



Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil
Tesis de grado.

DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO RESIDUAL EN LA
COMUNIDAD UTUÑAG PERTENECIENTE AL CÁNTON PENIPE PROVINCIA
DE CHIMBORAZO.

Autor: Dario Juan Guanga Inca

Tutor: Mgs. Luis Soria

Quito, enero 2022.



DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Dario Juan Guanga Inca, con cédula de ciudadanía número 060405850-3, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Dario Juan Guanga Inca

C.C. 060405850-3

DECLARATORIA

El presente Trabajo de Titulación titulado:

**“DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO RESIDUAL EN
LA COMUNIDAD UTUÑAG PERTENECIENTE AL CÁNTON
PENIPE PROVINCIA DE CHIMBORAZO.”**

Realizado por:

Dario Juan Guanga Inca

Como requisito para la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Ha sido dirigido por el profesor

Ing. Luis Alberto Soria Nuñez. Msc.

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor.

Ing. Luis Alberto Soria Nuñez. Msc

TUTOR

DECLARATORIA DE PROFESORES INFORMANTES

Los profesores informantes:

Ing. Hugo Marcelo Otáñez Gómez. Mgs.

Ing. Luis Alberto Soria Nuñez. Mgs.

Después de revisar el trabajo presentado,

Lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal
examinador

Ing. Luis Alberto Soria Nuñez. Mgs.

Ing. Hugo Marcelo Otáñez Gómez. Mgs

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada primeramente a Dios como ser celestial y a mi padre Aníbal que ahora es un ángel y que me ha estado cuidando desde el cielo y me ha cobijado con su manto para nunca dejarme caer en este proceso estudiantil, sé que estas ahora muy feliz desde donde estes porque este logro es tuyo y mío.

Dedico a mis dos madres que me ha dado la vida Elvita y Rosita por es el eje principal junto a mi padre para aconsejarme y apoyarme incondicionalmente en los momentos más difíciles, a mi hermano por la paciencia y soporte a lo largo de esta etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento a mi familia por el esfuerzo que cada día han demostrado hacia a mi persona y por el apoyo brindando en las diferentes etapas difíciles que me ha tocado pasar.

Este trabajo también quiero agradecer a mi tutor el Ingeniero Mgs. Luis Soria por ser parte de este proceso académico e impartirme conocimientos de aprendizaje y mi agrado a la investigación.

RESUMEN

En la comunidad Utuñag, no poseen un estudio general sobre infraestructura sanitario, solo tienen un sistema de alcantarillado del cual todas las aguas son desbordadas a quebradas y ríos, el Gobierno Descentralizado Municipal de Penipe provee únicamente un ente que controla sistema de agua potable. Mediante tanques sépticos caseros o directamente a los ríos de la ciudad o pueblo realizan su disposición las aguas residuales. Para su estudio contamos con información bibliográfica de estudios ya efectuados por diversos autores, que hablan de diseño de alcantarillado sanitario y diseños de plantas de tratamientos de aguas residuales a población con situaciones semejantes a la del proyecto por elaborar.

El proyecto a tratar tiene como finalidad el estudio y diseño de una planta de tratamiento, con esto se evitará la contaminación que se está generando en el lugar de la descarga del alcantarillado. Para elegir el método adecuado en el plan del tratamiento tenemos que determinar cuánto y como se encuentran el agua que arroja el alcantarillado de la comunidad, en intervalos de tiempo. Las aguas residuales que desembocan en la quebrada o directamente al río son producto de la comunidad Utuñag, convirtiéndose la población como la fuente principal del beneficio al implementar una planta de tratamiento de aguas residuales. Penipe tiene en la red de alcantarillado en todas las cabeceras parroquiales, cubriendo el 100 % siendo de tipo sanitario contando con planta de tratamiento (piscina de oxidación) con poco mantenimiento, con excepción de Bilbao. Para el desarrollo de esta investigación el GAD del Cantón Penipe, nos proporcionara la información necesaria para que el proyecto de investigación pueda realizarse.

PALABRAS CLAVE (4)

Planta de tratamiento, Agua residual, Diseño hidráulico, Diseño Estructural.

ABSTRACT

In the Utuñag community, they do not have a general study on sanitary infrastructure, they only have a sewage system from which all water overflows into streams and rivers, the Municipal Decentralized Government of Penipe only provides an entity that controls the drinking water system. Wastewater is disposed of through home septic tanks or directly into the rivers of the city or town. For its study we have bibliographic information of studies already carried out by various authors, who speak of sanitary sewerage design and design of wastewater treatment plants to population with similar situations to the project to be developed.

The purpose of the project is to study and design a treatment plant to avoid the pollution that is being generated at the sewage discharge site. To choose the appropriate method in the treatment plan, we have to determine how much and how the water discharged from the community's sewage system is found in time intervals. The wastewater that flows into the creek or directly into the river is the product of the Utuñag community, making the population the main source of the benefit of implementing a wastewater treatment plant. Penipe has a sewage network in all of the parish capitals, covering 100% of the sanitary sewage with a treatment plant (oxidation pool) with little maintenance, with the exception of Bilbao. For the development of this research, the GAD of the Penipe Canton will provide us with the necessary information so that the research project can be carried out.

KEY WORDS (4)

Treatment Plant, Wastewater, Hydraulic Design, Structural Design.

