



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES PARA LA COMUNIDAD LA CANDELARIA
PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SAN LUIS – PROVINCIA
DE CHIMBORAZO”**

**Trabajo de titulación presentado para optar el grado académico de:
INGENIERA QUÍMICA**

AUTOR: SILVIA ALEXANDRA CHACHA GUAMAN

TUTOR: ING. MARIO VILLACRES

Riobamba–Ecuador
2017

@2017, Silvia Alexandra Chacha Guaman

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de investigación: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS PARA LA COMUNIDAD LA CANDELARIA PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SAN LUIS – PROVINCIA DE CHIMBORAZO**, de responsabilidad de la señorita Silvia Alexandra Chacha Guaman, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Ing. Mario Villacrés

DIRECTOR DE TRAB. TITULACIÓN

Ing. Mabel Parada

ASESORA DE TRAB. TITULACIÓN

Yo, Silvia Alexandra Chacha Guaman soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

SILVIA ALEXANDRA CHACHA GUAMAN

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Silvia Alexandra Chacha Guaman, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados obtenidos son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, de 2017

Silvia Alexandra Chacha Guaman

DEDICATORIA

Con cariño y amor para las personas que más amo, quienes me acompañaron e hicieron posible este sueño hecho realidad, dedico este trabajo a mi familia, para ustedes este Trabajo de Titulación, en agradecimiento por su arduo apoyo moral y económicamente en todo momento.

Para todas las personas que estuvieron siempre a mi lado sin interés alguno, ustedes son la inspiración de este logro.

“El entusiasmo... El poder de todas las grandes acciones.” **Samuel Smil**

AGRADECIMIENTO

A mi madre por ser un ejemplo a seguir de trabajo y colaboración con los demás.

A mi papá por ayudarme y apoyarme siempre con sus consejos y su ejemplo de perseverancia, rectitud, integridad y ética.

A mis maestros por compartir conmigo lo que saben y poder transferir sus conocimientos a mi vida.

A Dios por permitirme sonreír nuevamente y tener salud para concluir mis metas.

¡Gracias a todos!!!

ABREVIATURAS

ARD	Aguas residuales Domésticas
AR	Agua Residual
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DBO₅	Demanda Bioquímica de Oxígeno de 5 días
UTM	Unidad de Turbidez Nefelométrica
NTK	Nitrogeno Total Kjeldahl
INSHT	Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

SIMBOLOGIA

\emptyset	Diámetro sedimentador (m)
Θ_c	tiempo medio de retención celular basado en el volumen del tanque de aireación (día)
g	aceleración de la gravedad ($9,8 \text{ m/s}^2$)
H_{al}	profundidad de aplicación (m)
i	tasa de crecimiento (%)
K_d	coeficiente de degradación endógena (d-1)
N	periodo de crecimiento (años)
R_h	radio hidráulico (m)
S	concentración de DBO en el efluente (Kg/m^3)
S_o	concentración de DBO o DQO en el afluente (Kg/m^3)
S	densidad relativa de las partículas
$\text{sen } \delta$	ángulo de inclinación de las barras
T_{rh}	tiempo de retención hidráulica (h)

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	XVI
SUMMARY	XVII
INTRODUCCIÓN	XVIII
JUSTIFICACIÓN	XIX
OBJETIVOS.....	XX
Objetivo general.....	XX
Objetivos específicos	XX
ANTECEDENTES	XXI
1. MARCO TEÓRICO	1
1.1 Agua residual	1
1.1.1 Tipos de aguas residuales.....	1
1.1.2 Característización de un agua residual.....	1
1.1.3 Parámetros químicos	5
2. Marco metodológico.....	24
2.1 Localización del proyecto	24
2.2 Muestreo	24
2.2.1 Tipo de muestreo.....	25
2.2.2 Plan de muestreo	25
2.2.3 Materiales y equipos de muestreo	25
2.3 Metodología	26
2.3.1 Identificación del lugar de investigación	26
2.4 Datos experimentales	32
2.4.1 Diagnóstico	32
2.4.2 Caracterización de aguas residuales	33
2.4.3 Datos del monitoreo del caudal.....	35
2.4.3.1 Pruebas de tratabilidad con aireación.....	41
2.5 Dimensionamiento del sistema de tratamiento de AR	41
2.5.1 Proyección de habitantes.....	41
2.5.2 Caudal de diseño	42

2.5.3	Calculo para el canal	43
2.5.4	Cálculos para las rejillas	44
2.5.5	Cálculo para el diseño del sedimentador primario	46
2.5.6	Cálculos para el diseño de lodos activados	48
2.5.7	Cálculo para el diseño de un sedimentador secundario	50
2.5.8	Diseño del lecho de secado	52
3.	MARCO DE RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	54
3.1	Caudales	54
3.2	Resultados de la caracterización del agua.....	55
3.3	Población de diseño, zona de la Candelaria	57
3.4	Caudal de diseño	58
3.5	Resultados de los cálculos para el diseño del dimensionamiento de la planta de tratamiento para AR	58
3.5.1	Canal	58
3.5.2	Rejillas para el canal	58
3.5.3	Resultados de los cálculos para el diseño del sedimentador primario	59
3.5.4	Resultados de los cálculos para el diseño del sedimentador primario	59
3.5.5	Resultados de los cálculos para el diseño del sedimentador secundario	60
3.5.6	Resultados de los cálculos para el diseño del lecho de secado	60
3.6	Análisis y discusión de resultados	61
3.6.1	Potencial hidrógeno.....	61
3.6.2	Turbiedad	62
3.6.3	Demanda química del oxígeno.....	62
3.6.4	Sólidos totales	63
4.	PROPUESTA	64
4.1	Costos aproximados de la propuesta	66
4.2	Conclusiones	67
4.3	Recomendaciones.....	69
	BIBLIOGRAFÍA.....	70
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1-1: Bacterias	9
Tabla 2-1: Virus	10
Tabla 3-1: Hongos	10
Tabla 4-1: Parásitos	10
Tabla 5-1: Operaciones físicas unitarias	12
Tabla 6-1: Operaciones químicas unitarias	13
Tabla 7-1: Operaciones químicas unitarias	17
Tabla 8-1: Operaciones químicas unitarias	18
Tabla 1 -2: Técnica para determinar el pH	28
Tabla 2 -2: Técnica para determinar la conductividad.....	28
Tabla 3 -2: Técnica para determinar la turbidez	28
Tabla 4 -2: Técnica para determinar sólidos totales disueltos	29
Tabla 5 -2: Técnica para determinar sólidos sedimentables	29
Tabla 7 -2: Técnica para determinar la DBO	29
Tabla 8 -2: Técnica para determinar la DQO.....	30
Tabla 9 -2: Técnica para determinar aceites y grasas	31
Tabla 10 -2: Técnica para determinar tensoactivos	31
Tabla 11 -2: Técnica para determinar coliformes fecales	32
Tabla 13 -2: Análisis físico – químico y microbiológico del agua residual zona de descarga la comunidad la Candelaria estándar de comparación.....	33
Tabla 12 -2: Caracterización física	33
Tabla 13 -3: Análisis físico – químico y microbiológico del agua residual zona de descarga la comunidad la Candelaria.....	34
Tabla 14 -2: Análisis físico – químicos y microbiológicos de los parámetros fuera de norma a considerar.	34
Tabla 15 -2: Caudal del día lunes 23 de Mayo de 2016.....	35
Tabla 16 -2: Caudal del día martes 24 de Mayo de 2016.	36
Tabla 17 -2: Caudal día miércoles 25 de Mayo de 2016.....	37
Tabla 18 -2: Caudal día jueves 26 de Mayo de 2016.....	37
Tabla 19 -2: Caudal día viernes 27 de Mayo de 2016.....	38
Tabla 20 -2: Caudal día sábado 28 de Mayo de 2016.....	39
Tabla 21 -2: Caudal día domingo 29 de Mayo de 2016.....	40
Tabla 22 -2: Caudales promedio del 23 al 29 de Mayo de 2016	41
Tabla 23 -2: Variación de la concentración de DBO5 vs. Tiempo de aireación.....	41
Tabla 24 -2: Variación de la concentración de DQO vs. Tiempo de aireación	41
Tabla 25 -2: Población actual	41
Tabla 26 -2: Proyección de la población	42
Tabla 1-3: Resultado de la medición de caudales L/s del 23 al 29 de Mayo del 2016..	54
Tabla 2-3: Caracterización física	55
Tabla 3-3: Análisis físico – químico y microbiológico del agua residual zona de descarga la comunidad la Candelaria.....	55
Tabla 4-3: Análisis físico – químicos y microbiológicos de los parámetros fuera de norma proporcionado por un laboratorio de servicios	56
Tabla 5-3:	56

Tabla 6-3: Análisis físico – químicos y microbiológicos de los parámetros fuera de norma	57
Tabla 7-3: Resultado del cálculo de la población de diseño	57
Tabla 8-3: Resultado Del Cálculo de Cuadales De Diseño	58
Tabla 9-3: Resumen del dimensionamiento de las rejillas	58
Tabla 10-3: Resultados del dimensionamiento del sedimentador primario	59
Tabla 11-3: Resultados de dimensionamiento del sistema de lodos activados.....	59
Tabla 12-3: Resumen de dimensionamiento del sedimentador secundario	60
Tabla 13-3: Resumen de dimensionamiento del lecho de secado	60
Tabla 13-3:	61
Tabla 1-4: Presupuesto para la ejecución de la planta	66

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1-1: Proceso de tratamiento de aguas residuales.....	11
Figura 2-1: Tratamiento de lodos	20
Figura 1-2: Limites San Luis	24
Figura 1-3. Potencial hidrogeno.....	62
Figura 2-3. Turbiedad	62
Figura 3-3. Demanda quimic de oxigeno.....	63
Figura 4-3. Solidos totales	63
Figura 1-4. Propuesta	64

LISTA DE ANEXOS

- A** Caracterización del agua residual
- B** Caracterización del agua tratada
- C** Planos tanques

RESUMEN

En la presente investigación se realizó el Diseño de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales para la comunidad La Candelaria perteneciente a La Parroquia San Luis Provincia De Chimborazo.

El estudio empezó por el reconocimiento del lugar de recolección y descarga del agua residual, luego se realizó la determinación del caudal del efluente mediante un muestreo compuesto, para de esta manera determinar el día que en el cual existe mayor caudal, de donde se obtuvo muestras representativas y datos para la realización del diseño de la planta. Además, se estableció un estudio preliminar acerca de los procesos de tratamiento existentes para poder levantar un registro de comparación acerca de los límites permisibles de los diferentes contaminantes que el agua poseía.

Una vez determinados los parámetros fuera de los rangos establecidos según la norma (tabla 9 Anexo VI TULSMA) Se realizaron pruebas de tratabilidad para corregir los mismos.

El diseño de la planta está estructurado netamente por operaciones físicas el cual está formado por rejillas, un sedimentador primario, una cámara de aireación un sedimentador secundario, se debe mencionar que los lodos producidos en el proceso son llevados para su debido secado ya que podrán ser reutilizados para compostaje ya que no son provenientes de un tratamiento químico, de la misma manera el agua tratada podrá ser reutilizada.

SUMMARY

In the present research, the Design of a Wastewater Treatment System for the La Candelaria community belonging to the Parish of San Luis, Province of Chimborazo was carried out.

The study began by the recognition of the place of collection and discharge of the residual water, then determination of the flow of the tributary was made by means of a compound sampling, in order to determine the day in which this is greater flow, from which representative samples were obtained and data for the realization, of the design of the plant. In addition, a preliminary study was established on the existing treatment processes to be able to compile a comparison register about the permissible limits of the different contaminants that the water possessed.

Once the parameters outside the ranges were determined according to the standard (Table 9 AnnexVI TULSMA) Treatability tests were performed to correct them.

The design of the plant is structured purely by physical operations in which it is formed of grids, a primary settler, an aeration chamber, a secondary settler, it should be mentioned that the sludge produced in the process is taken for its proper drying since they can be reused for composting since they are from a chemical treatment, in the same way in the treated water can be reused.

INTRODUCCIÓN

El líquido vital conocido como Agua, es el motor de desarrollo y fuente de riqueza, el cual ha constituido uno de los pilares fundamentales dentro de la sociedad.

Se habla de aguas contaminadas o aguas residuales cuando provienen de la utilización en los hogares como detergentes para ropa, vajilla y productos de desinfección, así como aceites, grasas y pinturas en los procesos industriales, entre otras actividades diarias.

Los efluentes líquidos por lo general son descargadas en un sistema de alcantarillado público o también en algunas ocasiones son descargadas en los ríos o quebradas, que en años pasados se los realizaba sin problema alguno, pero en la actualidad las normativas de calidad ambiental exigen no descargar aguas contaminadas sin algún tipo de tratamiento realizado previamente.

Estas aguas contienen contaminantes físicos (olor, color, sabor, sólidos en suspensión, turbiedad, temperatura, etc.), contaminantes químicos (presencia de sustancias de nitrógeno, fósforo, metales, etc.) y contaminantes biológicos (contaminantes orgánicos). En ocasiones puede resultar incluso tóxicas, provocando graves consecuencias a futuro como puede ser la destrucción de recursos limitados, eutrofización, destrucción de la flora y fauna, perturbación en las plantas, etc. Por tal motivo se requiere de la depuración o tratamiento de las aguas residuales.

El tratamiento a estas aguas residuales implica adoptar una serie de operaciones de manera adecuada, que dependerán fundamentalmente de que se cumpla con los parámetros físicos, químicos y biológicos establecidos en la normativa de calidad ambiental.

Todas las operaciones se realizarán con el fin de dar una mejor calidad de vida para la sociedad, cumpliendo con la normativa de calidad ambiental; Texto Unificado Legislación Secundaria Medio Ambiente; TULSMA Libro VI, Anexo I.

JUSTIFICACIÓN

El agua es un recurso hídrico es de suma importancia para el estilo de vida del ser humano, por tal motivo se requiere que este tipo de recursos debe estar en óptimas condiciones para el consumo humano o actividades de agricultura y ganadería en las que se requiera del agua, para ello se debe cumplir con varios parámetros físicos, químicos y microbiológicos que se encuentran establecidas en la normativa de calidad ambiental, en este caso la normativa que se debe seguir está plasmada en el TULSMA.

Cuando el agua de suministro doméstico e industrial por varias razones contiene una gran cantidad de materia orgánica, metales pesados, microorganismos patógenos, sólidos en suspensión, compuestos volátiles y otros elementos que al ser liberados sin realizar un análisis, depuración o tratamiento con el pasar del tiempo puede generar un impacto al medio ambiente y a su vez producir riesgos biológicos a las personas que están alrededor de los distintos contaminantes, generando a demás enfermedades profesionales u ocupacionales ya sea para aquellos trabajadores que prestan sus servicios en una entidad pública o privado o su vez para aquellos microempresarios que realizan sus actividades de agricultura, ganadería y pesca. Generalmente estas aguas residuales o denominadas como efluentes líquidos son directamente descargadas en las corrientes de agua modificando la calidad del agua a tal grado que el recurso hídrico queda inutilizable.

Una de las opciones alternativas para solucionar la mayor parte de los problemas originados por la inadecuada disposición de las aguas residuales es mediante la depuración o tratamiento de las mismas. Cabe establecer que realizando un tratamiento del agua residual se disminuye notablemente la contaminación que se produce en el ecosistema.

Con estos argumentos se demuestra que es de suma importancia realizar un estudio ambiental que tenga la finalidad de mejorar la calidad de vida de los habitantes de la comunidad la Candelaria.

OBJETIVOS

Objetivo general

Diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales para la comunidad La Candelaria perteneciente a la Parroquia San Luis – Provincia De Chimborazo

Objetivos específicos

- Realizar la caracterización Físico-Química y microbiológico de las aguas residuales se de la Comunidad La Candelaria según la norma del libro (TULSMA) VI Descargas al sistema de alcantarillado público– tabla 09.
- Identificar los parámetros contaminantes basado en los datos de caracterización que estén fuera de la norma según el libro (TULSMA) anexo VI Descargas al sistema de alcantarillado público– tabla 09.
- Realizar las pruebas tratabilidad para los parámetros contaminantes y comparar con los estándares de la Norma de Referencia.
- Realizar el diseño de ingeniería para el sistema de tratamiento de aguas residuales, que incluye los cálculos técnicos, dimensionamiento, tipos de materiales, control y requerimiento presupuestario.
- Validar el diseño de ingeniería por medio de la caracterización final del agua tratada.

ANTECEDENTES

La comunidad La Candelaria perteneciente a la parroquia San Luis está situada al sur-este de la ciudad de Riobamba, a 10 Km; la misma que pertenece al Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo; cuya superficie territorial es de 1 Km².

Sus límites son: Norte: San Luis, Sur: Guaslán, Este: San Antonio y Tiazo, Oeste: Cerros de Güiguan. La comunidad se caracteriza por sus tierras y costumbres que hacen de ella una zona productiva y comercial, siendo su principal actividad económica la agricultura y la actividad pecuaria.

La comunidad La Candelaria se encuentra formada por una población de 600 habitantes los mismos que no tienen acceso al servicio de agua potable, disponen únicamente de agua entubada la cual es recolectada desde una vertiente hidrográfica, en un reservorio de hormigón.

La comunidad se acogió a la Ley de Comunas decretada en 1948, obteniendo su jurisdicción territorial en calidad de comuna en 1970, la misma que fue otorgada por el MAG.

Los primeros pobladores de la comunidad se abastecían del agua que se emplea para riego y/o en ocasiones recurrían a las vertientes de agua existentes en la Parroquia San Luis; con el paso de los años y con el crecimiento de la población, la comuna optó por abastecerse de agua en cada uno de sus hogares para lo cual se creó la Junta Administradora del Agua Potable en dicha comunidad.

La comunidad hace aproximadamente cinco años, logró obtener la jurisdicción del agua entubada para el consumo humano que proviene de una vertiente hidrográfica ubicada en la quebrada de Siguilan, perteneciente a la Parroquia de Punín; acogándose en la Ley Constitutiva de las Juntas Administradoras de Agua Potable y Alcantarillado.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Agua residual.

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales; de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrida degradación en su calidad original (TULSMA).

Las aguas residuales suelen transportar bacterias, virus, hongos y parásitos procedentes de reservorios humanos o animales. En general estos microorganismos son de origen fecal y no patógeno, pueden vivir de forma natural en el agua y en el suelo, aunque la mayoría están unidos a los materiales en suspensión, lo que explica su concentración en los lodos de decantación.

Otros microorganismos pueden estar asociados a la presencia de animales que viven en este entorno (ratas e insectos) o bien asociados a objetos contaminados con fluidos biológicos (jeringas, preservativos, compresas higiénicas, apósitos, etc.).

La concentración de los agentes biológicos en las aguas residuales está en función del reservorio humano o animal, de su dilución en los efluentes y de su supervivencia en el medio. En general, las aguas residuales de procedencia doméstica tienen una composición relativamente estable. Sin embargo, su contenido puede variar por distintas causas, sobre todo cuando la recogida es en una red única: existencia de residuos agrícolas, de producción de alimentos o dilución con aguas pluviales, entre otras. También a causa de epidemias (humanas o animales) pueden variar las concentraciones y aumentar temporalmente la contaminación de las aguas residuales por el microorganismo causante.

Por otro lado, las aguas residuales industriales presentan los problemas propios de contaminación en función de su actividad.

1.1.1 *Tipos de aguas residuales*

- **Aguas Residuales Domésticas (ARD):** líquidos provenientes de las viviendas o residencias, edificios comerciales e institucionales.
- **Aguas Residuales Municipales:** residuos líquidos transportados por el alcantarillado de una ciudad o población y tratados en una planta de tratamiento municipal.
- **Aguas Residuales Industriales:** líquidos provenientes de las descargas de industrias de manufactura.
- **Aguas Negras:** líquidos provenientes de inodoros; transportan excrementos humanos y orinas, ricas en sólidos suspendidos, nitrógeno y coliformes fecales.
- **Aguas Grises:** líquidos provenientes de tinas, duchas, lavamanos y lavadoras, aportantes de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), sólidos suspendidos, fósforo, grasas y coliformes fecales.

Además de estos grupos, las aguas residuales también provienen de escorrentías de usos agrícolas y pluviales.

Las escorrentías de usos agrícolas arrastran con ellas fertilizantes (fosfatos) y pesticidas.

Las aguas pluviales en zonas urbanas pueden tener efectos contaminantes significativos.

Proceso destinado al conocimiento integral de las características estadísticamente confiables del agua residual, integrado por la toma de muestras, medición de caudal e identificación de los componentes físico, químico, biológico y microbiológico.

1.1.2 *Caracterización de un agua residual*

1.1.3.1 *Parámetros físicos*

- **Sabor y olor**

El sabor y olor del agua son determinaciones organolépticas de determinación subjetiva, para las cuales no existen instrumentos de observación, ni registro, ni unidades de medida.

Estos parámetros tienen un interés evidente en las aguas destinadas al consumo humano, las mismas adquieren un sabor salado a partir de los 300ppm de Cl^- , y un gusto salado y amargo con más de 450 ppm de SO_4^- . Para AR las trazas de fenoles y otros compuestos orgánicos le confieren un color y sabor desagradable, principalmente se deben a la presencia de sustancias en descomposición anaerobia de la materia orgánica presente.

- **Color**

El color es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible. No se puede atribuir a ningún constituyente en exclusiva, ciertos colores en aguas naturales son indicativos de la presencia de ciertos contaminantes, se pueden presentar colores incluidos por materiales orgánicos de los suelos vegetales, como el color amarillento debido a los ácidos húmicos, el color rojizo es la presencia de hierro, un color negro es la presencia de manganeso. Las medidas de color normalmente se las hace en el laboratorio en comparaciones obligadas con un estándar se expresan en una escala de unidades de Pt-Co (unidades Hazen) o simplemente Pt.

Según el origen del color los principales tratamientos de eliminación pueden ser la coagulación y filtración, la cloración y/o la adsorción en carbón activado.

