



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL CENTRO DE FAENAMIENTO MUNICIPAL DEL CANTÓN QUININDÉ, PROVINCIA DE ESMERALDAS”

**TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: PROYECTO TÉCNICO**

**Previo a la obtención del título de:
INGENIERO QUÍMICO**

**AUTOR: STALIN DARÍO CHIMBO MORENO
TUTORA: ING. MABEL MARIELA PARADA RIVERA, M.Sc**

Riobamba-Ecuador

2018

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

El Tribunal de Trabajo de titulación certifica que: el presente trabajo técnico de "DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL CENTRO DE FAENAMIENTO MUNICIPAL DEL CANTÓN QUININDÉ, PROVINCIA DE ESMERALDAS" de responsabilidad del señor Stalin Darío Chimbo Moreno ha sido revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, quedando autorizada así su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Mabel Mariela Parada, M.Sc
DIRECTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN

.....

.....

Dr. Gerardo León Chimbolema.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

.....

“Yo, Stalin Darío Chimbo Moreno, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”

STALIN DARÍO CHIMBO MORENO

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se la dedico a Dios padre celestial por brindarme salud, y derramar bendiciones en cada instancia de mi vida, por regalarme las fuerzas necesarias para luchar en las adversidades sin desfallecer en el intento.

De la misma manera dedico este trabajo a mis padres César Rodrigo Chimbo Jaen y Donatila Elizabeth Moreno Cedeño por ser ese pilar principal en mi formación académica, sembrando en mí el respeto la humildad y la perseverancia, cobijándome de amor, palabras de aliento, por ser mis únicos seres emblemáticos que nunca me han dejado solo en los momentos difíciles de mi vida.

A mis hermanos Patricia Elizabeth Chimbo Moreno y Pablo César Chimbo Moreno quienes me han brindado su apoyo incondicional, comprensión y compañía.

A mi amada sobrina Génesis Santamaría Chimbo y mi hija Doménika Chimbo Gil, fuente de aliento e inspiración para seguir adelante en la vida diaria.

De la misma manera a mi esposa Verónica Gil y familiares quienes me han brindado su apoyo para alcanzar este logro en mi vida estudiantil.

A la Ing. Mabel Parada y Dr. Gerardo León quienes me brindaron su apoyo profesional libre y voluntaria para cumplir con las obligaciones académicas.

A mis amigos y hermanos del alma Freddy Audelo, Renato Manzano y Jhon Salazar, quienes me brindaron su amistad sincera y su apoyo durante toda nuestra carrera estudiantil.

A mi gran amiga Ing. Martha Quindigalle por su apoyo en el presente trabajo de titulación y su sincera amistad incondicional.

Stalin.

AGRADECIMIENTO

A los profesores en la Escuela de Ingeniería Química de la ESPOCH por sus conocimientos y experiencias impartidos en el recorrido Universitario.

A la Ing. Mabel Parada y al Dr. Gerardo León por la paciencia y el tiempo dedicado a mi trabajo de titulación.

Al GAD Municipal de Quinindé por admitir el ingreso a las instalaciones del Centro de Faenamiento y proporcionarme el aval para poder realizar el presente proyecto de titulación

De manera especial a la Ing. Martha Quindigalle y Yolanda Haro, por brindar sus conocimientos y apoyo durante el desarrollo de mí proyecto de titulación.

A toda mi familia y amigos quienes siempre han estado apoyándome con sus buenas palabras, experiencias, para seguir enriqueciendo de buenos principios, valor y perseverancia.

Stalin.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	XV
SUMMARY.....	xvi
CAPÍTULO I	1
1	DIAGNOSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....1
1.1	Identificación del problema.....1
1.2	Justificación del proyecto.....1
1.3	Línea base del proyecto.....2
<i>1.3.1</i>	<i>Ubicación geográfica del lugar de faenamiento.....2</i>
<i>1.3.2</i>	<i>Análisis demográfico.....3</i>
<i>1.3.3</i>	<i>Información Climática.....4</i>
<i>1.3.4</i>	<i>Impacto ambiental y contaminación.....5</i>
<i>1.3.5</i>	<i>Datos experimentales.....5</i>
<i>1.3.5.1</i>	<i>Medición de caudales.....5</i>
<i>1.3.5.2</i>	<i>Recolección de muestra.....8</i>
<i>1.3.5.3</i>	<i>Caracterización de aguas residuales de camal y/o matadero.....10</i>
1.4	Beneficios Directos e Indirectos.....14
<i>1.4.1</i>	<i>Directos.....14</i>
<i>1.4.2</i>	<i>Indirectos.....14</i>
CAPITULO II	15
2	OBJETIVOS DEL PROYECTO.....15
2.1	Objetivo general.....15
2.2	Objetivos específicos.....15
CAPITULO III	16
3	ESTUDIO TECNICO PRELIMINAR.....16
3.1	Localización del proyecto.....16
3.2	Ingeniería del proyecto.....16
<i>3.2.1</i>	<i>Aguas residuales.....16</i>
<i>3.2.2</i>	<i>Características de agua residuales.....16</i>
<i>3.2.3</i>	<i>Agua residual de camal.....17</i>
<i>3.2.4</i>	<i>Características de vertidos de camal.....18</i>
<i>3.2.5</i>	<i>Fuente y composición de aguas residuales de camal.....18</i>
<i>3.2.6</i>	<i>Camal o matadero.....20</i>
<i>3.2.7</i>	<i>Procesos de faenamiento.....20</i>

3.2.7.1	<i>Faenamiento bovinos</i>	22
3.2.7.2	<i>Faenamiento porcinos</i>	24
3.2.7.3	<i>Proceso final de faenamiento bovinos/porcinos</i>	25
3.2.8	<i>Sistema de tratamiento de agua residual de camal</i>	26
3.2.8.1	<i>Tratamiento preliminar</i>	26
3.2.8.1.1	Canal de entrada.....	26
3.2.8.1.2	Desbaste.....	27
3.2.8.2	<i>Tratamiento primario</i>	28
3.2.8.2.1	Trampa de grasa.....	28
3.2.8.2.2	Sedimentador convencional rectangular.....	29
3.2.8.2.3	Canal Parshall.....	30
3.2.8.3	<i>Tratamiento secundario</i>	31
3.2.8.3.1	Fosa séptica.....	31
3.2.8.3.2	Filtro anaeróbico de flujo ascendente, FAFA.....	31
3.2.9	<i>Dimensionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales</i>	32
3.2.9.1	<i>Estimación del caudal</i>	33
3.2.9.2	<i>Caudal diseño</i>	34
3.2.9.3	<i>Dimensionamiento de un canal de entrada</i>	35
3.2.9.4	<i>Dimensionamiento una rejilla manual (desbaste)</i>	38
3.2.9.5	<i>Dimensionamiento de una trampa de grasa</i>	41
3.2.9.6	<i>Dimensionamiento de un sedimentador convencional rectangular</i>	43
3.2.9.7	<i>Dimensionamiento canal Parshall</i>	50
3.2.9.8	<i>Dimensionamiento de una fosa séptica</i>	57
3.2.9.9	<i>Dimensionamiento de un filtro anaeróbico de flujo ascendente (FAFA)</i>	60
3.2.10	<i>Resultados del dimensionamiento</i>	63
3.3	Proceso de producción	66
3.4	Requerimientos de tecnología, equipos, y maquinarias	67
3.5	Análisis de costo/beneficio del proyecto	70
3.5.1	<i>Costo/beneficio del proyecto</i>	70
3.5.2	<i>Costo/beneficio del del sistema de tratamiento de aguas residuales del centro de faenamiento Municipal del Catón Quinindé</i>	70
3.6	Remoción de los contaminantes en las etapas del sistema de tratamiento	72
3.6.1	<i>Remoción de contaminantes en el tratamiento preliminar</i>	72
3.6.1.1	<i>Remoción de sólidos al 15%</i>	72
3.6.2	<i>Remoción de contaminantes en el tratamiento primario</i>	73
3.6.2.1	<i>Remoción de sólidos al 65%</i>	73
3.6.2.2	<i>Remoción de materia orgánica al 40%, y grasa al 92 %</i>	74

3.6.2.3	<i>Remoción de materia inorgánica al 20%.....</i>	75
3.6.3	<i>Remoción de contaminantes en el tratamiento secundario.....</i>	75
3.6.3.1	<i>Remoción de contaminantes en la fosa séptica.....</i>	75
3.6.3.1.1	Remoción de sólidos al 60% en la fosa séptica.....	75
3.6.3.1.2	Remoción de materia orgánica al 50% en la fosa séptica y grasas al 70%.....	76
3.6.3.1.3	Remoción de materia inorgánica al 80% y 30% en la fosa séptica.....	77
3.6.3.2	<i>Remoción de contaminantes en FAFA.....</i>	77
3.6.3.2.1	Remoción de sólidos al 80 % en el filtro anaeróbico de flujo ascendente.....	77
3.6.3.2.2	Remoción de materia orgánica al 80 % en el en el filtro anaeróbico de flujo ascendente, grasa al 50%.....	78
3.6.3.2.3	Remoción de materia inorgánica 50% en el en el filtro anaeróbico de flujo ascendente.....	79
3.6.4	<i>Remoción total del sistema de tratamiento de aguas residuales.....</i>	79
3.6.5	<i>Análisis y discusión de resultados.....</i>	80
CONCLUSIONES.....		84
RECOMENDACIONES.....		85

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE ABREVIATURA

W	Ancho de la garganta del canal parshall
H_o	Altura del agua en la sección de medición
h_{mf}	Altura del medio filtrante
ALP	Área de lavado de panza
Q_B	Caudal de bovinos faenados
Q_p	Caudal de porcinos faenados
$Q_{diseño}$	Caudal de diseño
β	Coefficiente de pérdida
C	Coefficiente de retorno
K	Coefficiente dependiente del ancho de la garganta del canal
DBO₅	Demanda bioquímica de oxígeno
DQO	Demanda química de oxígeno
D	Dotación de agua por animal
FABA	Filtro anaeróbico de flujo ascendente
g	Gravedad
F	Número de Froude
pH	Potencial de hidrogeno
Rh	Radio hidráulico
SS	Sólidos en suspensión
ST	Sólidos totales
b_g	Sumatoria total de separaciones entre barras
STAR	Sistema de tratamiento de aguas residuales
TULSMA	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente
T_{RH}	Tiempo de retención hidráulica
V_{mf}	Volumen del medio filtrante
V_i	Volumen instantáneo

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1	Datos demográficos.....	3
Tabla 1-2	Rangos de temperatura del cantón Quinindé.....	4
Tabla 1-3	Medición de caudales en centro de faenamamiento del cantón Quinindé.....	6
Tabla 1-4	Muestro de aguas residuales en el centro de faenamamiento del cantón Quinindé.....	9

Tabla 1-5	Parámetros iniciales analizados del agua residual del centro de faenamiento del cantón Quinindé.....	11
Tabla 3-1	Composición de carga orgánica en la recepción y estabulaciones según el tipo de animal.....	18
Tabla 3-2	Composición de carga orgánica en vertidos de sangre.....	19
Tabla 3-4	Fuente/origen de los diferentes parámetros generados en la faena.....	20
Tabla 3-5	Número de animales faenados.....	33
Tabla 3-6	Dotación de agua para la faena.....	33
Tabla 3-7	Variables de diseño estructural para el canal de entrada del flujo.....	35
Tabla 3-8	Especificaciones de coeficiente de Manning.....	36
Tabla 3-9	Borde libre en relación al caudal.....	37
Tabla 3-10	Criterios de diseño para rejillas de limpieza manual.....	38
Tabla 3-11	Coefficiente de pérdida para rejillas.....	40
Tabla 3-12	Criterios de diseño para trapas de grasa.....	42
Tabla 3-13	Tiempo de retención hidráulico.....	42
Tabla 3-14	Propiedades físicas del agua.....	43
Tabla 3-15	Criterios de diseño para un sedimentador convencional.....	44
Tabla 3-16	Referencia del ancho del canal con respecto al caudal.....	50
Tabla 3-17	Coefficiente K dependiente y una constante m dependiente del ancho de la garganta del canal.....	50
Tabla 3-18	Criterios de diseño estructural estándar para un canal parshall.....	51
Tabla 3-19	Criterios de diseño para la fosa séptica.....	58
Tabla 3-20	Criterios de diseño para un filtro FAFA.....	60
Tabla 3-21	Dimensiones estructurales del canal de entrada.....	63
Tabla 3-22	Dimensiones estructurales de rejillas de limpieza manual.....	63
Tabla 3-23	Dimensiones estructurales de la trampa de grasa.....	64
Tabla 3-24	Dimensiones estructurales de un sedimentador convencional rectangular.....	64
Tabla 3-25	Dimensiones estructurales del canal parshall.....	65
Tabla 3-26	Dimensiones estructurales de una fosa séptica.....	65
Tabla 3-27	Dimensiones estructurales del filtro lento de arena.....	66
Tabla 3-28	Descripción del porcentaje de remoción total de STAR del centro de faenamiento.....	79
Tabla 3-29	Datos comparativos de los resultados con la norma TULSMA.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1	Ubicación geográfica del centro de Faenamiento Municipal del Cantón Quinindé.	2
Figura 1-2	Hoja topográfica.....	3
Figura 1-3	Pirámide de población 2010.....	4
Figura 3-1	Diagrama de etapas de proceso de faenamiento.....	21

Figura 3-2	Diagrama de residuos generados en bovinos faenados.....	22
Figura 3-3	Diagrama de residuos generados en bovinos faenados.....	24
Figura 3-4	Geometría del canal de entrada rectangular.....	26
Figura 3-5	Rejillas de limpieza manual.....	27
Figura 3-6	Rejillas de limpieza mecánica.....	28
Figura 3-7	Trampa de grasa.....	29
Figura 3-8	Sedimentador convencional.....	30
Figura 3-9	Canal Parshall.....	30
Figura 3-10	Fosa o tanque séptico.....	31
Figura 3-11	Filtro anaeróbico de flujo ascendente, FAFA.....	32
Figura 3-12	Formas de las rejillas.....	41
Figura 3-13	Diagrama de sistema de tratamiento de aguas residuales.....	66

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1-1	Medición del caudal día 1.....	6
Gráfica 1-2	Medición del caudal día 2.....	7
Gráfica 1-3	Medición del caudal día 3.....	7
Gráfica 1-4	Medición del caudal día 4.....	8

Gráfica 1-5	Análisis físicos de las aguas residuales del centro de faenamiento del cantón Quinindé.....	12
Gráfica 1-6	Análisis químico de las aguas residuales del centro de faenamiento del cantón Quinindé.....	12
Gráfica 3-1	Porcentaje de remoción total de STAR del centro de faenamiento, Quinindé.....	80

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3-1	Descripción de cada parámetro contenida en aguas residuales.....	16
Cuadro 3-2	Cantidad de residuos generados en la faena.....	19
Cuadro 3-3	Requerimiento de materias para la recolección de muestreo.....	67
Cuadro 3-4	Requerimiento de materiales y equipos para la medición del caudal.....	67

Cuadro 3-5	Requerimiento tecnológico y equipos para análisis físico-químico.....	68
-------------------	---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A.** Puntos de muestro para la recolección de agua residual de camal
- Anexo B.** Canales de conducción de aguas residual del camal
- Anexo C.** Instalaciones para la recepción de bovinos y porcinos
- Anexo D.** Instalaciones para la faena de bovinos y porcinos, y distribución de carne faenada

- Anexo E.** Norma de legislación ambiental para descarga de aguas residual.
- Anexo F** Análisis físico-químico de las aguas residuales de camal, día 1
- Anexo G.** Análisis físico-químico de las aguas residuales de camal, día 2
- Anexo H.** Análisis físico-químico de las aguas residuales de camal, día 3
- Anexo I.** Análisis físico-químico de las aguas residuales de camal, día 4
- Anexo J.** Planos civiles del Sistema de tratamiento de aguas residuales para el centro de Faenamiento Municipal del Catón Quinidé.

RESUMEN

Se diseñó un sistema de tratamiento de aguas residuales provenientes del Centro de Faenamiento Municipal del Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas, con el objetivo de cumplir las normativas ambientales y reducir el impacto ambiental en el cuerpo receptor de agua dulce del Río Blanco. El sistema se diseñó con el fin de obtener agua tratada y con los

análisis físico-químicos del agua residual recolectada del centro de faenamiento, se identificó los parámetros que se encuentran fuera de los límites permisibles de acuerdo a la Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Libro VI. Anexo I Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, TULSMA. Recurso Agua.; Sólidos suspendidos 1045 mg/l, Sólidos totales 4444 mg/l, DBO5 10110 mg/l, DQO 12300 mg/l, grasas y aceites 300 mg/l, y Nitrógeno total 3500 mg/l. Las unidades para el sistema de tratamiento son: Canal-rejillas, Trampa de grasa, Sedimentador convencional, Canal Parshall, dos Fosa séptica y dos filtros anaeróbicos de flujo ascendente FAFA. Los resultados de porcentajes de remoción con las unidades mencionadas son: Sólidos suspendidos 99 %, Sólidos totales 99%, DBO5 94%, DQO 94%, grasas y aceites 99%, y Nitrógeno total 92%. Se debe realizar un análisis antes de la implementación y luego de la misma para cuantificar la eficiencia de las unidades que conformaran el sistema de tratamiento de aguas residuales.

Palabras clave: <INGENIERIA Y TECNOLOGIA QUÍMICA>, <TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL>, <CENTRO DE FAENAMIENTO > <REJILLAS> <TRAMPA DE GRASA > <CANAL PARSHALL> <FOSA SÉPTICA> <FILTRO ANAERÓBICO DE FLUJO ASCENDENTE> , <QUININDÉ (CANTÓN)>

SUMMARY

The present investigation allows designing a wastewater treatment system at Municipal Clearing Center from Quinindé canton, Esmeraldas province, with the objective of complying with environmental regulations and reducing the environmental impact on the freshwater receiving body from Río Blanco. The design system in order to obtain treated water and physical-chemical analysis wastewater collected from slaughterhouse identified the parameters that are

outside the permissible limits according to the Environmental Quality and Safety Regulations. Discharge of effluents: Water Resource Book VI. Annex I Discharge limits to a body of fresh water, TULSMA. Water Resource; Suspended solids 1045 mg/l, total solids 4444 mg/l. BOD5 10110 mg/l, COD 12300 mg/l, fats and oils 300 mg/l, and total Nitrogen 3500 mg/l. The units for treatment system are Channel-grid, Grease trap, Conventional settler, Parshall channel, 2 septic tanks and 2 anaerobic up flow FAFA filters. The results about percentages removal with the mentioned units are suspended solids 99%, total solids 99%, DBO5 94%, COD 94%, fats and oils 99%, and total Nitrogen 92%. An analysis must be carried out before and after the implementation to quantify efficiency of the units that make up the wastewater treatment system.

Key words: CHEMICAL ENGINEERING AND TECHNOLOGY, WASTEWATER TREATMENT, FACILITY CENTER, GRILLS, FAT TRAP, CHANNEL PARCHALL, SEPTIC FOSA, ANAEROBIC FILTER OF ASCENDING FLOW, QUININDÉ (CANTON).

CAPÍTULO I

1 DIAGNOSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Identificación del problema

El agua residual generada en los centros de faenamiento (camal) son aguas con alto contenido de materia orgánica debido a las distintas etapas que estas requieren, así como: aturdimiento, degüello, sangrado, descuerado, eviscerado, corte/lavado y refrigeración. Es tipo de agua se considera como agua residual de proceso o industrial, sin previo tratamiento tiende a contaminar su entorno en especial los recursos hídricos con fuertes olores de putrefacción y deterioro (ácidos orgánicos volátiles, aminas y compuestos orgánicos nitrogenados) de los ecosistema dentro del medio natural. El agua residual de faenamiento depende de factores como: tipo de animal sacrificado, grado de procesado, equipamiento de retención de contaminantes, y los protocolos de limpieza.

El Centro de Faenamiento Municipal del Cantón Quinindé tiene sus instalaciones en la parroquia Rosa Zárate, la misma que pertenece al Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas; el centro de faenamiento es una de las tantas empresas que desarrolla sus actividades sin considerar el impacto ambiental que genera a los habitantes aledaños principalmente al barrio Fin del Mundo, centros de recreación (piscinas), entre otros, ya que no cuentan con un manejo adecuado para sus residuos tanto sólidos como líquidos, mismos que son descargados directamente al Río Blanco con una gran cantidad de residuos orgánicos sólidos y líquidos. Este Centro de Faenamiento no cuenta con ninguna planta de tratamiento de aguas residuales que permita reducir la contaminación existente en el agua residual que se vierte directamente al río. Por la problemática en mención se necesita realizar un tratamiento de aguas residuales en el Centro de Faenamiento Municipal del Cantón Quinindé ya que no la poseen y estos efluentes son evacuados directamente por desagües que se descargan directamente al Río Blanco.

1.2 Justificación del proyecto

El crecimiento y desarrollo de los centros de faenamiento por la constante demanda cárnica por parte de los consumidores hace posible la mayor generación de aguas residuales, razones sustanciales que el GAD Municipal del Catón Quinindé en mutuo acuerdo con el Centro de

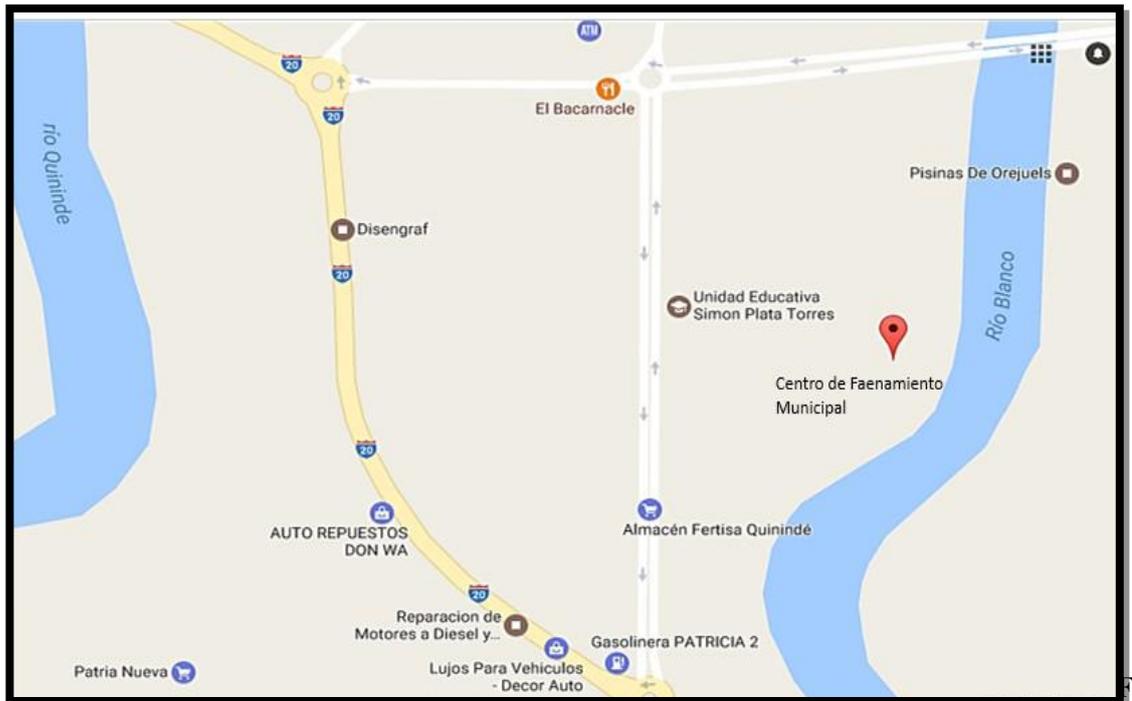
Faenamamiento Municipal del Cantón Quinindé consideran la realizar una evaluación, análisis, y tratamiento de estas aguas residuales.

El Centro de Faenamamiento Municipal del Cantón Quinindé es una empresa que genera contaminantes: sólidos y líquidos que son principalmente de origen orgánico, provocando una serie de problemas ambientales tanto a los recursos hídricos como al suelo ya que actualmente no se le da un manejo adecuado para su disposición final.

El proceso de obtención de carne mediante este centro de Faenamamiento Municipal ha provocado daños en el medio ambiente y a los pobladores aledaños a esta localidad, lo cual se justifica en proponer el **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL CENTRO DE FAENAMIENTO MUNICIPAL DEL CANTÓN QUININDÉ, PROVINCIA DE ESMERALDAS”** para obtener un medio ambiente sano y mejorar la calidad de vida para la población que habita en el cantón.

1.3 Línea base del proyecto

1.3.1 Ubicación geográfica del lugar de faenamamiento



gura 1-1 Ubicación geográfica del centro de Faenamamiento Municipal del Cantón Quinindé

Fuente: Google maps

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

Descripción geográfica del proyecto:

País: Ecuador

Provincia: Esmeraldas

Cantón: Quinindé

Parroquia: Rosa Zárate

Barrio: Fin del mundo

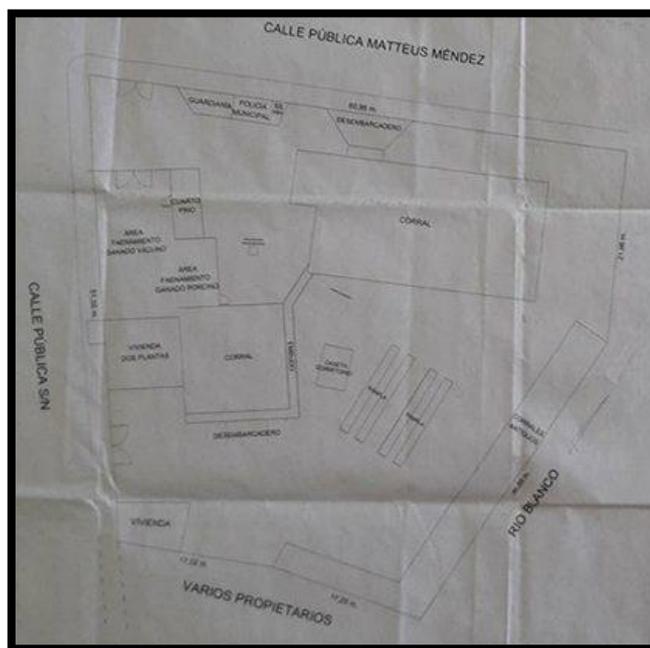


Figura 1-2 Hoja topográfica

Fuente: Camal Municipal GAD del Cantón Quinindé, 2013

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

1.3.2 Análisis demográfico

El cantón Quinindé al año 2010 contó con un total de 26.844 personas, de las que alrededor del 52.3% fueron hombres y el restante 47.7% estuvo constituido por mujeres, con una predominancia de los grupos etarios de 5 a 19 años al representar el 35.7% del total poblacional del cantón esmeraldeño (INEC, 2010 & PLAN DE DESARROLLO TERRITORIAL DEL GAD MUNICIPAL DE QUININDÉ, 2015).

Tabla 1-1 Datos demográficos

Hombres	64141
Mujeres	58429
Total	122570

Fuente: INEC. CENSO poblacional y vivienda, 2010

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

En la gráfica se presenta una pirámide poblacional del Cantón Quinindé para la identificación del cambio poblacional a lo largo del tiempo, sobre todo en los aspectos socio demográfico y económico.

