



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

**REDISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
RESIDUAL EN LA PARROQUIA ALSHI/9 DE OCTUBRE EN LA
PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR: MIGUEL ANGEL VINZA CHIMBOLEMA

DIRECTOR: ING. WILLIAM ESTUARDO CARRILLO BARAHONA

Macas – Ecuador

2022

© 2022, Miguel Angel Vinza Chimbolema

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

Yo, Miguel Angel Vinza Chimbolema, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

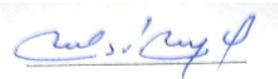
Macas, 20 de diciembre de 2022



Miguel Angel Vinza Chimbolema
145006767-1

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Técnico, **REDISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL EN LA PARROQUIA ALSHI/9 DE OCTUBRE EN LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO**, realizado por el señor: **MIGUEL ANGEL VINZA CHIMBOLEMA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Carlos Santiago Curay Yaulema PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		20-12-2022
Ing. William Esturado Carrillo Barahona DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN		20-12-2022
Ing. Ximena Rashell Cazorla Vinuesa MIEMBRO DEL TRIBUNAL		20-12-2022

DEDICATORIA

El presente trabajo de integración curricular va dedicado para mi papá mi mamá, para mis hermanos y hermanas, para mí abuelita Rosa allá en el cielo, abuelita este trabajo es para usted, gracias a todos que me apoyaron y contuvieron los momentos malos y en los buenos momentos, a mis amigos gracias a todos que siempre me apoyaron en el transcurso de mis estudios. Gracias a todos por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento.

Miguel

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, rodeado de amistades que me dejaron grandes lecciones de vida, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo, a mi Poli querida por haberme brindado sabios conocimientos para mi formación académica, al Ing. William Carrillo, director de tesis, a la Ing. Rashell Cazorla, miembro de tesis, gracias por su asesoramiento y aporte para la realización de mi investigación, por brindarme su amistad y paciencia para cumplir mi objetivo.

A todos los maestros de las diferentes materias de la ESPOCH, gracias por sus enseñanzas, conocimiento y por formarnos como excelentes profesionales y buenos seres humanos.

Miguel

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN.....	xv
SUMMARY	xv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	3
1.1	Antecedentes	4
1.2	Planteamiento del problema	4
1.3	Formulación del problema	5
1.4	Justificación.....	5
1.5	Objetivos	6
1.5.1	<i>Objetivo general</i>	6
1.5.2	<i>Objetivos específicos</i>	6

CAPÍTULO II

2	MARCO TEÓRICO	7
2.1	Antecedentes de la investigación	7
2.2	Bases teóricas	7
2.2.1	<i>Aguas residuales</i>	7

2.2.2	<i>Características de aguas residuales</i>	8
2.2.3	<i>Tipos de aguas residuales</i>	10
2.2.4	<i>Alternativas de tratamiento</i>	13
2.2.5	<i>Normas de descarga de efluentes a un cuerpo de agua receptor: Agua dulce</i>	14

CAPÍTULO III

3	MARCO METODOLÓGICO	17
3.1	Localización del proyecto	17
3.1.1	<i>Ubicación</i>	17
3.1.2	<i>Limites</i>	17
3.1.3	<i>Localización Geográfica</i>	17
3.1.4	<i>Tamaño de la población</i>	18
3.1.5	<i>Climatología</i>	18
3.2	Ingeniería del proyecto	18
3.2.1	<i>Tipo de estudio</i>	18
3.3	Métodos y técnicas	18
3.3.1	<i>Métodos</i>	18
3.4	Materiales y equipos	19
3.5	Identificación de variables	20
3.5.1	<i>Variable dependiente</i>	20
3.5.2	<i>Variable independiente</i>	20
3.6	Caracterización del agua	20
3.6.1	<i>Método de muestreo</i>	20
3.7	Técnicas	20
3.7.1	<i>Determinación del caudal</i>	20
3.7.2	<i>Muestreo de las aguas residuales</i>	22
3.7.3	<i>Caracterización de las aguas residuales</i>	23
3.8	Resultado de los análisis del laboratorio	24
3.9	Caracterización de las aguas residuales en el punto de descarga	26

3.10	Medición de caudales	26
3.11	Cálculo del crecimiento poblacional.....	27
3.12	Elaboración de planos.....	29
3.13	Periodo de diseño	29

CAPÍTULO IV

4	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	39
4.1	Dimensionamiento del sistema de tratamiento de agua residual	39
4.1.1	<i>Cálculo de la población</i>	39
4.1.2	<i>Caudal de diseño</i>	40
4.1.3	<i>Cantidad de agua residual</i>	40
4.1.4	<i>Caudal medio de aguas residuales</i>	41
4.2	Factor de mayoración	41
4.2.1	Caudal de infiltración	42
4.2.2	Caudal de conexiones erradas.....	42
4.3	Caudal de diseño	43
4.3.1	<i>Caudal mínimo de diseño ($Q_{mindiseño}$)</i>	43
4.4	Cálculo para el caudal medio diario.....	44
4.4.1	<i>Dimensión del canal de llegada</i>	44
4.4.2	<i>Coefficiente de Manning</i>	45
4.4.3	<i>Radio hidráulico</i>	46
4.4.4	<i>Verificación de la velocidad</i>	47
4.5	Dimensionamiento de las rejillas.....	48
4.5.1	<i>Área libre al paso del agua</i>	48
4.5.2	<i>Tirante del agua en el canal</i>	48
4.5.3	<i>Altura del canal (H)</i>	49
4.5.4	<i>Longitud de las barras (lb, m)</i>	49
4.5.5	<i>Numero de barras</i>	49
4.5.6	<i>Pérdida de carga</i>	49

4.5.7	<i>Velocidad en el canal de aproximación</i>	49
4.6	Dimensionamiento del desarenador	50
4.7	Dimensiones del desarenador	52
4.7.1	<i>Longitud del desarenador</i>	52
4.7.2	<i>Profundidad del desarenador</i>	52
4.7.3	<i>Área total</i>	52
4.7.4	<i>Velocidad horizontal</i>	52
4.7.5	<i>Periodo de retención</i>	53
4.7.6	Tiempo de retención	53
4.7.7	<i>Longitud de transición al ingreso del desarenador</i>	53
4.8	Dimensionamiento de lecho de secado	53
4.8.1	<i>Carga de sólidos que ingresa al sedimentador</i>	54
4.8.2	<i>Masa de sólidos que conforman los lodos</i>	54
4.8.3	<i>Volumen diario de lodos digeridos</i>	54
4.8.4	<i>Volumen que se va a extraerse del desarenador</i>	54
4.8.5	<i>Área lecho de secado</i>	55
4.9	Dimensionamiento de la trampa de grasas y aceites	55
4.9.1	<i>Cálculo del área superficial de la trampa de grasas A, m^2</i>	55
4.9.2	<i>Cálculo del ancho de la trampa de grasas (b, m)</i>	55
4.9.3	<i>Cálculo de la longitud de la trampa de grasas (L, m)</i>	56
4.9.4	<i>Cálculo del tiempo de retención en la trampa de grasa (TR, min)</i>	56
4.9.5	<i>Cálculo del tanque de purificación</i>	56
4.9.6	<i>Cálculo del tiempo de contacto (t, min)</i>	56
4.9.7	<i>Cálculo del volumen de la cámara de contacto (VVC, m^3)</i>	57
4.10	<i>Cálculo del largo del tanque (L, m)</i>	57
4.10.1	<i>Cálculo de la profundidad del tanque (h, m)</i>	57
4.11	<i>Dosificación de cloro</i>	57
4.12	<i>Presupuesto mínimo para la implementación de la planta de tratamiento</i>	58

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES	62
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Límites permisibles de descarga a un cuerpo de agua dulce.....	14
Tabla 1-3:	Distribución de la población de la parroquia Alshi/9 de Octubre	18
Tabla 2-3:	Descripción de los materiales y equipos.....	19
Tabla 3-3:	Coordenadas del punto de muestreo.....	20
Tabla 4-3:	Resultados de la medición de caudales de las aguas residuales	22
Tabla 5-3:	Fechas del muestreo de las aguas residuales para determinar su caudal	23
Tabla 6-3:	Técnicas de análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	24
Tabla 7-3:	Muestreo 1: En la entrada a la planta de tratamiento.....	25
Tabla 8-3:	Muestreo 2: En el punto de descarga de las aguas residuales.....	26
Tabla 9-3:	Proyección de la población de la parroquia Alshi/9 de Octubre	28
Tabla 10-3:	Parámetros de dimensionamiento de rejillas de la planta de tratamiento	33
Tabla 1-4:	Datos para el cálculo de la población de diseño de la planta de tratamiento.....	39
Tabla 2-4:	Promedio de la medición del caudal de la parroquia Alshi/ 9 de Octubre.....	40
Tabla 3-4:	Determinación de los datos para el cálculo del Caudal medio	41
Tabla 4-4:	Dimensionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.....	45
Tabla 5-4:	Dimensionamiento de las rejillas de la planta de tratamiento	48
Tabla 6-4:	Dimensionamiento del desarenador.....	50
Tabla 4-7:	Dimensionamiento del lecho de secado para la planta de tratamiento	53
Tabla 4-8:	Dimensionamiento de la trampa de grasas y aceites de las aguas residuales	55
Tabla 9-4:	Dimensionamiento del tanque de purificación de las aguas residuales	56
Tabla 10-4:	Determinación del presupuesto	58
Tabla 11-4:	Costos de gestión para la implementación de la unidad de tratamiento	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-3: Ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales	17
Figura 2-3: Vertedero circular	21

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Descripción de los métodos utilizados en el rediseño de la planta	19
Gráfico 2-3: Variación de medición del caudal de las aguas residuales	22

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** INFORME DE ANÁLISIS-PUNTO DE ENTRADA
- ANEXO B:** INFORME DE ANÁLISIS-PUNTO DE SALIDA
- ANEXO C:** INFORME DE ANÁLISIS-PUNTO DE ENTRADA
- ANEXO D:** INFORME DE ANÁLISIS-PUNTO DE SALIDA
- ANEXO E:** INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS-PUNTO DE ENTRADA
- ANEXO F:** TOMA DE MUESTRAS
- ANEXO G:** ANÁLISIS DE LA MUESTRA 1
- ANEXO H:** ANÁLISIS DE LA MUESTRA 2
- ANEXO I:** PREPARACIÓN DE SOLUCIONES
- ANEXO J:** PREPARACIÓN DE MUESTRAS
- ANEXO K:** PREPARACIÓN DE MUESTRAS
- ANEXO L:** PLANO DE PLANTA DE TRATAMIENTO
- ANEXO M:** CANAL DE ENTRADA
- ANEXO N:** REJILLAS
- ANEXO O:** DESARENADOR
- ANEXO P:** TRAMPA DE GRASAS Y ACEITES
- ANEXO Q:** LECHO DE SECADO
- ANEXO R:** TANQUE DE DESINFECCIÓN
- ANEXO S:** PLANO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO ACTUAL

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo el rediseño un sistema de tratamiento de aguas residuales ubicado en la parroquia Alshi/9 de Octubre de la provincia de Morona Santiago. La investigación se inició con la caracterización de las aguas residuales mediante el análisis de los parámetros físico-químicos y microbiológicos. Se analizaron diez parámetros (temperatura, pH, sólidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, nitratos, fosfatos, aceites y grasas, coliformes fecales y turbidez) siguiendo la metodología establecida por el “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*”. El dimensionamiento se llevó a cabo mediante la toma del caudal en los días con mayor producción de la planta, así como las muestras de agua residual en la llegada y en el punto de descarga hacia el cuerpo receptor para su debida caracterización, obteniendo los parámetros fuera de norma, con los siguientes valores; coliformes totales 7800 UFC/mL; coliformes fecales 8000 UFC/mL; DQO 266.8 mg/L ; aceites y grasas 23 mg/L ; DBO₅ 134 mg/L ; sólidos totales 1704.8 mg/L; nitratos 10.94 mg/L; sulfatos 1186.2 mg/L, seguidamente se realizó pruebas de tratabilidad, determinándose que el tratamiento más adecuado es utilizando cloro residual por la facilidad de adquisición y de muy bajo costo. Se concluyo que la planta de tratamiento de agua residual de la parroquia Alshi/9 de Octubre debe contar con las siguientes unidades de tratamientos: un canal de entrada, rejillas, desarenador, trampa de grasas, estanque de lecho de secado y un tanque de cloración, sistema que permite que los parámetros físico químico y microbiológica se encuentren dentro del límite permisibles establecidos por el TULSMA. Se recomienda realizar la caracterización físico-químico del agua residual, así como la medición del caudal de forma continua para obtener una información más detallada y con ello determinar el correcto funcionamiento del sistema de depuración de los sedimentos.

Palabras clave: <INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA>, <INGENIERÍA QUÍMICA>, <TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES>, <TULSMA>, <ALSHI(PARROQUIA)>, <MORONA SANTIAGO (PROVINCIA)>.

0295-DBRA-UPT-2023



ABSTRACT

The main objective of the current research work was to redesign a wastewater treatment system for Parroquia Alshi/9 de Octubre, located in Morona Santiago Province. The research began with the characterization of the wastewater by analyzing the physicochemical and microbiological parameters that is why ten parameters were analyzed: (temperature, pH, total solids, biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, nitrates, phosphates, oils and fats, fecal coliforms and turbidity) through the methodology established by the "*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*". The sizing was carried out by taking the flow rate on the days with the highest plant production; as well as wastewater samples at the arrival and at the discharge point toward the receiving body for proper characterization obtaining the parameters outside the standard, with the following values: total coliforms 7800 UFC/mL; fecal coliforms 8000 UFC/mL; DQO 266.8 mg/L; oils and fats 23 mg/L; DBO₅ 134 mg/L; total solids 1704.8 mg/L; nitrates 10.94 mg/L; sulfates 1186.2 mg/L. After that, it carried out treatment tests determining that the most appropriate treatment is to use residual chlorine because it is easy to acquire and low cost. It was concluded that the wastewater treatment plant at Parroquia Alshi/9 de Octubre should have the following treatment units: an inlet channel, grids, sand trap, grease trap, drying bed pond and a chlorination tank, besides a system that allows the physical-chemical and microbiological parameters to be within the permissible limit established by the TULSMA. Finally, it is recommended to carry out the physical-chemical characterization of the wastewater, as well as the continuous measurement of the flow rate to obtain more detailed information in order to determine the correct operation of the sediment treatment system.

Keywords: <CHEMICAL ENGINEERING AND TECHNOLOGY>, <CHEMICAL <ENGINEERING>, <WASTEWATER TREATMENT>, <TULSMA>, <ALSHI (PARROQUIA)>, <MORONA SANTIAGO (PROVINCE)>.



By: Mauricio Martínez P

0602902504

INTRODUCCIÓN

La contaminación del agua en el mundo es un problema ambiental, que no solo los países en vías de desarrollo sufren, sino todos los sectores de la población (Guardarrama et al., 2016, p.2). Debido al mal manejo de las aguas contaminadas de las grandes o pequeñas ciudades que se encuentran cerca de las zonas costeras, el 7% de las franjas que existen en las zonas costeras sudamericanas y el 6% de las mesoamericanas se encuentran en un alto riesgo debido a las descargas de aguas contaminados por drenajes municipales (Escobar, 2002, p.13).

En Ecuador el recurso agua se ha visto afectada debido al uso de agrotóxicos para el mejoramiento de la agricultura, debido a la práctica del monocultivo donde se necesitan de mayores cantidades de plaguicidas para la mejora de la producción (Isch, 2011, p.10). Otras de las causas de contaminación del líquido vital es el excesivo crecimiento urbano como también industrial que ocasionan enormes desechos residuales que son desechados directamente en el agua sin tratamiento previo (Guardarrama et al., 2016, p.10), esto ha generado la destrucción de los cuerpos de agua restringiendo así el uso del líquido para los distintos usos como es el riego o de uso recreativo (Castañeda et al., 2013, p.5).

La ciudad de Cuenca, que es una de las ciudades más grandes del Ecuador, posee una de las mejores plantas de tratamientos de aguas residuales, pero, las demás ciudades en su mayoría aguas contaminadas que están fuera de las normas establecidas para descarga de las aguas a un cuerpo receptor (Velasco et al., 2019, p.19), por la falta de planificación en los municipios, mantenimiento, operación que son competencias de estas entidades públicas para el control de la calidad de los vertidos o en muchos de los casos por falta de personal técnico (Peña et al., 2018, p.126).

En la provincia de Morona Santiago, el cantón Sucúa hasta el año 2014 esta ciudad no contaba con una planta de tratamiento de aguas por lo cual estas aguas contaminadas se desechaban al río Upano y al río Tutanagosa, y por esta razón se vieron obligados a construir una planta de tratamiento que ayuden a minimizar la contaminación hacia los cuerpos hídricos (Olmedo et al., 2013, p.2), la ciudad de Macas en el año 2014 generaba 80 litros de agua por segundo (cada habitante) de aguas contaminadas, y debido a esto se construyó la planta de tratamiento que está formado por una rejilla, y dos sedimentadores que se reparten a dos lagunas facultativas, que conjuntamente tienen un área de 1 hectárea, y una profundidad de 1,50 metros de profundidad, para su respectivo tratamiento (Peña et al., 2014, p.26).

En la parroquia Alshi/9 de Octubre existe un cuerpo de agua dulce al que son desechados las aguas residuales sin tratamiento previo, debido a esto, está siendo afectado gravemente el medio ambiente y la salud de los pobladores, debido a la acumulación de residuos sólidos y los malos olores (Cuenca et al., 2021, p.23), rediseñar la planta de tratamiento de aguas residuales para la parroquia Alshi/9 de Octubre es una alternativa que ayudará a cumplir con los objetivos, normas

y estándares para que no sobrepasen los límites permisibles para la descargas de aguas residuales a un cuerpo de agua dulce que son establecidas por el TULSMA para descargar aguas contaminadas hacia un cuerpo receptor (TULSMA, 2003, p.81).

CAPÍTULO I

1 DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

En la Tierra el agua cubre el 70% de la superficie de todo el planeta, y estos se los encuentran en océanos, ríos y lagos, el recurso agua es la fuente y el recurso para mantener la vida de todos los seres vivos que habitan en el planeta, debido a que tiene la posibilidad de controlar el clima de la Tierra (Fernández, 2012, p.148). El recurso agua es un elemento esencial para la vida de los seres humanos y de los animales, las personas hacemos uso de esta sustancia para satisfacer nuestras necesidades básicas y en muchos de los casos para el desarrollo de cualquier actividad económica (Banús y Beltrán, 2010, p. 9).

En México la contaminación del agua por el mal uso de las aguas ha traído serios problemas hacia las personas que habitan en dicho país, los cuerpos hídricos se ven afectados debido a las descargas de aguas residuales sin ningún tipo de tratamiento previo, afectando así a la salud humana (Toledo, 2022, pp.11-12), en Perú debido a la contaminación del líquido vital por las aguas residuales se están presentando diversas enfermedades como el cáncer y enfermedades cardiovasculares debido a las altas concentraciones de arsénico orgánico, cadmio y plomo en las aguas contaminadas (Larios et al., 2015, p.10). En Ecuador en la provincia de Manabí en la ciudad de Manta se implementó un diseño de una planta de tratamientos de aguas residuales, para las zonas con grandes precipitaciones durante todo el año, obteniendo así un gran resultado debido a que usaron una PTAR biológico, los resultados fueron positivos debido a que observaron remociones de materia orgánica provenientes de la ciudad (Velasco et al., 2019, pp.37-38).

