



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE

TITULACIÓN I

Optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales del proceso operativo en el patio de comidas del Centro Comercial “Malteria Plaza”, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Autores:

Calvopiña Janeth

Mayorga Andrés

Tutor:

Ing. Renán Lara

Latacunga - Ecuador

Abril – 2017



Índice de contenido

1. INFORMACIÓN GENERAL	5
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	7
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	8
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	9
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	10
6. OBJETIVOS.....	12
6.1. General	12
6.2. Específicos.....	12
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	13
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	15
8.1. Contaminación del Agua	15
8.2. Fuentes de Contaminación del Agua.....	16
8.2.1.Fuentes Naturales	16
8.2.2.Fuentes Artificiales	16
8.3. Principales Contaminantes del Agua.....	16
8.3.1.Microorganismos Patógenos	17
8.3.2.Desechos Orgánicos	17
8.3.3.Compuestos Orgánicos.....	17
8.4. Efectos de la Contaminación del Agua en la Salud.....	17
8.4.1.Directos.	17
8.4.2.Indirectos.....	18
8.5. Aguas Residuales	18
8.6. Características de las Aguas Residuales.....	18
8.7. Métodos para medición de caudales.....	19
8.7.1.Métodos de Aforo	19
8.7.2.Método Volumétrico	19
8.7.3.Método de Velocidad – Área.....	19
8.7.4.Método de vertedero triangular de 90°.....	19



8.8. Alternativas de Tratamiento de Aguas Residuales.....	20
8.9. Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.....	20
8.10. Tratamiento Físico	21
8.10.1.Filtración	21
8.10.2.Sistema de aireación.....	21
8.11. Tratamiento Químico	22
8.11.1.Coagulantes	22
8.11.2.Policloruro de Aluminio PAC.....	22
8.13. Sistema de Aplicación del Coagulante	25
8.13.1.Floculación	25
8.13.2.Factores que influyen en la floculación	25
8.13.3.Dosificación del Coagulante	26
8.14. Prueba de Jarras	26
8.15. MARCO LEGAL.....	27
9. HIPOTESIS	30
10. METODOLOGÍA y DISEÑO EXPERIMENTAL	31
10.1. Modalidad básica de investigación	31
10.1.1.De Campo	31
10.1.2.De laboratorio.....	31
10.2. Tipo de Investigación.....	31
10.2.1.Investigación Experimental	31
10.2.2.Investigación Bibliográfica	32
10.3. Métodos	32
10.4. Técnicas	33
10.4.4. Manejo específico del experimento.	33
10.4.4.1.Fase de campo:.....	33
10.4.5.Fase de laboratorio.....	34
11. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO:.....	36
12. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	38
13. BIBLIOGRAFIA	40
14. ANEXOS	43



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Beneficiarios.....	9
Tabla 2: Policloruro de Aluminio.....	23
Tabla 3: Proceso de Randomización	31
Tabla 5 Cronograma de actividades a realizarse	38

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: Medición de caudal	19
GRÁFICO 2: Cuadro de Análisis de Variancia (ANVA)	32

FIGURA

FIGURA 1: Prueba de Jarras	44
----------------------------------	----

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Tabla #8 del TULSMA.....	43
ANEXO 2: Etiqueta para muestras de agua residual.....	44



1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto

Optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales del proceso operativo en el patio de comidas del Centro Comercial “Maltería Plaza”, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Fecha de inicio:

Abril 2017 – agosto 2017

Fecha de finalización:

Octubre 2017 – marzo 2018

Lugar de ejecución:

Centro Comercial “Maltería Plaza”

Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Ingeniería en Medio Ambiente

Proyecto de investigación vinculado:

Estudio de los componentes bióticos y abióticos de las cuencas hidrográficas de la provincia de Cotopaxi.

Equipo de trabajo:

- Carlos Andrés Mayorga Bonilla
- Janeth Marisol Calvopiña Mullo

Coordinador:

Tecnólogo. Jorge Rosero



Tutor:

Ing. Renán Lara

Lector 1: M.Sc. Patricio Clavijo

Lector 2: Ing. José Andrade

Lector 3: Ing. Cristian Lozano

Área de conocimiento:

Área: Servicios

Sub área: 85 Protección del medio ambiente - control de la contaminación
atmosférica y del agua

Línea de investigación:

Gestión de la Calidad y Seguridad Laboral

Sub líneas de investigación de la carrera:

Impactos Ambientales



2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto de investigación se realizará con la finalidad de cumplir con los límites permisibles de parámetros de calidad de aguas residuales para ser descargadas hacia un cuerpo receptor de agua dulce, para lo cual se utilizarán procesos de tratamiento físicos y químicos que ayuden a la reducción de estas sustancias contaminantes del recurso agua.

Contribuyendo así al cuidado y protección del Medio Ambiente, según establece la constitución del Ecuador en la Sección Segunda Art 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.



3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El problema de las aguas residuales en nuestro país constituye un importante foco de contaminación de los sistemas acuáticos, siendo necesarios la aplicación de métodos de saneamiento antes de ser evacuadas las aguas residuales, pues del total de vertido generado por algunas fuentes de contaminación, sólo una parte es tratada con algún método de purificación, mientras que el resto es evacuado a sistemas naturales directamente causando graves daños al ecosistema acuático.

El desarrollo de la presente investigación se lo realizara en el Centro Comercial “Maltería Plaza” de la ciudad de Latacunga, la misma que poseen una planta de tratamiento pero que no cumple con los estándares de calidad para el saneamiento del agua.

En la actualidad los problemas ambientales han ido creciendo en forma excesiva. Provocando la atención del mundo entero, por lo que se vienen desarrollando una serie de programas más estrictos a nivel nacional e internacional con el objetivo de unir esfuerzos en el diseño de políticas y estrategias ambientales que permitan alcanzar un equilibrio entre las actividades realizadas por el hombre y el ambiente.

El presente proyecto de investigación permitirá mejorar la calidad de aguas residuales provenientes del patio de comidas del Centro Comercial Malteria Plaza, los cuales están fuera de los rangos permisibles, siendo causantes de la contaminación indirecta a la microcuenca del rio Cutuchi. Lo que pretende esta investigación es tratar el agua residual que se va a descargar indirectamente a la microcuenca del río, el cual deberá cumplir los estándares permisibles de los diferentes contaminantes mediante la implementación de procesos de tratamiento que ayudarán a la descontaminación de las aguas y del medio ambiente.



4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1: Beneficiarios

Beneficiarios directos	Beneficiarios indirectos	Población masculina:	Población Femenina:
Administradores, trabajadores	Habitantes de la Ciudad de Latacunga y visitantes al Centro Comercial Malteria Plaza	82.301	88.188
		Población Total:	170.489 habitantes

Fuente: INEN(2010).