INDICE

Contenido

DECLARACIÓN JURAMENTADA.....	II
DECLARATORIA.....	III
DECLARATORIA DE PROFESORES INFORMANTES.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
INDICE.....	9
CAPITULO I.....	15
Antecedentes.....	15
Estudio y ubicación del área para el proyecto.....	16
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	16
MAPADE UBICACIÓN.....	17
ASPECTOS CLIMATICOS.....	17
TIPOS DE SUELOS.....	18
Trabajos previos sobre el tema.....	18
Desarrollo de la propuesta.....	19
Título.....	20
Planteamiento del problema.....	20
Definición de Variables.....	21
Relación entre variables.....	21
Justificación.....	21
Objetivos.....	22
Objetivo Principal.....	22
Objetivos Secundarios.....	22
Alcance.....	23
Limitaciones.....	23
CAPITULO II.....	23
MARCO TEORICO.....	23

PLANTA DE TRATAMIENTO	23
AGUA RESIDUAL	24
CALIDAD DEL AGUA.....	24
CLASES DE AGUAS RESIDUALES.....	25
POBLACIÓN DE DISEÑO.....	25
Método Aritmético.....	26
Método Geométrico.....	26
Método Exponencial	27
Población Actual	27
Tasa de crecimiento poblacional	27
Periodo de diseño	28
Caudales de aguas residuales	29
Caudal Medio Diario.....	29
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS DEL AGUA RESIDUAL	30
Características físicas del agua residual	30
Sólidos totales	30
Sólidos Sedimentables.	30
Sólidos Suspendidos.....	30
Sólidos Disueltos.	30
Sólidos Fijos y Volátiles.	31
Color	31
Olor.....	31
Temperatura.....	32
Turbiedad	32
Características químicas del agua residual.	32
CLASES DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL	34
Tratamiento preliminar	34
Tratamiento primario.....	34
Tratamiento secundario	35
Tratamiento terciario	35
TIPOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO.....	35
TANQUE SÉPTICO	35

TANQUE IMHOFF.....	36
LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN	39
Componentes para el tratamiento de agua residual.....	40
Cribas (Rejas y rejillas de limpieza manual)	40
Desarenador	41
Tanque Imhoff.....	41
Cámaras sépticas.....	41
Filtro anaeróbico de flujo ascendente	41
Lecho de secado de lodos	42
Cabezal de salida	42
Porcentajes de Remoción teórica por procesos.....	42
DISEÑO ESTRUCTURAL.....	43
Reglamento Utilizado	43
NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION NEC 2015	43
CARGAS NO SISMICAS	44
FACTOR DE ZONA Z	44
COEFICIENTE DE PERFIL DE SUELO	45
Espectro de diseño.	46
Cortante basal	50
Fuerza sísmica	51
CAPITULO III.....	52
METODOLOGÍA	52
Tipo de investigación.....	52
Tipo de investigación.....	53
Niveles de investigación	54
ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO.....	56
CAPITULO IV.....	56
LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	56
Datos generales en la zona del estudio.....	56
CALCULOS Y RESULTADOS	63
Análisis Poblacional	63
Población Actual.....	63

Índice o Tasa de Crecimiento.....	63
Periodo de Diseño.....	64
Población de Diseño.....	64
MÉTODO ARITMÉTICO: CRECIMIENTO GEOMETRICO	64
Alternativas de diseño.....	64
Tratamiento de Aguas Residuales	65
DISEÑO HIDRAULICO.....	70
DESCRIPCION DEL DISEÑO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	70
DISEÑO DE LA CAJA DE INGRESO	70
DISEÑO DE REJILLAS.....	72
Detalle rejilla	74
Tanque séptico.....	74
Criterios de Diseño	74
Detalle tanque séptico	76
FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCEDENTE	76
LECHO DE SECADOS	78
Detalle de lecho de secado de lodos.....	80
CALCULO DE REMOCIONES.....	81
Tanque séptico	81
Filtro anaerobio.....	81
DISEÑO ESTRUCTURAL	82
ANALISIS DE RESULTADOS	90
CONCLUSIONES.....	90
RECOMENDACIONES	91
Bibliografía.....	91
ANEXOS.....	93
ANEXO 1 ESTUDIO CALIDAD DE AGUA	93

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Caracterización general del cantón Penipe.</i>	16
Tabla 2 <i>Aspectos Climatológicos importantes</i>	18
Tabla 3 <i>Tipos de suelos</i>	18
Tabla 4 <i>Coeficientes de crecimiento geométrico</i>	28

Tabla 5	OLORES CARACTERÍSTICOS DEL AGUA Y SU ORIGEN.....	31
Tabla 6	<i>Eficiencia de remociones según los elementos en una PTAR.</i>	43
Tabla 7.-	Valores del factor Z en función de las zonas sísmicas adoptadas....	45
Tabla 8.-	<i>Factor Fa</i>	46
Tabla 9	<i>Factor Fd</i>	46
Tabla 10	<i>Fases de la investigación</i>	55
Tabla 11	<i>Levantamiento Topográfico.</i>	59
Tabla 12	<i>Datos del levantamiento</i>	59
Tabla 13	<i>Condiciones toma de muestra</i>	60
Tabla 14	<i>Procedimiento de muestreo</i>	61
Tabla 15	<i>Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce</i>	62
Tabla 16	<i>Resultados de análisis del agua residual</i>	63
Tabla 17	Coeficiente de Retorno de Aguas Servidas Domésticas	66
Tabla 18	<i>Niveles de Servicio para Sistemas de Abastecimiento de Agua, Disposición de Excretas y Residuos Líquidos</i>	67
Tabla 19	<i>Dotación de agua para los diferentes niveles de servicio.</i>	67
Tabla 20	<i>Dotación de Infiltración</i>	69
Tabla 21	<i>Dotación máxima del sistema pluvial</i>	70
Tabla 22	<i>Resumen de dimensionamiento</i>	71
Tabla 23	<i>Diseño típico de rejillas de barras de limpieza manual.</i>	72
Tabla 24	<i>Resumen de dimensionamiento</i>	74
Tabla 25	<i>Resumen de dimensionamiento</i>	76
Tabla 26	Valores Usuales para el Diseño del filtro	77
Tabla 27	<i>Resumen de dimensionamiento</i>	78
Tabla 28	<i>Tiempo de Retención de Sólidos en función de la temperatura.</i>	79
Tabla 29	<i>Resumen de dimensionamiento.</i>	80
Tabla 30	<i>Procesos de Tratamiento y Grados de Remoción</i>	81
Tabla 31	<i>Resultados de Grado de Remoción DBO.</i>	81
Tabla 32	<i>Dimensiones de elementos de Planta de Tratamiento</i>	82
Tabla 33	<i>Resumen de Cargas utilizadas en el diseño estructural</i>	83
Tabla 34	<i>Datos preliminares de la planta de tratamiento Zona</i>	84
Tabla 35	<i>Cuantía de acero para paredes laterales de Tanque Séptico y Filtro</i> .87	
Tabla 36	<i>Cuantía de acero para paredes Intermedias para Tanque Septico y Filtro</i>	88
Tabla 37	<i>Cuantía de acero en paredes frontales de Plana de tratamiento.</i>	89