Según (Moncayo, 2015, p.37) la parroquia Alshi/9 de Octubre, consta de 425 habitantes, el 80% se ubican en el centro urbanístico de la parroquia, estos habitantes cuentan con un sistema de alcantarillado deficiente y manejo inadecuado de aguas residuales proveniente de los domicilios, esto genera un problema ambiental como de salud pública para los que habitan esta parroquia, en especial para los habitantes que residen cerca de este vertimiento de aguas servidas (Lima et al., 1998, pp.16-17). Por eso se ha visto la necesidad de rediseñar la planta de tratamiento para las aguas residuales para la parroquia Alshi/9 de Octubre, esto identificando primeramente los diferentes problemas que trae consigo la deficiencia de la planta de tratamiento ya que presenta problemas de operación, debido a que una persona genera aproximadamente 1.4 kg/día, de carga orgánica según datos obtenidos.

1.1 Antecedentes

La utilización de las plantas de tratamientos de aguas residuales tuvo lugar en el año 3000 A.C., en Pakistán, debido a la acumulación de material desechados desde las casas denominados aguas residuales domésticas, se pudieron evidenciar los primeros tratamientos de estas aguas contaminadas formando así las plantas de tratamientos de aguas residuales, el primer diseño fue en París en 1806 el agua se trataba durante 12 horas pasando por un sistema de filtración que contenía arena, carbón y su capacidad de retención era de seis horas (UNESCO, 2016, p.1). En el 2001 en Argentina surgió la idea de construir humedales artificiales que ayudarían a la mejora y tratamiento de aguas contaminadas con residuos por los diferentes procesos de fabricación, la empresa “BAHCO” decidió crear una etapa que ayudara al pulido final a su sistema de tratamiento de efluentes (Frers, 2008, p.303).

En Ecuador existen aproximadamente 250 ciudades en se sitúan en las costas con poblaciones aproximadas a 1000.000 habitantes, debido a la población excesiva se ven afectadas las playas de uso recreacional por las descargas de aguas residuales sin tratamiento, esto ha tenido un impacto negativo no solo en la salud de los pobladores sino también en el turismo, debido a esto se ha planteado la idea de crear una PTAR que ayuden a disminuir el impacto que se está generando en estas zonas (Peña et al., 2018, p.162). En el cantón Naranjito según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos en el año 2010, contaba con aproximadamente 37.000 habitantes, las cuales desechaban los residuos al alcantarillado público, y que conducía a la PTAR traía diversos problemas de salud hacia la ciudadanía, en el año 2010 implementaron una laguna de tratamiento biológico utilizando plantas (jacinto de agua) autóctonas de la zona que es una alternativa potencial y de bajo costo (Gavilánez, 2016, pp.31-32).

1.2 Planteamiento del problema

Como es de conocimiento mundial el agua es un elemento esencial para la vida de los seres humanos y de los animales, las personas hacemos uso de esta sustancia para satisfacer nuestras necesidades básicas y en muchos de los casos para el desarrollo de cualquier actividad económica. La parroquia Alshi/9 de Octubre según la (INEC, 2010, párr. 2), consta de 425 habitantes, el 80% se ubican en el centro urbanístico de la parroquia, estos habitantes cuentan con un sistema de alcantarillado deficiente y un mal manejo de aguas residuales proveniente de este pueblo, esto hace que se genere un problema ambiental como de salud pública para los que habitan esta parroquia, en especial para los habitantes de actualmente residen cerca de este vertimiento de aguas servidas.

Es por eso por lo que se ha visto la necesidad de rediseñar la planta de tratamiento para las aguas residuales para la parroquia Alshi/9 de Octubre, esto identificando primeramente los diferentes

problemas que trae consigo la deficiencia de la planta de tratamiento ya que presenta problemas de operación

1.3 Formulación del problema

¿El rediseño de la planta de tratamiento de aguas residuales garantizará una mejor expulsión de contaminantes mediante la descarga de esta agua residual a las fuentes hídricas de la población de Alshi/9 de Octubre?

1.4 Justificación

En las municipalidades del país muchas de las veces no existen ningún tipo de interés en la implementación de acciones que traten y manejen los desechos sólidos y líquidos, estas aguas son vertidas a suelo abierto o en los cuerpos de aguas sin ningún tipo de tratamiento, esto hace que ocasionen problemas con la salud y problemas medioambientales que contaminan los ríos, fuentes de aguas o reservorios.

Por lo mencionado anteriormente, es necesario que, en la parroquia Alshi/9 de Octubre, deberían de existir todos los servicios que son indispensables, ya que tiene diversas razones, una de las principales sería cuidar el medio ambiente manejando y tratando las aguas residuales.

Por esto se ha visto la obligación de realizar un diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales en esta parroquia para el beneficio de las futuras generaciones.

1.5 Objetivos

1.5.1 *Objetivo general*

Rediseñar la planta de tratamiento de agua residual en la parroquia Alshi/9 de Octubre en la provincia de Morona Santiago.

1.5.2 *Objetivos específicos*

- Caracterizar los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales de la parroquia Alshi/9 de Octubre.
- Dimensionar el rediseño de la planta de tratamiento de agua residual en la parroquia Alshi/9 de Octubre.
- Estimar los costos de demanda necesarios para el rediseño de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Modelar en 2D el rediseño de la planta de tratamiento en el software AutoCad.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Existen diversos trabajos que son dirigidos a este tipo de estudios, mencionados a continuación: “Diseño de una planta de tratamiento de agua residuales para ser utilizado en el riego del parque Samanes” Tesis de grado ubicado en la ciudad de Guayaquil (Ronquillo, 2016, p. 2), donde realizaron un tratamiento terciario debido a que se encontraron microorganismos, donde se trató y se utilizó posteriormente para el riego del parque.

En el año 2017 se realizó la tesis de grado denominado “Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para una empresa de curtiembre” ubicada en la ciudad de Quito (Lombeida, 2017, p. 34).

En la Universidad Politécnica Salesiana en el año 2020 se realizó un proyecto de grado denominado “Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales industriales para una empresa empaquetadora y exportadora de camarón en la ciudad de Guayaquil” estudio importante para determinar el balance de masa que generaba esta empresa (Sánchez y Román, 2020, p. 65).

La universidad Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en una tesis de grado propuso un proyecto de grado denominado “Diseño de un sistema de tratamientos de aguas residuales para la comunidad de Nisag en el cantón Alausí” en el año 2013 (Berrones, 2014, p. 34).

En el año 2013 la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo realizo una tesis de grado denominado “Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la parroquia Simbae” en el año 2013 (Berrones, 2014, p. 23).

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en el año 2014 realizó un trabajo de titulación denominado “Rediseño de una planta de tratamientos de aguas residuales para Ep-Empresa municipal de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Guaranda”, dirigido por (Bucay, 2014, p. 33).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Aguas residuales

Las aguas residuales son todas aquellas aguas que son generados por los seres humanos, que pueden llegar a presentar un riesgo que deben de ser desechadas, debido a que contienen gran cantidad de sustancias y/o microorganismos (OEFA, 2014, p.2).

2.2.1.1 *Clasificación de las aguas residuales*

Las aguas residuales pueden darse de forma artificial o de forma natural según los contaminantes que están siendo parte de los residuos, a continuación, se enlista los tipos de aguas contaminadas que son más comunes en las ciudades según las caudas o las actividades que los ocasionan:

- **Aguas pecuarias:** Son las que son desarrolladas por las actividades de la ganadería, debido a que esta actividad se genera en todas las partes del mundo y el no contar con un sistema que trate el estiércol la lluvia arrastra los desechos hasta las aguas dulces contaminando así el cuerpo que lo recibe (Vallejo, 2019, p.126).
- **Aguas industriales:** Según (Rodríguez et al., 1997, p.10), las aguas residuales industriales son todas aquellas que pueden ser vertidas desde las empresas que son dispuestos para diferentes actividades comercial o en muchos de los casos industrial, con una excepción de las aguas residuales domésticas y las aguas de escorrentía pluvial.
- **Aguas residuales domesticas:** Estas aguas residuales se generan en diferentes zonas de trabajo como en oficinas, centros comerciales y principalmente en los hogares, por lo cual su principal contaminación vendría siendo por la descarga de aguas fecales, aguas con detergentes y grasas, además, cuentan con un alto contenido de microorganismos que causan enfermedades (Castañeda et al., 2013, p.3).
- **Aguas residuales de origen agrícola:** Las aguas residuales agrícolas se generan por la utilización de contaminantes en la agricultura, estos contaminantes pueden afectar a la flora y a la fauna en cualquier zona, las fuentes de contaminación pueden ser de origen orgánico o de origen inorgánicos como los pesticidas (Batista et al., 2009, p. 4958).

2.2.2 *Características de aguas residuales*

2.2.2.1 *Características físicas*

Existen 6 características físicas de las aguas residuales: contenido de sólidos, turbiedad, color olor, temperatura y conductividad.

Sólidos: En las aguas residuales la concentración y la eficiencia de los parámetros de tratamientos puede darse mediante la determinación de los sólidos suspendidos totales y sólidos suspendidos volátiles, para la verificación del diseño del tanque de sedimentación es mediante los sólidos sedimentables.

Turbidez: La turbiedad del agua es la propiedad óptica que impiden la penetración de la luz y no transfiera la suspensión, esto se da muchas de las veces por la variabilidad de las partículas que

están suspendidas de diferentes tamaños, arcillas, limo, materia orgánica y otros inorgánicos que están ligados a otros microorganismos (Deloya, 2006, p.31).

Color: El color de las aguas residuales por lo general suele ser de color gris o pardo, o en muchos de los casos debido a los diferentes procesos anóxicos el color puede tornarse de color negro (Espigares et al., 2015, p.10).

Olor: En muchos de los casos no existe el mal olor en aguas residuales frescas, debido a que existen diversidad de compuestos removidos mediante la degradación biológica sin la presencia de oxígeno (anaerobia), el mal olor es causado por el sulfuro de hidrogeno en las aguas residuales (Zaragoza, 2010, p.12).

Temperatura: La temperatura de las aguas residuales en su gran mayoría es superior a la del agua potable, la temperatura suele ser alta debido a que en la parte domestica utilizan agua caliente para los diferentes tipos de actividades que se estén llevando a cabo (Espigares et al., 2015, pp.10-11).

Conductividad: La conductividad es la capacidad que tiene para transportar la energía, debido a que en el agua se encuentran distintas sustancias disueltas ionizadas y esto depende según la temperatura que se esté siendo expuesta (Suarez, 2021, p.2).

2.2.2.2 *Características químicas*

Todas las aguas residuales han recibido sales y diferentes materias orgánicas, debido a que las personas descartar la materia por los desagües, además, la eliminación de detergentes y desinfectantes que son eliminados todos los días hacia el alcantarillado público:

pH: Es la concentración del ion hidrógeno es un parámetro muy utilizado para las aguas naturales y las aguas residuales, debido a que presenta inconvenientes en el tratamiento con procesos biológicos (Vásquez et al., 2016, pp. 12-13).

Grasas y aceites: En las aguas residuales la generación de aceites y grasas son generados principalmente en el ambiente doméstico, talleres de autos, diferentes procesadores de carnes y en algunas industrias de cosmetología, esto complica a cualquier tipo de tratamiento que se vaya a dar en las aguas residuales (Diéguez, 2016, pp. 2-3).

Cloruros: Los cloruros presentes en el agua son de procedencia de la disolución de suelos y rocas que están en constante contacto con el agua, en muchos de los casos las alcantarillas antiguas forman también potencialmente la presencia de cloruros (García et al., 2009, p. 1).

Detergentes: los detergentes se generan en las aguas residuales mediante la utilización de grandes cantidades en el aseo doméstico e industrial, estos se comportan como principales contaminantes debido a que son arrojados directamente al alcantarillado público (Sievers, 1963, p. 524).

Demanda química de oxígeno (DQO): Es la cantidad de oxígeno requerida para el proceso de oxidación o destrucción de la materia orgánica, el rango de las aguas residuales se encuentra entre 260 y 600 ppm (Ramírez et al., 2008, pp. 11-12).

Demanda bioquímica de oxígeno en cinco días (DBO₅): Es la cantidad de materia orgánica que se puede biodegradar en un tiempo de cinco días a 20°C, y se oxida biológicamente la materia orgánica (Navarro, 2015, p. 3).

2.2.2.3 *Características biológicas*

Dentro de las características biológicas se encuentran los microorganismos patógenos que provocan un sin número de enfermedades por lo cual para establecer un control más óptimo es necesario una serie de características, las bacterias y los microorganismos son muy importantes debido a que contribuyen a la descomposición y estabilización de la materia orgánica presente en las aguas residuales (Carbajal et al., 2012, pp. 70-73).

Organismos patógenos: las aguas residuales infectados son portadores de diversas enfermedades que son provocadas por los organismos patógenos presentes en las aguas negras, los organismos infecciosos son unos de los principales responsables de muertes en los países donde la gestión es nula sobre los recursos sanitarios, y con mucha más fuerza en las zonas tropicales (Zaragoza, 2010, p. 53).

2.2.3 *Tipos de aguas residuales*

Aguas residuales domesticas: Son todas aquellas producidas directamente desde los seres humanos procedentes de las heces y orina humana en otros casos también desde el aseo personal y de los desechos de la cocina ya que se obtienen gran cantidad de materia orgánica y microorganismos (Espigares et al., 2015, p. 2).

Aguas residuales industriales: Son todas aquellas aguas que son descargadas desde los locales que realizan diferentes tipos de actividades tanto comerciales como industriales, estas aguas son

otros tipos de aguas residuales que no son domésticas ni aguas de la lluvia (Fernández et al., 1997, p. 10).

Aguas residuales urbanas: Las aguas residuales urbanas son todas aquellas aguas que provienen de las aguas residuales domésticas, de las aguas de escorrentía y de aguas de diferentes procesos industriales estas aguas se recolectan en un sistema de recolección para su posterior tratamiento en una unidad específica (CENTA, 2008, p. 10).

2.2.3.1 *Tratamiento de aguas residuales*

El tratamiento de aguas residuales o estación depuradora de las aguas residuales (EDAR) es un sistema donde el agua residual pasa por diversas combinaciones de procesos de tratamientos físicos, químicos y microbiológicos, su principal objetivo es desechar la materia en suspensión, coloidales y el último y más importante las sustancias disueltas que contienen estas aguas, su objetivo principal es mejorar la calidad de las aguas residuales ya tratadas y así cumplan la normativa que existen en el Ecuador (Silva, 2004, p. 9).

2.2.3.2 *Necesidad del tratamiento de las aguas residuales*

Las enfermedades como la cólera, son directamente relacionadas con el mal manejo de las aguas residuales, debido a esto se logró revolucionar otra forma diferente de gestionar los sistemas de tratamientos acuáticos (RENAPRA, 2016, párr. 2).

2.2.3.3 *Pretratamiento*

Su principal objetivo de las aguas residuales es remover, reducir o modificar sólidos que son gruesos, medio o más finos, arenas, o en muchas de las ocasiones grasas y aceites que pueden estar presentes en el agua residual, que muchas de las veces pueden llegar a ser perjudiciales para la salud humana (CONAGUA, 2010, p. 9), en esta etapa están integradas el desbaste o más conocido como cribado, que es para eliminar partículas de gran tamaño a través de rejillas, tamizado que es usado para eliminar sustancias en suspensión, desarenado, utilizado para eliminar arenas y sustancias sólidas densas en suspensión y el último desengrasado, utilizado para eliminar aceites y grasas que se encuentran flotando traído esto por las aguas desde los domicilios o diferentes lugares de trabajo.

2.2.3.4 *Desbaste o cribado*

Esta operación es empleada para remover el material generalmente grueso que se encuentra flotando en estado de suspensión que están contenidas en las aguas residuales que pueden llegar a obstaculizar o dañar las bombas, tuberías y equipos de las plantas de tratamientos de aguas residuales (Vega, 2009, p. 77), este tipo de tratamiento se puede clasificar según la separación que puede llegar a existir entre los barrotes de una reja:

- Desbaste fino: tiene una separación entre los barrotes de 10-25 mm.
- Desbaste grueso: cuenta con una separación libre entre barrotes de 50-100 mm.

Los barrotes deben tener espesores mínimos según:

- Reja de gruesos: 12-25 mm
- Reja de finos: 6-12 mm

2.2.3.5 *Tamizado*

El tamizado tiene como principal objetivo eliminar la materia que por su tamaño considerable puede influir en los tratameintos siguientes, debido a que el tamizado cuenta con una filtracion sobre soporte delgado y según las dimensiones sus orificios se puede distinguir los siguiente:

- Macrotamizado: es principalmnete diseñado con metal y orificios superiores a 0,2 mm.
- Micrfotamizado: principalmente es usado tela metalica de tamaño inferior a 100 micras para obtener materia en suspensión diminutos.

2.2.3.6 *Desarenador*

Su principal objetivo es separar la arena y las partículas del agua, en estado de susoencion por lo general gruesa, para evitar que puedan producir depositos en la sobras de conduccion, proteger las bombas de abrasion y asi evitar sobrecargas en los posteriores procesos (OPS, 2005, p. 4).

2.2.3.7 *Desarenador y desengrasador*

Eliminar las grasas, aceites, espumas y demás materias es el principal objetivo del desengrasador y desarenador, además eliminar las materias flotantes más ligeras que el agua, que estos contaminantes pueden llegar a distorcionar los procesos de de tratamientos futuras, el desarenado se lo realiza por el proceso de insuflacion de aire, con el objetivo de desemulsionar las grasas y conseguir mejor flotación de estas sustancias (Fernández, 2015, p. 45).

2.2.3.8 *Tratamiento primario*

Para entender el proceso de tratamiento primario revisemos como la Norma OS.090 lo define:

“El objetivo del tratamiento primario es la remoción de sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables, para disminuir la carga en el tratamiento biológico. Los sólidos removidos en el proceso tienen que ser procesados antes de su disposición final” (Constitución de la República del Perú, 2006, p. 10).

Según Rossi (2010, p. 5) los procesos y operaciones del tratamiento primario son:

Sedimentación

En este proceso los sólidos se separan del líquido mediante la utilización de la gravedad, el cual se basa en el peso específico del líquido y de las partículas, en la separación de los sólidos de los líquidos, se puede llevar a cabo mediante las siguientes situaciones: el peso específico de los sedimentos es mayor que el de las partículas que el agua flotante.

Tratamiento secundario

Rossi (2010, p. 8), nos explica que en el tratamiento secundario, su principal finalidad es reducir la materia orgánica que se encuentra presente en las aguas negras ya después de haber separado de las fases de pretratamiento y después del tratamiento primario, el tratamiento secundario o biológico fue diseñado para la autodepuración que fue explicada anteriormente, que esto ocurre naturalmente. *“En estos procesos, la materia orgánica biodegradable de las aguas residuales domésticas actúa como nutriente de una población bacteriana a la cual se le proporciona oxígeno y condiciones controladas, en resumen, el tratamiento biológico es por tanto una oxidación de la materia orgánica biodegradable con participación de bacterias que se ejecuta para acelerar un proceso natural y evitar posteriormente la presencia de contaminantes y la ausencia de oxígeno en los cuerpos de agua”*.