5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En el Ecuador las aguas de los ríos se están contaminando debido a las descargas de aguas residuales, ocasionados por las grandes empresas industriales y ciudades que descargan sus aguas contaminadas directamente a los ríos sin ningún tipo de control, causando grandes impactos negativos sobre los cauces de los ríos. Según la base de datos de concesiones de SENAGUA publicada en el año 2011, en las demandas sectoriales, el uso contiguo predominante en el país es el sector agrícola, pues representa el 80% del caudal utilizado de un río, seguido por el uso doméstico (13%) y la industria (7%).

El tratamiento de los desechos líquidos urbanos e industriales es casi inexistente (apenas un 7%) y las que hay se ubican en el Austro del país, porque no se aplican las normas ambientales establecidas por el ente regulador el MAE, utilizándose el alcantarillado para la eliminación de aguas residuales que las conduce directamente al curso de los ríos. El crecimiento de las ciudades produce desechos líquidos que por el ineficiente manejo se acumulan en botaderos, quebradas y que están afectando a los cursos de agua, causando grave deterioro al ambiente y a la salud humana. (SENAGUA, s.f)

Es muy preocupante ver que en la provincia de Cotacachi la gran cantidad de agua es de uso residual, industrial, comercial, domesticas entre otros, debido a las empresas y micro empresas que se encuentran asentadas aldeañamente al río, y cada una de ellas no posee un tratamiento adecuado de las aguas, es por ello que la microcuenca del río Cutuhi está siendo afectado en gran mayoría por los diversos contaminantes que desembocan al mismo.

Si la cantidad de materia orgánica es suficientemente elevada, el consumo de oxígeno puede llevar a su agotamiento, lo que tiene una consecuencia inmediata en la destrucción de las comunidades acuáticas que necesitan el oxígeno para vivir. Además, el exceso de materia orgánica posibilita la proliferación de microorganismos, muchos de los cuales resultan patógenos, y provoca déficit de oxígeno, lo que aumenta la solubilidad en el agua de ciertos



metales y a la vez se incrementa el efecto de la corrosión de las conducciones y tuberías por la presencia de sulfuros.

En la ciudad de Latacunga, el río Cutuchi está seriamente contaminado; esta es la principal fuente de agua de los comuneros en ese sector, quienes denuncian que la contaminación del río está provocando serios daños al medio ambiente. En años atrás, las aguas servían para regar los cultivos y para dar de beber a los animales, en la actualidad estas actividades son imposibles de realizar.

El Centro Comercial Maltería Plaza está contaminando de manera indirecta al río Cutuchi, puesto que sus aguas residuales no cumplen con los estándares establecidos, las aguas residuales de Maltería Plaza son desembocadas al alcantarillado, aumentando el grado de contaminación físico, químico y biológico. Causando la pérdida de oxígeno, eutrofización, y pérdida de flora y fauna del río Cutuchi.



6. OBJETIVOS

6.1.General

- Optimizar la planta de tratamiento de aguas residuales del proceso operativo en el patio de comidas de Malteria Plaza.

6.2.Específicos

- Diagnosticar el estado actual de la Planta de tratamiento del punto de descarga del área de comida del centro comercial “La Malteria”
- Comparar los resultados obtenidos de los análisis de las muestras de aguas residuales con la normativa ambiental vigente.
- Evaluar los tratamientos de concentración de policloruro de aluminio, para su dosificación optima en las aguas residuales de Malteria Plaza.



7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Objetivo 1	Actividad(tareas)	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Diagnosticar el estado actual de la Planta de tratamiento del punto de descarga del área de comida del centro comercial “La Malteria”	<p>1.1. Reconocimiento del área de proyecto.</p> <p>1.2. Diagnóstico de la situación actual de la planta de tratamiento de aguas residuales.</p>	<p>Georreferenciación del área de estudio.</p> <p>Elaboración de los planos de la planta de tratamiento.</p>	<p>Observación de campo, utilización de un GPS.</p> <p>Utilización de una cinta metrica, hojas de campo, y del software AUTOCAD.</p>
Objetivo 2	Actividad(tareas)	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Comparar los resultados obtenidos de los análisis de las muestras de aguas residuales con la normativa ambiental vigente	<p>2.1. Toma de muestras de aguas residuales.</p>	<p>Comparar los resultados obtenidos de las muestras con la normativa ambiental vigente.</p>	<p>Utilización del Protocolo de muestreo para aguas residuales de acuerdo al TULSMA.</p> <p>Utilización del Equipo Multiparámetros</p>



Objetivo 3	Actividad(tareas)	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Evaluar los tratamientos de concentración de Policloruro de Aluminio, para su dosificación óptima en las aguas residuales de Maltería Plaza	3.1. Experimentación de las muestras en el laboratorio, que ayudara a mejorar la calidad de aguas residuales.	Obtención de la dosis óptima de PAC para disminuir los contaminantes de las aguas residuales, para el cumplimiento de la normativa vigente.	Utilización del Método de jarras, Aplicación del reactivo (Policloruro de Aluminio, Aplicación del diseño completamente al azar. Resultados obtenidos del análisis de las muestras.

Elaborado por: Calvopiña, Mayorga



8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

La contaminación de los recursos hídricos, ocurre de forma natural o a consecuencia de las actividades del ser humano. Entre las naturales tenemos las erupciones volcánicas, tormentas, la descomposición misma de la materia orgánica, entre otros, son eventos que pueden contaminar el agua. Sin embargo, debemos poner énfasis en la contaminación industrial, los asentamientos urbanos que son capaces de terminar con la vida existente de los recursos hídricos. (Reynols, K A., 2002)

Según: (Reynols, K A., 2002) al realizar un estudio sobre Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica, refiriéndose al tratamiento de las aguas residuales concluye que: “Se calcula que solamente 5% de las viviendas en Latinoamérica y el Caribe están conectadas a sistemas de tratamiento de aguas negras, de acuerdo al International Development Research Centre en Ottawa, Canadá. La gran mayoría de estos sistemas de tratamiento solamente emplean deposición primaria para eliminar los sólidos suspendidos.

Los financiamientos del desarrollo sostenible en el Ecuador manifiestan que: “Para evacuar la emisión de los efluentes de los domicilios, la cobertura de servicios y saneamiento en el Ecuador es sumamente baja, el 61,40% de la población urbana y el 36,7 % de la población rural tienen acceso a ellos (Consejo Nacional de recursos Hídricos, 1998). Se observa que la región Costa la tendencia ha sido construir el alcantarillado sanitario separado de los pluviales, en tanto en la sierra predominan los alcantarillados combinados”. (Jimenez, N & Gutierrez, S, 2005)

8.1. Contaminación del Agua

La contaminación está dada por la acción y el efecto de introducir materias o diversas formas de energía, o inducir medios en el agua, de manera directa o indirecta, dando lugar a una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función en un ecosistema. (Ruiz, G, 2000)

Dado que el agua rara vez se encuentra en estado puro, la noción de contaminante del agua comprende cualquier organismo vivo, mineral o compuesto químico cuya



concentración impida los usos benéficos del agua .De lo planteado tanto por Gallegos y Ongley la contaminación está dada por la acción y efecto de introducir sustancias orgánicas e inorgánicas procedentes de fuentes naturales y antropogénicas alterando el ciclo hidrológico del agua. (Onley, E., 1997)

8.2. Fuentes de Contaminación del Agua

Las fuentes de contaminación del agua se caracterizan como fuente natural y fuente artificial.