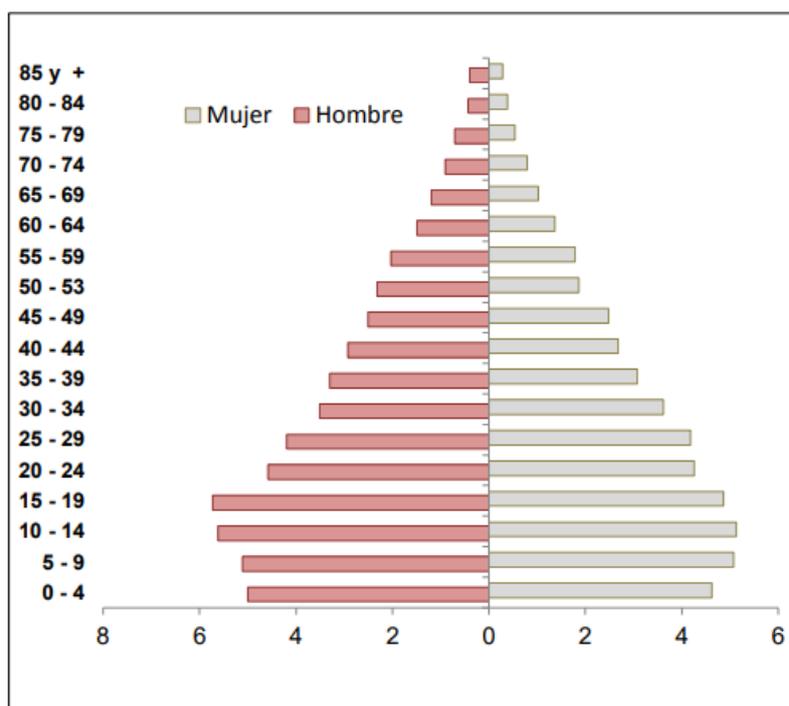


Figura 1-3 Pirámide de población 2010
Fuente: INEC. VII Censo de Población y Vivienda, 2010
Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

1.3.3 Información Climática

La extensión del territorio con un clima predominante basado en datos de precipitación media anual se encuentra en el orden de los 1500 mm hasta los 3200mm. En el mapa de zonas de precipitación se puede apreciar como en sentido oeste-este los rangos de precipitación aumentan hasta llegar a los 3200mm y los datos pluviométricos se localizan específicamente en los poblados de Rosa Zarate y Viche (PLAN DE DESARROLLO TERRITORIAL DEL GAD MUNICIPAL DE QUININDÉ, 2015).

Tabla 1-2 Rangos de temperatura del cantón Quinindé

	Temperatura
Rangos generales	23°C-26°C
Rango dentro del Cantón	25°C-26°C
Rango sentido oeste	23°C-25°C

Fuente: GAD, Quinindé
Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

1.3.4 Impacto ambiental y contaminación

En los ecosistemas fluviales; en el río Blanco existe contaminación a causa de descargas domiciliarias, efluentes de las industrias extractoras de aceite rojo de palma africana,

agroquímicos y sustancias tóxicas utilizadas en la pesca de autoconsumo. Las aguas de los Ríos Quinindé, Blanco, Guayllabamba, Esmeraldas, Cupa y Viche acusan contaminación ocasionada por la presencia de agroquímicos y tóxicos, en este caso, a fin de efectuar labores de pesca de autoconsumo. Todo recurso natural está siendo afectado por las diferentes actividades realizadas en el Cantón Quinindé como: flora, fauna, aire, suelo y agua con niveles de altos de contaminación y degradación de estos recursos (PLAN DE DESARROLLO TERRITORIAL DEL GAD MUNICIPAL DE QUININDÉ, 2015).

1.3.5 Datos experimentales

1.3.5.1 Medición de caudales

La medición del caudal se realizó por el método volumétrico para caudales pequeños, consiste en la medición directa del tiempo en que se tarda en llenar un recipiente con volumen conocido.

$$Vi = \frac{VT * Qi}{Qp * n}$$

dónde:

Qi : Caudal instantáneo (m^3/s)

Qp : Caudal promedio (m^3/s)

VT : Volumen total (m^3)

Vi : Volumen instantáneo (m^3)

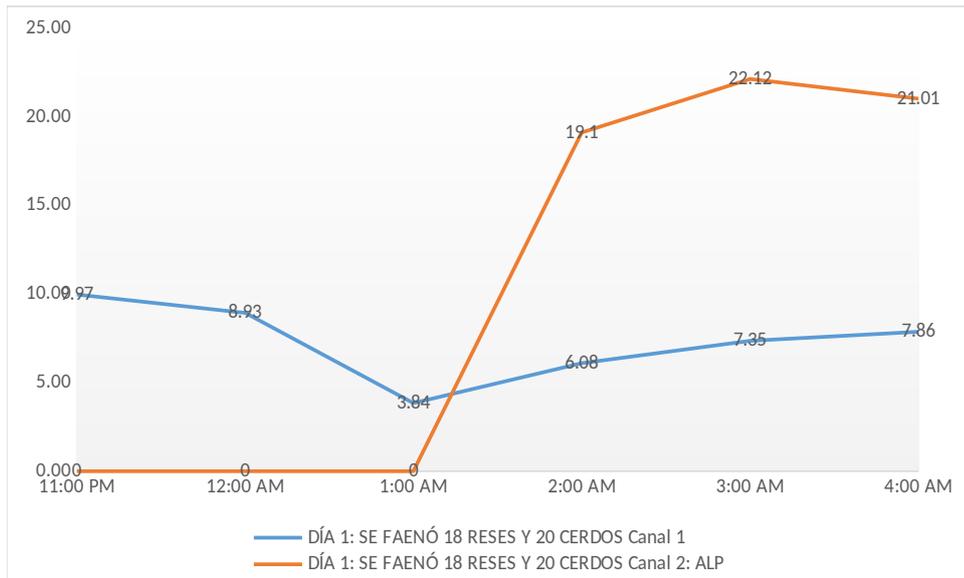
Los intervalos de tiempo para medir el caudal fueron a partir de las 11:00 pm hasta las 4:00 am cada diez minutos en el canal 1 y en el canal 2-ALP dando un total de 96 mediciones en cada canal en 4 días.

Tabla 1-3 Medición de caudales en centro de faenamamiento del cantón Quinindé

HORA	DÍA 1: SE FAENÓ 18 RESES Y 20 CERDOS		DÍA 2: SE FAENÓ 14 RESES Y 5 CERDOS		DÍA 3: SE FAENÓ 16 RESES Y 8 CERDOS		DÍA 4: SE FAENÓ 14 RESES Y 17 CERDOS	
	Canal	Canal 2:	Canal	Canal 2:	Canal 1	Canal 2:	Canal	Canal 2:

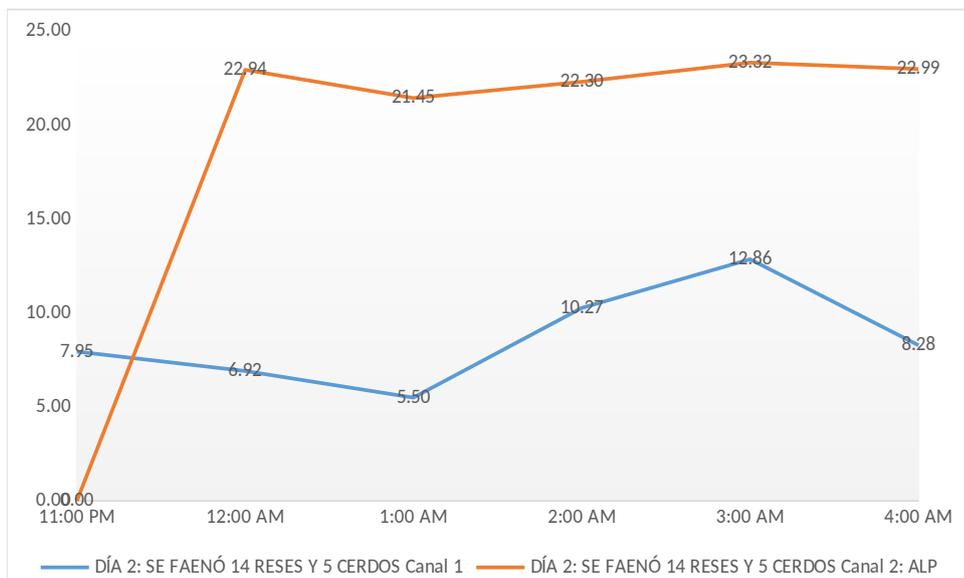
	11	ALP	1	ALP		ALP	1	ALP
11:00 p. m.	9,97	0	7,95	0	8,98	0	10,07	0
12:00 a. m.	8,93	0	6,92	22,94	8,95	23,95	8,27	0
1:00 a. m.	3,84	0	5,50	21,45	4,27	19,21	4,505	18,36
2:00 a. m.	6,08	19,10	10,27	22,30	8,06	23,11	6,50	21,88
3:00 a. m.	7,35	22,12	12,86	23,32	12,58	23,06	8,78	21,56
4:00 a. m.	7,86	21,01	8,28	22,99	8,00	20,03	6,34	23,17
PROMEDI O gal/s	7,34	20,74	8,63	22,60	8,47	21,87	7,41	21,24
PROMEDI O L/s	27,74	78,41	32,61	85,42	32,03	82,67	28,02	80,29

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018



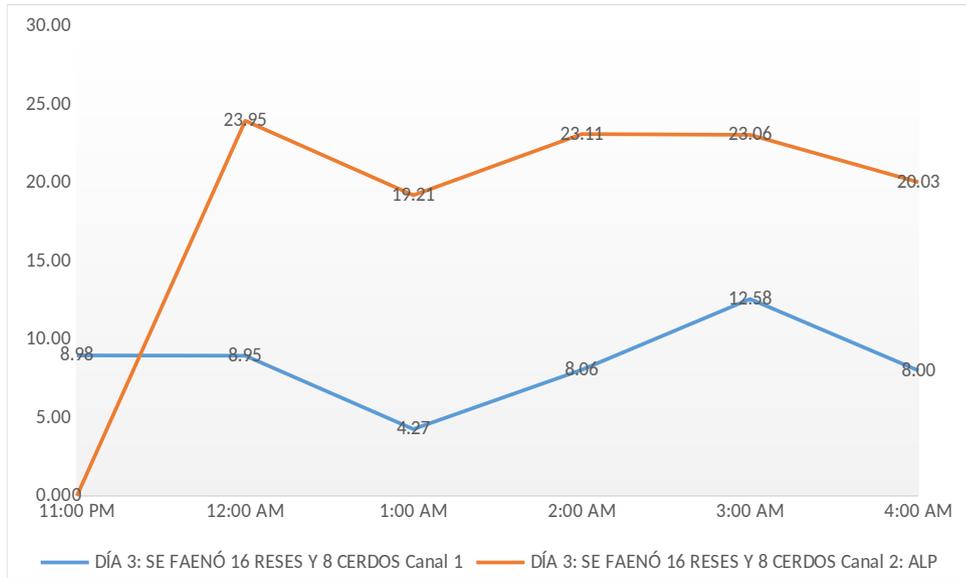
Gráfica 1-1 Medición del caudal día 1

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018



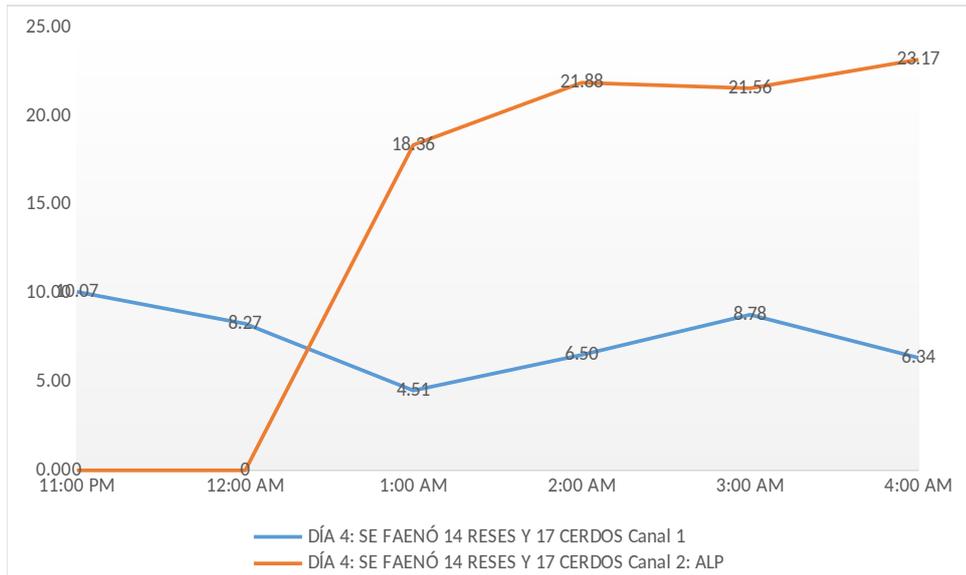
Gráfica 1-2 Medición del caudal día 2

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018



Gráfica 1-3 Medición del caudal día 3

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018



Gráfica 1-4 Medición del caudal día 4

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

En las gráfica 1-1, gráfica 1-2, gráfica 1-3, gráfica 1-4, muestra la generación de mayor caudal de aguas residuales en el canal 2, porque ahí proceden a la limpieza de lavado de vísceras, durante los 4 de faena.

La medición del caudal en el centro de faena se realizó por el método volumétrico, el monitoreo del caudal fue realizado a partir de las 11:00 pm hasta las 4:00 am cada diez minutos en el canal 1 y en el canal 2-ALP dando un total de 96 mediciones en cada canal en 4 días. El día 1 registra caudales 27,74 l/s en el canal 1 y 78,41 l/s en el canal 2-ALP, siendo valores menores a los del día 2 con caudales de 32,61 l/s en el canal 1 y 85,42 l/s en el canal 2-ALP, día 3 con 32,03 en el canal 1 y 82,67 en el canal 2-ALP, y el día 4 con 28,02 l/s en el canal 1 y 80,29 en el canal 2-ALP. Mientras que el día 2 refleja mayor caudal con 32,61 l/s en el canal 1 y 85,2 en el canal 2-ALP a diferencia de los tres días, pero hay que considerar que no hay mayor variación de caudal en los cuatros días según la tabla 1-3.

1.3.5.2 Recolección de muestra

El proceso de faena tanto de porcino como del ganado bovino se realiza cuatro días por semana a partir de las 11:00 pm hasta las 4:00 am, el promedio de cerdos faenados es de 13 por día y de bovino 16 por día.

El camal cuenta con dos canales: el canal 1 para la limpieza general de animales, y el canal 2 para el área de lavado de panza, donde se genera mayor cantidad de agua residual. Estos dos canales transportan el agua residual hasta desembocar en el Río Blanco.

La toma de muestra para los respectivos análisis se consideró muestras simples en el canal 1 y en el canal 2 en tiempos de una hora, luego se homogenizó para obtener una muestra compuesta que fueron sellados herméticamente, rotulado y transportado hacia un Laboratorio certificado para la obtención de las condiciones del agua residual y su posterior tratamiento.

Tabla 1-4 Muestro de aguas residuales en el centro de faenamiento del cantón Quinindé

Muestreo	Hora	°N. Muestras	Lugar de muestreo	Tipo de muestra	Muestra final
Día 1	11:00 pm 12:00 am 01:00 am 02:00 am 03:00 am 04:00 am	6 muestras cada diez minutos	Canal 1 (36 muestras. Canal 2-ALP (36 muestras)	Simple	Compuesta
Día 2	11:00 pm 12:00 am 01:00 am 02:00 am 03:00 am 04:00 am	6 muestras cada diez minutos	Canal 1 (36 muestras. Canal 2-ALP (36 muestras)	Simple	Compuesta
Día 3	11:00 pm 12:00 am	6 muestras cada diez minutos	Canal 1 (36 muestras.	Simple	Compuesta

	01:00 am 02:00 am 03:00 am 04:00 am	minutos	Canal 2-ALP (36 muestras)		
Día 4	11:00 pm 12:00 am 01:00 am 02:00 am 03:00 am 04:00 am	6 muestras cada diez minutos	Canal 1 (36 muestras. Canal 2-ALP (36 muestras)	Simple	Compuesta

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

1.3.5.3 Caracterización de aguas residuales de camal y/o matadero

Los análisis físicos-químicos fueron realizados en Laboratorio de calidad de agua – ESPOCH para evaluar el estado actual de los vertidos en camal municipal del cantón Quinindé y realizar un estudio técnico para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales.

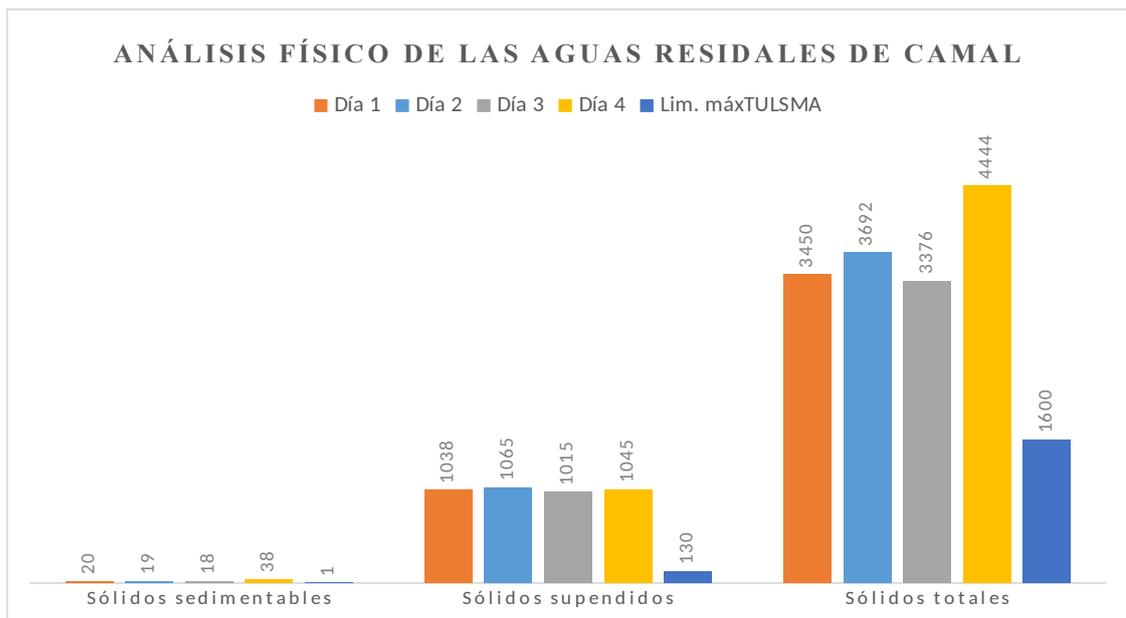
Se envió una muestra compuesta por día de faena de reses y cerdos, es decir, cuatro muestras que fueron analizadas y comparadas con la norma TULSMA, Normas de Calidad y Descarga de Efluentes: Libro VI Anexo I. Tabla 9.

Tabla 1-5 Parámetros iniciales analizados del agua residual del centro de faenamiento del cantón Quinindé

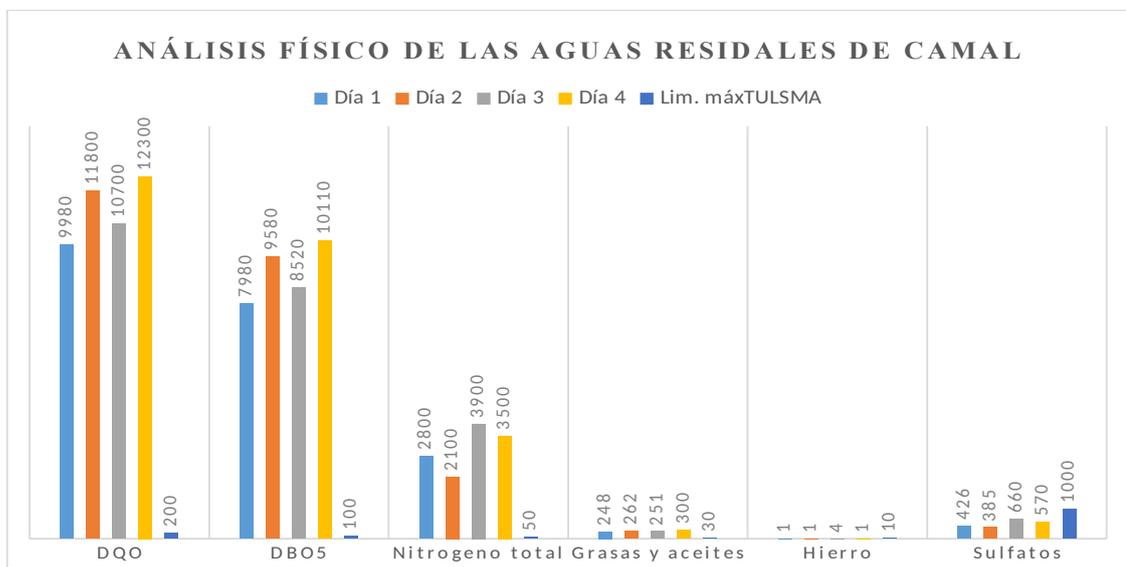
Determinaciones	Unidad	Método	Norma TULSMA · Lími- Max	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Cumpl e
				Resultado s	Resultado s	Resultado s	Resultado s	
Parámetros Físicos								
Ph	Unid	4500-B	6 a 9	6.43	6.12	6.73	6.93	SI
Color	und Co/Pt	2120-B		1950	3000	1838	2082	
Conductividad	μ Siems/cm	2510-B		610	590	710	526	
Turbiedad	UNT	2130-B		990	1045	770	625	
Sólidos sedimentables	mg/L	2540-F	1	20	19	18	38	NO
Sólidos suspendidos	mg/L	2540-B	130	1038	1065	1015	1045	NO
Sólidos totales	mg/L	2540-D	1600	3450	3692	3376	4444	NO
Parámetros Químicos								
Demanda Química de oxígeno	mg/L	5220-C	200	9980	11800	10700	12300	NO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	100	7980	9580	8520	10110	NO
Nitrógeno total	mg/L		50	2800	2100	3900	3500	NO
Grasas y aceites	mg/L		30	248	262	251	300	NO
Hierro	mg/L	3500-D	10	1	1	4	1	SI
Sulfatos	mg/L	4-229-A	1000	426	385	660	570	SI

Fuente: Laboratorio, ESPOCH, 2018

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018



Gráfica 1-5 Análisis físicos de las aguas residuales del centro de faenamiento del cantón Quinindé
Realizado por: Stalin Chimbo, 2018



Gráfica 1-6 Análisis químico de las aguas residuales del centro de faenamiento del cantón Quinindé
Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

Los parámetros que no cumplen con la Legislación ambiental son tanto físicos como químicos que se encuentran detallados en la tabla 1-5, gráfica 1-1, y grafica 1-2.

Los parámetros de control como el pH, regula el crecimiento poblacional bacteriana, el mínimo cambio en su rango permitido prolifera cualquier vida bacteriana en el agua residual y además contribuye a la depuración de éstas aguas, así lo demuestra los análisis físicos de los días 1, 2, 3,

y 4 con valores de 6,43, 6,12, 6,73, 6,95 Unid, lo que indica que cumple el intervalo de 6-9 Unid; la turbiedad, presencia de material coloidal y sólidos en suspensión en el agua residual y hace que el agua se torne turbia, los análisis físicos de los días 1, 2, 3, y 4 tienen valores de 990, 1045, 770, 625 UNT, el día 4 corresponde de mayor valor.

La presencia de la gran cantidad de sólidos en el agua residual del centro de faenamiento se debe a los residuos que se genera en cada etapa de faenamiento como; pelos, sangre, estiércol, purines, suciedad, entrañas, etc.

En cuanto a sólidos sedimentables, los análisis de los días 1, 2, 3, y 4 tiene valores de 20, 19, 18, 38 mg/l el día 4 tiene un resultados más alto que el resto de días; sólidos suspendidos generan lodo sin previo tratamiento del agua residual y los análisis de los día 1, 2, 3, y 4 presentan valores de 1038, 1065, 1015, 1045 mg/l donde límite permitido es 130 mg/l, el día 2 tiene un valor mucho más alto que el resto de días, sin embargo todos los resultados no cumplen con la norma TUSLMA; mientras que sólidos totales de los días 1, 2, 3 y 4 muestran valores de 3450, 3692, 3376, 4444 mg/l donde límite permitido es 1600 mg/l según la Norma TULSMA donde se observan que el día 4 tiene resultados más altos que resto de días aunque cabe resaltar que todos están fuera de límite permisible.

El vertido de sangre en la etapa de desangrado de cerdos y reses hace que predomine notoriamente los resultados de la carga orgánica, la sangre de los animales faenados eleva la carga orgánica y nitrogenada, grasa, sulfatos. etc.

Los análisis químicos realizados para el agua residual procedente del faenamiento de cerdos y reses son; Demanda química de oxígeno (DQO), de los días 1, 2, 3, 4 son 9980, 11800, 10700, 12300 mg/l, respectivamente, pero el límite máximo permitidos para éste parámetro es de 200 mg/l, según estos valores todos los resultados sobrepasan excesivamente el rango establecido; Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), durante los 5 días y los resultados de los análisis químicos de los días 1, 2, 3, 4 son 7980, 9580, 8520, 10110 mg/l mientras que el límite máximo permitidos para éste parámetro es de 100 mg/l en efecto el día 4 es de mayor valor con respecto al resto de días y cabe resaltar también que todos los resultados sobrepasan excesivamente el rango establecido porque se trata de una agua residual de un centro de faenamiento y la composición de carga orgánica en éstas aguas son elevadas por la presencia de sangre y tienden hacer susceptibles a una descomposición rápida; Nitrógeno total, parámetro que también sobrepasa el límite de la norma TULSMA de 50 mg/l, por la mezcla de residuos de sangre, estiércol, purín, contenido estomacal y desinfectantes, los resultados de los días 1, 2, 3, y 4 son 2800, 2100, 3900, 3500 mg/l ; por lo tanto cualquier tratamiento que aplique al agua residual de

camal, los análisis de los días 1, 2, 3, y 4 son 248, 262, 251, 300 mg/l, y el límite de la norma TULSMA es de 30 mg/l; hierro con 1, 1, 4,1 mg/l de los días 1, 2, 3, y 4 cumple con el límite establecido de 10 mg/l; sulfatos, parámetro químico que actúa como elemento principal para el crecimiento excesivo de algas que luego de cumplir su ciclo produce putrefacción del agua, según los resultados obtenidos de los días 1, 2, 3, y 4 son 426, 385, 660, 570 mg/l los que indica que están dentro del límite de 1000 mg/l de acuerdo a la norma TULSMA.

Los análisis realizados tanto físicos y químicos, de los 13 parámetros solo 3 cumplen con el límite de descarga a un cuerpo de agua dulce, y los 10 parámetros fuera del límite establecido deberán ser sometidos a un proceso de tratamiento para que su degradación sea más óptima en el proceso biológico de ambiente mismo.

1.4 Beneficios Directos e Indirectos

1.4.1 Directos

Los beneficiarios directos del trabajo técnico planteado es el GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO DEL MUNICIPIO DEL CANTÓN QUININDÉ, PARROQUIA ROSA ZÁRATE y ésta a su vez al CENTRO DE FAENAMIENTO MUNICIPAL DEL CANTÓN QUININDÉ, son quienes avalan y facilitan el proceso de investigación técnico para el Diseño de una Planta de tratamiento de aguas residuales.