2.2.4 *Alternativas de tratamiento*

Lagunas de estabilización

Las lagunas de estabilización fueron diseñadas para la depuración de la carga del efluente mediante la utilización de microalgas o bacterias saprofitas de forma natural y así reducir el costo de operación, esto permite ser una alternativa viable para los pobladores reduciendo los recursos económicos (Silva, 2004, p. 94).

Lagunas anaerobias

Son lagunas conformadas de 3 a 5 m de profundidad, estas lagunas tienen ausencia de oxígeno disuelto en toda la planta que contenga agua, y en su interior exclusivamente desarrollan bacterias anaerobias en el interior, debido a esto uno de los principales efectos que contribuyen a mantener las elevadas cargas orgánicas con las que opera (más de 100g DBO₃ m³d⁻¹), esto hace que se consuma de forma rápida el oxígeno que trae el agua residual (CENTA, 2008, p. 154).

Lagunas facultativas

Estas lagunas son principalmente caracterizadas por contener una zona anaerobia en el estrato superior, donde existe una relación entre las algas y las bacterias, y esto a su vez contiene una zona anaeróbica (CONAGUA, 2015, p. 11).

Tratamiento terciario

El principal objetivo del tratamiento terciario es eliminar la carga orgánica presente y que no ha sido posible eliminar en el tratamiento secundario, o eliminar los microorganismos patógenos en las aguas residuales, el color y olor muy desagradables, o de la misma forma fosfatos, nitratos residuales (Rossi, 2010, pp. 9-10).

2.2.5 Normas de descarga de efluentes a un cuerpo de agua receptor: Agua dulce.

Se prohíbe todo tipo de descarga en las cabeceras de las fuentes de agua. Toda descarga a un cuerpo de agua dulce deberá cumplir con los valores establecidos a continuación:

Tabla 1–2: Límites permisibles de descarga a un cuerpo de agua dulce

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
ACEITES Y GRASAS	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
ALKIL MERCURIO		mg/l	No detectable
ALUMINIO	Al	mg/L	5,0
ARSÉNICO TOTAL	As	mg/L	0,1
BARRIO	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

COLORO ACTIVE	Cl	mg/L	0,5
COLORIFORMO	Extracto de carbón cloroformo ECC	mg/L	0,1
CLORUROS	Cl	mg/L	1000
COBRE	Cu	mg/L	1,0
COBALTO	Co	mg/L	0,5
COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml		Remoción > al 99,9%
COLOR REAL	Color real	Unidades de color	*inapreciable en dilución: 1/20
COMPUESTOS FENÓLICOS	Fenol	mg/L	0,2
CROMO HEXAVALENTE	Cr ⁺⁶	mg/L	0,5
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO EN 5 DÍAS	DBO ₅	mg/L	100
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	DQO	mg/L	100
DICLOROETILENO	Dicloroetileno	mg/L	1,0
ESTAÑO	Sn	mg/L	5,0
FLORUROS	F	mg/L	5,0
FÓSFORO TOTAL	P	mg/L	10
HIERRO TOTAL	Fe	mg/L	10,0
HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO	TPH	mg/L	20,0
MANGANESO TOTAL	Mn	mg/L	2,0
MATERIA FLOTANTE	Visibles		Ausencia
MERCURIO TOTAL	Hg	mg/L	0,005
NÍQUEL	Ni	mg/L	2,0
NITRATOS + NITRITOS	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/L	10,0
NITRÓGENO TOTAL	N	mg/L	15
ORGANOCOLORADOS TOTALES	Concentración de organoclorados totales	mg/L	0,05
ORGANOFOSFORADOS TOTALES	Concentración de organofosforados totales	mg/L	0,1
PLATA	Ag	mg/L	0,1
PLOMO	Pb	mg/L	0,2
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	Ph		5-9
SÓLIDOS SEDIMENTALES		mg/L	1,0
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES		mg/L	100
SÓLIDOS TOTALES		mg/L	1 600
SULFATOS	SO ₄ =	mg/L	1000
SULFITOS	SO ₃	mg/L	2,0
SULFUROS	S	mg/L	0,5

TEMPERATURA		°C	mg/L	< 35
TENSOACTIVOS		Sustancias activas al azul de metileno	mg/L	0,5
TETRACLORURO DE CARBONO	DE	Tetracloruro de carbono	mg/L	1,0
TRICLOROETILENO		Tricloroetileno	mg/L	1,0
VANADIO		V	mg/L	5,0
ZINC		Zn	mg/L	5,0

Fuente: (TULSMA, 2015, P.26)

CAPÍTULO III

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Localización del proyecto

3.1.1 Ubicación

La parroquia Alshi/9 de Octubre está localizada entre los 1,600 msnm y 2,600 msnm, a 27,5 Km de la cabecera cantonal de Morona, cuenta con una superficie de 273,49 Km² (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Alshi/9 de Octubre, 2015, p. 3).

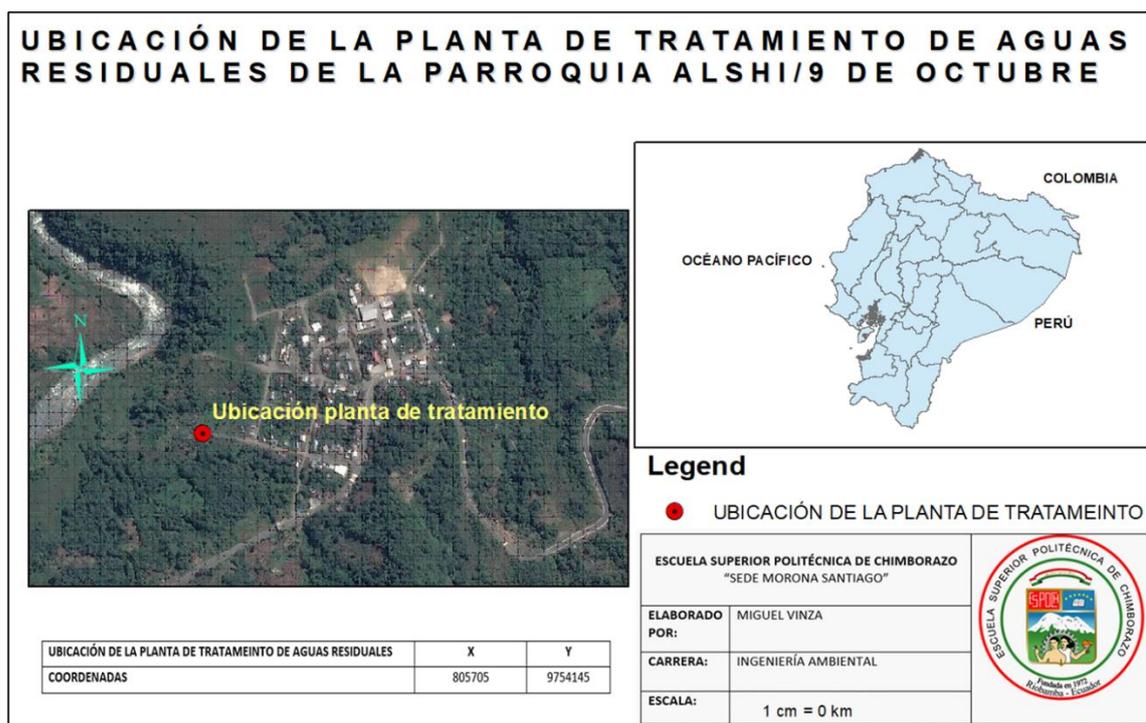


Figura 1-3: Ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales

Realizado por: Vinza, Miguel, 2022.

3.1.2 Límites

Norte: La parroquia Sinaí

Sur: La parroquia Río Blanco

Este: La parroquia Zuñac

Oeste: Las parroquias San Isidro, General Proaño y Macas (Merchán, 2015, p. 23)

3.1.3 Localización Geográfica

Región: Amazónica

Provincia: Morona Santiago

Cantón: Morona

Parroquia: Alshi/9 de Octubre

3.1.4 *Tamaño de la población*

La parroquia Alshi/9 de Octubre cuenta con 345 habitantes según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del año 2010, donde 238 son hombres que corresponden a 56% de los habitantes, y 187 mujeres que corresponde a los 44% de los habitantes.

Tabla 1-3: Distribución de la población de la parroquia Alshi/9 de Octubre

SEXO	CASOS	PORCENTAJE
Hombres	238	56%
Mujeres	187	44%

Realizado por: Vinza, Miguel, 2022

3.1.5 *Climatología*

Temperatura: 12°C y 18°C

Humedad: 85%

Precipitación: 2000 a 3000 mm al año.

3.2 **Ingeniería del proyecto**

3.2.1 *Tipo de estudio*

El tipo de investigación que se llevó a cabo en el trabajo de titulación es de tipo descriptivo con un enfoque cuantitativo, debido a que observará el estado actual de la planta de tratamiento de aguas residuales, y se describirá cada proceso cada uno de estos procesos en la recopilación de la información en las variables que se van a usar, lo que nos permitirá determinar mediante los usos de técnicas experimentales los factores operacionales.

3.3 **Métodos y técnicas**

3.3.1 *Métodos*

Para esta investigación se utilizó los siguientes métodos que se describen a continuación:



Gráfico 1-3: Descripción de los métodos utilizados en el rediseño de la planta de tratamiento
Realizado por: Vinza, Miguel, 2022.

Para el rediseño de la planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Alshi/9 de Octubre se utilizaron los siguientes métodos: método cualitativo (este método interpreta y analiza al objeto de estudio), cuantitativo (medirá valores para el rediseño de la planta de tratamiento de aguas residuales), inductivo (este tipo de estudio consiste de lo particular a lo general, esto nos permitirá establecer el correcto funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales), deductivo (este tipo de estudio parte de lo general a lo específico, nos permitirá caracterizar de forma correcta las aguas residuales y se establecerán los parámetros que se encuentran fuera de los parámetros establecidos por la legislación ambiental para la descargas de las aguas servidas) y el método experimental (es un método práctico el cual se aplica a nivel de laboratorio mediante el uso de materiales, equipos e instrumentos, utilizados al momento de la caracterización de las aguas residuales).

3.4 Materiales y equipos

Los materiales y equipos utilizados en la obtención de las muestras, para determinar la calidad de agua de la planta de tratamientos de aguas residuales, se describen a continuación:

Tabla 2-3: Descripción de los materiales y equipos

MATERIALES	EQUIPOS
Guantes	Cámara fotográfica
Botas de caucho	GPS
Mascarilla	Multiparamétrico
Envases de polietileno de 1L	pH-metro
Libreta de apuntes	

Realizado por: Vinza, Miguel, 2022

3.5 Identificación de variables

3.5.1 *Variable dependiente*

Rediseño de la planta de tratamientos de aguas residuales

3.5.2 *Variable independiente*

Caracterización del agua residual

3.6 Caracterización del agua

3.6.1 *Método de muestreo*

Para el trabajo realizado en campo se empleó el método de muestreo compuesta del agua residual del agua residual proveniente de la parroquia Alshi/9 de Octubre, este procedimiento consistió en tomar muestras simples proporcionales al caudal instantáneo de la descarga, durante 5 días de la semana de lunes a viernes durante el mes de Mayo del 2022, con 5 repeticiones en cada día obteniendo así 25 muestras del canal de llegada a la planta de tratamiento de aguas residuales.

Diagnóstico del área de estudio

El siguiente trabajo de integración curricular se realizó en la cabecera parroquial de Alshi/9 de Octubre, Cantón Morona, Provincia de morona Santiago.

Tabla 3-3: Coordenadas del punto de muestreo

PUNTOS	COORDENADAS
X	0805706
Y	9754146

Realizado por: Vinza, Miguel, 2022

3.7 Técnicas

3.7.1 *Determinación del caudal*

La medición del caudal de las descargas que actualmente llega desde la parroquia Alshi/9 de Octubre se la realizó mediante la aplicación del método volumétrico, debido a que este método es usado cuando la descarga presenta una caída de agua y lo podemos medir mediante un recipiente de volumen conocido, el recipiente requerido para la determinación del caudal fue de

1,5 litros, este método se toma el tiempo en el que tarda en llenar el recipiente y se obtiene el caudal por medio de cálculos aplicando la ecuación para los vertederos circulares:

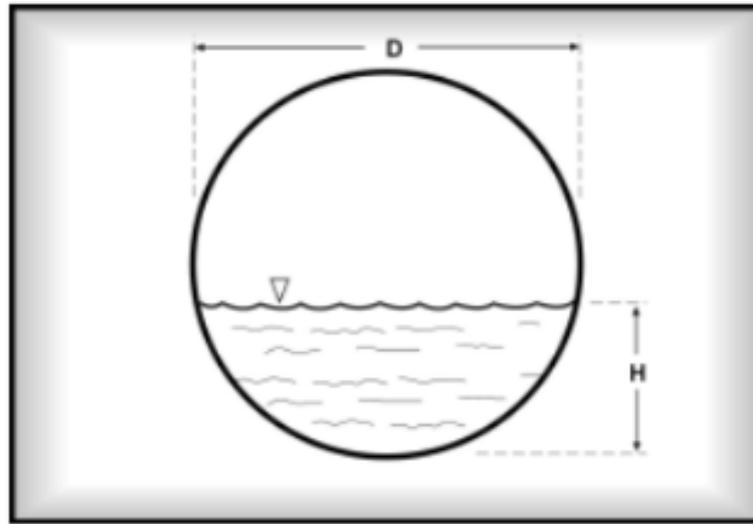


Figura 2-3: Vertedero circular

Fuente: (Alvarado, 2017, p.8)

Realizado por: Vinza, Miguel, 2022.

Ecuación 1

$$Q=1,518* D^{0,693}*H^{1,807}$$

Donde:

Q=Caudal que fluye por el vertedero, en m³/s

D=Diámetro del círculo, en m

H=Carga del vertedero, en m

Desarrollo

$$Q=1,518 \times 0,21 \text{ m}^{0,693} \times 0,090 \text{ m}^{1,807}$$

$$Q=63.50 \text{ m}^3$$

El recipiente usado para este método para determinación del caudal fue un valde de 1,5 litros, primero se procedió a homogeneizar el recipiente a usar para medir el caudal con 3 repeticiones, luego se colocó el balde debajo de la descarga de manera que reciba todo el caudal necesario y medir el tiempo empleado en llenar el balde con un cronómetro.

Estas muestras fueron recolectadas en botellas plásticas esterilizados de 1 litro para realizar los análisis físicos-químicos y en frascos estériles previamente homogeneizados para los análisis microbiológicos, como se observa en la tabla:

Resultados de la medición de caudales

Para la medición del caudal se pudo realizar mediante el método volumétrico, de las aguas residuales de la comunidad ubicada en las siguientes coordenadas en UTM: X: 805705, Y: 9754145, descargada posteriormente en un cuerpo de agua dulce.

Tabla 4-3: Resultados de la medición de caudales de las aguas residuales

MEDICIÓN DE CAUDALES (PROMEDIO SEMANAL)				
Día	Volumen (m ³)	Promedio tiempo (s)	Tiempo (Día)	Caudal (m ³ /d)
1	0,006	8	0.000092593	64,80
2	0,006	9	0.000104167	57,60
3	0,006	7	0.000081019	74,06
4	0,006	8	0.000092593	64,80
5	0,006	9	0.000104167	57,60
	0.006	8.2		63.77

Realizado por: Vinza, Miguel, 2022

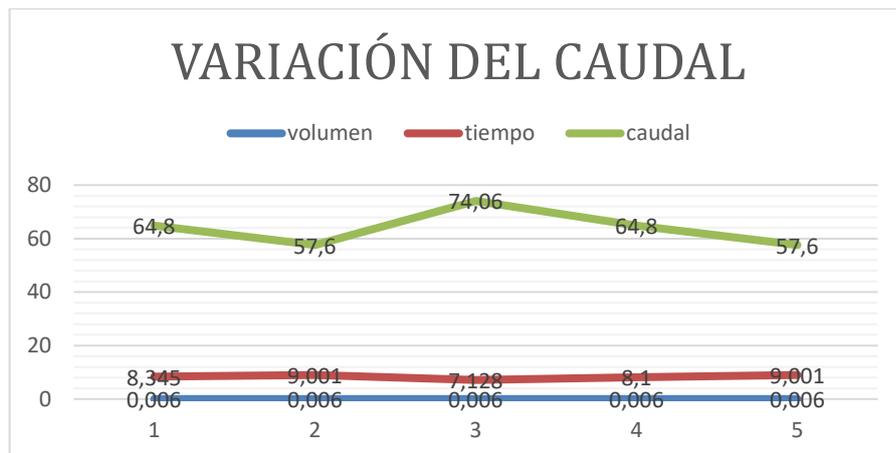


Gráfico 2-3: Variación de medición del caudal de las aguas residuales

Realizado por: Vinza, Miguel, 2022

3.7.2 Muestreo de las aguas residuales

Para la recolección de los datos de muestra de agua residual se escogió un muestreo de tipo compuesto, recolectando en dos puntos específicos: el primer punto en el punto de descarga y a 15 metros de la descarga, durante los días lunes, martes, miércoles, jueves y viernes, estas muestras fueron tomadas en diferentes horas para su correcta toma de muestras y posteriormente realizar una muestra compuesta de todas las muestras recolectadas, las muestras de agua fueron recogidas en envases de polietileno de 1 litro, debidamente etiquetado con el código, fecha y hora del muestreo para posteriormente realizar el análisis en el laboratorio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Para calcular el volumen necesario se utilizó la ecuación:

$$V_i = \frac{Q_i * V}{Q_p * N_o}$$

Donde:

V_i =Volumen de muestra

Q_i = Caudal inicial

V =Volumen del recipiente

Q_p =Caudal promedio

N_o =Número de repeticiones

Tabla 5-3: Fechas del muestreo de las aguas residuales para determinar su caudal

Código	Fecha
ARA90-01-I	06-06-2022
ARA90-02-II	06-06-2022
ARA90-03-I	07-06-2022
ARA90-04-11	07-06-2022
ARA90-05-I	08-06-2022
ARA90-06-II	08-06-2022
ARA90-07-1	09-06-2022
ARA90-08-II	09-06-2022
ARA90-09-I	10-06-2022
ARA90-10-II	10-06-2022

Realizado por: Vinza, Miguel, 2022

ARA90: Aguas Residuales Alshi/9 de Octubre

I-II: Puntos de muestreo

1: Descarga del alcantarillado a 15 metros.

3.7.3 Caracterización de las aguas residuales

Una vez realizados los muestreos respectivos se procedió a la caracterización física, química y microbiológica de las muestras que se obtuvo los análisis correspondientes se realizó en el laboratorio de análisis de la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo “Sede Morona Santiago”.

Luego de haber recogido las aguas residuales se procedió a la caracterización físico, químico y microbiológico de las muestras que se obtuvo, posteriormente fueron llevadas al laboratorio de análisis de la ESPOCH “Sede Morona Santiago”.

La técnica que utilizamos para realizar los análisis de las aguas residuales y que se aplicó en el laboratorio se realizó en base a los Métodos Estandarizados APHA – 2005 (American Public Health Association) y Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, que se describen a continuación:

Tabla 6-3: Técnicas de análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

Parámetro	Método	Unidad	Método
Turbiedad	Nefelométrico	(*NTU)	APHA/AWWA/Standard Method N° 2130 -B
Sólidos totales	ST	mg/L	APHA/AWWA/Standard Method N° 2540 – C
Coliforms fecales	Colonias	UFC/100 ml	APHA/AWWA/Standard Method N° 9222 D
Fosfatos	PO_4^{3-}	mg/L	APHA/AWWA/Standard Method N° 4500 – PO4 – B
DBO	DBO_5	mg/L	APHA/AWWA/Standard Method N° 5210 – B
DQO	DQO	Mg/L	APHA/AWWA/Standard Method N° 5220 – C
Nitratos	NO_3	mg/L	APHA/AWWA/Standard Method N° 4500 – NO_3 -C

Realizado por: Vinza, Miguel, 2022.