INDICE DE GRAFICOS

GRÁFICO 1:	MAPA DIVISIÓN POLÍTICA Y LIMITES CANTONALES	17
Gráfico 2	<i>Esquema de planta de tratamiento residual</i>	24
Gráfico 3	<i>CAUDALES DE DISEÑO</i>	29
Gráfico 4	<i>Tanque Imhoff típico para comunidades pequeñas</i>	35
Gráfico 5	<i>Tanque séptico</i>	36
Gráfico 6	<i>Diseño Tanque "IMHOFF"</i>	39

Gráfico 7 <i>Modelo para el diseño de la PTAR</i>	40
Gráfico 8 <i>Cribas</i>	40
Gráfico 9 <i>Desarenador</i>	41
Gráfico 10 <i>Lecho de secados</i>	42
Gráfico 11 <i>COMBINACIONES DE CARGA</i>	44
Gráfico 12 <i>MAPA DE ZONA SISMICA Y FACTOR Z</i>	45
Gráfico 13 <i>Espectro elástico</i>	47
Gráfico 14 <i>Siglas de espectro de diseño</i>	47
Gráfico 15 <i>Ecuaciones</i>	48
Gráfico 16 <i>Ecuaciones para diseño en desplazamientos</i>	48
Gráfico 17 <i>Espectro sísmico elástico de desplazamientos para diseño</i>	49
Gráfico 18 <i>Sistemas Dúctiles - Factor R</i>	49
Gráfico 19 <i>Sistemas Dúctiles - Factor R</i>	50
Gráfico 20 <i>Sistemas Dúctiles - Factor R</i>	50
Gráfico 21 <i>Fuerzas laterales-Cortante Basal</i>	51
Gráfico 22 <i>Procedimiento para realizar el proyecto de estudio</i>	55
Gráfico 23 <i>Superficie Comunidad Utuñag</i>	56
Gráfico 24 <i>Ubicación de la PTAR</i>	57
Gráfico 25 <i>Estación total Stonex R35</i>	58
Gráfico 26 <i>Caudales máximos y mínimos promedio</i>	68
Gráfico 27 <i>Detalle caja de ingreso</i>	72
Gráfico 28 <i>Detalle de la rejilla</i>	74
Gráfico 29 <i>Detalle tanque séptico</i>	76
Gráfico 30 <i>Detalle Filtro</i>	78
Gráfico 31 <i>Lecho de secado de lodos</i>	80
Gráfico 32 <i>Dimensiones del tanque séptico</i>	84

CAPITULO I

Antecedentes

Desde la antigüedad ciertas civilizaciones de lejano oriente y pueblos occidentales, utilizaban el agua de recursos cercanos donde se originaban su asentamiento los cuales eran cerca al poblado, las mismas que tiempo después de su uso devolvían de formas distintas a la misma fuente, sea el causante de su eliminación la naturaleza como opción primordial.

Si la población era insuficiente el agua tendía a diluirse sin problema y los habitantes que se asentaban aguas abajo usaban el mismo liquido con menor peligro. El riesgo futuro se observó cuando la población aumentaba a través del tiempo ya que los residuos devueltos contenían liquido contaminado y la naturaleza no podía eliminar los residuos.

El agua es un bien esencial para la existencia y el soporte del ecosistema. La misma que se ha sido perjudicado a causa del impacto del ser humano en vista que el pueblo incrementa y la manera de vivir que poseen. El trabajo diario de las personas con el uso del agua provocan cambios en la caracterización las mismas que son vertidas a una quebrada o un rio, creando así un impacto ambiental grave, de aquí que la depuración de aguas residuales nazca de la obligación de eliminar toda aquel elemento o sustancia contaminante y la misma sea devuelta depurada ajustados a una norma vigente o con fin de que sirva para beneficios a la agricultura, esta no pueda ocasionar un daño a la ecología y por lo tanto ocasionar riesgos para la salud humana.

Conforme al último censo realizado en el año 2020 se obtuvo un total de 6955 personas que habitan en todo el cantón, de los cuales 1064 personas viven en el sector urbano de la cabecera cantonal y 5675 personas en el sector rural. La población a ser beneficiada será la comunidad Utuñag que al momento cuenta con 96 viviendas. El cantón Penipe posee una entidad de Obras Publicas la cual controla, administra y distribuye el agua. Utuñag, presenta precipitaciones de 100 a 1750 mm/anuales, su temperatura promedio anual ronda de 6 a 8°C.(Penipe, 2019)

Estudio y ubicación del área para el proyecto.