1.4.2 Indirectos

Con este proyecto se beneficiaran de forma indirecta los habitantes del barrio Fin del mundo de la parroquia Rosa Zárate con una población de 28928 habitantes en la zona urbana y 38331 habitantes en la zona rural según los datos del censo poblacional 2010. Al dar solución a la problemática del agua residual procedente del CENTRO DE FAENAMIENTO MUNICIPAL DEL CANTÓN QUININDÉ mejoraríamos la calidad de vida de todos los habitantes del cantón y su medio ambiente.

CAPITULO II

2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.1 Objetivo general

Diseñar un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del Centro de Faenamiento Municipal del Cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Diagnosticar y evaluar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos fuera de los límites permisibles según la norma TULSMA, Normas de Calidad y Descarga de Efluentes: Libro VI Anexo I. Tabla 9.
- ✓ Identificar las variables de proceso apropiadas para la realización del sistema de tratamiento de aguas residuales.
- ✓ Plantear cálculos de ingeniería para el dimensionamiento de los diferentes equipos para el Diseño de una Planta de Tratamiento de aguas residuales.
- ✓ Validar el Diseño con la características final de los parámetros físicos – químicos y microbiológicos del agua residual obtenidas del proceso de tratamiento, basados en los límites de descarga.
- ✓ Determinar la viabilidad económica para la implementación y ejecución técnica del proyecto.

CAPITULO III

3 ESTUDIO TECNICO PRELIMINAR

3.1 Localización del proyecto

El camal Municipal del Cantón Quinindé, se encuentra ubicado en las cercanías del Río Blanco punto de descarga de aguas residuales procedentes de las fuentes de la faena de animales de consumo.

3.2 Ingeniería del proyecto

3.2.1 Aguas residuales

Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado para reducir el impacto ambiental (OEFA, Fiscalización Ambiental de aguas residuales).

3.2.2 Características de agua residuales

Cuadro 3-1 Descripción de cada parámetro contenida en aguas residuales

Características organolépticas	
Color	Su color cambia de gris a negro por la descomposición de compuestos orgánicos.
Olor	Generación de gases por la descomposición de materia orgánica. Olores característicos Agua residual gris-olor peculiar Agua residual séptica-olor a sulfuro de hidrógeno.
Características físicas	
Sólidos totales	El método por evaporación y secado en una determinada muestra y a una temperatura de 130°C permite obtener sólidos totales.
Sólidos suspendidos	Una cantidad considera de sólidos suspendidos genera lodos sin previo tratamiento del agua residual.
Sólidos sedimentables	La cantidad de materia que se puede remover luego de tiempo de reposo de una hora en un cono imhoff.
Turbidez	La presencia de materia coloidal hace que el agua se torne poco clara y turbia.
Temperatura	Factor que influye en el desarrollo de los microorganismos mediante reacciones químicas en el medio acuático.
Potencial de hidrogeno Ph	Parámetro que regula el crecimiento de biológico y la depuración de las aguas residuales.
Características químicas	
Componentes orgánicos	

Aceites y grasas	La presencia de grasas en el agua puede impedir procesos biológicos importantes.
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	Es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para su degradación. Generalmente la digestión de estos es durante los 5 días a una temperatura de 20°C.
Demanda química de oxígeno (DQO)	La cantidad de oxígeno necesario para oxidarse. Su oxidante químico más común es el permanganato de potasio y/o el dicromato de potasio.
Detergentes	Tienen la capacidad de obstruir el paso del oxígeno, impidiendo el transporte del oxígeno hacia la superficie del agua
Componentes inorgánicos	
Nitrógeno	Las reacciones biológicas se dan únicamente con la presencia de nitrógeno. Así tenemos: Nitrógeno amoniacal, orgánico, nitritos nitratos entre otros.
Fosfatos	Es el elemento principal para el crecimiento de algas, su presencia se debe a los vertidos urbanos y domésticos.
Hierro	Es elemento responsable de la coloración del agua, frecuentemente esta como ion ferroso.
Características biológicas	
Coliformes Fecales	Los más comunes es <i>Escherichia coli</i> y ciertas especies como <i>Klesbiella</i> . Capaces de generar enfermedades sí, el agua residual pasa a ser una séptica.

Fuente: Pena, 2015

3.2.3 Agua residual de camal

El consumo de agua para procesos de trabajo en mataderos y de factorías de procesos cárnicos, es de una importancia muy evidente como en cualquier industria que mantenga las condiciones higiénicas.

Los vertidos se producen en un espacio físico, donde se realizan los sacrificios de los animales, el lavado y el descuartizamiento. El agua residual generada durante las etapas de faenamiento contiene elementos patógenos y características contaminantes debido a las temperaturas a las que están sometidas cada animal.

3.2.4 Características de vertidos de camal

Los vertidos de aguas residuales en camales o mataderos polivalentes presentan características como:

- Presencia de sangre-causara problemas en el sistema de tratamiento.
- Presencia de grasa-disminución o eliminación para la tratabilidad del vertido.
- Presencia de sólidos-de fácil decantación y sedimentación.
- Presencia de pelos y restos-pelos, pesuñas, trozos de cuero y vísceras en el vertido.

Las características de estos vertidos dependen de los siguientes factores:

- Tipo de animal faenado
- Grado de procesado, ejemplo. Elaboración de harina con sangre y estómago.
- Equipamiento de retención de líquidos y sólidos
- Protocolo de limpieza y uso y consumo de agua

3.2.5 Fuente y composición de aguas residuales de camal

Recepción y estabulaciones: vertido de eyecciones, orines (purines) y estiércol. Cuando no se respetan las prácticas de limpieza, aumentará el número de coliformes y la carga orgánica en las aguas residuales descargadas.

Tabla 3-6 Composición de carga orgánica en la recepción y estabulaciones según el tipo de animal

Tipo de animal	Peso (kg)	Producción de heces y orina (kg/día)	Composición-DBO5 (g/día)
Bovino	540	20,3	544
Porcino	91	5,90	177

Fuente: Escuela Organización Industrial. Sevilla. Abril 2008

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

Desangrado: Vertido de sangre con elevada carga orgánica y nitrogenada. La sangre tiene un color pardo rojizo con alto contenido de DBO5, Nitrógeno y sólidos en suspensión susceptible a una descomposición rápida, razón por la cual, en todos los sacrificios de aves y de ganado ovino, bovino, porcino se debe cumplir la recogida de sangre y la limpieza de la zona de sacrificios para reducir sustancialmente la demanda de oxígeno y colorantes de las aguas residuales descargadas en el alcantarillado o ríos.

Tabla 3-7 Composición de carga orgánica en vertidos de sangre

Vertido de sangre	Composición	Total	%vertido 15-20	%vertido 100
	DBO5		37500 mg/l	1-2 kg/kg. P vivo
	Nitrógeno	Carbono/Nitrógeno 3:4	-	-

Fuente: Escuela Organización Industrial. Sevilla. Abril 2008

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

Escaldado: Vertido de aguas residuales con alta carga orgánica, con gran cantidad de pelo y sólidos en suspensión. La descarga de las aguas de la caldera y los restos de los raspados

contienen pelo, suciedad y costras de la piel de los cerdos que se añaden a la carga de las aguas residuales.

Cuadro 3-2 Cantidad de residuos generados en la faena

	Residuos	Residuos
Vertido del agua residual	Sangre, grasa superficial	0,25 kg/t. P vivo
Pelado	Pelos	0,4 kg/t. P vivo
Total		0,45 kg/t. P vivo

Fuente: Escuela Organización Industrial. Sevilla. Abril 2008

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

Evisceración: en la limpieza de las entrañas se producen un vertido con gran cantidad de sólidos en suspensión como trozos de vísceras, grasas, mucosas y agua sucia de las máquinas de limpieza.

Los desperdicios de lavazas del suelo y del equipo son: pelos, casquetes, grasas, huesos, cueros, estiércol entre otros.

Lavado de canales: gran cantidad de vertidos de limpieza y productos desinfectantes.

Limpieza de equipos: Vertido de agua residual con contenido significativo de desinfectantes.

Tabla 3-8 Fuente/origen de los diferentes parámetros generados en la faena

Parámetros mg/l	Fuente/origen
DBO5 DQO COT	<ul style="list-style-type: none"> • Sangre, • Purín y estiércol • Aguas de escaldado • Contenido estomacal
Sólidos en suspensión	<ul style="list-style-type: none"> • Purín y estiércol • Aguas de escaldado • Trozos de vísceras y carne • Pelos, casquetes, y pesuñas
Aceite y grasas	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas de escaldado • Lavado de canales
Amonio y urea	<ul style="list-style-type: none"> • Purín y estiércol • Sangre
Nitrógeno y sales	<ul style="list-style-type: none"> • Purín y estiércol • Contenido estomacal • Sangre • Desinfectantes

Fuente: Escuela Organización Industrial. Sevilla. Abril 2008

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

3.2.6 *Camal o matadero*

“Se entiende por Mataderos o Camales Frigoríficos, el establecimiento dotado de instalaciones completas y equipo mecánico adecuado para el sacrificio, manipulación, elaboración,

preparación y conservación de las especies de carnicerías bajo varias formas, con aprovechamiento completo, racional y adecuado de los subproductos no comestibles, cuando la cantidad justifique su aprovechamiento industrial. Poseerán instalaciones de frío industrial proporcionales a su tamaño” (Ley de matadero, LA H. JUNTA MILITAR DE GOBIERNO, <http://www.epmrq.gob.ec/images/lotaip/leyes/lm.pdf>).

3.2.7 Procesos de faenamiento

El proceso de faenamiento sigue una misma línea para el ganado bovino y porcino bajo normas técnicas y de higiene. Existen etapas que cumplen funciones iguales para ambos ganados: estabulación, el desangrado, eviscerado, corte de canales y despiece.

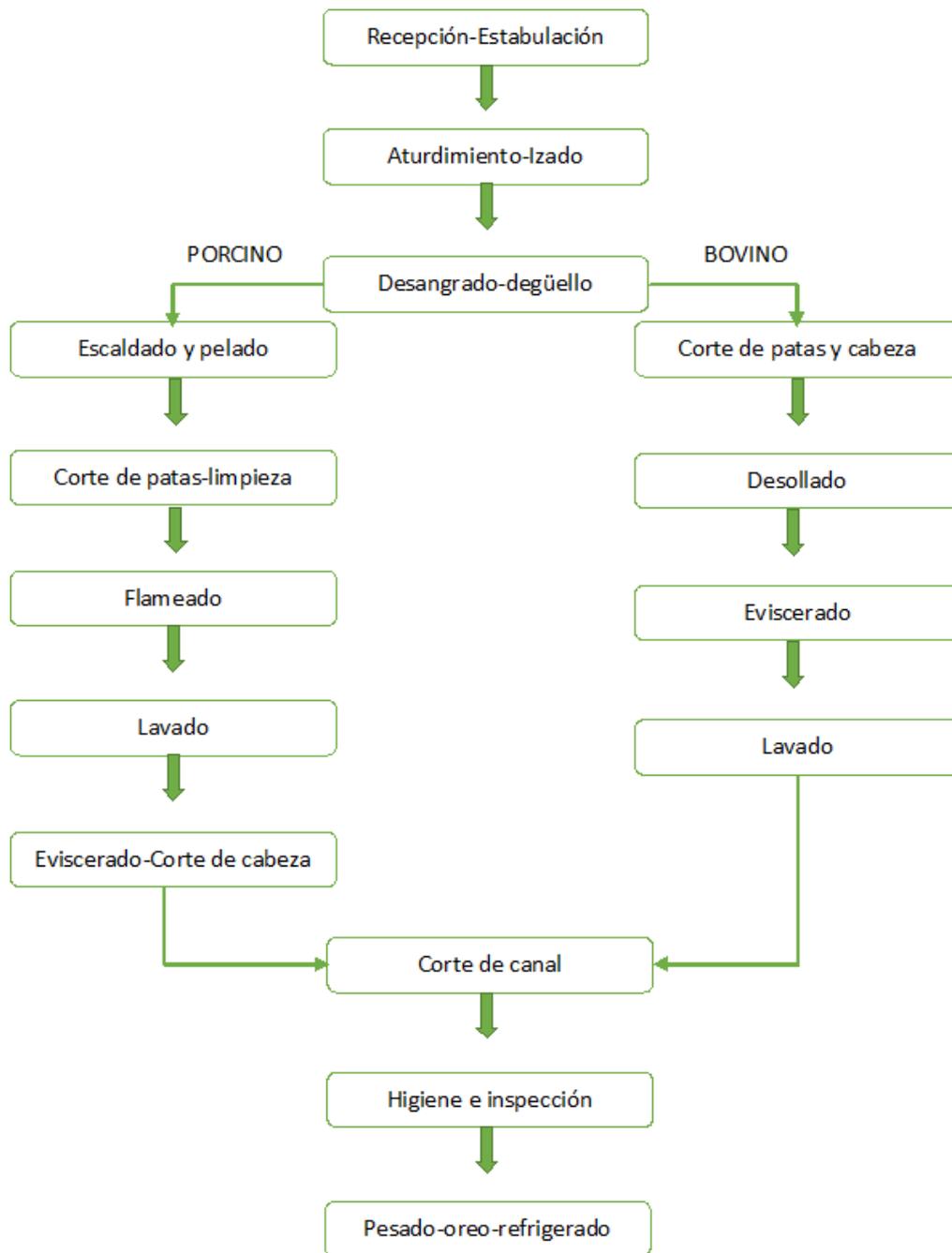


Figura 3-4 Diagrama de etapas de proceso de faenamiento

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

3.2.7.1 Faenamiento bovinos

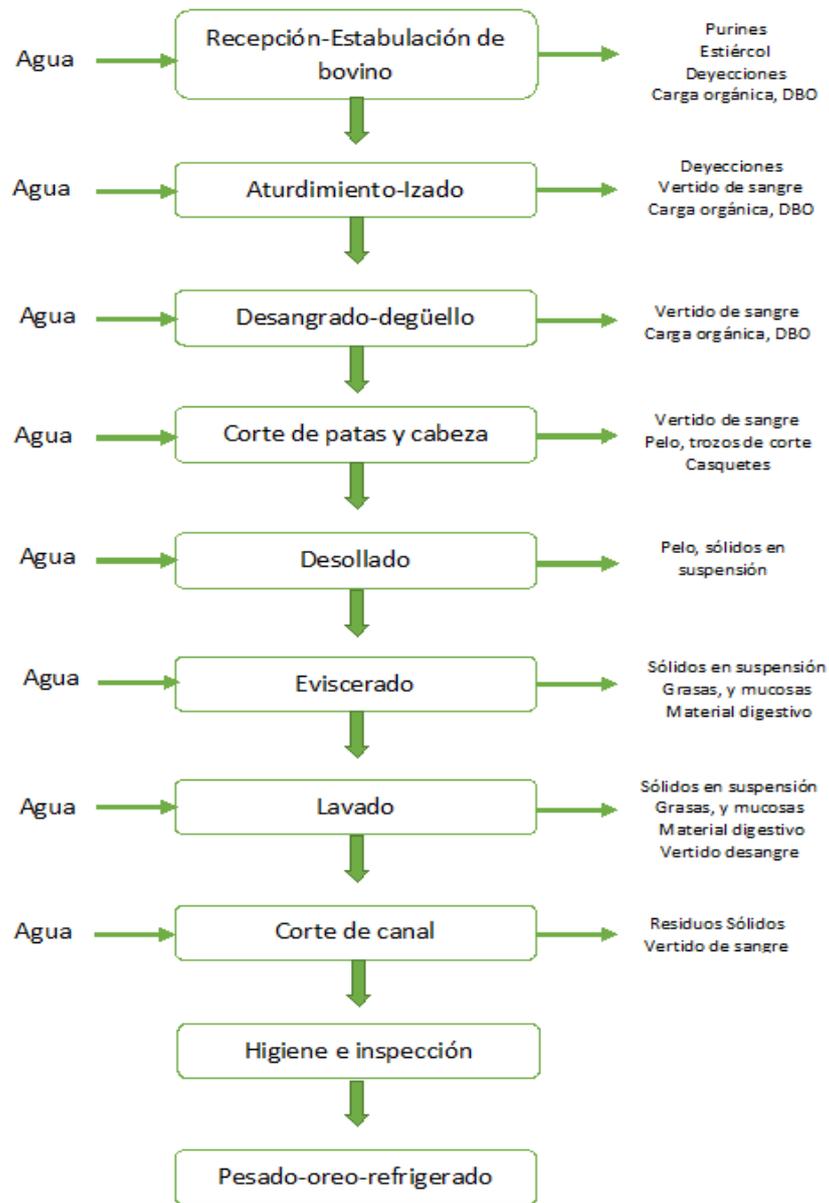


Figura 3-5 Diagrama de residuos generados en bovinos faenados
Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

Recepción-Estabulación: las reses son transportadas 24 horas de ser sacrificio, y por consiguiente son identificadas, pesadas y ubicados en corrales.

Aturdimiento e izado: se usa una pistola neumática para insensibilizar al animal para evitar sufrimientos y posterior ha esto es colgado o izado en un riel.

Desangrado-degüello: se realiza un corte en el cuello de animal que se encuentra boca abajo para el desangrado. La sangre es recogida casi en su totalidad para la elaboración de harina, luego se cortan patas, cabeza y orejas y sesos para su respectiva refrigeración y su despacho.

Desollado: por un proceso mecánico o manual proceden al desprendimiento de la piel. La piel se utiliza como subproducto en curtiembres.

Eviscerado: requiere una manipulación delicada desde el punto de vista higiénico. La res se abre en canal y se extra en cubetas para separar las vísceras rojas y blancas que van ser comercializados, además de una inspección especial a los órganos como: hígado, ganglios, corazón etc.

Lavado-corte de canal: se realiza un lavado de canal y vísceras con agua limpia o clorada. Y se corta la canal en dos mediante una sierra obteniéndose medias carcazas.

3.2.7.2 Faenamiento porcinos

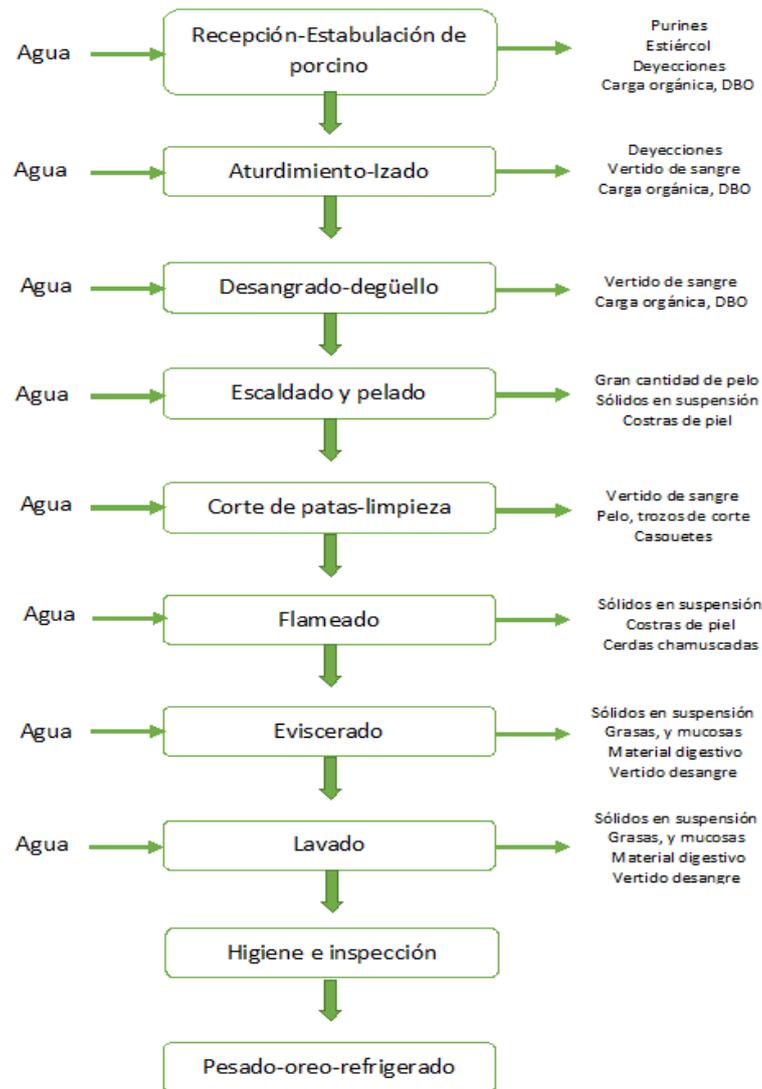


Figura 3-6 Diagrama de residuos generados en bovinos faenados

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

Recepción-Estabilización: los cerdos son transportados 24 horas de ser sacrificio, y por consiguiente son identificadas, pesadas y ubicados en corrales.

Aturdimiento e izado: se aplica una descarga eléctrica en las sienes para insensibilizar al animal para evitar sufrimientos y posterior ha esto es colgado o izado en un riel.

Desangrado-degüello: se realiza un corte en las arterias del cuello de animal que se encuentra boca abajo para que haya el desangrado. La sangre es recogida casi en su totalidad.

Escaldado-pelado: la carne de cerdo se comercializa con piel incluida. Con la operación escaldado se elimina el pelo que cubre la superficie de los cerdos y para ello se utiliza agua lo suficientemente caliente que asegure su caída. Y el depilado se realiza por medio de rodillos que

permiten retirar prácticamente la totalidad de las cerdas presentes en la piel de los cerdos (Gilberto Salas C., Cesario Condorhuamán C).

Corte de pastas y limpieza: Eliminación de patas y sanitación del animal.

Flameado: los cerdos son sometidos a un proceso de chamuscado con un soplete para quemar aquellas cerdas que no han sido eliminadas en el proceso anterior, tanto por su dureza como por su accesibilidad (Gilberto Salas C., Cesario Condorhuamán C).

Eviscerado y corte de cabeza: se extraen vísceras abdominales y torácicas por un corte en el esternón. La cabeza del cerdo se aísla de acuerdo a las exigencias del comprador.

Corte de canales: también se realiza un corte con la ayuda de una sierra por el centro de la columna vertebral donde se obtiene medias canales (López, R, Madrid, 2015).

3.2.7.3 *Proceso final de faenamiento bovinos/porcinos*

- Higiene e inspección

Los animales faenados deben ser revisados por un personal certificado y capacitado para determinar su integridad orgánica y estado sanitario.

- Refrigeración-oreo

Luego de la inspección los canales pasan a una cámara de oreo a temperaturas entre -3C y 0 C para disminuir el calor corporal de los animales faenados que suelen estar a 40 C y posteriormente pasan otra cámara a temperaturas de entre 0 y 4 C hasta sus respectivos traslados y comercialización de la carne.

- Despique, categorización y refrigeración

Los canales o carcazas son deshuesados y divididos en partes más pequeñas, esta operación se realiza en cuartos fríos para evitar cualquier contaminación y descomposición de la carne.

3.2.8 Sistema de tratamiento de agua residual de camal

3.2.8.1 Tratamiento preliminar

El sistema de pretratamiento es una estructura auxiliar que debe preceder a cualquier sistema de tratamiento. Esta estructura persigue principalmente los objetivos de reducir los sólidos en suspensión de distintos tamaños que traen consigo las aguas (OPS/CEPIS/05.158).

Aunque no se reflejan un proceso en sí, sirve aumentar la efectividad de los tratamientos primarios, secundarios y terciarios. Las aguas residuales son muy variables en su flujo y arrastran gran cantidad de materiales voluminosos y abrasivos que deben ser removidos por desbaste.

3.2.8.1.1 Canal de entrada

Son conductos abiertos en los cuales el agua circula debido a la acción de la gravedad y sin ninguna presión, dado que la superficie libre del líquido está en contacto con la atmosfera (Ing. Pérez. G, Diseño Hidráulico de canales).

El agua residual es transportada hacia el sistema de tratamiento mediante un canal rectangular o de acuerdo a las condiciones y características topográficas, su implementación siempre anterior a la unidad de desbaste (rejillas/rejas). Sus dimensiones se determinan con la formulación de Manning, tomando en cuenta el ancho, profundidad, área vertical útil para la conducción del agua residual hacia cualquier depuradora y el borde libre que comprende la distancia desde la superficie del líquido hasta la parte superior del canal.

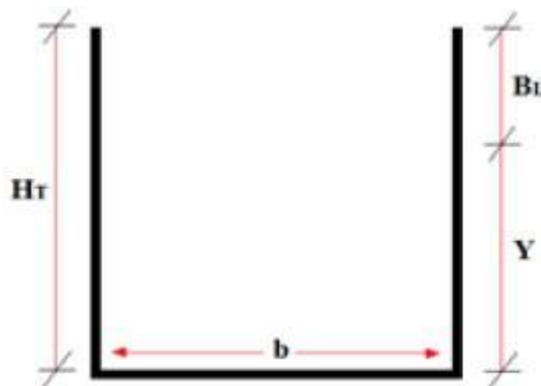


Figura 3-7 Geometría del canal de entrada rectangular

Fuente: Hermes E. Castellanos & Carlos A, 2017,
Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

Los canales cumplen la función de conducir el agua y es así que, puede ser naturales artificiales.

Los canales naturales: tienen su flujo en lo que se denomina "cauce"; este es irregular por las variaciones del caudal de agua en el tiempo, lo cual hace que las dimensiones, profundidad y forma varíen a lo largo del canal.

Los canales artificiales: tienden a ser de forma geométrica claramente definidas y en diversas secciones se tienen dimensiones constantes.

3.2.8.1.2 Desbaste

En general también se le conoce como cribado, son unidades de rejillas metálicas que se instalan con diferentes características de diseño y operación, el objetivo es retener todo material flotante y desechos para proteger accesorios, bombas, tuberías y el resto de las unidades.

Se clasifican por su limpieza:

Rejillas de limpieza manual: ideal para sistemas de tratamiento a pequeña escala, facilita la limpieza al operario, pues la remoción de residuos será efectuado mediante rastrillo o cualquier otro utensilio de limpieza.

Al utilizar rejillas/rejas de limpieza manual, la longitud de las mismas no debe exceder los 3 metros para permitir su correcta limpieza. Además las barras que integran la reja no suelen exceder los 10 mm de anchura por 50 mm de profundidad. En la parte superior de la reja es recomendable colocar una placa perforada para que los objetos extraídos para que los materiales retenidos se almacenen temporalmente hasta su drenaje (Metcalf & Eddy, 1995)



Figura 3-8 Rejillas de limpieza manual

Fuente: http://cida.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/CURSO/UNI_03/u3c2s2.htm
Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

Rejillas de limpieza mecánica: para instalaciones de mayor escala con caudales que arrastren materiales gruesos y de forma continua, los diseños más comunes son rejas desdentados o de peine giratorio.

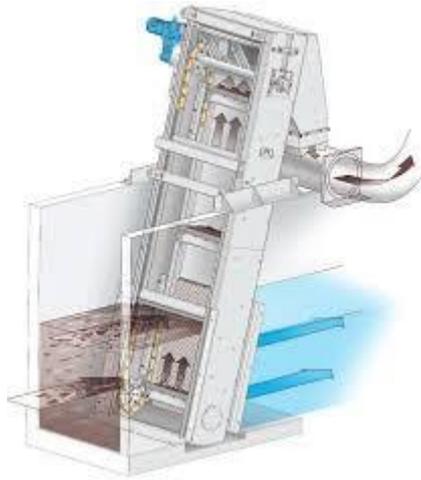


Figura 3-9 Rejillas de limpieza mecánica

Fuente: http://www.huber.es/fileadmin/huber-es/documents/pdf/pro_rakemax_es.pdf

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

3.2.8.2 *Tratamiento primario*

El principal objetivo de implementar un tratamiento primario es con el fin de remover contaminantes que pueden sedimentar, como los sólidos sedimentables, en suspensión, o materia flotante como la grasa y aceites.