8.2.1. Fuentes Naturales

Dependiendo de los terrenos que atraviesa el agua puede contener componentes de origen natural procedentes del contacto con la atmósfera y el suelo (Ej. Sales minerales, calcio, magnesio, hierro etc.). Aunque pueden ser nocivos para la salud, en general son sustancias que se pueden identificar fácilmente y eliminar. (Guzman, G, 2002)

8.2.2. Fuentes Artificiales

Las fuentes artificiales son producidas como consecuencia de las actividades humanas. El desarrollo industrial ha provocado la presencia de ciertos componentes que son peligrosos para el medio ambiente y para los organismos y difíciles de eliminar. (Guzman, G, 2002)

8.3. Principales Contaminantes del Agua

La contaminación de las aguas puede proceder de fuentes naturales o de actividades humanas. En la actualidad la más importante, sin duda, es la provocada por el hombre. El desarrollo y la industrialización implica un mayor uso de agua, una gran generación de residuos de los cuales muchos van a parar al agua y el aumento en el uso de medios de transporte fluvial y marítimo que, en muchas ocasiones, son causa de contaminación de las aguas. (Barba, L, E, 2002)

A continuación, se consideran las fuentes naturales y antropogénicas de contaminación, estudiando dentro de estas últimas las industriales, los vertidos urbanos, las procedentes de la navegación y de las actividades agrícolas y ganaderas. Hay un gran número de contaminantes del agua que se pueden clasificar en grupos. (Barba, L, E, 2002)



8.3.1. Microorganismos Patógenos

Para (Guzman, G, 2002) los microorganismos patógenos “son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tifus, gastroenteritis diversas, hepatitis, etc. En los países en vías de desarrollo las enfermedades producidas por estos patógenos son uno de los motivos más importantes de muerte prematura, sobre todo de niños”.

8.3.2. Desechos Orgánicos

Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. (Guzman, G, 2002)

Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y ya no pueden vivir en estas aguas peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno. (Guzman, G, 2002)

Buenos índices para medir la contaminación por desechos orgánicos son la cantidad de oxígeno disuelto, DQO, en agua, o la DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) y Tensoactivos. (Guzman, G, 2002)

8.3.3. Compuestos Orgánicos.

Muchas moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etc. acaban en el agua y permanecen, en algunos casos, largos períodos de tiempo, porque, al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos. (Guzman, G, 2002)

8.4. Efectos de la Contaminación del Agua en la Salud.

La contaminación del agua representa un gran problema de salud pública. Los mecanismos de transmisión de las enfermedades pueden darse de dos formas. (Guzman, G, 2002)

8.4.1. Directos.

Por ingestión de agua contaminada, procedente de abastecimientos de grandes poblaciones o de pozos contaminados. En otros casos es por contacto cutáneo o mucoso (con fines recreativos, contacto ocupacional o incluso terapéutico) pudiendo originar



infecciones locales en piel dañada o infecciones sistémicas en personas con problemas de inmunodepresión. (Guzman, G, 2002)

8.4.2. Indirectos.

El agua actúa como vehículo de infecciones, o bien puede transmitirse a través de alimentos contaminados por el riego de aguas residuales. Así mismo, los moluscos acumulan gran cantidad de polivirus y pueden ser ingeridos y afectar a los seres humanos. Finalmente, algunos insectos que se reproducen en el agua son transmisores de enfermedades como el paludismo o la fiebre amarilla. (Guzman, G, 2002)

8.5. Aguas Residuales

Según (Ruiz, G, 2000)“las aguas residuales son las aguas captadas y usadas por los seres humanos en sus diferentes actividades y que de una u otra manera los sólidos se introducen en ellas para luego ser transportadas mediante el sistema de conducción de aguas residuales”.

8.6. Características de las Aguas Residuales

Toda caracterización de aguas residuales implica un programa de muestreo apropiado para asegurar representatividad de la muestra y un análisis de laboratorio de conformidad con normas estándar que aseguren precisión y exactitud en los resultados. (Romero, J, 2004)

- ***Aguas Residuales Domésticas***

Se considera aguas residuales domésticas a los líquidos provenientes de las viviendas o residencias, edificios comerciales e institucionales. (Romero, J, 2004)

- ***Aguas Grises***

Son aquellas aguas residuales provenientes de tinajas, duchas, lavamanos y lavadoras, portantes de DBO, sólidos suspendidos, fosforo, grasas y coliformes fecales, esto es, aguas residuales domésticas, excluyendo las de los inodoros. (Romero, J, 2004)

8.7. Métodos para medición de caudales

8.7.1. Métodos de Aforo

En estudios referentes a tratamiento de aguas residuales es importante conocer los métodos de aforo según investigadores Barrios, C.; Torres, .; Lampoglia, T.; Agüero, R., (2009) “existen varios métodos para determinar el caudal de agua y los más utilizados en los proyectos en zonas rurales son los métodos volumétrico y de velocidad-área. El primero es utilizado para calcular caudales hasta con un máximo de 10 l/s. y el segundo para caudales mayores a 10 l/s.”.

8.7.2. Método Volumétrico

Uno de los métodos que tenemos y vamos a utilizar es el volumétrico Según (Ara11)“El método consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido. Posteriormente se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal en l/s.”.

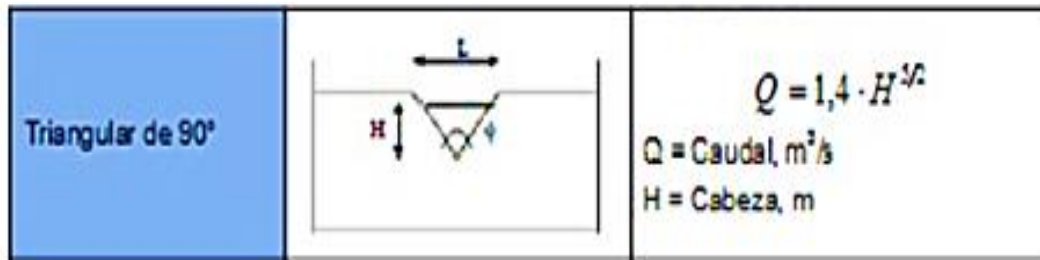
8.7.3. Método de Velocidad – Área

Con este método se mide la velocidad del agua superficial que discurre de la fuente tomando el tiempo que demora un objeto flotante en llegar de un punto a otro en una sección uniforme. Se toma un trecho de la corriente; se mide el área de la sección; se lanza un cuerpo que flote, aguas arriba de primer punto de control, y al paso del cuerpo por dicho punto se inicia la toma del tiempo que dura el viaje hasta el punto de control corriente abajo. El resultado de la velocidad se ajusta a un factor de 0.8 a 0.9. (Ara11)

8.7.4. Método de vertedero triangular de 90°

Desde el punto de vista de (Coa, R, 2016) la sección por la cual se da el vertimiento tenemos el vertedero triangular. En caso de tomar la decisión de utilizar un vertedero de geometría conocida implica necesariamente que el flujo del vertimiento se dirija sobre un canal abierto, en el cual se pueda conocer la carga o cabeza (H) de la corriente sobre el vertedero. Con este valor se podrá determinar el caudal en el canal.