También existen parámetros que se los puede realizar de manera in situ como es el oxígeno disuelto, temperatura y el pH, debido a al tiempo que estará reposado el agua en la botella hasta llegar al laboratorio podría alterar la muestra o los valores que son reales.

3.8 Resultado de los análisis del laboratorio

Para la caracterización de las aguas residuales de la parroquia Alshi/9 de Octubre se logró realizar en el laboratorio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Morona Santiago, las condiciones ambientales analizados fueron:

Temperatura máxima: 28,2 °C

Temperatura mínima: 26°C

Los parámetros que se logró analizar fueron: pH, solidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, nitratos, fosfatos, aceites y grasas, coliformes fecales y turbidez.

Tabla 7-3: Muestreo 1: En la entrada a la planta de tratamiento

CARACTERIZACIÓN FÍSICA – QUÍMICA – MICROBIOLÓGICA DE LA MUESTRA #1									
PARÁMETRO	UNIDAD	DÍA					PROMEDIO	MÁXIMO	CUMPLE
		1	2	3	4	5			
Temperatura	°C	20,1	20,03	20,01	20,2	20,2	20,10	20,2	Cumple
Aceites y grasas	mg/L	34.5	38.0	27.5	25.2	23.2	29.68	38.0	No cumple
DBO ₅	mg/L	110	130	140	129	150	131.8	150	No cumple
DQO	mg/L	120	550	120	160	130	181	550	No cumple
Sulfatos	mg/L	1210	1118	2112	1148	1718	1461.2	2112	No cumple
Nitratos	mg/L	11.1	11.4	11.8	12.1	10.7	11.42	12.1	No cumple
pH	-	7.6	6.9	7.1	6.8	7.3	7.14	7.6	cumple
ST	mg/L	1650	1501	1651	1622	1625	1609.6	1651	No cumple
Coliformes fecales	UFC/100mL	32000	24500	24000	59000000	250000	1181678	59000	No cumple
S. suspen.	mg/L	120	116	111	117	117	116.2	120	No cumple
Coliformes totales	UFC/100 mL	25000	30000	11200	20000	13000	19840	25000	No cumple

Realizado por: Vinza, Miguel, 2022.

3.9 Caracterización de las aguas residuales en el punto de descarga

Tabla 8-3: Muestreo 2: En el punto de descarga de las aguas residuales

CARACTERIZACIÓN FÍSICA – QUÍMICA – MICROBIOLÓGICA DE LA MUESTRA #2									
Parámetros	Unidad	Días					Promedio	Máximo	CUMPLE
		20/05/2022	30/05/2022	03/06/2022	13/06/2022	14/06/2022			
Temperatura	°C	20,1	20,03	20,01	20,2	20,2	20,10	20,2	Cumple
Aceites y grasas	mg/L	22	21	19	37	16	23	37	No cumple
DBO ₅	mg/L	120	133	158	158	101	134	158	No cumple
DQO	mg/L	274	260	229	270	301	266.8	301	No cumple
Sulfatos	mg/L	1300	1221	1200	1100	1110	1186.2	1300	No cumple
Nitratos	mg/L	10.1	11.1	11.3	12.1	10.1	10.94	12.1	Cumple
pH	-	6.7	7.4	7.8	8.1	6.9	7.38	8.1	Cumple
ST	mg/L	1603	1701	1609	1700	1911	1704.8	1911	No cumple
Coliformes fecales	UFC/100 mL	6000	7000	11000	9000	7000	8000	11000	No cumple
Sólidos suspendidos	mg/L	0.4	0.7	0.6	0.8	0.6	0.62	0.8	Cumple
Coliformes totales	UFC/100 mL	7200	66000	9500	7200	8500	7800	950	No cumple

Realizado por: Vinza, Miguel, 2022

3.10 Medición de caudales

Para la determinación del caudal se procedió a la medición del caudal de las descargas de aguas residuales domésticas para la parroquia Alshi/9 de Octubre se lo realizó mediante el Método Volumétrico, se ocupó un recipiente de 6 litros y tomando en cuenta el tiempo empleado para llenar con agua el recipiente, registrando los datos obtenidos, esto se realizó durante los 5 días de la semana debido a que existe mayor movimiento en la parroquia y se genera mayor cantidad de desechos y aguas servidas.

3.11 Cálculo del crecimiento poblacional

Para calcular el crecimiento poblacional de los últimos años, debido a que no se ha registrado censos, es necesario realizar una proyección para estimar la población actual de la población actual de la parroquia Alshi/9 de Octubre, partimos de la INEC, donde se estableció que en el año 2010 contaba con 425 habitantes, y en el año 2001 contaba con 337 habitantes.

Ecuación 3

$$P_f = P_i * (1+r)^n$$

Donde:

P_f = población final

P_i = población inicial

r = tasa de crecimiento intercensal

n = diferencia del número de años de la población estudiada

Debido a que no se conoce el crecimiento intercensal, podremos generar a partir de los censos nacionales realizados en los años anteriores, con siguiente ecuación:

Ecuación 4

$$r = \left(\sqrt[n]{\frac{P_2}{P_1}} - 1 \right) * 100$$

Donde:

r = tasa de crecimiento intercensal

n = número de años entre población final y población inicial (9 años)

P_2 = población final (425 habitantes)

P_1 = población inicial (337 habitantes)

A continuación, procedemos a realizar el cálculo del crecimiento poblacional intercensal, para después calcular la proyección de la población.

$$r = \left(\sqrt[n]{\frac{P_2}{P_1}} - 1 \right) * 100$$

$$r = \left(\sqrt[9]{\frac{425}{337}} - 1 \right) * 100$$

r = 2,61 %

Tabla 9-3: Proyección de la población de la parroquia Alshi/9 de Octubre

Año	N	Pi	Pf.
2011	1	425	436
2012	2	425	447
2013	3	425	459
2014	4	425	471
2015	5	425	483
2016	6	425	496
2017	7	425	509
2018	8	425	522
2019	9	425	536
2020	10	425	550
2021	11	425	564
2022	12	425	579
2023	13	425	594
2024	14	425	610
2025	15	425	625
2026	16	425	642
2027	17	425	659
2028	18	425	676
2029	19	425	693
2030	20	425	711
2031	21	425	730
2032	22	425	749
2033	23	425	769
2034	24	425	789
2035	25	425	809
2036	26	425	830
2037	27	425	852
2038	28	425	874
2039	29	425	897
2040	30	425	921

Elaborado por: Vinza, Miguel, 2022

3.12 Elaboración de planos

Una vez revisados los componentes principales para la unidad de tratamientos de aguas residuales que se aplicara en la parroquia Alshi/9 de Octubre, considerando los principales criterios mediante la caracterización de las aguas residuales, se diseñaron los planos en AutoCAD, utilizando una escala 1:100 para todas las perspectivas usadas para representar de forma gráfica el diseño.

3.13 Periodo de diseño

Dotación actual (da)

La dotación actual se logró determinar mediante el valor del consumo diario de agua potable de una población, todo esto mediante la función del número de habitantes existentes. Las unidades de medidas son (l*hab/día), establecido de manera que sea suficiente para satisfacer y cumplir con los usos diarios a ser usadas.

Dotación de 3,53 l*hab/día

Para calcular la dotación actual se utilizó la siguiente ecuación:

Ecuación 5

$$\text{Dotación} \left(\frac{\text{L} \cdot \text{hab}}{\text{día}} \right) = \frac{Q_{\text{prom}} * 1000 \text{ L/m}^3}{P_a}$$

Caudal de diseño

Ecuación 6

$$Q_{\text{diseño}} = Q_m * f + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{ce}}$$

Donde:

$Q_{\text{diseño}}$ = Caudal de diseño (l/s)

Q_m = Caudal medio de aguas residuales l/s

f = Factor de mayoración $\frac{1}{s}$

Q_{inf} = Caudal de infiltración l/s

Q_{ce} = Caudal de conexiones erradas l/s

Caudal Medio de aguas residuales

Ecuación 7

$$Q_m = \frac{P_f * D * C}{86400 \text{ s/día}}$$

Donde:

P_f =Población futura (hab)

D =Dotación del agua ($l * \frac{\text{hab}}{\text{día}}$)

C =Coeficiente de retorno

Factor de mayoración

Este factor considera las variaciones en el consumo de agua por parte de los habitantes, estas mediciones realizadas en el campo son expresadas con relación a la estimación de los valores. Pero en muchos de los casos, esto no hace posible a los requerimientos básicos aproximadas con la de Harmon la cual es validad para poblaciones de 1000 a 100000 pobladores, para eso se utiliza la ecuación:

Ecuación 8

$$F = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P_f}{1000}}}$$

Donde:

P_f =Población final

Caudal de infiltración

El caudal de infiltración son todas aquellas aguas que entran al alcantarillado que provienen del suelo a través de cualquier conexión hechas mediante tuberías dañadas, uniones de tuberías mal instaladas, conexiones que no son controladas o por las paredes que están rotas de los pozos de inspección.

Ecuación 9

$$Q_{inf} = 0,20 \frac{1}{s * Ha} * Ha$$

Donde:

H_a = Porcentaje de infiltración

Caudal de conexiones erradas

El caudal de conexiones erradas es gracias a los aportes de aguas lluvias que pasan al sistema de alcantarillado mediante fisuras, estos son fundamentales para la eficiencia de la protección sobre la calidad de conexiones domiciliarias y de la disponibilidad, utilizar la formula:

Ecuación 10

$$Q_{ce} = 0,10 * (Q_m * F + Q_{inf})$$

Donde:

$$Q_m = \text{Caudal medio } \frac{l}{s}$$

F=factor de mayoración

$$Q_{inf} = \text{Caudal de infiltración } l/s$$

El caudal adicional considerado para las aguas lluvias que aporta al caudal del alcantarillado sanitario es de 0,64 l/s.

Caudal de diseño

El caudal de diseño es el caudal que va a ingresar a nuestro sistema de tratamientos de aguas residuales para la parroquia Alshi/9 de Octubre, utilizando la Ecuación:

Ecuación 11

$$Q_{diseño} = Q_m * F + Q_{inf} + Q_{ce}$$

Donde:

$$Q_m = \text{Caudal medio}$$

F=Factor de mayoración

$$Q_{inf} = \text{caudal de infiltración}$$

$$Q_{ce} = \text{Caudal de conexiones erradas}$$

Caudal mínimo de diseño ($Q_{\min \text{ diseño}}$)

Para determinar el caudal mínimo de diseño se utiliza la misma fórmula del caudal de diseño para el valor de la población actual.

Ecuación 12

$$Q_{\min \text{ diseñ}} = Q_m * F + Q_{inf} + Q_{ce}$$

Donde:

$$Q_m = \text{Caudal medio}$$

F=Factor de mayoración

Q_{inf} =caudal de infiltración

Q_{ce} =Caudal de conexiones erradas

Cálculo para el caudal medio diario

Para determinar el caudal medio diario es la suma de todos los caudales ya calculados en los pasos anteriores:

Ecuación 13

$$Q_{md}=Q_m+Q_{inf}+Q_{ce}$$

Donde:

Q_m =Caudal medio

Q_{inf} =caudal de infiltración

Q_{ce} =Caudal de conexiones erradas

Dimensión del canal de llegada

Para diseñar el caudal de llegada en base a los requerimientos establecidos en las Normas para el Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y disposición de aguas residuales para poblaciones de bajas densidades, basada en las velocidades para esto se define de la siguiente forma:

Caudal medio diario >0.6 m/s

Caudal máximo < 2.5 m/s

Coefficiente de Manning

Para determinar el coeficiente de Manning se utilizó la siguiente formula:

Ecuación 14

$$K=\frac{Q_{med} * N}{B^3 * S^8}$$

Donde:

Q_{med} =Caudal medio

N=coeficiente de rugosidad de Manning (0,016)

B=Base del canal

S=Pendiente del canal

Radio hidráulico

El radio hidráulico se utiliza para calcular el caudal diario utilizando la ecuación:

Ecuación 15

$$RH = \frac{b \cdot h}{b + 2h}$$

Donde:

b=base

h=altura

Verificación de la velocidad

Se utiliza la siguiente ecuación:

Ecuación 16

$$V = \frac{1}{n} RH^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

RH=radio Hidráulico

n=coeficiente de rugosidad de Manning

S=pendiente del canal

Dimensiones de las rejillas

Se utiliza $0.0538 \text{ m}^3/\text{s}$ para caudales de poco flujo, y se recomienda la instalación de rejillas manuales, que estas se ubicaran seguido del canal que llega para poder retener la mayor cantidad de material de densidad grande que se van a encontrar en las aguas residuales para proceder con la eliminación.

Para poblaciones con pocas habitantes se recomienda que las barras sean de sección rectangular y que tengan una inclinación de 44 a 60° a la horizontal.

Tabla 3-10: Parámetros de dimensionamiento de rejillas de la planta de tratamiento

PARÁMETRO	ABREVIATURA	UNIDAD	VALOR RECOMENDADO	VALOR ESCOGIDO
Caudal de diseño	Q _{Diseño}	m ³ /s		0.00699
Velocidad mínima de aproximación*	V _a	m/s	0,3 – 0,6	0,4
Velocidad mínima entre barras*	V _{Bm}	m/s	0,3 – 0,6	0,4
Aceleración de la gravedad	G	m/s ²	9,8	-
Altura de seguridad	H _s	M	0,5	
Ancho del canal (propuesto)	L	M	0,5	-
Espesor de barra*	S	Mm	5-15	10
Separación entre barras*	E	Mm	15-50	20
Angulo de inclinación**	A	°	44-60	50

Pérdida máxima de carga admisible+	Hf	M	0.015	0,015
---	----	---	-------	-------

Fuente: (Metcalf y Eddy, 1996: p.155)

Realizado por: Vinza, Miguel, 2022.

Área libre al paso del agua

Ecuación 17

$$Lb = \frac{H}{\text{sen } \infty}$$

Tirante de agua en el canal

$$h = \frac{Al}{b}$$

Número de barras

Ecuación 18

$$Nb = \frac{L}{e+s}$$

Pérdida de carga

Ecuación 19

$$hf = \frac{1}{0,7} * \left(\frac{V_{Bm} - Va^2}{2g} \right)$$

Velocidad en el canal aproximación

Ecuación 20

$$V_{\text{aprox}} = \frac{Q_D}{A_L}$$

Dimensionamiento del desarenador

En la planta de tratamiento se dimensionará con la finalidad de facilitar el mantenimiento y el posterior tratamiento de aguas residuales, al tomar en cuenta el caudal es menor, por la disponibilidad de espacio se dimensionará el desarenador

Verificación del cumplimiento de:

$v_a > v_s$

velocidad de sedimentación

Ecuación 21

$$v_s = 0.22 \left(\frac{p_s - p}{p} * g \right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{\emptyset}{n} \right)^{\frac{1}{3}}$$

El número de Reynolds (re)

Ecuación 22

$$Re = \frac{v_s * d}{n}$$

Coefficiente de arrastre (cd)

Ecuación 23

$$c_D = \frac{24}{Re} + \frac{3}{\sqrt{Re}} + 0.34$$

Velocidad de sedimentación de la partícula en la zona de transición

Ecuación 24

$$v_s = \sqrt{\frac{4}{3} * \frac{g}{C_d} + (p_s - 1) * \emptyset}$$

Para calcular la velocidad limite o velocidad de desplazamiento

Ecuación 25

$$v_a = 125 [(p_s - p) \emptyset]^{1/2}$$

Área superficial mediante la expresión

Ecuación 26

$$A_s = \frac{Q_{\text{diseño}}}{v_a}$$

Dimensionamiento del desarenador

Longitud del desarenador

Para este procedimiento se utilizará la relación largo ancho 5:1, para esto:

Ecuación 27

$$\frac{L_D}{B} = \frac{1}{5} \Rightarrow L_D = 5 * B$$

Profundidad del desarenador

Ecuación 28

$$\frac{B}{H_D} = \frac{1}{1} \Rightarrow H_D = \frac{B}{1}$$

Área total

Ecuación 29

$$A_t = L_D * B$$

Velocidad horizontal

Ecuación 30

$$V_h = \frac{Q_{\text{DISEÑO}}}{A_t}$$

Periodo de retención

Ecuación 31

$$V = L_D * B * H_D$$

Tiempo de retención

Ecuación 32

$$T_r = \frac{V}{Q_{\text{DISEÑO}}}$$

Longitud de transición al ingreso del desarenador

Ecuación 33

$$L_t = \frac{B - b_1}{2 \operatorname{tg} \Theta}$$

Dimensionamiento del lecho de secado

Para el dimensionamiento del lecho de secado se realiza de acuerdo con lo siguiente:

Volumen diario de lodos digeridos

Ecuación 34

$$V_{ld} = \frac{M_{sd}}{p_{\text{lodo}} * \left(\frac{\% \text{solidos}}{100} \right)}$$

Volumen para extraerse del desarenador

Ecuación 35

$$V_{el} = \frac{V_{ld} * T_d}{1000}$$

Área lecho de secado

Ecuación 36

$$A_{ls} = \frac{V}{H_{al}}$$

Cálculo del área superficial de la trampa de grasas

Ecuación 37

$$A = \frac{Q}{C_s}$$

Cálculo del ancho de la trampa de grasas (b, m)

Ecuación 38

$$b = \sqrt{\frac{A}{l}}$$

Cálculo del tiempo de retención en la trampa de grasa (TR, min)

Ecuación 39

$$TR = \frac{h * b * l}{(Q)}$$

Caudal del tiempo de contacto (t, min)

Ecuación 40

$$t = \frac{\ln \frac{N_i}{N_f}}{k}$$

Cálculo del volumen de la cámara de contacto (VVC, m3)

Ecuación 41

$$VVC = t * Q$$

Cálculo de largo del tanque (L, m)

Ecuación 42

La relación es 2:1, largo: ancho

$$L = 2b$$

Cálculo de la profundidad del tanque (h, m)

Ecuación 43

$$h = \frac{VVC}{L * b}$$

CAPITULO IV

4 MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Dimensionamiento del sistema de tratamiento de agua residual

Para el siguiente rediseño de la planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Alshi/9 de octubre se consideró los parámetros de diseño a utilizar al igual que las fórmulas de (Metcalf y Eddy, 1996, p. 14), además de ingeniería de aguas residuales, (Lozano Rivas, 2016, p. 16), para el diseño de plantas de tratamientos de aguas residuales.