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La comunidad Utuñag, está ubicada al Noreste del cantón Penipe. En la tabla 1 se detalla los aspectos generales que cuenta el cantón Penipe levantado por el Gobierno autónomo descentralizado periodo 2019-2023.

Tabla 1 *Caracterización general del cantón Penipe.*

DETALLES	DATOS
Población total	6.975 habitantes (proyección año 2019)
Extensión	37.112,252 m2
Limites	Norte: Pelileo y Baños de Agua Santa; Sur: Riobamba y Pablo Sexto;Este: Palora Oeste: Riobamba – Guano
Rango altitudinal	2136 msnm (rivera Rio Chambo) 5320 msnm (nevado volcán el Altar)
Parroquias	Urbana= 1 Rurales= 6
Comunidades	25

Fuente: (Penipe, 2019).

MAPADE UBICACIÓN

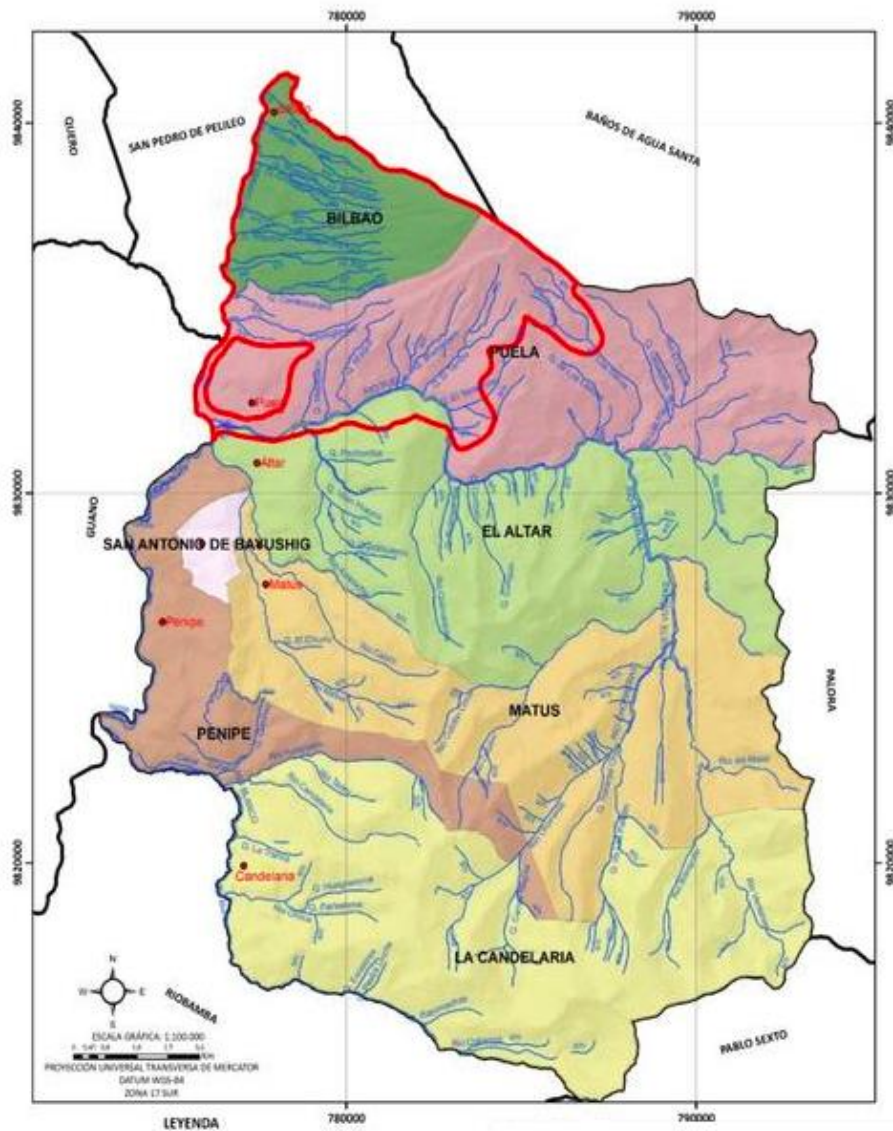


GRÁFICO 1: MAPA DIVISIÓN POLÍTICA Y LÍMITES CANTONALES

Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial, (GAD PENIPE, 2019).

ASPECTOS CLIMATICOS

En la siguiente tabla 2 observaremos la precipitación y las temperaturas en cada parroquia del cantón.

Tabla 2 Aspectos Climatológicos importantes

Precipitación	La precipitación mínima anual de 500 a 750 mm (región occidental) y la máxima de 2000 a 2500 mm, esta última en la zona oriental del cantón. Penipe está bajo la doble influencia del Oriente y Sierra; sin embargo, el ritmo de estaciones sigue al de la Sierra. Los datos de la serie Pluviométrica de 1965-1984 de la estación Penipe, permiten dar una idea de la repartición estacional de las precipitaciones.
Temperatura	La temperatura media estimada en el cantón es de 12.5°C, con un rango máximo que varía entre 10°C–12°C media anual y mínimo de 2 a 4°C, este último especialmente en la parroquia El Altar, como también en las zonas altas de las comunidades Releche, Tarau y La Candelaria. Temperaturas de 4 a 6°C/anual son frecuentes en las zonas altas de las comunidades de Calshi, Matus Alto y Nabuzo. Las zonas altas de Utuñag, Palictahua, Azacucho, Ayanquil y Shamanga presentan una temperatura media anual de 6 a 8°C. Las demás comunidades poseen una temperatura de 8 a 10°C/anual, tan solo en la zona baja-oriental de Bilbao temperaturas medias anuales de 10 a 12°C.

Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial.(Penipe, 2019)

TIPOS DE SUELOS

Dentro del cantón Penipe predominan los suelos del orden Inceptisols con 26008.9 ha (70 %), seguidos por el orden Entisols con 5804.5 ha (15.6%), y Mollisols con 1727.2 ha (4.6%), las tierras misceláneas suman un total de 3571.5ha (9.6%).

Tabla 3 Tipos de suelos

ORDEN	SUBORDEN	GRAN GRUPO	ha	%
Entisol	Orthent	Troporthent	1318.4	3.6
		Ustorthent	1616.7	4.4
	Psamment	Ustipsamment	2869.4	7.7
Inceptisol	Andept	Dystrandept	19002.0	51.2
		Hydrandept	1004.4	2.7
		Vitrandept	3126.1	8.4
	Hemist	Tropohemist	2876.5	7.8
Mollisol	Ustoll	Haplustoll	1727.2	4.7
Tierras misceláneas	-	-	3571.5	9.6
TOTAL			37112.3	100.0

Fuente: Dirección de planificación (Penipe, 2019)

Trabajos previos sobre el tema

- La tesis “Diseño del alcantarillado sanitario, para mejorar la calidad de vida de la comunidad de hualcanga la dolorosa, del cantón Quero, provincia de Tungurahua”, elaborado por Bryan Tibán manifiesta que toda comunidad cuyo índice poblacional va en aumento, incrementa tanto la

generación de residuos sólidos como líquidos que, al no tener un adecuado método de evacuación, provoca su acumulación y estancamiento, dando como consecuencia el malestar de los pobladores por el alto nivel contaminante tanto para el ser humano como para el medio ambiente.(Bryan David Tibán Lisintuña, 2021)

- La tesis “Diseño de un sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de aguas servidas para la comunidad San Luis”, elaborado por Alex Aguay manifiesta que el tratamiento de aguas servidas permite aumentar el agua de regadío, puesto que luego de ser tratada es apta para este uso, pero con la limitación que es utilizable solo para cultivos, ya que a pesar de ser depurada no está totalmente libre de contaminantes. Así mismo menciona que la evacuación de residuos a través de un sistema de alcantarillado apropiado avala el ecosistema más limpio, libre de infecciones, de forma primordial en los sectores rurales tal es el caso del plan del estudio.(ROSILLO, 2016)
- La tesis “Diseño de obras complementarias para la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales “Brasil” de la ciudad de Tulcán “manifiestan que al momento de caracterizar el agua esta tiene óptimas condiciones para que el índice OD este perjudicado debido a las descargas de aguas residuales directamente comprometiendo a la eliminación y funcionamiento del cuerpo receptor y de la misma manera que el tratamiento de aguas residuales sea más estricto de lo normal.(Arevalo & Carlos Román, 2017)

Desarrollo de la propuesta

Recopilación de información, topográfica, estudios de suelos, análisis de calidad en el agua potable y propuestas de planes correspondientes al diseño y ejecución de plantas de tratamiento y/o tanques que almacena agua relacionados a la comunidad Utuñag perteneciente al cantón Penipe.

Con la recopilación de la información adquirida, los estudios necesarios tales como su levantamiento topográfico in situ, clase de suelo donde está asentado

la comunidad, población actual, población futura, número de viviendas, volumen promedio diario de aguas servidas del sistema dentro del cual especificaremos volúmenes de infiltración y aguas ilícitas hasta llegar a tener el caudal promedio diario, dotación y análisis resultantes de la calidad del agua la misma que determinara cual será el tratamiento residual a desarrollarse y se realizara su tratamiento para que el agua liberada no tenga contaminantes.

Con los datos obtenidos del agua que descarga en la comunidad, se efectuara el diseño de hidráulico de la planta de tratamiento residual para la comunidad Utuñag, con el fin de poder efectuar un diseño estructural de la planta.

Al efectuar este procedimiento residual, se conseguirá disminuir el grado contaminante, el aumento de oxígeno disuelto en niveles, de flora y fauna del sector, reducirá vulnerabilidad a las enfermedades infecciosas, facilitará el progreso general de la comunidad y por consiguiente del cantón.

Título

DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO RESIDUAL EN LA COMUNIDAD UTUÑAG PERTENECIENTE AL CÁNTON PENIPE PROVINCIA DE CHIMBORAZO.

Planteamiento del problema

De acuerdo a (Raschid-Sally Jayakody, Priyantha., International Water Management Institute., 2009) conceptualiza que las aguas residuales es el conjunto de desecho residenciales también llamados aguas negras donde encontramos diferente elementos como son: excremento, orina, lodos y aguas grises que provienen de lavabos, lavaderos y baños; las mismas que derivan de instituciones comerciales, gubernamentales, industriales, hospitales que poseen aguas pluviales, desagües urbanos, agrícolas entre otras.

Las aguas residuales provienen de baños, duchas, cocinas, etc., las mismas que tienen origen en hogares, entidades públicas, establecimientos comerciales, etc., y son conducidas de acuerdo a un drenaje o alcantarilla que se conecta a un sistema y el cual desemboca en una quebrada o río, sin previo

tratamiento de aguas residuales. Con esto ayudamos prevenir y evitar que siga contaminando las aguas naturales, la comunidad necesita el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales que ayude con el beneficio general de la comunidad.