GRÁFICO 1: Medición de caudal



Fuente: (Coa, R, 2016)

Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales

La prevención de la polución del agua y del suelo sólo es posible si se definen técnicas apropiadas de tratamiento y disposición de las aguas residuales. Sin embargo, ningún programa de control tendrá éxito si no se cuenta con los recursos financieros para su implantación, operación y mantenimiento permanente. (Romero, J, 2004)“el objetivo básico del tratamiento de aguas es proteger la salud y promover el bienestar de los individuos miembros de la sociedad”.

8.8. Alternativas de Tratamiento de Aguas Residuales

Estas alternativas podemos agrupar en tres categorías principales:

- **Primario:** eliminará del agua residual los contaminantes que floten. Eliminará en forma característica, 60% de los sólidos suspendidos en las aguas negras sin tratar, y 35% de la DBO5. No se eliminarán los contaminantes solubles.
- **Secundario:** elimina más del 85% del DBO5 y los sólidos suspendidos, no anula cantidades importantes de nitrógeno, fosforo o metales pesados, ni elimina por completo las bacterias y los virus patógenos.
- **Terciario o avanzado:** puede consistir en tratamiento químico y filtración del agua residual. Algunos de esos procesos eliminan hasta el 99% de la DBO5, el fósforo, los sólidos suspendidos, las bacterias y el 95% del nitrógeno. (Romero, J, 2004)

8.9. Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

La selección de tal o cual proceso implementar va a depender de ciertas características como: las características del agua cruda, la calidad requerida del efluente, la disponibilidad de terreno, los costos de construcción y operación del sistema de



tratamiento, la confiabilidad del sistema de tratamiento, la facilidad de optimización del proceso para satisfacer requerimientos futuros más exigentes. (Romero, J, 2004)

Con respecto a los sistemas de tratamiento de aguas residuales Jairo Alberto Romero Rojas: “la mejor alternativa de tratamiento se selecciona con base en el estudio individual de cada caso, de acuerdo con las eficiencias de remoción requeridas y con los costos de cada una de las posibles soluciones técnicas”.

8.10. Tratamiento Físico

8.10.1. Filtración

Una vez que se ha decantado el agua para terminar el proceso de clarificación, se hace pasar por una etapa de filtración, la cual consiste en hacer pasar el agua que todavía contiene materias en suspensión a través de un medio filtrante que permite el paso del líquido, pero no el de las partículas sólidas, las cuales quedan retenidas en el medio filtrante. De este modo, las partículas que no han sedimentado en el decantador son retenidas en los filtros. El medio filtrante más utilizado es la arena, sobre un lecho de grava como soporte. Aunque también existen otros tipos de lechos como membranas filtrantes que pueden ser de plástico o de metal. (Romero, M, s.f)

Para evitar atascamientos en esta etapa, es importante que la retención de las partículas se haga en el interior del lecho filtrante, y no en la superficie del lecho, por este motivo, será muy importante hacer una elección adecuada del tamaño del grano del lecho filtrante. (Romero, M, s.f)

Los filtros más utilizados en potabilización de agua son los filtros rápidos en los que el agua ha sido pasada previamente por un proceso de coagulación-floculación. (Romero, M, s.f)

8.10.2. Sistema de aireación

Es el proceso mediante el cual el agua se pone en contacto íntimo con el aire, para modificar las concentraciones de sustancias volátiles contenidas en ella. Su principal función en los procesos biológicos consiste en proporcionar oxígeno y mezclarlo con el agua residual, la cual está dirigida hacia la: transferencia de oxígeno disuelto, remoción de sustancias volátiles productoras de olores y sabores desagradables, dióxido de carbono,



hidruro de azufre, hierro, magnesio, metano, cloro, amoníaco, y compuestos orgánicos volátiles. (Meza, A & Cueto D, 2012)

8.11. Tratamiento Químico

8.11.1. Coagulantes

Es un proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se producen al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, por medio de la adición de los coagulantes químicos y la aplicación de la energía de mezclado. (Ocaña, M, 2014)

La coagulación es el tratamiento más eficaz pero también es el que representa un gasto elevado cuando no está bien realizado. Es igualmente el método universal porque elimina una gran cantidad de sustancias de diversas naturalezas y de peso de materia que son eliminados al menor costo, en comparación con otros métodos. (Ocaña, M, 2014)

8.11.2. Policloruro de Aluminio PAC

Siendo el más utilizados el Policloruro de aluminio PAC; cuando se adiciona se producen una serie de reacciones muy complejas donde los productos de hidrólisis son más eficaces que los iones mismos, reaccionan con la alcalinidad del agua y producen los hidróxidos de aluminio que son insolubles formando los precipitados.

Es el resultado de un proceso complejo y controlado de fabricación, comúnmente denominado Policloruro de aluminio, polihidroxiclورو de aluminio, cloruro de polialuminio, cloruro de aluminio polibásico, cloruro básico de aluminio, clorhidróxido de aluminio, oxiclورو de aluminio, entre otros.

Presenta ciertas ventajas frente a los coagulantes comunes:

- Mayor potencia de coagulación.
- Mayor velocidad de coagulación y floculación.
- Menor gasto de coagulantes especialmente de turbiedad alta.
- No importa el aluminio disuelto en agua.
- Se obtiene la menor turbiedad final del proceso.
- Menor consumo de álcalis.
- Es efectivo en un amplio rango de pH.

- Igual rendimiento a distintas temperaturas.
- Remoción de color

Algunos fabricantes ofrecen diferentes tipos de PAC según sea su contenido de óxidos útiles o su basicidad. Son distribuidos al granel mediante carrotanques o en contenedores plásticos, éstos se deben almacenar en bodegas amplias y ventiladas con temperatura ambiente entre 0 y 40 °C, y no exponerlos al sol.