- **Turbidez**

Se define como turbidez la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, ya sean coloidales o muy finos, que se puedan presentar principalmente en aguas superficiales, muchas de las veces son difíciles de decantar y filtrar, todo esto interfiere con la mayoría de los procesos a los cuales se puede destinar el agua.

La medición de este parámetro se la puede realizar mediante la comparación con la turbidez inducida por diversas sustancias, así la medición en ppm de SiO_2 fue la más utilizada, en la actualidad existen diversos tipos de turbidímetros modernos dando

valores numéricos prácticamente idénticos, la turbidez se puede eliminar mediante un proceso de coagulación, decantación y filtración.

La turbiedad de las aguas debe ser considerada de acuerdo a los siguientes límites:

- Condición natural (Valor de fondo) más 5%, si la turbiedad natural varía entre 0 y 50 UTN (unidad de turbidez nefelométrica).
- Condición natural (Valor de fondo) más 10%, si la turbiedad natural varía entre 50 y 100 UTN.
- Condición natural (Valor de fondo) más 20%, si la turbiedad natural es mayor que 100 UTN.
- Ausencia de sustancias antropogénicas que produzcan cambios en color, olor y sabor del agua en el cuerpo receptor, de modo que no perjudiquen a la vida acuática y silvestre y que tampoco impidan el aprovechamiento óptimo del cuerpo recepto.

- **Conductividad y resistividad**

La conductividad eléctrica se define como la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad. Es la indicativa de la materia ionizable total presente en el agua, en sí el agua pura contribuye mínimamente a la conductividad, y en casi su totalidad es el resultado del movimiento de los iones de las impurezas presentes.

La resistividad es la medida recíproca de la conductividad, el aparato para medir estos parámetros se denomina conductímetro cuyo fundamento es la medida eléctrica de la resistencia de paso de la electricidad entre las dos caras opuestas de un prisma rectangular comparada con la de una solución de ClK a la misma temperatura y referida a 20°C.

La unidad estándar de resistencia eléctrica es el ohm y la resistividad de las aguas se expresa convenientemente en megaohms-centímetro.

La medida de la conductividad es una buena forma de control de calidad del agua:

- No se trate de contaminación orgánica por sustancias no ionizables.
- Las mediciones se realizan a la misma temperatura.
- La composición del agua se mantenga relativamente constante.

- **pH**

Es una medida de la naturaleza acida o alcalina de la solución acuosa que puede afectar a los usos específicos del agua. La mayoría de aguas naturales tienen un pH entre 6 y 8.

Su medición se realiza fácilmente mediante un aparato llamado pHmetro bien calibrado, aunque también se puede disponer de papeles especiales que por coloración indican su valor, estos valores han de ser referidos a la temperatura de medición ya que varían con ella.

- **Fosfatos**

El ión, PO_4^{3-} , forma sales muy poco solubles y precipita fácilmente como fosfato cálcico, esto es al corresponder a un ácido débil, contribuye a la alcalinidad de las aguas.

En general en el agua no se encuentra más de 11 ppm, pero por la contaminación de fertilizantes se puede llegar a varias decenas, muchas de las veces pueden ser crítico en la eutrofización de las aguas superficiales, por lo general no se puede determinar en análisis de rutina, pero se puede hacer por métodos colorimétricos.

- **Gases disueltos**

Como característica principal del AR son los olores generados, ya sea en agua domésticas e industriales, estos olores dependerán del tiempo en que se encuentren a disposición.

El dióxido de carbono, CO_2 es un gas conocido relativamente soluble que se hidroliza formando iones bicarbonato y carbonato, en función del pH del agua.

El oxígeno O_2 , por su carácter oxidante juega un papel importante en la solubilización o precipitación de iones que presentan una forma insoluble, su presencia es imprescindible para todas las formas de vida superior y para la mayoría de microorganismos, entonces por este motivo es el parámetro más importante en el control de calidad de las aguas superficiales en cauces naturales, al contrario, su ausencia puede representar la presencia de gases como el metano, sulfhídrico, entre otros.

El ácido sulfhídrico, SH_2 , causa un olor a huevos podridos y es causa de corrosión, se puede eliminar por aireación u oxidarlo por cloración o también se puede eliminar por intercambiador aniónico fuerte.

El amoníaco, NH_3 , es un indicador de contaminación del agua, en forma iónica es no es tóxico para las especies marinas, se puede realizar las mediciones con electrodos específicos o por colorimetría con el reactivo de Nessler y su eliminación se la puede realizar por desgasificación.

1.1.3 Parámetros químicos

- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)**

La DBO o Demanda Biológica de Oxígeno mide la cantidad de oxígeno consumido en la eliminación de la materia orgánica del agua, se puede decir también es la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para degradar la materia orgánica biodegradable existente en un agua residual.

La DBO representa la cantidad de materia orgánica biodegradable y la DQO representa tanto la materia orgánica biodegradable como la no biodegradable.

La prueba de DBO5 se determina generalmente a $20^\circ C$ después de incubación durante 5 días; se mide el oxígeno consumido por las bacterias durante la oxidación de la materia orgánica presente en el agua residual.

Se requiere controlar estos parámetros para asegurar una buena calidad de vertido a la vez que cumplimos con las normativas legales sin crear alteraciones ambientales

poniendo en peligro nuestro ecosistema. Lo más adecuado para para reducir la DBO de un vertido son los procesos biológicos dentro de los cuales nos encontramos con distintas alternativas.

Los procesos aerobios se basan en microorganismos que en presencia de oxígeno transforman la materia orgánica en gases y en nueva materia celular que usan para su propio crecimiento y reproducción.

- **Demanda química de oxígeno (DQO)**

Mide la capacidad de consumo de un oxidante químico, dicromato o permangato, por las materias oxidables contenidas en el agua residual, la reacción es completa en más de 95 % de los casos, es por tanto una medida representativa de la contaminación orgánica de un efluente siendo un parámetro a controlar dentro de las distintas normativas de vertidos y que nos da una idea muy real del grado de toxicidad del vertido.

Una de las ventajas de las mediciones de DQO, es que los resultados se obtienen rápidamente, alrededor de tres horas a diferencia de la QBO5.

- **Tensoactivos**

Este parámetro son moléculas orgánicas grandes, se componen de dos grupos: insoluble en agua y otro soluble. El grupo soluble en agua tienen la capacidad de formar espuma en las plantas de tratamiento y/o en la superficie del agua, durante la aireación estos compuestos se depositan sobre superficie de burbuja de aire, así creando una espuma bastante estable, a los detergentes sintéticos se les conoce generalmente como tensoactivos típicos, como en el alquilbencen sulfonato (ABS), son causantes a la alta resistencia a la degradación biológica.

Desde el punto de vista estético, no es tan deseable la formación de espumas en los ríos a su vez la toxicidad de este parámetro representa un serio peligro a la flora y fauna acuática; aun cuando estas aguas no sean utilizadas para riego, iniciarían contaminando el suelo y por consiguiente afectando los cultivos.

Otro efecto negativo resulta la formación de espuma en las corrientes de agua es que dificulta la transferencia de oxígeno atmosférico al agua el cual impide también afecte las unidades de aireación de las plantas de tratamiento.

Los surfactantes son compuestos constituidos por una cadena polar alifática y una parte aromática no polar que se caracteriza por tener propiedades hidrofóbicas, estas características de las moléculas se deben las propiedades humectantes, dispersantes y emulsificantes de los detergentes.

- **Aceites y grasas**

Las grasas y aceites tienen como característica principal la insolubilidad en el agua. Actualmente las grasas y aceites son de gran uso en nuestros hogares, por tal motivo siempre están formando parte de las aguas residuales domésticas, debido al uso de mantequilla y aceites vegetales, así también se incluyen algunos derivados del petróleo debido a contribuciones no permitidas ya sea en estaciones de gasolina, lavaderos de autos, etc.

- **Nitrógeno total Kjeldahl**

El nitrógeno en aguas residuales se presenta en tres formas: nitrógeno orgánico, sales de amonio y amoníaco gas disuelto, y como nitratos, estos últimos se presentan en las aguas tratadas en Aerobiosis.

El nitrógeno total Kjeldahl (NTK), representa la suma del nitrógeno orgánico más el nitrógeno amoniacal, el nitrógeno orgánico se determina mediante el método de Kjeldahl, midiendo y descontando antes el nitrógeno del amoníaco. El amoníaco se da por el desdoblamiento de las proteínas y de otros compuestos nitrogenados.

La contaminación procedente de los establos y corrales, está constituida principalmente por heces y orina, se caracteriza que el 50-60% del nitrógeno total Kjeldahl es nitrógeno orgánico soluble, siendo la urea procedente de la orina el origen más importante de este nitrógeno orgánico

Durante el tratamiento biológico de las aguas residuales, el desdoblamiento se acelera y la presencia de sales de amonio eleva el pH, lo que permite la liberación de amoniaco gas, el amoniaco en solución es toxico para la vida acuática (TORRES, C.: 2015: pp, 8-13: <http://dspace.ups.edu.ec>)

1.1.3.1 *Parámetros biológicos*

Dentro de este parámetro tanto la actividad natural como la humana contribuyen a la contaminación orgánica de las aguas residuales naturales, así la descomposición de la materia animal y vegetal dan a lugar a ácidos húmico y fúlvico y materias colorantes, los residuos domésticos contienen materias orgánicas en descomposición, detergentes y microorganismos, a la par los vertidos industriales contienen múltiples compuestos orgánicos , tales como aceites y disolventes, como de la actividad agrícola resulta residuos de herbicidas y pesticidas, etc.

Hay que tomar en cuenta que la concentración de los compuestos orgánicos en el agua no siempre va a ser constante, siempre va a variar debido a múltiples causas, y obliga a ajustes permanentes en las plantas de tratamiento.

Es necesario llevar a cabo los ensayos o estudios de viabilidad para las aguas residuales ya que pueden contener sustancias toxicas, perjudicando de esta manera los sistemas biológicos.

- **Protozoarios**

Son de gran importancia en la caracterización biológica de aguas residuales incluyen amebas, flagelos y ciliados de vida libre, estos protistas se alimentan de bacterias y otros protistas microscópicos y son esenciales en las operaciones de procesos de tratamientos biológicos y en la purificación de fuentes pues son los responsables del equilibrio natural entre los diferentes grupos del medio acuático.

- **Virus**

La mayoría de los virus son excretados por los seres humanos los cuales a la vez son de importancia sanitaria, se puede citar el caso de los pacientes infectados con el virus de

la hepatitis: cada gramo de heces de los enfermos puede contener entre 10000 y 100000 dosis infecciosas de virus, se han reportado referencias de virus de hasta 41 días a 20°C en aguas residuales.

- **Organismos coliformes**

Estos organismos son excretados del extracto intestinal humano en cantidades que van entre 100 y 400 billones de coliformes por día, acompañados de otros tipos de bacterias. Son beneficiosas como dañinas, destruyen materia la orgánica en procesos de tratamiento biológico en aguas residuales, y conllevan efectos negativos para el hombre, respectivamente.

Debido a la gran mayoría de los organismos patógenos son difíciles de aislar, el organismo más numeroso en este tipo de agua, y fácil de aislar a la vez, es utilizado como organismo indicador de la contaminación. Las bacterias coliformes incluyen el género *Escherichia* y *Aerobacter*.

- **Coliformes fecales**

El agua en si actúa como un vehículo para la diseminación de enfermedades, la presencia de organismos coliformes en el agua es considerada evidencia de contaminación fecal, debido a que su origen es el tubo gastrointestinal de los humanos y otros animales de sangre caliente, este parámetro a diferencia del anterior no representa un riesgo grave para el agua de consumo.

Tabla 1-1: Bacterias

Bacterias	
<i>Clostridium tetani</i>	<i>Clostridium perfringens</i>
<i>Yersinia enterocolitica</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
<i>Leptospira interrogans</i>	<i>Legionella</i> spp
<i>Bacillus anthracis</i>	<i>Actinomyces</i>
<i>Vibrio cholera</i>	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>
<i>Salmonella</i> spp	<i>Shigella</i> spp
<i>Klebsiellae pneumonia</i>	<i>Escherichia coli</i>

Fuente: NTP 473 INSHT estaciones deperadoras de aguas residuales: Riesgo biológico, 1998, Barcelona -España

Realizado por: Chacha, S, 2017

Tabla 2-1: Virus

Virus	
Rotavirus	Adenovirus
Poliovirus	Virus de la hepatitis A
Coxsackie A y B	Echovirus
Influenza virus	Enterovirus
Reovirus	Parvovirus

Fuente: NTP 473 INSHT estaciones deperadoras de aguas residuales: Riesgo biológico,1998, Barcelona - España

Realizado por: Chacha, S, 2017

Tabla 3-1: Hongos

Hongos	
Trichophyton spp	Epidermophyton spp
Candida albicans	Protozoos
Aspergillus spp	Cryptococcus neoformans

Fuente: NTP 473 INSHT estaciones deperadoras de aguas residuales: Riesgo biológico,1998, Barcelona - España

Realizado por: Chacha, S, 2017

Tabla 4-1: Parásitos

Parásitos	
Entamoeba histolytica	Giardia lamblia
Echinococcus spp	Balantidium coli
Hymenolepis nana	Toxoplasma gondii
Taenia saginata	Taenia solium
Trichiuris tricgiura	Fasciola hepatica
Toxocara canis	Toxocara catis
Ankylostoma duodenale	Anguillula intestinalis
Helmintos	Ascaris lumbricoide

Fuente: NTP 473 INSHT estaciones deperadoras de aguas residuales: Riesgo biológico,1998, Barcelona - España

Realizado por: Chacha, S, 2017

1.1.3.2 Tratamiento de aguas residuales

Bajo la denominación de estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas, se agrupan las instalaciones en las que las aguas procedentes de las redes de alcantarillado de las poblaciones o núcleos habitados se someten a tratamiento, a fin de reducir sus

niveles de contaminación hasta cotas aceptables. Normalmente, tras su depuración las aguas son vertidas a cauces públicos o al mar.

A grandes rasgos, el tratamiento consiste en separar los diversos productos y sustancias de desecho que, bien en suspensión o disolución, arrastran las aguas. Estos productos y sustancias fundamentalmente son: plásticos, grasas, materias orgánicas, metales, arenas, productos químicos, etc., ello es debido a que, juntamente con los vertidos "domésticos", se recogen los variados vertidos de las industrias, que tienen conexión con la red urbana de alcantarillado.

Las instalaciones suelen estar situadas al aire libre y, únicamente cuando se ubican en proximidad a poblaciones o en su interior, se sitúan bajo techo en edificios de tipo industrial. Es de destacar que el proceso requiere amplias superficies de balsas o depósitos sin cubrir, bien sea en situación elevada o a ras de suelo.

Por lo común, este tipo de plantas funcionan las 24 horas del día y su proceso está muy automatizado. El personal es reducido en proporción a la magnitud de las instalaciones y sus misiones se reducen a labores de vigilancia y control del funcionamiento, toma de muestras y laboratorio. La mayor incidencia en accidentes se concreta en la realización de trabajos de mantenimiento preventivo y reparaciones de emergencia.

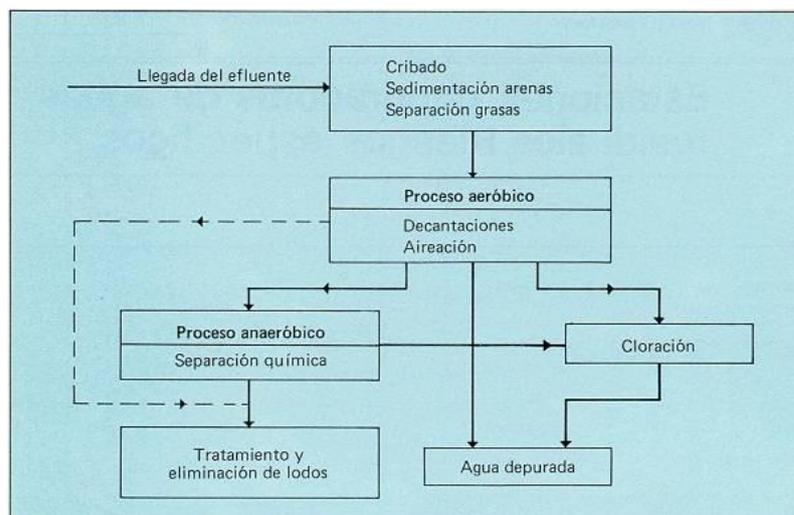


Figura 1-1: Proceso de tratamiento de aguas residuales

Fuente: NTP 128 INSHT Estaciones deperadoras de aguas residuales: Riesgo específicos, 1983, Barcelona -España

Se conoce como operaciones unitarias a los métodos de tratamiento en los que se involucran los fenómenos físicos y como procesos unitarios a los métodos de eliminación de los contaminantes en los que intervienen los procesos químicos y biológicos. Actualmente cada una de las operaciones y procesos unitarios se materializan entre sí para generar a los llamados tratamientos primarios, secundarios y terciarios (tratamiento avanzado).

- **Tratamiento primario**

Contempla el uso de operaciones físicas unitarias tales como: Desarenado, mezclado, floculación, flotación, sedimentación, filtración y el desbaste (principalmente rejas, mallas, o cribas) para la eliminación de sólidos sedimentables y flotantes presentes en el agua residual.

- **Operaciones Unitarias físicas**

Las operaciones específicamente empleadas para el tratamiento de aguas residuales en los que intervienen transformaciones que generalmente se producen de manera física reciben la terminología de operaciones físicas unitarias.

Tabla 5-1: Operaciones físicas unitarias

OPERACIÓN	APLICACIÓN
Medición del caudal	Control y seguimiento de procesos, informes de descargas.
Desbaste	Eliminación de sólidos gruesos y sedimentables por intercepción (retención en superficie)
Dilaceración	Trituración de sólidos gruesos hasta conseguir un tamaño más o menos uniforme.
Homogenización del caudal	Homogenización del caudal y de las cargas de DBO y de sólidos en suspensión.
Mezclado	Mezclado de productos químicos y gases con el agua residual, mantenimiento de los sólidos en suspensión.
Floculación	Provoca la agregación de pequeñas partículas aumentando el tamaño de las mismas, para mejorar su eliminación por sedimentación por gravedad.
Sedimentación	Eliminación de sólidos sedimentables y espesados de fangos.
Flotación	Eliminación de sólidos en suspensión finalmente divididos y de partículas con densidades cercanas a la del agua. También espesa los lodos biológicos.
Filtración	Eliminación de los sólidos en suspensión residuales presentes después del tratamiento químicos o biológico.
Microtamizado	Mismas funciones que la filtración. También la eliminación de las algas de los efluentes de las lagunas de estabilización.
Transferencia de gases	Adición y eliminación de gases.
Volatilización y arrastre de gases	Emisión de compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles del agua residual.

Fuente: METCALF YEDDY, INC. Universidad de California, Ingeniería sanitaria: Tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales

- **Tratamiento secundario**

Contempla el empleo de procesos biológicos y químicos unitarios para remoción principalmente de compuestos orgánicos biodegradables y sólidos suspendidos. El tratamiento secundario generalmente está precedido por procesos de depuración unitarios de tratamiento primario.

- **Procesos Unitarios químicos**

Los procesos específicamente empleados para el tratamiento de aguas residuales en los que intervienen transformaciones que generalmente se producen por reacciones químicas reciben la terminología de procesos químicos unitarios.

Cabe establecer que con el fin de alcanzar los objetivos del tratamiento de agua residual, los procesos químicos unitarios depende de las operaciones físicas unitarias, es decir que es necesario una combinación de las operaciones físicas y procesos químicos unitarios.

Los métodos de tratamiento en los cuales la eliminación o conversión de los contaminantes se consigue con la adición de productos químicos o gracias al desarrollo de ciertas reacciones químicas, se conocen como procesos químicos unitarios. Fenómenos como la precipitación, adsorción y la desinfección son ejemplos de los procesos de aplicación más comunes en el tratamiento de las aguas residuales

Tabla 6-1: Operaciones químicas unitarias

PROCESO	APLICACIÓN
Precipitación química	Eliminación de fósforo y mejora de la eliminación de sólidos en suspensión en las instalaciones de sedimentación primaria empleadas en tratamientos fisicoquímicos
Adsorción	Eliminación de materia orgánica no eliminada con métodos convencionales de tratamientos químico y biológico. También se emplean para decolorar el agua residual antes de su vertido final.
Desinfección	Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades.
Desinfección con cloro	Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades. El cloro es el producto químico más utilizado.
Decoloración	Eliminación del cloro combinado residual total remanente después de la cloración.
Desinfección con dióxido de cloro	Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades.
Desinfección con cloruro de bromo	Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades.
Desinfección con ozono.	Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades.
Desinfección con luz ultravioleta	Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades.
Otros	Para alcanzar objetivos específicos en el tratamiento de las aguas residuales, se pueden emplear otros compuesto químicos.

Fuente: METCALF Y EDDY, INC. Universidad de California, Ingeniería sanitaria: Tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales

Realizado por: Chacha, S, 2017

• Procesos Unitarios biológicos

Los procesos específicamente empleados para el tratamiento de aguas residuales en los que intervienen transformaciones que generalmente se producen por reacciones biológicas reciben la terminología de procesos químicos unitarios.

Los procesos de tratamiento en los que la eliminación de los contaminantes se lleva a cabo gracias a la actividad biológica se conocen como procesos biológicos unitarios. La principal aplicación de los procesos biológicos es la eliminación de las sustancias orgánicas biodegradables presentes en el agua residual en forma, tanto coloidal, como en disolución.

Básicamente estas sustancias se convierten en gases, que se liberan a la atmósfera, y en tejido celular biológico, eliminable por sedimentación. Los tratamientos biológicos también se emplean para eliminar el nitrógeno contenido en el agua residual.

