, de sus proporciones respectivas, de las posibilidades de oxidación, etc. Es por esto que la reproductividad de los resultados y su interpretación no podrán ser satisfechos más que en condiciones de metodologías bien definidas y estrictamente respetadas (Clair, et al., 2001).

1.3. Tratamiento de las Aguas Residuales

Las aguas negras son recolectadas por medio de la infraestructura sanitaria, es decir, mediante tuberías y canales de diferente capacidad de conducción y llevadas a plantas de tratamiento para tratarlas, de manera que al ser devueltas al ciclo hidrológico no causen daños al medio ambiente (González & Figueroa, 1999).

El tratamiento preliminar del agua consiste en la separación de sólidos tanto orgánicos como inorgánicos siendo estos plásticos, papeles, madera, arena, etc., que en ocasiones por inconsciencia de los usuarios son arrojados al drenaje, para lograr la separación de estos, existen dispositivos mecánicos o manuales como rejillas de retención de sólidos, canales de desarenado, calculados para

lograr la sedimentación de las arenas, antes de que pasen al proceso secundario, y puedan ser eliminados(Clair, et al., 2001).

Después del tratamiento preliminar, el agua residual pasa a la etapa de tratamiento secundario que parte de la oxidación biológica a las etapas subsecuentes, la oxidación biológica consiste en suministrar oxígeno al agua residual en unos tanques cuyo volumen está previamente calculado para mantener el agua durante un tiempo de cuando menos ocho horas, regulando el oxígeno disuelto entre 1 a 3 Mg/Lt. para que las bacterias de tipo aerobio se reproduzcan por división binaria, en el fundamento de que si a éstas bacterias se les proporcionan los medios de reproducción adecuados como son nutrientes, temperatura y oxígeno, de una célula bacteriana, a los 20 minutos, se obtienen dos células, de estas dos, cuatro y así sucesivamente de tal forma que en 24 horas se obtienen millones de bacterias vivas y activas que se encargarán de degradar la materia orgánica, reduciendo los niveles de contaminación. En éste tanque se debe mantener en equilibrio la biomasa (bacterias y materia orgánica) para que se lleve a cabo el proceso de degradación y a la vez exista la formación de flóculos(González & Figueroa, 1999).

Los flóculos formados en el tanque de oxidación biológica, no son otra cosa más que millones de bacterias que se unen para digerir la materia orgánica, de tal forma que dichos flóculos se pueden observar a simple vista como pequeñas esferas, que éstos al pasar a los tanques de sedimentación, debido a que adquieren mayor peso, por gravedad precipitan al fondo del tanque de sedimentación, dado a que éste recipiente está calculado para mantener una zona de quietud y el agua se clarifica por flujo ascendente, recolectándose el agua clara en una canaleta que se encuentra en la superficie de dicho tanque, mientras que los flóculos que pasaron al fondo, conocidos ahora como lodos, (la agrupación de flóculos se conoce como lodos) como ya se adaptaron a las condiciones del agua, una parte se recircula nuevamente a los tanques de oxidación biológica para que digieran nuevamente a

la materia orgánica. Para mantener en equipo la biomasa, (microorganismos y nutrientes) otra parte de lodos se elimina del proceso, lo que comúnmente se conoce como lodos excedentes, estos lodos excedentes son los subproductos que se obtienen de una planta de tratamiento, los cuales pasan posteriormente a un proceso de digestión y secado para mantenerlos inocuos, ya secos pueden utilizarse como regeneradores de suelos agrícolas dado su potencial de nutrientes y micronutrientes(González & Figueroa, 1999).

El agua clara que se obtiene de la superficie de los tanques de sedimentación o clarificación, pasa a un tanque cuyo diseño es en forma de serpentín y el volumen de dicho tanque está calculado para que el agua tratada en éste tanque dure entre 20 a 40 minutos, éste tanque se conoce como tanque de contacto de cloro, cuyo objetivo es clorar el agua para desinfectarla, manteniendo siempre una cantidad adecuada de cloro residual para asegurar que el agua limpia o tratada esté completamente libre de bacterias patógenas, esta agua ya tratada, puede ser utilizada para riego de áreas verdes, lavar pisos, carros, o bien descargarse a cualquier cuerpo receptor, cómo un río, sin que esta contamine(González & Figueroa, 1999).

1.4.Aspectos Jurídicos

1.4.1. Normas generales ambientales Ecuatorianas para descarga de efluentes en los cuerpos de agua.

Particularmente, se considerará el Marco Legal Ambiental vigente a nivel nacional que en términos generales representa la base jurídica para vertidos de tipo industrial, este marco legal está conformado, en orden de prioridad, por los principios consagrados en la Constitución Política del Estado, que manifiestan el derecho de la población del Ecuador a tener un ambiente sano y libre de contaminación. Estos preceptos están respaldados por la Ley de Gestión

Ambiental, particularmente en lo relacionado con el capítulo II "De la prevención y Control de la contaminación Ambiental", las políticas básicas ambientales del Ecuador y el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, y particularmente el Sistema Único de Manejo Ambiental, en el cual se establecen los requerimientos de carácter obligatorio que deben cumplir las Industrias para poder optar por la licencia ambiental que es la autorización otorgada por la autoridad ambiental nacional para continuar con la operación de las mismas, tomando en cuenta las recomendaciones ambientales derivadas del estudio(Ministerio del Ambiente, Modificación 2013).

De acuerdo a las Normas generales ambientales Ecuatorianas para descarga de efluentes a los cuerpos de agua, se considera que el regulado o sujeto de control deberá mantener un registro de los efluentes generados, indicando el caudal del efluente, frecuencia de descarga, tratamiento aplicado a los efluentes, análisis de laboratorio y la disposición de los mismos, identificando el cuerpo receptor, es mandatorio que el caudal reportado de los efluentes generados sea respaldado con datos de producción(Ministerio del Ambiente, Modificación 2013).

En la tabla número 12 anexo I del libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente, se establecen los parámetros de descarga hacia cuerpos de agua dulce, determinándose en esta los valores máximos y mínimos permisibles(Ministerio del Ambiente, Modificación 2013). Considerando que cualquier persona natural o jurídica, o grupo humano, podrá ejercer las acciones previstas en la ley para la protección del medio ambiente. (Constitución, Art. 91).

Toda persona natural o jurídica que, en el curso de sus actividades empresariales o industriales estableciere que las mismas pueden producir o están

produciendo daños ambientales a los ecosistemas, está obligada a informar sobre ello al Ministerio del ramo o a las instituciones del régimen seccional autónomo. La información se presentará a la brevedad posible y las autoridades competentes deberán adoptar las medidas necesarias para solucionar los problemas detectados. (Ley de Gestión Ambiental, 2009).

Está prohibido descargar efluentes en cuerpos de agua, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas. (Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, 2008)

De igual forma en la Ley de aguas, 2009, claramente se establece que: “Está prohibida toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna” además ninguna persona podrá eliminar hacia el aire, el suelo o las aguas, los residuos sólidos, líquidos o gaseosos, sin previo tratamiento que los conviertan en inofensivos para la salud (Ministerio del Ambiente, Modificación 2013).

Las excretas, aguas servidas, residuos industriales no podrán descargarse, directa o indirectamente, en quebradas, ríos, lagos, acequias, o en cualquier curso de agua para uso doméstico, agrícola, industrial o de recreación, a menos que previamente sean tratados por métodos que los hagan inofensivos para la salud (Ministerio del Ambiente, Modificación 2013).

La tenencia, producción, importación, expendio, transporte, distribución, utilización y eliminación de las sustancias tóxicas y productos de carácter corrosivo o irritante, inflamable o comburente, explosivos o radioactivas, que constituyan un peligro para la salud, deben realizarse, en condiciones sanitarias

que eliminen tal riesgo y sujetarse al control y exigencias del reglamento pertinente (Código de la Salud, 2009)

Es función de la Ley de Régimen Municipal, la municipalidad remitirá la autorización para el funcionamiento de locales industriales, comerciales y profesionales. Corresponde a la Administración Municipal reglamentar y autorizar la construcción de desagües de aguas lluvias y servidas (Ministerio del Ambiente, Modificación 2013).

Por lo cual los municipios serán las autoridades encargadas de realizar los monitoreos a la calidad de los cuerpos de agua ubicados en su jurisdicción, llevando los registros correspondientes, que permitan establecer una línea base y de fondo que permita ajustar los límites establecidos en esta Norma en la medida requerida. Así describiéndose en la ordenanza municipal para la prevención y control de la contaminación por desechos industriales, agroindustriales, de servicios, y otros de carácter tóxico y peligros generados por fuentes fijas del cantón Mejía, basado en el SUMA sistema único medio ambiental mismo que exige el desarrollo de un ITD (informe técnico demostrativo de cumplimiento), de registro oficial N° del 25 de mayo de 2.004.

CAPITULO II

PROCESO METODOLOGICO

2.1.Tipo de Investigación

Para este tipo de investigación se utilizó el método Inductivo debido a que se obtiene conclusiones generales a partir de premisas particulares y se sustentara en la observación y registro de todos los hechos; la derivación inductiva de una generalización a partir de los hechos y las constataciones, como es el problema ambiental que causa la descarga de aguas servidas del Barrio El Rosal al Río San Pedro, esto se llegó a analizar de acuerdo a los resultados de análisis de laboratorio de los efluentes.

La técnica de observación se utilizó para ver el objeto de estudio como es la falencia de la planta de tratamiento de las aguas servidas.

Esta técnica sirvió para la toma de muestra In situ del efluente para el análisis de laboratorio que permitió determinar la cantidad de los desechos generados en la descarga de aguas servidas.

De tipo descriptivo porque reconoció profundamente: las referencias del caudal, parámetros de la descarga líquida analizados en laboratorios, variaciones en las concentraciones de los contaminantes en la descarga líquida; con ello se examinó el actual estado del sistema de tratamiento de descargas líquidas con el fin de proponer la mejor alternativa para su optimización. En este caso el investigador tuvo que llegar a determinar las alternativas más factibles y viables.

Se utilizó también la Investigación Bibliográfica donde se consideró la aplicación de la técnica bibliográfica el cual en primera instancia brindo un aporte de gran importancia referencial de diversos autores para el fortalecimiento del sustento teórico. Esta investigación permitió conocer, ampliar y profundizar la información disponible en libros, textos especializados, páginas Web, así como también la documentación interna existente sobre las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Al ser una tesis que busca recopilar información mediante análisis de laboratorio, se procedió mediante pasos requeridos para análisis de muestras de vertidos y se consideraron aspectos como son la toma, almacenamiento y análisis de las muestras del agua servida del barrio el Rosal, estas muestras fueron sometidas a un análisis físico-químico y microbiológico, en función de la norma ambiental vigente para este tipo de vertidos y efluentes.