8.12. Presentaciones del Policloruro de Aluminio

Tabla 2: Policloruro de Aluminio

Referencia	Apariencia	% Al ₂ O ₃	% Al	% Cl	Densidad
PQPAC 001	Amarillo transparente	17 % mín.	9 % mín.	12 % mín.	1.31 – 1.32
PQPAC 002	Amarillo transparente	10 % mín.	5.5 % mín.	8 % mín.	1.20 – 1.28
PQPAC RS	Ámbar	10 % mín.	5.5 % mín.	-----	1.20 – 1.26
PQPAC HRS	Ámbar	17 % mín.	9 % mín.	-----	1.335 – 1.350

FUENTE: (Productos Químicos Panamericanos S.A., s.f)

Factores que influyen en la coagulación

Las siguientes variables se deben analizar para optimizar la coagulación, ya que su interrelación permite predecir la cantidad adecuada de coagulante a adicionar al agua:

Tamaño de las partículas: las partículas con diámetro entre una y cinco micras, sirven como núcleos de floc, en cambio de diámetro superior a cinco micras, son demasiado grandes para ser incorporadas en el floc. (Guananga, A, 2013)

Temperatura: cambia el tiempo de formación del floc, entre más fría el agua, la reacción es más lenta y el tiempo de formación del floc es mayor. Mientras que a temperaturas muy elevadas desfavorecen igualmente a la coagulación. (Guananga, A, 2013)



pH: para cada coagulante hay por lo menos una zona de pH óptima, en la cual una buena floculación ocurre en el tiempo más corto y con la misma dosis de coagulante.

El pH óptimo varía según la naturaleza del agua, cuanto menos sea la dosis de coagulante, tanto mayor será la sensibilidad del floculo a cambios de pH. (Guananga, A, 2013)

Relación cantidad-tiempo: la cantidad de coagulante es inversamente proporcional al tiempo de formación del floc. (Guananga, A, 2013)

Alcalinidad: guarda la relación con el pH y por lo tanto su contenido es uno de los factores por considerar en la coagulación. (Guananga, A, 2013)

Influencia de las Sales Disueltas: modifican el rango de pH óptimo, el tiempo requerido para la floculación, la cantidad de coagulantes requerido, así como la cantidad residual del coagulante dentro del efluente. (Guananga, A, 2013)

Influencia de la Dosis del Coagulante: tiene influencia directa en la eficiencia de la coagulación:

A poca cantidad del coagulante, la formación de los microflóculos es muy escaso, con valores de turbiedad elevada. (Guananga, A, 2013)

Alta cantidad de coagulante se forma gran cantidad de microflóculos con tamaños muy pequeños de velocidades de sedimentación muy bajas, con turbiedad igualmente elevada.

La selección del coagulante influye sobre la buena o mala calidad del agua clarificada y el buen o mal funcionamiento de los decantadores principalmente.

Influencia de Mezcla: el grado de agitación durante la adición del coagulante, determina si la coagulación es completa; a turbulencias desiguales se tendrán porciones de agua con mayor, menor o casi nada de coagulante. En el transcurso de la coagulación y floculación, se procede a la mezcla de productos químicos en dos etapas. (Guananga, A, 2013)

Mezcla rápida: primera etapa enérgica y de corta duración 60 s., máx. Donde se inyecta y dispersa el coagulante dentro del volumen del agua a tratar en una zona de fuerte turbulencia. (Guananga, A, 2013)

Mezcla lenta: segunda etapa que desarrolla microflóculos, el tiempo de mezcla no excede de 15 min. Un tiempo excesivo puede originar una floculación más eficiente, pero a su vez una pobre sedimentación.

Turbiedad



Para cada turbiedad existe una cantidad de coagulante con la que se obtiene la turbiedad residual más baja, que corresponde a la dosis óptima.

La cantidad de coagulante es indistinto de una elevada o baja turbiedad ya que cuando la turbiedad aumenta no es necesario gran cantidad de coagulante debido a que la probabilidad de colisión entre las partículas es muy elevada; por lo que la coagulación se realiza con facilidad; por el contrario, cuando la turbiedad es baja la coagulación se realiza muy difícilmente, y la cantidad del coagulante es igual o mayor que si la turbiedad fuese alta. Cuando la turbiedad es muy alta es conveniente realizar una pre sedimentación. (Guananga, A, 2013)

8.13. Sistema de Aplicación del Coagulante

La dosis del coagulante se adiciona al agua en forma constante y uniforme en la unidad de mezcla rápida.

El sistema de dosificación debe proporcionar un caudal constante y fácilmente regulable. (Guananga, A, 2013)

8.13.1. Floculación

Proceso que consiste en la agitación de la masa coagulada para permitir el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso para sedimentar con facilidad. Desestabilización en el que el agua cambia de velocidad y se agita con paletas o canales en forma de serpentín que permite que los flóculos pequeños se mezclen y formen flóculos más grandes y pesados. (Guzman, G, 2002)

8.13.2. Factores que influyen en la floculación

Concentración y naturaleza de las partículas: la velocidad de formación del floc es proporcional a la concentración de partículas en el agua y su tamaño inicial.

Tiempo de detención: la velocidad de aglomeración de las partículas es proporcional al tiempo de detención, el cual es lo más cercano al determinado por medio de la prueba de jarras.

Gradiente de velocidad: factor proporcional a la velocidad de aglomeración de las partículas. (Guananga, A, 2013)

8.13.3. Dosificación del Coagulante

La dosificación es uno de los procesos más importantes para que el proceso de potabilización sea óptimo. Sirve para conocer la dosis óptima de coagulante que se debe adicionar al agua cruda, determinando así la eficiencia del proceso.

La dosis del coagulante que se adicione debe ser en forma constante y uniforme en la unidad de mezcla rápida, para que el coagulante sea completamente dispersado y mezclado con el agua, así mismo el sistema de dosificación debe proporcionar un caudal constante y fácilmente regulable. (Guzman, G, 2002)

Parámetros de Dosificación

8.13.3.1. *pH optimo*

La concentración de iones de hidrógeno de la mezcla de agua y de iones de aluminio es de fundamental importancia en la formación del flóculo. Los rangos de pH con los cuales se optimiza la coagulación para remover color son 4,0 a 6,0 mientras para turbiedad es 6,5 a 7,0. (Guananga, A, 2013)

8.13.3.2. *Dosis*

- Para uso en agua potable 30 mg/lit máximo
- Para uso en aguas residuales puede ser entre 50-500 mg/lit
- Para uso en aguas aceitosas 500-2000 mg/lit (Adar Química S.A de C.V , s.f.)

8.14. Prueba de Jarras

Pruebas de Jarra es un método experimental en condiciones óptimas se determinan empíricamente y no teórica, la prueba de jarras son para imitar las condiciones y procesos que tienen lugar en la parte de clarificación de agua y plantas de tratamiento de aguas residuales. Los valores que se obtienen a través del experimento se correlacionan y ajustado para tener en cuenta para el sistema de tratamiento. (**FIGURA 1**) (Navarro, N , 2010)



8.15. MARCO LEGAL

8.15.1. *Constitución de la República del Ecuador (2008)*

- *Capítulo segundo - Derechos del buen vivir - Sección segunda – Ambiente sano.*

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, (sumak kawsay).

8.15.2. *Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua (R. O. N.- 305 – SEGUNDO SUPLEMENTO 06 de Agosto de 2014)*

- *Título III. Derechos, Garantías y obligaciones. Capítulo III. Derechos de la naturaleza.*

Art. 66.- Restauración y recuperación del agua. La restauración del agua será independiente de la obligación del estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos afectados por la contaminación de las aguas o que dependan de los ecosistemas alterados.