Cuando se opta por un tratamiento físico-químico encaja correctamente el proceso de coagulación y floculación para la obtención de agua de calidad.

3.2.8.2.1 *Trampa de grasa*

Son tanques pequeños de flotación donde la grasa sale a la superficie, y es retenida mientras el agua aclarada sale por una descarga inferior. Recibe nombres específicos según al tipo de material flotante que vaya a removerse (RAS, 2000).

Los tanques pueden ser:

Domiciliar-situada en la propia instalación predial del alcantarillado.

Colectiva- unidades de gran tamaño y pueden atender conjuntos de residencias e industrias.

Mantenimiento.

Generalmente, la limpieza debe hacerse cada vez que se alcance el 75% de la capacidad de retención de grasa como mínimo (RAS, 2000).

Características que se debe considerar para una trampa de grasa.

- Capacidad suficiente de acumulación de grasa entre cada operación de limpieza.
- Condiciones de turbulencia mínima suficiente para permitir la flotación del material.
- Dispositivos de entrada y salida convenientemente proyectados para permitir una circulación normal del afluente y el efluente.
- Distancia entre los dispositivos de entrada y salida, suficiente para retener la grasa y evitar que este material sea arrastrado con el efluente.
- Debe evitarse el contacto con insectos, roedores, etc. (RAS, 2000)

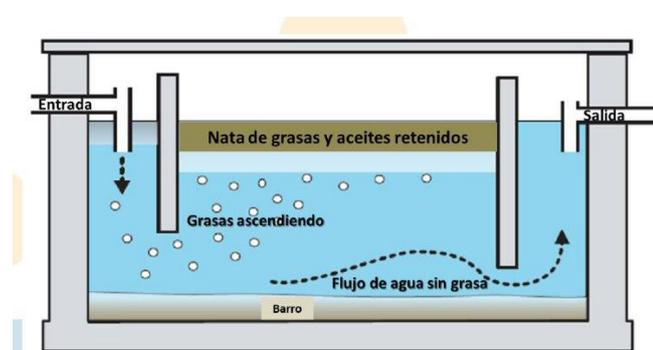


Figura 3-10 Trampa de grasa

Fuente: <http://www.lu24.com.ar/colocacion-trampas-de-grasa-en-comercios/>

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

3.2.8.2.2 Sedimentador convencional rectangular

Dispositivo usado para separar, por gravedad, las partículas en suspensión en una masa de agua. La mayoría de las fuentes superficiales de agua tienen un elevado contenido de materia en estado de suspensión, siendo necesaria su remoción previa, especialmente en temporada de lluvias.

La sedimentación es un proceso muy importante. Las partículas que se encuentran en el agua pueden ser perjudiciales en los sistemas o procesos de tratamiento ya que elevadas turbiedades inhiben los procesos biológicos y se depositan en el medio filtrante causando elevadas pérdidas de carga y deterioro de la calidad del agua efluente de los filtros (OPS/CEPIS/05.158).

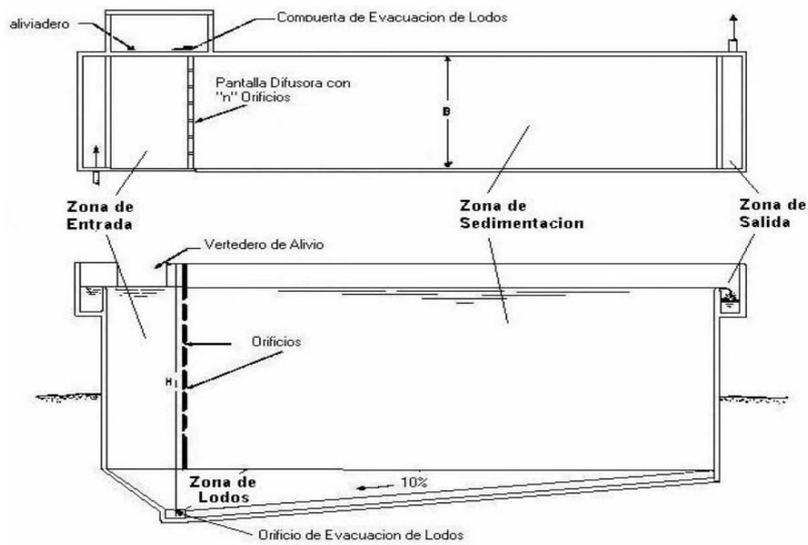


Figura 3-11 Sedimentador convencional

Fuente: (OPS/CEPIS/05.158).

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

3.2.8.2.3 Canal Parshall

Entre 1881-1959, Ralph Parshall desarrollo un instrumento en un canal para medir el paso de flujo mediante una relación inequívoca con el calado.

La unidad, canal parshall es muy utilizado en las plantas de tratamiento con la doble finalidad de medir el cauce y de mezcla rápida. La corriente líquida pasa de una condición supercrítica a una subcrítica, lo que origina el resalto siendo un estado ideal para la adición de coagulantes.

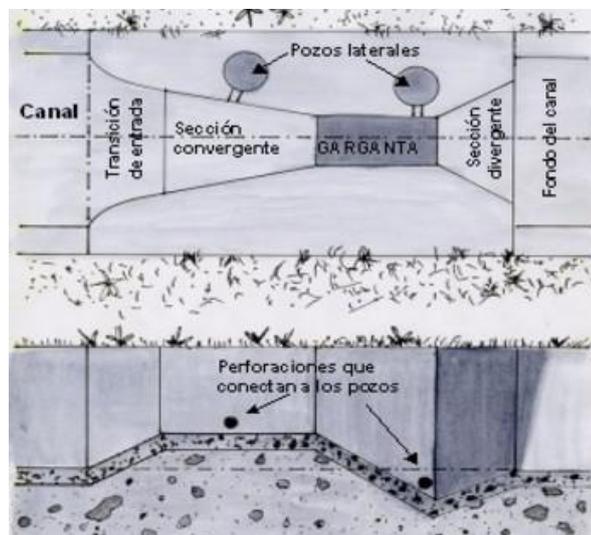


Figura 3-12 Canal Parshall

Fuente: http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualII/ma2_cap2.pdf

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

3.2.8.3 Tratamiento secundario

Siguiendo la secuencia de un sistema de tratamiento, el paso siguiente es la remoción de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), que no fue removida en el tratamiento primario y resto de sólidos sedimentable y en suspensión. La principal ventaja, es que facilita la descomposición de materia orgánica en periodos de corto tiempo. Un tratamiento secundario remueve el 85% DBO₅ y sólidos sedimentables.

3.2.8.3.1 Fosa séptica

En el tanque séptico el agua permanece retenida por un período suficientemente largo, logrando así separar de las aguas residuales los sólidos sedimentables, que se depositan en el fondo y las natas flotantes que se acumulan en la parte superior.

Los tanques sépticos, son tanques que sirven simultáneamente como tanque para la sedimentación, desnatación y digestión anaeróbica de lodos, sin necesidad de mezcla ni calentamiento, además de servir como tanque de almacenamiento de lodos. En la construcción de los tanques sépticos se usan generalmente materiales como el concreto o la fibra de vidrio, aunque también se han utilizado materiales como acero, madera de secuoya y polietileno (Tchobanoglous, 2000).

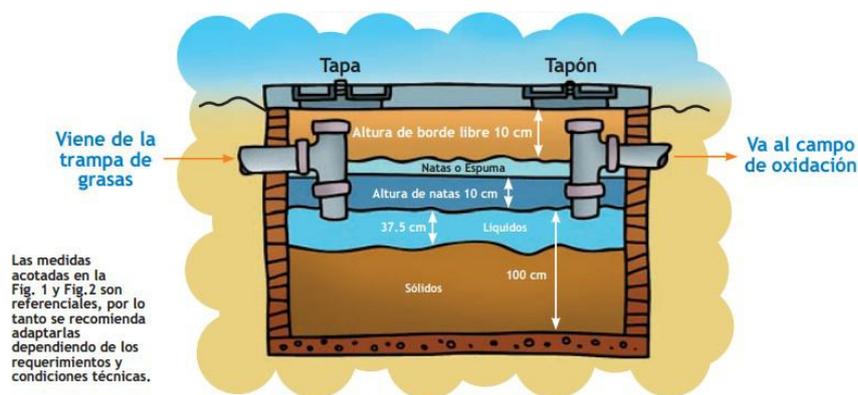


Figura 3-13 Fosa o tanque séptico

Fuente: Manual Técnico de Difusión, Lima-Perú, 2018

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

3.2.8.3.2 Filtro anaeróbico de flujo ascendente, FAFA

Consiste en un tanque o cámara cerrada, compuesta por un lecho poroso en donde el efluente proveniente del tanque séptico pasa de manera ascendente a través de una capa filtrante plástica

o de piedras y la película biológica que se forma sobre la superficie de ellas. Esta tecnología de tratamiento realiza un trabajo de biodegradación anaerobia (sin presencia de oxígeno). Esta unidad de depuración requerir de una etapa de pretratamiento y tratamiento primario que incluyan la separación de sólidos gruesos y finos así como la separación de grasas y aceites, para garantizar un adecuado funcionamiento de las unidades siguientes. (Fundamento de aguas residuales, file:///F:/Downloads/fafa_y_tanque_septico_mejorado%20(1).pdf).

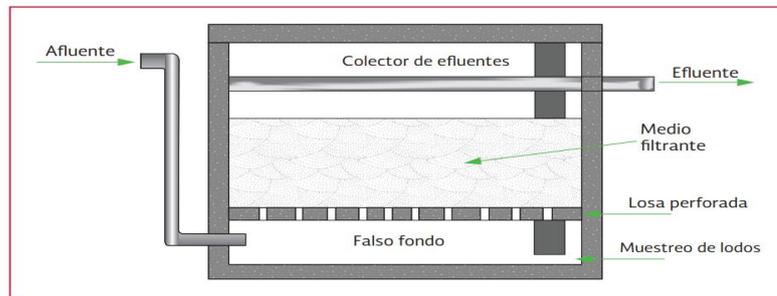


Figura 3-14 Filtro anaeróbico de flujo ascendente, FAFA

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

3.2.9 Dimensionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales

La línea de proceso del sistema de tratamiento de aguas residuales para el centro de faenamiento Municipal del Cantón Quinindé se conformara de las siguientes unidades:

Canal de entrada, conduce el agua residual de camal hacia el sistema de tratamiento con una velocidad de flujo controlado para evitar perturbaciones en el resto de unidades. Desbaste (rejillas de limpieza manual), se considera como tratamiento preliminar para la retención y remoción de solidos de mayor tamaño y solidos suspendidos. Dentro del tratamiento primario tendremos; trampa de grasa, para restirar materias flotante (grasa de los animales faenados y solidos) por acción de la gravedad; Sedimentador convencional rectangular remueve sólidos y partículas que se encuentran en el agua pueden ser perjudiciales en los sistemas o procesos de tratamiento ya que elevadas turbiedades inhiben los procesos biológicos y se depositan en el medio filtrante; el Canal parshall tiene la función de regular y medir el caudal del agua y si, está en la disposición de usar productos químicos cumplirá también la función de mezclado. Y el tratamiento secundario consiste en tratamientos biológicos para la degradación de cargas orgánicas: Fosa séptica, una unidad importante que se implementa antes de un proceso de filtración; Filtro anaeróbico de flujo ascendente (FAFA), permite la degradación biológica de la carga orgánica, al momento en que el agua pasa a través del medio poroso.

3.2.9.1 Estimación del caudal

El número de animales faenados en el Centro de Faenamiento Municipal del Cantón Quinindé durante cuatro días por semana a partir de las 11:00 pm hasta las 4:00 am, tienen un promedio de cerdos faenados es de 13 por día y de bovino 16 por día.

Tabla 3-9 Número de animales faenados

FAENAMIENTO	°N BOVINO	°N PORCINO
Día 1	18	20
Día 2	14	5
Día 3	16	8
Día 4	14	17
Promedio	16	13

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

La dotación de agua por animal faenado se describe en la tabla 3-6, para el ganado bovino se estima 700 l/animal para la región Costa, y para la faena de porcinos de 400 l/animal, como se observa están dentro de los rangos bibliográficos.

Tabla 3-10 Dotación de agua para la faena

Clase de animal	Dotación diaria (l/animal)
Bovino	500-1000
Porcino	250-550

Fuente: Limpia 2006

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

- Caudal de bovinos faenados

$$Q_B = C * D * P_{faenados}$$

Ecuación 1

dónde:

C : Coeficiente de retorno (%), 70-85 %

$P_{faenados}$: Número de ganado bovino faenado

D : Dotación de agua (l/animal)

Se sustituyen datos:

$$Q_B = 0,85 * 700 \frac{l}{bovino} * 16 \frac{bovino}{día}$$

$$Q_B = 9520 \frac{l}{día}$$

- Caudal de porcinos faenados

$$Q_p = C * D * P_{faenados}$$

Ecuación 2

dónde:

C : Coeficiente de retorno (%), 70-85 %

$P_{faenados}$: Número de ganado porcino faenado

D : Dotación de agua ($l/animal$)

Se sustituyen datos:

$$Q_p = 0,85 * 400 \frac{l}{porcino} * 13 \frac{porcino}{día}$$

$$Q_p = 4420 \frac{l}{día}$$

3.2.9.2 Caudal diseño

El factor de seguridad será 46 veces caudal medio en el camal municipal.

$$Q_{diseño} = f_s * (Q_B + Q_p)$$

Ecuación 3

donde:

Q_B : Caudal de bovinos faenados ($l/día$)

Q_p : Caudal de porcinos faenados ($l/día$)

f_s : Factor de seguridad

Se sustituyen datos:

$$Q_{diseño} = 46 * (9520 l/día + 4420 l/día)$$

$$Q_{diseño} = 641240 l/día$$

$$Q_{diseño} = 0,00742 m^3/s$$

3.2.9.3 Dimensionamiento de un canal de entrada

Tabla 3-11 Variables de diseño estructural para el canal de entrada del flujo

	Unidades	Rango	Valor típico
Ancho	M	0,3-0,8	0,7
Pendiente	%	0,05-5	0,05

Fuente: UTP, 2010

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

- Radio hidráulico

Se estima una altura de 0,50 m y un ancho del canal 0,70 m.

$$Rh = \frac{b * h}{b + 2 * h}$$

Ecuación 4

dónde:

b: Ancho del canal (*m*)

h: Altura del canal (*m*)

Se sustituyen datos:

$$Rh = \frac{0,70 \text{ m} * 0,50 \text{ m}}{0,70 + 2 * 0,50}$$

$$Rh = 0,21 \text{ m}$$

- Velocidad de flujo aproximado

Tabla 3-12 Especificaciones de coeficiente de Manning

Material	Coficiente de Manning	Coficiente de Rugosidad Absoluta k (mm)
-----------------	------------------------------	--

Asbesto cemento	0,011	0,002
Latón	0,011	0,002
Fierro fundido (nuevo)	0,012	0,600
Concreto (cimbra metálica)	0,011	0,260
Concreto (cimbra madera)	0,015	0,180
Concreto simple (hormigón)	0,013	0,600
Cobre	0,011	0,002
Acero corrugado	0,022	45,000
Acero galvanizado	0,016	0,150

Fuente: CRITES, 2000

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

$$v = \frac{1}{n} * Rh^{2/3} * S^{1/2}$$

Ecuación 5

dónde:

Rh : Radio hidráulico (m)

n : Coeficiente de Manning (*adimensional*)

S : Pendiente para la inclinación del canal (%)

Se sustituyen datos:

$$v = \frac{1}{0,013} * 0,21^{2/3} * 0,0005^{1/2}$$

$$v = 0,60 \text{ m/s}$$

- Área del canal

El caudal de diseño por el número de animales faenados es de

$$A = \frac{Q_{\text{diseño}}}{v}$$

Ecuación 6

dónde:

$Q_{\text{diseño}}$: Caudal de diseño (m^3/s)

v : Velocidad de flujo aproximado (m/s)

Se sustituyen datos:

$$A = \frac{0,00742 \text{ m}^3/\text{s}}{0,60 \text{ m/s}}$$

$$A = 0,012 \text{ m}^2$$

- Altura de tirante de agua

Las dimensiones para un canal rectangular abierto se comprende que: $h=b/2$, $b=2h$, dando la siguiente ecuación.

$$A = b * h$$

$$A = 2h * h$$

$$A = 2h^2$$

$$h_{\text{agua}} = \sqrt{\frac{A}{2}}$$

Ecuación 7

dónde:

A: Área del canal (m^2)

Se sustituyen datos:

$$h_{\text{agua}} = \sqrt{\frac{0,049 \text{ m}^2}{2}}$$

$$h_{\text{agua}} = 0,078 \text{ m}$$

- Altura total del agua

Tabla 3-13 Borde libre en relación al caudal

Caudal m^3/s	Borde libre (m)
Menor a 0,50	0,30
Mayor a 0,50	0,40

Fuente: Rojas Rubio

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

$$H_{\text{total}} = h_{\text{agua}} + h_{\text{libre}}$$

Ecuación 8

dónde:

h_{agua} : Altura de tirante de agua (m)

h_{libre} : Altura de borde libre (m)

Se sustituyen datos:

$$H_{total} = 0,078m + 0,30m$$

$$H_{total} = 0,38m$$

3.2.9.4 Dimensionamiento una rejilla manual (desbaste)

- Sumatoria total de las separaciones entre barras

Tabla 3-14 Criterios de diseño para rejillas de limpieza manual

Condiciones	Unidad	Limpieza manual	Limpieza mecánica
Tamaño de la barra:			
Anchura	mm	5-15	5-15
Profundidad	mm	25-37,5	25-37,5
Separación entre barras	mm	25-50	15-75
Pendiente en relación a la vertical	Grados	30-45	0-30
Velocidad de aproximación	m/s	0,30-0,60	0,6-1,1
Perdida admisible	mm	150	150

Fuente: Metcalf & Eddy, 1995

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

$$b_g = \left(\frac{b-e}{s+e} + 1 \right) e$$

Ecuación 9

dónde:

e : Separación entre barras (mm)

s : Espesor de las barras (mm)

b : Ancho del canal (mm)

Se sustituyen datos:

$$b_g = \left(\frac{700\text{ mm} - 35\text{ mm}}{10\text{ mm} + 35\text{ mm}} + 1 \right) 35\text{ mm}$$

$$b_g = 552,22\text{ mm}$$

$$b_g = 552,22 \text{ mm}$$

$$b_g = 0,55 \text{ m}$$

- Número de barras

$$n_{barras} = \frac{b_g}{e} - 1$$

Ecuación 10

dónde:

b_g : Sumatoria total de las separaciones entre barras (mm)

e : Separación entre barras (mm)

Se sustituyen datos:

$$n_{barras} = \frac{552,22 \text{ mm}}{35 \text{ mm}} - 1$$

$$n_{barras} = 14,8 \text{ unidades}$$

$$n_{barras} = 15 \pm 1 \text{ unidades}$$

- Longitud de las barras

$$l_{barras} = \frac{h}{\text{sen}\theta}$$

Ecuación 11

dónde:

h : Altura del canal (m)

θ : Angulo de inclinación de barras ($grados$)

Se sustituyen datos:

$$l_{barras} = \frac{0,50 \text{ m}}{\text{sen } 45}$$

$$l_{barras} = 0,70 \text{ m}$$

- Área de espacios entre barras

$$A_{e.barras} = b_g * l_{barras}$$

donde:

b_g : Sumatoria total de las separaciones entre barras (m)

l_{barras} : Longitud de barras (m)

Se sustituyen datos:

$$A_{e.barras} = 0,55 \text{ m} * 0,70 \text{ m}$$

$$A_{e.barras} = 0,39 \text{ m}^2$$

- Velocidad de flujo a través de las barras

$$v_{barras} = \frac{Q_{diseño}}{A_{e.barras}}$$

donde:

$Q_{diseño}$: Caudal de diseño (m^3/s)

$A_{e.barras}$: Área de espacios entre barras (m^2)

Se sustituyen datos:

$$v_{barras} = \frac{0,00742 \text{ m}^3/s}{0,39 \text{ m}^2}$$

$$v_{barras} = 0,019 \text{ m/s}$$

- Pérdida de carga en las rejillas/barras

Tabla 3-15 Coeficiente de perdida para rejillas

Sección transversal							
Forma	A	B	C	D	E	F	G
β	2,48	1,83	1,67	1,035	0,92	0,76	1,79

Fuente: RAS, 2000

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

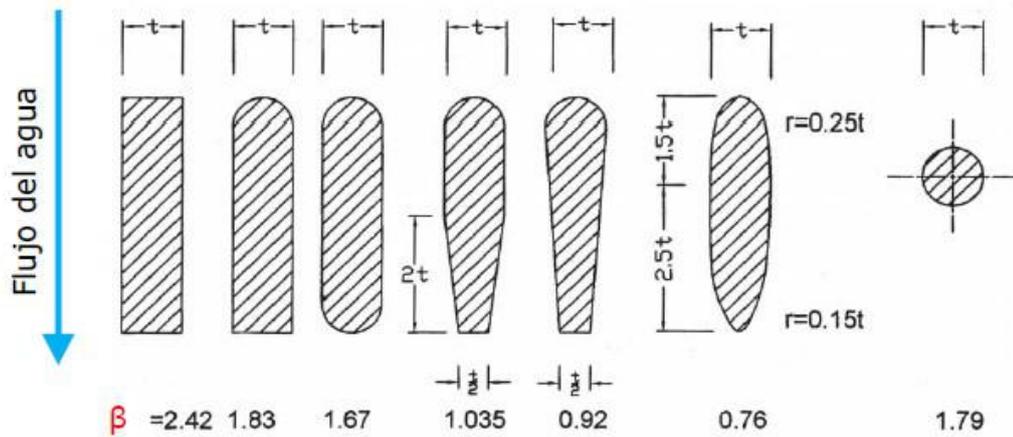


Figura 3-15 Formas de las rejillas

Fuente: RAS, 2000

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

$$h_{carga} = \beta \left(\frac{e}{s} \right)^{3/2} \frac{v_{barras}^2}{2g} \text{sen} \theta$$

Ecuación 14

Dónde:

β : Coeficiente de pérdida (*adimensional*)

v_{barras} : Velocidad de flujo a través de las barras (*m/s*)

e : Separación entre barras (*m*)

Se sustituyen datos:

$$h_{carga} = 1,83 \left(\frac{0,035}{0,01} \right)^{3/2} \frac{(0,019 \text{ m/s})^2}{2(9,8 \text{ m/s}^2)} \text{sen} 45$$

$$h_{carga} = 1,56 \times 10^{-4} \text{ m}$$

3.2.9.5 Dimensionamiento de una trampa de grasa

- Volumen del tanque de grasa

Tabla 3-16 Criterios de diseño para trapas de grasa

Características	Rangos
Relación Largo: ancho	Entre 2:1 y 3:2
Profundidad útil	Mínimo 0,8 y Máximo 2,0
Dispositivo de ingreso Dispositivo de salida	Codo de 90° con un diámetro de 75 mm Tee con un diámetro de 75 mm
La parte inferior del codo se prolonga La parte inferior del Tee	0,15 m por debajo del nivel del agua 0,15 m desde el fondo
Borde libre	0,30 mínimo
Área horizontal	0,25*0,25 m ó 0,25 m de diámetro
Pendiente	45-60 ° grados

Fuente: OPS/CEPIS/03.81, UNATSABAR

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

Tabla 3-17 Tiempo de retención hidráulico

Tiempo de retención (min)	Caudal de entrada (L/s)
3	2-9
4	10-19
5	20 ó más

Fuente: RAS, 2000

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

$$V_{t.grasa} = Q_{diseño} * T_{rt}$$

Ecuación 15

donde:

 $Q_{diseño}$: Caudal de diseño (m^3/s) T_{rt} : Tiempo de retención (min)

Se sustituyen datos:

$$V_{t.grasa} = 0,00742 m^3/s * 4 \frac{min * 60 s}{min}$$

$$V_{t.grasa} = 1,78 m^3$$

3.2.9.6 Dimensionamiento de un sedimentador convencional rectangular

ZONA DE SEDIMENTACIÓN

- Velocidad de sedimentación de las partículas

Tabla 3-18 Propiedades físicas del agua

Condiciones	Unidad	Valor	Temperatura
Densidad del fluido	Kg/m ³	997,13	25 C
Viscosidad del fluido	Kg/m.s	0,000891	25 C
Densidad del solido	Kg/m ³	2650	25 C

Fuente: Separata de operaciones básicas de Ingeniería Química. UCE, Quito 1993

Las partículas que se sedimentan en esta unidad deben ser estar entre 0,02 mm-0,05 mm de diámetro, para nuestro calculo optaremos por un valor intermedio de 0,03 mm o 0,00003 m.

$$v_{sp} = \frac{g}{18} * \left(\frac{\rho_s - \rho_f}{\mu} \right) * d^2$$

Ecuación 16

Dónde:

ρ_f : Densidad del fluido (kg/m³)

μ : Viscosidad del fluido (kg/m.s)

d : Diámetro de la partícula (m)

g : Gravedad (m/s²)

Se sustituyen dato:

$$v_{sp} = \frac{9,8 \text{ m/s}^2}{18} * \left(\frac{2650 \text{ kg/m}^3 - 997,13 \text{ kg/m}^3}{0,000891 \text{ kg/m.s}} \right) * (0,00003 \text{ m})^2$$

$$v_{sp} = 9,089 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

- Profundidad del sedimentador

Tabla 3-19 Criterios de diseño para un sedimentador convencional

Tiempo de retención	Valor mínimo (h)	Valor típico (h)	Valor máximo (h)
Caudal medio	1,5	2,00	3,00
Caudal máximo	1,0	1,5	2,0

Fuente: Uralita

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

$$H_{sc} = v_{sc} * t_s$$

Ecuación 17

donde:

v_{sc} : Velocidad de sedimentación (m/s)

t_s : Tiempo de retención (h)

Se sustituyen datos:

$$H_{sc} = 9,089 \times 10^{-4} \frac{m}{s} * 1,5 h * 3600 \frac{s}{h}$$

$$H_{sc} = 4,90 m$$

- Área de sedimentación

$$A_{sc} = \frac{Q_{diseño}}{v_{sc}}$$

Ecuación 18

donde:

$Q_{diseño}$: Caudal de diseño (m^3/s)

v_{sc} : Velocidad de sedimentación (m/s)

Se sustituyen datos:

$$A_{sc} = \frac{0,00742 m^3/s}{9,089 \times 10^{-4} m/s}$$

$$A_{sc} = 8,16 m^2$$

- Ancho del sedimentador

$$B_{sc} = \sqrt{\frac{A_{sc}}{3}}$$

Ecuación 19

donde:

A_{sc} : Área de sedimentación (m^2)

Se sustituyen datos:

$$B_{sc} = \sqrt{\frac{8,16 m^2}{3}}$$

$$B_{sc} = 1,64 m$$

- Longitud del sedimentador

$$L_{sc} = \frac{A_{sc}}{B_{sc}}$$

Ecuación 20

donde:

A_{sc} : Área de sedimentación (m^2)

B_{sc} : Ancho del sedimentador (m)

Se sustituyen datos:

$$L_{sc} = \frac{8,16 m^2}{1,64 m}$$

$$L_{sc} = 4,98 m$$

Se verifica la relación de longitud-ancho (L/b, 3-8), OPS/CEPIS/05.158 UNATSABAR

$$\frac{L}{b} = \frac{4,98 m}{1,64 m} = 3,03 \text{ cumple con lo especificado}$$

- Longitud total del sedimentador

El ancho de zona de entrada se establece de 0,70-1 m OPS/CEPIS/05.158 UNATSABAR

$$L_{t.sc} = L_{sc} + b_{ze}$$

Ecuación 21

donde:

A_{sc} : Área de sedimentación (m^2)

b_{ze} : Ancho de zona de entrada (m)

Se sustituyen datos:

$$L_{t.sc} = 4,98 m + 0,80 m$$

$$L_{t.sc} = 5,78 m$$

- Altura total del sedimentador

Pendiente 5-10% para facilitar el deslizamiento de los lodos.

$$H_{t.sc} = H_{sc} + 0,10 L_{t.sc}$$

Ecuación 22

donde:

H_{sc} : Profundidad del sedimentador (m)

$L_{t.sc}$: Longitud total del sedimentador (m)

Se sustituyen datos:

$$H_{t.sc} = 4,90 m + 0,10 (5,78 m)$$

$$H_{t.sc} = 5,49 m$$

- Volumen del sedimentador

$$V_{sc} = B_{sc} * L_{t.sc} * H_{t.sc}$$

Ecuación 23

dónde:

H_{sc} : Profundidad del sedimentador (m)

$L_{t.sc}$: Longitud total del sedimentador (m)

B_{sc} : Ancho del sedimentador (m)

Se sustituyen datos:

$$V_{sc} = 1,64 \text{ m} * 5,78 \text{ m} * 5,49 \text{ m}$$

$$V_{sc} = 48,83 \text{ m}^3$$

ZONA DE ENTRADA

- Área del orificio

El manual de OPS/CEPIS/05.158 manifiesta que la velocidad de sedimentación en los orificios no debe superar 0,15 m/s con el fin de disminuir perturbaciones en la zona de sedimentación. Considerando la información tomamos un valor intermedio de 0,10 m/s.

$$A_o = \frac{Q_{diseño}}{v_{so}}$$

Ecuación 24

donde:

$Q_{diseño}$: Caudal de diseño (m^3/s)

v_{so} : Velocidad de sedimentación (m/s)

Se sustituyen datos:

$$A_o = \frac{0,00742 m^3/s}{0,10 m/s}$$

$$A_o = 0,0742 m^2$$

- Área de cada orificio

$$A_{co} = \pi * \left(\frac{d_o}{2} \right)^2$$

Ecuación 25

donde:

d_o : Diámetro de cada orificio (m)

Se sustituyen datos:

$$A_{co} = \pi * \left(\frac{0,04}{2} \right)^2$$

$$A_{co} = 0,0013 \text{ m}^2$$

- Número de orificios

$$N_o = \frac{A_o}{A_{co}}$$

Ecuación 26

donde:

A_o : Área del orificio (m^2)

A_{co} : Área del cada orificio (m^2)

Se sustituye datos:

$$N_o = \frac{0,0742 \text{ m}^2}{0,0013 \text{ m}^2}$$

$$N_o = 57,07 \text{ unidades}$$

$$N_o = 57 \pm 1 \text{ unidades}$$

- Altura del panel

$$H_{t.p} = H_{sc} - \frac{2}{5} H_{sc}$$

Ecuación 27

dónde:

H_{sc} : Profundidad del sedimentador (m)

Se sustituyen datos:

$$H_{t.p} = 4,90 \text{ m} - \frac{2}{5} 4,90 \text{ m}$$

$$H_{t.p} = 2,94 \text{ m}$$

- Distancia entre filas

$$\varnothing_{fo} = \frac{H_{t.p.}}{n_{fo}}$$

Ecuación 28

donde:

$H_{t.p.}$: Altura del panel (m)

n_{fo} : Número de filas de orificios

Se sustituye datos:

$$\varnothing_{fo} = \frac{2,94 \text{ m}}{8 \text{ filas}}$$

$$\varnothing_{fo} = 0,38 \text{ m}$$

- Distancia entre columnas

$$\varnothing_{co} = \frac{H_{t.p.}}{n_{co}}$$

Ecuación 29

donde:

$H_{t.p.}$: Altura del panel (m)

n_{co} : Número de columnas de orificios

Se sustituye datos:

$$\varnothing_{co} = \frac{2,94 \text{ m}}{7 \text{ columnas}}$$

$$\varnothing_{co} = 0,42 \text{ m}$$

3.2.9.7 Dimensionamiento canal Parshall

Tabla 3-20 Referencia del ancho del canal con respecto al caudal

Ancho W	Límites de caudal (L/s)	
	Q Mínimo	Q Máximo
1''	0,28	5,67
2''	0,57	14,15
3''	0,85	28,31
6''	1,42	110,44
9''	2,58	252,00
12''	3,11	455,90
18''	4,24	696,50
24''	11,90	937,30
36''	17,27	1427,20
48''	36,81	1922,70
60''	45,31	2424,00
72''	73,62	2931,00

Fuente: (Salazar Lorena, 2012)

Tabla 3-21 Coeficiente K dependiente y una constante m dependiente del ancho de la garganta del canal.

Ancho de la Garganta Parshall (w)		K	M
Pulgadas	Metros		
3''	0.075	3.704	0.646
6''	0.015	1.842	0.636
9''	0.2290	1.486	0.633
1''	0.305	1.276	0.657
1 ½''	0.460	0.966	0.650
2''	0.610	0.795	0.645
3''	0.915	0.608	0.639
4''	1.22	0.505	0.634
5''	1.525	0.436	0.630
6''	1.83	0.389	0.627

Fuente: Salazar Lorena, 2010

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

Tabla 3-22 Criterios de diseño estructural estándar para un canal parshall

W	(cm)	A	B	C	D	E	F	G	K'	N
1''	2,5	36,6	35,6	9,3	16,8	22,9	7,6	20,3	1,9	2,9
3''	7,6	46,6	45,7	17,8	25,9	38,1	15,2	30,5	2,5	5,7
6''	15,2	62,1	61,0	39,4	40,3	45,7	30,5	61,0	7,6	11,4
9''	22,9	88,0	86,4	38,0	57,5	61,0	61,0	45,7	7,6	22,9
1'	30,5	137,2	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
1 ½'	45,7	144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
2'	61,0	152,5	149,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
3'	91,5	167,7	164,5	122,0	157,2	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
4'	122,0	183,0	179,5	152,2	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
5'	152,5	198,3	194,1	183,0	230,3	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
6'	183,0	213,5	209,0	213,5	266,7	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
7'	213,5	228,8	224,0	244,0	303,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9

8'	244,0	244,0	239,2	274,5	340,0	91,5	61,0	91,5	7,6	22,9
10'	305,0	274,5	336,0	366,0	475,9	122,0	91,5	183,0	15,3	34,3

Fuente: Salazar Lorena, 2010

- Altura del agua en la sección de medición

El caudal de diseño para todas las unidades es de 7,42 l/s o 0,00742 m³/s. Y el coeficiente k es de 3,704 con un constante m de 0,646, ambos en relación al caudal.

$$H_o = K * Q_{\text{diseño}}^m$$

Ecuación 30

donde:

$Q_{\text{diseño}}$: Caudal de diseño (m³/s)

K: Coeficiente dependiente del ancho de la garganta del canal (adimensional)

m: Constante (adimensional)

Se sustituyen datos:

$$H_o = 3,704 * (0,00742)^{0,646}$$

$$H_o = 0,15 \text{ m}$$

- Ancho de la sección de medición

$$D' = \frac{2}{3} * (D - W) + W$$

Ecuación 31

donde:

D: Ancho en la entrada de la sección convergente (m)

W: Ancho de la garganta del canal (m)

Se sustituyen datos:

$$D' = \frac{2}{3} * (0,259 - 0,076) + 0,076$$

$$D' = 0,20 \text{ m}$$

- Velocidad en la sección de medición

$$v_o = \frac{Q_{diseño}}{D' * H_0}$$

Ecuación 32

donde:

$Q_{diseño}$: Caudal de diseño (m^3/s)

D' : Ancho de la sección de medición (m)

H_0 : Altura del agua en la sección de medición (m)

Se sustituyen datos:

$$v_o = \frac{0,00742 m^3/s}{0,20 m * 0,15 m}$$

$$v_o = 0,23 m/s$$

- Caudal específico en la garganta del canal

$$q = \frac{Q_{diseño}}{W}$$

Ecuación 33

datos:

$Q_{diseño}$: Caudal de diseño (m^3/s)

W : Ancho de la garganta del canal (m)

Se sustituyen datos:

$$q = \frac{0,00742 m^3/s}{0,076 m}$$

$$q = 0,098 m^2/s$$

- Carga hidráulica disponible

$$E_o = \frac{v_o^2}{2 * g} + H_o + N$$

Ecuación 34

datos:

- v_o : Velocidad en la sección de medición (m/s)
- H_o : Altura del agua en la sección de medición (m)
- N : Profundidad de la cubeta (m)
- g : Gravedad (m/s^2)

Se sustituyen datos:

$$E_o = \frac{(0,23 m/s)^2}{2 * 9,8 m/s^2} + 0,15 m + 0,057 m$$

$$E_o = 0,20 m$$

- Angulo de inclinación del canal

$$\cos\theta = \frac{-q * g}{\left(\frac{2}{3} * g * E_o\right)^{1,5}}$$

Ecuación 35

datos:

- q : Caudal específico en la garganta del canal (m^2/s)
- g : Gravedad (m/s^2)
- E_o : Carga hidráulica disponible (m)

Se sustituyen datos:

$$\cos\theta = \frac{-0,098 m^2/s * 9,8 m/s^2}{\left(\frac{2}{3} * 9,8 \frac{m^2}{s} * 0,20 m\right)^{1,5}}$$

$$\cos\theta = -0,64$$

$$\theta = 130^\circ 0' 54,79$$

- Velocidad antes del resalto

$$v_1 = 2 \sqrt{\frac{2 * g * E_o}{3} \cos\left(\frac{\theta}{3}\right)}$$

Ecuación 36

datos:

E_o : Carga hidráulica disponible (m)

g : Gravedad (m/s^2)

Se sustituyen datos:

$$v_1 = 2 \sqrt{\frac{2 * 9,8 m/s^2 * 0,20 m}{3}} \cos\left(\frac{130^\circ 0' 54,79}{3}\right)$$

$$v_1 = 1,66 m/s$$

- Altura del agua antes del resalto

$$h_1 = \frac{q}{v_1}$$

Ecuación 37

datos:

q : Caudal específico en la garganta del canal (m^2/s)

v_1 : Velocidad antes del resalto (m/s)

Se sustituyen datos:

$$h_1 = \frac{0,098 m^2/s}{1,66 m/s}$$

$$h_1 = 0,059 m$$

- Número de Froude

$$F = \frac{v_1}{\sqrt{h_1 * g}}$$

Ecuación 38

datos:

v_1 : Velocidad antes del resalto (m/s)

h_1 : Altura del agua antes del resalto (m)

g : Gravedad (m/s^2)

Se sustituyen datos:

$$F = \frac{1,66 \text{ m/s}}{\sqrt{0,059 \text{ m} * 9,8 \text{ m/s}^2}}$$

$$F = 2,18 \text{ adimensional}$$

- Altura del resalto

$$h_2 = \frac{h_1}{2} [\sqrt{1 + 8 * F^2} - 1]$$

Ecuación 39

datos:

h_1 : Altura del agua antes del resalto (m)

F : Número de Froude

Se sustituyen datos:

$$h_2 = \frac{0,059 \text{ m}}{2} [\sqrt{1 + 8 * 2,18^2} - 1]$$

$$h_2 = 0,15 \text{ m}$$

- Velocidad en el resalto

$$v_2 = \frac{Q_{\text{diseño}}}{W * h_2}$$

Ecuación 40

datos:

W : Ancho de la garganta del canal (m)

$Q_{\text{diseño}}$: Caudal de diseño (m^3/s)

h_2 : Altura en el resalto (m)

Se sustituyen datos:

$$v_2 = \frac{0,00742 \text{ m}^3/\text{s}}{0,076 \text{ m} * 0,15 \text{ m}}$$

$$v_2 = 0,63 \text{ m/s}$$

- Altura en la sección de salida del canal

$$h_3 = h_2 - (N - K')$$

Ecuación 41

datos:

h_2 : Altura en el resalto (m)

K' : Longitud de las paredes de la sección divergente (m)

N : Profundidad de la cubeta (m)

Se sustituyen datos:

$$h_3 = 0,15 \text{ m} - (0,057 \text{ m} - 0,025 \text{ m})$$

$$h_3 = 0,12 \text{ m}$$

- Velocidad en la sección de salida

$$v_3 = \frac{Q_{\text{diseño}}}{C * h_3}$$

Ecuación 42

datos:

$Q_{\text{diseño}}$: Caudal de diseño (m^3/s)

h_3 : Altura en la sección de salida del canal (m)

C : Ancho de la salida del canal (m)

Se sustituyen datos:

$$v_3 = \frac{0,00742 \text{ m}^3/\text{s}}{0,178 \text{ m} * 0,12 \text{ m}}$$

$$v_3 = 0,35 \text{ m/s}$$

- Perdida de caga en el resalto

$$h_{\text{resalto}} = H_0 + K' - h_3$$

Ecuación 43

datos:

K' : Longitud de las paredes de la sección divergente (m)

h_3 : Altura en la sección de salida del canal (m)

H_0 : Altura del agua en la sección de medición (m)

Se sustituyen datos:

$$h_{resalto} = 0,15 m + 0,025 m - 0,12 m$$

$$h_{resalto} = 0,055 m$$

- Tiempo de mezcla en el resalto

$$t_{resalto} = \frac{2 * W}{v_3 + v_2}$$

Ecuación 44

datos:

W : Ancho de la garganta del canal (m)

v_2 : Velocidad en el resalto (m/s)

v_3 : Velocidad en la sección de salida (m/s)

Se sustituyen datos:

$$t_{resalto} = \frac{2 * 0,076 m}{0,35 m/s + 0,63 m/s}$$

$$t_{resalto} = 0,16 s$$

3.2.9.8 Dimensionamiento de una fosa séptica

- Volumen útil total de la fosa séptica

El caudal para esta unidad está cuantificado para tres unidades, es decir, de un caudal de 641,088 m³/día será distribuido para tres unidades de fosa séptica, siendo el caudal de: 213,70 m³/día.

Tabla 3-23 Criterios de diseño para la fosa séptica

Longitud (L)	2 – 3 veces el ancho (B)
--------------	--------------------------

Profundidad útil (H)	1,2 – 1,7 metros
Compartimiento: 2	60% - 40%
Compartimiento: 3	50% - 25% - 25%
Sifón	Mínimo 15 cm
Tiempo de retención	1 a 3 días

Fuente: OPS/CEPIS/05.163, UNATSABAR

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

$$V_{U.fs} = 4,5 + 0,75 * Q_{diseño}$$

Ecuación 45

datos:

$Q_{diseño}$: Caudal de diseño ($m^3/día$)

Se sustituyen datos:

$$V_{U.fs} = 4,5 + 0,75 * 213,70 m^3/día$$

$$V_{U.fs} = 164,78 m^3$$

- Ancho de la fosa séptica

La profundidad de la fosa séptica se adopta de la tabla 3-18, que sugiere un intervalo de 1,2-1,7 m, entonces para nuestra unidad será de 1,7 m. La deducción geométrica es la siguiente:

$$V = L * B * H$$

donde:

H : Profundidad útil

L : Longitud: (3B)

B : Ancho

Se sustituyen datos: $V = 3B * B * H$

$$V = 3B^2 * H$$

$$B = \sqrt{\frac{V}{3H}}$$

Entonces,

$$B_{fs} = \sqrt{\frac{V_{U.fs}}{3 * H_{U.fs}}}$$

Ecuación 46

datos:

$V_{U.fs}$: Volumen útil total de la fosa séptica (m^3)

$H_{U.fs}$: Profundidad útil de la fosa séptica (m)

Se sustituyen datos:

$$B_{fs} = \sqrt{\frac{164,78 m^3}{3 * (1,7 m)}}$$

$$B_{fs} = 5,68 m$$

- Longitud de la fosa séptica

$$L_{fs} = 3 B_{fs}$$

Ecuación 47

datos:

B_{fs} : Ancho de la fosa séptica (m)

Se sustituyen datos:

$$L_{fs} = 3 * 5,68 m$$

$$L_{fs} = 17,04 m$$

La fosa séptica conformada por tres cámaras:

Cámara 1 50%; 8,52 m

Cámara 2 25%; 4,26 m

Cámara 3 25%; 4,26 m

3.2.9.9 Dimensionamiento de un filtro anaeróbico de flujo ascendente (FAFA)

Caudal de diseño 641,088 m³/día será distribuido para las tres unidades, siendo el caudal de: 213,70 m³/día.

- Volumen del filtro

Tabla 3-24 Criterios de diseño para un filtro FAFA

Características	Unidad	Rangos
Medio del empaque	Piedra-grava	Piedra-grava
Medio filtrante	0,80-3	m
Medio soporte	0,50-1	m
Borde Libre	0,50	m
Medio Filtrante		
Arena	0,60-1,20	m
Grava fina	0,30	m
Grava	0,30	m
Tiempo de retención Hidráulica	4-8	h

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, México

$$V = Q_{diseño} * T_{RH}$$

Ecuación 48

datos:

$$Q_{diseño} = \text{Caudal de diseño (m}^3/\text{dia)}$$

$$T_{RH} = \text{Tiempo de retención hidráulica (m)}$$

$$V = 214,70 \text{ m}^3/\text{dia} * 6 \frac{\text{h} * 1 \text{ dia}}{24 \text{ h}}$$

$$V = 53,43 \text{ m}^3$$

- Altura total del filtro

$$Ht = h_{fondo} + h_{mf} + h_{libre}$$

Ecuación 49

datos:

$$h_{fondo}: \text{Altura del falso fondo (m)}$$

$$h_{mf}: \text{Altura del medio filtrante (m)}$$

$$h_{libre}: \text{Borde libre (m)}$$

Se sustituyen datos:

$$Ht = 0,50 \text{ m} + 1,60 \text{ m} + 0,50 \text{ m}$$

$$Ht = 2,60 \text{ m}$$

El medio poroso para el filtro FAFA: grava, arena y borde libre

- Grava: 0,30 m
- Grava fina: 0,30 m
- Arena: 1 m
- Borde libre: 0,50 m

- Falso fondo: 0,50 m

- Altura del filtro

$$A = \frac{V}{Ht}$$

Ecuación 50

datos:

V: Volumen del filtro (m^3)

Ht: Altura del filtro (m)

Se sustituyen datos:

$$A = \frac{53,43 m^3}{2,60 m}$$

$$A = 20,55 m^2$$

- Longitud del filtro

$$L = A^{1/2}$$

Ecuación 51

datos:

A: Área del filtro (m^2)

Se sustituyen datos:

$$L = 20,55 m^{21/2}$$

$$L = 4,53 m$$

- Ancho del filtro

$$B = \frac{V}{L * Ht}$$

Ecuación 52

datos:

V: Volumen del filtro (m^3)

Ht: Altura del filtro (m)

L: Longitud del filtro (m)

Se sustituyen datos:

$$B = \frac{53,43 \text{ m}^3}{4,53 \text{ m} * 2,60 \text{ m}}$$

$$B = 4,5 \text{ m}$$

- Volumen del medio filtrante

$$V_{mf} = A * h_{mf}$$

Ecuación 53

datos:

h_{mf} : Altura del medio filtrante (m)

A : Área del filtro (m^2)

Se sustituyen datos:

$$V_{mf} = 20,55 \text{ m}^2 * 1,60 \text{ m}$$

$$V_{mf} = 32,80 \text{ m}^3$$

3.2.10 Resultados del dimensionamiento

a) Canal

Tabla 3-25 Dimensiones estructurales del canal de entrada

Parámetro	Simbología	Unidad	Valor
Ancho del canal	b	m	0,70
Altura del canal	h	m	0,50
Radio hidráulico	Rh	m	0,21
Coficiente de Manning	n		0,013
Pendiente para la inclinación del canal	s	m	0,0005
Velocidad de flujo aproximado	v	m/s	0,60

Altura de tirante de agua	h_{agua}	m	0,078
Altura de borde libre	h_{libre}	m	0,30
Altura total del agua	H_{total}	m	0,38

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

b) Desbaste-rejillas de limpieza manual

Tabla 3-26 Dimensiones estructurales de rejillas de limpieza manual

Parámetro	Simbología	Unidad	Valor
Sumatoria total de las separaciones entre barras	b_g	mm	552,22
Separación entre barras	e	mm	35
Ancho del canal	b	mm	700
Espesor de las barras	s	mm	10
Número de barras	n_{barras}	$unidades$	15
Longitud de las barras	l_{barras}	m	0,70
Angulo de inclinación	θ	$grados$	45
Altura del canal	h	m	0,50

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

c) Trampa de grasa

Tabla 3-27 Dimensiones estructurales de la trampa de grasa

Parámetro	Simbología	Unidad	Valor
Longitud de la trampa grasa	$l_{t.grasa}$	m	3
Ancho de la trampa de grasa	$b_{t.grasa}$	m	2
Profundidad útil de la trampa de grasa	$h_{t.grasa}$	m	2
Pendiente para la trampa de grasa	$\theta_{t.grasa}$	$Grados$	45
Volumen del tanque	$V_{t.grasa}$	m^3	1,78
Tiempo de retención	T_{rt}	min	4

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

d) Sedimentador convencional rectangular

Tabla 3-28 Dimensiones estructurales de un sedimentador convencional rectangular

Parámetro	Simbología	Unidad	Valor
ZONA DE SEDIMENTACION			
Profundidad del sedimentador	H_{sc}	m	4,90
Tiempo de retención	t_s	h	1,5

Área de sedimentación	A_{sc}	m^2	8,16
Ancho del sedimentador	B_{sc}	m	1,64
Longitud del sedimentador	L_{sc}	m	4,98
Longitud total	$L_{t.sc}$	m	5,78
Ancho de zona de entrada	b_{ze}	m	0,80
Altura total del sedimentador	$H_{t.sc}$	m	5,49
Volumen del sedimentador	V_{sc}	m^3	48,83
ZONA DE ENTRADA			
Área del orificio	A_o	m^2	0,0742
Área del cada orificio	A_{co}	m^2	0,0013
Número de orificios	N_o	<i>unidades</i>	57
Altura del panel	$H_{t.p}$	m	2,94
Distancia entre filas	\varnothing_{fo}	m	0,38
Número de filas	n_{fo}	m	8
Distancia entre columnas	\varnothing_{co}	m	0,42
Número de columnas	n_{co}	m	7

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

e) Canal parshall

Tabla 3-29 Dimensiones estructurales del canal parshall

Parámetro	Simbología	Unidad	Valor
Ancho de la garganta del canal	W	m	0,076
Ancho en la entrada de la sección convergente	D	m	0,259
Ancho de la sección de medición	D'	m	0,20
Altura del agua en la sección de medición	H_0	m	0,15
Profundidad de la cubeta	N	m	0,057
Velocidad antes del resalto	v_1	m/s	1,66
Altura del agua antes del resalto	h_1	m	0,059
Altura del resalto	h_2	m	0,15
Velocidad antes del resalto	v_2	m/s	0,63
Altura en la sección de salida	h_3	m	0,12
Altura en la sección de salida del canal	v_3	m/s	0,35
Perdida de carga en el resalto	$h_{resalto}$	m	0,055
Longitud de las paredes de la sección divergente	K'	m	0,025
Tiempo de mezcla en el resalto	$t_{resalto}$	s	0,16

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

f) Fosa séptica

Tabla 3-30 Dimensiones estructurales de una fosa séptica

Parámetro	Simbología	Unidad	Valor
Volumen útil total de la fosa séptica	$V_{U.fs}$	m^3	164,78
Profundidad útil de la fosa séptica	$H_{U.fs}$	m	1,7

Ancho de la fosa séptica	B_{fs}	<i>m</i>	5,68
Longitud de la fosa séptica	L_{fs}	<i>m</i>	17,05
Número de cámaras		<i>unidades</i>	3
Cámara 1/50%		<i>m</i>	8,53
Cámara 1/25%		<i>m</i>	4,26
Cámara 1/25%		<i>m</i>	4,26
Pendiente		%	2

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

g) Filtro anaeróbico de flujo ascendente, FAFA

Tabla 3-31 Dimensiones estructurales del filtro lento de arena

Parámetro	Simbología	Unidad	Valor
Número de filtros	-	<i>unidades</i>	3,0
Área del filtro	<i>A</i>	m^2	20,55
Longitud del filtro	<i>L</i>	<i>m</i>	4,53
Ancho del filtro	<i>B</i>	<i>m</i>	4,54
Volumen del filtro	<i>V</i>	m^3	53,43

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

3.3 Proceso de producción

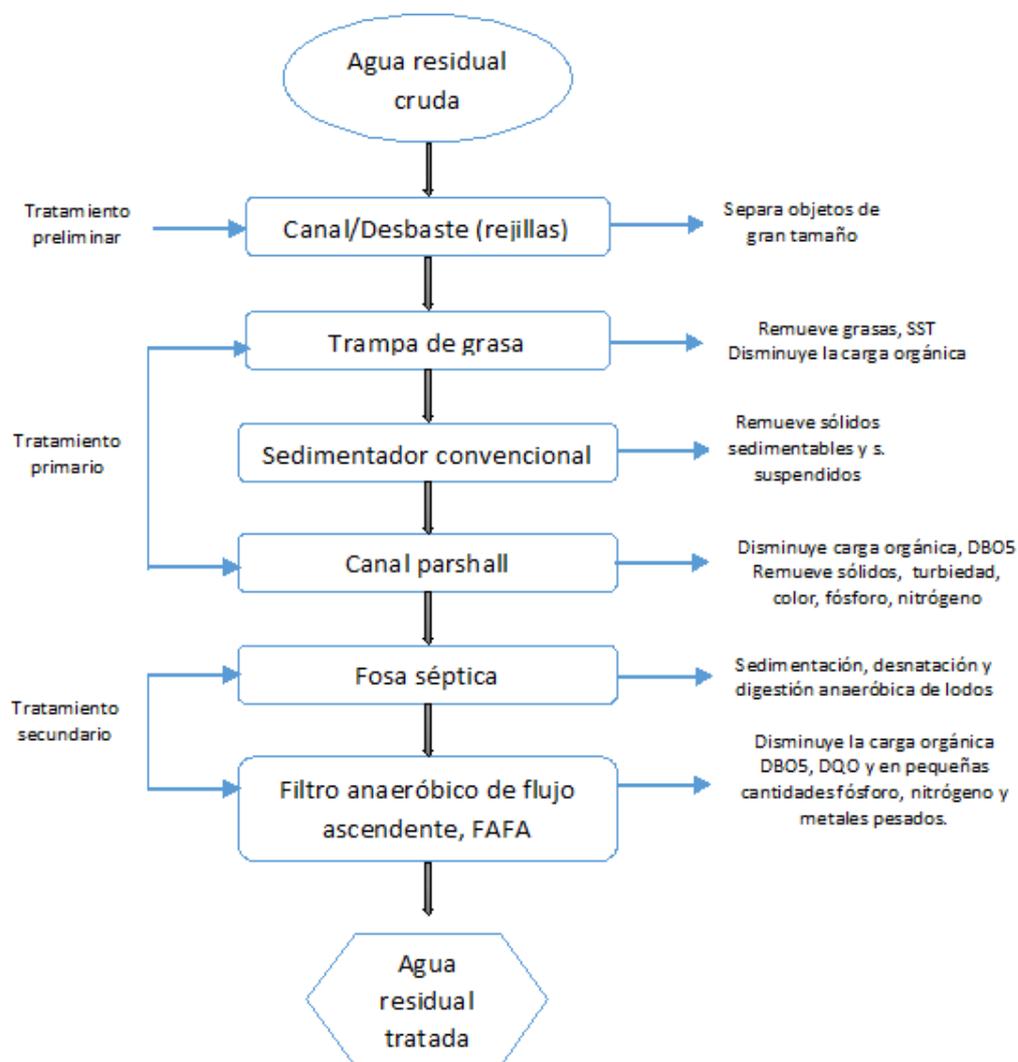


Figura 3-16 Diagrama de sistema de tratamiento de aguas residuales
 Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

3.4 Requerimientos de tecnología, equipos, y maquinarias

- ✓ Requerimiento de tecnología, equipos y maquinaria para la recolección de muestreo

Cuadro 3-3 Requerimiento de materias para la recolección de muestreo

Fundamento	Materiales	Procedimiento
Se basa en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98, Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras.	<ul style="list-style-type: none"> - Recipientes de vidrio. - Borosilicato para un análisis físico - químico. - Bolsas estériles Whirl - Pak para análisis bacteriológicos. 	Para el ganado bovino y porcino, se realizó un muestreo simple por cuatro días a partir de las 11:00 pm hasta las 4:00 am cada 10 min recolectando 6 muestras y un total 36 canal 1 y 36 canal 2/APL para la

		obtención de una muestra compuesta.
--	--	-------------------------------------

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

- ✓ Requerimiento de tecnología, equipos y maquinaria para medición de caudal

Cuadro 3-4 Requerimiento de materiales y equipos para la medición del caudal

Materiales/Equipo	Procedimiento
<ul style="list-style-type: none"> - Recipiente de volumen conocido (1 galón) - Material de apunte: cuaderno, esferográfico. - Cronómetro 	Se midió caudales a partir de las 11:00 pm hasta las 4:00 am cada diez minutos en el canal 1 y en el canal 2-ALP dando un total de 96 mediciones en cada canal en 4 días.