2.2.Línea Base del Proyecto

2.2.1. Ubicación del Estudio

Según la división política cantonal, el sistema de tratamiento de aguas servidas se encuentra ubicado en el barrio Rosal de la Parroquia Tambillo, perteneciente al Cantón Mejía, jurisdicción de la provincia de Pichincha.

2.2.2. Delimitación del Área de Estudio

El presente estudio corresponde al sistema de tratamiento de aguas servidas del Barrio Rosal hasta la descarga del efluente en el río San Pedro, que alcanza una extensión de 900m² y genera un caudal del efluente de agua servida del Barrio el Rosal de aproximadamente 2.22 l/s., el mismo que es descargado al río San Pedro alterando las condiciones naturales del río. Es así que el área de influencia del presente estudio se puede definir como directa e indirecta.

2.2.3. Área de influencia indirecta

Se establecerá de acuerdo a la extensión del área de la planta de tratamiento hasta la descarga al río San Pedro, sobre la base de los siguientes aspectos:

- El tipo de actividad que se de en la zona y el uso que se dé al agua del río.
- El uso del suelo en la zona de estudio
- Los aspectos socio-económicos del área de influencia.
- El estado actual de la zona de influencia.

2.2.4. Área de influencia directa

Es exclusivamente la que comprende el cauce hídrico, es decir el Río San Pedro

2.2.5. Ubicación Geográfica.

La parroquia Tambillo se encuentra situada en el Cantón Mejía, al Norte de la cabecera cantonal y a 20 minutos desde la ciudad de Quito. Se encuentra a una altitud aproximada de 2800 m. sobre el nivel del mar y goza de una extensión de 49.40 km².

2.2.6. Límites

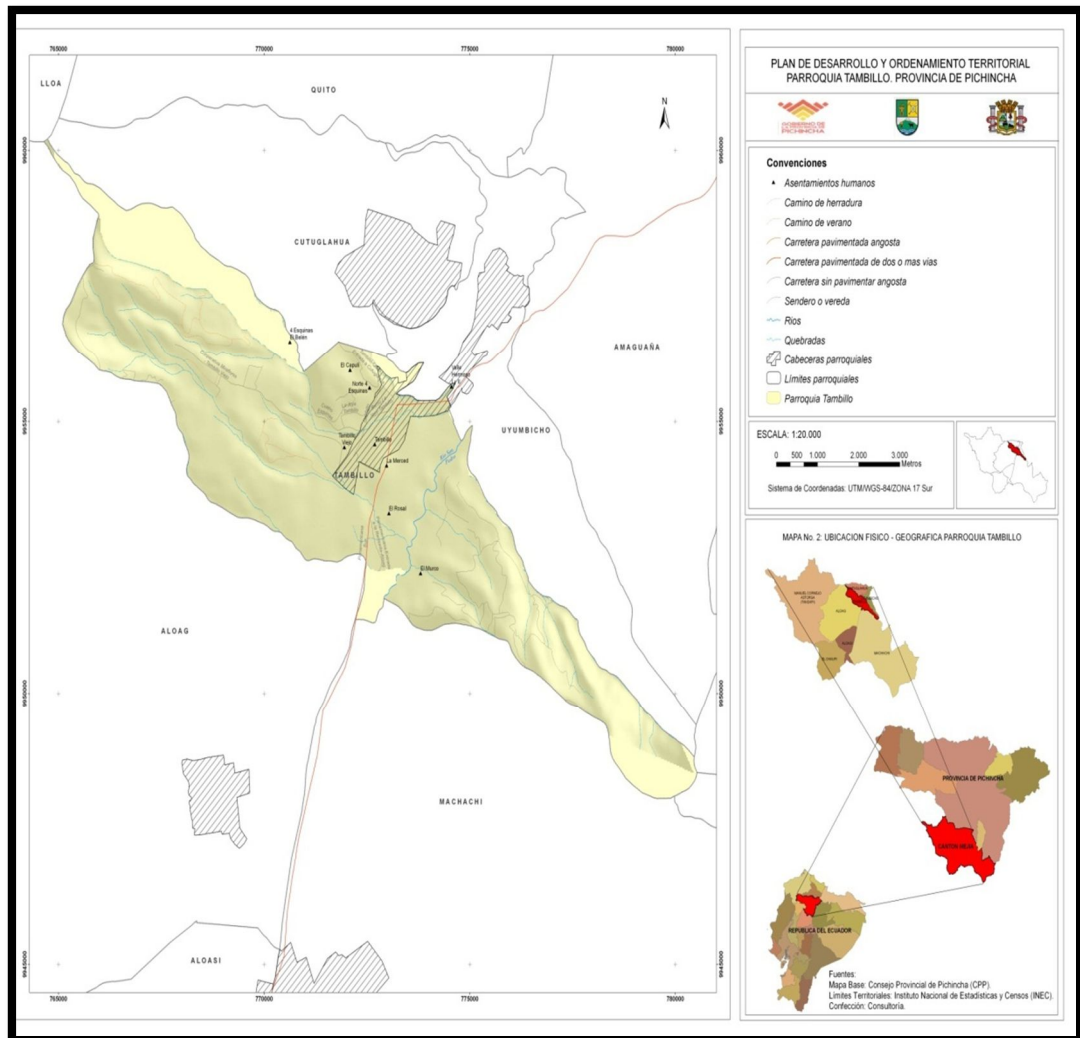
Al Norte: Parroquia de Cutuglagua.

Al Norte-Noreste: Parroquia de Uyumbicho.

Al Sur-Suroeste: Parroquia de Alóag.

Al Sur-Sureste: Parroquia de Machachí

Grafico 2. Mapa de límites de la parroquia Tambillo



Fuente: Plan de desarrollo local parroquia Tambillo.

Elaboración: Nelly Lescano

2.2.7. Área del Proyecto

La planta de tratamiento de agua servida se encuentra en la Parroquia Tambillo, Barrio el Rosal con un área de construcción de 100,00 m² y los efluentes de la misma desembocan en el Río San Pedro.

La población de Tambillo se asienta en un pequeño “valle” que es parte de la llamada depresión, graven interandino, formado entre dos cordilleras, la Occidental al Oeste y la Central o Real al Este, resultado del encuentro entre capas geotécnicas importantes como son La corteza oceánica o basamento de la costa Ecuatorial y cordillera Occidental al Este y Las rocas metamórficas de la cordillera real al Oeste, Adicionalmente este “valle” se asienta en las placas tectónicas Nazca y Sudamérica, que son fallas de rumbo, profundas, que van en dirección Norte-Sur o ligeramente NNE-SSO, tales como Peltetec al Este y Calacalí-Pallatanga-Palenque al Oeste. El movimiento dextral en las fallas de este tipo forma a nivel local pequeñas cuencas tectónicas o “valles” como el de Tambillo-Machachi o el valle de los Chillos, que se han rellenado en las eras Terciaria y Cuaternaria, con los productos de las erupciones de los volcanes circundantes.

La orografía está representada por un relieve irregular. Tambillo se encuentra sobre el nivel del mar a unos 2800 metros como altura promedio. Las alturas máximas oscilan entre los 4000 y 4200 metros, mientras que los valores mínimos están entre los 2300 y 2500 metros. La cabecera parroquial de Tambillo esta elevada 2800 metros sobre el nivel del mar.

Dentro de la Parroquia Tambillo encontramos diferentes tipos de suelos que se detallan a continuación:

Conjunto de suelos poco profundos sobre material más o menos duro (ORTHENT). Son suelos de textura arenosa con gravas, piedras a veces mezclados con ceniza volcánica (USTHORTENT), su utilización es limitada por la presencia de gravas y piedras que dificultan las labores agrícolas.

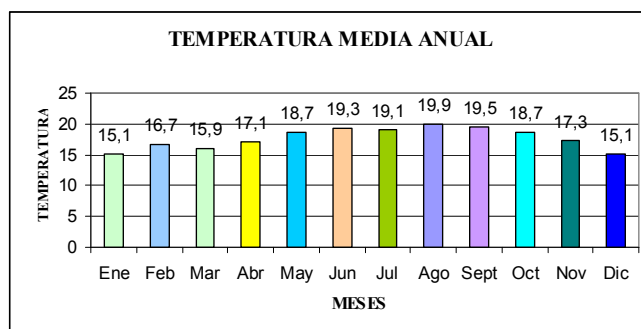
Suelos arenosos derivados de material volcánico (VITHRADEPT). Son suelos de textura arenosa, fina o gruesa dependiendo al sector pueden contener alta o baja cantidad de materia orgánica se hallan cubiertos de matorrales y son adecuados para el cultivo de maíz, papa, cebada y pastizales.

Suelos limosos (EUTRANDEPT). Estos suelos se han desarrollado a partir de la ceniza volcánica, son suelos muy negros profundos, limoso con arena muy fina.

Para el análisis climático la Parroquia Tambillo, se hace referencia a los datos de la Estación Climatológica Estación Izobamba Santa Catalina con lo que estableceremos las características meteorológicas de la zona. Los datos climáticos se basaran en la información disponible en la Estación Meteorológica antes mencionada, estos serán tomados desde el año 2006 hasta diciembre del 2011.

De acuerdo a los datos de la Estación Izobamba Santa Catalina el sector presenta una temperatura media multianual de 17,7° C y con una mínima variación entre los promedios de cada mes.

Grafico 3. Temperatura promedio –estación Izobamba Santa Catalina

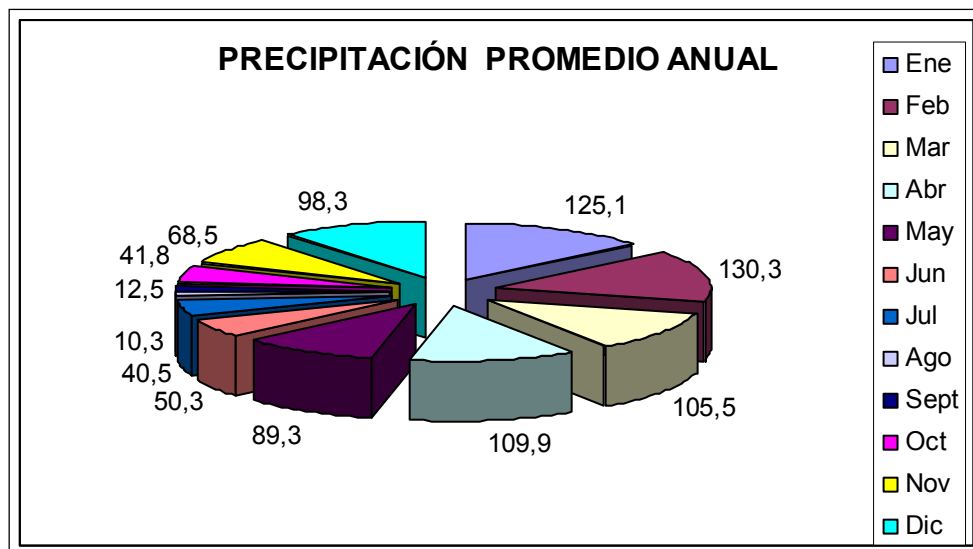


Fuente: Anuarios meteorológicos Estación Izobamba Santa Catalina (2006-2012)

Elaboración: Nelly Lescano

La estación Izobamba Santa Catalina, registra una precipitación media anual de 882.3mm. Siendo los meses menos lluviosos desde junio hasta septiembre.