- *Capítulo VI. Garantías preventivas.*

Sección Segunda. Objetivos de prevención y control de la contaminación del agua.

Art. 79 Objetivos de prevención y conservación del agua. a) garantizar el derecho humano al agua para el buen vivir o sumak kausay, los derechos reconocidos a la naturaleza y la preservación de todas las formas de vida, en un ambiente sano, equilibrado y libre de contaminación. E) Prohibir, prevenir, controlar y sancionar la contaminación de las aguas mediante vertidos o depósitos de desechos sólidos, líquidos y gaseosos; compuestos orgánicos, inorgánicos o cualquier otra sustancia tóxica que alteren la calidad del agua o afecten a la salud humana, la fauna, flora y el equilibrio de la vida.

Art. 80.- Vertidos: prohibiciones y control. Se consideran como vertidos las descargas de aguas residuales que se realicen directo indirectamente en el dominio hídrico público. Queda prohibido el vertido directo o indirecto de aguas o productos residuales, aguas



servidas, sin tratamiento y lixiviados susceptibles de contaminar las aguas del dominio hídrico público.

8.16. Título V. Infracciones, sanciones y responsabilidades.

Capítulo I. Infracciones.

Art. 151.- Infracciones administrativas en materia de los recursos hídricos.

Verter aguas contaminadas sin tratamiento o sustancias contaminantes en el dominio hídrico público.

Art. 153.- Procedimiento sancionatorio de infracciones administrativas. El inicio del procedimiento sancionatorio a las infracciones administrativas a las que se hacen referencia en este título, procede por denuncia de cualquier persona en ejercicio de sus derechos o de la autoridad Única del Agua.

8.17. Ley Orgánica de Salud, Registro oficial Nro. 423 (2006)

- *Libro Segundo Artículo 95*

La autoridad sanitaria nacional en coordinación con el Ministerio de Ambiente, establecerá las normas básicas para la preservación del ambiente en materias relacionadas con la salud humana, las mismas que serán de cumplimiento obligatorio para todas las personas naturales, entidades públicas, privadas y comunitarias. El Estado a través de los organismos competentes y el sector privado está obligado a proporcionar a la población, información adecuada y veraz respecto del impacto ambiental y sus consecuencias para la salud individual y colectiva.

8.18. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA)

- *Acuer5-Acuerdo-Ministerial-097A-y-083B-registro_oficial_387-Limites-permisiblesdo ministerial 097-A*

Criterios generales para la descarga de efluentes. Normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de conducción de aguas residuales, como a los cuerpos de agua dulce.



El regulado 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.

En la tabla 8 (**ANEXO I**) de la presente norma, se establecen los parámetros de descarga hacia el sistema de alcantarillado público, los valores de los límites máximos permisibles, corresponden a promedios diarios.

Se prohíbe toda descarga de residuos líquidos a las vías públicas, canales de riego y drenaje o sistemas de recolección de aguas lluvias y aguas subterráneas. La Entidad Ambiental de Control, de manera provisional mientras no exista sistema de conducción de aguas residuales certificado por el proveedor del servicio de alcantarillado sanitario y tratamiento e informe favorable de esta entidad para esa descarga, podrá permitir la descarga de aguas residuales a sistemas de recolección de aguas lluvias, por excepción, siempre que estas cumplan con las normas de descarga a cuerpos de agua.

Las aguas residuales que no cumplan previamente a su descarga, con los parámetros establecidos de descarga en esta Norma, deberán ser tratadas mediante tratamiento convencional, sea cual fuere su origen: público o privado. Por lo tanto, los sistemas de tratamiento deben ser modulares para evitar la falta absoluta de tratamiento de las aguas residuales en caso de paralización de una de las unidades, por falla o mantenimiento.



9. HIPOTESIS

H0 Alternativa: ¿Se reducirá la concentración de contaminantes de las aguas residuales del Centro Comercial Malteria plaza con la utilización del policloruro de aluminio?

H1 Nula: ¿No se reducirá la concentración de contaminantes de las aguas residuales del Centro Comercial Malteria plaza con la utilización del policloruro de aluminio?

10. METODOLOGÍA y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1. Modalidad básica de investigación

10.1.1. De Campo

La investigación es de campo, la obtención de datos se realizará directamente en cada local de comida y en la planta de tratamiento, lo cual permitirá conocer la situación actual del lugar objeto de estudio.

10.1.2. De laboratorio

Luego de realizar la recolección de muestras de aguas aplicando la metodología correspondiente, en el laboratorio; se medirá los parámetros más relevantes (pH, Conductividad eléctrica, Oxígeno Disuelto, temperatura, etc).

10.2. Tipo de Investigación

10.2.1. Investigación Experimental

Para nuestra investigación se aplicará el Diseño Completamente al Azar. El propósito de este diseño es efectuar un análisis para la comparación de medidas de más de dos poblaciones.

Los tratamientos son asignados a las unidades experimentales sin ninguna restricción en la distribución al azar. El número de repeticiones o unidades por tratamiento puede ser igual o diferente.

Dentro de nuestro experimento vamos a utilizar cuatro tratamientos con tres repeticiones, tomando en cuenta la concentración ya establecida de PAC que es de 50 – 500 ml/ltr.

Tabla 3: Proceso de Randomización

T # 1	R#1	R#2	R #3
T# 2	R#1	R#2	R #3
T # 3	R#1	R#2	R #3
T# 4	R#1	R#2	R #3

Fuente: Calvopiña, Mayorga (2017).

- Para lo cual utilizaremos la siguiente tabla de Análisis de Varianza

GRÁFICO 2: Cuadro de Análisis de Variancia (ANVA)

Fuente de Variacion	GL	SC	CM	Fcalc
Tratamientos	(k-1)	$\sum_{i=1}^k t_i Y_i$	SCtr/(k-1)	CMtr/CMe
Error	k(n-1)	$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (Y_{ij} - Y_i)^2$	SCe/k(n-1)	
Total	kn-1	$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y})^2$	<i>Variance</i>	
C.V.(%)	$\frac{\sqrt{CM_{error}}}{\bar{Y}} \cdot 100$			
Promedio	\bar{Y}			

Fuente: (Piqueras, 2013)

10.2.2. Investigación Bibliográfica

El énfasis de la investigación está en el análisis teórico y conceptual hasta el paso final de la elaboración de un informe o propuesta sobre el material registrado, ya se trate de obras, investigaciones anteriores, material inédito, hemerográfico, cartas, historias de vida, documentos legales e inclusive material filmado o grabado.

Se aplicará esta investigación con el fin de obtener información, antecedentes sobre estudios relacionados con el tema, para la elaboración de la fundamentación científica técnica.

10.3. Métodos

10.3.1. Método deductivo

Es una forma de razonamiento que parte de una verdad universal para obtener conclusiones particulares.