Definición de Variables

INDEPENDIENTE

Topografía, caudal de diseño, calidad del líquido de ingreso

DEPENDIENTE

Dimensión de la planta, carga contaminante.

Relación entre variables

Topografía para poder ubicar el proyecto dentro de los caudales contaremos con la información de los caudales mediante el diseño hidráulico y la calidad del agua y así determinar los parámetros que intervienen en el diseño de la planta de tratamientos.

Justificación

En la comunidad Utuñag, no poseen un estudio general sobre infraestructura sanitario, solo tienen un sistema de alcantarillado el cual todas las aguas son desbordadas a quebradas y ríos, el Gobierno Descentralizado Municipal de Penipe provee únicamente un ente que controla sistema de agua potable. Mediante tanques sépticos caseros o directamente a los ríos de la ciudad o pueblo realizan su disposición las aguas residuales. Para su estudio contamos con información bibliográfica de estudios ya efectuados por diversos autores, que hablan de diseño de alcantarillado sanitario y diseños de plantas de tratamientos de aguas residuales a población con situaciones semejantes a la del proyecto por elaborar.

El estudio a tratar tiene como finalidad en el estudio y diseño de la planta de tratamiento, mediante una alternativa de diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales, de esta manera evitar la contaminación que se está generando

en el lugar de la descarga del alcantarillado. Para elegir el método adecuado en el plan del tratamiento tenemos que determinar cuánto y como se encuentra el agua residual que arroja el alcantarillado de la comunidad, en intervalos de tiempo. Las aguas residuales que desembocan en la quebrada o directamente al río son producto de la comunidad Utuñag, convirtiéndose la población como la fuente principal del beneficio al implementar la planta de tratamiento de aguas residuales. La red de alcantarillado del cantón Penipe está presente en las cabeceras parroquiales, cubriendo el 100 % siendo de tipo sanitario contando con planta de tratamiento (piscina de oxidación) con poco mantenimiento, con excepción de Bilbao. Para el desarrollo de esta investigación el GAD del Cantón Penipe, nos proporcionara la información necesaria para que el proyecto de investigación pueda realizarse.

Objetivos

Objetivo Principal

Realizar el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales mediante la recolección de datos y programas de elementos finitos para que en la comunidad Utuñag perteneciente al cantón Penipe provincia de Chimborazo tenga el producto resultante bajo en contaminantes y así salvaguardar, preservar la vida humana y por ende esta sea usada en la agricultura o conduzcan al río.

Objetivos Secundarios

- Determinar el lugar de implantación de la planta de tratamiento mediante un levantamiento topográfico con la estación total para encontrar la ubicación más óptima de la planta de tratamiento en la comunidad.
- Realizar el diseño hidráulico a través de la caracterización físico-químicas para determinar caudales de diseño actuales y futuros.
- Realizar el diseño estructural mediante un programa de elementos finitos para determinar las dimensiones y reforzamiento necesario.

Alcance

Este estudio estará limitado a el diseño de la planta de tratamiento en la comunidad Utuñag implementando los datos que serán registrados en campo como la ubicación, caudal de diseño y características del agua entre otros. El proyecto culminara con el diseño estructural e hidráulico de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Limitaciones

No se tratará el análisis del agua residual final solo se realizará las plantas donde se tratará con elementos bioquímicos para que el resultado sea en beneficio de la comunidad (ARCSA, 2021).

CAPITULO II

MARCO TEORICO

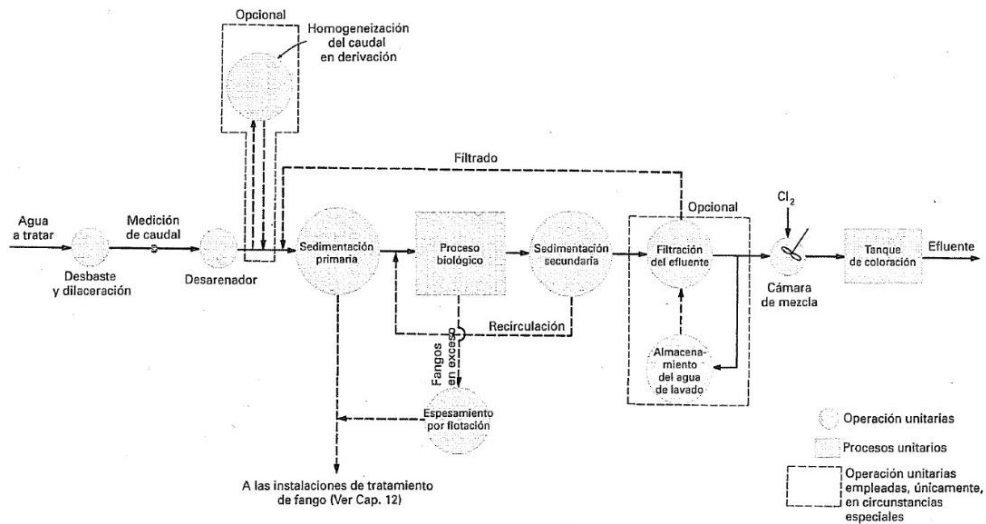
PLANTA DE TRATAMIENTO

Según la Ordenanza que controla el tratamiento de agua potable en el cantón Penipe una planta de tratamiento es un ente en donde el agua de superficie o acuíferos es intervenida a través de métodos y ordenamientos únicos para el mejoramiento físico, químico y microbiológico del agua en el ojo de agua que abastece, con la intención de que sea apropiada para el consumo de las personas. Las mismas que cumplen con estándares y normas mencionados y determinados en la NTE INEN 1108-Agua para consumo humano. (Penipe, 2019)

Las normas INEN nos ayudara como apoyo para establecer bases en el diseño, así también como la subsecretaria de Saneamiento y vivienda del medio ambiente, las cuales se basan en la cantidad de población existente.