Grafico 4. Precipitaciones multianuales



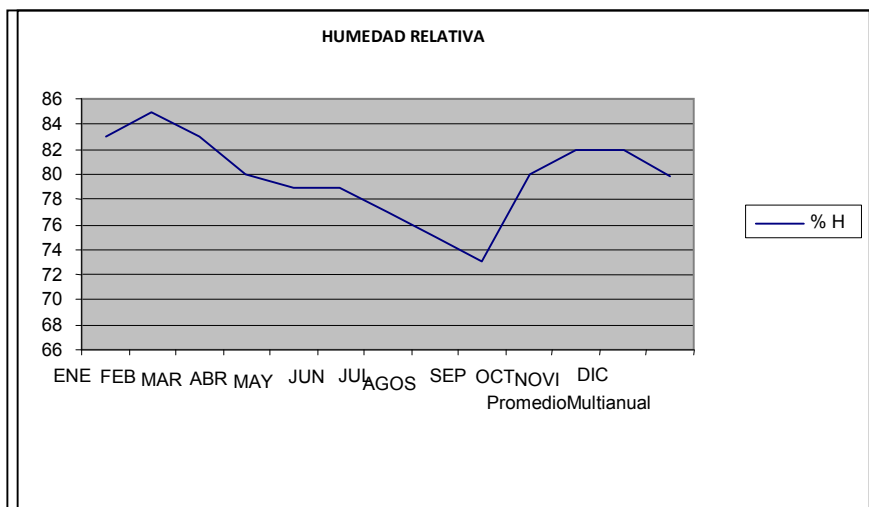
Fuente: Estación Izobamba Santa Catalina, Anuarios Meteorológicos (2006-2010)

Elaboración: Nelly Lescano.

De acuerdo a los datos de la Estación Izobamba Santa Catalina, la humedad relativa multianual en la zona es de 79,8 %.

La humedad relativa es la relación porcentual entre la humedad absoluta (peso en gramos del vapor de agua contenido en un metro cúbico de aire) y la cantidad de vapor que contendría el metro cúbico de aire si estuviese saturado a cualquier temperatura.

Gráfico 5. Humedad relativa anual

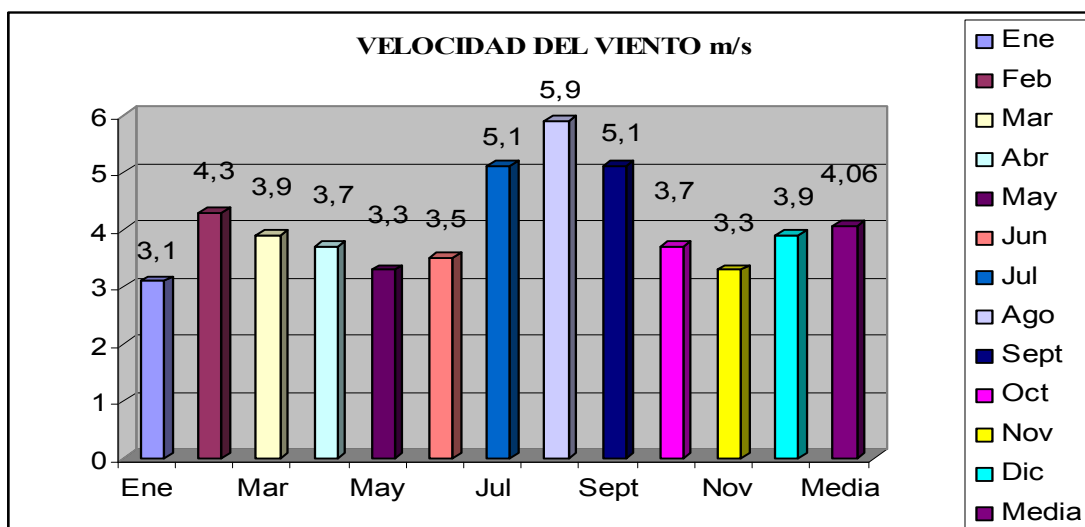


Fuente: Estación Izobamba Santa Catalina, Anuarios Meteorológicos (2006-2012)

Elaboración: Nelly Lescano..

La Estación Izobamba Santa Catalina presenta los siguientes datos de velocidad media del viento en el periodo analizado. Durante el periodo 2006 – 2012 la velocidad media observada es de 4.06 m/s. La dirección es de sur este a noroeste.

Gráfico 6. Velocidad del viento



Fuente: Estación Izobamba Santa Catalina, Anuarios Meteorológicos (2006-2012)
Elaboración: Nelly Lescano

2.2.7.1.Hidrología

Tambillo cuenta con dos micro-cuencas de importancia que son: la micro-cuenca del río San Pedro que nace en los Ilinizas y de la quebrada Tambillo Yacu, que se origina en la montaña El Atacazo, cuyas aguas desembocan en el río San Pedro y este a su vez en el Guayllabamba.

Las principales micro-cuencas se encuentran contaminados por la falta de tratamiento de los efluentes urbanos y la deficiencia de las redes de saneamiento, así como la escasez de medidas no estructurales y de ordenación del territorio, facilitan la degradación de los recursos hídricos que actúan como receptores.

2.2.7.2.Amenazas Naturales

Amenaza Volcánica por el Volcán Cotopaxi

El Ecuador por encontrarse en el Cinturón de Fuego del Pacífico es altamente vulnerable a los fenómenos de origen geológico que desembocan en situaciones catastróficas: sismos, erupciones volcánicas, tsunamis.

Una de las principales amenazas de riesgo en la Zona, sería la presencia del volcán Ninahuilca. Se ubica a 22 km al sur oeste de Quito y 12km desde Alóag. Tiene varios domos producto de antiguas erupciones holocénicas como son: La Viudita, La Viudita Chica, Omoturco y El Arenal. Aunque no ha mostrado señales de actividad fumarólica o termal desde hace 2350 años, la historia indica que su período eruptivo es cada 3000 años aproximadamente, lo que genera incertidumbre y amenaza constante en su población. Los efectos serían flujos piroclásticos, lava, lahares y caída de ceniza en alto y bajo grado. Afectando a las poblaciones, cultivos e infraestructuras que se asientan en su alrededor. Es importante indicar que todas las parroquias están expuestas a peligros de este tipo. De igual manera en el flanco oriental de la Parroquia tenemos la presencia

del volcán Pasochoa que a pesar de estar inactivo se considera puede ser una caldera del vecino volcán Cotopaxi.

2.2.7.3.Descripción del Medio Biótico

Considerando al medio biótico como el conjunto de elementos vivos dentro de un sistema ecológico, en donde estos interactúan con elementos físicos permitiendo el origen y funcionamiento de un ecosistema o paisaje natural, se realiza dentro del presente análisis una descripción general de las especies silvestres y el eco tipo donde se sitúa la Parroquia Tambillo y su zona de influencia.

Se detalla entonces el ecosistema predominante en la zona, identificando sus principales características climáticas y ecológicas. Además se analiza la presencia y diversidad de organismos vivos animales y vegetales, propios de los andes ecuatorianos, que se han adaptado a vivir con el hombre sus respectivas obras de desarrollo.

Se describirá a la zona de acuerdo a su ubicación ecológica y se referirá con profundidad a la flora además de la fauna presente. Se pondrá especial énfasis en la descripción y análisis de las características de la flora y fauna endémicas, su estado de conservación y especies introducidas en caso de que las hubiese.

De acuerdo con la clasificación de Cañadas (1983), basadas en el sistema bioclimático de Holdridge (1947, 1967) de amplio uso en el Ecuador, TAMBILLO por contar con una amplia extensión cuenta con tres zonas de vida, las cuales son:

Bosque seco Montano-Bajo (9) (bsMB).- Se lo encuentra en las llanuras y barrancos secos del Callejón Interandino su cota varía desde los 2.000-2.200 y 3.000 m.s.n.m. Este piso altitudinal, limita con la estepa espinosa Montano Bajo y con el bosque húmedo Montano Bajo de las Hoyas. Su temperatura varía entre 12 y 18 °C con precipitaciones entre los 500 y 1.000 milímetros. Su temperatura puede ser ligeramente cálidas durante el día, pero frescas y algo frías en la noche.







Bosque húmedo Montano (Subpáramo húmedo) (10) (bhM).-Esta zona de vida, corresponde a los páramos bajos y húmedos. Con temperaturas q varían entre los 7 y 12°C y recibe una precipitación promedio anual entre los 500 y 1.000 milímetros. Se caracteriza por una alta incidencia de neblina y un superávit de humedad.






Bosque húmedo Sub-Alpino (22) (bhSA).-Esta zona de vida, linda en su extremo inferior, con la formación estepa Montano, su límites de temperatura fluctúan entre los 6-3°C y recibe una precipitación entre los 250 y 500 milímetros.







2.2.7.4.Descripción de la Flora




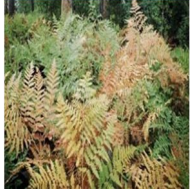


En toda esta zona surge una flora muy especial determinada por la altura geográfica (Tabla 2).







Tabla 2. Flora representativa de la parroquia Tambillo





Nombre Científico	Nombre Común	Familia	Imagen
<i><u>Amaranthus asplundii</u></i>	Bledo	Amaranthaceae	
<i><u>Amaranthus caudatus</u></i>	Sangoracha	Amaranthaceae	
<i><u>Ambrosia arborescens</u></i>	Marco	Asteraceae	
<i><u>Myrtus communis</u></i>	Arrayanes	Mirtáceae	
<i><u>Buddlejaincana</u></i>	Quishuares	Scrophulariaceae	
<i><u>Eucalyptus spp.</u></i>	Eucaliptos	Mirtáceae	

<u><i>Cupressus sempervirens</i></u>	Cipreses	Cupresáceae	
<u><i>Juglans</i></u> spp.	Nogales	Juglandáceae	
<u><i>Alnus</i></u> spp.	Alisos	Betuláceae	
<u><i>Populus</i></u> spp.	Álamos	Salicáceae	
<u><i>Angustifolium ruizii</i></u> <i>et. pav.</i>	Matico	Piperáceae	
<u><i>Chuquiraga jussieu</i></u>	Chuquiragua	Asteraceae	

			
<u>Rosmarinus officinalis</u>	Romero	Labiatae	
<u>Sonchus oleraceus</u>	Canayuyo	Campanulaceae	
<u>Urtica flabellata.</u>	Ortiga	Urticácea	
<u>Stipa spp.</u>	Paja	Stipeae	
<u>Cana generalis</u>	Achicoria	Compositae	
<u>Baccharis latifolia</u>	Chilca	Asteraceae	

			
<u>Cortaderiasp</u>	Sigse	Poaceae	
<u>Lupinuspubescensashpa</u> <u>pa</u>	Ashpa chocho	Fabaceae	
<u>Filicophytinaspp.</u>	Helecho	Polypodiaceae	
<u>Liabumigniariumsp.</u>	Santa Maria	Asteraceae	
<u>Boragoofficinalis</u>	Borraja	Boraginaceae	

<u>Rorippabonariensis.</u>	Berro	Brassicaceae	
<u>Chenopodium ambrosioides.</u>	Paico	Chenopodiaceae	
<u>Minthostachys mollis</u>	Tifo.	Laminaceae.	
<u>Prunas huantensis</u>	Capuli.	Rosaceae.	
<u>Cestrum omentosum</u>	Sauco.	Solanaceae.	
<u>Datura stramonium</u>	Chamico.	Solanaceae.	