Los objetivos del tratamiento biológico del agua residual son la coagulación y eliminación de los sólidos coloidales no sedimentables y la estabilización de la materia orgánica. En el caso del agua residual doméstica, el principal objetivo es la reducción de la materia orgánica presente y, en muchos casos, la eliminación de nutrientes como

el nitrógeno y el fósforo. En el caso de las aguas de retorno de usos agrícolas, el principal objetivo es la eliminación de los nutrientes que puedan favorecer el crecimiento de las plantas acuáticas, como el nitrógeno y el fósforo. En el caso de las aguas residuales industriales, el principal objetivo es la reducción de la concentración de compuestos tanto orgánicos como inorgánicos.

La eliminación de la DBO carbonosa, la coagulación de los sólidos coloidales no sedimentables, y la estabilización de la materia orgánica se consiguen, biológicamente, gracias a la acción de una variedad de microorganismos, principalmente bacterias. Los microorganismos se utilizan para convertir la materia carbonosa coloidal y disuelta en diferentes gases y tejido celular.

Dado que el tejido celular tiene un peso específico ligeramente superior al del agua, se puede eliminar por decantación. Es importante señalar que, salvo que se separe de la solución el tejido celular, que se produce a partir de la materia orgánica, no se alcanzará un tratamiento completo. Si no se separa el tejido celular, el único tratamiento que se habrá llevado a cabo es el asociado con la conversión bacteriana de una fracción de la materia orgánica presente originalmente en diversos productos gaseosos finales.

Algunos de los principales procesos biológicos se muestran a continuación:

- **Procesos aerobios:** Son los procesos de tratamiento biológico que se dan en presencia de oxígeno.
- **Procesos anaerobios:** Son los procesos de tratamiento biológico que se dan en ausencia de oxígeno.
- **Desnitrificación anóxica:** Es el proceso por el cual el nitrógeno de los nitratos se transforma, biológicamente, en nitrógeno gas en ausencia de oxígeno. Este proceso también se le conoce como desnitrificación anaerobia.
- **Eliminación biológica de nutrientes:** Término que se aplica a la eliminación de nitrógeno y fósforo mediante procesos de tratamiento biológico.

- **Procesos facultativos:** Son los procesos de tratamiento biológico en los que los organismos responsables pueden funcionar en presencia o ausencia de oxígeno molecular. Estos organismos se conocen con el nombre de organismos facultativos.
- **Eliminación de la DBO carbonosa:** Es la conversión biológica de la materia carbonosa del agua residual en tejido celular y en diversos productos gaseosos. En la conversión, se supone que el nitrógeno presente en los diferentes compuestos se convierte en amoníaco.
- **Nitrificación:** Es el proceso biológico mediante el cual el amoníaco se transforma, primero en nitrito y posteriormente en nitrato.
- **Substrato:** Es el término empleado para representar la materia orgánica o los nutrientes que sufren una conversión o que pueden constituir un factor limitante en el tratamiento biológico.
- **Desnitrificación:** Proceso biológico mediante el cual el nitrato se convierte en nitrógeno gas y en otros productos gaseosos.
- **Procesos de cultivo en suspensión:** Son los procesos de tratamiento biológico en los que los microorganismos responsables de la conversión de la materia orgánica u otros constituyentes del agua residual en gases y tejido celular, se mantienen en suspensión dentro del líquido.
- **Procesos de cultivo fijo:** Son los procesos de tratamiento biológico en los que los microorganismos responsables de la conversión de la materia orgánica u otros constituyentes del agua residual en gases y tejido celular están fijados a un medio inerte, tal como piedras, escorias, o materiales cerámicos y plásticos especialmente diseñados para cumplir con esa función. Los procesos de cultivo fijo también se conocen con el nombre de procesos de película fija.
- **Tratamiento terciario o avanzado**

Es el tratamiento adicional necesario para remover sustancias suspendidas y disueltas que permanecen después del tratamiento convencional para efluentes.

El tratamiento permite obtener agua para uso agrícola, recreacional o de consumo humano; sin embargo, el proceso es demasiado costoso. Los procesos más destacados se encuentran:

- Filtración.
- Precipitación y coagulación.
- Micromatizado.
- Adsorción (carbón activado).
- Osmosis inversa.
- Intercambio iónico.
- Cloración y ozonización.
- Electrolisis o electrocoagulación.
- Procesos de reducción de nutrientes.

Tabla 7-1: Operaciones químicas unitarias

Tipo de tratamiento	Operaciones o procesos unitarios
Preliminares	Dilaceración, desbaste, filtración, flotación, remoción por gravedad, tanque Imhoff, filtración por membrana, remoción de grasas y aceites, tamizado grueso y fino, y microtamizado.
Primarios	Tamizado, sedimentación primaria.
Secundarios	Lodos activados, reactores de lecho fijo, sistemas de lagunaje, sedimentación secundaria, desinfección.
Terciarios	Coagulación química, floculación, sedimentación seguida de filtración y carbón activado. Intercambio iónico, ósmosis inversa, electrocoagulación.

Fuente: METCALF YEDDY, INC. Universidad de California, Ingeniería sanitaria: Tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales

Realizado por: Chacha, S, 2017

Tabla 8-1: Operaciones químicas unitarias

Contaminante	Sistema de tratamiento, operación o proceso unitario
Sólidos en suspensión	Desbaste y dilaceración, desarenado, sedimentación, filtración, flotación, adición de polímeros, sistemas naturales (tratamiento de evacuación al terreno), coagulación/sedimentación
Materia orgánica biodegradable	Variantes de fangos activados, película fija: filtros percoladores y biodiscos, variantes de lagunaje, filtración intermitente en arena, sistemas físico – químicos, sistemas naturales
Compuestos orgánicos volátiles	Arrastre por aire, tratamiento de gases, absorción en carbón
Patógenos	Cloración, hipocloración, cloruro de bromo, radiación UV, sistemas naturales
Nutrientes	
Nitrógeno	Variantes de sistemas de cultivo en suspensión con nitrificación y desnitrificación, variantes de sistemas de película fija con nitrificación y desnitrificación, arrastre de amoníaco, intercambio iónico, coloración al breakpoint, sistemas naturales
Fósforo	Adición de sales metálicas, coagulación y sedimentación con cal, eliminación biológica del fósforo, eliminación biológica – química del fósforo, sistemas naturales
Nitrógeno y fósforo	Eliminación biológica de nutrientes
Materia orgánica refractaria	Adsorción en carbón, ozonación terciaria, sistemas naturales
Metales pesados	Precipitación química, intercambio iónico, sistemas de tratamiento por evacuación al terreno
Sólidos disueltos orgánicos	Intercambio iónico, osmosis inversa, electrodiálisis

Fuente: METCALF YEDDY, INC. Universidad de California, Ingeniería sanitaria: Tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales

Realizado por: Chacha, S, 2017

1.1.3.3 Fases del tratamiento o Proceso de Tratamiento

En general la depuración de las aguas residuales consta de las siguientes operaciones:

- **Llegada del efluente:** canal de llegada y recogida de las aguas residuales a la estación depuradora.
- **Pretratamiento:** consiste en una sucesión de etapas físicas y mecánicas destinadas a separar las aguas de las materias voluminosas en suspensión; después de esta fase sólo permanecen las partículas con un diámetro inferior a 200 mm. También tiene lugar la separación de grasas.
- **Decantación primaria:** Puede ser por decantación simple o bien por tratamiento fisicoquímico. Afecta a las partículas de diámetro superior a 100 mm. Las

materias decantadas obtenidas por separación del efluente constituyen los lodos primarios.

- También se lleva a cabo la eliminación de la polución coloidal y del fósforo.
- **Tratamiento biológico:** Consiste básicamente en una degradación de los compuestos orgánicos presentes en el efluente por microorganismos que se alimentan de la contaminación orgánica disuelta (lodos activados, lecho bacteriano, biofiltro).
- Dispositivos de aireación permiten a las bacterias aerobias utilizadas incrementar su metabolismo y, en consecuencia, su acción.
- **Decantación secundaria:** Una nueva etapa de decantación permite la separación de los lodos secundarios formados antes de obtener el agua depurada (filtrada y posteriormente desinfectada).
- **Tratamiento de lodos:** El tratamiento de lodos es una instalación fundamental de la estación depuradora. Su objetivo es reducir la masa orgánica y el volumen de los lodos primarios y secundarios recogidos tras las dos etapas de decantación. Comprende dos fases: en primer lugar, se procede a reducir la masa orgánica mediante estabilización por digestión aerobia o anaerobia, pasteurización y estabilización química; a continuación, se reduce el volumen de los lodos: por prensado, por deshidratación, por secado térmico o por incineración.

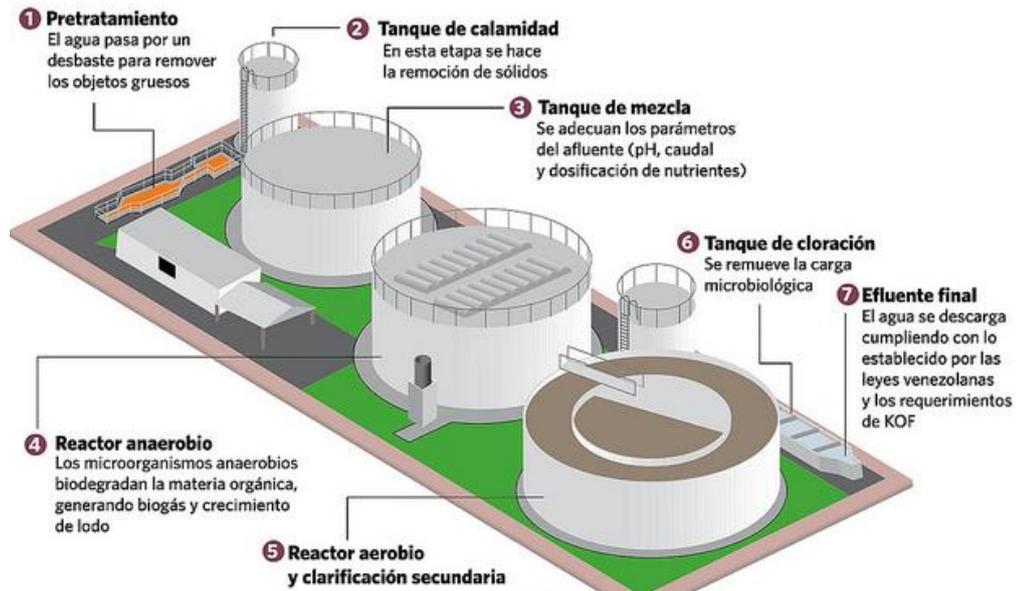


Figura 2-1: Tratamiento de lodos

Fuente: <https://goo.gl/os2N1U>

1.1.3.4 Criterios generales para la descarga de efluentes

De acuerdo con su caracterización toda descarga puntual al sistema de alcantarillado y toda descarga puntual o no puntual a un cuerpo receptor, deberá cumplir con las disposiciones de la normativa de calidad ambiental. La tabla 09 del TULSMA es la guía técnica de los parámetros mínimos de descarga a analizarse o monitorearse, que deberá cumplir todo sujeto de control.

A continuación, se detalla algunas prohibiciones para la descarga de los efluentes:

- Se prohíbe la utilización de cualquier tipo de agua, con el propósito de diluir los efluentes líquidos no tratados.
- 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.
- Se prohíbe todo tipo de descarga en:
 - Las cabeceras de las fuentes de agua.
 - Aguas arriba de la captación para agua potable de empresas o juntas administradoras de agua potable rural

- Se prohíbe verter desechos sólidos, tales como: basuras, animales muertos, mobiliario, entre otros, y líquidos contaminados hacia cualquier cuerpo de agua y cauce de aguas estacionales secas o no.

1.1.3.5 *Riesgos biológicos en las depuradoras de aguas*

El riesgo biológico de las depuradoras de aguas residuales está ligado a los agentes patógenos susceptibles de ser transportados por las aguas residuales, cuya naturaleza depende de las condiciones climáticas, del nivel de higiene y de las enfermedades endémicas de personas y animales.

Las aguas residuales constituyen no sólo un vector para numerosos microorganismos, sino que además pueden ser un medio de proliferación para muchos de ellos. El riesgo de contaminación biológica dependerá de que el microorganismo esté presente en las aguas residuales en cantidades significativas, de que sobreviva dentro del entorno conservando su poder infeccioso, así como de los diferentes grados de exposición.

El riesgo de infección existe si el trabajador es receptivo y si el microorganismo encuentra una vía de entrada al organismo. Cada uno de estos elementos por si solo no es suficiente para provocar la infección, pero si coinciden varios de ellos pueden originarla. En la

1.1.3.6 *Vías de contaminación*

Poner de manifiesto la presencia de uno o más agentes patógenos en un medio no significa forzosamente un riesgo de infección para el hombre en contacto con este medio. Como ya se ha comentado en el apartado anterior, son varios los factores que definen el poder infeccioso de los microorganismos: patogenicidad, virulencia, estabilidad biológica, formas de transmisión, endemidad, respuesta inmunológica del individuo, etc. Además, una infección no es sinónimo de enfermedad, ya que existen los portadores sanos, que indemnes de todo síntoma, juegan un papel importante en la propagación de una infección.

La contaminación por la vía digestiva o cutáneomucosa es teóricamente posible a lo largo de toda la cadena del tratamiento del agua, mientras que el riesgo de

contaminación por la vía respiratoria es mayor en las zonas con posibilidad de generación de aerosoles, sobre todo en la proximidad de los sistemas de aireación de las piscinas, de pulverización, saltos de agua y zonas de impacto en los efluentes y los lodos.

- **Vía cutánea-mucosa**

La entrada en el organismo puede producirse por contacto directo con el foco de contaminación, donde los gérmenes pueden penetrar a través de heridas, directamente a través de la dermis como es el caso de Anquilostoma, o a través de las mucosas conjuntivas en el caso de que se produzcan salpicaduras en los ojos. También se han descrito dermatitis de irritación de la piel por el contacto con las aguas residuales y con el polvo de los lodos, así como eczemas alérgicos debidos a los productos químicos.

- **Vía respiratoria**

La contaminación respiratoria está provocada esencialmente por los aerosoles producidos en los dispositivos de aireación de los lodos y en la dispersión aérea de los lodos secos, que pueden transportar diversos microorganismos que inhalados a través del aparato respiratorio pueden resultar patógenos para el hombre como, por ejemplo: Klebsiella pneumoniae, Mycobacterium tuberculosis, Influenzae virus, Myxovirus, Aspergillus fumigatus, Legionella, etc.

- **Vía digestiva**

Esta contaminación ocurre esencialmente a través de las manos, directamente (manos sucias llevadas a la boca) o indirectamente (a través de alimentos y cigarrillos), aunque también puede darse de forma accidental por caída dentro del agua o proyección. También, como ya se ha comentado, puede tener lugar por la deglución de agentes patógenos inicialmente inhalados y secundariamente evacuados por la película mucociliar hacia la región aéreodigestiva.

Varios estudios han mostrado patologías digestivas banales (diarreas, náuseas, vómitos) y riesgos de parasitosis intestinales en los trabajadores de estaciones depuradoras y de

alcantarillas. La destrucción de bacterias gram negativas puede emitir endotoxinas que pueden asociarse a síntomas gastrointestinales agudos de los trabajadores de aguas residuales, incluyendo, además, fiebre, inflamación de los ojos y fatiga.

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Localización del proyecto

La zona en la cual se realiza el estudio es la comunidad La Candelaria, perteneciente a la parroquia San Luis- Provincia Chimborazo con una ubicación física: Región Sierra centro, provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba. Ubicación geográfica: 78° 38' 32" Long. Occ. 1° 42' 23" Lat. Sur. (Fuente: CELIR-INEC-MAG-IGM. "Chimborazo: Tierra de los Puruháes" en el ultimo censo la parroquia de San Luis una población aproximada de 9.482.

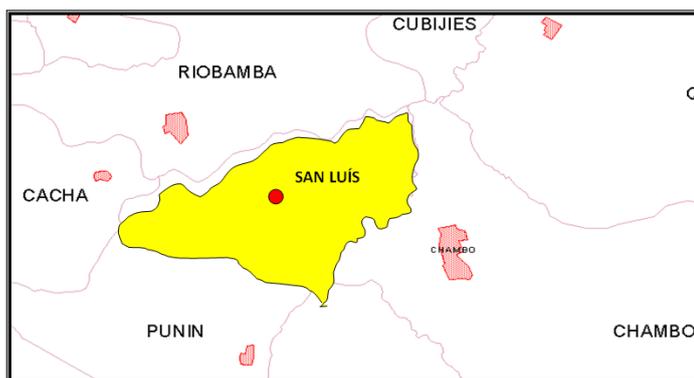


Figura 1-2: Límites San Luis

Fuente: Mapas GIS, Plan de Desarrollo Provincial, HCPCH-DYA, 2002.

Límites

N.: Barrio La Libertad y Ciudad de Riobamba,

S.: Parroquia Punín.

E.: Río Chambo y Cantón Chambo.

O.: Parroquia Yaruquíes.

2.2 Muestreo

Es de vital importancia seleccionar la mejor técnica de muestreo ya que de esta depende el sistema de tratamiento, se debe obtener para ello el número de muestras representativas, como resultado de una correcta aplicación del muestreo se determina:

- Los componentes contenidos en el agua residual
- La determinación del flujo
- Frecuencia y sitio de vertido.

Con los lineamientos ya establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:1998 Agua. Calidad del Agua. Muestreo de la base de datos es la referencia para ejecutar la comparativa.

2.2.1 *Tipo de muestreo*

La selección del tipo de muestreo mas adecuado para la presente investigación se basa en un muestreo compuesto, el cual constituye parte del volumen o comúnmente llamado alícuota de aguas residuales, tomadas de manera independiente en diferentes horarios en la zona de descarga, con estas alícuotas se pretende obtener una muestra compuesta de cada uno de los caudales determinados.

2.2.2 *Plan de muestreo*

Se debe tener consideraciones iniciales para la ejecución de un plan de muestreo, la determinación de las zonas de muestreo, caudal y la manera de descarga es indispensable ya que debido a las aguas residuales tienen una significativa variación en función del tiempo. Para determinar los componentes principales como la variación de caudal, horario y zonas de descarga, se inicia con una medición previa, con una duración de 7 días aproximadamente, aquí se conoce el día de mayor incidencia para iniciar con la toma de muestras.

Las muestras compuestas fueron de 600 mL cada 15 min., y el volumen compuesto de 6000 mL, se debe tomar en cuenta que los valores de las muestras compuestas varían según la necesidad del laboratorio de análisis.

2.2.3 *Materiales y equipos de muestreo*

- Vaso de precipitación de 800ml
- Probeta de 500 ml
- Envase de plástico de 6 L

- Envase de plástico estéril de 200 ml
- Termómetro 50 °C
- Cámara fotográfica
- Hielera
- Hielo
- Guantes de látex
- Botas de caucho
- Mascarilla
- Mandil

2.3 Metodología

2.3.1 *Identificación del lugar de investigación*

Para el estudio del proyecto denominado como DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, en la cual se identificó con el apoyo de las autoridades y de las directrices concretas del personal asignado al proyecto de aguas residuales en la comunidad la Candelaria perteneciente a la parroquia San Luis – provincia de Chimborazo , se observó que no existe una línea del alcantarillado , por lo cual el agua residual es conducida a partir de cada domicilio por canales elaborados rústicamente por los moradores, a través de sus parcelas hacia un canal mas amplio para ser conducida toda esta agua a un colector que finalmente traslada la misma hacia el alcantarillado de la parroquia San Luis, probando de esta manera una contaminación ambiental y visual, para los habitantes de dicha zona

2.3.2 Métodos y técnicas

La metodología es el instrumento que enlaza el sujeto con el objeto dentro de la investigación, sin este instrumento sería casi imposible llegar a cumplir un objetivo el cual conduciría a un conocimiento científico. En sí el método es un instrumento necesario en la ciencia; con esto podemos demostrar que un argumento es válido.

Las técnicas de investigación son un conjunto de procedimientos organizados de una forma sistemática, aplicables a una ciencia. Dentro de sus objetivos está ordenar las etapas que va a seguir la investigación y llevar un control de datos.

2.4.3.1 *Métodos*

- **Deductivo**

Para el método deductivo es indispensable la aceptación de datos generales para su respectivo análisis y así determinar de manera particular.

Una vez mencionado lo siguiente la zona de descarga a comunidad la Candelaria, produce una contaminación ambiental y como posible solución es el sistema de tratamiento de AR.

- **Inductivo**

El método inductivo inicia de un caso particular y se direcciona hacia conclusiones generales. Este método presenta la mejor adaptación al proyecto de investigación como resultado de la medición de contaminantes de las aguas residuales producidas, por la cual conoceremos la cantidad de contaminantes del AR generadas en la zona de descarga de la comunidad La Candelaria, con la que se obtiene conclusiones concisas a través de una adecuada caracterización.

- **Experimental**

La caracterización de aguas residuales es considerado como la parte experimental del proyecto debido al uso indispensable de herramientas y equipos específicos del laboratorio de análisis, el cual indica los datos obtenidos y a través de una comparativa con la normativa ya establecida (TULAS. Libro VI. Anexo 1).

la cual muestra los rangos permisivos ya establecidos, caso contrario el procedimiento siguiente consiste en la simulación de un sistema de tratamiento para aguas residuales.