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

- ✓ Requerimiento de equipos y métodos para caracterización físico, químico y microbiológico del agua residual.

Cuadro 3-5 Requerimiento tecnológico y equipos para análisis físico-químico

Parámetro	Materiales	Reactivo y equipos	Procedimiento
DBO5	<ul style="list-style-type: none"> - Botella de incubación - Tampones de copa - Capsula magnética - Termómetro y Embudo 	<ul style="list-style-type: none"> - Soluciones de tampón de sulfato - Solución de sulfato de magnesio - Solución de cloruro férrico 	Preparar la disolución y la muestra blanca Determinar mediante electrodo selectivo el oxígeno disuelto Incubar durante 5 días en oscuridad a 20°C±1
DOQ	<ul style="list-style-type: none"> - Tubo de digestión - Pipeta volumétrica - Viales con reactivos - Gradilla 	<ul style="list-style-type: none"> - Agua destilada - Agua problema Ftalato Ácido de Potasio (KHP). 	Homogeneizar 100 ml de muestra durante 30 segundos en una mezcladora. Conectar el reactor de DQO y precalentar a 150°C. Preparar el reactivo para la curva patrón y luego se realizar diluciones del patrón (KHP). Sostener el tubo en un ángulo de 45 grados y adicionar 2 ml de cada dilución a los tubos. Para el punto cero de la curva se utiliza 2 ml de agua destilada. Se tapan los tubos y se los invierte cuidadosamente para mezclarlos completamente.
Sólidos sedimentable	<ul style="list-style-type: none"> - Cono Imhoff - Vaso 250 ml 	<ul style="list-style-type: none"> - Agua destilada - Agua problema - Hexano 	Agitar la muestra y llenar un cono Imhoff hasta la marca de 1 litro con la muestra. Dejar sedimentar durante 50 minutos, luego rotar el cono por su eje vertical para que sedimenten también partículas adheridas a la pared, esperar 10 minutos más y realizar la lectura (ml/l).
Sólidos totales	<ul style="list-style-type: none"> - Vasos de precipitación - Caja Petri - Estufa y Desecador - Balanza Analítica 	<ul style="list-style-type: none"> - Agua problema 	Pesar una caja Petri previamente tarada (vacía). Agitar la muestra y colocar 25 mL en la caja. Someter a baño maría hasta sequedad. Introducir a la estufa luego decantar. Dejar por 15 min y pesar.
pH	<ul style="list-style-type: none"> - Vaso de precipitación 250 ml - Limpiadores 	<ul style="list-style-type: none"> - Agua destilada - Agua problema - Potenciómetro 	Calibrar el potenciómetro. Introducir el electrodo de cristal, esperar que se estabilice el lector. Limpiar el electrodo con agua destilada para un posterior uso.
Conductividad	<ul style="list-style-type: none"> - Vasos de precipitación - Limpiadores 	<ul style="list-style-type: none"> - Agua destilada - Agua problema - Conductímetro 	Colocamos un 100 mL de muestra en un vaso de precipitación de 250 mL. Limpiar varias veces el área de la celda conductométrica con agua destilada. Sumergir en la muestra, tomara nota del valor y limpiar el electrodo con agua destilada.
Color	<ul style="list-style-type: none"> - Cubeta de análisis 10 mL - Pipeta - Limpiadores 	<ul style="list-style-type: none"> - HACH DR 2800 (Espectrofotómetro) - Agua destilada - Agua problema 	Seleccionar el test 125 color 465 nm Muestra preparada. Llenar una cubeta cuadrada de una pulgada de 10mL hasta la marca de 10 mL con muestra. Solución blanca. Llenar otra cubeta de una pulgada de 10mL hasta la marca de 10 mL con muestra. Limpiar bien en el exterior de la cubeta (el blanco), y colocar en el soporte con la

			<p>marca de llenado hacia la derecha.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Seleccionar en pantalla: 0 - La pantalla indicara: 0 units PtCo <p>Limpiar bien el exterior de la cubeta (muestra), y colocar en el soporte con la marca de llenado hacia la derecha.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Seleccionar en pantalla: medición - La pantalla indicara: 0 units PtCo
Hierro	<ul style="list-style-type: none"> - Cubeta de análisis 10 mL - Pipeta - Limpiadores Estufa 	<ul style="list-style-type: none"> - Hierro Ferrover - HACH DR 2800 (Espectrofotómetro) - Agua destilada - Agua problema 	<p>Seleccionar el test 265 hierro ferro ver</p> <p>Muestra preparada</p> <p>Llenar una cubeta cuadrada de una pulgada de 10mL hasta la marca de 10 mL con muestra. Añadir el contenido de un sobre de reactivo FerroVer en polvo y agitar. Luego se forma un color anaranjado si existe hierro. Seleccionar en la pantalla del temporizador, pulsar OK y comienza un periodo de reacción.</p> <p>Solución blanca</p> <p>Llenar otra cubeta de una pulgada de 10mL hasta la marca de 10 mL con muestra. Colocar la solución blanca en espectrofotómetro y su lectura sera de 0 Colocar la muestra preparada con las mismas indicaciones y proceder a leer. Cada lectura tiene un tiempo de espera de 5 min.</p>

Fuente: Laboratorio, ESPOCH

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

3.5 Análisis de costo/beneficio del proyecto

3.5.1 Costo/beneficio del proyecto

El estudio técnico para un sistema de tratamiento de aguas residuales del centro de faenamiento Municipal del Catón Quinindé comprende un beneficio social, ambiental, y de sanidad. El camal municipal no recibirá remuneración económica por parte de los ganaderos, ni de los pobladores, la implementación del sistema de tratamiento de AR, ayudará a disminuir la contaminación e impacto ambiental del Río Blanco, y sus alrededores además, de prevenir múltiples enfermedades causadas por los vertidos de la faena.

3.5.2 Costo/beneficio del del sistema de tratamiento de aguas residuales del centro de faenamiento Municipal del Catón Quinindé

Tabla 3-32 Presupuesto de implementación del sistema de tratamiento de aguas residuales del centro de faenamiento Municipal del Catón Quinindé

PRESUPUESTO					
“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL CENTRO DEL FAENAMIENTO MUNICIPAL DEL CANTÓN QUININDÉ, PROVINCIA DE ESMERALDAS”					
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD TOTAL	COSTO	VALOR TOTAL
PLANTA DE TRATAMIENTO					
1	Replanteo y nivelación (con eq. de precisión)	m2	1390,80	0,98	1362,98
2	Desbroce para elementos estructurales	m3	780,00	2,50	1950,00
3	Sum. Trans. E Instalacion de Tuberia Corrugada union z d=300mm	m	1,17	7,50	8,76
4	Sum. Trans. E Instalacion de Tuberia Corrugada union z d=250mm	m	31,98	12,00	383,76
5	Sum. Trans. E Instalacion de Tuberia PVC 1 mpa. d=160mm	m	74,00	13,00	962,00
6	Sum. Trans. E Instalacion de Tuberia PVC 1 mpa. d=65mm	m	25,00	13,00	325,00
7	válvula de HF tipo Apolo +2 U. Gibauld A d=250mm	u	3,00	550,00	1650,00
8	válvula de HF tipo Apolo +2 U. Gibauld A d=160mm	u	7,00	515,00	3605,00
9	Sum. Y coloc. Accesorios.	global	1,00	250,00	250,00
10	Descarga	u	1,00	180,00	180,00
CANAL DE CAPTACION				TOTAL	10677,50
11	Excavación en suelo sin clasificar para canal.	m3	0,70	2,45	1,72
12	Replantillo de H.S. f'c=180kg/cm2	m3	0,72	110,00	79,20
13	Hormigón Simple f'c= 210 Kg/cm2. incl. Encof y desencof.	m3	0,57	160,00	91,20
14	Rejilla de acero lisa e=10mm, Pintura antic.-esmalte	u	1,00	40,00	40,00

	TRAMPA DE GRASA			TOTAL	212,12
15	Excavación en suelo sin clasificar	m3	12,00	2,45	29,40
16	Replanto de H.S. f'c=180kg/cm2	m3	0,60	110,00	66,00
17	Hormigón Simple f'c= 210 Kg/cm2. incl. Encof y desencof.	m3	4,50	160,00	720,00
18	Acero de refuerzo Fy= 4200 Kg/cm2.	Kg	1278,00	1,88	2402,64
19	Pintura de cemento blanco, para exteriores	m2	18,00	2,08	37,44
	SEDIMENTADOR			TOTAL	3255,48
20	Excavación en suelo sin clasificar	m3	125,00	2,45	306,25
21	Replanto de H.S. f'c=180kg/cm2	m3	2,50	110,00	275,00
22	Hormigón Simple f'c= 210 Kg/cm2. incl. Encof y desencof.	m3	25,00	160,00	4000,00
23	Acero de refuerzo Fy= 4200 Kg/cm2.	Kg	2500,00	1,88	4700,00
24	Pintura de cemento blanco, para exteriores	m2	22,00	2,08	45,76
	CAJA			TOTAL	9327,01
25	Excavación en suelo sin clasificar	m3	0,15	2,45	0,36
26	Replanto de H.S. f'c=180kg/cm2	m3	0,06	110,00	6,82
27	Hormigón Simple f'c= 210 Kg/cm2. incl. Encof y desencof.	m3	0,27	160,00	43,20
28	Acero de refuerzo Fy= 4200 Kg/cm2.	Kg	0,48	1,88	0,90
29	Pintura de cemento blanco, para exteriores	m2	3,16	2,08	6,57
					9327,01
	CANAL DE PARSHAL			TOTAL	9384,86
37	Excavación en suelo sin clasificar	m3	0,28	2,45	0,69
38	Replanto de H.S. f'c=180kg/cm2	m3	0,02	110,00	2,20
39	Hormigón Simple f'c= 210 Kg/cm2. incl. Encof y desencof.	m3	0,11	160,00	17,60
40	Acero de refuerzo Fy= 4200 Kg/cm2.	Kg	0,65	1,88	1,22
41	Punto de medicion	u	1,00	5,00	5,00
42	Pintura de cemento blanco, para exteriores	m2	1,25	2,08	2,60
	FOSA SEPTICA			TOTAL	29,31
43	Excavación en suelo sin clasificar	m3	155,00	2,45	379,75
44	Replanto de H.S. f'c=180kg/cm2	m3	9,50	110,00	1045,00
45	Hormigón Simple f'c= 210 Kg/cm2. incl. Encof y desencof.	m3	20,00	160,00	3200,00
46	Acero de refuerzo Fy= 4200 Kg/cm2.	Kg	4500,00	1,88	8460,00
47					
48	Pintura de cemento blanco, para exteriores	m2	98,00	2,08	203,84
				UNIDAD ES 3	
	FILTRO ANAEROBICO			TOTAL	39865,77
49	Excavación en suelo sin clasificar	m3	73,00	2,45	178,85
50	Replanto de H.S. f'c=180kg/cm2	m3	1,50	110,00	165,00
51	Hormigón Simple f'c= 210 Kg/cm2. incl. Encof y desencof.	m3	13,00	160,00	2080,00
52	Acero de refuerzo Fy= 4200 Kg/cm2.	Kg	2000,00	1,88	3760,00
53					
54	Pintura de cemento blanco, para exteriores	m2	75,00	2,08	156,00
55	aireadores de PVC. + acces.	u	2,00	45,00	90,00
				UNIDAD ES 3	
				TOTAL	18753,00
				TOTAL	81.965,92

Fuente: Ing. Juan Carlos Quisingo
Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

3.6 Remoción de los contaminantes en las etapas del sistema de tratamiento

3.6.1 Remoción de contaminantes en el tratamiento preliminar

Consiste en la eliminación de objetos, arena, sólidos y hasta grasas en un 5-15 % de los contaminantes mencionados, las operaciones básicas para esta son desbaste, tamizado, desarenado, y desengrasado.

3.6.1.1 Remoción de sólidos al 15%

Sólidos sedimentables

$$S. \text{Sedimentables}_{\text{R}} = S. \text{sedimentables} - (S. \text{Sedimentables} * \% \text{remoción} / 100)$$

$$S. \text{Sedimentables}_{\text{R}} = 38 \text{ mg/l} - (38 \text{ mg/l} * 15 / 100)$$

$$S. \text{Sedimentables}_{\text{R}} = 32,3 \text{ mg/l}$$

Sólidos suspendidos

$$S. \text{suspendidos}_{\text{R}} = S. \text{suspendidos} - (S. \text{suspendidos} * \% \text{remoción} / 100)$$

$$S. \text{suspendidos}_{\text{R}} = 1045 \text{ mg/l} - (1045 \text{ mg/l} * 15 / 100)$$

$$S. \text{suspendidos}_{\text{R}} = 888,25 \text{ mg/l}$$

Sólidos totales

$$S. \text{totales}_{\text{R}} = S. \text{totales} - (S. \text{totales} * \% \text{remoción} / 100)$$

$$S. \text{totales}_{\text{R}} = 4444 \text{ mg/l} - (3450 \text{ mg/l} * 15 / 100)$$

$$S. \text{totales}_{\text{R}} = 3777,4 \text{ mg/l}$$

3.6.2 Remoción de contaminantes en el tratamiento primario

El tratamiento primario tiene como fin eliminar materia sedimentable, flotante (grasa y aceites), y materia orgánica, pero para cumplir los porcentajes de remoción de 30-70% de sólidos (sedimentables, suspendidos, y sólidos totales), 25-40% de carga orgánica (DBO5, DQO) y el 70-92 % de grasa, se sigue una línea de desengrasante con trampa de grasa, de sedimentación con sedimentador convencional rectangular, y de un posible proceso de coagulación con canal Parshall que también tiene la función de medir y regular caudales (MONOGRÁFICOS AGUA EN CENTROAMÉRICA).

3.6.2.1 Remoción de sólidos al 65%

Sólidos sedimentables

$$S. \text{Sedimentables}_{\text{SR}} = S. \text{sedimentables} - (S. \text{Sedimentables} * \% \text{remoción} / 100)$$

$$S. \text{Sedimentables}_{\text{SR}} = 32,3 \text{ mg/l} - (32,3 \text{ mg/l} * 65 / 100)$$

$$S. \text{Sedimentables}_{\text{SR}} = 11,305 \text{ mg/l}$$

Sólidos suspendidos

$$S. \text{suspendidos}_{\text{SR}} = S. \text{suspendidos} - (S. \text{suspendidos} * \% \text{remoción} / 100)$$

$$S. \text{suspendidos}_{\text{SR}} = 888,25 \text{ mg/l} - (888,25 \text{ mg/l} * 65 / 100)$$

$$S. \text{suspendidos}_{\text{SR}} = 310,8875 \text{ mg/l}$$

Sólidos totales

$$S. \text{totales}_{\text{SR}} = S. \text{totales} - (S. \text{totales} * \% \text{remoción} / 100)$$

$$S. \text{totales}_{\text{SR}} = 3777,4 \text{ mg/l} - (3777,4 \text{ mg/l} * 65 / 100)$$

$$S. \text{totales}_{\text{SR}} = 1322,09 \text{ mg/l}$$

3.6.2.2 Remoción de materia orgánica al 40%, y grasa al 92 %

Demanda bioquímica de oxígeno

$$DBO_{5\text{r}} = DBO_5 - (DBO_5 * \% \text{remoción} / 100)$$

$$DBO_{5\text{r}} = 10110 \text{ mg/l} - (10110 \text{ mg/l} * 40 / 100)$$

$$DBO_{5\text{r}} = 6066, \text{mg/l}$$

Demanda química de oxígeno

$$DQO_{\text{r}} = DQO - (DQO * \% \text{remoción} / 100)$$

$$DQO_{\text{r}} = 12300 \text{ mg/l} - (12300 \text{ mg/l} * 40 / 100)$$

$$DQO_{\text{r}} = 7380 \text{ mg/l}$$

Grasas y aceites

$$\text{Grasas}_{\text{r}} = \text{grasas} - (\text{grasas} * \% \text{remoción} / 100)$$

$$\text{Grasas}_{\text{r}} = 300 \text{ mg/l} - (300 \text{ mg/l} * 92 / 100)$$

$$\text{Grasas}_{\text{r}} = 24 \text{ mg/l}$$

3.6.2.3 Remoción de materia inorgánica al 20%

Nitrógeno total

$$N . \text{total}_{\text{r}} = N . \text{total} - (N . \text{total} * \% \text{remoción} / 100)$$

$$N . \text{total}_{\text{r}} = 3500 \text{ mg/l} - (3500 \text{ mg/l} * 20 / 100)$$

$$N . \text{total}_{\text{r}} = 2800 \text{ mg/l}$$

3.6.3 Remoción de contaminantes en el tratamiento secundario

El conjunto de operaciones que elimina materia orgánica, materia inorgánica, sólidos por decantación, filtración y degradación.

3.6.3.1 Remoción de contaminantes en la fosa séptica

La unidad de fosa séptica tiene rangos de remoción de; contaminantes orgánicos 30-50% (DBO5, DQO), grasas y aceites 70-80%, sólidos 30-70% (Sedimentables, suspendidos y totales), y contaminantes inorgánicos en 15-30% nitrógeno y 80% fosfatos. (OPS/CEPIS/05.163 UNATSABAR).

3.6.3.1.1 Remoción de sólidos al 60% en la fosa séptica

Sólidos sedimentables

$$S. Sedimentables_{\text{R}} = S. sedimentables - (S. Sedimentables * \% remoción / 100)$$

$$S. Sedimentables_{\text{R}} = 11,305 \text{ mg/l} - (11,305 \text{ mg/l} * 60 / 100)$$

$$S. Sedimentables_{\text{R}} = 4,522 \text{ mg/l}$$

Sólidos suspendidos

$$S. suspendidos_{\text{R}} = S. suspendidos - (S. suspendidos * \% remoción / 100)$$

$$S. suspendidos_{\text{R}} = 310,8875 \text{ mg/l} - (310,8875 \text{ mg/l} * 60 / 100)$$

$$S. suspendidos_{\text{R}} = 124,355 \text{ mg/l}$$

Sólidos totales

$$S. totales_{\text{R}} = S. totales - (S. totales * \% remoción / 100)$$

$$S. totales_{\text{R}} = 1322,09 \text{ mg/l} - (1322,0 \text{ mg/l} * 60 / 100)$$

$$S. \text{ totales}_{\text{gr}} = 528,836 \text{ mg/l}$$

3.6.3.1.2 Remoción de materia orgánica al 50% en la fosa séptica y grasas al 70%

Demanda bioquímica de oxígeno

$$DBO_{5\text{gr}} = DBO_5 - (DBO_5 * \% \text{remoción} / 100)$$

$$DBO_{5\text{gr}} = 6066 \text{ mg/l} - (6066 \text{ mg/l} * 50 / 100)$$

$$DBO_{5\text{gr}} = 3033 \text{ mg/l}$$

Demanda química de oxígeno

$$DQO_{\text{gr}} = DQO - (DQO * \% \text{remoción} / 100)$$

$$DQO_{\text{gr}} = 7380 \text{ mg/l} - (7380 \text{ mg/l} * 50 / 100)$$

$$DQO_{\text{gr}} = 3690 \text{ mg/l}$$

Grasas y aceites

$$\text{Grasas}_{\text{gr}} = \text{grasas} - (\text{grasas} * \% \text{remoción} / 100)$$

$$\text{Grasas}_{\text{gr}} = 24 \text{ mg/l} - (24 \text{ mg/l} * 80 / 100)$$

$$\text{Grasas}_{\text{gr}} = 4,8 \text{ mg/l}$$

3.6.3.1.3 Remoción de materia inorgánica al 80% y 30% en la fosa séptica

Nitrógeno total

$$N. \text{ total}_{\text{gr}} = N. \text{ total} - (N. \text{ total} * \% \text{remoción} / 100)$$

$$N . total_{\text{gr}} = 2800 \text{ mg/l} - (2800 \text{ mg/l} * 80 / 100)$$

$$N . total_{\text{gr}} = 560 \text{ mg/l}$$

3.6.3.2 Remoción de contaminantes en FAFA

La filtración por medio de un filtro anaeróbico de flujo ascendente de arena tiene como base un rango de remoción de contaminantes: 60-80% en materia orgánica (DBO5, DQO), grasas aceites 50%, en sólidos 70-90% (Sedimentables, suspendidos y totales), y contaminantes inorgánicos 50% (nitrógeno y fosfatos). (MONOGRÁFICOS AGUA EN CENTROAMÉRICA)

3.6.3.2.1 Remoción de sólidos al 80 % en el filtro anaeróbico de flujo ascendente

Sólidos sedimentables

$$S . Sedimentables_{\text{gr}} = S . sedimentables - (S . Sedimentables * \% \text{remoción} / 100)$$

$$S . Sedimentables_{\text{gr}} = 4,522 \text{ mg/l} - (4,522 \text{ mg/l} * 90 / 100)$$

$$S . Sedimentables_{\text{gr}} = 0,4522 \text{ mg/l}$$

Sólidos suspendidos

$$S . suspendidos_{\text{gr}} = S . suspendidos - (S . suspendidos * \% \text{remoción} / 100)$$

$$S . suspendidos_{\text{gr}} = 124,355 \text{ mg/l} - (124,355 \text{ mg/l} * 90 / 100)$$

$$S . suspendidos_{\text{gr}} = 12,4355 \text{ mg/l}$$

Sólidos totales

$$S . totales_{\text{gr}} = S . totales - (S . totales * \% \text{remoción} / 100)$$

$$S . totales_{\text{gr}} = 528,836 \text{ mg/l} - (528,836 \text{ mg/l} * 90 / 100)$$

$$S. \text{ totales}_{\text{gr}} = 52,8836 \text{ mg/l}$$

3.6.3.2.2 Remoción de materia orgánica al 80 % en el en el filtro anaeróbico de flujo ascendente, grasa al 50%

Demanda bioquímica de oxígeno

$$DBO_{5\text{gr}} = DBO_5 - (DBO_5 * \% \text{remoción} / 100)$$

$$DBO_{5\text{gr}} = 3033 \text{ mg/l} - (3033 \text{ mg/l} * 80 / 100)$$

$$DBO_{5\text{gr}} = 606,6 \text{ mg/l}$$

Demanda química de oxígeno

$$DQO_{\text{gr}} = DQO - (DQO * \% \text{remoción} / 100)$$

$$DQO_{\text{gr}} = 3690 \text{ mg/l} - (3690 \text{ mg/l} * 80 / 100)$$

$$DQO_{\text{gr}} = 738 \text{ mg/l}$$

Grasas y aceites

$$\text{Grasas}_{\text{gr}} = \text{grasas} - (\text{grasas} * \% \text{remoción} / 100)$$

$$\text{Grasas}_{\text{gr}} = 4,8 \text{ mg/l} - (4,8 \text{ mg/l} * 50 / 100)$$

$$\text{Grasas}_{\text{gr}} = 2,4 \text{ mg/l}$$

3.6.3.2.3 Remoción de materia inorgánica 50% en el en el filtro anaeróbico de flujo ascendente

Nitrógeno total

$$N. \text{ total}_{\text{gr}} = N. \text{ total} - (N. \text{ total} * \% \text{remoción} / 100)$$

$$N . total_{gr} = 560 \text{ mg/l} - (560 \text{ mg/l} * 50/100)$$

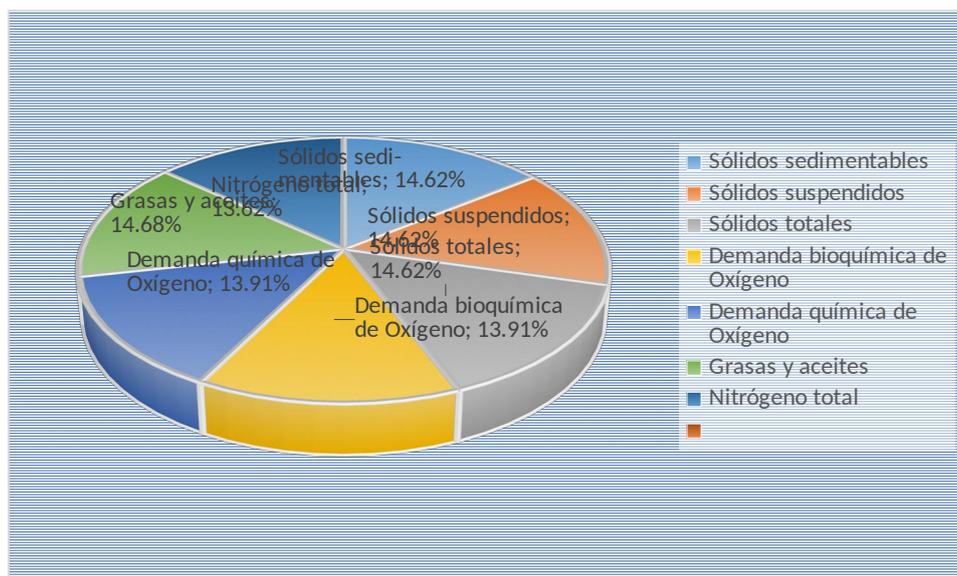
$$N . total_{gr} = 280 \text{ mg/l}$$

3.6.4 Remoción total del sistema de tratamiento de aguas residuales

Tabla 3-33 Descripción del porcentaje de remoción total de STAR del centro de faenamiento

Parámetro analizado	Unidad	Análisis inicial	Análisis final	% remoción	t.
Sólidos sedimentables	mg/l	38	0,4522	99%	
Sólidos suspendidos	mg/l	1045	12,4355	99%	
Sólidos totales	mg/l	4444	52,8836	99%	
Demanda bioquímica de Oxígeno	mg/l	10110	606,6	94%	
Demanda química de Oxígeno	mg/l	12300	738,0	94%	
Grasas y aceites	mg/l	300	2,4	99%	
Nitrógeno total	mg/l	3500	280	92%	

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018



Gráfica 3-7 Porcentaje de remoción total de STAR del centro de faenamiento, Quindé
Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

Tabla 3-34 Datos comparativos de los resultados con la norma TULSMA

Parámetro analizado	Unidad	Análisis inicial	Análisis final	Lim. Max. TULSMA
Sólidos sedimentables	mg/l	38	0,4522	1
Sólidos suspendidos	mg/l	1045	12,4355	130
Sólidos totales	mg/l	4444	52,8836	1600
Demanda bioquímica de Oxígeno	mg/l	10110	606,6	100

Demanda química de Oxígeno	mg/l	12300	738	200
Grasas y aceites	mg/l	300	2,4	30
Nitrógeno total	mg/l	3500	280	50

Realizado por: Stalin Chimbo, 2018

3.6.5 *Análisis y discusión de resultados*

Los vertidos de camal y/o matadero son un problema crítico en cuanto a la contaminación de fuentes hídricas cercanas a estos centros. El tratamiento de los residuos y vertidos del camal son ya una necesidad de higiene, sanidad y hasta económica, porque los centros de faena y cárnicos deben cumplir con las normativas ambientales y de manejo de residuos, caso contrario están expuestos a pagar por daños ambientales altas sumas de dinero según la infracción de las normativas. Las fuentes de contaminación de aguas residuales provienen de heces, purín/orina, sangre, lavazas, trozos vísceras, hueso, grasa y sangre del animal faenado; la combinación de todos estos contaminantes van directo al Río Blanco, del Cantón Quinindé.