<u><i>Solanum aloysiifolium</i></u>	Hierba Mora	Solanaceae.	
<u><i>Brugmansia arborea</i></u>	Guanto.	Solanaceae.	
<u><i>Vaccinium floribundum</i></u>	Mortiño.	Ericaceae.	
<u><i>Pernettya prostrata</i></u>	Taglli	Ericaceae.	






Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Tambillo






Elaboración: Nelly Lescano.

2.2.7.5.Descripción de la Fauna

En cuanto a la fauna perteneciente a la parroquia de Tambillo se representó a través de la tabla 3.

Tabla 3. Fauna representativa de la parroquia Tambillo

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Imagen
Conejos silvestre	<u><i>Oryctolagus cuniculus</i></u>	Lepóridos	
Zorrillo	<u><i>Mephitismephitis</i></u>	Mustélidos	
Raposa	<u><i>Marmosa robinsoni</i></u>	Didelphimorphia	
Palomas	<u><i>Columba livia</i></u>	Colúmbidos	
Colibríes	<u><i>Mellisugahelenae</i></u>	Troquílidos	

Huirachuros	<u><i>Pheuticuschrysogaster</i></u>	Cardinalinae	
Torcazas	<u><i>Zenaida auriculata</i></u>	Colúmbidos	
Lagartija miradora	<u><i>Proctoporus unicolor</i></u>	Saurios	
Pilinquite lagartija de jardín	<u><i>Pholidobolus montium</i></u>	Saurios	
Jambato	<u><i>Alelopussp</i></u>	Bufónidos	

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Tambillo.

Elaboración: Nelly Lescano.

2.2.7.6.Componente Social

A continuación se hace una breve descripción de la situación social de la parroquia de Tambillo en donde se llevara a cabo la propuesta de mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas servidas para minimizar la contaminación del río san Pedro del barrio el Rosal, parroquia Tambillo, Cantón Mejía. Este es un aspecto muy importante que debemos tener en cuenta ya que nos ayudara a visualizar la realidad actual de la gente que vive en la Parroquia y encontrar soluciones para mejorar sus condiciones de vida especialmente en su salud.

Como principal fuente de información, se ha tomado datos de la fuente: Gobierno Parroquial de Tambillo; y del Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censo (INEC), censo 2010

De acuerdo a los datos proporcionados por el INEC en el censo realizado en noviembre del año 2010 la población total de la Parroquia es de 8.319 habitantes, siendo la cuarta parroquia rural en población del Cantón Mejía.

Según el diagnóstico participativo, en la parroquia existen 24 barrios. A saber: barrio 20 de Julio, Capulí, Central, 4 Esquinas del Belén, El Murco, El Rosal, Galápagos, La Estación, La Florida, La Joya, La Matilde, La Merced, Miraflores, Norte Obrero, Paraíso, Ricardo Chiriboga, Santa Elena, San Francisco, Santa Rosa Baja, Sur, Tambillo Viejo, Tarqui, Valle Hermoso I y Valle Hermoso I. Esta parroquia cuenta con la mayoría de servicios básicos.

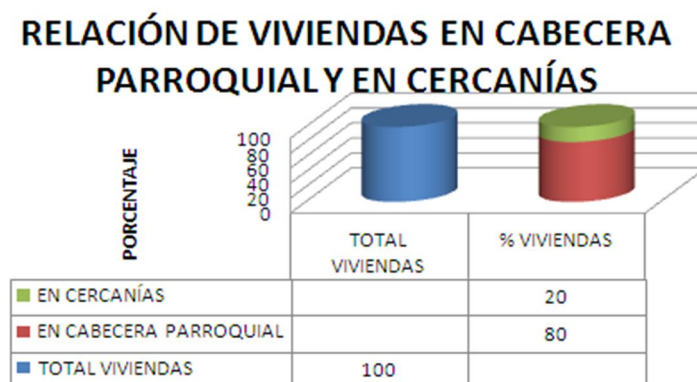
2.2.7.7.Salud

La parroquia Tambillo cuenta con un Centro de salud el mismo que cuenta con el siguiente personal, dos médicos rurales, una obstetriz, un odontólogo, una auxiliar de enfermería, una auxiliar de Odontología, un inspector de sanitario y cinco personales de servicios. Donde la población sin eliminación de aguas servidas es el de 60%.

2.2.7.8.Vivienda

El Censo de población y Vivienda del 2010 registró un total de 1539 viviendas en la Tambillo del cantón Mejía. De las cuales el 80 % corresponden a viviendas ubicadas en la cabecera parroquial. Del total de viviendas.

Grafico 7. Tipos de vivienda por porcentaje en la Parroquia



FUENTE: INEC, CENSO 2010

Elaboración: Nelly Lescano.

2.3. Procedimientos y Metodología

2.3.1. Caracterización de las aguas servidas

2.3.1.1. Muestreo Ambiental de las Aguas Residuales

El muestreo y caracterización de la descarga líquida de aguas servidas procedentes del alcantarillado del Barrio el Rosal que se trató fundamental para determinar, en primera instancia, los contaminantes que contiene el agua residual además de su cantidad y posible afectación al medio ambiente, así como proponer el tratamiento más idóneo para la remoción de dichos contaminantes.

Se utilizó una técnica apropiada de muestreo rigurosa bajo estrictos métodos normalizados y estandarizados para obtener resultados reales y que la muestra sea representativa del total de la descarga.

Las muestras simples o instantáneas representan únicamente las características del agua residual para el instante del muestreo y pueden no ser representativas para un periodo prolongado.

Las muestras compuestas, mezcla de muestras simples, aseguran mayor representatividad y ayudan a detectar realmente los efectos de los diferentes contaminantes.

El muestreo manual fue el método utilizado al momento de determinar grasas y aceites así como compuestos orgánicos volátiles.

2.3.1.2.Recolección de Muestras de Aguas Servidas procedentes del alcantarillado del Barrio el Rosal del Cantón Mejía

Las fuentes de aguas servidas procedentes del alcantarillado del Barrio el Rosal que desembocan en el río San Pedro del Cantón Mejía fueron indispensables para la recolección de muestras teniendo en consideración que para tomar las muestras la distancia y profundidad es fundamental.

Se utilizó recipientes de plástico de 400ml para recoger de forma directa la muestra, se sujetó el recipiente por su base y se colocó dentro de la fuente de agua servida con el cuello hacia abajo, se giró la botella hasta que el cuello apunte ligeramente hacia arriba y la boca este dirigida hacia la corriente (si existe alguna) y permita que se llene, después de llenada, se retiró la botella del agua con el cuello hacia arriba y sin espacios de aire, posteriormente se cerró cada uno de los recipientes de plástico de manera hermética evitando así que se contamine la muestra.

Las muestras fueron colocadas en el enfriador y sujetadas a un costado en posición vertical con cinta adhesiva para prevenir que las muestras se muevan dentro y se rieguen las muestras de los recipientes. Se Colocó suficiente cantidad de paquetes de gel de hielo en el enfriador para mantener las muestras frías durante el transporte al laboratorio, se cerró y aseguró el enfriador.

2.3.1.3.Puntos de muestreo

La muestra de agua servida se tomó en el punto de descarga al río San Pedro, esto se realizó en diferentes horarios desde las 7: a.m. hasta las 15: horas, con un intervalo de 45 minutos entre cada alícuota, obteniendo de esta manera una muestras compuestas (son mezclas demuestras simples), estas aseguran mayor

representatividad y ayudan a detectar realmente los efectos de los diferentes contaminantes.

2.3.1.4. Caudal a Tratar

El caudal de ingreso a la planta de tratamiento, como el de descarga al río San Pedro, tiene un promedio de 2.51 Litros/ segundo.

Tabla 4. Caudal de Agua

CAUDAL DEL DESCARGA DE AGUA SERVIDA			
Litros / segundo	Litros/ minuto	Litros/día	m ³ / día
2.51	150.6	216864	216.86

Elaboración: Nelly Lescano.

2.4. Análisis de Laboratorio y Comparativo de Resultados con la Tabla 12 del Anexo 1 del TULAS (Tabla 8).

Tabla 5. Relación comparativa de los Resultados de la Muestra

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS DEL ANÁLISIS	LÍMITE PERMITIDO	COMENTARIO
Aceites y grasas	mg/l	0.27	0.3 Según el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	Esta dentro de los límites permisibles según el TULAS, Libro VI, Anexo 1. Pero su alteración puede causar irritación del estómago e intestinos, disminución en la producción de glóbulos rojos y blancos, cambios en la piel, e irritación de los pulmones.

Arsénico total	mg/l	0.02	0.1 Según el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	Esta dentro de los límites permisibles según el TULAS, Libro VI, Anexo 1. Pero su alteración puede causar irritación del estómago e intestinos, disminución en la producción de glóbulos rojos y blancos, cambios en la piel, e irritación de los pulmones.
Coliformes totales nmp/100 ml		3080	Remoción > al 99,9 % (3000) Según el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	Esta fuera de los límites permisibles según el TULAS, Libro VI, Anexo 1. La presentarse en el agua puede causar enfermedades gastrointestinales, tales como diarreas, parasitosis e infecciones intestinales.
Conductividad		512	500 Según el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	Esta fuera de los límites permisibles según el TULAS, Libro VI, Anexo 1.
Demanda bioquímica de oxígeno (5 días D.B.O ₅ .)	mg/l	121	100 Según el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12. Límites de	Esta Fuera de los límites permisibles según el TULAS, Libro VI, Anexo 1. Tomando en cuenta que el D.B.O₅ es la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para

			descarga a un cuerpo de agua dulce	degradar la materia orgánica biodegradable existente en el agua.
Demanda química de oxígeno D.Q.O.	mg/l	480	250 Según el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	Esta Fuera de los límites permisibles según el TULAS, Libro VI, Anexo 1. Conociendo que el D.Q.O es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar toda la materia orgánica y oxidable presente en el agua.
Nitrógeno total	mg/l	9	15 Según el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	Esta dentro de los límites permisibles según el TULAS, Libro VI, Anexo 1. Pero su alteración puede causar irritación del estómago e intestinos, disminución en la producción de glóbulos rojos y blancos, cambios en la piel, e irritación de los pulmones.
PH		7.69	5-9 Según el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	Esta dentro de los límites permisibles según el TULAS, Libro VI, Anexo 1. Pero su alteración puede causar irritación del estómago e intestinos, disminución en la producción de glóbulos rojos y blancos, cambios en la piel, e irritación de los pulmones.
Sólidos totales disueltos	mg/l	1637	1 600 Según el Libro VI,	Esta fuera de los límites permisibles según el TULAS, Libro VI, Anexo 1. Su presencia reduce

			Anexo 1, Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	fotosíntesis, cadenas tróficas, transporte de pesticidas, metales tóxicos, bacterias.
Sólidos suspendidos	mg/l	113	100 Según el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	Esta fuera de los límites permisibles según el TULAS, Libro VI, Anexo 1. Su presencia reduce fotosíntesis, cadenas tróficas, transporte de pesticidas, metales tóxicos, bacterias.
Temperatura		20.1	< 35 Según el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	Esta dentro de los límites permisibles según el TULAS, Libro VI, Anexo 1.