2.4.3.2 *Técnicas*

- **Parámetros físicos**

Tabla 1 -2: Técnica para determinar el pH

Código	STANDARD METHODS 4500-B
Fundamento:	El pH es el parámetro que nos indica la alcalinidad o acidez del agua, tiene un rango de 1a14. Si el agua es ácida el pH es menor a 7, si es básica mayor a 7, si es igual a7 es neutro.
Materiales y Reactivos:	<ul style="list-style-type: none"> • pH metro • Buffer 7
Procedimiento:	<ul style="list-style-type: none"> • Calibrar el equipo utilizando buffer • Introducir el electrodo en la muestra, agitar suavemente. • Esperar unos segundos que se estabilice, y tomar la lectura.
Reporte de resultados:	Lectura directa

Fuente: Laboratorio de Análisis Técnicos ESPOCH, 2017

Realizado por: Chacha, S, 2017

Tabla 2 -2: Técnica para determinar la conductividad

Código	STANDARD METHODS 2510-B
Fundamento:	Es la capacidad de una solución para transportar corriente eléctrica, depende de la presencia de iones y su concentración total, de su movilidad valencia y sus concentraciones relativas, así como de la temperatura.
Materiales y Reactivos:	<ul style="list-style-type: none"> • Conductímetro • Vaso de precipitado de250ml
Procedimiento:	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar la muestra problema en un vaso de precipitación y vertimos en el recipiente que trae el Conductímetro. • Tomar la lectura en el Conductímetro el cual trae tres diferentes escalas (0-1, 0- 10, 0-1000) micro ohms*cm, la misma que tenemos que regular de acuerdo a la escala que se requiera.
Reporte de resultados:	Lectura directa

Fuente: Laboratorio de Análisis Técnicos ESPOCH, 2017

Realizado por: Chacha, S, 2017

Tabla 3 -2: Técnica para determinar la turbidez

Código	MÉTODO HACH 46500-88
Fundamento:	La turbidez mide la intensidad de color en el agua que se obtiene en la captación de agua cruda y luego de la filtración (agua tratada), este equipo identifica toda impureza finamente dividida, cualquiera que sea su naturaleza, que pueda ser suspendida. Estas impurezas pueden ser de origen inorgánicas tales como las arcillas, limos, carbonatos de calcio, sílice, hidróxido férrico, azufre, etc. O pueden ser de naturaleza orgánica tales como materia vegetal finamente dividida, aceites, grasas, microorganismos
Materiales y Reactivos:	<ul style="list-style-type: none"> • Turbidímetro. • Celda. • Pizeta. • Muestra (AR)
Procedimiento:	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar en la celda el agua recolectada en el tanque de recepción. Y agua tomada luego del proceso de filtración. • Colocar la celda en el Turbidímetro. • Leer directamente el valor según la escala deseada (0-1, 0-10,0-100 NTU).
Reporte de resultados:	Lectura directa

Fuente: Laboratorio de Análisis Técnicos ESPOCH, 2017

Realizado por: Chacha, S, 2017

Tabla 4 -2: Técnica para determinar sólidos totales disueltos

Código	MÉTODO HACH2004A
Fundamento:	Los sólidos totales es la cantidad de materia disuelta en un volumen de agua. Se puede calcular tomando la suma de las concentraciones de todos los cationes y aniones indicados en la parte del análisis del agua o puede también ser medida evaporando una muestra de agua para secarla y posteriormente pesar sus residuos.
Materiales y Reactivos:	<ul style="list-style-type: none"> • Vaso de precipitación de 250mL. • Electrodo sensible HACH • Agua cruda • Agua tratada
Procedimiento:	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar aproximadamente 100ml de agua cruda en el vaso de 250ml. • Leer directamente la medida en el HACH series. • Realizar el mismo procedimiento con agua tratada
Reporte de resultados:	Lectura directa

Fuente: Laboratorio de Análisis Técnicos ESPOCH, 2017

Realizado por: Chacha, S, 2017

Tabla 5 -2: Técnica para determinar sólidos sedimentables

Código	MÉTODO 2540-F 76
Fundamento:	Los sólidos sedimentables de las aguas de superficie y salinas, así como los residuos domésticos e industriales pueden ser determinados y expresados en función de un volumen (ml/l) o de un peso (mg/l).
Materiales y Reactivos:	<ul style="list-style-type: none"> • Capsulas de Porcelana • Platino • Vaso alto de sílice • Mufla • Baño de vapor • Desecador • Balanza analítica
Procedimiento:	Volumétrico: llénese un icono Imhoff hasta la marca con la muestra deje sedimentar durante 45min removiendo constantemente con una varilla.
Reporte de resultados:	Para la determinación de los sólidos suspendidos se utiliza: $mg\ SS/L = mg\ de\ STS\ Suspensión / L - kmg\ SNS/L$ Dónde: SS=sólidos sedimentables STS=sólidos totales en suspensión SNS=sólidos no sedimentables

Fuente: Laboratorio de Análisis Técnicos ESPOCH, 2017

Realizado por: Chacha, S, 2017

- **Parámetros químicos**

Tabla 6 -2: Técnica para determinar la DBO

Código	STANDARD METHODS 5210-B
Fundamento:	Se llena una muestra hasta rebosar un frasco hermético e incubarlo a una temperatura establecida durante 5 días. El oxígeno disuelto se mide antes y después de la incubación el ROB se calcula mediante la diferencia entre el OD inicial y el final.
Materiales y	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de DBO

Reactivos:	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas de incubación • Grasa • Tampones de Copa • Capsula magnética • Probeta graduada • Termómetro • Embudo
Procedimiento:	<ul style="list-style-type: none"> • Caliente o enfríe la muestra hasta 2°C de la T de incubación (20°). Usando una probeta graduada, vierta 160 ml de la muestra en una botella oscura. • Coloque una barra magnética para mezclar en cada botella de muestra. Añada el contenido de un sobre de Buffer nutritivo para DBO a cada botella para el crecimiento óptimo de las bacterias si las características de la muestra original lo requieran. • Aplicar grasa en la boca de cada botella para sellarla con el tampón de copa. • Usando un embudo adicione el contenido de un sobre de LiOH en el tampón de copa de cada muestra, coloque las botellas en el equipo. Coloque el equipo en la incubadora o estufa ajustando la temperatura a 20 ± 2 °C. • Prenda el equipo. • Seleccione la duración de la prueba
Reporte de resultados:	<p>Cuando el agua de la disolución no está sembrada: $ROB5 = (D1 - D2) / P$</p> <p>Cuando el agua de disolución está sembrada: $ROB (5mg/l) = ((D1 - D2) - (B1 - B2) * f) / P$</p> <p>Dónde: D1= OD de la muestra diluida inmediatamente después de su preparación (mg/L) D2= OD de la muestra diluida después de 5 días de incubación a 20°C (mg/L) P= fracción volumétrica decimal de la muestra utilizada B1= OD del control de simiente antes de la incubación (mg/L) B2= OD del control de simiente después de la incubación mg/L f = proporción de la simiente de la muestra diluida con respecto al control de la simiente.</p>

Fuente: Laboratorio de Análisis Técnicos ESPOCH, 2017

Realizado por: Chacha, S, 2017

Tabla 7 -2: Técnica para determinar la DQO

Código	MÉTODO 5220-C
Fundamento:	Una gran cantidad de compuestos orgánicos e inorgánicos son oxidados con una mezcla de ácido crómico y sulfúrico a ebullición, la muestra se coloca a reflujo en una disolución de ácido fuerte con un exceso conocido de dicromato de potasio. El dicromato no reducido se mide por titulación o espectrofotométricamente.
Materiales y Reactivos:	<ul style="list-style-type: none"> • Reactor de DQO • Probeta graduada • Vaso de precipitación • Tubos de reactivos de digestión con tapa • Toallas de papel • Pipetas volumétricas
Procedimiento:	<ul style="list-style-type: none"> • Precalentar a 150°C el digestor de DQO y tomar la muestra Homogeneizada. • Añadir la disolución digestora respectiva. • Colocar agua en el tubo del blanco de reactivos. • Colocar los tubos en el digestor y dejar por 2h. • Retirar los tubos del digestor y dejar enfriar Medir la absorbancia en el espectrofotómetro previamente calibrado o cuantificar por titulación
Reporte de resultados:	<p>El DQO se expresa mg O₂/L:</p> $DQO = (V1 k VP * 8000) / Vs$ <p>Dónde:</p>

	<p>V1= volumen de la disolución de sulfato ferroso amoniacal requerido para la valoración del testigo.</p> <p>V2= volumen de la disolución de sulfato ferroso amoniacal requerido para la valoración de la muestra. Vs= volumen de la muestra.</p>
--	--

Fuente: Laboratorio de Análisis Técnicos ESPOCH, 2017

Realizado por: Chacha, S, 2017

Tabla 8 -2: Técnica para determinar aceites y grasas

Código	STANDARD METHODS 5530-C
Fundamento:	En la determinación de aceites y grasas no se mide una cantidad absoluta de una sustancia específica, más bien se determina cuantitativamente grupos de sustancias con características físicas similares sobre la base de su solubilidad común en triclorotrifluoroetano.
Materiales y Reactivos:	<ul style="list-style-type: none"> • Embudo de separación • Matraz de destilación • Baño de agua • Papel filtro (diámetro 11cm)
Procedimiento:	<ul style="list-style-type: none"> • Tome un 1ml de muestra y marque el nivel en la botella. • Acidifíquela hasta un pH de 2 o inferior con 5ml de HCl, pásela por un embudo. • Dejar que separe las dos capas y drenar la capa del disolvente con el uso papel filtro. • Si la capa no es clara añadir 1g de sulfato de sodio y drene. • Hágase dos extracciones con 30 ml de disolvente
Reporte de resultados:	<p>La cantidad de aceites y grasas se determina mediante:</p> $\text{mg de aceites y grasas/L} = (A \text{ k B}) \times 1000 \text{ ml de muestra}$ <p>Dónde:</p> <p>A= la ganancia total del peso.</p> <p>B = peso del matraz tarado menos el residuo calculado.</p>

Fuente: Laboratorio de Análisis Técnicos ESPOCH, 2017

Realizado por: Chacha, S, 2017

Tabla 9 -2: Técnica para determinar tensoactivos

Código	STANDARD METHODS 5530-C
Fundamento:	El método se basa en la destilación de los fenoles a un pH de 10 en presencia de ferrocianuro de potasio formando compuestos de color amarillo intenso a rojo, son extraídos con cloroformo midiendo su absorbancia
Materiales y Reactivos:	<ul style="list-style-type: none"> • Balanza analítica • Equipo de destilación • Potenciómetro de laboratorio • Espectrómetro • Papel filtro • Embudos de separación
Procedimiento:	<ul style="list-style-type: none"> • Tomar 500 ml de muestra y ajustar el pH a 4 con de ácido fosfórico utilizando el indicador naranja de metilo. • Destilar la muestra, adicionar 500ml de agua caliente, seguir destilando hasta un volumen de 500ml de destilado total
Reporte de resultados:	<p>Para calcular los fenoles se utiliza la siguiente ecuación de la curva de calibración:</p> $Y = mx + b$ <p>Para la concentración:</p> $U \text{ fenol} / L = (A/B)$

	Dónde: A = μ gr de fenol determinada en la curva B = ml de la muestra original
--	--

Fuente: Laboratorio de Análisis Técnicos ESPOCH, 2017

Realizado por: Chacha, S, 2017

- **Parámetros microbiológicos**

Tabla 10 -2: Técnica para determinar coliformes fecales

Código	STANDARD METHODS 4500-B
Fundamento:	El agua contiene bacterias cuyas necesidades nutritivas y de T óptima de desarrollo son variables. Los estreptococos fecales son bacterias entéricas que viven en el intestino de los animales de sangre caliente y del hombre.
Materiales y Reactivos:	<ul style="list-style-type: none"> • Cajas Petri • Autoclave • Disco filtrante • Agar de Plata • Agua destilada • Pinzas • Papel filtro • Matraz • Bomba al vacío • Pipetas • Estufa
Procedimiento:	<ul style="list-style-type: none"> • Un disco filtrante estéril se pone en la unidad de filtración, las bacterias serán detenidas en la superficie de la membrana. • Se quita el disco y se pone sobre una almohadilla absorbente que se ha saturado con el medio de cultivo apropiado. • Las almohadillas absorbentes se acomodan en cajas de Petri, las cuales se incuban. • Después de la incubación se desarrollarán colonias sobre el disco filtrante en cualquier lugar donde hayan quedado bacterias atrapadas durante el proceso de filtración. • La placa Petri con el contenido se lleva a estufa a 37 °C para la determinación de microorganismos totales y coliformes totales, o a 44,5 °C para la de coliformes fecales, durante un período de 24 horas.
Reporte de resultados:	Tras la incubación, se procede al recuento de las colonias formadas en cada disco filtrante, expresando los resultados en millones de microorganismos por litro de agua

Fuente: Laboratorio de Análisis Técnicos ESPOCH, 2017

Realizado por: Chacha, S, 2017

2.4 Datos experimentales

2.4.1 Diagnóstico

En la comunidad la Candelaria perteneciente a la Parroquia San Luis en la actualidad no existe ningún sistema que permita tratar el agua residual, por lo cual esta es conducida

hacia un canal elaborado rústicamente para ser llevada a un colector que finalmente traslada el agua residual al alcantarillado de la parroquia san Luis sin tener el tratamiento previo que exige la norma.

2.4.2 Caracterización de aguas residuales

Para la cacterización se tomaron datos compuestos y puntuales del agua afluyente las cuales son analizadas en el laboratorio de Análisis Técnico de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Tabla 11 -2: Análisis físico – químico y microbiológico del agua residual zona de descarga la comunidad la Candelaria estándar de comparación

Parámetro	Expresado	Unidad	Resultado
Temperatura	°C		19,2
Potencial hidrogeno	pH	Und.	5,79
Conductividad		μSiems/cm	2180
color		Upt-co	3380
Turbiedad		UNT	362
Demanda química de oxígeno	D.Q.O.	mg/L	1954
Demanda bioquímica de oxigeno	D.B.O.5	mg/L	1218
Solidos totales		mg/L	2466
Solidos suspendidos		mg/L	1495
Sulfatos	SO4 ''	mg/L	89
fosfatos		mg/L	14.5
Nitrógeno total Kjedahl	N	mg/L	6,12
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/L	1,16
Coliformes fecales	Nmp/100ml	UFC/100ml	2400
Coliformes totales		UFC/100ml	77000

Realizado por: Chacha, S, 2017

Tabla 12 -2: Caracterización física

Característica	Aspecto
Color	Gris oscuro
olor	Huevos podridos

Realizado por: Chacha, S, 2017

Tabla 13 -3: Análisis físico – químico y microbiológico del agua residual zona de descarga la comunidad la Candelaria

Parámetro	Expresado	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Resultado
Potencial hidrogeno	pH	Und.	6.65	5.87	5.42	5,98
Conductividad		µSiems/cm	2648	1753	2301	2234
Turbiedad		UNT	458	320	374	384
Demanda química de oxígeno	D.Q.O.	mg/L	1876	2608	1390	1958
Demanda bioquímica de oxígeno	D.B.O.5	mg/L	906	1268	1480	1218
Solidos totales		mg/L	1897	2951	2610	2486
Solidos suspendidos		mg/L	987	1345	2153	1495
Sulfatos	SO4 ″	mg/L	86	88	93	89
Fosfatos		mg/L	14.6	14.7	14.5	14.6
Nitrógeno total Kjedahl	N	mg/L	6.23	6.11	6.02	6,12
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/L	1.2	1.1	1.3	1,2
Coliformes fecales	Nmp/100ml	UFC/100ml	2300	1997	2903	2400
Coliformes totales		UFC/100ml	74500	79600	76900	77000

Realizado por: Chacha, S, 2017

Tabla 14 -2: Análisis físico – químicos y microbiológicos de los parámetros fuera de norma a considerar.

Parámetro	Expresado	Unidad	Limite Máximo Permitido Según	Resultado
Potencial hidrogeno	pH	Und.	6-9	5,98
Conductividad		µSiems/cm		2234
Turbiedad		UNT		384
Demanda química de oxígeno	D.Q.O.	mg/L	500,0	1958
Demanda bioquímica de oxígeno	D.B.O.5	mg/L	250,0	1218
Solidos totales		mg/L	1 600,0	2486
Solidos suspendidos		mg/L	220,0	1495
Sulfatos	SO4 ″	mg/L	400,0	89
Fosfatos		mg/L	15,0	14.6
Nitrógeno total Kjedahl	N	mg/L	60,0	6,12
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/L	2,0	1,2
Coliformes fecales	Nmp/100ml	UFC/100ml	10000	2400
Coliformes totales		UFC/100ml		77000

Realizado por: Chacha, S, 2017

2.4.3 Datos del monitoreo del caudal

El tipo de muestreo que utilizaremos para el desarrollo del proyecto es el muestreo compuesto el cual está formado por alícuotas de AR individuales tomados en diferentes tiempos y/o momentos de la zona de descarga, de acuerdo con la normativa se realizó durante siete días, luego se colocan en el mismo recipiente o en recipientes individuales, finalmente en el laboratorio preparamos la muestra compuesta en función de los caudales determinado

Tabla 15 -2: Caudal del día lunes 23 de Mayo de 2016

HORA	VOLUMEN	TIEMPO	CAUDAL L/S	CAUDAL m3/	CAUDAL ml/s
6:00	8,6	7,6	1,131578947	4,073684211	1131,57895
6:30	9,8	6,8	1,441176471	5,188235294	1441,17647
7:00	8,9	7,5	1,186666667	4,272	1186,66667
7:30	8,6	7,3	1,178082192	4,24109589	1178,08219
8:00	9,6	7,3	1,315068493	4,734246575	1315,06849
8:30	7,5	6,9	1,086956522	3,913043478	1086,95652
9:00	8,6	7,5	1,146666667	4,128	1146,66667
9:30	8,7	7,4	1,175675676	4,232432432	1175,67568
10:00	8,5	7,5	1,133333333	4,08	1133,33333
10:30	8,6	7,6	1,131578947	4,073684211	1131,57895
11:00	9,6	6,8	1,411764706	5,082352941	1411,76471
11:30	7,6	7,5	1,013333333	3,648	1013,33333
12:00	8,7	7,3	1,191780822	4,290410959	1191,78082
12:30	9,7	7,3	1,328767123	4,783561644	1328,76712
13:00	9,8	6,9	1,420289855	5,113043478	1420,28986
13:30	8,6	7,5	1,146666667	4,128	1146,66667
14:00	8,7	7,4	1,175675676	4,232432432	1175,67568
14:30	8,7	6,9	1,260869565	4,539130435	1260,86957
15:00	8,9	7,5	1,186666667	4,272	1186,66667
15:30	8,6	7,4	1,162162162	4,183783784	1162,16216
16:00	8,6	7,5	1,146666667	4,128	1146,66667
16:30	8,4	7,6	1,105263158	3,978947368	1105,26316
17:00	9,9	6,8	1,455882353	5,241176471	1455,88235
17:30	9,6	7,5	1,28	4,608	1280
18:00	9,4	7,3	1,287671233	4,635616438	1287,67123
SUMA			30,5002439	109,800878	30500,2439
PROMEDIO			1,220009756	4,392035122	1220,00976
MAX			1,455882353	5,241176471	1455,88235

MIN	1,013333333	3,648	1013,33333
-----	-------------	-------	------------

Elaborado por: Chacha, S, 2017

Tabla 16 -2: Caudal del día martes 24 de Mayo de 2016.