10.3.2. Método analítico

El método analítico hace referencia a la extracción de las partes de un todo, con la finalidad de estudiarlas y examinarlas por separado para delimitar

10.4. Técnicas

10.4.1. Observación

Es la técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho, caso o actividad, tomar información y registrarlo para su posterior análisis.

10.4.2. Muestreo

El muestreo es precisamente tomar una serie de muestras de un conjunto de cosas, con la finalidad de estudiar o determinar las características del grupo.

10.4.3. Análisis de datos

Se analizará el resultado de las muestras una vez realizada la prueba de jarras y enviadas al laboratorio para mediante comparación y consulta bibliográfica se determinará su acción y actividad en la remediación de aguas residuales.

10.4.4. Manejo específico del experimento.

10.4.4.1. Fase de campo:

10.4.4.1.1. Identificación del área de estudio.

El área de estudio está ubicada en el Centro Comercial Maltería Plaza, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga. Se georreferenciará (GPS) la ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales de C.C.

10.4.4.1.2. Medición de la planta de tratamiento

Luego de la identificación del área de estudio, se realizará la medición de la planta de tratamiento, con la ayuda de una cinta métrica. Debido a que la planta actual no cuenta con los planos respectivos.

10.4.4.1.3. Elaboración del plano actual de la planta de tratamiento

Una vez obtenido los datos y medidas correspondientes de la planta se procederán a la elaboración de los planos con la ayuda del software (AUTOCAD).



10.4.4.1.4. Implementación de una matriz de control

Esta matriz la implementaremos para realizar el control mensual de cada local de comida del Centro Comercial Maltería Plaza, con el fin de llevar un riguroso control sobre la utilización de productos biodegradables, gestores, registro de desechos orgánicos y las descargas generadas hacia la planta de tratamiento.

10.4.4.1.5. Muestreo

Se tomará una muestra para realizar una prueba de jarras en la cual utilizaremos un tipo de reactivo (Policloruro de Aluminio) con diferentes dosificaciones para saber cuál es la dosis más óptima para la planta.

ISO 5667-10:1992 – Calidad del agua. Muestreo. Parte 10: Guía general sobre el muestreo de aguas residuales. (NORMA TÉCNICA ECUATORIANA, 2014)

10.4.4.1.6. Etiquetado de las muestras.

Una vez obtenida la muestra se etiquetará insitu, con el formato para etiquetado (temperatura, ph, conductividad y oxígeno disuelto).

Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales. (**ANEXO II**) (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), S.f)

10.4.4.1.7. Transporte de la muestra

Finalmente, la muestra será transportada al laboratorio de Medio Ambiente de la Universidad Técnica de Cotopaxi, donde se la almacenará en un freezer (lugar de baja temperatura, refrigerador) en frasco plástico, para posterior prueba de jarras.

ISO 5667-3:1994 – Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Guía para la conservación y manipulación de muestras. (NORMA TÉCNICA ECUATORIANA, 2014)

10.4.5. Fase de laboratorio

10.4.5.1. Método de jarras

Mediante este método podremos observar el comportamiento de los coagulantes a pequeña escala, mediante la simulación del proceso a nivel de laboratorio, determinando variables físicas y químicas de la coagulación, floculación y sedimentación, tales como: selección del coagulante, pH óptimo, gradientes y tiempos de mezcla rápida y floculación,



velocidad de sedimentación y eficiencia de remoción pudiendo controlar de mejor manera todo el proceso.

En la cual se agregará cantidades conocidas de coagulante a varias jarras que contienen el agua a tratar, se agita rápidamente durante 1 min y luego lentamente por 15 minutos observando posteriormente la calidad característica del proceso de sedimentación de los flóculos, una vez que se ha cumplido la sedimentación se analizarán los parámetros de turbidez y la dosis óptima de coagulante.

10.4.5.2. Etiquetado

Una vez realizada la prueba de jarras se etiquetará cada muestra con su diferente concentración de reactivos, para posteriormente enviar a un laboratorio y que sean analizadas.



11. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO:

Recursos	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO			
	Cantidad	Unidad	V. Unitario \$	Valor Total \$
Equipos (detallar)				
Multiparametros	1	* Equipo	\$0,00	\$0,00
Transporte y salida de campo (detallar)				
Transporte	20	1 día	\$4,00	\$80,00
Materiales y suministros (detallar)				
Equipo de filtrado con zeolita	1	Equipo	\$200,00	\$200,00
Bombas	2	Material	100,00\$	200,00\$
Químico PAC	1	Litros	50,00\$	50,00\$
Material Bibliográfico y fotocopias. (detallar)				
Copias	200	1 hoja	0,03 \$	6,00 \$
Esferos	4	1 unidad	0,35 \$	1,40 \$
Libretas	3	1 unidad	1,00 \$	3,00 \$
Internet	30	horas	0,75\$	22.50\$
Gastos Varios (detallar)				



Computadora	1	**Equipo	0,00 \$	0,00 \$
GPS	1	*Equipo	0,00 \$	0,00 \$
Gastos alimentación	15	1 ración diaria	10,00 \$	150,00 \$
Cámara fotográfica	1	**Equipo	0,00 \$	0,00 \$
EPP	2	1 parada	20, 00 \$	40,00 \$
Otros Recursos (detallar)				
Análisis de agua	12	Análisis	50,00\$	600,00\$
			Sub Total	\$1,352.9
			10%	\$135.29
			TOTAL	\$1,488.19

Observaciones	* = Equipo proporcionado por la UTC
Generales	** = Equipo proporcionado por los tesistas

Fuente: Calvopiña, Mayorga (2017)



12. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

Tabla 4 Cronograma de actividades a realizarse

Tiempo Actividades	Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto			Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Revisión bibliográfica	X	x	x	x	x	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x																								
Elaboración del Anteproyecto	X	x	x	x	x																																			
Presentación del Anteproyecto						x			x				x																											
Defensa del Anteproyecto																		x																						
Corrección del Anteproyecto																			x	X																				
Legalización del Anteproyecto																				x	x																			
Elaboración del Capítulo I																						x	x																	
Presentación del Capítulo I																								x																
Elaboración del Capítulo II																									x	x														
Presentación del Capítulo II																												x												
Elaboración del Capítulo III																													x	x	x									