La medición del caudal en el centro de faena se realizó por el método volumétrico, el monitoreo del caudal fue realizado a partir de las 11:00 pm hasta las 4:00 am cada diez minutos en el canal 1 y en el canal 2-ALP dando un total de 96 mediciones en cada canal en 4 días. El día 1 registra caudales 27,74 l/s en el canal 1 y 78,41 l/s en el canal 2-ALP, siendo valores menores a los del día 2 con caudales de 32,61 l/s en el canal 1 y 85,42 l/s en el canal 2-ALP, día 3 con 32,03 en el canal 1 y 82,67 en el canal 2-ALP, y el día 4 con 28,02 l/s en el canal 1 y 80,29 en el canal 2-ALP. Mientras que el día 2 refleja mayor caudal con 32,61 l/s en el canal 1 y 85,2 en el canal 2-ALP a diferencia de los tres días, pero hay que considerar que no hay mayor variación de caudal en los cuatros días según la tabla 1-3.

Los parámetros de calidad que se analizan en este tipo aguas residuales de camal son: DBO5, DQO, grasas, nitrógeno total, sólidos suspendidos y totales, fosfatos y los parámetros de control como el pH, y turbiedad los cuales se pueden observar en la tabla 1-5, gráfica 1-5, gráfica 1-6,

Los parámetros de control como el pH, regula el crecimiento poblacional bacteriana, el mínimo cambio en su rango permitido prolifera cualquier vida bacteriana en el agua residual y además contribuye a la depuración de éstas aguas, así lo demuestra los análisis físicos de los días 1, 2, 3, y 4 con valores de 6,43, 6,12, 6,73, 6,95 Unid, lo que indica que cumple el intervalo de 6-9 Unid; la turbiedad, presencia de material coloidal y sólidos en suspensión en el agua residual y hace que el agua se torne turbia, los análisis físicos de los días 1, 2, 3, y 4 tienen valores de 990, 1045, 770, 625 UNT, el día 4 corresponde de mayor valor, en sí, necesita tratamientos de sedimentación y filtración para reducir la turbidez del agua.

La presencia de la gran cantidad de sólidos en el agua residual del centro de faenamiento se debe a los residuos que se genera en cada etapa de faenamiento como; pelos, sangre, estiércol, purines, suciedad, entrañas, etc.

En cuanto a sólidos sedimentables es la cantidad de materia que se puede remover luego de un tiempo de reposo por efecto de la gravedad, los análisis de los días 1, 2, 3, y 4 tiene valores de 20, 19, 18, 38 mg/l el día 4 tiene un resultados más alto que el resto de días; sólidos suspendidos generan lodo sin previo tratamiento del agua residual y los análisis de los día 1, 2, 3, y 4 presentan valores de 1038, 1065, 1015, 1045 mg/l donde límite permitido es 130 mg/l, el día 2 tiene un valor mucho más alto que el resto de días, sin embargo todos los resultados no cumplen con la norma TUSLMA; mientras que sólidos totales de los días 1, 2, 3 y 4 muestran valores de 3450, 3692, 3376, 4444 mg/l donde límite permitido es 1600 mg/l según la Norma TULSMA donde se observan que el día 4 tiene resultados más altos que resto de días aunque cabe resaltar que todos están fuera de límite permisible.

El vertido de sangre en la etapa de desangrado de cerdos y reses hace que predomine notoriamente los resultados de la carga orgánica, la sangre de los animales faenados eleva la carga orgánica y nitrogenada, grasa, sulfatos. etc.

Los análisis químicos realizados para el agua residual procedente del faenamiento de cerdos y reses son; Demanda química de oxígeno (DQO), es la cantidad de oxígeno necesario para oxidar, los resultados de los análisis químicos de los días 1, 2, 3, 4 son 9980, 11800, 10700, 12300 mg/l, respectivamente, pero el límite máximo permitidos para éste parámetro es de 200 mg/l, según estos valores todos los resultados sobrepasan excesivamente el rango establecido; Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para su degradación, generalmente la digestión de éstos es durante los 5 días y los resultados de los análisis químicos de los días 1, 2, 3, 4 son 7980, 9580, 8520, 10110 mg/l mientras que el límite máximo permitidos para éste parámetro es de 100 mg/l en efecto el día 4 es de mayor valor con respecto al resto de días y cabe resaltar también que todos los resultados sobrepasan excesivamente el rango establecido porque se trata de una agua residual de un centro de faenamiento y la composición de carga orgánica en éstas aguas son elevadas por la presencia de sangre y tienden hacer susceptibles a una descomposición rápida; Nitrógeno total, parámetro que también sobrepasa el límite de la norma TULSMA de 50 mg/l, por la mezcla de residuos de sangre, estiércol, purín, contenido estomacal y desinfectantes, los resultados de los días 1, 2, 3, y 4 son 2800, 2100, 3900, 3500 mg/l ; grasas y aceites la presencia de éste parámetro puede impedir el proceso biológico y por lo tanto cualquier tratamiento que aplique al agua residual de

camal, los análisis de los días 1, 2, 3, y 4 son 248, 262, 251, 300 mg/l, y el límite de la norma TULSMA es de 30 mg/l; hierro con 1, 1, 4,1 mg/l de los días 1, 2, 3, y 4 cumple con el límite establecido de 10 mg/l; sulfatos, parámetro químico que actúa como elemento principal para el crecimiento excesivo de algas que luego de cumplir su ciclo produce putrefacción del agua, según los resultados obtenidos de los días 1, 2, 3, y 4 son 426, 385, 660, 570 mg/l los que indica que están dentro del límite de 1000 mg/l de acuerdo a la norma TULSMA.

Para determinar el porcentaje de remoción en el sistema de tratamiento de aguas residuales del centro de faenamiento Municipal del Cantón Quinindé, se considera las etapas de tratamiento y las principales unidades que lo conforman para una línea de proceso eficaz.

En el tratamiento preliminar se considera una disminución del 10-15 % de remoción de sólidos, según el manual de aguas de Centroamérica, en el tratamiento primario remueve 30-70% de sólidos, 25-40% de carga orgánica, 70-92% de grasas y aceites, y el 20% en materia inorgánica, mientras que en el tratamiento secundario conformado por una fosa séptica remueve: un 30-50% de carga orgánica, 30-70% de sólidos, y de 15-30 % de nitrógeno y 80% de fosfatos y en el filtro anaeróbico de flujo ascendente (FAFA) hay un porcentaje de remoción entre el 70-80 % de materia orgánica, en sólidos mayor a 90 % y un 50 % de contaminantes inorgánica y 50% de grasas.

El resultado final de los parámetros que se analizó fue de la siguiente manera; sólidos sedimentables con valor inicial de 38 mg/s y luego con la muestra tratada 0,4522 dando un porcentaje de remoción total del 99%; sólidos suspendidos con valor inicial 1045 mg/s y con la muestra ya tratada 12,4355 mg/l es decir el 99 % de remoción; los sólidos totales presenta un valor inicial de 4444 mg/s y al final 52,8836 mg/l con una disminución del 99%; DBO5 tiene un valor inicial de 10110 mg/l y luego del etapa final del tratamiento 606,6 mg/l con una disminución del 94% al igual que el DQO inicialmente refleja un valor 12300 mg/l luego del tratamiento final tenemos 738 mg/l con una disminución del 94% : las grasas y aceites consta de 300 mg/l al inicio pero luego del resultado tenemos 2,4 mg/l con 99% de remoción y finalmente tenemos nitrógeno con un resultado inicial de 3500 mg/l y al final del tratamiento con 280 mg/l, es decir que si hay una disminución del 92 % en total.

A pesar a elevados porcentajes de remoción no todos parámetros cumple con la normativa ambiental que regula la descarga de los vertidos de aguas residuales de camal hacia los cuerpos de agua dulce, sin embargo hay una importante disminución de carga orgánica e inorgánica, de sólidos y grasas y aceites a diferencia de los análisis iniciales que se realizaron durante cuatro días de faena. Es así que tenemos DBQ, 606,6 mg/l la norma exige 100 mg/l, DBQ 738 mg/l la

norma exige 250 mg/l, grasas y aceites 2,4 mg/l la norma exige 0,3 mg/l, Nitrógeno 280 mg/l la norma exige 15 mg/l, y fosfatos 159,5 mg/l la norma exige 100 mg/l, también hay que reconsiderar que se trata un vertido procedente de un camal o matadero y estos valores son bastante contundentes y favorables para diseño e implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales.

3.7 CONCLUSIONES

- ✓ Se analizó el agua residual procedente del centro de faenamiento Municipal del Cantón Quinindé dando como resultados parámetros físico, químico fuera de los límites permisibles según la norma Normas de Calidad y Descarga de Efluentes: Libro VI Anexo I. Tabla 9. Al tratarse de un vertido de camal los valores son altos como: DBO5 10110 mg/l, DQO 12300 mg/l, grasas y aceites 300 mg/l, NT 3500 mg/l, sulfatos 570 mg/l, sólidos sedimentables 38 mg/l, sólidos suspendidos 1045 mg/l, y sólidos totales 4444 mg/l.
- ✓ Las variables de diseño para el diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales del centro de faenamiento fueron: el número de reses y cerdos faenados por día, consumo de agua para reses 700 lt/animal para la región costa, consumo de agua para cerdos 400 lt/animal, caudal de diseño 641,240 m³/día y finalmente los parámetros físico-químicos analizados.
- ✓ Las unidades que conforman el sistema tratamiento de aguas residuales del centro de faenamiento Municipal del Cantón Quinindé son: canal rectangular (ancho 0,70 m, altura, 0,50 m), desbaste (Número de barras 15, ángulo de inclinación 45 grados, longitud de barras 0,70 m, espesor de barras 10 mm), trampa de grasa (longitud 3 m, ancho 2 m, profundidad 2 m, volumen 1,78 m³), sedimentador convencional (Ancho 1,64 m, longitud 4,98 m, profundidad 4,90, volumen 48,83 m³), canal parshall (ancho de la garganta 0,076 m), fosa

séptica (ancho 5,68 m, longitud 17,05 m, profundidad 1,7 m, volumen 164,78 m³), filtro anaeróbicos de flujo ascendente (ancho 4,54 m, longitud 4,53 m, volumen 53,43 m³).

- ✓ Se valida el diseño con resultados finales de los parámetros físico-químicos de las aguas residuales considerando cada etapa de tratamiento, y entonces tenemos: DBO₅ 606,6 mg/l, DQO 738 mg/l, grasas y aceites 2,4 mg/l, NT 280 mg/l, sulfatos 159,5 mg/l, sólidos sedimentables 0,45 mg/l, sólidos suspendidos 12,43 mg/l, y sólidos totales 52,88 mg/l.
- ✓ Se determinó la viabilidad económica de acuerdo a la caracterización físico-químico de las aguas residuales de camal inicial y el porcentaje de remoción de los contaminantes de cada unidad diseñada, siendo un costo de \$ 81965,92 dólares para la implementación civil del sistema de tratamiento de aguas residuales de camal para el Centro de Faenamiento Municipal del Catón Quinindé.

3.8 RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implementación del Sistema de Tratamiento de aguas residuales del Centro de Faenamiento Municipal del Catón Quinindé para disminuir la contaminación del Río Blanco y mantener la sanidad del lugar y sus habitantes.
- Se debe realizar un constante monitores del caudal en el canal 1 y canal 2-ALP para mantener la línea de proceso sin desbordamientos o sobre diseño de las unidades que la conforman.
- Se debe realizar un análisis antes de la implementación y luego de la misma para cuantificar la eficiencia de las unidades que conformaran el sistema de tratamiento de aguas residuales.

BIBLIOGRAFÍA

Crites, R., & Tchobanoglous, G. *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones*. Santafé de Bogotá: McGraw-Hill. 2000

Emma Verónica Zurita Malliquinga. “Diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Camal Municipal de Pedro Vicente Maldonado (Trabajo de investigación) (Ingeniería). Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Latacunga-Ecuador, 2015.

Escuela Organización Industria. *Contaminación de las aguas. Máster Profesional en Ingeniería y Gestión Medio Ambiental. Vertidos de Mataderos e Industrias Cárnicas* [En línea]. Sevilla, 2015. [Consultado: 10 julio 2018]. Disponible en: <file:///F:/Downloads/componente48151.pdf>

EX – IEOS. *Normas para estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes*. Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales., Décima Parte., Quito – Ecuador., 1993.

Fundamentos para el manejo de aguas residuales. *Filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA)*. [En línea]. 2015. [Consultado: 31 julio 2018]. Disponible en: [file:///F:/Downloads/fafa_y_tanque_septico_mejorado%20\(1\).pdf](file:///F:/Downloads/fafa_y_tanque_septico_mejorado%20(1).pdf)

Ferrer, J & Seco, A, *Tratamiento Físicos y Químicos de Aguas Residuales*, Valencia-España, Editorial UPV (Universidad Pontificia de Valencia). 2005

GAD, Municipal del Cantón Quinindé. *Plan De Ordenamiento Territorial Del GAD Municipal De Quinindé*, [En línea]. 2015. [Consultado: 05 julio 2018]. Disponible en: http://app.sni.gob.ec/snmlink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0860000590001_pdot_quininde_2015-2019_15-03-2015_16-42-31.pdf

Gilberto Salas C. & Cesario Condorhuamán C. *Tratamiento de las Aguas Residuales de un Centro de Beneficio o Matadero de Ganado*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Rev. Per. Quím. Ing. Quím. Vol. 11.

Ing. Giovene Pérez Campomanes. *Diseño Hidráulico de Canales*. [En línea]. 2017. [Consultado: 20 julio 2018]. Disponible en:

http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/sexta_sesion_dise%F1o_hidraulico_de_canales.pdf

Monográficos Agua En Centroamérica. *Manual de depuración de aguas residuales urbanas* [En línea]. 2016. [Consultado: 15 julio 2018]. Disponible en: <http://alianzaporelagua.org/documentos/MONOGRAFICO3.pdf>

Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. *Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Filtros Anaerobios de Flujo Ascendente* [en línea], 2016, [Consultado: 31 julio 2018]. Disponible en: <http://www.mapasconagua.net/libros/SGAPDS-1-15-Libro29.pdf>

Metcalf & Eddy, INC. Ingeniería de Aguas Residuales Tratamiento, vertido y reutilización. 3a. ed. 1995. Madrid-España: McGraw-Hill. v.2. pp. 507-510,1060-1064.

NTE INEN 2 169:98. *Agua Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras.*

NTE INEN 2 176:98. *Agua Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo*

OPS/CEPIS/05.163. *Agencia Especializada de la Organización Panamericana de la Salud Operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de agua OPS/OMS “Guía para el diseño de tanques sépticos, Tanques imhoff y lagunas de estabilización”.* Lima-Perú, 2005. pp. 4-10

OPS/CEPIS/05.158, *Agencia Especializada de la Organización Panamericana de la Salud Operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de agua OPS/OMS “Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores”.* Lima-Perú, 2005. pp. 16-28

Rafael López Navajas. *Diseño de un Sistema de Tratamiento de Aguas en Una Industria Cárnica.* (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Carlos III de Madrid, Madrid España, 2015.

RAS. *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico: Sección 2, Título E, “Tratamiento de aguas residuales”.* Bogota-Colombia, 2000. pp. 1-143

Rojas, R. *Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. CEPIS/OPS/05.163 -OMS. Curso internacional: "Gestión Integral de tratamiento de aguas residuales".* Lima-Perú, 2005. pp. 19-20.

TULSMA. *Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. Libro VI Anexo I*

ANEXOS

Anexo A. Puntos de muestro para la recolección de agua residual de camal



Anexo B. Canales de conducción de aguas residual del camal



Anexo C. Instalaciones para la recepción de bovinos y porcinos



Anexo E. Norma de legislación ambiental para descarga de aguas residual.

NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA. LIBRO VI. ANEXO 1

TABLA 9. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AM
NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA

TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sust. solubles en hexano	mg/l	30,0
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro Total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	0,1
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cloro Activo	Cl ⁻	mg/l	0,5
Cloroformo	Ext. carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	2000
Color real ¹	Color real	unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	200
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10,0
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	30,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	50,0
Compuestos Organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	130
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	1000
Sulfuros	S ⁻²	mg/l	0,5
Temperatura	°C		Condición natural ± 3
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0

¹ La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida

Anexo F Análisis físico-químico de las aguas residuales de camal, día 1

LABORATORIO DE CALIDAD DE AGUA
Panamericana Sur Km ½ Riobamba – Ecuador

Análisis solicitado por: Sr. Stalin Chimbo

Fecha de Análisis: 04 de diciembre del 2017

Fecha de Entrega de Resultados: 17 de enero del 2018

Tipo de muestras: Agua residual del Centro de Faenamiento Municipal del cantón Quininde

Localidad: Parroquia Rosa Zarate-Cantón Quinindé

Análisis Químico

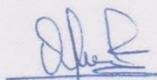
Determinaciones	Unidades	*Método	**Limites	Resultados
pH	Unid	4500-B	6-9	6.43
Color	und Co/Pt	2120-B	-	1950
Conductividad	μSiems/cm	2510-B	-	610
Turbiedad	UNT	2130-B	-	990
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	250	9980
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	100	7980
Nitrógeno total	mg/L		50	2800
Sólidos Sedimentables	mg/L	2540-F	10	20
Sólidos Suspendidos	mg/L	2540-B	100	1038
Sólidos totales	mg/L	2540-D	1600	3450
Grasas y aceites	mg/L		30	248
Hierro	mg/L	3500-D	10	1
Sulfatos	mg/L	4-229-A	1000	426

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

** Limites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Observaciones:

Atentamente.



Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LABORATORIO DE ANÁLISIS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.



Anexo G. Análisis físico-químico de las aguas residuales de camal, día 2

LABORATORIO DE CALIDAD DE AGUA
Panamericana Sur Km ½ Riobamba – Ecuador

Análisis solicitado por: Sr. Stalin Chimbo

Fecha de Análisis: 08 de diciembre del 2017

Fecha de Entrega de Resultados: 17 de enero de 2018

Tipo de muestras: Agua residual del Centro de Faenamiento Municipal del cantón Quininde

Localidad: Parroquia Rosa Zarate-Cantón Quinindé

Análisis Químico

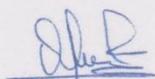
Determinaciones	Unidades	*Método	**Limites	Resultados
pH	Unid	4500-B	6-9	6.12
Color	und Co/Pt	2120-B	-	3000
Conductividad	μSiems/cm	2510-B	-	590
Turbiedad	UNT	2130-B	-	1045
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	250	11800
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	100	9580
Nitrógeno total	mg/L		50	2100
Sólidos Sedimentables	mg/L	2540-F	10	19
Sólidos Suspendidos	mg/L	2540-B	100	1065
Sólidos totales	mg/L	2540-D	1600	3692
Grasas y aceites	mg/L		30	262
Hierro	mg/L	3500-D	10	1
Sulfatos	mg/L	4-229-A	1000	385

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

** Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Observaciones:

Atentamente.



Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LABORATORIO DE ANÁLISIS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.



Anexo H. Análisis físico-químico de las aguas residuales de camal, día 3

LABORATORIO DE CALIDAD DE AGUA
Panamericana Sur Km ½ Riobamba – Ecuador

Análisis solicitado por: Sr. Stalin Chimbo

Fecha de Análisis: 11 de diciembre del 2017

Fecha de Entrega de Resultados: 17 de enero de 2018

Tipo de muestras: Agua residual del Centro de Faenamiento Municipal del cantón Quininde

Localidad: Parroquia Rosa Zarate-Cantón Quinindé

Análisis Químico

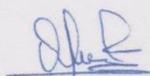
Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
pH	Unid	4500-B	6-9	6.73
Color	und Co/Pt	2120-B	-	1838
Conductividad	μSiems/cm	2510-B	-	710
Turbiedad	UNT	2130-B	-	770
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	250	10700
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	100	8520
Nitrógeno total	mg/L		50	3900
Sólidos Sedimentables	mg/L	2540-F	10	18
Sólidos Suspendidos	mg/L	2540-B	100	1015
Sólidos totales	mg/L	2540-D	1600	3376
Grasas y aceites	mg/L		30	251
Hierro	mg/L	3500-D	10	4
Sulfatos	mg/L	4-229-A	1000	660

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

*. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Observaciones:

Atentamente.



Dra. Gina Álvarez R.

RESP. LABORATORIO DE ANÁLISIS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.



Anexo I. Análisis físico-químico de las aguas residuales de camal, día 4

LABORATORIO DE CALIDAD DE AGUA Panamericana Sur Km ½ Riobamba – Ecuador

Análisis solicitado por: Sr. Stalin Chimbo

Fecha de Análisis: 15 de diciembre del 2017

Fecha de Entrega de Resultados: 17 de enero de 2018

Tipo de muestras: Agua residual del Centro de Faenamiento Municipal del cantón Quininde

Localidad: Parroquia Rosa Zarate-Cantón Quinindé

Análisis Químico

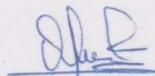
Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
pH	Unid	4500-B	6-9	6.93
Color	und Co/Pt	2120-B	-	2082
Conductividad	μSiems/cm	2510-B	-	526
Turbiedad	UNT	2130-B	-	625
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	250	12300
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	100	10110
Nitrógeno total	mg/L		50	3500
Sólidos Sedimentables	mg/L	2540-F	10	38
Sólidos Suspendedos	mg/L	2540-B	100	1045
Sólidos totales	mg/L	2540-D	1600	4444
Grasas y aceites	mg/L		30	300
Hierro	mg/L	3500-D	10	1
Sulfatos	mg/L	4-229-A	1000	570

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

** Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Observaciones:

Atentamente.



Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LABORATORIO DE ANÁLISIS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.



Anexo J. Análisis agua resultada



EXAMEN FISICO QUIMICO DE AGUA

CÓDIGO: 182-18

CLIENTE: Sr. Estalin Chimbo

TIPO DE MUESTRA: Agua tratada de camal

FECHA DE RECEPCIÓN: 22 de enero del 2018

PROCEDENCIA: Parroquia Rosa Zarate-Cantón Quinindé

Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
pH	Unid	4500-B	6-9	6.93
Color	und Co/Pt	2120-B	-	16
Conductividad	µSiems/cm	2510-B	-	145
Turbiedad	UNT	2130-B	-	4
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C	250	150
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	100	75
Nitrógeno total	mg/L		50	25
Sólidos Sedimentables	mg/L	2540-F	10	<1
Sólidos Suspendidos	mg/L	2540-B	100	46
Sólidos totales	mg/L	2540-D	1600	100
Grasas y aceites	mg/L		30	<1
Hierro	mg/L	3500-D	10	<1
Sulfatos	mg/L	4-229-A	1000	172
Coliformes fecales	UFC/100	Filtración por membrana	2000	Ausencia

*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

** Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Observaciones:

Atentamente.

Dra. Gina Álvarez R.
RESP. LABORATORIO DE ANÁLISIS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.





Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos
en Aguas y Alimentos

EXAMEN MICROBIOLÓGICO

CÓDIGO 213-214-17

CLIENTE: Sr. Estalin Chimbo		
DIRECCIÓN: Riobamba		TELÉFONO:
TIPO DE MUESTRA: Aguas residuales de camal		
FECHA DE RECEPCIÓN: 04 de diciembre del 2018		
EXAMEN FISICO		
COLOR: Rojizo		
OLOR: Característico		
ASPECTO: Presencia de solidos		
PARÁMETROS	MÉTODO	RESULTADO
<i>Coliformes fecales UCF/100ml</i>	NORMA INEN 1529-8	2.0×10^7
<i>Coliformes fecales UFC/100ml</i>	NORMA INEN 1529-8	2.5×10^7
<i>Coliformes fecales UFC/100ml</i>	NORMA INEN 1529-8	2.8×10^7
FECHA DE ANÁLISIS: 04 de diciembre del 2017		
FECHA DE ENTREGA : 17 de enero del 2018		
RESPONSABLE:		
		
Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos Aguas y Alimentos		
Dra. Gina Álvarez R.		
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.		