HORA	VOLUMEN	TIEMPO	CAUDAL L/S	CAUDAL m3/H	CAUDAL ml/s
6:00	8,7	7	1,24285714	4,47428571	12428,5714
6:30	9,7	7,9	1,2278481	4,42025316	12278,481
7:00	9,8	8,1	1,20987654	4,35555556	12098,7654
7:30	8,6	9,6	0,895833333	3,225	8958,33333
8:00	8,7	7,8	1,11538462	4,01538462	11153,8462
8:30	8,6	7,3	1,17808219	4,24109589	11780,8219
9:00	9,8	7,7	1,27272727	4,58181818	12727,2727
9:30	7,6	6,9	1,10144928	3,96521739	11014,4928
10:00	8,7	8	1,0875	3,915	10875
10:30	9,7	7,6	1,27631579	4,59473684	12763,1579
11:00	9,8	8,6	1,13953488	4,10232558	11395,3488
11:30	8,6	7,5	1,14666667	4,128	11466,6667
12:00	8,7	7,6	1,14473684	4,12105263	11447,3684
12:30	8,6	6,8	1,26470588	4,55294118	12647,0588
13:00	9,8	7,5	1,30666667	4,704	13066,6667
13:30	8,9	7,3	1,21917808	4,3890411	12191,7808
14:00	8,6	7,3	1,17808219	4,24109589	11780,8219
14:30	9,6	6,9	1,39130435	5,00869565	13913,0435
15:00	7,5	7,5	1	3,6	10000
15:30	8,6	7,4	1,16216216	4,18378378	11621,6216
16:00	8,7	6,9	1,26086957	4,53913043	12608,6957
16:30	8,7	7,5	1,16	4,176	11600
17:00	9,7	7,4	1,31081081	4,71891892	13108,1081
17:30	9,8	8,7	1,12643678	4,05517241	11264,3678
18:00	8,6	6,9	1,24637681	4,48695652	12463,7681
SUMA			29,665406	106,795461	296654,06
PROMEDIO			1,220009756	4,27181846	11866,1624
MAX			1,455882353	5,00869565	13913,0435
MIN			1,013333333	3,225	8958,33333

Elaborado por: Chacha, S, 2017

Tabla 17 -2: Caudal dia miércoles 25 de Mayo de 2016

HORA	VOLUMEN	TIEMPO	CAUDAL L/S	CAUDAL m3/H	CAUDAL ml/s
6:00	8,7	6,9	1,260869565	4,53913043	1260,86957
6:30	8,6	8	1,075	3,87	1075
7:00	9,8	7,6	1,289473684	4,64210526	1289,47368
7:30	8,9	8,6	1,034883721	3,7255814	1034,88372
8:00	8,6	7,5	1,146666667	4,128	1146,66667
8:30	9,6	7,6	1,263157895	4,54736842	1263,15789
9:00	7,5	6,8	1,102941176	3,97058824	1102,94118
9:30	8,6	7,5	1,146666667	4,128	1146,66667
10:00	8,7	7,3	1,191780822	4,29041096	1191,78082
10:30	9,7	7,3	1,328767123	4,78356164	1328,76712
11:00	9,8	6,9	1,420289855	5,11304348	1420,28986
11:30	8,6	7,5	1,146666667	4,128	1146,66667
12:00	8,7	7,4	1,175675676	4,23243243	1175,67568
12:30	8,6	6,9	1,246376812	4,48695652	1246,37681
13:00	9,8	7,9	1,240506329	4,46582278	1240,50633
13:30	7,6	8,1	0,938271605	3,37777778	938,271605
14:00	8,7	8,6	1,011627907	3,64186047	1011,62791
14:30	9,7	7,8	1,243589744	4,47692308	1243,58974
15:00	9,8	7,3	1,342465753	4,83287671	1342,46575
15:30	8,6	7,7	1,116883117	4,02077922	1116,88312
16:00	8,7	6,9	1,260869565	4,53913043	1260,86957
16:30	8,6	8	1,075	3,87	1075
17:00	9,8	7,6	1,289473684	4,64210526	1289,47368
17:30	8,9	8,6	1,034883721	3,7255814	1034,88372
18:00	8,6	7,5	1,146666667	4,128	1146,66667
SUMA			29,52945442	106,306036	29529,4544
PROMEDIO			1,181178177	4,25224144	1181,17818
MAX			1,342465753	4,83287671	1342,46575
MIN			0,938271605	3,37777778	938,271605

Elaborado por: Chacha, S, 2017

Tabla 18 -2: Caudal dia jueves 26 de Mayo de 2016

HORA	VOLUMEN	TIEMPO	CAUDAL L/S	CAUDAL m3/H	CAUDAL ml/s
6:00	8,6	7,8	1,1025641	3,96923077	1102,5641
6:30	8,7	7,3	1,19178082	4,29041096	1191,78082
7:00	9,7	7,7	1,25974026	4,53506494	1259,74026
7:30	9,8	6,9	1,42028986	5,11304348	1420,28986
8:00	8,6	8	1,075	3,87	1075

8:30	8,7	7,6	1,14473684	4,12105263	1144,73684
9:00	8,6	8,6	1	3,6	1000
9:30	9,8	7,8	1,25641026	4,52307692	1256,41026
10:00	7,6	7,8	0,97435897	3,50769231	974,358974
10:30	8,7	6,9	1,26086957	4,53913043	1260,86957
11:00	9,7	8	1,2125	4,365	1212,5
11:30	9,8	7,6	1,28947368	4,64210526	1289,47368
12:00	8,6	8,6	1	3,6	1000
12:30	8,7	7,5	1,16	4,176	1160
13:00	8,6	6,9	1,24637681	4,48695652	1246,37681
13:30	9,8	8	1,225	4,41	1225
14:00	8,7	7,6	1,14473684	4,12105263	1144,73684
14:30	9,7	8,6	1,12790698	4,06046512	1127,90698
15:00	9,8	7,5	1,30666667	4,704	1306,66667
15:30	8,6	7,4	1,16216216	4,18378378	1162,16216
16:00	8,7	6,9	1,26086957	4,53913043	1260,86957
16:30	8,6	7,9	1,08860759	3,91898734	1088,60759
17:00	9,8	8,1	1,20987654	4,35555556	1209,87654
17:30	7,6	0,6	12,6666667	45,6	12666,6667
18:00	8,7	7,8	1,11538462	4,01538462	1115,38462
SUMA			40,9019788	147,247124	40901,9788
PROMEDIO			1,63607915	5,88988495	1636,07915
MAX			1,42028986	5,11304348	1420,28986
MIN			1	3,6	1000

Elaborado por: Chacha, S, 2017

Tabla 19 -2: Caudal día viernes 27 de Mayo de 2016

HORA	VOLUMEN	TIEMPO	CAUDAL L/S	CAUDAL m3/H	CAUDAL ml/s
6:00	8,6	7,3	1,17808219	4,24109589	1178,08219
6:30	7,6	6,8	1,11764706	4,02352941	1117,64706
7:00	9,7	7,5	1,29333333	4,656	1293,33333
7:30	8,6	7,3	1,17808219	4,24109589	1178,08219
8:00	8,6	7,3	1,17808219	4,24109589	1178,08219
8:30	9,6	6,9	1,39130435	5,00869565	1391,30435
9:00	7,6	7,5	1,01333333	3,648	1013,33333
9:30	8,7	7,4	1,17567568	4,23243243	1175,67568
10:00	9,7	7,5	1,29333333	4,656	1293,33333
10:30	9,8	7,6	1,28947368	4,64210526	1289,47368
11:00	8,9	7,6	1,17105263	4,21578947	1171,05263
11:30	8,6	7,6	1,13157895	4,07368421	1131,57895

12:00	9,6	7,8	1,23076923	4,43076923	1230,76923
12:30	7,5	7,7	0,97402597	3,50649351	974,025974
13:00	8,6	6,9	1,24637681	4,48695652	1246,37681
13:30	8,7	7,5	1,16	4,176	1160
14:00	8,5	7,4	1,14864865	4,13513514	1148,64865
14:30	9,7	7,5	1,29333333	4,656	1293,33333
15:00	8,6	7,6	1,13157895	4,07368421	1131,57895
15:30	8,6	7,6	1,13157895	4,07368421	1131,57895
16:00	8,7	7,3	1,19178082	4,29041096	1191,78082
16:30	8,7	6,8	1,27941176	4,60588235	1279,41176
17:00	8,9	7,5	1,18666667	4,272	1186,66667
17:30	8,6	7,3	1,17808219	4,24109589	1178,08219
18:00	8,6	7,3	1,17808219	4,24109589	1178,08219
SUMA			29,7413145	107,068732	29741,3145
PROMEDIO			1,18965258	4,28274928	1189,65258
MAX			1,39130435	5,0086955	1391,30435
MIN			0,97402597	3,50649351	974,02594

Elaborado por: Chacha, S, 2017

Tabla 20 -2: Caudal día sábado 28 de Mayo de 2016.

HORA	VOLUMEN	TIEMPO	CAUDAL L/S	CAUDAL m3/H	CAUDAL ml/s
6:00	9	7	1,28571429	4,62857143	1285,71429
6:30	9,8	7,3	1,34246575	4,83287671	1342,46575
7:00	8,9	6,9	1,28985507	4,64347826	1289,85507
7:30	8,6	7,5	1,14666667	4,128	1146,66667
8:00	9,6	7,4	1,2972973	4,67027027	1297,2973
8:30	7,5	7,5	1	3,6	1000
9:00	8,6	7,6	1,13157895	4,07368421	1131,57895
9:30	8,7	7,6	1,14473684	4,12105263	1144,73684
10:00	8,5	7,6	1,11842105	4,02631579	1118,42105
10:30	8,6	7,8	1,1025641	3,96923077	1102,5641
11:00	9,6	7,7	1,24675325	4,48831169	1246,75325
11:30	7,6	6,9	1,10144928	3,96521739	1101,44928
12:00	8,7	7,5	1,16	4,176	1160
12:30	9,7	7,4	1,31081081	4,71891892	1310,81081
13:00	9,8	7,5	1,30666667	4,704	1306,66667
13:30	8,6	7,6	1,13157895	4,07368421	1131,57895
14:00	8,7	6,8	1,27941176	4,60588235	1279,41176
14:30	8,7	7,5	1,16	4,176	1160
15:00	8,9	7,3	1,21917808	4,3890411	1219,17808

15:30	8,6	7,3	1,17808219	4,24109589	1178,08219
16:00	8,6	6,9	1,24637681	4,48695652	1246,37681
16:30	8,4	7,5	1,12	4,032	1120
17:00	9,9	7,4	1,33783784	4,81621622	1337,83784
17:30	9,6	7,5	1,28	4,608	1280
18:00	9,4	7,6	1,23684211	4,45263158	1236,84211
SUMA			30,1742878	108,627436	30174,2878
PROMEDIO			1,20697151	4,34509744	1206,97151
MAX			1,34246575	4,83287671	1342,46575
MIN			1	3,6	1000

Elaborado por: Chacha, S, 2017

Tabla 21 -2: Caudal dia domingo 29 de Mayo de 2016

HORA	VOLUMEN	TIEMPO	CAUDAL L/S	CAUDAL M3/H	CAUDAL ML/S
6:00	9,7	7,3	1,32876712	4,78356164	1328,767123
6:30	9,8	6,9	1,42028986	5,11304348	1420,289855
7:00	8,9	7,5	1,18666667	4,272	1186,666667
7:30	8,6	7,4	1,16216216	4,18378378	1162,162162
8:00	9,6	7,5	1,28	4,608	1280
8:30	7,5	7,6	0,98684211	3,55263158	986,8421053
9:00	8,6	7,6	1,13157895	4,07368421	1131,578947
9:30	8,7	7,6	1,14473684	4,12105263	1144,736842
10:00	8,5	7,8	1,08974359	3,92307692	1089,74359
10:30	8,6	7,7	1,11688312	4,02077922	1116,883117
11:00	9,6	6,9	1,39130435	5,00869565	1391,304348
11:30	7,6	7,5	1,01333333	3,648	1013,333333
12:00	8,7	7,4	1,17567568	4,23243243	1175,675676
12:30	9,7	7,5	1,29333333	4,656	1293,333333
13:00	9,8	7,6	1,28947368	4,64210526	1289,473684
13:30	8,6	6,8	1,26470588	4,55294118	1264,705882
14:00	8,7	7,5	1,16	4,176	1160
14:30	8,7	7,3	1,19178082	4,29041096	1191,780822
15:00	8,9	7,3	1,21917808	4,3890411	1219,178082
15:30	8,6	6,9	1,24637681	4,48695652	1246,376812
16:00	8,6	7,5	1,14666667	4,128	1146,666667
16:30	8,4	7,4	1,13513514	4,08648649	1135,135135
17:00	9,9	7,5	1,32	4,752	1320
17:30	9,6	7,6	1,26315789	4,54736842	1263,157895
18:00	9,4	7,6	1,23684211	4,45263158	1236,842105
SUMA			30,1946342	108,700683	30194,63418
PROMEDIO			1,20778537	4,34802732	1207,785367
MAX			1,42028986	5,11304348	1420,289855

MIN	0,98684211	3,55263158	986,8421053
------------	------------	------------	-------------

Elaborado por: Chacha, S, 2017

Tabla 22 -2: Caudales promedio del 23 al 29 de Mayo de 2016

DIA	CAUDAL L/S	CAUDAL m3/h
Lunes	1,220009756	4,392035122
Martes	1,18661624	4,27181846
Miércoles	1,181178177	4,25224144
Jueves	1,63607915	5,88988495
Vieres	1,18965258	4,28274928
Sábado	1,20697151	4,34509744
Domingo	1,20778537	4,34802732

Elaborado por: Chacha, S, 2017

2.4.3.1 Pruebas de tratabilidad con aireación

Tabla 23 -2: Variación de la concentración de DBO5 vs. Tiempo de aireación

Tiempo de aireación (Días)	Concentración DBO₅(mg/L)
1	1258
2	917
3	586

Elaborado por: Chacha, S, 2017

Tabla 24 -2: Variación de la concentración de DQO vs. Tiempo de aireación

Tiempo de Aireación (Días)	Concentración DQO(mg/L)
1	1976
2	572
3	365

Elaborado por: Chacha, S, 2017

2.5 Dimensionamiento del sistema de tratamiento de AR

2.5.1 Proyección de habitantes

Tabla 25 -2: Población actual

POBLACION	POBLADORES
Comunidad La Candelaria	659

Realizado por: Chacha, S, 2017

Poblacio futura

$$P_f = P_a * (1 + i)^n \quad \text{Ec 1}$$

$$P_f = 659 * (1 + 0.0318)^1$$

$$P_f = 680 \text{ habitantes}$$

Datos

Pa: 659 habtantes

I: 3.18% Tasa de crecimiento de la parroquia San Luis, tomado del plan estratégico de desarrollo cantonal Riobamba

Tabla 26 -2: Proyección de la población

N	Año	Población
0	2016	659
1	2017	680
2	2018	702
3	2019	724
4	2020	747
5	2021	771

Realizado por: Chacha, S, 2017

2.5.2 Caudal de diseño

- Caudal medio

$$D = \frac{Q_{\max \text{ diario}}}{P_e} \quad \text{Ec 2}$$

$$D = \frac{125.79 \frac{m^3}{\text{día}}}{659 \text{ hab}}$$

$$D = 0.191 \frac{m^3}{\text{hab} * \text{día}}$$

$$D = 191 \frac{L}{\text{hab} * \text{día}}$$

$$Q_{\text{med}} = \frac{771 (\text{hab}) * 191 \frac{L}{\text{hab} * \text{día}} * 0.7}{86400 \frac{s}{\text{día}}} \quad \text{Ec 3}$$

$$Q_{\text{med}} = 1.193 \frac{L}{s}$$

- Factor de mayorización

$$F = 1 + \frac{14}{4\sqrt{771/1000}} \quad \text{Ec 4}$$

$$F = 4.98$$

- Caudal de infiltración

$$Q_{inf} = 0.15 \frac{L}{s * Ha} * Ap \quad \text{Ec 5}$$

$$Q_{inf} = 0.15 \frac{L}{s * Ha} * 10Ha$$

$$Q_{inf} = 1.5 \frac{L}{s}$$

- Caudal de conexiones erradas

$$Q_{CE} = 10\%(Q_{med} * F) + Q_{INF} \quad \text{Ec 6}$$

$$Q_{CE} = 0.1(1.193 * 4.98)L/s + 1.5L/s$$

$$Q_{CE} = 2.094 L/s$$

- Caudal de diseño

$$Q_{diseño} = (Q_{med} * F) + Q_{inf} + Q_{CE} \quad \text{Ec 7}$$

$$Q_{diseño} = (1.193 * 4.98) + 1.5 + 2.094$$

$$Q_{diseño} = 9.53L/s$$

$$Q_{diseño} = 0.00953 \frac{m^3}{s}$$

$$Q_{diseño} = 823.39 \frac{m^3}{día}$$

2.5.3 *Calculo para el canal*

Reemplazando valores con los datos de la Tabla 11-1

$$A = b * h \quad \text{Ec 8}$$

$$A = 0.5m * 0.6m$$

$$A = 0.3m^2$$

- Radio hidráulico

$$R_H = \frac{b \cdot h}{b + 2h} \quad \text{Ec 9}$$

$$R_H = \frac{0.5 \text{ m} \cdot 0.6 \text{ m}}{0.5 \text{ m} + 2(0.6 \text{ m})}$$

$$R_H = 0.176 \text{ m}$$

- Velocidad a la que transporta el AR hacia el proceso de tratamiento

$$v = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ec 10}$$

$$v = \frac{1}{0.013} * 0.176^{\frac{2}{3}} * 0.0005^{\frac{1}{2}}$$

$$v = 0.54 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2.5.4 Cálculos para las rejillas

- Area libre, los datos se toman de la tabla 5

$$A_b = \frac{Q_{\text{diseño}}}{v} \quad \text{Ec 11}$$

$$A_b = \frac{0.00953 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0.54 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$A_b = 0.0176 \text{ m}^2$$

- Area de la sección trasversal del flujo

$$A_t = \frac{A_b(W+e)}{W} \quad \text{Ec 12}$$

$$A_t = \frac{0.0176 \text{ m}^2 (0.025 + 0.010)}{0.025}$$

$$A_t = 0.0246 \text{ m}^2$$

- Altura del canal

$$H = h + h_s \quad \text{Ec 13}$$

$$H = (0.0686 + 0.5)m$$

$$H = 0.5686 m$$

- Longitud de las barras

$$L_b = \frac{H}{\text{sen}\phi} \quad \text{Ec 14}$$

$$L_b = \frac{0.5686 m}{\text{sen}45}$$

$$L_b = 0.804m$$

- Número de barras

$$N^* = \frac{b-W}{e_b+W} \quad \text{Ec 15}$$

$$N^* = \frac{0.5 - 0.025}{0.010 + 0.025}$$

$$N^* = 14 \text{barras}$$

- Logitud sumergida de la barra

$$d_{max} = \frac{Q_{diseño}}{v*b} \quad \text{Ec 16}$$

$$d_{max} = \frac{0.00953 \frac{m^3}{s}}{0.54 \frac{m}{s} * 0.5m}$$

$$d_{max} = 0.035m$$

- Para longitud

$$L_g = \frac{d_{max}}{\text{sen}\delta} \quad \text{Ec 17}$$

$$L_g = \frac{0.035m}{\text{sen}45}$$

$$L_g = 0.049m$$

- Pérdida de carga

$$h_c = \beta * \left(\frac{e}{W}\right)^{\frac{4}{3}} * \frac{v^2}{2g} * \text{sen}\phi \quad \text{Ec 18}$$

$$h_c = 1.79 * \left(\frac{0.010}{0.025}\right)^{\frac{4}{3}} * \frac{(0.54 \frac{m}{s})^2}{2(9.8)} * \text{sen}45$$

$$h_c = 0.00555 \text{ m}$$

2.5.5 Cálculo para el diseño del sedimentador primario

- Cálculo del área superficial

$$A_{sed} = \frac{Q_{diseño}}{v_c} \quad \text{Ec 19}$$

$$A_{sed} = \frac{34.31 \frac{m^3}{h}}{2 \frac{m}{h}}$$

$$A_{sed} = 17.155m^2$$

- El ancho del sedimentador

$$A_n = \sqrt{\frac{A_{sed}}{2}} \quad \text{Ec 20}$$

$$A_n = \sqrt{\frac{17.155m^2}{2}}$$

$$A_n = 2.93m$$

- Largo del sedimentador

$$L_g = \frac{A_{sed}}{A_n} \quad \text{Ec 21}$$

$$L_g = \frac{17.155m^2}{2.93m}$$

$$L_g = 5.85 \text{ m}$$

- Volumen del taque

$$V_{sed} = L_g * A_n * h_{sed} \quad \text{Ec 22}$$

$$V_{sed} = 5.85m * 2.93m * 3.6m$$

$$V_{sed} = 61.71m^3$$

- Diámetro del sedimentador

$$\begin{aligned}\phi &= \sqrt{4 * \frac{A_{sed}}{\pi}} && \text{Ec 23} \\ \phi &= \sqrt{4 * \frac{17.155m^2}{\pi}} \\ \phi &= 4.67m\end{aligned}$$

- Tiempo de retención hidráulica

$$\begin{aligned}TRH &= \frac{V_{sed}}{Q_{diseño}} && \text{Ec 24} \\ TRH &= \frac{61.71m^3}{34.31 \frac{m^3}{h}} \\ TRH &= 1.79 h\end{aligned}$$

- Para el área de la sección transversal

$$\begin{aligned}A_t &= \frac{V_{sed}}{L_g} && \text{Ec 25} \\ A_t &= \frac{61.71m^3}{5.85 m} \\ A_t &= 10.55m^2\end{aligned}$$

- Velocidad de arrastre

$$\begin{aligned}V_h &= [8k (s - 1) \frac{gd}{f}]^{\frac{1}{2}} && \text{Ec 26} \\ V_h &= [8(0.05) (1.25 - 1) \frac{(9.8)(0.0001)}{0.025}]^{\frac{1}{2}} \\ V_h &= 0.063\end{aligned}$$

- La velocidad de arrastre se compara con la velocidad horizontal

$$\begin{aligned}V_{h=} &= \frac{Q_{diseño}}{A_{sed}} && \text{Ec 27} \\ V_{h=} &= \frac{0.00953 \frac{m^3}{s}}{17.155m^2} \\ V_{h=} &= 0.0056 \frac{m}{s}\end{aligned}$$

- Porcentaje de remoción de sólidos suspendidos,

$$R = \frac{T_{rh}}{a+bT_{rh}} \quad \text{Ec 28}$$

$$R = \frac{1.79}{0.0075 + (0.014)1.79}$$

$$R = 54.97\%$$

2.5.6 Cálculos para el diseño de lodos activados

Para este sistema de tratamiento de AR utilizaremos datos de los valores según la Tabla 21-1 hasta la Tabla 24-1

- Eficiencia (DBO5 soluble)

$$E = \frac{S_o - S}{S_o} * 100 \quad \text{Ec 29}$$

$$E = \frac{(1.258 - 0.568) \frac{m^3}{Kg}}{1.258 \frac{m^3}{Kg}} * 100$$

$$E = 54.85\%$$

- Volumen del reactor

$$V_r = \frac{\theta_c QY(S_o - S)}{X(1 + K_d \theta_c)} \quad \text{Ec 30}$$

$$V_r = \frac{20d \left(823.39 \frac{m^3}{día} \right) \left(0.6 \frac{Kg}{Kg} \right) (1.258 - 0.568) \frac{m^3}{Kg}}{4 \frac{Kg}{m^3} (1 + (0.06d^{-1} * 20d))}$$

$$V_r = 774.68m^3$$

Valores referenciales para el dimensionamiento del tanque: 8,3 m de ancho, 8,3 m de largo y 7,2 m de altura.