Elaboración: Nelly Lescano

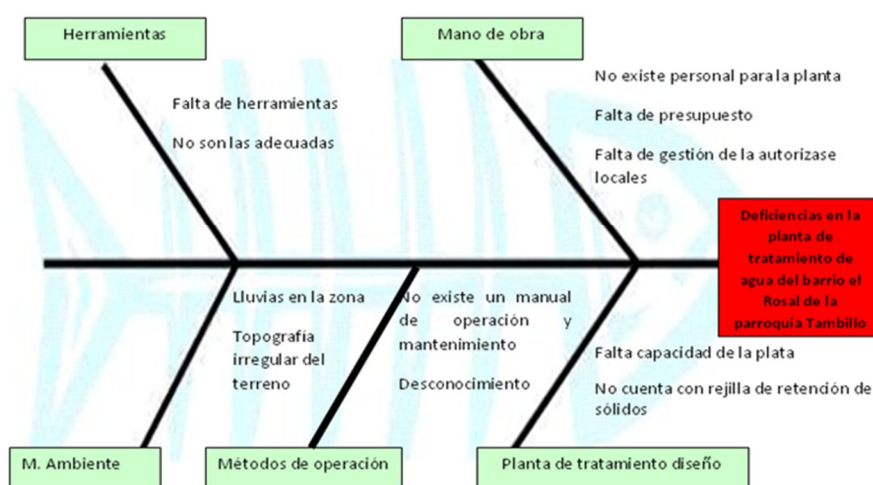
2.5. Interpretación de Resultados del Estudio

La caracterización del agua residual se realizó mediante análisis de laboratorio y su comparación está basada en el TULAS del Libro VI, Anexo 1, Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, de lo que arroja los siguientes resultados en función del cumplimiento de los límites máximos permisibles, así:

El 45, 5 % cumple con parámetros establecidos y el 54.5% no cumple con los parámetros determinados. Dentro de los parámetros no cumplidos están los coliformes fecales sobrepasando 1,02 veces el límite permisible establecido, la conductividad también sobrepasa los límites permisibles presentándose 1,02 veces mayor a lo normal; EID.B.O₅ sobrepasa con 1,21 veces el límite permisible, los valores de D.Q.O. se encuentran 1,92 veces sobre el límite permisible; los sólidos totales se encuentran 1,02 veces sobre el límite permisible, mientras que los sólidos suspendidos se encuentran 1.13 veces sobre los límites permisibles

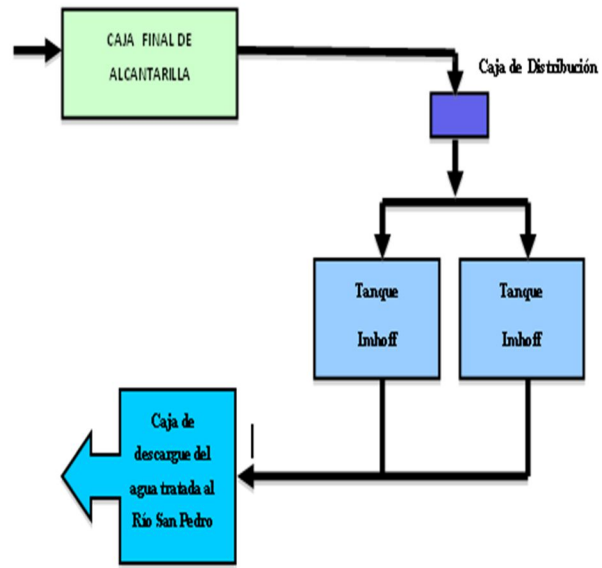
2.5.1. Problemática del Sistema de Tratamiento de las Aguas Servidas.

Gráfico 8. Problemática del sistema de tratamiento de aguas servidas existentes del barrio el Rosal, parroquia Tambillo, Cantón Mejía



Elaboración: Nelly Lescano

Grafico 9. Flujograma de Proceso de las Aguas Servidas Existentes



Elaboración: Nelly Lescano.

CAPITULO III

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

La propuesta de mejoramiento del sistema de tratamiento se realizó en base a la caracterización del agua residual y al análisis de las causas básicas realizadas.

3.1.General

El objetivo general del mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas servidas del barrio El Rosal de la parroquia Tambillo se centra en especificar las acciones o medidas que se deberá tomar dentro de la planta de tratamiento existente, esto ayudara a la prevención, control y mitigación ambiental en procura de un desarrollo sustentable de las actividades desarrolladas en su área de influencia, y aportar con la conservación y preservación de un ambiente natural sano y libre de contaminación.

3.2.Alcance

Al ser este trabajo un documento público, la propuesta de mejoramiento del sistema de tratamiento de agua residual , cuenta con el detalle de los cambios que se realizara en la parte del proceso, además contara con un procedimiento de operación y mantenimiento que deberán ser incorporadas para el manejo adecuado de la planta y sus desechos, las cuales son medidas destinadas para evitar que el río San Pedro, el medio ambiente, la población que se asienta en el área de influencia no se vean afectados por la contaminación del efluente.

A continuación se describe detalladamente las medidas planteadas para el mejoramiento del sistema de tratamiento existente, la propuesta se ha estructurado en función de los parámetros de los análisis de laboratorio que se encuentran fuera de los límites permisibles, y de la identificación de las posibles causas básicas encontradas en el estudio realizado.

3.3.Actividades propuestas

3.3.1. Diagnóstico de la situación actual de la planta de tratamiento.

En la presente tabla se diagnostica la situación actual de la planta y también los cambios requeridos (Tabla 9).

Tabla 6. Diagnóstico de la situación actual de la planta de tratamiento de aguas servidas

EQUIPO	DIAGNOSTICO (ESTADO DEL EQUIPO)	CAMBIOS REQUERIDOS
Aliviadero	Esta caja no cuenta con una rejilla de retención de sólidos	Colocar rejillas de acuerdo al grosor de sólidos existentes. Con éstas se retiene todo el material grueso, su principal objetivo es retener basuras, material sólido grueso que pueda afectar el funcionamiento de las bombas, válvulas, etc.
Caja de distribución o entrada	No cuenta con un medidor de caudal que permita el ingreso uniforme del agua a los reactores	Colocar un medidor de caudal, el mismo que permitirá conocer la cantidad exacta de agua a ser tratada de manera continua.
Reactor	Esta constituido de dos reactores los mismos	Realizar labores de limpieza de lodos

anaerobio	que su estructura se encuentran en perfecto estado. En cuanto a su funcionamiento se encuentran saturados por falta de operación y mantenimiento.	sedimentados e implementar un manual de operación y mantenimiento.
Zanja de adensamiento de lodos o secado de lodos	No se encuentra en operación y su diseño no es el ideal.	Cambiar su diseño por un lecho de secado de manera rectangular.
Zanja de infiltración biológica	Al momento no se encuentra en operación, y es necesario realizar un nuevo diseño que reemplace a esta zanja.	Cambiar el diseño de esta zanja por un pantano artificial.
Caja de descarga al río	Esta caja se encuentra en perfecto estado	Realizar mantenimiento constante de esta caja

Elaboración: Nelly Lescano

3.3.2. Mejoras propuestas en el diseño del proceso de tratamiento.

Las mejoras planteadas se realizaron de acuerdo a la caracterización del agua residual realizado para este trabajo y en base al diagnóstico de la situación actual de planta. Los siguientes parámetros de acuerdo a la caracterización realizada están fuera de los límites permisibles por la legislación ambiental ecuatoriana.

- Los coliformes fecales
- La conductividad
- El D.B.O5
- El D.Q.O.
- Los sólidos totales.
- Los sólidos suspendidos.

Según estos parámetros y de acuerdo al diagnóstico realizado, se presenta las siguientes propuestas de mejoras en el proceso de tratamiento de aguas residuales.

3.3.3. Implementación de un humedal artificial al proceso de tratamiento

El proceso de tratamiento, en base al sistema de humedales artificiales, ofrece un proceso biológicamente estable durante todas las épocas del año, asegurando de este modo un tratamiento sin emanación de olores y con contenidos de DBO, DQO, sólidos en suspensión, conductividad y coliformes con valores dentro de los requeridos.

Un humedal artificial es un sistema de tratamiento de agua residual (estanque o cauce) poco profundo, no más de 0.90mts, construido por el hombre, en el que se han sembrado plantas acuáticas, y contado con los procesos naturales para tratar el agua residual. Los humedales artificiales o wetlands construidos tienen ventajas respecto de los sistemas de tratamiento alternativos, debido a que requieren poca o ninguna energía para funcionar. Si hay suficiente tierra barata disponible cerca de la instalación de los wetlands de cultivo acuático, puede ser una alternativa de costo efectivo. Los humedales artificiales o wetlands proporcionan el hábitat para la vida silvestre, y son, estéticamente, agradables a la vista.

Ventajas de los humedales artificiales:

Las plantas pueden ser utilizadas como bombas extractoras de bajo costo para depurar aguas contaminadas. Sin embargo algunos procesos degradativos ocurren de forma más rápida con plantas que con microorganismos. Por lo tanto se considera que los humedales artificiales son método apropiado para descontaminar superficies grandes o para finalizar la descontaminación de áreas restringidas en plazos largos.

Características del Terreno

Para la construcción del humedal artificial se requiere de las siguientes características del terreno y datos de la caracterización del efluente. Para localizar el sitio del humedal, es necesario que haya terreno disponible con área suficiente para su construcción. El sitio de construcción del humedal, preferentemente debe ser próximo al sitio de descarga final. Este parámetro sí se cumple dentro de nuestra propuesta.

Siempre que sea posible, el sistema de humedales artificiales debe de estar localizadas en áreas más bajas en relación con el sistema de recolección de las aguas servidas del barrio, de modo que las aguas residuales puedan fluir por gravedad.