Las “Normas para Estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y Disposición de Aguas Residuales para Poblaciones menores a 1000 Habitantes” nos habla sobre definiciones para captar y conducir en planes de suministro de agua potable:(Inen, 1998).

Gráfico 2 Esquema de planta de tratamiento residual



Fuente:(Raschid-Sally Jayakody, Priyantha., International Water Management Institute., 2009)

AGUA RESIDUAL

El agua ha sido una fuente que consume no solamente las personas sino, también es usado para otras acciones, entre ellos descargar y transportar residuos sólidos, de ahí la denominación de aguas residuales.

Según Romero las aguas residuales es la combinación del empleo residencial o industrial del agua, comúnmente también son denominadas aguas sucias y los residuos que por diferentes causas se introducen en desagües son llevados mediante un sistema de alcantarillado. El agua desechada es un contaminante y no sirve para los usuarios directamente.(Romero Rojas, 2001a)

CALIDAD DEL AGUA

Agua potable. - Agua permitida para que el ser humano consuma, excelente para los sentidos, limpio de microorganismos, bacterias y sustancias tóxicas que puedan producir daños o riesgo alguno en la salud de la humanidad.

La comunidad Utuñag cuentan con agua potable de origen natural que es transportada por medio de tuberías desde vertientes naturales, la junta administradora de agua potable realiza el proceso químico para que el líquido esté en condiciones para el consumo de las familias en la zona.

Contaminante. - Forma de contaminante o sustancia sea este físico, químico o bacteriológico visible en el agua en numerosas cantidades a las que la norma nos presenta.

En la comunidad Utuñag existe diferentes entes contaminantes tanto como humano y animal, por otro lado, también existen contaminante industrial ya que se comercializa quesos y tienen una fábrica artesanal para realizar los mismos, dicha fabrica no cuenta con un tratamiento sus aguas residuales.

Coliforme fecal. Microorganismos de especie coliformes que se presentan como contaminante.

CLASES DE AGUAS RESIDUALES

Aguas residuales residenciales.

Se define aguas residuales residenciales (ARR) al liquido resultante de hogares o viviendas, instituciones y comercios generados por el metabolismo del ser humano y labores domésticas. Dentro de la parte domestica tenemos aguas negras que son las provenientes de retretes, o sea los que conducen materia fecal y orina, abundante en sólidos, y aguas provenientes de bañeras, fregaderos y lavadoras, proveedor de DBO.(Romero Rojas, 2001b)

Aguas residuales industriales

Se definen aguas residuales industriales (ARI) como los desechos líquidos resultante de las descargas de obras de producción comercial o industrial, las que no contienen residuo doméstico.

En la comunidad Utuñag existen fabricas tradicionales que se encargan en la fabricación de quesos lo cual dichos residuos no son tratados antes de ser eliminados hacia las alcantarillas.

POBLACIÓN DE DISEÑO

Es llamado también población a largo plazo o población futura, se define como la cantidad de habitantes de una población que se obtiene al concluir el período de diseño que es seleccionada para un proyecto.

Con el resultado de la población futura tendremos una ayuda para poder diseñar nuestra red de alcantarillado y poder construir nuestra planta de tratamiento, en el mismo que contaremos con métodos estadísticos, para poder lograr con este proyecto necesitaremos datos proporcionados por la comunidad o por el INEN como es el lugar de estudio, el índice de aumento poblacional y diseño de un periodo de tiempo.

Método Aritmético

Es un método que no necesita esfuerzo ya que el crecimiento de los habitantes es lineal y permanece por cada unidad de tiempo constante. Este método se aconseja utilizar para tiempos y cortos periodos, también se lo utiliza en sectores o comunidades que se encuentran habitualmente constante.(Torres-Degro, 2011)

$$Pf = Pa * (1 + r * n) \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

Pf: Población futura (habitantes)

Pa: Población actual (habitantes)

r: Tasa de crecimiento aritmético poblacional

n: Periodo de diseño (años)

Método Geométrico

Este método se lo realiza en poblaciones que muestren una importante actividad económica, generando un desarrollo considerable entre poblaciones que muestren una actividad económica significativa y que cuenten con importantes áreas de expansión para brindar servicios públicos sin mayores dificultades. Es un método en el que se recomienda utilizar cuando se tiene periodos muy extensos, por el motivo que este mantiene de forma constante un porcentaje cuando crece.(Torres-Degro, 2011)

Se lo calcula mediante la Ec 2.

$$Pf = Pi * e^{R*(tf-ti)} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

Pf = Población Final

Pi = Población Inicial

R = Índice de crecimiento geométrico

tf = Tiempo final

ti = Tiempo inicial

Método Exponencial

En el método a utilizar la persona debe tener el conocimiento de por lo mínimo tres censos de la población para poder determinar el promedio del crecimiento de los habitantes. Se recomienda aplicarlo en poblaciones que muestren un marcado desarrollo con abundantes áreas extendidas. También hace referencia en que el incremento de los habitantes se hará en continuamente y no por un lapso de tiempo. (Torres-Degro, 2011)

Población Actual

Es donde encontramos en un área de estudio las que será las personas los principales beneficiarios con la planta de tratamiento. Esta población actual se determina mediante dos formas:

- **Conteo de viviendas:** Tendremos que efectuar el conteo si no existe información sobre el número de viviendas que existan en el sector a realizar el proyecto, las mismas que multiplicaremos por la cantidad de personas, el dato será proporcionada por el INEC y así obtenemos la población actual.
- **Encuesta poblacional:** Otra manera para adquirir información de la población actual es por medio de encuestas poblacionales la misma es realizada directamente en el sector del proyecto.