- Tiempo de retención hidráulica

$$TRH = \frac{V_r}{Q_{diseño}} \quad \text{Ec 31}$$

$$TRH = \frac{774.68m^3}{34.31 \frac{m^3}{h}}$$

$$TRH = 22.58h$$

$$TRH = 0.94d$$

- Relación de alimento/microorganismo

$$\frac{F}{M} = \frac{S_0}{TRH * X} \quad \text{Ec 32}$$

$$\frac{F}{M} = \frac{1.258 \frac{m^3}{Kg}}{0.94d * 4 \frac{Kg}{m^3}}$$

$$\frac{F}{M} = 1.34d^{-1}$$

- Producción de lodo

La producción observada

$$Y_{obs-} = \frac{Y}{1 + K_d + (\theta_o * \theta_{ct})} \quad \text{Ec 33}$$

$$Y_{obs-} = \frac{0.6}{1 + 0.06d^{-1} + (20d)}$$

$$Y_{obs-} = 0.273Kg/Kg$$

- Producción de lodo diaria

$$P_x = Y_{obs} * Q * (S_0 - S) * (10^3 \frac{g}{Kg})^{-1} \quad \text{Ec 34}$$

$$P_x = 0.273 \frac{Kg}{Kg} * 823.39 \frac{m^3}{día} * (1258 - 568) \frac{m^3}{g} * (0.001 \frac{Kg}{g})$$

$$P_x = 155.1 Kg/d$$

- La necesidad y transferencia de oxígeno,

$$Kg \frac{O_2}{d} = \frac{Q(S_0 - S) * (10^3 \frac{g}{Kg})^{-1}}{f_{conv}} \quad \text{Ec 35}$$

$$Kg \frac{O_2}{d} = \frac{823.39 \frac{m^3}{día} * (1258 - 568) \frac{g}{m^3} * (0.001 \frac{Kg}{g})}{0.45}$$

$$Kg \frac{O_2}{d} = 1042.289$$

- Aireación por difusores

$$P_w = \frac{W_{aire} RT_1}{8.41e} \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{0.283} - 1 \right]$$

$$P_w = \frac{(0.63)(8.314)(303)}{8.41(0.705)} \left[\left(\frac{1.7}{0.95} \right)^{0.283} - 1 \right]$$

$$P_w = 47.92 \text{ Kw}$$

2.5.7 Cálculo para el diseño de un sedimentador secundario

- Área del sedimentador

$$A_{sedd} = \frac{Q}{C_s}$$

$$A_{sedd} = \frac{823.39 \frac{m^3}{día}}{40 \frac{m^3}{m^2 día}}$$

$$A_{sedd} = 20.58 m^2$$

- Diámetro del sedimentador

$$\phi = \sqrt{4 * \frac{A_{sedd}}{\pi}}$$

$$\phi = \sqrt{4 * \frac{20.58 m^2}{\pi}}$$

$$\phi = 5.11 m$$

Tomando en consideración que el 25% del diámetro es del reparto central

$$R_{central} = \phi * 0.25$$

$$R_{central} = 5.11 m * 0.25$$

$$1.27 m$$

Valores referenciales de la tabla para determinar la profundidad del sedimentador

$$H_{reparto} = \frac{1}{4} * profudidad$$

$$H_{reparto} = \frac{1}{4} * 3.6m$$

$$H_{reparto} = 0.9 m$$

- La carga sobre el vertedero

$$C_{vertedero} = \frac{Q}{\pi * \emptyset}$$

$$C_{vertedero} = \frac{0.00953 \frac{m^3}{s}}{\pi * 5.1m}$$

$$C_{vertedero} = 0.000594 \frac{m^2}{s}$$

- El ancho del sedimentador

$$A_n = \sqrt{\frac{A_{sedd}}{2}}$$

$$A_n = \sqrt{\frac{20.58m^2}{2}}$$

$$A_n = 3.2m$$

- Largo del sedimentador

$$L_{sedd} = \frac{A_{sedd}}{A_n}$$

$$L_{sedd} = \frac{20.581m^2}{3.2m}$$

$$L_{sedd} = 6.43m$$

- Volumen del taque

$$V_{sedd} = L_{sedd} * A_n * h_{sed}$$

$$V_{sedd} = 6.43m * 3.2m * 3.6m$$

$$V_{sedd} = 74.1m^3$$

- Tiempo de retención hidráulica

$$TRH = \frac{V}{Q}$$

$$TRH = \frac{74.1m^3}{34.31 \frac{m^3}{h}}$$

$$TRH = 2.1h$$

- Porcentaje de remoción de sólidos suspendidos

$$R = \frac{T_{rh}}{a + bT_{rh}}$$

$$R = \frac{5.39}{0.0075 + (0.014)1}$$

$$R = 56.9\%$$

2.5.8 Diseño del lecho de secado

Relación en gramos de sólidos suspendidos

$$2466SS \frac{mg}{L} * \frac{1}{659hab} * 823.39 \frac{m^3}{dia} * \frac{1000L}{1m^3} * \frac{1g}{1000mg} = 3081.15 \frac{gSS}{hab * dia}$$

- Carga de sólidos que ingresa al sedimentador

$$C = \frac{P_f * C_{pc}}{1000g} \quad \text{Ec 37}$$

$$C = \frac{771hab * \frac{3081.15gSS}{hab * dia} * kg}{1000g}$$

$$C = 2375.56kgSS/dia$$

- Masa de sólidos que conforman los lodos

$$M_{sd} = (0.5 * 0.7 * 0.5 * C) + (0.5 * 0.3 * C) \quad \text{Ec 38}$$

$$M_{sd} = (0.5 * 0.7 * 0.5 * 2375.56kgSS/dia) + (0.5 * 0.3 * 2375.56kgSS/dia)$$

$$M_{sd} = 772.057 kgSS/dia$$

- Volumen diario de lodos digeridos

$$V_{ld} = \frac{M_{sd}}{\rho_{lodo} * (\frac{\% \text{ sólidos}}{100})} \quad \text{Ec 39}$$

$$V_{ld} = \frac{772.057 \text{ kgSS/dia}}{1.04 \frac{\text{kg}}{\text{L}} * (\frac{10\%}{100})}$$

$$V_{ld} = 7423.63\text{L/dia}$$

- Volumen a extirparse del tanque

$$V_{et} = \frac{V_{ld} * T}{1000} \quad \text{Ec 40}$$

$$V_{et} = \frac{\frac{7423.63\text{L}}{\text{dia}} * 55\text{días} * m^3}{1000\text{L}}$$

$$V_{et} = 408.29 \text{ m}^3$$

- Área del lecho de secado

$$A_{ls} = \frac{V_{et}}{H_{apl}} \quad \text{Ec 41}$$

$$A_{ls} = \frac{408.29 \text{ m}^3}{0.4\text{m}}$$

$$A_{ls} = 1020.75\text{m}^2$$

Para obtener el área de cada lecho de secado nos queda

$$A_{lsu} = \frac{1020.75\text{m}^2}{4} \quad \text{Ec 42}$$

$$A_{lsu} = 255.18\text{m}^2$$

Valores referenciales para el área aproximada del lecho individual

$$A_{prox} = b * L \quad \text{Ec 43}$$

$$A_{prox} = 16 * 16$$

$$A_{prox} = 256\text{m}^2$$

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 Caudales

Durante el proceso se describen los resultados pertinentes al diseño del sistema de tratamiento de AR en la comunidad de La Candelaria, perteneciente a la parroquia San Luis- Provincia Chimborazo, aquí se detalla los caudales medidos durante la semana en horario de 6:00 am a 18:00pm por lo que se tiene:

Tabla 1-3: Resultado de la medición de caudales L/s del 23 al 29 de Mayo del 2016

Hora	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
6:00	1,1315789	1,2428571	1,2608696	1,1025641	1,1780822	1,2857143	1,3287671
6:30	1,4411765	1,2278481	1,075	1,1917808	1,1176471	1,3424658	1,4202899
7:00	1,1866667	1,2098765	1,2894737	1,2597403	1,2933333	1,2898551	1,1866667
7:30	1,1780822	0,8958333	1,0348837	1,4202899	1,1780822	1,1466667	1,1621622
8:00	1,3150685	1,1153846	1,1466667	1,075	1,1780822	1,2972973	1,28
8:30	1,0869565	1,1780822	1,2631579	1,1447368	1,3913044	1	0,9868421
9:00	1,1466667	1,2727273	1,1029412	1	1,0133333	1,131579	1,131579
9:30	1,1756757	1,1014493	1,1466667	1,2564103	1,1756757	1,1447368	1,1447368
10:00	1,1333333	1,0875	1,1917808	0,974359	1,2933333	1,1184211	1,0897436
10:30	1,1315789	1,2763158	1,3287671	1,2608696	1,2894737	1,1025641	1,1168831
11:00	1,4117647	1,1395349	1,4202899	1,2125	1,1710526	1,2467533	1,3913044
11:30	1,0133333	1,1466667	1,1466667	1,2894737	1,131579	1,1014493	1,0133333
12:00	1,1917808	1,1447368	1,1756757	1	1,2307692	1,16	1,1756757
12:30	1,3287671	1,2647059	1,2463768	1,16	0,974026	1,3108108	1,2933333
13:00	1,4202899	1,3066667	1,2405063	1,2463768	1,2463768	1,3066667	1,2894737
13:30	1,1466667	1,2191781	0,9382716	1,225	1,16	1,131579	1,2647059
14:00	1,1756757	1,1780822	1,0116279	1,1447368	1,1486487	1,2794118	1,16
14:30	1,2608696	1,3913044	1,2435897	1,127907	1,2933333	1,16	1,1917808
15:00	1,1866667	1	1,3424658	1,3066667	1,131579	1,2191781	1,2191781
15:30	1,1621622	1,1621622	1,1168831	1,1621622	1,131579	1,1780822	1,2463768
16:00	1,1466667	1,2608696	1,2608696	1,2608696	1,1917808	1,2463768	1,1466667
16:30	1,1052632	1,16	1,075	1,0886076	1,2794118	1,12	1,1351351
17:00	1,4558824	1,3108108	1,2894737	1,2098765	1,1866667	1,3378378	1,32
17:30	1,28	1,1264368	1,0348837	12,666667	1,1780822	1,28	1,2631579
18:00	1,2876712	1,2463768	1,1466667	1,1153846	1,1780822	1,2368421	1,2368421
Promedio	1,2200098	1,2200098	1,1811782	1,6360792	1,1896526	1,2069715	1,2077854
Max	1,4558824	1,4558824	1,3424658	1,4202899	1,3913044	1,3424658	1,4202899
Min	1,0133333	1,0133333	0,9382716	1	0,974026	1	0,9868421

Realizado por: Chacha, S, 2017

3.2 Resultados de la caracterización del agua

Luego de realizar los respectivos análisis físicos, químicos y microbiológicos se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 2-3: Caracterización física

Característica	Aspecto
Color	Gris oscuro
Olor	Huevos podridos

Realizado por: Chacha, S, 2017

Tabla 3-3: Análisis físico – químico y microbiológico del agua residual zona de descarga la comunidad la Candelaria

Parámetro	Expresado	Unidad	Resultado
Potencial hidrogeno	pH	Und.	5,98
Conductividad		μSiems/cm	2234
Turbiedad		UNT	384
Demanda química de oxígeno	D.Q.O.	mg/L	1958
Demanda bioquímica de oxígeno	D.B.O.5	mg/L	1218
Solidos totales		mg/L	2486
Solidos suspendidos		mg/L	1495
Sulfatos	SO4 ''	mg/L	89
Fosfatos		mg/L	14.6
Nitrógeno total Kjeldahl	N	mg/L	6,12
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/L	1,2
Coliformes fecales	Nmp/100ml	UFC/100ml	2400
Coliformes totales		UFC/100ml	77000

Realizado por: Chacha, S, 2017

A continuación, la tabla muestra todos los resultados de la caracterización del agua residual cruda, mismos que fueron realizados por un laboratorio de servicios.

Tabla 4-3: Análisis físico – químicos y microbiológicos de los parámetros fuera de norma proporcionado por un laboratorio de servicios

Parámetro	Expresado	Unidad	Resultado
Temperatura	°C		19,2
Potencial hidrogeno	pH	Und.	5,79
Conductividad		μSiems/cm	2180
color		Upt-co	3380
Turbiedad		UNT	362
Demanda química de oxígeno	D.Q.O.	mg/L	1954
Demanda bioquímica de oxígeno	D.B.O.5	mg/L	1218
Solidos totales		mg/L	2466
Solidos suspendidos		mg/L	1495
Sulfatos	SO4 ^{''}	mg/L	89
fosfatos		mg/L	14.5
Nitrógeno total Kjeldahl	N	mg/L	6,12
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/L	1,16
Coliformes fecales	Nmp/100ml	UFC/100ml	2400
Coliformes totales		UFC/100ml	77000

Realizado por: Chacha, S, 2017

Realizamos la respectiva comparación de los límites establecidos para cada parámetro de nuestro análisis como exige la norma con los resultados obtenidos en la caracterización del agua residual previamente corroborados por el laboratorio de servicios para determinar cuáles de los mismos están fuera de los rangos establecidos, para proporcionarles el tratamiento adecuado.

Tabla 5-3: Análisis físico-químicos del agua después del tratamiento

Parámetro	Expresado	Unidad	Limite Máximo Permitido Tabla 9 TULSMA	Resultado
Potencial hidrogeno	pH	Und.	6-9	5,98
Conductividad		μSiems/cm		2234
Turbiedad		UNT		384
Demanda química de oxígeno	D.Q.O.	mg/L	500,0	1958
Demanda bioquímica de oxígeno	D.B.O.5	mg/L	250,0	1218
Solidos totales		mg/L	1 600,0	2486
Solidos suspendidos		mg/L	220,0	149.5

Realizado por: Chacha, S, 2017

Se hicieron varias pruebas de tratabilidad utilizando floculación pero no se obtuvo ningún resultado por lo cual se procedió a implementar la aireación operación a través de la cual se pudo corregir todos los parámetros fuera de norma como se evidencia en las siguientes tablas , mismo que fueron validados por un laboratorio de servicios.

Tabla 6-3: Análisis físico – químicos y microbiológicos de los parámetros fuera de norma

Parámetro	Expresado	Unidad	Antes del tratamiento	Límite máximo permitido Tabla 9 del anexo I TULSMA	Resultado después del tratamiento
Potencial hidrogeno	pH	Und.	5,79	6-9	6.86
Turbiedad		UNT	362		20.68
Demanda química de oxígeno	D.Q.O.	mg/L	1954	500,0	337
Demanda bioquímica de oxígeno	D.B.O.5	mg/L	1218	250,0	214
Solidos totales		mg/L	2466	1 600,0	1593
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/L	1,16	2,0	1.02
Coliformes fecales	Nmp/100ml	UFC/100ml	2400	10000	2000
Coliformes totales		UFC/100ml	77000		30 000

Realizado por: Chacha, S, 2017

3.3 Población de diseño, zona de la Candelaria

Con una tasa de crecimiento de 1,33% y, un periodo de crecimiento para 15 años, se tiene:

Tabla 7-3: Resultado del cálculo de la población de diseño

Resultado de calculo de la poblacion de diseño	
Pf	659 habitantes

Realizado por: Chacha, S, 2017

3.4 Caudal de diseño

Tabla 8-3: Resultado Del Cálculo de Cuadales De Diseño

Resultado Del Cálculo de Cuadales De Diseño	
Paramero	resultado (L/s)
Caudal De Infiltracion	1,5
Caudal De Conexiones Erradas	2,094
Caudal De Diseño	823,39

Realizado por: Chacha, S, 2017

3.5 Resultados de los cálculos para el diseño del dimensionamiento de la planta de tratamiento para AR

3.5.1 Canal

Las dimensiones del canal tendrán 0,5 m de base; 0,6 m de altura, 1 m de longitud y un tirante de agua de 0,3 m.

El perímetro mojado es de 1,7 m; con un radio hidráulico de 0,176 m, para un caudal proyectado que pasará por el canal de 1334,02 m³/d; por lo que se requiere un gradiente hidráulico de 0.0005 m para que la velocidad a la que se transporta el fluido sea de 0.54 m/s.

3.5.2 Rejillas para el canal

Tabla 9-3: Resumen del dimensionamiento de las rejillas

Resumen Del Dimensionamiento De Las Rejillas	
Parametro	Dimension
*Ancho	0,5
*Profundidad	0,6
Separacion Entre Barras	0,025
Velocidad De Aproximacion	0,54
Esesor De La Barra	0,010
Tipo E Barra Circular	1,79
Longitud De Las Brras	0,804
Numero De Barras	14,0
Nivel Maximo De Agua	0,57
Longitud Sumergida De Las Barrillas	0,035
Erdida De Carga De La Rejilla	0,00555

Realizado por: Chacha, S, 2017

3.5.3 Resultados de los cálculos para el diseño del sedimentador primario

Tabla 10-3: Resultados del dimensionamiento del sedimentador primario

Resultados Del Dimensionamiento Del Sedimentador Primario	
Parámetro	Dimensión
A,H	0,02
B	0,014
Area	17,155m ²
Ancho	2,93 m ²
Largo	5,85m ²
Volumen	61,71 m ³
Diametro	4,67m
Tiempo De Retenion Hidaulico	1,79
Area De La Seccion Transversal	10,55m ²
Velocidad De Arrastre	0,063 m/s
Porcentaje De Remocion De Ss	54,97%

Realizado por: Chacha, S, 2017

3.5.4 Resultados de los cálculos para el diseño del sedimentador primario

Tabla 11-3: Resultados de dimensionamiento del sistema de lodos activados

Resultados de dimensionamiento del sistema de lodos activados	
Parámetro	Dimension
*Tiempo de retención celular θ_c	20d
*Coeficiente de producción celular (Y)	0.6kg/kg
*Concentración de sólidos suspendidos volátiles en el tanque de aireación (X)	4kg/m ³
*Coeficiente de degradación endógena (kd)	0.06 /d
Concentración de DBO del afluente (So)	
Concentración de DBO del efluente (S)	
Eficiencia basada en la DBO5 soluble	54.85
Volumen del reactor (Vr)	774.68
Tiempo de retención hidráulico (Trh)	0.94 d
Relación Alimento/microorganismo F/M	1.34/d
Producción de lodo observada (Yobs)	0.273
Producción diaria de fango	155.1kg/d
Necesidad de oxígeno	1.042.269
Potencia necesaria por los difusores (Pw)	47.92
Largo	8.3
Ancho	8.3
Altura	2

Realizado por: Chacha, S, 2017

3.5.5 *Resultados de los cálculos para el diseño del sedimentador secundario*

Tabla 12-3: Resumen de dimensionamiento del sedimentador secundario

Resumen de dimensionamiento del sedimentador secundario	
Parámetro	Dimensión
Área	20.58 m ²
Diámetro	5.11m
Reparto central	1.27 m
Altura del reparto	1m
Carga de vertedero	0.000594 m ² /s
Ancho	3.2 m
Largo	6.43 m
Volumen	185.15 m ²
Tiempo de retención hidráulica	2.1h
Remoción de sólidos suspendidos	56.9 %

Realizado por: Chacha, S, 2017

3.5.6 *Resultados de los cálculos para el diseño del lecho de secado*

Tabla 13-3: Resumen de dimensionamiento del lecho de secado

Resumen de dimensionamiento del lecho de secado	
Parámetro	Dimensión
*Profundidad de aplicación de lodos	0.40 m
*Espesor de la capa de arena	0.20 m
*Espesor de la capa de grava	0.30 m
**Tiempo de digestión	55 días
Carga de sólidos que ingresan al sedimentador primario	2375,56kgSS/hab*dia
Masa de sólidos que conforman el lodo	772.57 kgSS/hab*dia
Volumen diario de lodos digeridos	7423,63 L/dia
Volumen a extraer del tanque	408.29 m ³
Área del lecho	1020.75 m ²
Número de secadores	6
Área individual	170 m ²

Realizado por: Chacha, S, 2017

3.6 Análisis y discusión de resultados

Para la caracterización de los parámetros físicos, químicos y biológicos, del AR en la zona de descarga de La Comunidad La Candelaria Perteneiente a La Parroquia San Luis- Provincia De Chimborazo, los análisis se realizaron en el Laboratorio de Análisis Técnicos, Facultad Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (pH, conductividad, turbiedad, D.Q.O, D.B.O.5, sólidos totales, sólidos suspendidos y sulfatos), y en el laboratorio de Servicios Ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo(aceites y grasas, nitrógeno total Kjeldahl y tensoactivos, coliformes totales y fecales).

A continuación, se muestra los resultados del antes y del después del tratamiento, a nivel de laboratorio del agua residual doméstica, mediante un sistema netamente físico , el cual es la aireación a través del mismo se logró rectificar todos los parámetros incumplidos.

Tabla 14-3: Comparación del agua residual antes y después del tratamiento

Parámetro	Expresado	Unidad	Antes del tratamiento	Límite máximo permitido Según la la tabla 9 TULSMA	Resultado después del tratamiento
Potencial hidrogeno	pH	Und.	5,79	6 a 9	6.86
Turbiedad		UNT	362		20.68
Demanda química de oxígeno	D.Q.O.	mg/L	1954	500	337
Demanda bioquímica de oxígeno	D.B.O.5	mg/L	1218	250	214
Solidos totales		mg/L	2466	1600	1593

Realizado por: Chacha, S, 2017

3.6.1 *Potencial hidrógeno*

Como se observa en la gráfica el PH estaba fuera del rango permitido antes del tratamiento pero después de la aireación se modificó, quedando dentro de los rangos permitidos.

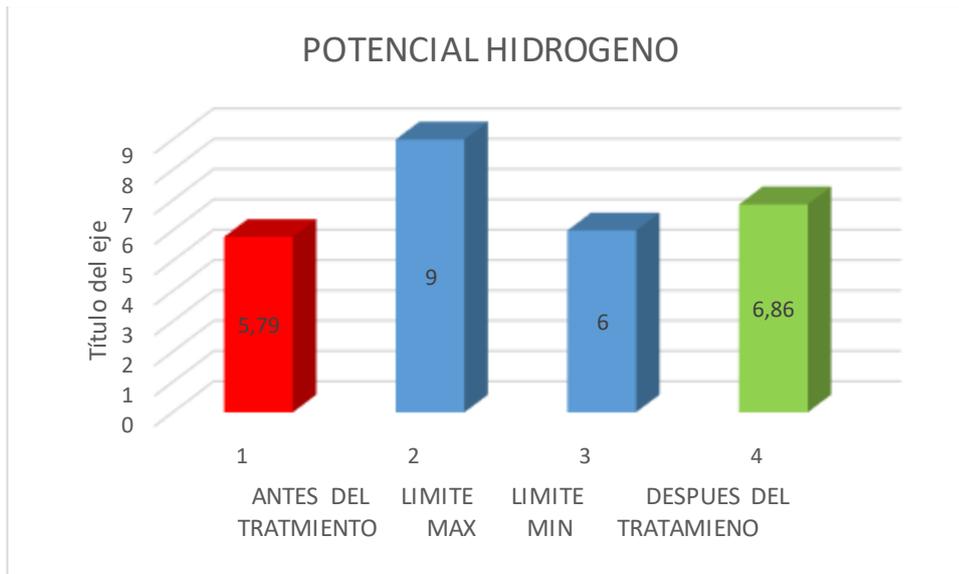


Figura 1-3. Potencial hidrogeno
Realizado por: Chacha, S, 2017

3.6.2 *Turbiedad*

La turbiedad es otro e los parámetros fuera del cumplimiento de norma que después del tratamiento físico se ajusto a los límites establecidos.