Tabla 7. Criterios de diseño del sistema de tratamiento de humedales artificiales

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS DEL ANÁLISIS	LÍMITE PERMITIDO
Aceites y grasas	mg/l	0.27	0.3 Según el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce
Arsénico total	mg/l	0.02	0.1 Según el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce
Coliformes totales nmp/100 ml		3080	Remoción > al 99,9 % (3000) Según el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce
Conductividad		512	500 Según el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce
Demanda bioquímica de oxígeno (5 días D.B.O ₅ .)	mg/l	121	100 Según el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce
Demanda química de oxígeno	mg/l	480	250 Según el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12. Límites de descarga a

D.Q.O.			un cuerpo de agua dulce
Nitrógeno total	mg/l	9	15 Según el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce
Ph		7.69	5-9 Según el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce
Sólidos totales disueltos	mg/l	1637	1 600 Según el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce
Sólidos suspendidos	mg/l	113	100 Según el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce
Temperatura		20.1	< 35 Según el Libro VI, Anexo 1, Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Elaboración: Nelly Lescano.

Calculo carga superficial en base a la temperatura (Mara y Pearson)

Tabla 8. Calculo carga superficial en base a la temperatura

$\lambda v_{(t < 10^\circ)}$	0 g/m ³ *día
$\lambda v_{(t > 10^\circ)}$	0 g/m ³ *día
$\lambda v_{(t > 20^\circ)}$	300 g/m ³ *día

Elaboración: Nelly Lescano.

$$\lambda v_{(20.1^\circ)} = 300 \text{ g/m}^3 \cdot \text{día de carga superficial volumétrica}$$

La Carga superficial tiene relación directa con los valores de demanda bioquímica de oxígeno más la demanda química de oxígeno dividido para dos, donde los miligramos se transforman a gramos/ m³ y el litro equivale a un día.

Calculo del Volumen del Pantano artificial

$$V_a = \frac{L_i \times Q_m}{\lambda v}$$

Dónde:

V_a= Volumen de la piscina

L_i= DBO del efluente

Q_m= Caudal medio m³/día

λ_v. = Carga superficial

$$V_a = \frac{121 \times 216,86}{300}$$

$$V_a = 87,46 \text{ m}^3$$

Calculo del tiempo de retención.

$$\theta_a = \frac{V_a}{Q_m}$$

Dónde:

θ_a = Tiempo de retención

V_a = Volumen de la piscina del pantano

Q_m = Caudal medio m³/día

$$\theta_a = \frac{87,46}{216,86}$$

$$\theta_a = 0,4 \text{ días}$$

$$\theta_a = 9,6 \text{ horas}$$

Área de la piscina del pantano

$$A = \frac{V_a}{Z}$$

Dónde:

A= Área de la piscina del pantano

Va= Volumen de la piscina del pantano

Z= Profundidad estimada (0,80 metros)

$$A = \frac{87,46}{0,80}$$

$$A = 109,3 \text{ m}^2$$

Para obtener el área real colocada la tubería y el material filtrante se obtiene multiplicando este valor por 2

$$\text{Área real} = 109,3 \times 2$$

$$\text{Área real} = 218,6 \text{ m}^2$$

Medidas de la piscina de pantano.

$$\text{Ancho} = \frac{\sqrt{Ar}}{\text{Prop}}$$

Dónde:

Ar= Área real del pantano

Prop= Proporción (2)

$$\text{Ancho} = \frac{\sqrt{218,6}}{2}$$

Ancho = 10.45 metros

Largo = Ancho x prop

Largo = 10,45 x 2

Largo= 20,90m

Eficiencia del pantano

$$E_f = 2(T \text{ ambiente}) + T \text{ agua del efluente}$$

$$E_f = 2(17,7) + 20,1$$

$$E_f = 55.5 \%$$

Descarga final de DBO al rio San Pedro

$$\text{DBO} = L_i - (L_i \times E_f)$$

Dónde:

L_i = DBO del efluente.

E_f = Eficiencia del pantano.

$$\text{DBO} = 121 - (121 \times 0.555)$$

DBO= 53,84

3.3.3.1. Materiales para la construcción

Los materiales utilizados en la elaboración son los siguientes:

- 360 m² de Geomenbrana de 5 milímetros
- 360 m³ de Geotextil.
- 164m³ de piedra bola mediana
- 55 m³ de ripio triturado
- 6 m³ polvo de piedra
- 10 quintales de cemento
- 10 m³ de tierra negra
- 10 tubos PVC perforados de 6 pulgadas
- 10 codos de PVC de 6 pulgadas
- 5 te de PVC de 6 pulgadas
- Material vegetativo (carrizos)

3.3.3.2. Etapas de construcción

3.3.3.2.1. Nivelación del terreno

La nivelación del terreno es muy importante, ya que de esto dependerá la buena distribución hidráulica. Cuando los niveles de la piscina no son exactos puede generar malos olores.

3.3.3.2.2. Excavación de área de la piscina.

La excavación consiste en retirar la tierra esto se realiza de acuerdo a la altura determinada en los cálculos realizados.

3.3.3.2.3. Colocación de la Geomenbrana y Geotextil

Antes de la colocación de la geomembrana y el geotextil se debe observar que el piso y las paredes este completamente lisas, esto ayuda a que la geomembrana no sufra daños. Después que la geomembrana esta puesta se coloca el geotextil, esto se realiza para proteger la Geomenbrana y evitar que se rompa al momento de colocar las piedras.

3.3.3.2.4. Colocación de la tubería PVC

La tubería se coloca de manera paralela y con los niveles exactos, esto ayuda a una distribución uniforme del agua por toda la piscina. Antes de su colocación se debe perforar la tubería

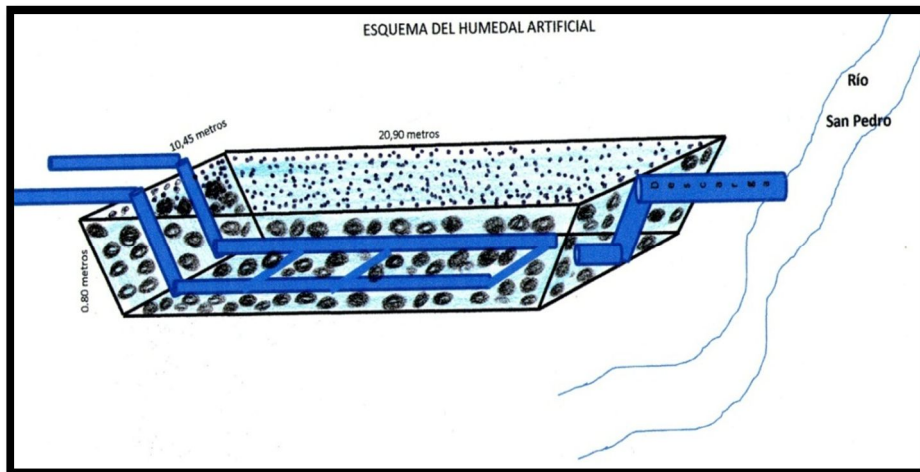
3.3.3.2.5. Colocación de la piedra ripio y tierra negra

Las piedras gruesas se colocan al fondo de la piscina hasta una altura de 0.50 metros. El resto se rellena con el ripio triturado, colocando al final una pequeña capa de tierra negra con el propósito que ayude a crecer el material vegetativo plantado.

3.3.3.2.6. Siembra de material vegetativo (carrizos).

Finalmente se procede a la siembra de los carrizos de manera uniforme a una distancia de 20 centímetros de planta a planta.

Grafico 10. Esquema y medidas finales del humedal artificial



Elaboración: Nelly Lescano.

3.3.4. Construcción de un lecho de secado para los lodos.

La construcción de un lecho de secado es muy importante, ya que en él se depositan los lodos evacuados del tanque de tratamiento primario.

El lecho de secado consiste en un área rectangular construida de concreto y con una cubierta de plástico, esto ayuda a la desinfección total de lodo por los ingresos de los rayos solares.

Este lecho se construye a nivel de piso con una profundidad de 0.50 metros, posterior se coloca una capa de ripio triturado de 0.20 metros. Esto ayuda al filtrado del agua de los lodos.

3.3.4.1. Materiales para su construcción.

Los materiales son los siguientes:

- Tubería galvanizada para el armazón de la cubeta.
- Plástico de invernadero
- Cemento
- Ripio y arena.
- Tubería para los desagües.

3.3.4.2. Medidas del lecho de secado.

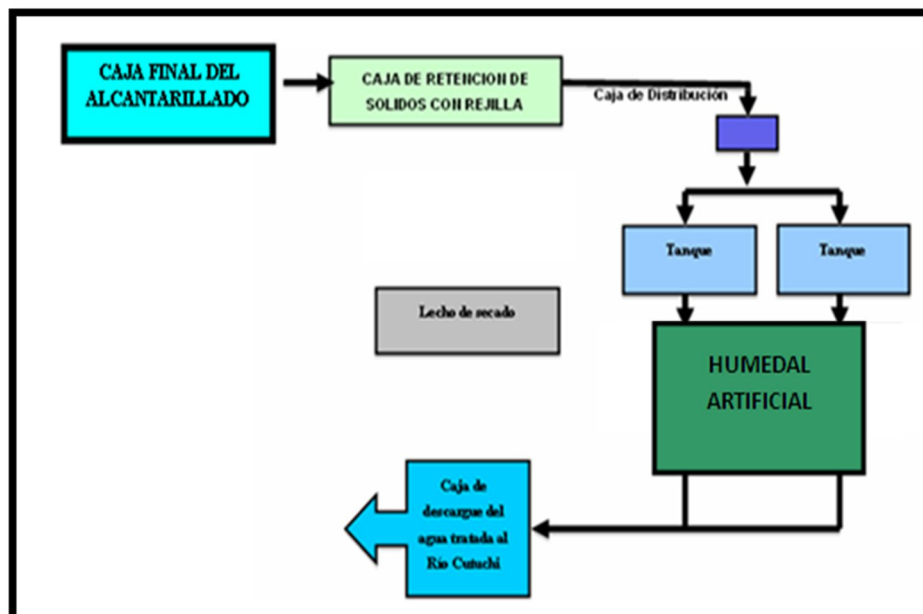
Largo = 6 metros

Ancho = 3 metros

Profundidad = 0.50 metros

Altura de la estructura = 2.50 metros.

Gráfico 11. Diagrama de proceso con mejoras del tratamiento de agua



Elaboración: Nelly Lescano.

3.4. Diseño del manual de Mantenimiento.

El sistema de tratamiento de aguas servidas del Barrio El Rosal de la Parroquia de Tambillo del Cantón Mejía, sólo puede cumplir su función si se opera de manera adecuada y sobre todo si se efectúan los debidos mantenimientos periódicamente y en el tiempo programado.