4.1.1 Cálculo de la población

Para obtener el tamaño de la población futura empleamos una proyección empleamos la siguiente ecuación:

$$P_f = P_i * (1+r)^n$$

Donde:

P_f = población final

P_i = población inicial

r = tasa de crecimiento intercensal

Resolviendo la ecuación con los datos correspondientes:

Tabla 1-4: Datos para el cálculo de la población de diseño de la planta de tratamiento

	Parámetro	unidad	dato
Pa:	Población actual (2010)	Hab.	425
r:	Tasa de crecimiento anual en forma decimal	%	2,61
N	Periodo de diseño	Años	30

Realizado por: Vinza, Miguel, 2022.

$$P_f = P_i * (1+r)^n$$

$$P_f = 425 * \left(1 + \frac{2,62}{100}\right)^{30n}$$

$$P_f = 920.618 \text{ habitantes} \rightarrow 921 \text{ habitantes}$$

4.1.2 Caudal de diseño

$$Q_{\text{diseño}} = Q_m * F + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{ce}}$$

Donde:

$Q_{\text{diseño}}$ = Caudal de diseño (l/s)

Q_m = Caudal medio de aguas residuales l/s

f = Factor de mayoración $\frac{1}{s}$

Q_{inf} = Caudal de infiltración l/s

Q_{ce} = Caudal de conexiones erradas l/s

4.1.3 Cantidad de agua residual

Casi un 85% del total de agua potable que es consumida, se convierten en agua residual, el cual se puede apreciar claramente a los volúmenes del agua residual que se está generando por la parroquia Alshi/9 de Octubre, con relación a las mediciones realizadas del caudal.

El caudal promedio obtenido de agua residuales, que se mostraron dentro de la medición de los caudales fue de los mismo que se detalla en la tabla 12.

Tabla 2-4: Promedio de la medición del caudal de la parroquia Alshi/ 9 de Octubre

MEDICIÓN DE CAUDALES (PROMEDIO SEMANAL)			
Día	Volumen (m ³)	Promedio tiempo (s)	Caudal (m ³ /día)
1	0,006	8	64,80
2	0,006	9	57,60
3	0,006	7	74,06
4	0,006	8	64,80
5	0,006	9	57,60
	0,006	8.2	63,77

Realizado por: Vinza, Miguel, 2022.

Para la determinación de la dotación de agua que se está empleando en la parroquia Alshi/ 9 de Octubre se emplea el dato de la medición del caudal:

$$\text{Dotación} \left(\frac{\text{L}}{\text{hab} * \text{día}} \right) = \frac{Q_{\text{prom}} * 1000 \text{ L/m}^3}{Pa}$$

$$\text{Dotación} \left(\frac{\text{L}}{\text{hab} * \text{día}} \right) = \frac{63,77 \text{ m}^3 / \text{día} * 1000 \text{ L/m}^3}{425 \text{ hab}}$$

$$\text{Dotación} \left(\frac{\text{L}}{\text{hab} \cdot \text{día}} \right) = 150,047 \text{ L/hab} \cdot \text{día}$$

Una vez realizada el cálculo se obtuvo un caudal diario por cada habitante de 150,047 L/hab*día.

4.1.4 Caudal medio de aguas residuales

$$Q_m = \frac{P_f \cdot D \cdot C}{86400 \text{ s/día}}$$

Donde:

P_f = Población futura (hab)

D = Dotación del agua ($1 \cdot \frac{\text{hab}}{\text{día}}$)

C = Coeficiente de retorno

Tabla 3-4: Determinación de los datos para el cálculo del Caudal medio

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Población actual	Hab.	579
Población futura	Hab.	921
Dotación de agua	L/Hab*día	150.047
Coeficiente de retorno	-	0.7

Realizado por: Vinza, Miguel, 2022.

Reemplazando obtenemos:

$$Q_m = \frac{P_f \cdot D \cdot C}{86400 \text{ s/día}}$$

$$Q_m = \frac{921 \cdot 150.047 \cdot 0.7}{86400 \text{ s/día}}$$

$$Q_m = 1.120 \text{ L/s}$$

4.2 Factor de mayoración

Este factor considera las variaciones en el consumo de agua por parte de los habitantes, estas mediciones realizadas en el campo son expresadas con relación a la estimación de los valores. Pero en muchos de los casos, esto no hace posible a los requerimientos básicos aproximadas con la de Harmon la cual es validad para poblaciones de 1000 a 100000 pobladores, para eso se utiliza la ecuación:

$$F=1+\frac{14}{4+\sqrt{\frac{P_f}{1000}}}$$

Donde:

P_f =Población final

Reemplazando tenemos que:

$$F=1+\frac{14}{4+\sqrt{\frac{921}{1000}}}$$

$$F=3.823$$

4.2.1 Caudal de infiltración

El caudal de infiltración son todas aquellas aguas que entran al alcantarillado que provienen del suelo a través de cualquier conexión hechas mediante tuberías dañadas, uniones de tuberías mal instaladas, conexiones que no son controladas o por las paredes que están rotas de los pozos de inspección.

$$Q_{inf}=0,20\frac{1}{s*Ha} *Ha$$

Donde:

H_a = Porcentaje de infiltración

Reemplazando en la ecuación:

$$Q_{inf}=0,20\frac{1}{s*Ha} *3.2 Ha$$

$$Q_{inf}=0.64 L/s$$

El caudal de infiltración empleado para este diseño es de 0.64 L/s

4.2.2 Caudal de conexiones erradas

El caudal de conexiones erradas es gracias a los aportes de aguas lluvias que pasan al sistema de alcantarillado mediante fisuras, estos son fundamentales para la eficiencia de la protección sobre la calidad de conexiones domiciliarias y de la disponibilidad, utilizar la fórmula:

$$Q_{ce}=0,10*(Q_m *F+Q_{inf})$$

Donde:

Q_m = Caudal medio $\frac{1}{s}$

F= Factor de mayoración

Q_{inf} = Caudal de infiltración l/s

Resolviendo:

$$Q_{ce} = 0,10 * (Q_m * F + Q_{inf})$$
$$Q_{ce} = 0,10 * (1.120 \frac{L}{s} * 3.823 L/s + 0,64 L/s)$$
$$Q_{ce} = 0.492 L/s$$

El caudal adicional considerado para las aguas lluvias que aporta al caudal del alcantarillado sanitario es de 0.492 l/s.

4.3 Caudal de diseño

El caudal de diseño es el caudal que va a ingresar a nuestro sistema de tratamientos de aguas residuales para la parroquia Alshi/9 de Octubre, utilizando la Ecuación:

$$Q_{diseño} = Q_m * F + Q_{inf} + Q_{ce}$$

Donde:

Q_m = Caudal medio

F= Factor de mayoración

Q_{inf} = Caudal de infiltración

Q_{ce} = Caudal de conexiones erradas

Resolviendo:

$$Q_{diseño} = Q_m * F + Q_{inf} + Q_{ce}$$
$$Q_{diseño} = 1.120 \frac{L}{s} * 3.823 + 0.64 \frac{L}{s} + 0.492 L/s$$
$$Q_{diseño} = 5.345 L/s$$

4.3.1 Caudal mínimo de diseño ($Q_{min\ diseño}$)

Para determinar el caudal mínimo de diseño se utiliza la misma fórmula del caudal de diseño para el valor de la población actual.

$$Q_{min\ diseñ} = Q_m * F + Q_{inf} + Q_{ce}$$

Donde:

Q_m = Caudal medio

F= Factor de mayoración

Q_{inf} = Caudal de infiltración

Q_{ce} = Caudal de conexiones erradas

Resolviendo:

$$Q_{\min \text{ diseñ}} = Q_m * F + Q_{inf} + Q_{ce}$$
$$Q_{\min \text{ diseñ}} = 0.516 \frac{L}{s} * 4.009 * 0.64 L/s + 0.270 L/s$$
$$Q_{\min \text{ diseñ}} = 3.155 L/s$$

4.4 Cálculo para el caudal medio diario

Para determinar el caudal medio diario es la suma de todos los caudales ya calculados en los pasos anteriores:

$$Q_{md} = Q_m + Q_{inf} + Q_{ce}$$

Donde:

Q_m = Caudal medio

Q_{inf} = Caudal de infiltración

Q_{ce} = Caudal de conexiones erradas

Resolviendo:

$$Q_{md} = Q_m + Q_{inf} + Q_{ce}$$
$$Q_{md} = 1.120 L/s + 0.64 L/s + 0.492$$
$$Q_{md} = 2.252 L/s$$

4.4.1 Dimensión del canal de llegada

Para diseñar el caudal de llegada en base a los requerimientos establecidos en las Normas para el Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y disposición de aguas residuales para poblaciones de bajas densidades, basada en las velocidades para esto se define de la siguiente forma:

Caudal medio diario > 0.6 m/s

Caudal máximo < 2.5 m/s

Los datos necesarios para llevar a cabo los cálculos se detallan a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 4-4: Dimensionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales

PARÁMETRO	ABREVIATURA	UNIDAD	DATOS
Caudal medio diario	Q _{md}	m ³ /s	2.252
Caudal de diseño	Q _{Diseño}	m ³ /s	5.345
Material del canal	-	-	Hormigón
Coefficiente de rugosidad de Manning*	N	-	0.016
Base del canal (asumida)	B	M	0.4
Altura del canal (asumida)	H	M	0.5
Pendiente del canal (asumida)	S	%	0.5

Fuente: (Metcalf y Eddy, 1996: p.255)

Realizado por: Vinza, Miguel, 2022.

4.4.2 Coeficiente de Manning

Para calcular el caudal medio diario obtenemos:

$$K = \frac{Q_{med} * N}{\frac{8}{3} * \frac{1}{S^8}}$$

Donde:

Q_{med} = Caudal medio

N = Coeficiente de rugosidad de Manning (0,016)

B = Base del canal

S = Pendiente del canal

Resolviendo:

$$K = \frac{Q_{med} * N}{\frac{8}{3} * \frac{1}{S^8}}$$

$$K = \frac{0.002252 \frac{m^3}{s} * 0.016}{\frac{8}{3} * 0.005^{\frac{1}{8}}}$$

$$K = 0.005866468$$

Para calcular el caudal de diseño:

$$K = \frac{Q_D * n}{\frac{8}{3} * \frac{1}{s^8}}$$

$$K = \frac{0.005345 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 0.016}{0.5^{\frac{8}{3}} * 0.005^{\frac{1}{8}}}$$

$$K = 0.000767944$$

Por lo que el valor de h, para el caudal medio diario es:

$$h = 1.6624 * K^{0.74232} * b$$

$$h = 1.6624 * 0.005866468^{0.74232} * 0.016$$

$$h = 0.000586512 \text{ m}$$

Entonces para calcular el caudal de diseño h, es igual a:

$$h = 1.6624 * K^{0.74232} * b$$

$$h = 1.6624 * 0.000767944^{0.74232} * 0.016$$

$$h = 0.0129650 \text{ m}$$

4.4.3 Radio hidráulico

El radio hidráulico se utiliza para calcular el caudal diario utilizando la ecuación:

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

Donde:

b= base

h= altura

El radio hidráulico para el caudal medio diario tenemos resolviendo:

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

$$RH = \frac{0.4 \text{ m} * 0.000586512}{0.4 \text{ m} + 2 (0.000586512)}$$

$$RH = 0.000584797 \text{ m}$$

Radio hidráulico para el canal de diseño:

$$RH = \frac{b^*}{b+2h}$$

$$RH = \frac{0.4 \text{ m} * 0.000129650 \text{ m}}{0.4 \text{ m} + 2 (0.000129650 \text{ m})}$$

$$RH = 0.000129566$$

Una vez obtenidos los siguientes resultados, procedemos a emplear la ecuación de Manning para verificar la velocidad:

4.4.4 Verificación de la velocidad

Se utiliza la siguiente ecuación:

$$V = \frac{1}{n} RH^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Dónde:

RH= Radio Hidráulico

n= Coeficiente de rugosidad de Manning

S= Pendiente del canal

Sustituyendo en el caudal medio diario la velocidad es de:

$$V = \frac{1}{n} RH^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0.016} 0.000584797^{\frac{2}{3}} * 0.005^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0.030905453 \text{ m/s}$$

Y para el caudal de diseño tenemos los siguiente:

$$V = \frac{1}{n} RH^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0.016} 0.000129566^{\frac{2}{3}} * 0.005^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0.011315986 \text{ m/s}$$

4.5 Dimensionamiento de las rejillas

Se recomienda para los caudales menores a $0.0538 \text{ m}^3/\text{s}$ la instalación de rejillas manuales, que se podrán ubicar a continuación del canal de llegada esto nos permitirá retener mayor cantidad de material grueso que trae las aguas residuales para proceder con la eliminación. Una recomendación para las poblaciones que tienen un nivel bajo de pobladores es que las barras sean de sección rectangular y que sean de una inclinación de 44° a 60° con respecto a la horizontal.

Tabla 5-4: Dimensionamiento de las rejillas de la planta de tratamiento de aguas residuales

Parámetro	Abreviatura	Unidad	Valor recomendado	Valor escogido
Caudal de diseño	$Q_{\text{Diseño}}$	m^3/s		0.005345
Velocidad mínima de aproximación*	V_a	m/s	0.3 – 0.6	0.4
Velocidad mínima entre barras	V_{Bm}	m/s	0.3 – 0.6	0.4
Aceleración de la gravedad	G	m/s^2	9.8	-
Altura de seguridad	H_s	m	0.5	
Ancho del canal (propuesto)	L	m	0.5	-
Espesor de la barra**	S	mm	5 – 15	10
Separación entre barras**	E	mm	15 – 50	20
Angulo de inclinación**	A	$^\circ$	44 – 60	50
Perdida máxima de carga admisible+	H_f	m	0.015	0.015

Fuente: (Lozano Rivas, 2016, p.57)

Realizado por: Vinza, Miguel, 2022.

4.5.1 Área libre al paso del agua

$$A_L = \frac{Q_{\text{DISEÑO}}}{V_{Bm}}$$

$$A_L = \frac{0.005345 \text{ m}^3/\text{s}}{0.4 \text{ m/s}}$$

$$A_L = 0.013362500 \text{ m}^2$$

4.5.2 Tirante del agua en el canal

$$h = \frac{A_L}{b}$$

$$h = \frac{0.013362500 \text{ m}^2}{0.5 \text{ m}}$$

$$h = 0.026725000 \text{ m}$$

4.5.3 *Altura del canal (H)*

$$H = 0.026725000 \text{ m} + 0.5 \text{ m}$$

$$H = 0.526725000 \text{ m}$$

4.5.4 *Longitud de las barras (lb, m)*

$$L_b = \frac{0.526725000 \text{ m}}{\text{sen } 50}$$

$$L_b = 0.687590655 \text{ m}$$

4.5.5 *Numero de barras*

$$N_b = \frac{L}{e + s}$$

$$N_b = \frac{0.5 \text{ m}}{0.020 \text{ m} + 0.010 \text{ m}}$$

$$N_b = 16.6666667 \text{ barras} \rightarrow 17 \text{ barras}$$

4.5.6 *Pérdida de carga*

$$hf = \frac{1}{0.7} * \left(\frac{V_{Bm} - Va^2}{2g} \right)$$

$$hf = \frac{1}{0.7} * \left(\frac{0.4 \text{ m/s} - (0.4 \text{ m/s})^2}{2(9.81 \text{ m/s}^2)} \right)$$

$$hf = 0.012232416 \text{ m}$$

4.5.7 *velocidad en el canal de aproximación*

$$V_{\text{aprox}} = \frac{Q_D}{A_L}$$

$$V_{\text{aprox}} = \frac{0.005345 \text{ m}^3/\text{s}}{0.013362500 \text{ m}^2}$$

$$V_{\text{aprox}} = 0.4 \text{ m/s}$$

4.6 Dimensionamiento del desarenador

El desarenador de flujo horizontal tiene como finalidad de facilitar el mantenimiento para continuar con el tratamiento de las aguas contaminadas o las aguas residuales, una vez definida el caudal nos dimos cuenta de que es un número menor, debido a la disponibilidad de espacios pequeños y presupuesto bajo, se dimensionará un desarenador. Los datos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 6-4: Dimensionamiento del desarenador

Parámetros	Expresado como	Unidad	Datos
Caudal de diseño	$Q_{\text{Diseño}}$	m^3/s	0.005345
Diámetro de la partícula*	\emptyset	cm	0.014
Densidad de la arena*	m^3/s	g/cm^3	2.65
Densidad del agua residual, $T=20^\circ$ *	d	g/cm^3	0.99823
Viscosidad cinemática del agua*	N	cm^2/s	0.010105
Ancho del tanque desarenador*	B	M	0.4
Relación-largo: ancho			2.5-5: 1
Relación-ancho: profundidad			1:1
Tiempo de retención hidráulico+	TRH	S	20 - 80

Fuente: (Lozano Rivas, 2016, p.57)

Realizado por: Vinza, Miguel, 2022.

Verificación del cumplimiento de:

$$v_a > v_s$$

Se tiene que verificar que estas partículas sean recolectadas en una zona de desarenación, entonces procedemos a realizar los siguientes cálculos indicados:

Velocidad de sedimentación

$$v_s = 0.22 \left(\frac{p_s - p}{p} * g \right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{\emptyset}{(n)^{\frac{1}{3}}} \right)$$

$$v_s = 0.22 \left(\frac{2.65 \text{ g}/\text{cm}^3 - 0.998 \text{ g}/\text{cm}^3}{0.998 \text{ g}/\text{cm}^3} * 981 \text{ cm}/\text{s}^2 \right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{0.014 \text{ cm}}{(0.0101 \text{ cm}^2/\text{s})^{\frac{1}{3}}} \right)$$

$$v_s = 1.968532539 \text{ cm}/\text{s} \rightarrow 0.01968 \text{ m}/\text{s}$$

Número de Reynolds (re)

$$Re = \frac{v_s * d}{\nu}$$
$$Re = \frac{1.968532539 \text{ cm/s} * 0.014 \text{ cm}}{0.0101 \text{ cm}^2/\text{s}}$$
$$Re = 2.728658965$$

Para determinar el coeficiente de arrastre (cd)

$$C_D = \frac{24}{Re} + \frac{3}{\sqrt{Re}} + 0.34$$
$$C_D = \frac{24}{2.728658965} + \frac{3}{\sqrt{2.728658965}} + 0.34$$
$$C_D = 10.95165806$$

Velocidad de sedimentación de la partícula en la zona de transición

$$v_s = \sqrt{\frac{4}{3} * \frac{g}{C_d} + (p_s - 1) * \varnothing}$$
$$v_s = \sqrt{\frac{4}{3} * \frac{981 \text{ cm/s}^2}{10.95165806} + (2.65 \text{ g/cm}^3 - 1) * 0.014 \text{ cm}}$$
$$v_s = 10.92964180 \text{ cm/s} \rightarrow 0.109 \text{ m/s}$$

Para el cálculo de la velocidad límite o velocidad de desplazamiento

$$v_a = 125 [(p_s - p) \varnothing]^{1/2}$$
$$v_a = 125 [(2.65 \text{ g/cm}^3 - 0.998 \text{ g/cm}^3) 0.014 \text{ cm}]^{1/2}$$
$$v_a = 19.00986586 \text{ cm/s} \rightarrow 0.19008 \text{ m/s}$$

Área superficial mediante la expresión

$$A_s = \frac{Q_{\text{diseño}}}{v_a}$$
$$A_s = \frac{0.005345 \text{ m}^3/\text{s}}{0.19008 \text{ m/s}}$$
$$A_s = 0.028119739 \text{ m}^2$$

4.7 Dimensiones del desarenador

4.7.1 Longitud del desarenador

Para el dimensionamiento del desarenador se utilizó la relación largo ancho 5:1 entonces:

$$\frac{L_D}{B} = \frac{1}{5} \rightarrow L_D = 5 * B$$

$$L_D = 5 * B$$

$$L_D = 5 * 0.4 \text{ m}$$

$$L_D = 2 \text{ m}$$

4.7.2 Profundidad del desarenador

Para la determinación del desarenador (H_D) se procedió a aplicar la relación ancho profundidad:

1:1

$$\frac{B}{H_D} = \frac{1}{1} \rightarrow H_D = \frac{B}{1}$$

Despejando la ecuación

$$H_D = \frac{B}{1}$$

$$H_D = \frac{0.4 \text{ m}}{1}$$

$$H_D = 0.4 \text{ m}$$

4.7.3 Área total

$$A_T = L_D * B$$

$$A_T = 2.0 \text{ m} * 0.4 \text{ m}$$

$$A_T = 0.8 \text{ m}^2$$

4.7.4 Velocidad horizontal

$$V_h = \frac{Q_{\text{DISEÑO}}}{A_T}$$

$$V_h = \frac{0.005345 \text{ m}^3/\text{s}}{0.8 \text{ m}^2}$$

$$V_h = 0.0087375 \text{ m/s}$$

Entonces verificamos que:

$$v_a > v_h \rightarrow 0.19 \text{ m/s} > 0.0087375 \text{ m/s}$$

Sí, cumple

4.7.5 *Periodo de retención*

$$V = L_D * B * H_D$$

$$V = 2\text{m} * 0.4 \text{ m} * 0.4 \text{ m}$$

$$V = 0.32 \text{ m}^3$$

4.7.6 *Tiempo de retención*

$$T_r = \frac{V}{Q_{\text{DISEÑO}}}$$

$$T_r = \frac{0.32 \text{ m}^3}{0.005345 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$T_r = 59.86903648 \text{ s}$$

4.7.7 *Longitud de transición al ingreso del desarenador*

$$L_t = \frac{B - b_1}{2 \text{ tg } \theta}$$

$$L_t = \frac{0.4 \text{ m} - 0.136 \text{ m}}{2 \text{ tg } 12.5^\circ}$$

$$L_t = 0.595413522 \text{ m}$$

4.8 Dimensionamiento de lecho de secado

Para el diseño del lecho de secado se realizó mediante los siguientes datos:

Tabla 4-7: Dimensionamiento del lecho de secado para la planta de tratamiento

Caudal de diseño	Q_{DISEÑO}	m³/día	63.77
Población futura	P_{fu}	hab	921
Densidad de lodos	d_{lodo}	Kg/L	1.03
Sólidos suspendidos	SS	mg/L	50
% Sólidos	%	%	12
Tiempo de digestión*	Td	Días	50
Profundidad de aplicación*	Hal	m	0.5

Fuente: (Lozano Rivas, 2016, p.57)

Realizado por: Vinza, Miguel, 2022.