Dirección: Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes
Contáctanos: 0998580374 - 032 942 322
Riobamba - Ecuador



Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos
en Aguas y Alimentos

EXAMEN MICROBIOLÓGICO

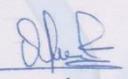
CÓDIGO 222- 17

CLIENTE: Sr. Estalin Chimbo	
DIRECCIÓN: Riobamba	TELÉFONO:
TIPO DE MUESTRA: Aguas residuales de camal	
FECHA DE RECEPCIÓN: 15 de diciembre del 2017	

EXAMEN FISICO
COLOR: Rojizo
OLOR: Característico
ASPECTO: Presencia de solidos

PARÁMETROS	MÉTODO	RESULTADO
Coliformes fecales UCF/100ml	NORMA INEN 1529-8	2.4 x 10 ⁷

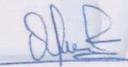
FECHA DE ANÁLISIS: 15 de diciembre del 2017
FECHA DE ENTREGA : 17 de enero del 2018

RESPONSABLE:  Dra. Gina Álvarez R. El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.
--

Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos
en Aguas y Alimentos

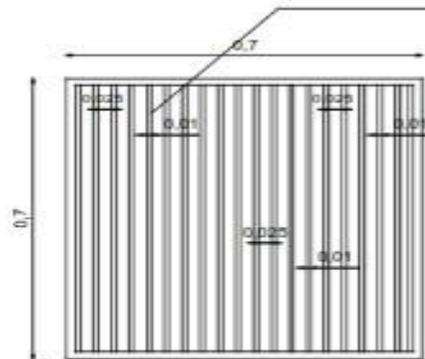
EXAMEN MICROBIOLÓGICO

CÓDIGO 009-17

CLIENTE: Sr. Estalín Chimbo		
DIRECCIÓN: Riobamba		TELÉFONO:
TIPO DE MUESTRA: Aguas residuales de camal		
FECHA DE RECEPCIÓN: 09 de enero del 2018		
EXAMEN FISICO		
COLOR: Rojizo		
OLOR: Característico		
ASPECTO: Presencia de solidos		
PARÁMETROS	MÉTODO	RESULTADO
<i>Coliformes fecales UCF/100ml</i>	NORMA INEN 1529-8	3.1 x 10 ⁷
FECHA DE ANÁLISIS: 09 de enero del 2018		
FECHA DE ENTREGA : 17 de enero del 2018		
RESPONSABLE:		
 Dra. Gina Álvarez R.		
<p>El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.</p>		

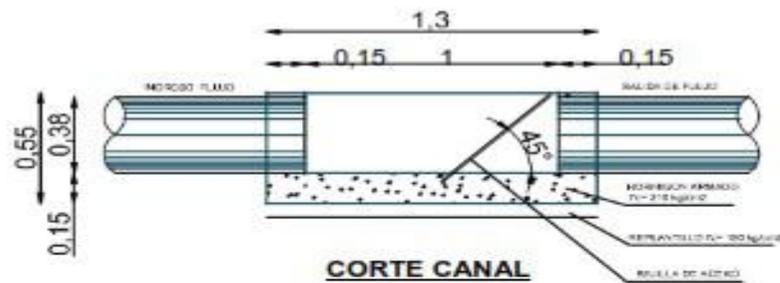
Anexo K. Planos civiles del Sistema de tratamiento de aguas residuales para el centro de Faenamiento Municipal del Catón Quinindé.

REJILLAS DE ACERO e= 10mm



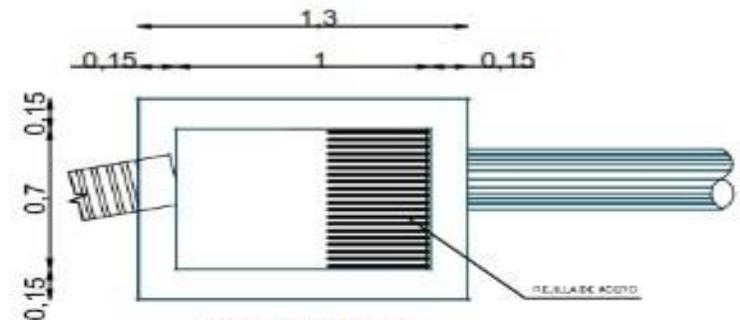
REJILLA

ESC. 1:10



CORTE CANAL

ESC. 1:10



PLANTA CANAL

ESC. 1:10

NOTAS

PLANTA REJILLA
PLANTA Y CORTE CANAL

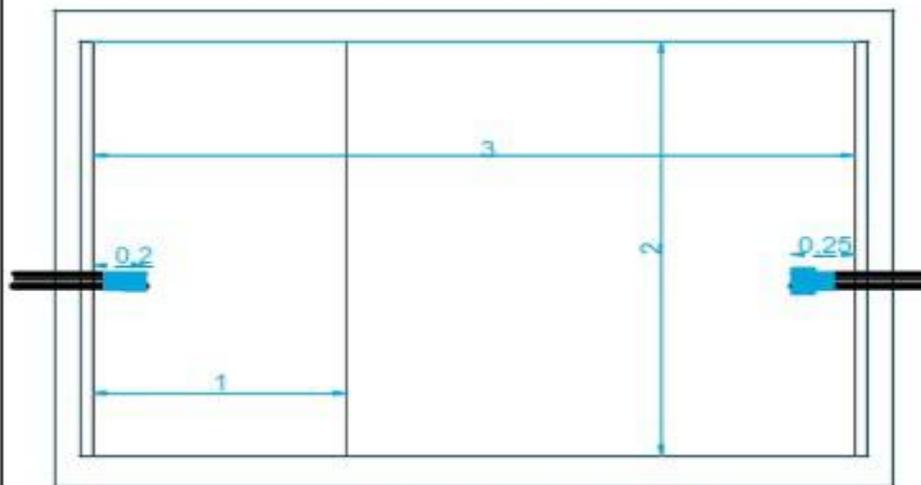
CATEGORIA DEL DIAGRAMA

- Certificado
- Aprobado
- Por Calificar
- Por Eliminar
- Por Aprobar
- Para Información

CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS

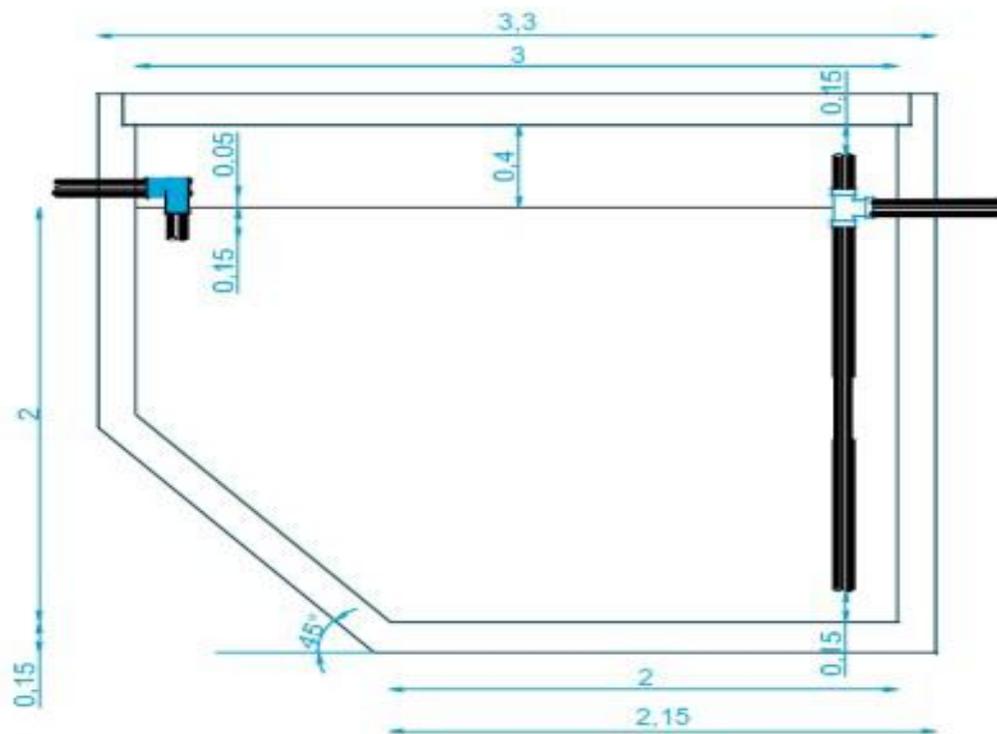
REJILLA Y CANAL

	Escala	Fecha
1/6	LAS INDICADAS	2018 MARZO



PLANTA TRAMPA DE GRASA

ESC. 1:10



CORTE TRAMPA DE GRASA

ESC. 1:10

NOTAS

PLANTA Y CORTE
TRAMPA DE GRASA

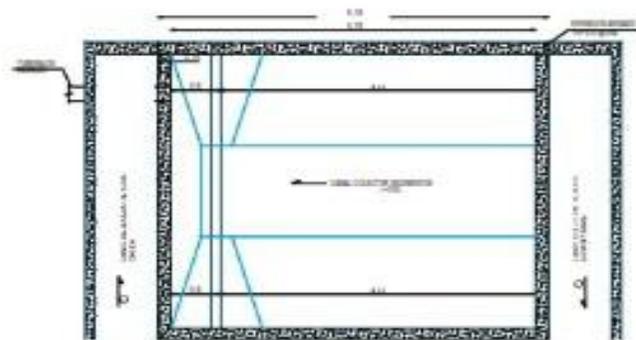
CATEGORIA DEL DIAGRAMA

- Certificado
- Aprobado
- Por Calificar
- Por Eliminar
- Por Aprobar
- Para Información

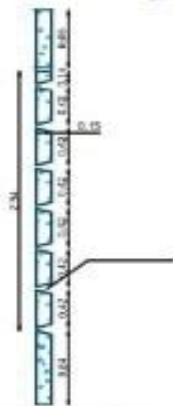
CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS

TRAMPA DE GRASA

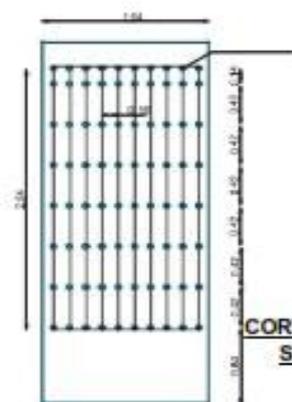
	Escala	Fecha
2/6	LAS INDICADAS	2016 MARZO



PLANTA SEDIMENTADOR

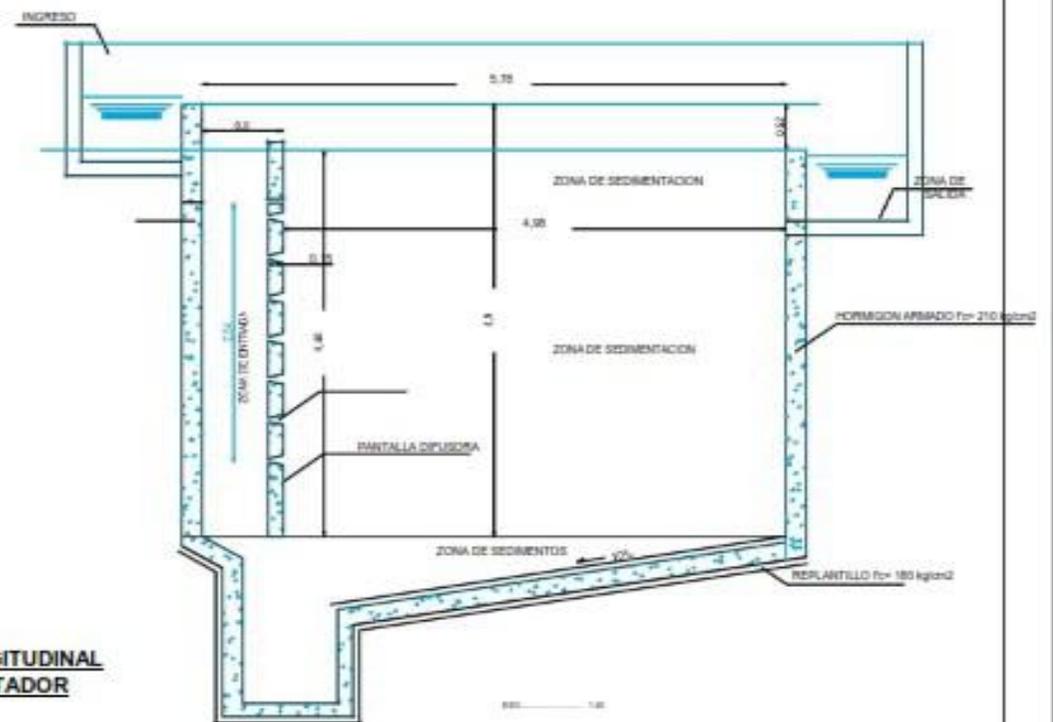


CORTE PANTALLA DIFUSORA



VISTA PANTALLA DIFUSORA

CORTE LONGITUDINAL SEDIMENTADOR



NOTAS

PLANTA Y CORTES DE PANTALLA DIFUSORA SEDIMENTADOR

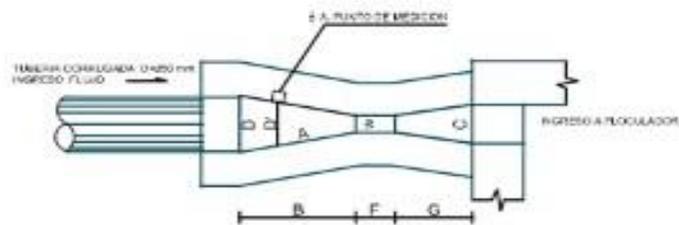
CATEGORIA DEL DIAGRAMA

- Certificado
- Aprobado
- Por Calificar
- Por Eliminar
- Por Aprobar
- Para Información

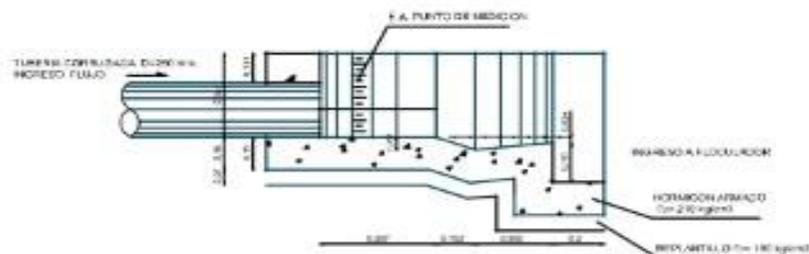
CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS

SEDIMENTADOR

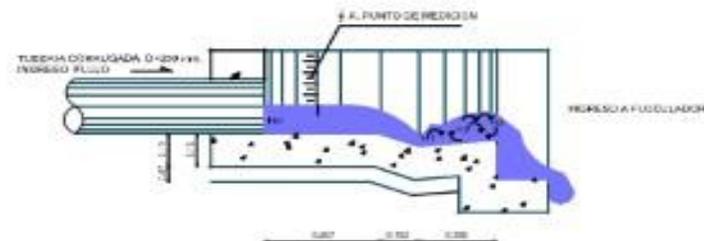
	Escala	Fecha
3/6	LAS INDICADAS	2018 MARZO



PLANTA CANAL DE PARSHALL



CORTE CANAL DE PARSHALL



CANAL DE PARSHALL FLUJO

NOTAS

PLANTA Y CORTE CANAL DE PARSHALL

CATEGORIA DEL DIAGRAMA

- Certificado
- Aprobado
- Por Calificar
- Por Eliminar
- Por Aprobar
- Para Información

CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS

CANAL DE PARSHALL

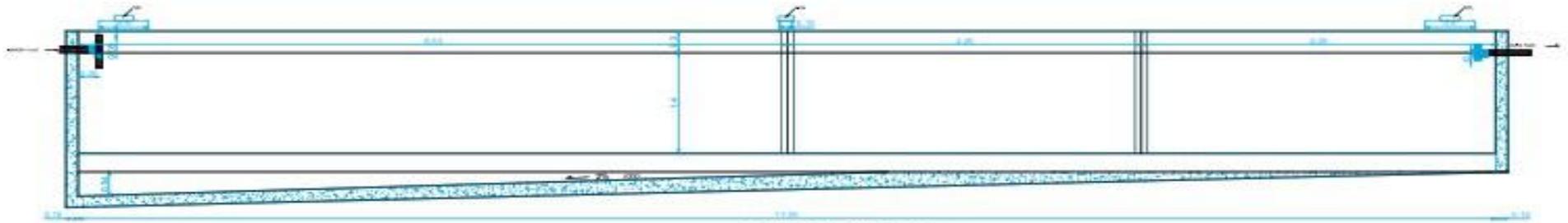
Escala

Fecha

4/6

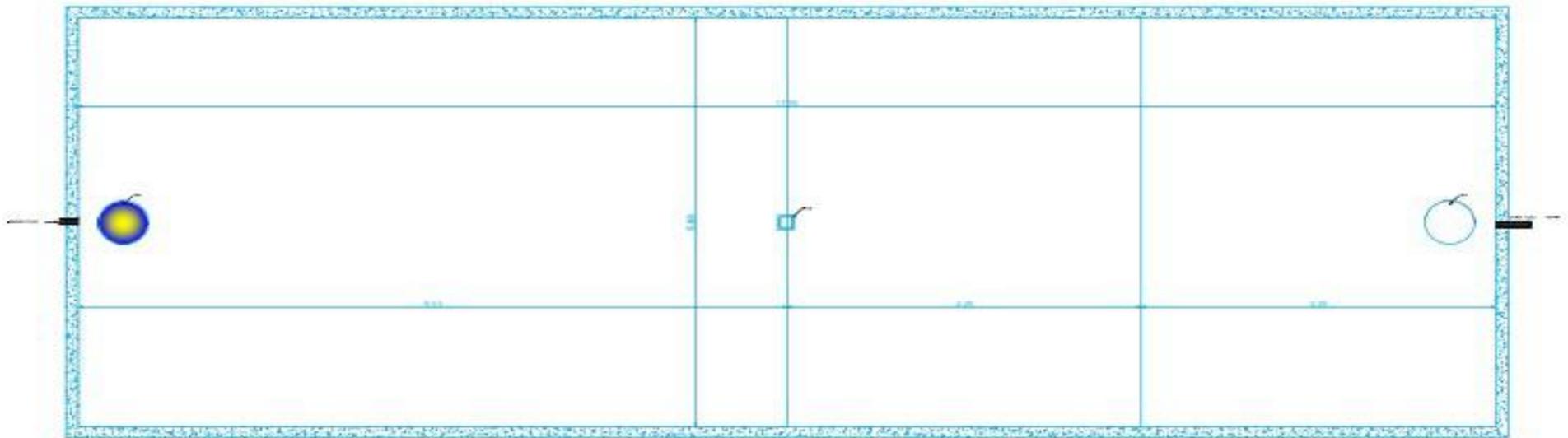
LAS INDICADAS

2016 MARZO



CORTE FOSA SEPTICA

0m — 1.00m



PLANTA FOSA SEPTICA

NOTAS

PLANTA Y CORTE FOSA SEPTICA

CATEGORIA DEL DIAGRAMA

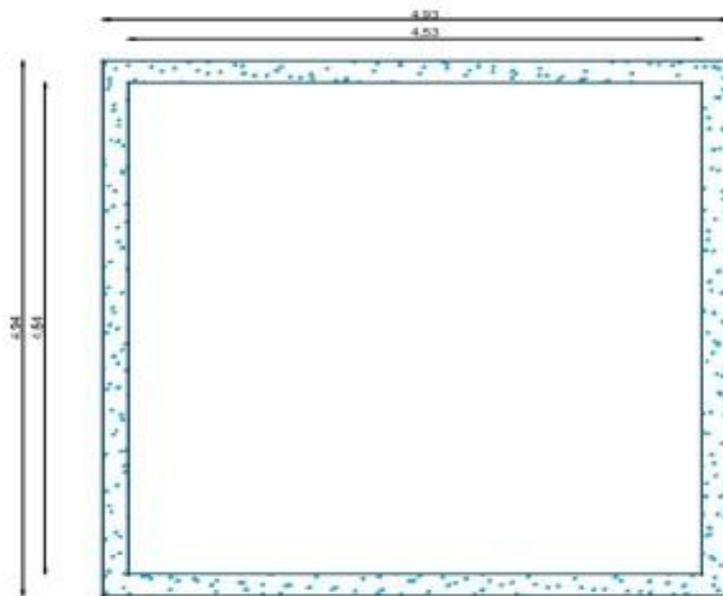
- Certificado
- Aprobado
- Por Calificar
- Por Eliminar
- Por Aprobar
- Para Informacion

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS
 ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
 STALIN DARIÓ CHIMBO MORENO

FOSA SEPTICA

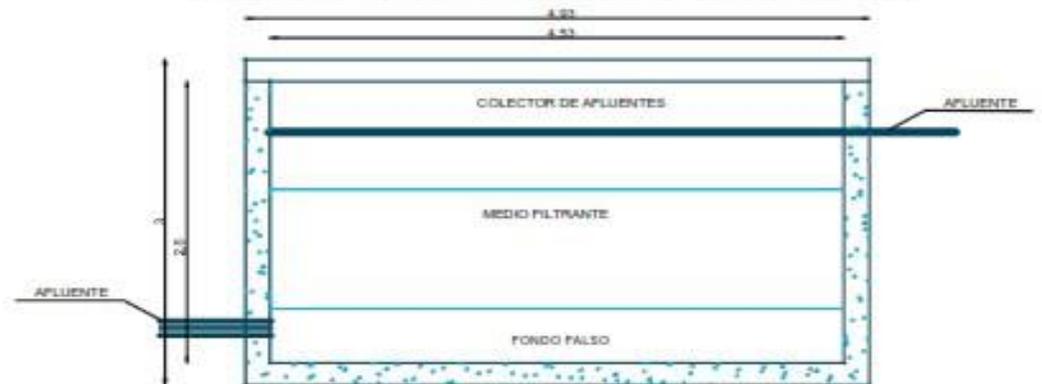
Láminas	Escala	Fecha
5/6	LAS INDICADAS	2018 AGOSTO



PLANTA CANAL

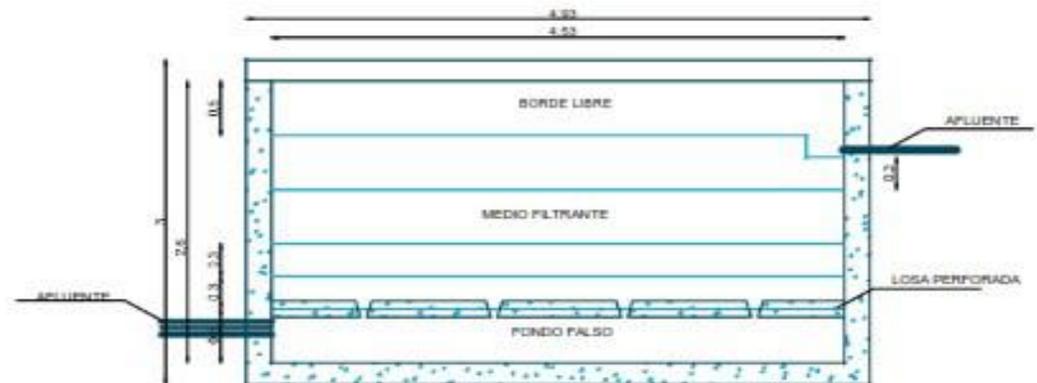
ESC. 1:50

FILTRO ANAEROBICO DE FLUJO ASCENDENTE, FAFA



FILTRO ANAEROBICO

ESC. 1:50



FILTRO ANAEROBICO

FILTRO ANAEROBICO DE FLUJO

NOTAS

PLANTA Y CORTE FILTRO ANAEROBICO

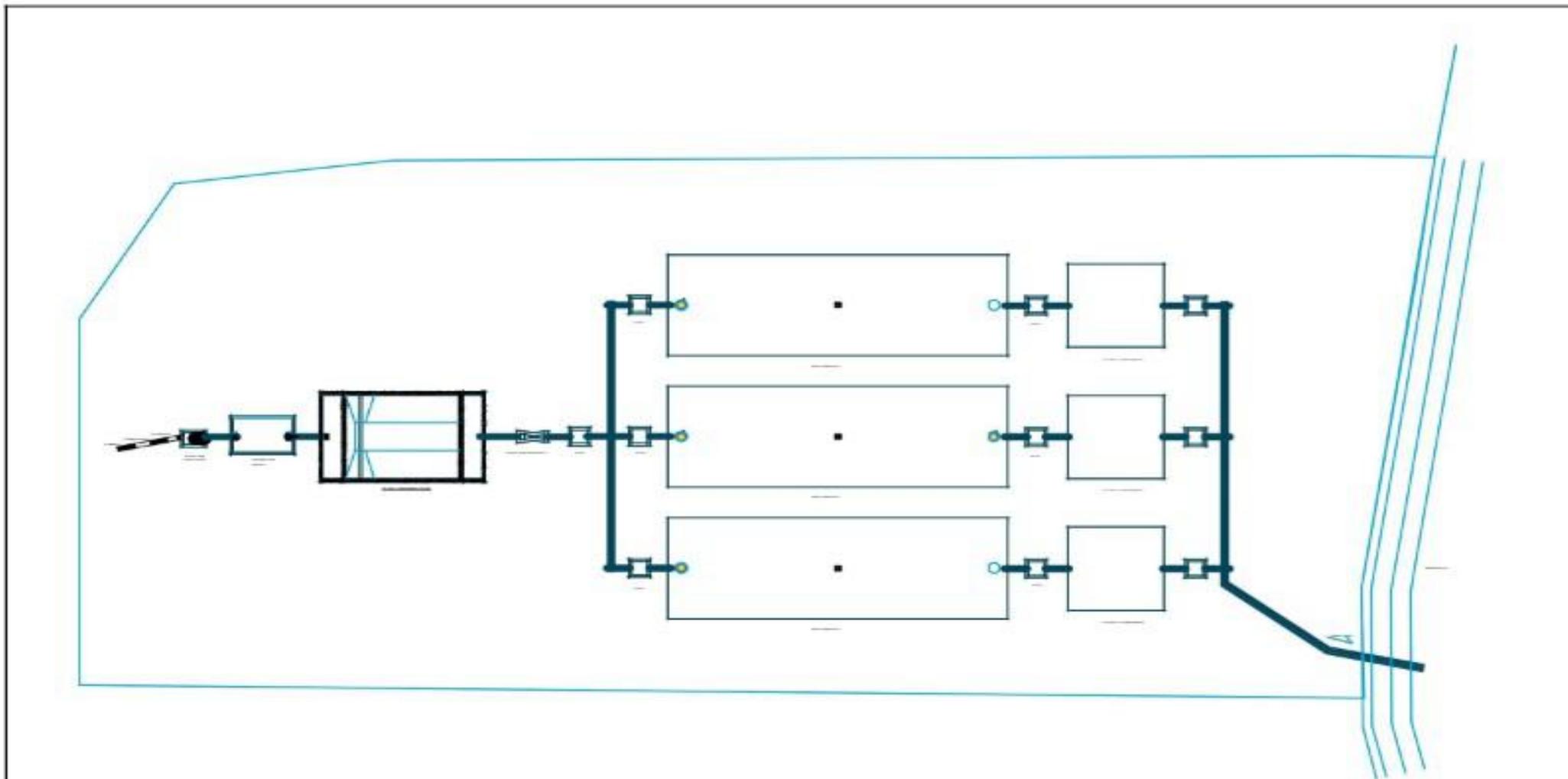
CATEGORIA DEL DIAGRAMA

- Certificado
- Aprobado
- Por Calificar
- Por Eliminar
- Por Aprobar
- Para Información

CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS

ASCENDENTE, FAFA

	Escala	Fecha
6/6	LAS INDICADAS	2016 MARZO



NOTAS

IMPLANTACION
AREA TERRENO 2000 M2

CATEGORIA DEL DIAGRAMA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Certificado | <input type="checkbox"/> Por Eliminar |
| <input checked="" type="checkbox"/> Aprobado | <input type="checkbox"/> Por Aprobar |
| <input type="checkbox"/> Por Calificar | <input type="checkbox"/> Para Información |

CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS

TRAMPA DE GRASA

	Escala	Fecha
1/7	LAS INDICADAS	2010 MARZO