En el presente manual de operación y mantenimiento, los procesos de operación son descritos minuciosamente, detallando el sitio específico y las frecuencias de los trabajos. Así también se describen las medidas de mantenimiento necesarias para mantener un alto rendimiento de todas las unidades de tratamiento. El encargado del sistema de tratamiento de las aguas residuales debe llevar un control y chequeo diario; el cual es esencial para el correcto funcionamiento del tratamiento. Además que permite identificar cualquier falla que pudiera ocurrir durante el funcionamiento.

3.4.1. Objetivos

Objetivo general

Diseñar el Sistema de Mantenimiento en La Planta De Tratamiento de efluentes Residuales para mejorar la calidad de agua de descarga al Río San Pedro, Cantón Mejía.

Objetivos específicos

- Asegurar el correcto funcionamiento garantizando, de esa manera, que no exista ningún riesgo para la población circundante así como para el medio ambiente.

- Reparar cualquier daño en las unidades, eliminar cualquier tipo de obstrucción, formación de nudos, sedimentaciones o fugas de forma inmediata o en el momento en que se evidencie el fallo.

3.4.2. Justificación

En el diseño del Plan de Mantenimiento, deben tenerse en cuenta dos consideraciones muy importantes que afectan a algunos equipos en particular, están sometidos a normativas legales que regulan su mantenimiento, obligando a que se realicen en ellos determinadas actividades con una periodicidad establecida.

En segundo lugar, algunas de las actividades de mantenimiento no podemos realizarlas con el equipo habitual de mantenimiento (sea propio o contratado) pues se requiere de conocimientos y/o medios específicos que solo están en manos del fabricante, distribuidor o de un especialista en el equipo.

Estos dos aspectos deben ser valorados cuando tratamos de determinar el modelo de mantenimiento que debemos aplicar a un equipo, Presupuesto general para la operación y mantenimiento es necesario conocer los materiales y herramientas necesarias para llevar a cabo el respectivo mantenimiento de la planta.

3.4.3. Propósitos del Manual

Establecer procedimientos claros de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua residual del Barrio El Rosal de la Parroquia Tambillo, para garantizar el perfecto funcionamiento de acuerdo a los parámetros establecidos.

3.4.4. Alcance

Este procedimiento de operación y mantenimiento aplica a la planta de tratamiento de agua residual del Barrio El Rosal de la Parroquia Tambillo.

Tabla 9. Responsables de mantenimiento de las plantas de tratamiento

CARGO	ACTIVIDADES	CARGO	ACTIVIDADES
Junta Parroquial de Tambillo Directiva Barrial	Dirección y coordinación de trabajos	Personal de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento	<p>Realizar un recorrido diario de toda la planta identificando anomalías y novedades.</p> <p>Realizar los controles necesarios para la normal operación de la planta, tales como: medición de caudales, toma de muestras de agua, abrir y cerrar válvulas, compuertas cuando se alcancen los niveles.</p> <p>Limpieza de la caja de retención</p> <p>Mantenimiento y limpieza del tanque de distribución de caudales.</p> <p>Limpieza de paredes de los tanques</p> <p>Retirar las natas y sólidos flotantes del sistema de tratamiento.</p> <p>Adecantamiento y trabajos</p>

			<p>paisajísticos de Los sitios donde se encuentran las plantas de tratamiento</p> <p>Control de vectores.</p>
--	--	--	---

Elaboración: Nelly Lescano.

3.4.5. Políticas

El procedimiento debe cumplir con las políticas de Gestión ambiental, seguridad industrial y Salud e Higiene ocupacional, en especial debe cumplir con los programas de mantenimiento establecidos y una mejora continua del proceso de tratamiento de agua residual.





Tabla 10. Herramientas y materiales para la operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de agua

Herramientas	Utilidad
Rastrillo metálico.	Para retirar sólidos de las rejillas
Varilla metálica con gancho en un extremo.	Para destapar tubería
Manguera	Para destapar tubería y limpieza de tanques
Pala	Para retirar sólidos y lodos del tratamiento
Balde.	Para transporte de agua
Carreterilla,	Para el transporte de basura y lodos

Colador	Para el retiro de las natas de los tanque
Escoba plástica	Para limpieza de las paredes de los tanques
Pico.	Para levantar tapas y labores de limpieza
Machete	Para en manejo y poda de las plantas de los pantanos
Martillo	Para arreglar rejillas y cerramientos
Flexometro	Para medir el caudal
Brochas	Para pintar rejillas

Elaboración: Nelly Lescano.

Tabla 11. Equipos de protección personal necesarios en la operación y mantenimiento de aguas residuales.

Equipo	Fotografía	Beneficios
Guantes		Evitar enfermedades que afecten la salud de los trabajadores de operación y mantenimiento
Impermeables		
Botas		
Mascarillas		

Elaboración: Nelly Lescano.

3.4.5.1. Operación y mantenimiento de cajas de retención de sólidos y rejillas.

- El operador debe controlar que el agua fluya constantemente a través de la rejilla, realizando el siguiente procedimiento:
- Realizar ruta dos veces por día para el control
- En caso de encontrarse taponada deberá realizar lo siguiente:
- Tomar el rastrillo y retirar el material que obstruye el paso del agua
- Colocar en una funda plástica
- Transportar a un contenedor para su disposición final
- En caso de identificar daños en las cajas o rejillas se debe realizar el siguiente procedimiento:
- Informar al jefe inmediato del tipo de problemas que presenta

En caso de deterioro por oxidación de las rejillas

- Realizar un pedido de pintura
- Pintar las rejillas

En casos de daño total de las rejillas

- Tomar las medidas de la rejilla dañada
- Realizar una orden de trabajo para la construcción de otra rejilla.
- Retirar la rejilla dañada
- Colocar la rejilla nueva.

3.4.5.2. Operación y mantenimiento de las cajas de distribución de caudales.

- El operador debe controlar que el agua fluya constantemente a través de la rejilla, realizando el siguiente procedimiento:
- Realizar dos mediciones del caudal de entrada cada hora

- Verificar la repartición de caudales en el tanque repartidor, y determinar el ingreso a cada módulo del sistema.
- Mantener el nivel de agua a 10 cm debajo de la superficie.

Para el mantenimiento de limpieza de los tanques de distribución de caudales se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Levantar la tapa de la caja
- Limpiar las paredes, el piso y regleta de medición de la caja con una escoba y espátula
- Cerrar la tapa
- Limpiar los equipos utilizados

3.4.5.3. Operación y mantenimiento de los taques inhoff de sedimentación.

Para la operación del tanque se debe realizar el siguiente procedimiento:

- Levantar las tapas de los tanques de sedimentación.
- Medir con una regleta la profundidad de los lodos contenidos en el tanque.
- Inspeccionar la salida de cada tanque, y verificar su caudal.
- Descargar los lodos antes de que su nivel llegue cerca de 30 cm. de distancia al nivel superior del compartimiento.

Para el mantenimiento diario se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Destapar las patas de los tanques de sedimentación.
- Retirar con un colador de malla metálica las natas y sólidos flotantes que se hayan formado sobre la superficie de la cámara.
- Depositar los desechos en los patios de secado para su escurrimiento.

- Por último se debe revisar las tuberías o canales de entrada para verificar que no haya obstrucciones.
- En caso de que esto suceda, limpiar con agua a presión y retirar los sólidos que causan tal obstrucción.

Para el Mantenimiento anual

Extracción de lodos.

- Se debe realizar el siguiente procedimiento
- Retirar la tapa de las tuberías
- Acoplar la succión de la bomba de lodos.
- Depositar el lodo bombeado en el lecho de secado.
- Revisar la estructura y en caso de presentar fugas, éstas deben ser reparadas.
- Al final se deben revisarse válvulas, cajas de inspección y demás elementos auxiliares del tanque, y repararlos si se encuentran dañados.

3.4.5.4. Operación y mantenimiento de los pantanos artificiales.

Para la operación de los pantanos artificiales se debe realizar el siguiente procedimiento:

- Controlar el nivel de agua del pantano, en ningún caso debe ser superior a la superficie del medio poroso. Se puede controlar abriendo y cerrando la válvula de control, al inicio del funcionamiento del pantano.
- Mantener el nivel de agua a 10 cm debajo de la superficie.
- Rociar con frecuencia la vegetación sembrada en el pantano hasta que el agua del tanque Imhoff llene el estanque.
- Tomar muestras del agua a la entrada y salida del Pantano, tres veces en el día, con intervalo de 2 horas, y determinar los parámetros.

Para proporcionar Mantenimiento se debe:

- Limpiar el área
- Retirar malezas de los alrededores del pantano
- Controlar el crecimiento de la vegetación
- Realizar poda de la vegetación
- Limpiar las tuberías de entrada y salida del pantano, para esto se debe amarrar en una cuerda una lona y pasar de dos a tres veces por la tubería.

3.4.5.5. Operación y mantenimiento del lecho de secado.

Para la operación de los lechos de secado se debe realizar el siguiente procedimiento:

- Limpiar los patios de secado antes de ser vaciado el lodo para evitar que se mezcle el lodo viejo con el fresco, también deben removerse
- Descargar los lodos sobre los lechos de secado y espaciarlos en capas de un espesor de 20 a 30 centímetros, y en época de lluvias, no deben ser mayores de 15 centímetros
- Después de una semana verificar que la capa sea de los lodos uniforme
- Remover hasta formar pequeños promontorios y luego dejar que se siga secando.
- Remover los lodos de los patios aproximadamente después de tres semanas de haber formado los promontorios o cuando éstos se agrieten.

Para proporcionar Mantenimiento se debe:

- Limpiar las malezas
- Mantener limpias los traslucidos para el ingreso de los rayos solares.

Tabla 12. Programas de construcción de mejoras del sistema de tratamiento de aguas residuales.

Programa de construcción del humedal artificial				
ACTIVIDADES	MATERIAL	TIEMPO	COSTO (USD)	RESPONSABLE
Compra de materiales	Geomembrana	2 meses	\$3500	Directiva barrial, Junta parroquial, Municipio del Cantón Mejía.
	Geotextil		\$3500	Directiva barrial, Junta parroquial, Municipio del Cantón Mejía.
	Piedra		\$ 100	Directiva barrial, Junta parroquial, Municipio del Cantón Mejía.
	Ripio		\$100	Directiva barrial, Junta parroquial, Municipio del Cantón Mejía.
	Tierra negra		\$100	Directiva barrial, Junta parroquial, Municipio del Cantón Mejía.
	Tubos y accesorios		\$300	Directiva barrial, Junta parroquial, Municipio del Cantón Mejía.
	Cemento		\$100	
	Material vegetativo	2 meses	\$100	Directiva barrial, Junta parroquial, Municipio del Cantón Mejía.
Nivelación del terreno	Estudios topográficos	2 semanas	\$100	Directiva barrial, Junta parroquial, Municipio del Cantón Mejía.
Excavación de la piscina	Retroexcavadora y mano de obra	1 semana	\$100	Directiva barrial, Junta parroquial, Municipio del Cantón Mejía.