4.8.1 Carga de solidos que ingresa al sedimentador

$$50 \text{ SS} \frac{\text{mg}}{\text{l}} * \frac{1}{921} * 63.77 \text{ m}^3/\text{d} \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} * \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} = 67.06 \text{ g} \frac{\text{SS}}{\text{hab.} * \text{día}}$$

$$C = \frac{\text{población} * \text{contribución percapita} \left(\frac{\text{gSS}}{\text{kg}} \right)}{1000}$$

$$C = \frac{921 \text{ hab} * 67.06 \left(\frac{\text{gSS}}{\text{hab.} * \text{hab}} \right)}{1000}$$

$$C = 61.76226 \text{ kg SS/día}$$

4.8.2 Masa de sólidos que conforman los lodos

$$\text{Msd} = (0.5 * 0.7 * 0.5 * C) + (0.5 * 0.3 * C)$$

$$\text{Msd} = (0.5 * 0.7 * 0.5 * 61.76226 \text{ kg SS/día}) + (0.5 * 0.3 * 61.76226 \text{ kg SS/día})$$

$$\text{Msd} = 20.07 \text{ Kg SS/ día}$$

4.8.3 Volumen diario de lodos digeridos

$$V_{ld} = \frac{\text{Msd}}{\rho \text{ lodo} * \left(\frac{\% \text{sólidos}}{100} \right)}$$

$$V_{ld} = \frac{20.07 \text{ Kg SS/ día}}{1.03 \text{ kg/L} * \left(\frac{12}{100} \right)}$$

$$V_{ld} = 162.378 \text{ L/día}$$

4.8.4 Volumen que se va a extraerse del desarenador

$$\text{Vel} = \frac{V_{ld} * Td}{1000}$$

$$\text{Vel} = \frac{162.378 \text{ L/día} * 50}{1000}$$

$$\text{Vel} = \frac{162.378 \text{ L/día} * 50}{1000}$$

$$\text{Vel} = 8.1189 \text{ m}^3$$

4.8.5 Área lecho de secado

$$Als = \frac{V}{Hal}$$

$$Als = \frac{8.1189 \text{ m}^3}{0.5 \text{ m}}$$

$$Als = 16.2378 \text{ m}^2$$

Entonces:

Largo del lecho 2.5 m.

Ancho del lecho:

$$\text{Ancho} = \frac{16.2378 \text{ m}^2}{2.5 \text{ m}}$$

$$\text{Ancho} = 6.49512 \text{ m}$$

4.9 Dimensionamiento de la trampa de grasas y aceites

Tabla 4-8: Dimensionamiento de la trampa de grasas y aceites de las aguas residuales

PARÁMETRO	ABREVIATURA	VALOR	UNIDAD
Carga superficial	Cs	4	L*s/m ³
Altura	H	2	M
Relación largo-ancho	-	1	-
Caudal máximo	Q	5.34	L/s

Realizado por: Vinza, Miguel, 2022.

4.9.1 Cálculo del área superficial de la trampa de grasas (A, m²)

$$A = \frac{Q}{C_s}$$

$$A = \frac{5.34 \text{ L/s}}{4 \text{ L/s} \cdot \text{m}^2}$$

$$A = 1.335 \text{ m}^2$$

4.9.2 Cálculo del ancho de la trampa de grasas (b, m)

$$B = \sqrt{\frac{A}{1}}$$

$$B = \sqrt{\frac{1.335}{1}}$$

$$B=1.155 \text{ m}$$

4.9.3 Cálculo de la longitud de la trampa de grasas (L, m)

$$L=1b$$

$$L=1(1.155 \text{ m})$$

$$L=1.155 \text{ m}$$

4.9.4 Cálculo del tiempo de retención en la trampa de grasa (TR, min)

$$TR = \frac{h * b * l}{Q}$$

$$TR = \frac{2\text{m} * 1.155 \text{ m} * 1.155 \text{ m}}{\left(\frac{5.34}{1000}\right) \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$TR=900 \text{ min}$$

4.9.5 Cálculo del tanque de purificación

Para calcular los datos sobre el tanque de purificación usamos la siguiente tabla:

Tabla 9-4: Dimensionamiento del tanque de purificación de las aguas residuales

Parámetro	Abreviatura	Valor	Unidad
Coliformes totales inicial	UFC/100 ml	900000	-
Coliformes totales final	UFC/100 ml	900	-
Constante Mo	K	0.24	min ⁻¹
Relación largo-ancho	-	2	-
Caudal máximo	Q	0.42	m ³ /min

Fuente: (Metcalf y Eddy, 1996: p.440)

Realizado por: Vinza, Miguel, 2022.

4.9.6 Cálculo del tiempo de contacto (t, min)

$$t = \frac{\ln \frac{N_i}{N_f}}{k}$$

$$t = \frac{\ln \frac{900000}{900}}{0.24}$$

$$t = 28.8 \text{ min}$$

4.9.7 Cálculo del volumen de la cámara de contacto (VVC, m³)

$$\begin{aligned}VVC &= t * Q \\VVC &= 28.8 \text{ min} * 0.42 \text{ m}^3/\text{min} \\VVC &= 12.1 \text{ m}^3\end{aligned}$$

4.10 Cálculo del largo del tanque (L, m)

La relación es de 2:1, largo: ancho.

$$\begin{aligned}L &= 2b \\L &= 2(2\text{m}) \\L &= 4\text{m}\end{aligned}$$

4.10.1 Cálculo de la profundidad del tanque (h, m)

$$\begin{aligned}h &= \frac{VVC}{L * b} \\h &= \frac{12.1 \text{ m}^3}{4 \text{ m} * 2 \text{ m}} \\h &= 1.52 \text{ m}\end{aligned}$$

4.11 Dosificación de cloro

Para encontrar la dosis adecuada de cloro a usarse, desarrollamos mediante los siguientes cálculos:

Calcular la dosis del desinfectante que se aplicará:

$$\begin{aligned}D &= \frac{D_M + D_m}{2} \\D &= \frac{1.4 + 0.6}{2} \\D &= 1.00 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

Seguidamente:

$$\begin{aligned}P &= Q * D \\P &= 6,99 \text{ L/s} * 1 \text{ mg/L} \\P &= 6,99 \text{ mg/s}\end{aligned}$$

El volumen del tanque obtenemos de la siguiente manera:

$$V=Q* Tr$$

$$V=0,00699 \text{ m}^3/\text{s} * 120 \text{ s}$$

$$V= 0,84 \text{ m}^3$$

Y por último la altura del tanque:

$$A_t = \frac{V}{L * A}$$

$$A_t = \frac{0,84 \text{ m}^3}{2,1 \text{ m} * 2 \text{ m}}$$

$$A_t = 0,2 \text{ m}$$

4.12 Presupuesto mínimo para la implementación de la planta de tratamiento

Para rediseñar la planta de tratamiento de aguas residuales se analizaron los costos para la reconstrucción de la unidad de tratamiento de la parroquia Alshi/9 de Octubre, esto también incluye la adecuación del terreno donde actualmente se encuentra la planta de tratamiento de aguas residuales, los precios propuestos fueron aplicados a precios cómodos y accesibles para la población con la finalidad de minimizar la inversión para el proyecto, y así reducir la el impacto ambiental las aguas que se descargan sin el correcto tratamiento.

Tabla 10-4: Determinación del presupuesto

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Obras preliminares				
Replanteo y nivelación	m ²	1056,31	1,63	1721,79
Limpieza de desbroce	m ²	1056,31	1,79	1890,80
Cerramiento (postes, alambre de púas y excavación)	M	189,16	13,82	2614,13
CANAL DE ENTRADA Y REJILLAS				629,14
Excavación (altura de 0 hasta 1 m, excavación manual)	m ³	1,50	8,00	12,00
Adecuación del fondo de la zanja	m ²	3,00	6,72	20,16
Encofrado recto	m ²	5,00	13,92	69,60
Hormigón S. fc= 210 kg/cm ²	m ³	4,00	109,37	437,48
Malla electrosoldada 6mm 15x15 cm	m ²	5,00	4,98	24,90

Rejillas	U	1,00	65,00	65,00
DESARENADOR				697,15
Excavación h=0 a 2 m a máquina (retroexcavadora suelo normar)	m ³	2,50	8,00	20,00
Adecuación del fondo de la zanja	m ²	6,00	6,72	40,32
Encofrado recto	m ²	8,00	13,92	11,36
Hormigón S. fc=210 kg/cm ²	m ³	7,00	109,37	765,59
Malla electrosoldada 6mm 15x15	m ²	6,00	4,98	29,88
TRAMPA DE GRASAS				1612,90
Excavación h=0 a 2 m a máquina (retroexcavadora suelo normal)	m ³	11,00	8,00	88,00
Compactación mecánica	m ²	70,00	0,98	68,60
Suministro e instalación de tubería PVC	U	20,00	10,97	219,40
Hormigón S. fc=210 kg/cm ²	m ³	10,00	109,37	1093,70
Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm ²	Kg	80,00	1,79	142,20
TANQUE DE PURIFICACIÓN				1131,84
Excavación h=0 a 2 m a máquina (retroexcavadora suelo normal)	m ³	6,00	8,00	48,00
Adecuación del fondo de la zanja	m ²	8,00	6,72	53,76
Encofrado recto	m ²	6,00	13,92	83,52
Hormigón S. fc=210 kg/cm ²	m ³	8,00	109,37	874,92
Acero de refuerzo fy=4200 Kg/cm ²	Kg	40,00	1,79	71,60
LECHO DE SECADO				866,76
Excavación h=0 a 2 m a máquina (retroexcavadora suelo normal)	m ³	2,00	8,00	16,00
Hormigón S. fc=210 kg/cm ²	m ³	1,50	109,37	164,06
Malla electrosoldada bmw 15x15 cm	m ²	36,00	4,98	179,28
Encofrado recto	m ²	36,00	13,92	501,12
SUBTOTAL				11164,50
GASTOS INDIRECTOS (12%)				1339,74
TOTAL				12504,240

Realizado por: Vinza, Miguel, 2022.

Tabla 11-4: Costos de gestión para la implementación de la unidad de tratamiento

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MUEBLES Y ENSERES			\$175,00
Escritorio	1 u	\$ 75,00	\$75,00
Silla	1 u	\$ 100,00	\$ 100,00
EQUIPO DE COMPUTACIÓN			\$680,00
Computadora	1 u	\$ 500,00	\$500,00
Impresora	1 u	\$180,00	\$180,00
COSTOS DE CONSTITUCIÓN			\$54,00

Patente municipal	1 u	\$28,00	\$28,00
Permiso de bomberos	1 u	\$18,00	\$18,00
Permiso de salud	1 u	\$8,00	\$8,00
Los costos pueden variar debido a los requerimientos		Subtotal	\$909,00
		Impuestos	\$109,08
		Total	\$1018,00

Realizado por: Vinza, Miguel, 2022.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

En el rediseño de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Parroquia Alshi/9, cantón Morona, en la provincia de Morona Santiago, debido a que se encuentra a un 35% en el proceso de funcionamiento, no cuenta con un óptimo tratamiento de las aguas residuales, debido a esto, siguiendo los parámetros legales requeridos y estandarizados mediante una caracterización físico química y microbiológica de las aguas residuales se obtuvo los siguientes valores: coliformes totales 7800 UFC/mL; coliformes fecales 8000 UFC/mL; DQO 266.8 mg/L ; Aceites y grasas 23 mg/L ; DBO₅ 134 mg/L ; sólidos totales 1704.8 mg/L; nitratos 10.94 mg/L; sulfatos 1186.2 mg/L, estos resultados superan el límite permisible establecido por el TULSMA, lo que genera un alto impacto como es la contaminación al cuerpo hídrico.

Mediante las ecuaciones de Lozano y Rivas (2016) y Metcalf y Eddy (1996) se realizó el dimensionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, realizando una serie de cálculos matemáticos obteniendo así las medidas exactas que utilizaremos para trazar en el software AutoCad.

Tras el análisis de las dimensiones se logró obtener los costos para el rediseño de la planta de tratamiento de aguas residuales con su costo de inversión que esto nos servirá para implementación de la unidad de tratamiento de aguas residuales es la cantidad de 12504,240 dólares americanos, y los costos para la gestión para la unidad de tratamiento de aguas residuales la cantidad tentativa es de \$1018,00.

La planta de tratamiento de aguas residuales actual cuenta con: un desarenador; trampa de grasas; lecho de secado mientras que en la propuesta de rediseño consta de: un canal de entrada, rejillas / desbaste, desarenador, trampa de grasas, estanque de lecho de secado y un tanque de cloración que cumple con todas las normas y estándares para las descargas al cuerpo receptor.

RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar el sistema de tanque de desinfección debido a que se está descargando las aguas sin tratar al cuerpo hídrico cercano.

Realizar los respectivos análisis químicos del agua tratada para garantizar que nuestra planta de tratamiento este cumpliendo con los requerimientos establecidos por la normativa ecuatoriana.

La extracción de los lodos de la planta de tratamiento de aguas residuales es una de las alternativas para desechar esta materia orgánica sería utilizar como abono para los diferentes tipos de agricultura.

Antes de iniciar la operación de la planta de tratamiento capacitar al personal que vaya a operar la planta de tratamiento con la finalidad de maximizar el control y la eficiencia de los procesos.

BIBLIOGRAFÍA

ALVARADO E. *Manual de Medición de Caudales. Instituto Privado de Investigación sobre cambio climático.* [blog]. Guatemala, 2017. [Consulta: 8 enero 2022]. Disponible en: <https://icc.org.gt/wp-content/uploads/2018/02/Manual-de-medici%C3%B3n-de-caudales-ICC.pdf>

BANÚS, M. & BELTRÁN, C. "H2O elixir de vida". *Elementalwatson*, no. 1 (2010), (Buenos Aires) pp. 2-41.

BATISTA, R., SOARES, A., ZAPATA, O., RODRÍGUES, J., LEITE, C. & MOREIRA, D. "Taponamiento de goteros y del filtro de discos con agua residual sanitaria de una laguna de maduración". *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, vol. 62, no. 1 (2009), (Colombia) pp. 4957-4966.

BERRONES, D. Diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la parroquia Sibambe. (Trabajo de titulación) (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimbrazo, Facultad de Ciencias. Riobamba-Ecuador. 2014. pp. 1-153. [Consulta: 11 febrero 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3200/1/96T00234.pdf>

BUCAJ, R. Rediseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para Ep-empresa municipal de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Guaranda. (Trabajo de titulación) (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba-Ecuador. 2014. pp. 1-184. [Consulta: 8 febrero 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3658/1/96T00273%20UDCTFC.pdf>

CARBAJAL, Á. & GONZÁLEZ, M. "En: Agua para la salud. pasado, presente y futuro". *Universidad Complutense de Madrid*, vol. 4, no. 1 (2012), (Madrid) pp. 46-49.

CASTAÑEDA, A. & FLORES, H. "Tratamiento de aguas residuales domésticas mediante plantas macrófitas típicas en Los Altos de Jalisco, México". *Paakat*, vol. 3, no. 5 (2013), (México) pp. 1-13.

CENTA. *Manual de depuración de aguas residuales urbanas.* [blog]. El Salvador, 2008. [Consulta: 9 febrero 2022]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/nayibecamacho/manual-de-depuracin-de-aguas-residuales-urbanas-102567493>

CONAGUA. *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Operación y*

mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: pretratamiento y tratamiento Primario. [blog]. México, 2010. [Consulta: 9 febrero 2022]. Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Libros/10DisenoDeLasPlantasDeEstabilizacion.pdf>

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL PERÚ *Reglamento Nacional de Edificaciones OS.090. Plantas de tratamiento de aguas residuales.*

CUENCA, D., CAMACHO, C. & CUESTA, G. "Delimitación de zonas susceptibles a movimientos de ladera, en el cantón San Juan Bosco-Morona Santiago, mediante el método Mora Vahrson modificado". *Casedelpo*, vol. 7, no. 2 (2021), (Ecuador) pp. 2366-2379.

DIÉGUEZ, R. Planta de tratamiento de aceites y grasas. (Trabajo de titulación) (Maestría) Universidad de Chile. Santiago-Chile. 2016. pp. 1-28. [Consulta: 8 febrero 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/143417/Dieguez%20Mesias%20Raul.pdf?sequence=1>

DELOYA, A. "Métodos de análisis físicos y espectrofométricos para el análisis de aguas residuales". *Tecnología en Marcha*, vol. 19, no. 2 (2006), (Costa Rica) pp. 31-40.

ESCOBAR, J. *Recursos Naturales e Infraestructura - La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar* [en línea]. Santiago de Chile, 2022. [Consulta: 8 febrero 2022]. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6411/1/S0210820_es.pdf

ESPIGARES, M. & PÉREZ, J. *Aguas Residuales. Composición.* [blog]. España, 2015. [Consulta: 9 febrero 2022]. Disponible en: https://cidta.usal.es/cursos/edar/modulos/edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf

FERNÁNDEZ, A. "El agua un recurso esencial". *Química Viva*, vol. 11, no. 3 (2012), (Argentina) pp. 147-170.