13. BIBLIOGRAFIA

- Adar Química S.A de C.V . (s.f.). PAC. Obtenido de POLICLORURO DE ALUMINIO:
[http://www.aniq.org.mx/pqta/pdf/POLICLORURO%20DE%20ALUMINIO%20PAC%20\(HT\).pdf](http://www.aniq.org.mx/pqta/pdf/POLICLORURO%20DE%20ALUMINIO%20PAC%20(HT).pdf)
- Barba, L, E. (2002). *Universidad del Valle*. Obtenido de CONCEPTOS BÁSICOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y PARÁMETROS DE MEDICIÓN:
<http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/fulltext/gestion/conceptos.pdf>
- Coa, R. (10 de 01 de 2016). *Medicion de caudal por metodo de vertedero*. Recuperado el 13 de 06 de 2017, de https://www.academia.edu/7453252/Medici%C3%B3n_de_caudal_por_el_m%C3
- Ecuavisa. (07 de 05 de 2009). Río Cutuchi en Latacunga está seriamente contaminado. *Afectando a los pobladores de las zonas aledañas*. #4501
- Gonzalez, A. C. (2003). *Agua*. Barcelona: Academia Española de Gastronomía. Recuperado el 13 de 06 de 2017
- Guananga, A. (2013). *INGENIERO QUÍMICO*. Obtenido de OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN CEVALLOS:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3108/1/96T00227.pdf>
- Guzman, G. (2002). *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente*. Recuperado el 13 de 06 de 2017, de <http://www1.ceit.es/asignaturas/ecologia/Hipertexto/00General/IndiceGral.html>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2010). *Inec*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- Jimenez, N & Gutierrez, S. (2005). *El financiamiento del desarrollo sostenible en Ecuador*. Santiago de Chile: Naciones Unidas. Recuperado el 13 de 06 de 2017
- Manahan, S. E. (2007). *Introduccion a la quimica ambiental*. Mexico D.F.:. Recuperado el 13 de 06 de 2017
- Meza, A & Cueto D. (2012). *UNIVERSIDAD DE CARTAGENA*. Obtenido de DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIREACIÓN PARA UNA PLANTA DE LODOS ACTIVADOS:
<http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/131/1/DISE%C3%91O%20DE%20UN%20SISTEMA%20DE%20AIREACI%C3%93N%20PARA%20UNA>



%20PLANAT%20DE%20LODOS%20ACTIVADOS%20EN%20ZOFRANCA
%20MAMONAL..pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). (S.f). *PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS EFLUENTES DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS O MUNICIPALES*. Obtenido de <http://www3.vivienda.gob.pe/direcciones/Documentos/anexo-rm-273-2013-vivienda.pdf>

Montes, R. I. (Febrero de 2015). *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA*. Recuperado el 2017 de Junio de 2017, de Optimización de una planta de tratamiento de aguas residuales industriales en una Rectificadora de Tanques”: file:///C:/Users/IMG_SALAS/Downloads/UPS-GT001764_unlocked.pdf

Navarro, N . (Septiembre de 11 de 2010). *Ingeniería y Servicios Ambientales*. Obtenido de Prueba de Jarras: <http://www.isa.ec/index.php/va-viene/entry/prueba-de-jarras>

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. (2014). *NTE INEN-ISO*. Obtenido de ISO 5667-3:1994 – Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Guía para la conservación y manipulación de muestras: http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/EXTRACTO_2014/EAL/nte_inen_iso_5667_16extracto.pdf

Ocaña, M. (2014). *FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA*. Obtenido de OPTIMIZACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA EMPRESA TINTEXRIVER.

Onley, E. (1997). *Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos*. Recuperado el 13 de 06 de 2017

Piqueras, V. Y. (27 de Abril de 2013). *Diseño completamente al azar y ANOVA*. Obtenido de Diseño completamente al azar y ANOVA: <http://victoryepes.blogs.upv.es/2013/04/27/disenio-completamente-al-azar-y-anova/>

Productos Químicos Panamericanos S.A. (s.f). *PQP*. Obtenido de Policloruro De Aluminio. Certificado de Calidad: <http://web.pqp.com.co/tratamiento-de-aguas-productos/?coagulantes>

Reynols, K A. (01 de 10 de 2002). *Agua Latinoamericana*. Recuperado el 13 de 06 de 2017, de <http://w.agualatinoamerica.com/docs/pdf/DeLaLaveSepOct02.pdf>

Romero, J. (2004). *Tratamiento de Aguas Residuales*. Recuperado el 13 de 06 de 2017

Romero, M. (s.f). *Facultad de Ingeniería - Universidad Rafael Landívar*. Obtenido de TRATAMIENTOS UTILIZADOS EN POTABILIZACIÓN DE AGUA:



<http://www.ozonoalbacete.es/wp-content/uploads/2011/08/estudio-agua-ozono.pdf>

Ruiz, G. (2000). *El agua, vehículo de contaminación*. Recuperado el 13 de 06 de 2017, de <http://www.babad.com/no01/agua.html>

SALTOS, A., & SANGO, F. (2008). *PROPUESTA PARA EL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN LA EMPRESA AGLOMERADOS COTOPAXI S.A. DE LA PARROQUIA TANICUCHÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/579/1/T-UTC-0487.pdf>

SENAGUA. (s.f). *DIAGNÓSTICO DE LAS ESTADÍSTICAS DEL AGUA EN ECUADOR*. ECUADOR: CEPAL.

14. ANEXOS

ANEXO 1: Tabla #8 del TULSMA

TABLA # LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO			
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sust. solubles en hexano	mg/l	70,0
Explosivos o inflamables	Sustancias	mg/l	Cero
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ^{-I}	mg/l	1,0
Ci nc	Zn	mg/l	10,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/l	0,1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Cromo Hexavalente	Cr ⁶⁺	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500,0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Mangane so total	Mn	mg/l	10,0
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	60,0
Organofosforados	Especies Totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sólidos Sedimentables	SD	ml/l	20,0
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	220,0
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600,0
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/l	400,0
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	°C		< 40,0
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0

Fuente: Acuerdo ministerial 097-A (TULSMA)

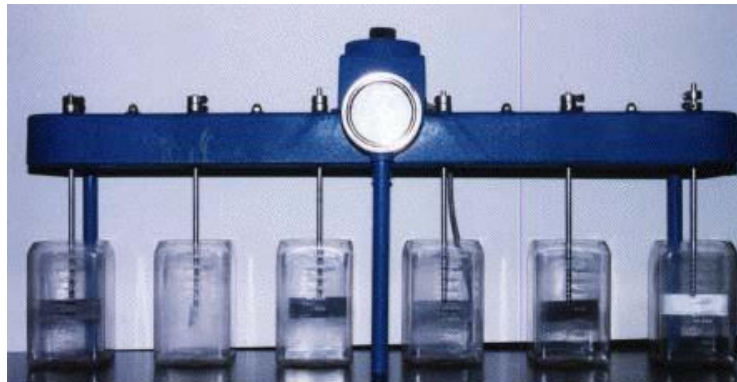
ANEXO 2: Etiqueta para muestras de agua residual

Nombre de la PTAR:	
Denominación del punto de monitoreo (afluente o efluente):	
No. de muestra (orden de toma de muestra)	
Fecha y hora	
Ensayo físico químico	<input type="checkbox"/> DBO <input type="checkbox"/> DQO <input type="checkbox"/> AyG <input type="checkbox"/> SST
Ensayo microbiológico	<input type="checkbox"/> CTT
Otros parámetros	
Otros parámetros	
Preservación	
Operador del muestreo	

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), S.f)

15. FIGURA

FIGURA 1: Prueba de Jarras



Fuente: (Aldar Química, S. A. de C.V., S.f)