Colocación de la Geomenbrana y Geotextil	Mano de obra	1 semana	\$ 100	Directiva barrial, Junta parroquial, Municipio del Cantón Mejía.
Colación de la tubería	Mano de obra	1 semana	\$100	Directiva barrial, Junta parroquial, Municipio del Cantón Mejía.
Colocación de la piedra, ripio y tierra	Mano de obra	1 mes	\$300	Directiva barrial, Junta parroquial, Municipio del Cantón Mejía.
Siembra de material vegetativo	Mano de obra	1 semana	\$100	Directiva barrial, Junta parroquial, Municipio del Cantón Mejía.
Total de costo de construcción del humedal			\$8700	Directiva barrial, Junta parroquial, Municipio del Cantón Mejía.
Programa de construcción del lecho de secado				
Compra de materiales	Tubería galvanizada para el almacén de la cubierta.	2 meses	\$300	Directiva barrial, Junta parroquial, Municipio del Cantón Mejía.
	Plástico		\$100	Directiva barrial, Junta parroquial, Municipio del Cantón Mejía.
	Cemento, Ripio y arena		\$250	Directiva barrial, Junta parroquial, Municipio del Cantón Mejía.
	Tubería para los desagües.		\$20	Directiva barrial, Junta parroquial, Municipio del Cantón Mejía.
Construcción	Mano de obra	2 meses	\$500	Directiva barrial, Junta parroquial, Municipio del

				Cantón Mejía.
Total de costo de construcción del humedal			\$1070	Directiva barrial, Junta parroquial, Municipio del Cantón Mejía.
Programa de implementación del manual de operación y mantenimiento				
Operación del sistema	Capacitación	Constante	\$100	Directiva barrial, Junta parroquial, Municipio del Cantón Mejía.
Compra de materiales y equipos	Material	2 meses	\$200	Directiva barrial, Junta parroquial, Municipio del Cantón Mejía.
Mantenimiento tanques de sedimentación, vaciado de lodos	Mano de obra	Anual	\$1600	Directiva barrial, Junta parroquial, Municipio del Cantón Mejía.
Mantenimiento humedal artificial	Mano de obra	Anual		Directiva barrial, Junta parroquial, Municipio del Cantón Mejía.
Mantenimiento lecho de secado	Mano de obra	Semestral		Directiva barrial, Junta parroquial, Municipio del Cantón Mejía.
Total de operación de mantenimiento			\$1900	
Total de costo de las mejoras planteadas			\$11670	

Elaboración: Nelly Lescano.

CONCLUSIONES.

- El diagnóstico del sistema de tratamiento de aguas servidas del Barrio El Rosal, reveló que el inadecuado funcionamiento y mantenimiento de la planta afecta la calidad de las aguas, además la falta de un tratamiento preliminar, no ayuda a disminuir el ingreso de sólidos al sistema.
- Después de los análisis obtenidos en el laboratorio WASCORP S.A. WATER SERVICE CORPORATION S.A. refiriéndose a la tabla de interpretación de resultados del análisis bacteriológico se tuvo los siguientes resultados:
Coliformes Totales nmp/100ml. 3080, Sólidos Totales Mg/L. 1637, Sólidos en Suspensión Mg/L. 119, Conductividad Mg/L.512, DBO Mg/L. 121, DQO Mg/l. 263, superan los límites máximos permisibles según el TULAS libro VI Anexo I.
- Después de estos resultados concluimos que los parámetros que sobrepasan los límites permisibles representan el 54,5 % del total de parámetros de la muestra, por lo que es importante tomar medidas que ayuden a disminuir la contaminación.
- La red de alcantarillado drenara en su totalidad por gravedad con una cobertura poblacional del 100%.
- Las tuberías de la red de alcantarillado serán en su mayoría de PVC ya que el Municipio de Mejía renovó la red de alcantarillado, en el Barrio El Rosal.
- Las aguas servidas del Barrio El Rosal no tiene un sistema de tratamiento adecuado lo cual puede ser la causa de la muerte de animales y plantas del Río San Pedro. Un adecuado sistema de tratamiento del agua disminuiría en gran medida los riesgos que este tipo de agua causa a la humanidad.
- El presente proyecto será beneficioso para la población desde el punto de vista ambiental, económico, social y de salud pública.
- Es necesaria la participación del municipio y/o las autoridades correspondientes en el adecuado control de tratamiento de aguas servidas en las comunidades rurales.

RECOMENDACIONES

- Construir un sistema preliminar de rejillas de acuerdo a los sólidos existentes, previo al tanque sedimentador.
- Colocar un medidor de caudal, el mismo que permita conocer la cantidad exacta de agua a ser tratada de manera continua.
- Realizar labores de limpieza de lodos sedimentados e implementar un manual de operación y mantenimiento.
- Cambiar el diseño de la zanja de secado de lodos por un lecho de secado de manera rectangular.
- Cambiar el diseño de la zanja por un pantano artificial.
- Realizar mantenimiento constante de la caja de descarga al Río.
- Diseñar planes integrales de manejo y tratamiento de las aguas residuales domésticas tratadas, involucrando los componentes, alimentación y salud tanto a nivel de personas y animales, consideradas como medidas de prevención.
- Dar seguimiento al manual de mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas servidas a cabalidad para garantizar su correcto funcionamiento.
- Incluir mano de obra local en la etapa de mejoramiento y mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas servidas del Barrio El Rosal.
- El Municipio de Mejía debería crear una ordenanza de vertidos y descargas de efluentes sobre agua dulce.

Bibliografía

Bernal, et al. (2002). *Guía de selección de tecnología para el tratamiento de aguas residuales domésticas por métodos naturales* . Cali-Colombia : Seminario Internacional sobre métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales .

Clair, et al. (2001). *Química para Ingeniería Ambiental* . Colombia : McGraw-Hill.

Collado, L. (1992). *Depuración de aguas residuales en pequeñas comunidades* . Madrid : Colegio de Ingenieros de caminos, canales y puertos .

Collins, A., & Ellis, G. (1992). *Informative processing coupled with Expert System for water treatment plants*. USA: ISA Transactions.

Crites, R., & Tchobanoglous, G. (2000). *Sistemas de manejo de aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados* . Santafé de Bogotá : McGraw-Hill.

Espinoza, G. (2010). *Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Santiago de Chile : Universidad Santiago de Chile .

Galvis, A., Cardona, D., & Bernarl, D. (2005). *Modelo Conceptual de Selección de Tecnología para el Control de Contaminación por Aguas Residuales Domésticas en localidades Colombianas Menores a 30.000 habitantes*. Colombia: Conferencia Internacional de la acción local a las metas Globales .

González, A., & Figueroa, R. (1999). *Evaluación de tecnologías alternativas tanto para el tratamiento y desinfección del agua de consumo como para el tratamiento de excretas y aguas residuales en pequeñas localidades de la frontera norte*. México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua .

Hernández, L., & Galan, P. (2004). *Manual de Depuración Uralita: Sistemas de depuración de aguas residuales en núcleos de hasta 20.000 habitantes* . Madrid : Paraninfo .

Metcalf & Eddy. (1996). *Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización*. México: McGRAW-HILLS.

Ministerio del Ambiente. (Modificación 2013). *Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente*. Quito: Secretaria del ambiente.

Moreno, L. (2003). *La depuración de aguas residuales urbanas de pequeñas poblaciones mediante infiltración directa en el terreno* . España : Instituto Geológico y minero de España .

Noyola, et al. (2000). *Alternativa de Tratamiento de Aguas Residuales IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua)*. México: IMTA .

Organización Mundial de la Salud . (2004). *Agua, Saneamiento y Salud* .América : OMS.

Raines, D. (2004). *Water Wars: Drought, Flood, Folly and the Politics of Thirst*. Washington: Access to Water.

Romero, J. (2000). *Tratamiento de aguas residuales. teoría y principios de diseño*. Santafé de Bogotá : Escuela Colombiana de Ingeniería .

Sandoval, A. (2000). *Remoción de material orgánico disuelto, desinfección no convencional e Impacto de ésta en la salud humana* . México : Informe final en Edición .

Seoáñez, M. (2004). *Depuración de las aguas residuales por tecnologías ecológicas de bajo costo*. Madrid: Mundi-Prensa .

Simons. (1991). *Coatzacoalcos-Minatitlan Enviromental rehabilitation progam (Rehabilitation Strategy)*. Coatzacoalcos-Minatitlan: United Nations Environment Programme.

Snoeyink, V., & Jenkins, D. (1999). *Química del agua*. México: Limusa.

Worster, D. (1992). *Rivers of Empire: Water, Aridity, and the Growth of the American West*. American West: Informe en Aprobación .

LINKOGRAFIA

- ✓ www.tratamientodeaguas.org.mx/
- ✓ www.siss.gob.cl > ... > Fiscalización de empresas sanitarias
- ✓ fluidos.eia.edu.co/.../tratamientoresiduales/tratamientoresiduales.html
- ✓ www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r64913.DOCX
- ✓ <http://www.monografias.com/trabajos22/aguas-residuales-cafe/aguas-residuales-cafe.shtml#ixzz2uBX1G85S>
- ✓ <http://www.monografias.com/trabajos98/disenio-del-sistema-alcantarillado-sanitario-y-planta-tratamiento-aguas-residuales/disenio-del-sistema-alcantarillado-sanitario-y-planta-tratamiento-aguas-residuales3.shtml#ixzz2uBdU93b8>
- ✓ <http://www.monografias.com/trabajos/metoinves/metoinves.shtml#ixzz2>
- ✓ www.semgroup.ec
- ✓ www.tratamientodeaguas.org.mx/
- ✓ fluidos.eia.edu.co/.../tratamientoresiduales/tratamientoresiduales.html

ANEXOS



**Anexo 1. Fotografía de fin del Alcantarillado del Barrio el Rosal
Fuente: Nelly Lescano**



**Anexo 2. Fotografía de captación del agua de alcantarillado a la planta de
tratamiento.
Fuente: Nelly Lescano**



Anexo 3. Fotografía de tratamiento Preliminar
Fuente: Nelly Lescano



Anexo 4. Fotografía de tanque de almacenamiento
Fuente: Nelly Lescano



Anexo 5. Fotografía de tanque de almacenamiento y Tanque de tratamiento
Fuente: Nelly Lescano



Anexo 6. Fotografía de válvula
Fuente: Nelly Lescano



Anexo 7. Fotografía de canales para el tratamiento Biológico
Fuente: Nelly Lescano



Anexo 8. Fotografía decanal para el Tratamiento Biológico
Fuente: Nelly Lescano



Anexo 9. Fotografía de eliminación del Agua del Alcantarillado al Río San Pedro
Fuente: Nelly Lescano



Anexo 10. Fotografía de tanque de almacenamiento
Fuente: Nelly Lescano



**Anexo 11. Fotografía de evacuación de las Aguas Servidas al Rio San Pedro
Fuente: Nelly Lescano**