FERNÁNDEZ, A., LETÓN, P., ROSAL, R., DORADO, M., VILLAR, S. & SANZ, J. *Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales.* [en línea]. Madrid, España: CEIM, 1997. [Consulta: 10 febrero 2022]. Disponible en: <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001696.pdf>

FERNÁNDEZ, R. *Pretratamientos/Aguas.* [blog]. España, 2015. [Consulta: 9 febrero 2022].

Disponible en: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

FRERS, C. "El uso de plantas acuáticas para el tratamiento de aguas residuales". *Observatorio Medioambiental*, vol. 11, no. 2 (2008), (Madrid) pp. 18-19.

GARCÍA, A., REYES, M., ALVARADO, A., GONZÁLEZ, L., ANTUNA, D., VÁZQUEZ, E. del C., MÉNDEZ, M., QUINTOS, M. & HERRERA, A. *Cloruros totales en el agua de abastecimiento. Centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral regional*. [blog]. México, 2009. [Consulta: 10 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/8825/1/clorurosnov12.pdf>.

GAVILÁNEZ, F. "Efectos del jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) y de microorganismos eficientes en las aguas residuales urbanas del cantón Naranjito, Ecuador". *Universidad Agraria del Ecuador*, (2016), (Ecuador) pp. 31-43.

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL DE ALSHI/9 DE OCTUBRE. *Resolución favorable para la aprobación de la actualización del plan parroquial de desarrollo y ordenamiento territorial de Alshi-9 de Octubre 2015-2019*.

GUARDARRAMA, R., KIDO, J., ROLDAN, G. & SALAS, M. "Contaminación del agua". *Ecofran*, vol. 2, no. 5 (2016), (México) pp. 1-10.

INEC. *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Cantón Morona*. [blog]. Ecuador, 2010. [Consulta: 10 febrero 2022]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Fasciculos_Censales/Fasc_Cantoniales/Morona_Santiago/Fasciculo_Morona.pdf

ISCH, E. *Contaminación de las Aguas y Políticas para Enfrentarla. Foro de los Recursos Hídricos*. [blog]. Colombia, 2011. [Consulta: 10 febrero 2022]. Disponible en: <https://camaren.org/documents/contaminacion.pdf>. 2011.

LARIOS, J., GONZÁLES, C. & MORALES, OLIVARES, Y. "Aguas residuales y sus Consecuencias en el Perú." *Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL*, vol. 2, no. 2 (2015), (Perú) pp. 09-25.

LIMA, M., VELASCO, D. & LOGRAÑO, J. *Proyecto: lineamientos básicos para un manejo sustentable del medio ambiente y la biodiversidad a través de la cogestión municipio-ciudadanía*.

[blog]. Ecuador, 1998. [Consulta: 10 febrero 2022]. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56134.pdf#page14>.

LOMBEIDA, L. Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para una empresa de curtiembre. (Trabajo de titulación) (Ingeniería) Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas. Quito-Ecuador. 2017. pp. 1-98. [Consulta: 11 febrero 2022]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9724/1/T-UCE-0008-Q001-2017.pdf>

LOZANO, W. *Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales*. [blog]. Colombia, 2016. [Consulta: 10 febrero 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/298354134_Diseño_de_Plantas_de_Tratamiento_de_Aguas_Residuales

MAATE. *Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente, TULSMA*.

MERCHÁN, C. Plan de desarrollo de turismo sostenible para la parroquia Alshi 9 de octubre, cantón Morona, Provincia de Morona Santiago. (Trabajo de titulación) (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba-Ecuador. 2016. pp. 1-268. [Consulta: 11 febrero 2022]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5841/1/23T0584.pdf>

METCALF & EDDY. *Ingeniería de aguas residuales* [en línea]. Tercera Edición. Aravaca, Madrid: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A., 1996. [Consulta: 10 febrero 2022]. Disponible en: https://www.academia.edu/35963101/Ingenier%C3%ADa_de_aguas_residuales_Volumen_1_3ra_Edici%C3%B3n_METCALF_and_EDDY_FREELIBROS_ORG_pdf

MONCAYO, G. *Plan de desarrollo de ordenamiento territorial*. [blog]. Ecuador, 2015. [Consulta: 10 febrero 2022]. Disponible en: <http://www.pedromoncayo.gob.ec/documentos/ord2019/s2%20PDOT%20Pedro%20Moncayo%202018-2025.pdf>

NACIONES UNIDAS. *Características de las aguas residuales* [blog]. España, 2010. [Consulta: 17 febrero 2022]. Disponible en: https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/pdf/world_water_day_2010_zaragoza_final_report_spa.pdf

NAVARRO, M. "Demanda bioquímica de oxígeno 5 días, incubación y electrometría". *Scielo*,

vol. 2 (2015), (Perú) pp. 2-9.

OEFA. *Fiscalización ambiental en aguas residuales.* [blog]. Perú, 2014. [Consulta: 16 febrero 2022]. Disponible en: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827.

OLMEDO, G. & PAREDES, M. Modelos de gestión ecológicos para las aguas residuales de pequeñas poblaciones de la amazonía caso de estudio Sucúa. (Trabajo de titulación) (Ingeniería) Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental. Quito, Ecuador. 2013. pp. 1-211. [Consulta: 11 febrero 2022]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6420/1/CD-4925.pdf>

OPS. *Guía para el diseño de Desarenadores y Sedimentadores.* [en línea]. Lima-Perú: COSUDE, 2005. [Consulta: 17 febrero 2022]. Disponible en: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/OPS%202005b.%20Gu%C3%ADa%20desarenadores%20y%20sedimentadores.pdf

PEÑA, J., FEJOO, D., HURTADO, H., SALVADOR, P., LÓPEZ, S., JÁCOME, E. & CARRIÓN, D. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Interceptores y Unidades de Tratamientos del Sistema de Alcantarillado de la Ciudad de Macas. (Proyecto) Gobierno Municipal del Cantón Morona. Morona, Ecuador. 2014. pp. 1-346. [Consulta: 17 febrero 2022]. Disponible en: <http://www.morona.gob.ec/sites/default/files/Proyectos/PTRATAMIENTO/Estudio%20de%20i%20mpacto%20ambiental%20-%20incluye%20plan%20de%20manejo.pdf>

PEÑA, S., MAYORGA, J. & MONTOYA, R. "Propuesta de tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Yaguachi (Ecuador)". *Ciencia e Ingeniería*, vol. 39, no. 2 (2018), (Ecuador) pp. 161-168.

RAMÍREZ, L. & DURÁN, M. *Demanda química de oxígeno de muestras acuosas.* [en línea]. Tercera Edición. México, D.F-México: UNAM, 2008. [Consulta: 17 febrero 2022]. Disponible en: http://cmas.siu.buap.mx/portal_pprd/work/sites/redica/resources/LocalContent/127/2/Libro%20DQO%202008.pdf

RENAPRA. *Cólera, enfermedades transmitidas por alimentos.* [blog]. Argentina, 2016. [Consulta: 16 febrero 2022]. Disponible en: <http://www.anmat.gov.ar/webanmat/Publicaciones/Colera.pdf>

RONQUILLO, R. Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para ser utilizada en

el riego del parque samanes. (Trabajo de titulación) (Maestría) Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química. Guayaquil, Ecuador. 2016. pp. 1-73. [Consulta: 17 febrero 2022]. Disponible en: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/16077/1/TESIS%20MGA%20047_%20Dise%c3%b1o%20de%20una%20planta%20de%20tratamiento%20de%20agua%20residuales.pdf

ROSSI, M. *Oportunidades De Mejoras Ambientales Por El Tratamiento De Aguas Residuales En El Perú.* [blog]. Perú, 2010. [Consulta: 15 febrero 2022]. Disponible en: https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/0605A78F2E41896205257DC800592EF0/%24FILE/Oportunidades_Mejoras_Ambientales.pdf

SÁNCHEZ, J. & ROMÁN, S. Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales industriales para una empresa empacadora y exportadora de camarón en la ciudad de Guayaquil. (Trabajo de titulación) (Ingeniería) Universidad Politécnica Salesiana. Guayaquil, Ecuador. 2020. pp. 1-154. [Consulta: 17 febrero 2022]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19149/4/UPS-GT002985.pdf>

SIEVERS, J. *Consideraciones acerca del problema de los detergentes en aguas residuales.* [blog]. Venezuela, 1963. [Consulta: 16 febrero 2022]. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/12526>

SILVA, J. Evaluación y rediseño del sistema de lagunas anaerobias de la Universidad de Piura. (Trabajo de titulación) (Ingeniería) Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Piura, Perú. 2004. pp. 1-120. [Consulta: 20 febrero 2022]. Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1189/ICI_119.pdf

SUAREZ, D. Aplicación de la espectroscopía de reflectancia difusa (NIR) en el estudio de la conductividad eléctrica del suelo. (Trabajo de titulación) (Maestría) Universidad Nacional de Colombia, Colombia. 2021. pp. 1-85. [Consulta: 20 febrero 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81398>

TOLEDO, A. "El agua en México y el mundo". *Gaceta Ecológica*, no. 64 (2002), (México) pp. 9-18.

TULSMA. *Anexo 1 del libro vi del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua.*

UNESCO. *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídrico.* [blog]. París, 2016. [Consulta: 17 febrero 2022]. Disponible en:

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247647>

VALLEJO, R. *Manejo integral de efluentes residuales generados en los rastros municipales*. [en línea]. Jalisco-México: Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C., 2019. [Consulta: 17 febrero 2022]. Disponible en: https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/683/1/1_Libro_rastros_version_final.pdf.

VÁZQUEZ, E. & ROJAS, T. *pH: teoría y 232 problemas*. [en línea]. Cuajimalpa-México: Universidad Autónoma Metropolitana, 2016. [Consulta: 20 febrero 2022]. Disponible en: <http://www.cua.uam.mx/pdfs/conoce/libroselec/17pHTeoriayproblemas.pdf>

VEGA, M. *Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales*. (Trabajo de titulación) (Ingeniería) Tecnológico de Estudios Superiores del Oriente del Estado de México, México. 2009. pp. 1-145. [Consulta: 20 febrero 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/273835818/Diseno-de-Plantas-de-Tratamiento-de-Aguas-Residuales#>

VELASCO, G., MONCAYO, J. & CHUQUER, D. "Diagnóstico del sistema de tratammiento de aguas residuales de Manta". *Dialnet*, vol. 7, no. 1 (2018), (Ecuador) pp. 27-39.



ANEXOS

ANEXO A: INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES-PUNTO DE ENTRADA



INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES

Fecha de recolección de muestras: 03 de junio del 2022
Análisis solicitado por: Sr. Miguel Angel Vinza
Tipo de muestras: Agua residuales domésticas. Muestreo 2
Localidad: Parroquia Alshi 9 de Octubre Cantón Morona

Análisis Químico

Muestra 1: Agua residual cruda
Muestra 2: Agua residual Tratada

Determinaciones	Unidades	*Métodos de análisis	Muestra 1 agua cruda	Muestra 2 agua tratada
Turbiedad	NTU	2130-B	68.7	48.5
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	143.2	93.5
Aceites y Grasas	mg/L	5520-B	34.5	22.0

Observaciones:

Atentamente.



Dra. Gina Álvarez R.
RESPONSABLE TECNICO LABORATORIO
Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada

Avenida 9 de Octubre # 12 y Madrid
Contáctanos: ☎0998580374 ☎032 942 322
Saqmic Laboratorio
Riobamba - Ecuador

ANEXO B: INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES-PUNTO DE SALIDA



INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES

Fecha de recolección de muestras: 04 de junio del 2022
Análisis solicitado por: Sr. Miguel Angel Vinza
Tipo de muestras: Agua residuales domésticas. Muestreo 3
Localidad: Parroquia Alshi 9 de Octubre Cantón Morona

Análisis Químico

Muestra 1: Agua residual cruda
Muestra 2: Agua residual Tratada

Determinaciones	Unidades	*Métodos de análisis	Muestra 1 agua cruda	Muestra 2 agua tratada
Turbiedad	NTU	2130-B	162.0	38.9
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	387.8	122.5
Aceites y Grasas	mg/L	5520-B	38.0	21.0

Observaciones:

Atentamente.



Dra. Gina Álvarez R.
RESPONSABLE TECNICO LABORATORIO

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada

ANEXO C: INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES-PUNTO DE ENTRADA



LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS
QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN AGUA Y ALIMENTOS

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES

Fecha de recolección de muestras: 02 de junio del 2022
Análisis solicitado por: Sr. Miguel Angel Vinza
Tipo de muestras: Agua residuales domésticas. Muestreo 1
Localidad: Parroquia Alshi 9 de Octubre Cantón Morona

Análisis Químico

Muestra 1: Agua residual cruda
Muestra 2: Agua residual Tratada

Determinaciones	Unidades	*Métodos de análisis	Muestra 1 agua cruda	Muestra 2 agua tratada
Turbiedad	NTU	2130-B	100	23.1
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	137.0	44.8
Aceites y Grasas	mg/L	5520-B	27.5	19.0

Observaciones:

Atentamente,



Dra. Gina Álvarez R.
RESPONSABLE TECNICO LABORATORIO

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada

Avenida 9 de Octubre # 12 y Madrid
Contáctanos: ☎0998580374 ☎032 942 322
Saqmic Laboratorio
Riobamba - Ecuador



ANEXO D: INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES -PUNTO DE SALIDA



INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS RESIDUALES

Fecha de recolección de muestras: 13 de julio del 2022
Análisis solicitado por: Sr. Miguel Angel Vinza
Tipo de muestras: Agua residuales domésticas. Muestreo 4
Localidad: Parroquia Alshi. 9 de Octubre Cantón Morona

COORDENADAS DE UBICACIÓN DE PUNTO DE MUESTREO

Punto de muestreo código	X	Y
Muestra 4	0805706	9754146

Análisis Químico

Determinaciones	Unidades	*Metodos de analisis	Muestra 4 agua cruda
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-D	550.0
Aceites y Grasas	mg/L	5520-B	37.0
Coliformes Totales	UFC/100 mL	9222-E	5.9 x 10 ⁷

*Metodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF Observaciones:

Atentamente.

Dra. Gina Álvarez R.
RESPONSABLE TECNICO LABORATORIO
Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada

SÁQMIE
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS
QUÍMICOS Y MICROBIOS EN AGUA Y ALIMENTOS

ANEXO E: INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS-PUNTO DE ENTRADA

Laboratorio L&V
Contáctanos: 0998015730
Av. Canónigo Ramos y 10 de Noviembre -Ambato - Ecuador

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Fecha: 10 de junio de 2022
Análisis solicitado por: Ing. Patricio Méndez
Tipo de muestras: Agua superficial Jhander Bermeo
Localidad: Cantón Macas

Análisis Químico

DETERMINACIONES	RESULTADOS				
	Método Análisis	Unidades	Muestra .1	Muestra .2	Muestra .3
Turbidez	2130-B	UTN	14.7	14.9	19.3

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

Observaciones:

Atentamente,



Ing. Ángel Ron
RESPONSABLE TECNICO LABORATORIO
Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada

ANEXO F: TOMA DE MUESTRAS



ANEXO G: ANÁLISIS EN EL LABORATORIO DE LA ESPOCH DE LA MUESTRA 1



ANEXO H: ANÁLISIS EN EL LABORATORIO DE LA ESPOCH DE LA MUESTRA 2



ANEXO I: PREPARACIÓN DE SOLUCIONES



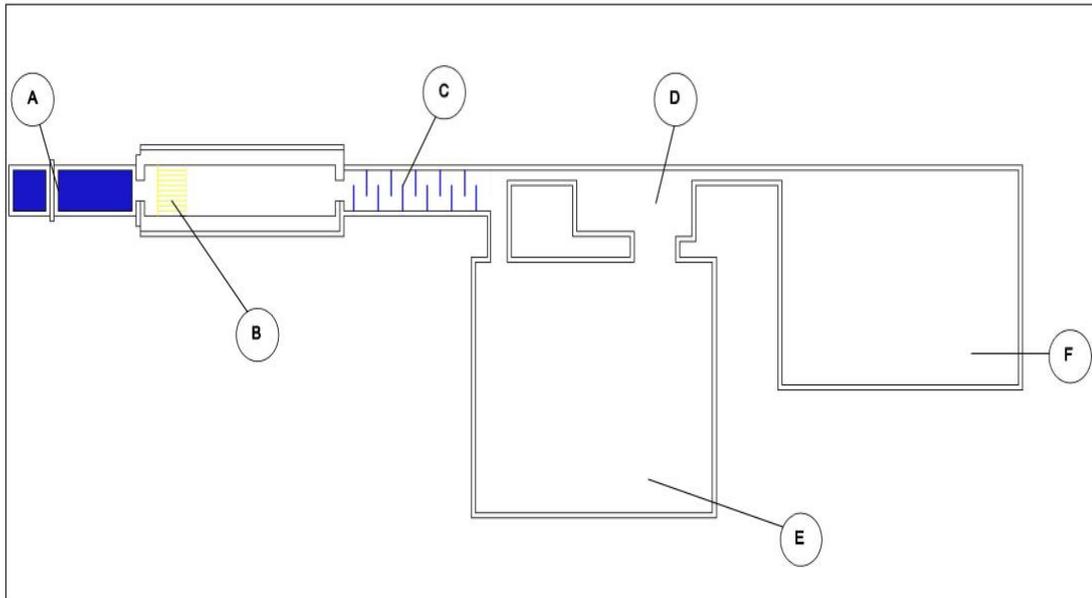
ANEXO J: PREPARACIÓN DE MUESTRAS



ANEXO K: PREPARACIÓN DE MUESTRAS



ANEXO L: PLANO DE PLANTA DE TRATAMIENTO



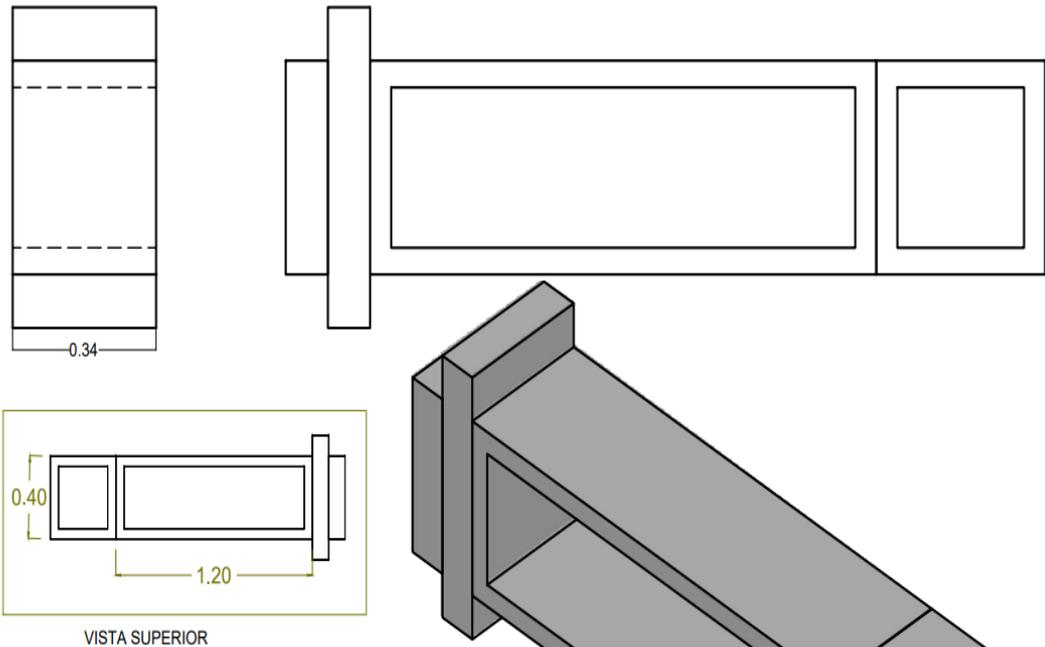
DISTRIBUCIÓN:

- A. CANAL DE LLEGADA
- B. REJILLAS
- C. DESARENADOR
- D. TRAMPA DE GRASAS
- E. LECHO DE SECADO
- F. TANQUE DE DESINFECCIÓN

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		
ELABORADO POR: MIGUEL VINZA	FORMATO: A3	FECHA: AGOSTO 2022
LÁMINA: 7	UBICACIÓN	
ESCALA: 1:100	PROVINCIA: MORONA SANTIAGO CANTÓN: MORONA PARROQUIA: ALSHI/ 9 DE OCTUBRE	

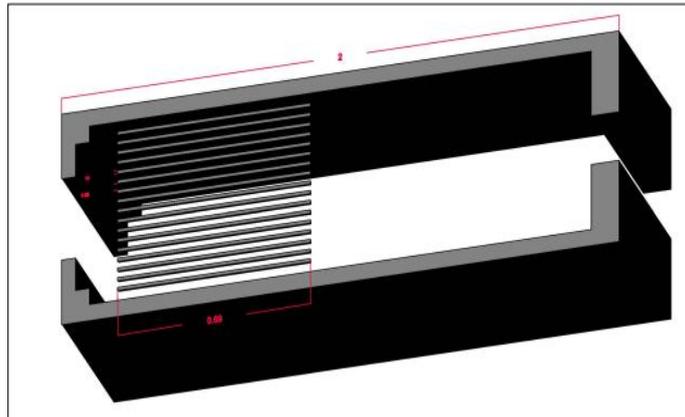
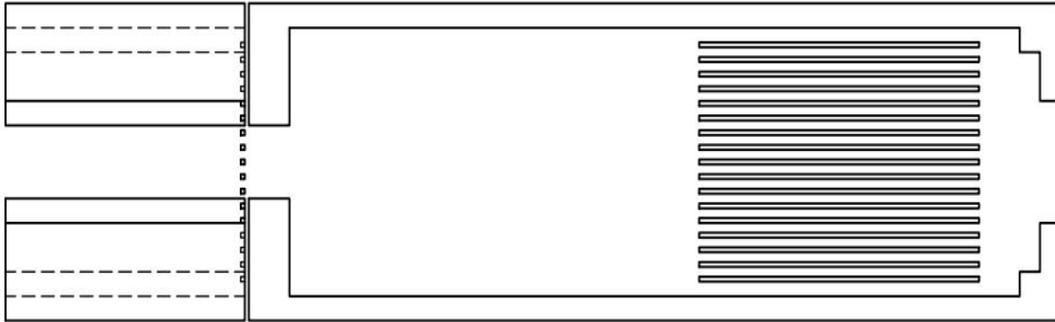


ANEXO M: CANAL DE ENTRADA



CANAL DE INGRESO		
ELABORADO POR: MIGUEL VINZA	FORMATO: A3	FECHA: AGOSTO 2022
LÁMINA: 1	UBICACIÓN PROVINCIA: MORONA SANTIAGO CANTÓN: MORONA PARROQUIA: ALSHI/ 9 DE OCTUBRE	
ESCALA: 1:100		

ANEXO N: REJILLAS



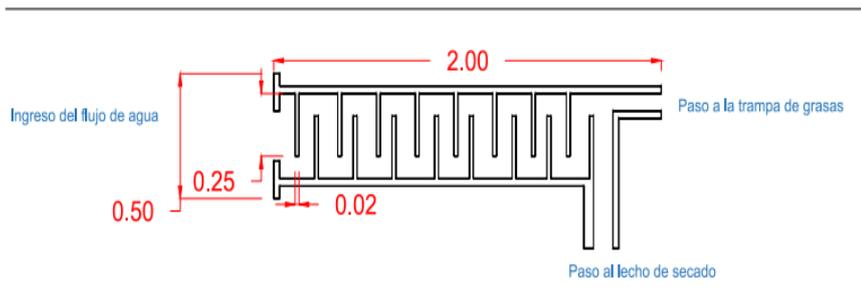
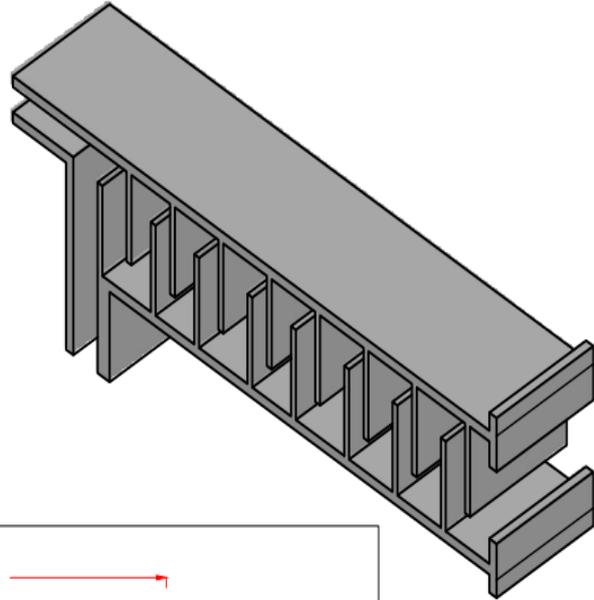
REJILLAS		
ELABORADO POR: MIGUEL VINZA	FORMATO: A3	FECHA: AGOSTO 2022
LÁMINA: 1	UBICACIÓN	
ESCALA: 1:100	PROVINCIA: MORONA SANTIAGO CANTÓN: MORONA PARROQUIA: ALSHI 9 DE OCTUBRE	



ANEXO O: DESARENADOR

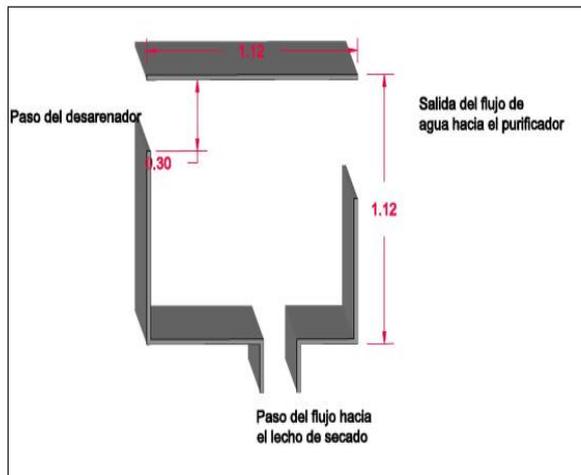
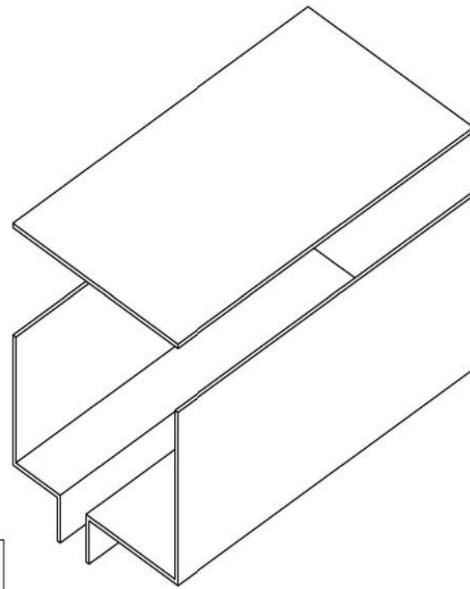
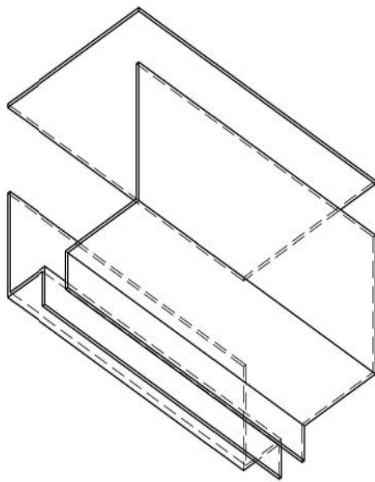


Vista Izquierda



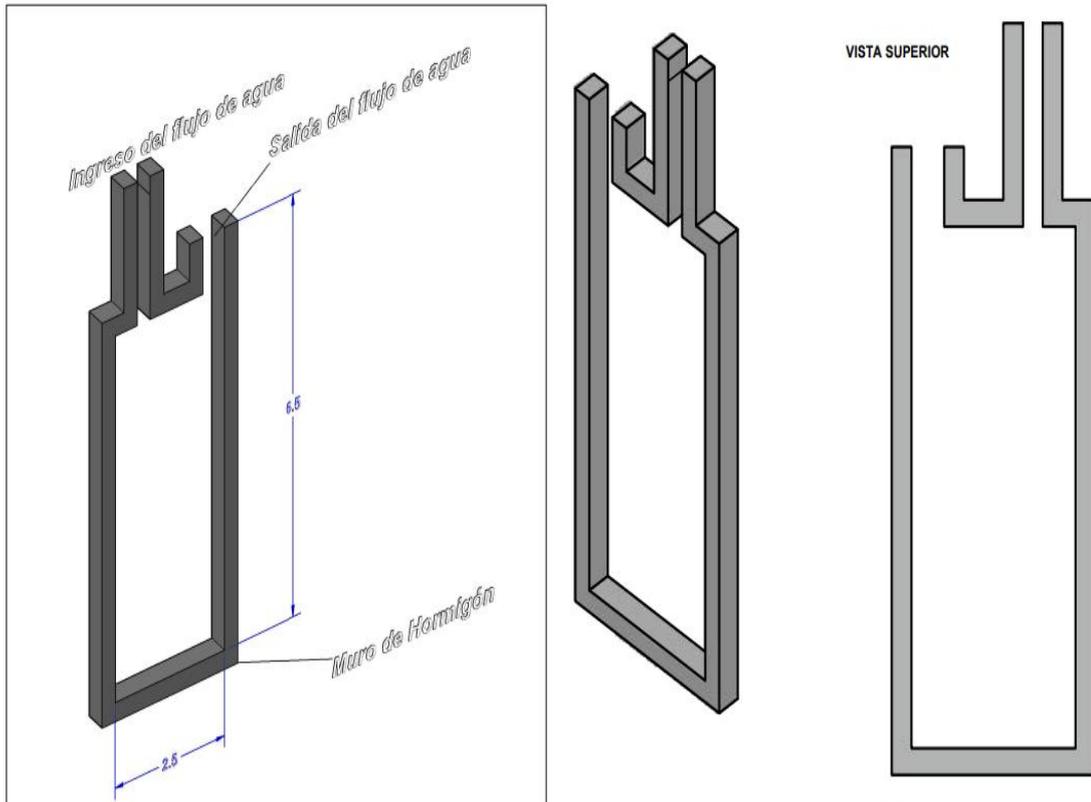
DESARENADOR		
ELABORADO POR: MIGUEL VINZA	FORMATO: A3	FECHA: AGOSTO 2022
LÁMINA: 3	UBICACIÓN PROVINCIA: MORONA SANTIAGO CANTÓN: MORONA PARROQUIA: ALSHU 9 DE OCTUBRE	
ESCALA: 1:100		

ANEXO P: TRAMPA DE GRASAS Y ACEITES



TRAMPA DE GRASAS		
ELABORADO POR: MIGUEL VINZA	FORMATO: A3	FECHA: AGOSTO 2022
LÁMINA: 5	UBICACIÓN PROVINCIA: MORONA SANTIAGO CANTÓN: MORONA PARROQUIA: ALSHE 9 DE OCTUBRE	
ESCALA: 1:100		

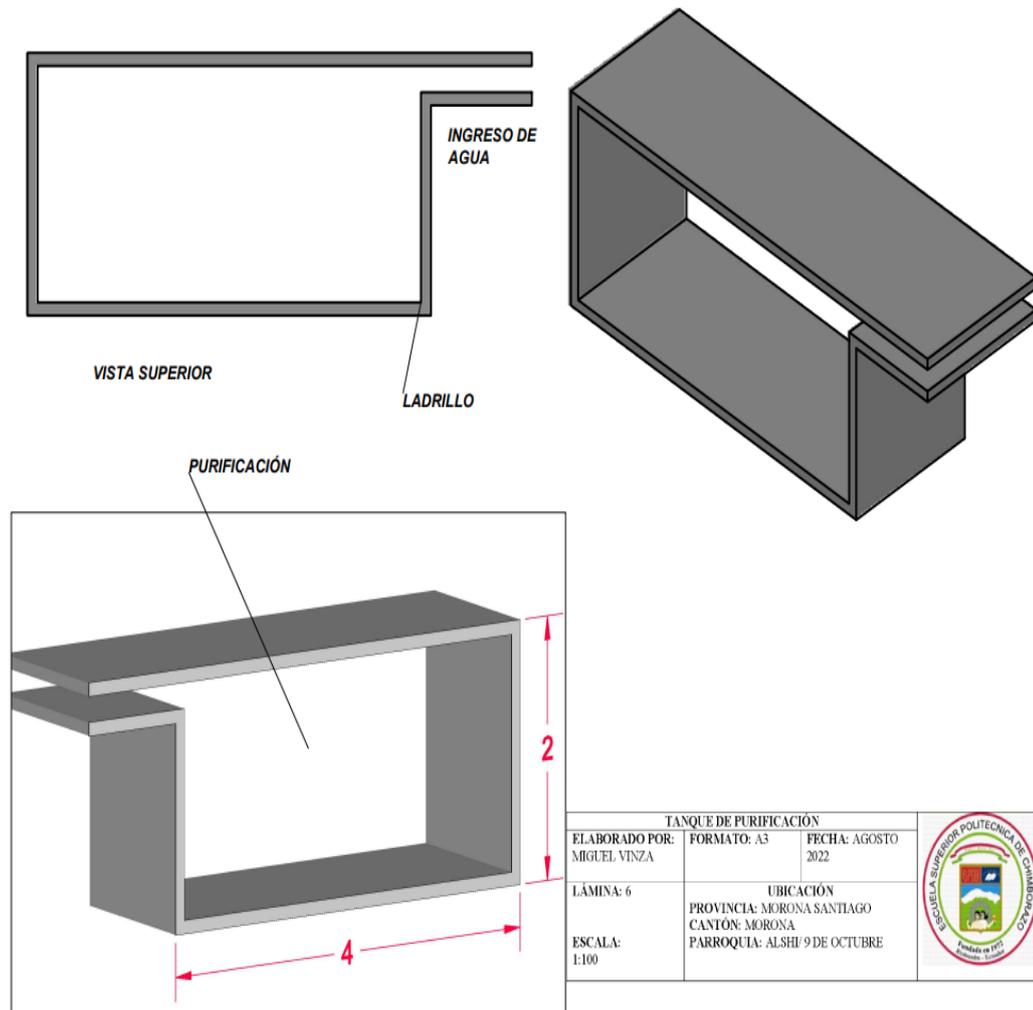
ANEXO Q: LECHO DE SECADO



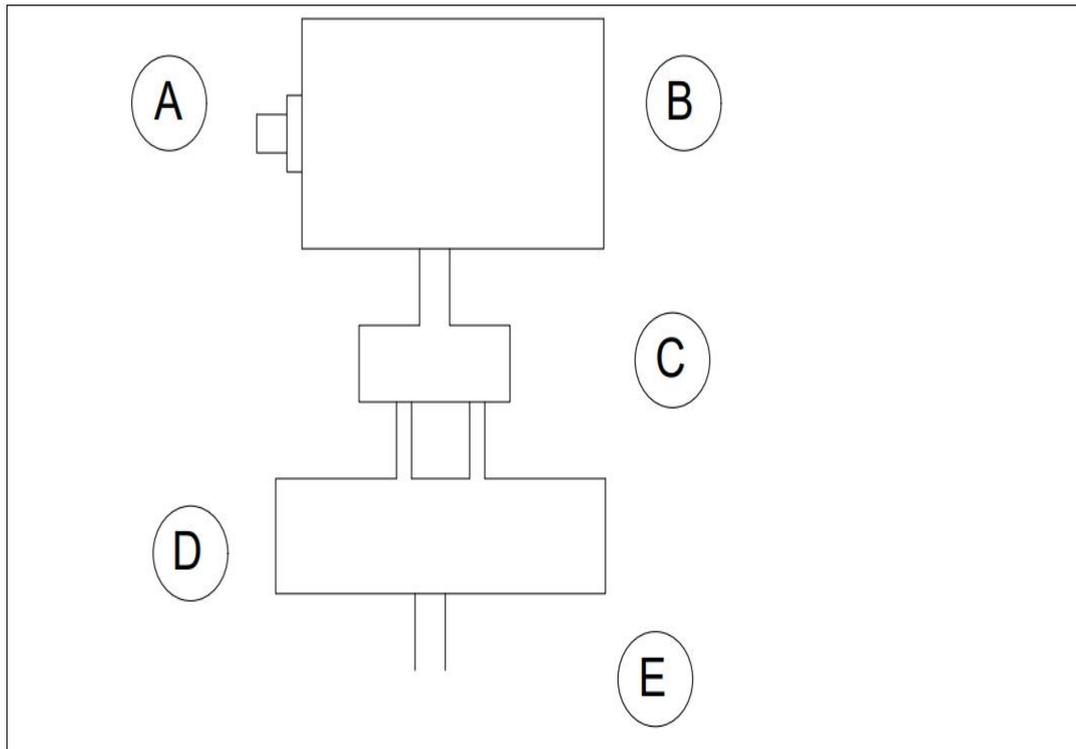
LECHO DE SECADO		
ELABORADO POR: MIGUEL VINZA	FORMATO: A3	FECHA: AGOSTO 2022
LÁMINA: 4	UBICACIÓN PROVINCIA: MORONA SANTIAGO CANTÓN: MORONA PARROQUIA: ALSHI/ 9 DE OCTUBRE	
ESCALA: 1:100		



ANEXO R: TANQUE DE DESINFECCIÓN



ANEXO S: PLANO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO ACTUAL



DISTRIBUCIÓN

- A. CANAL DE ENTRADA
- B. DESARENADOR
- C. TRAMPA DE GRASAS
- D. LECHO DE SECADO
- E. SALIDA

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ACTUAL		
ELABORADO POR: MIGUEL VINZA	FORMATO: A3	FECHA: AGOSTO 2022
LÁMINA: 8	UBICACIÓN PROVINCIA: MORONA SANTIAGO CANTÓN: MORONA PARROQUIA: ALSHI/ 9 DE OCTUBRE	
ESCALA: 1:100		





epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 06 / 02 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Miguel Angel Vinza Chimbolema
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Ambiental
Título a optar: Ingeniero Ambiental
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo

0295-DBRA-UPT-2023