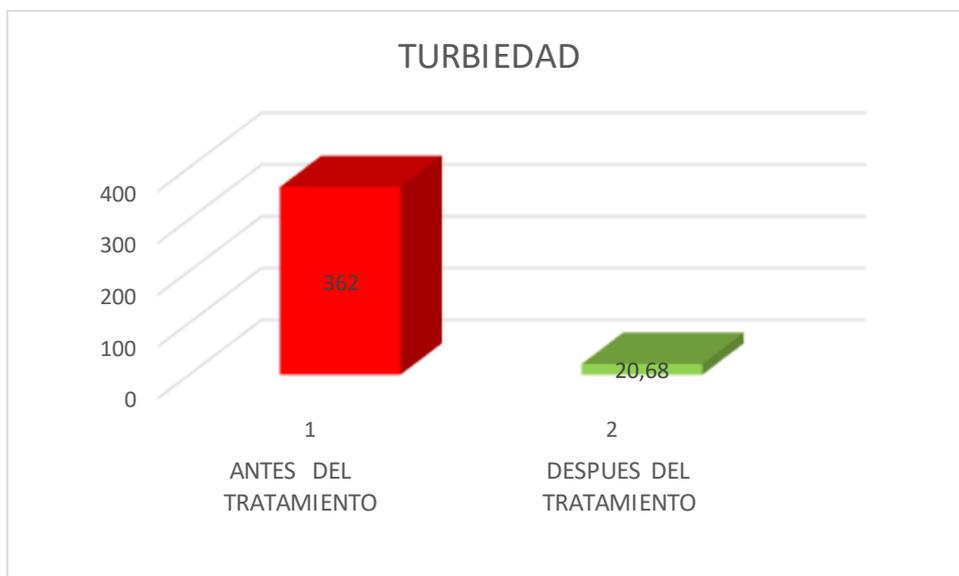


Figura 2-3. Turbiedad
Realizado por: Chacha, S, 2017

3.6.3 *Demanda química del oxígeno*

El gráfico nos muestra claramente la corrección del DQO después del tratamiento.

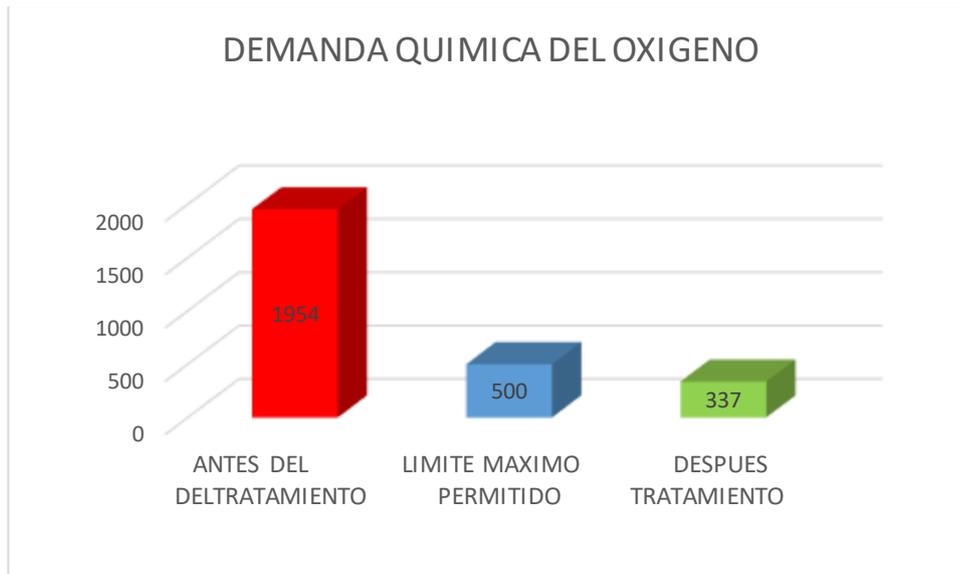


Figura 3-3. Demanda química de oxígeno
Realizado por: Chacha, S, 2017

3.6.4 *Sólidos totales*

El tratamiento utilizado claramente permite corregir la cantidad de sólidos totales existente en el agua permitiendo cumplir con los valores establecidos

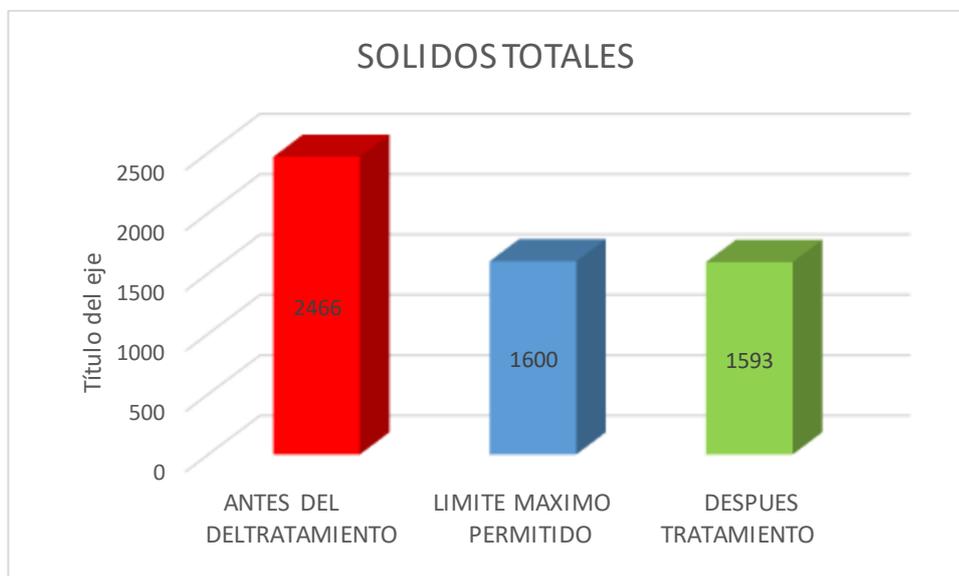


Figura 4-3. Sólidos totales
Realizado por: Chacha, S, 2017

CAPÍTULO VI

4. PROPUESTA

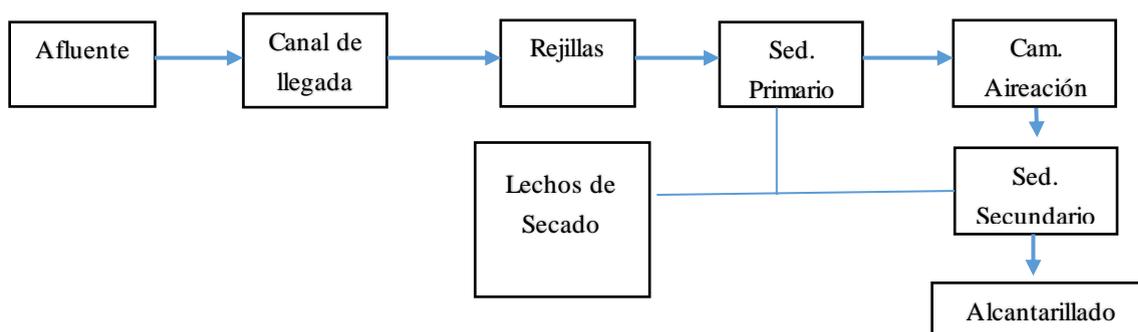


Figura 1-4. Propuesta

Realizado por: Chacha, S, 2017

A continuación, se detalla el diseño propuesto para el sistema de tratamiento de aguas residuales en la comunidad de Candelaria perteneciente a la Parroquia San Luis – Provincia de Chimborazo, con el fin de reducir la contaminación siguiendo las normativas legales de calidad del medio ambiente:

- El agua residual proveniente de cada una de las viviendas en la comunidad la Candelaria perteneciente a la parroquia san Luis recorre a lo largo de un canal improvisado por los habitantes permitiendo q esta se acumule en colector para a continuación unirse al alcantarillado perteneciente a la parroquia, por lo tanto, aprovechando la existencia de un lugar exacto de descarga se plantea la siguiente propuesta para el diseño des sistema de tratamiento. el sistema consta de un canal con una base de 0.5 m ; 0.6 m de altura , 1 m de longitud y un tirante de agua de 0,3 m; el perímetro mojado será de 1,7 m; con un radio hidráulico de 0,176 m, para un caudal proyectado que pasará por el canal de 823.44 m³/d ; por lo que se requerirá un gradiente hidráulico de 0.0005 m para que la velocidad a la que se transporte el fluido sea de 0.54 m/s.
- El efluente pasará por unas rejillas que constarán de 14 barras, con una separación de 0,05m.

- La siguiente operación será el tanque sedimentador circular primario tomando en cuenta que será por gravedad el transporte del efluente, constará de las siguientes dimensiones para un caudal de 9.53 L/s a tratar: un área de 17.155 m², volumen de 61.71 m³, diámetro del sedimentador de 4.67 m y un ángulo de inclinación de 10° el cual facilitará la sedimentación en un tiempo de retención de 1,79 h; brindando una remoción de sólidos sedimentables del 54.97%.
- Pasando el afluente al tanque de aireación, aquí tendremos la oxidación de la materia orgánica con aireación extendida, quedándonos las dimensiones de la siguiente manera: altura de 7,2 m; largo de 8,3 m y una profundidad de 8,3 m; conociendo la eficiencia en base al DBO5 soluble 54.85%, con una capacidad de 774.68 m³, la aireación se realizará mediante difusores, con una potencia de 47.92kW, esto se justifica con la necesidad de oxígeno de 0,0983 kgO₂/d en un tiempo de residencia de 8,87 h, los demás valores son referenciales descritas en las tablas correspondientes.
- Pasando el afluente a un tanque sedimentador secundario con un área de 20.58 m² de diámetro 5.11 m; el cual tendrá un reparto central de 1.27 m y, un ángulo de inclinación de 15°, permitiendo de esta manera la remoción de sólidos sedimentables del 56.9%; finalmente en un tiempo de retención hidráulica de 2.1 h.
- Como resultado secundario del sistema de la planta de tratamiento, tanto en el sedimentador primario, tanque floculador y sedimentador secundario, existirá la producción de lodos o fangos de depuración, pudiendo ser utilizada como compost debido a su alto contenido en nutrientes y en la utilización de regeneración de terrenos ya que las aguas residuales son de origen doméstica.
- El proceso de secado se desarrollaría de manera natural, es decir sin la necesidad de la intervención por parte del operador, en el lecho estará diseñado con una profundidad de aplicación de lodos de 0,40 m; espesor de la capa de arena y grava de: 0,20 y 0,30 m respectivamente, para una carga de sólidos de

2375.56 KgSS/hab*día, se extraerá un volumen de 408,29 m³ del tanque sedimentador, pasando 2 meses aproximadamente del tiempo de secado, alternando en cada uno de los 6 lechos, para posteriormente ser retirado dando paso a una nueva carga.

4.1 Costos aproximados de la propuesta

Los costos definen la viabilidad del proyecto por ello cabe recalcar la importancia de los presupuestos para cada uno de los procesos en la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales en la zona de descarga en la Calendaria:

Tabla 1-4: Presupuesto para la ejecución de la planta

Unidad	Detalle	Costo (\$)
Canal		
1	Canal de hormigón	250,00
Rejillas		
1	Rejillas manuales con 14 barras de acero inoxidable	100,00
Sedimentador primario		
1	Sedimentador circular de hormigón	
Tanque de aireación		
1	Cámara de aireación	8000,00
Sedimentador secundario		
1	Sedimentador circular secundario de hormigón	2500,00
Lechos de secado		
4	Lechos 33,03 m ² c.u.	2000,00
Accesorios		
1	Válvula de compuerta	80,00
2	Motor 0,5 Hp	1500,00
8	Difusores de aire en forma de Domo	2000,00
1	Compresor industrial de aire de 10HP	3000,00
	Codos, válvulas de globo, Uniones	120,00
Mano de obra		
4	Construcción de la Planta	3000,00
1	Gastos varios	2000,00
Subtotal		24,550
14%	IVA	2946

5%	FISCALIZACIÓN EXTERNA	1227,5
Total		28732.5

Elaborado por: Chacha, S, 2017

Costo promedio de la inversión para la construcción de la Planta de Tratamiento en la zona de descarga de la Comunidad La Candelaria es: **28732.5 dólares.**

Se necesitará un operador para la planta y sistema de tratamiento, el cual controlará el proceso completo, sus principales funciones serán:

- Inspeccionar y supervisar las condiciones de funcionamiento de los equipos y detectar las fallas de los mismos.
- Recoger y hacer los análisis respectivos de las muestras de aguas residuales, haciendo uso de los equipos de ensayo y normas estándares de análisis, para su respectiva comparación de los rangos máximos y mínimos.
- El área total requerida para la construcción de la planta será de 300 m² aproximadamente, área que si es disponible en la zona de descarga comunidad la candelaria perteneciente a la parroquia san luis.
- La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, la cual está diseñada para un caudal de diseño de 15,44 L/s; funcionará a través de un sistema por gravedad, debido a que la superficie de la zona de descarga es pendiente al colector común existente para las diferentes comunidades.

4.2 Conclusiones

Se realizo el diseño de la planta de tratamiento para la comunidad la Candelaria perteneciente a la parroquia San Luis en la provincia de Chimborazo fundamentada principalmente en el tratamiento físico haciendo uso de la aireación expandida, obteniendo como resultado del proceso la producción de los mismos, los cuales serán removidos manualmente y tendrán un secado al natural. Además, se colocará alrededor de la planta una cortina arbustiva que nos permitirá contrarrestar los malos olores provocados en el proceso. Se adjunta el plano en el anexo.

Se realizó el diagnóstico inicial mediante la caracterización físico-química y microbiológico; obteniendo como resultados: olor gris y un olor a huevos podridos; potencial hidrógeno 5.79 Und, conductividad 920 μ Siems/cm, turbiedad 362 UNT, DQO 1954 mg/L, DBO5 1218 mg/L, sólidos totales 2466 mg/L, sulfatos 107,33 mg/L, aceites y grasas 22mg/L, nitrógeno total Kjeldahl 9,7 mg/L, tensoactivos 1,16 mg/L y coliformes totales $77 \cdot 10^5$ UFC/100ml, respectivamente

Se identificó los parámetros fuera de la norma a considerar para el tratamiento, los cuales son: potencial de hidrogeno, turbiedad, Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días, Sólidos Suspendidos, Coliformes totales; conforme a los límites de descarga de aguas a un alcantarillado, TUSLMA Libro VI, Anexo I, Tabla 9.

Se determinaron las variables del proceso adecuadas, para el diseño del sistema de Aguas Residuales como son: Demanda Química de Oxígeno 500 mg/L, Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días 250 mg/L, Sólidos Suspendidos 220 mg/L, Aceites y Grasas 70 mg/L, Tensoactivos 2.0 mg/L; conforme a los límites de descarga de aguas a descarga al sistema de alcantarillado público, TULSMA Libro VI, Anexo I, Tabla 9

Se realizó el dimensionamiento de la planta de tratamiento a base de cálculos ingenieriles, para dar cumplimiento a los parámetros que están fuera de los límites permisibles, el sistema consta de: Canal de llegada al Sistema de Rejillas, Sedimentador Circular Primario, Tanque de Lodos Activados-Cámara de Aireación, Sedimentador Circular Secundario, Lechos de Secado Natural, como se muestra en el Anexo.

Se validó los parámetros de caracterización físicos, químicos y microbiológicos, del agua residual tratada, quedando conforme a los límites de descarga de aguas a un alcantarillado, TULSMA Libro VI, Anexo I, Tabla, en el Laboratorio de Servicios Ambientales de la Universidad Nacional de Chimborazo.

4.3 Recomendaciones

Se recomienda al GADM Riobamba, antes de la ejecución del proyecto propuesto se evalúe la factibilidad y que los caudales no tengan variaciones considerables, en caso de existir diferenciaciones, los encargados deberán tomar las respectivas medidas necesarias a fin de que la planta tenga los resultados esperados.

Las rejillas son de limpieza manual, por ende, se recomienda limpiar en cuanto el operador de la planta pueda observar una cantidad considerable de materia de los sólidos que inicie a obstruir el paso del agua residual al siguiente proceso, llevando estos sólidos a un lugar adecuado.

La calidad del lodo activado para uso como compost dependerá de la naturaleza de los compuestos de la materia de donde se genere el agua residual, un residuo con baja cantidad de nitrógeno estimulará al crecimiento de hongos, con esto habrá una sedimentación pobre y por ende una baja eficiencia en la remoción de DBQ5, por lo que recomienda estar en permanente análisis del agua residual antes de ingresar a la planta.

La extracción de lodos se realizará de acuerdo al tiempo de diseño, cada 55 días, por esta razón se diseñó 6 lechos de secado natural para que no exista una saturación y para que el operador vaya alternando según la disposición, el lodo no se extraerá en su totalidad de los sedimentadores circulares primario y secundario

BIBLIOGRAFÍA

CRITES. R, & TCHOBANOGLOUS, G, *Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones.*, 3ª ed., Bogotá – Colombia., McGraw Hill., 2000., pp. 21, 33, 42-44, 46-48.

ECUADOR., MINISTERIO DEL AMBIENTE., Texto Unificado de Legislación Ambiental., 2 a ed., Quito – Ecuador., pp. 330 - 333

ALLENDE., A., *Manual de tratamiento de aguas residuales.*, 2ª ed., Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría., La Habana – Cuba., 1994., pp. 200- 246.

BERRONES, D, & ZÚÑIGA, M., *Diseño de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales para la parroquia Sibambe* (Tesis pregrado). [En línea] Ingeniería Química., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2013. p. 64 [Consulta: 12 agosto 2015]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/handle/123456789/3200/96T00234.pdf?sequence=1>

AGUAS DE PROCESO Y RESIDUALES. *Sistema de lodos activados / Demanda Bioquímica de Oxígeno / Tensoactivos / Parámetros bacteriológicos.* Riobamba/Chimborazo. [Consulta: 14 agosto 2015]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=30etGjzPXyWC&printsec=frontcover&dq=tratamiento+de+aguas+residuales+AIREACION&hl=es&sa=X&ved=0CC4Q6AEwAGoVC hMIkqr_taSkyAIVBSceCh2L5Qez#v=onepage&q=tratamiento%20de%20aguas%20residuales%20AIREACION&f=false

AGUAS RESIDUALES. *Aguas residuales.* Riobamba/Chimborazo. [Consulta: 13 septiembre 2015]. Disponible en: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/scan/026578/tomo1/026578-01.pdf>

CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES. *Caracterización física, química y microbiológica.* Riobamba/Chimborazo. [Consulta: 15 agosto 2015] Disponible en: <http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/Caracteristicas.PDF>

MERCADO, I., *La electrocoagulación, una nueva alternativa para el Tratamiento de aguas residuales.*, 1ª. ed., Editores Asociados Técnicos., Bogotá - Colombia., 2005., Pp. 26, 72.

ECUADOR., SUBSECRETARIA DE SANEAMIENTO AMBIENTAL., ECUATORIANO DE OBRAS SANITARIAS., Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes., Décima Parte (X)., Quito – Ecuador., 1992., pp. 344 – 345 – 346

EPA. *Ventajas y desventajas del uso del cloro.* Riobamba/Chimborazo. [Consulta: 19 agosto 2015] Disponible en: http://water.epa.gov/aboutow/owm/upload/2004_07_07_septics_cs-99-062.pdf

METCALF., & EDDY., Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización., 3ª ed., Madrid – España., McGraw-Hill., 1995., pp. 95-102, 508 – 515, 538– 551, 555 – 557, 605 – 682.

RAMALHO., R., Tratamiento de Aguas Residuales., 2ª ed., Reverté S.A., Sevilla – España., 2003., pp. 78-88

ROMERO., J., Tratamiento de Aguas Residuales., 3ª ed., Bogotá – Colombia., Alfaomega., 2002., pp. 67 – 71 – 74 – 223 – 706 – 707.

ROJAS., R., Sistemas de Tratamientos de Aguas Residuales., CEPIS/OPS – OMS. Curso internacional: “Gestión integral de tratamiento de aguas residuales”., 3ª ed., Lima – Perú., Pp. 19-35

VALDEZ., & VAZQUEZ., Ingeniería de los Sistemas de Tratamiento y Disposición de Aguas Residuales., 2ª ed., México D F. – México., Fundación ICA., 2003., pp. 37-57

ANEXOS

ANEXO A

Caracterizacion del agua residual



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 037-16

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Srta. Silvia Chacha

INFORME N° 037- 16

EMPRESA: Proyecto de Tesis ESPOCH

N° SE: 037-16

DIRECCIÓN: Cdla. Galápagos

FECHA DE RECEPCIÓN: 03 - 06 -16

TELÉFONO:

FECHA DE INFORME: 10 - 06- 16

NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual doméstica, La Candelaria, San Luis

TIPO DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN: MA - 071-16

Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA - 071-16

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
pH	[H ⁺]	PE-LSA-01	5,79	+/- 0,08	03 - 06 -16
* Temperatura	°C	STANDARD METHODS 2550 B	19,2	N/A	03 - 06 -16
* Turbiedad	FTU - NTU	STANDARD METHODS 2130 B	362	N/A	03 - 06 -16
* Conductividad	us/cm	STANDARD METHODS 2510 - B	2180	N/A	03 - 06 -16
Sólidos Totales	mg/l	PE-LSA-04	2466	+/- 6 %	03 - 06 -16
* Color	Upt-co	STANDARD METHODS 2120 C	3380	N/A	03 - 06 -16
* Sólidos Disueltos Totales	mg/l	STANDARD METHODS 2540 - C	1495	N/A	03 - 06 -16
* DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1954	N/A	03 - 06 -16
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	1218	N/A	03 - 06 -16
* Sulfatos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 SO4-E	89	N/A	03 - 06 -16
* Fosfatos	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - P - E	14,5	N/A	03 - 06 -16
* Nitrógeno Total	mg/l	STANDARD METHODS 4500 - N - B mod	6,12	N/A	03 - 06 -16
* Detergentes	mg/l	STANDARD METHODS 5540 - C mod	1,16	N/A	03 - 06 -16
* Coliformes Totales	UFC/100 ml	STANDARD METHODS 9221 C	77000	N/A	03 - 06 -16
* Coliformes Fecales	UFC/100 ml	STANDARD METHODS 9221 C	2400	N/A	03 - 06 -16

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21° EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21° EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


Dr. Juan Carlos Lara R.
TÉCNICO L.S.A.

- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

ANEXO B

Caracterización del agua tratada



LABORATORIO DE SERVICIOS AMBIENTALES



N° SE: 040-16

INFORME DE ANALISIS

NOMBRE: Srta. Silvia Chacha

INFORME N° 040-16

EMPRESA: Proyecto de Tesis ESPOCH

N° SE: 040-16

DIRECCIÓN: Cdla. Galápagos

FECHA DE RECEPCIÓN: 13-06-16

TELÉFONO:

FECHA DE INFORME: 20-06-16

NÚMERO DE MUESTRAS: 1, Agua residual doméstica, La Candelaria, San Luis

TIPO DE MUESTRA:

IDENTIFICACIÓN: MA-089-16 Agua Tratada

Agua

El laboratorio se responsabiliza solo del análisis, no de las muestras.

RESULTADO DE ANÁLISIS

MA-089-16

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO/PROCEDIMIENTO	RESULTADO	U(K=2)	FECHA DE ANÁLISIS
pH	[H ⁺]	PE-LSA-01	6,86	+/- 0,08	13-06-16
* Turbiedad	FTU - NTU	STANDARD METHODS 2130 B	20,68	N/A	13-06-16
* Sólidos Disueltos Totales	mg/l	STANDARD METHODS 2540 - C	1993	N/A	13-06-16
* DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	337	N/A	13-06-16
* DBO5	mg O2/l	STANDARD METHODS 5210 - B	214	N/A	13-06-16
* Detergentes	mg/l	STANDARD METHODS 5540 - C mod	1,02	N/A	13-06-16

MÉTODOS UTILIZADOS: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWWA, WPCF, STANDARD METHODS 21° EDICIÓN y métodos HACH adaptados del STANDARD METHODS 21° EDICIÓN.

RESPONSABLES DEL ANÁLISIS:

Dr. Juan Carlos Lara
Benito Mendoza T., Ph.D.


Dr. Juan Carlos Lara R.
TÉCNICO L.S.A.

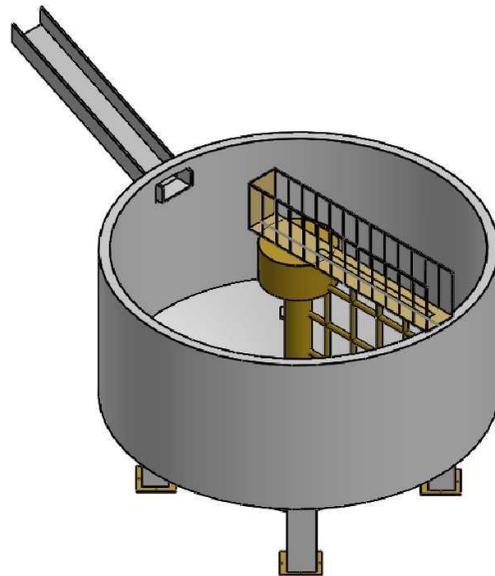
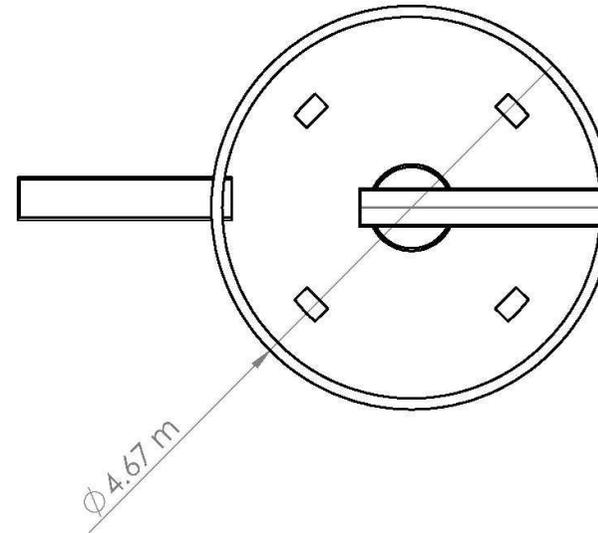
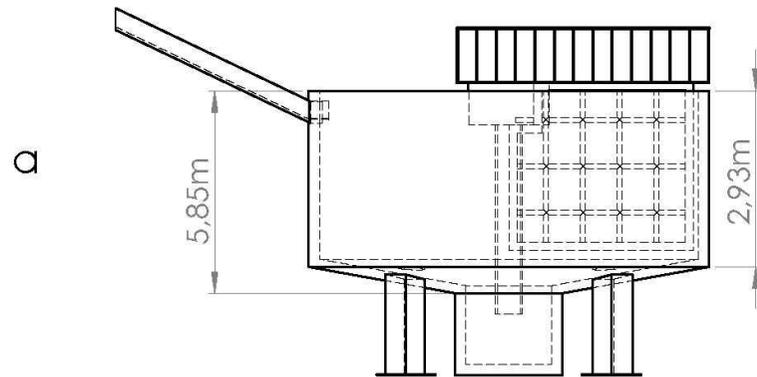
- Los resultados de este informe corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).
- Los ensayos marcados con (*) no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.
- Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la autorización del laboratorio.

Página 1 de 1

FMC2101-01

L.S.A. Campus Máster Edison Riera Km 1 ½ vía a Guano Bloque Administrativo.

ANEXO C
Planos tanques



NOTAS

- a) Acotaci3n
b) Vista general

CATEGORIA DEL DIAGRAMA

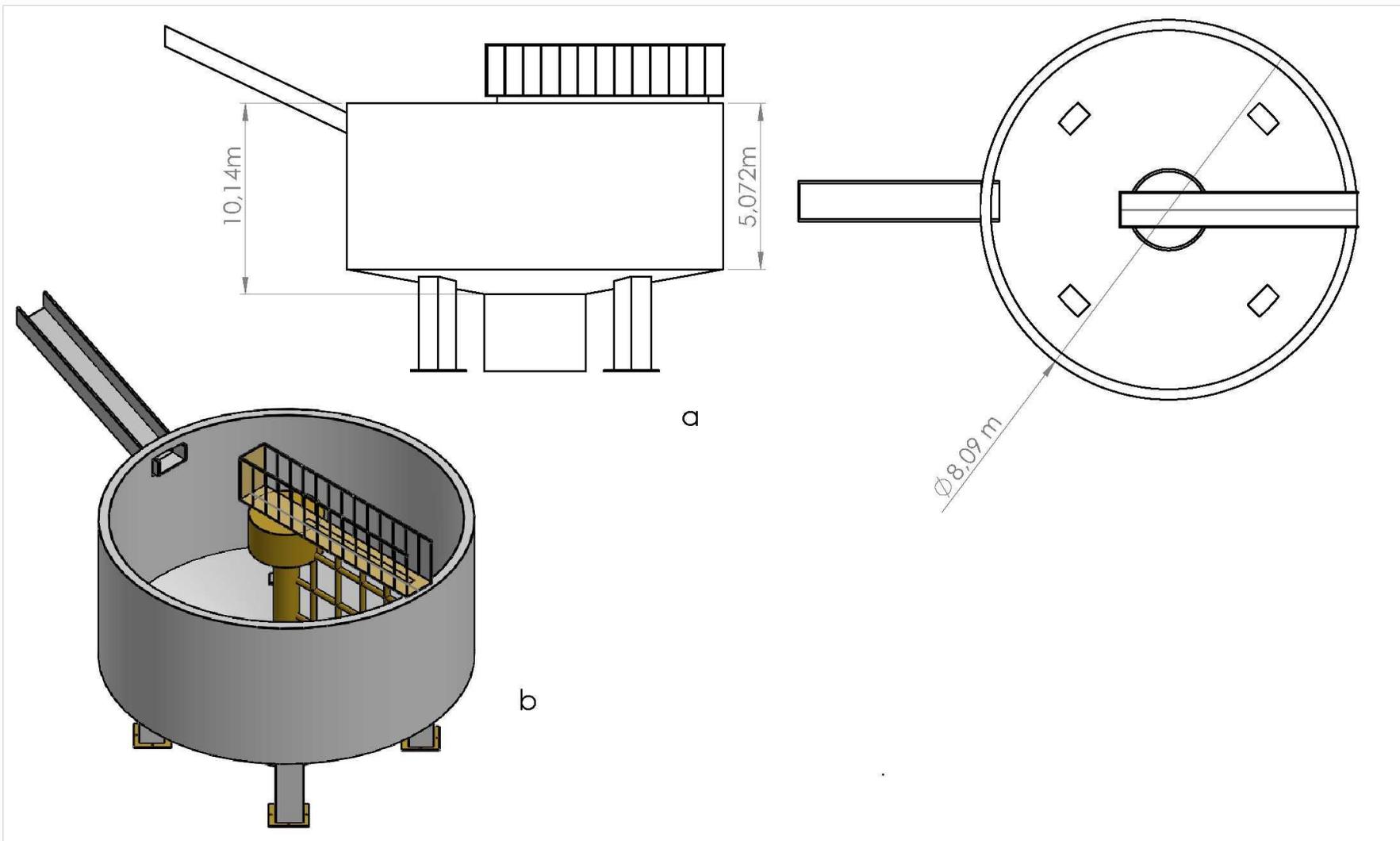
- Por calificar Para informaci3n
 Por aprobar Para archivar
 Por eliminar Certificado

ESPOCH

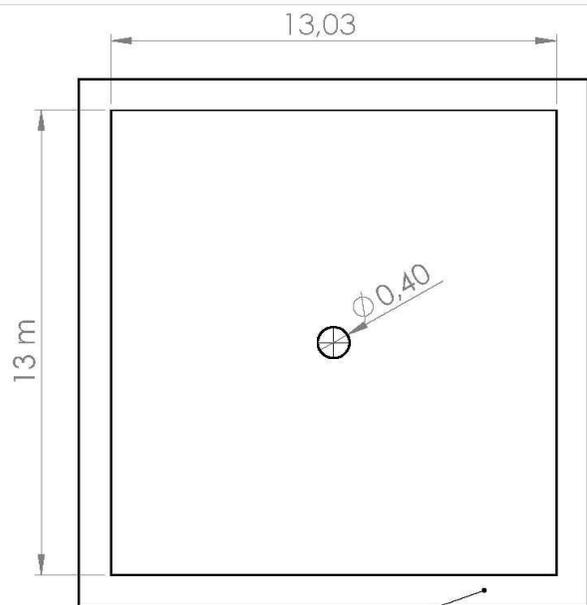
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
SILVIA CHACHA

Sedimentador circular
primario

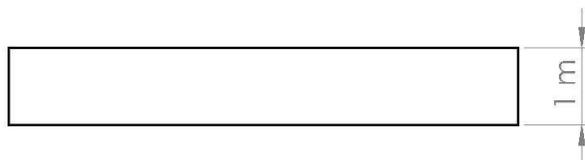
Lmina	Escala	Fecha
01	1:110	17/03/17



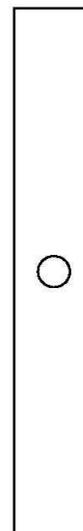
NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	Sedimentador circular secundario		
a) Acotaci3n b) Vista general	<input type="checkbox"/> Por calificar <input type="checkbox"/> Para informaci3n <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para archivar <input type="checkbox"/> Por eliminar <input type="checkbox"/> Certificado	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA SILVIA CHACHA	L3mina 02	Escala 1:110	Fecha 17/03/17



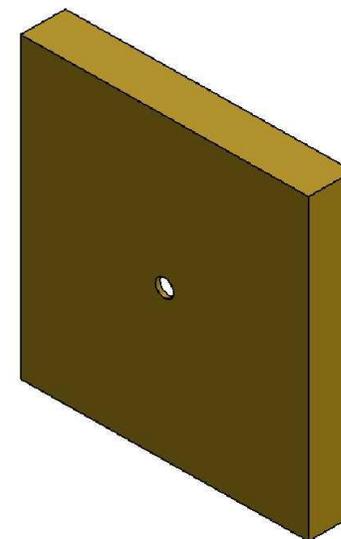
ESPESOR 0.20 m



a



b



NOTAS

- a) Acotaciòn
- b) Vista general

CATEGORIA DEL DIAGRAMA

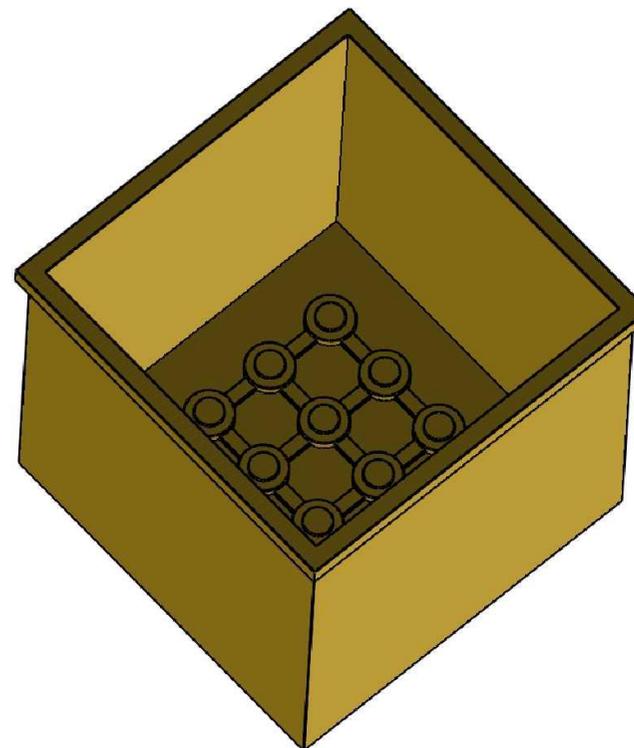
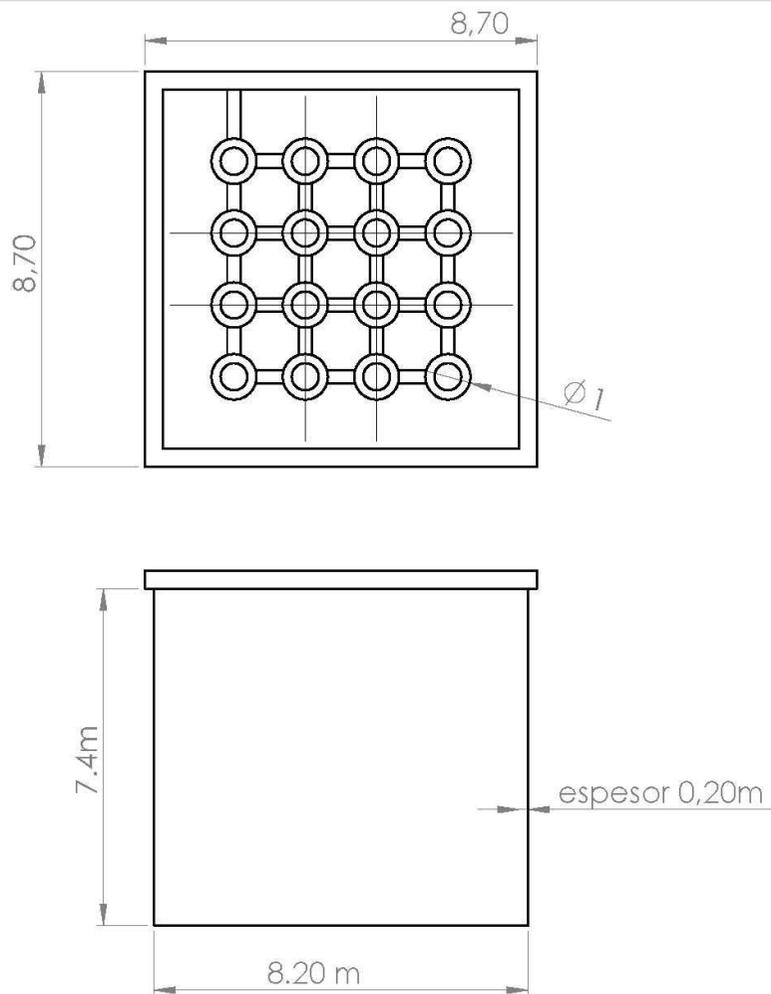
- Por calificar
- Para informaciòn
- Por aprobar
- Para archivar
- Por eliminar
- Certificado

ESPOCH

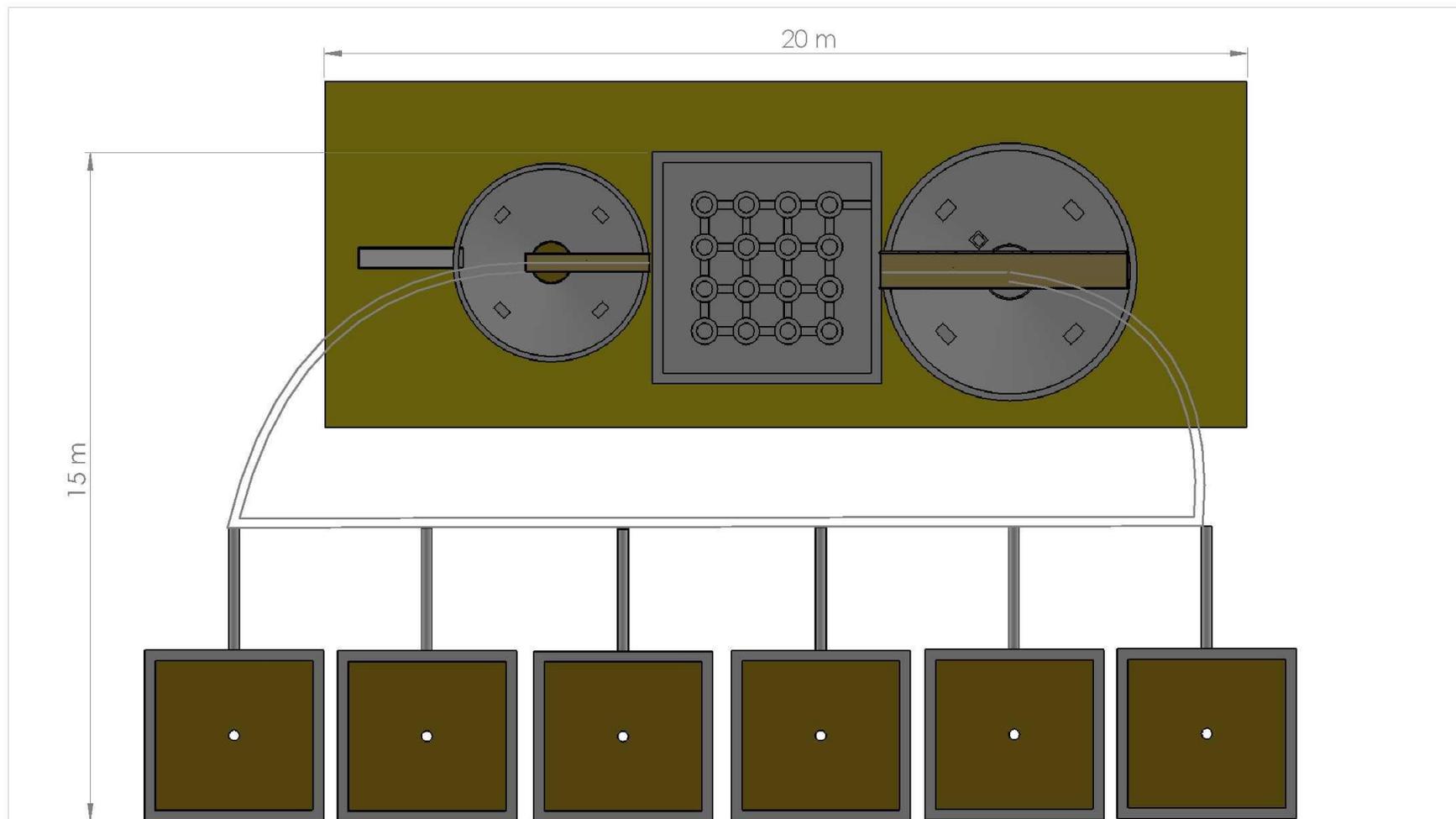
FACULTAD DE CIENCIAS
 ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
 SILVIA CHACHA

Lecho de secado natural
 (6)

Làmina	Escala	Fecha
03	1:110	17/03/17



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	Camara de aireación		
a) Acotación b) Vista general	<input type="checkbox"/> Por calificar <input type="checkbox"/> Para información <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Para archivar <input type="checkbox"/> Por eliminar <input type="checkbox"/> Certificado	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA SILVIA CHACHA	Làmina 04	Escala 1:110	Fecha 17/03/17



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA		ESPOCH			Diseño de la planta de tratamientos de aguas residuales		
	<input type="checkbox"/> Por calificar	<input type="checkbox"/> Para información	FACULTAD DE CIENCIAS			Làmina	Escala	Fecha
Vista de la planta propuesta	<input type="checkbox"/> Por aprobar	<input type="checkbox"/> Para archivar	ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA			05	1:110	17/03/17
	<input type="checkbox"/> Por eliminar	<input type="checkbox"/> Certificado	SILVIA CHACHA					