Tasa de crecimiento poblacional

La tasa de crecimiento poblacional la obtenemos teniendo en cuenta los diferentes datos de censos que realiza el INEC cada año, este nos servirá para poder conocer si la población del sector en estudio ha incrementado o disminuido

en un intervalo de tiempo. Si el resultado de la tasa de crecimiento que se calcula tuviera valor negativo optamos por escoger 1% como valor mínimo.

En la siguiente tabla tendremos los coeficientes de crecimiento geométrico que se pueden utilizar cuando no tendremos información respecto al crecimiento de la población en el lugar, estas nos indican la Norma del Instituto Ecuatoriano de normalización para sistemas de abastecimiento de agua potable, residuos líquidos y sólidos en áreas rurales(Inen, 1998)

Tabla 4 *Coeficientes de crecimiento geométrico*

COEFICIENTES DE INCREMENTO GEOMÉTRICO	
Región	R(%)
Sierra	1
Costa, oriente y galápagos	1,5

Fuente: (INEN.CEP INEN 5 parte 9.2 Segunda Revisión. 1998, p. 34).

Periodo de diseño

Tiempo en que una obra civil o una estructura adquieren su funcionalidad sin necesidad de realizar rehabilitaciones.

- Vida útil. Límite del tiempo que una obra o estructura deja de funcionar y pueda ser sustituida por deterioro.
- Población futura. Cantidad de población cuyo beneficio se logrará la terminar un proyecto o etapa.
- Dotación. Caudal del suministro de agua potable que consume diario o por promedio cada habitante. En estos también embarcan el consumo del comercio, residencial, industria y personas en general.
- Conducción a gravedad. Transportación a gravedad de la estructura utilizando energía hidráulica.

Como mínimo el tiempo de desarrollo en nuestro proyecto es para un periodo de 25 años, también establecemos que los equipos funcionaran de 10 a 20 años, en tanto que lo que es obra estructural tendrían una duración entre 40 y 50 años.

Siempre que sea capaz y eficiente se establecerá fases de construcción en ayuda a la parte económica.(NTE INEN 5, 1992)

Caudales de aguas residuales

En la planificación de un diseño de recolección y descarga es esencial encontrar cuánta agua residual se va a evacuar, para realizar el proceso es un requisito encontrar datos confiables y si no se encuentra la información necesaria hay que estimar los valores partiendo de otras fuentes como lo es el consumo de agua del proyecto donde se implantara.

Caudal Medio Diario

Se denomina al resultado de la cantidad de agua potable que una población usa diario sea esto en actividades domésticas, industriales, comerciales, incluso de instituciones públicas, sin contar con el volumen de pérdida.

En el caso de que nuestro proyecto tenga modificaciones de servicios de alcantarillado sanitario que existan y la entidad tenga datos confiables de caudales de por lo menos 1 año, la descarga media diaria tendrá el valor del caudal media por cada año registrado,(EMPRESA METROPOLITANA DE ALCANTARILLADO Y AGUA POTABLE, 2009)

El grafico 3 tendremos los diferentes tipos de caudales mínimos, medios y máximos con sus definiciones.

Gráfico 3 CAUDALES DE DISEÑO

DEFINICIÓN DE CAUDALES Y COEFICIENTES DE DISEÑO		
	Denominación	Definición
$Q_{min_{Hn}}$	Caudal Mínimo Horario del año n	Menor caudal instantáneo del día de menor descarga al alcantarillado sanitario del año n. Caudal horario mínimo absoluto de ese año.
$Q_{min_{Dn}}$	Caudal Mínimo Diario del año n	Caudal medio del día de menor descarga al alcantarillado sanitario del año n
$Q_{m_{Dn}}$	Caudal medio Diario del año n	Promedio anual de los caudales diarios volcados al alcantarillado sanitario durante el año n
$Q_{M_{Dn}}$	Caudal Máximo Diario del año n	Caudal medio del día de mayor descarga al alcantarillado sanitario del año n
$Q_{M_{Hn}}$	Caudal máximo Horario del año n	Mayor caudal instantáneo del día de mayor descarga al alcantarillado sanitario del año n. Caudal horario máximo absoluto del año.

Fuente: (EMPRESA METROPOLITANA DE ALCANTARILLADO Y AGUA POTABLE, 2009)

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS DEL AGUA RESIDUAL.

Características físicas del agua residual

Dentro de la caracterización tenemos residuos disueltos, suspendidos y totales, color, olor, turbiedad.

Sólidos totales

Los sólidos totales se encontraron cuando el proceso de evaporación se llevó a cabo a la temperatura del material después de la evaporación de la muestra de agua a una temperatura de 103-105 °C, (Metcalf &Eddy, 1995).

De acuerdo a sus condiciones físicas estos sólidos se los clasifica en: suspendidos, disueltos y sedimentables. Y según sus condiciones químicas: fijos y desarticulados u orgánicos, estos se eliminan con el oxígeno disuelto en el agua.

Sólidos Sedimentables.

Estos sólidos tienen como característica que en la base del recipiente su forma es cónica o más bien llamado como cono Imhoff se sedimentan esto se realiza en el transcurso de sesenta minutos. Se los expresa en unidades ml/l, como resultado final será la medida aproximada de un fango en el tratamiento primario del agua residual,(Metcalf &Eddy, 1995).

Sólidos Suspendidos.

Son sólidos que se retienen en un filtro de vidrio y que son expuestos a una temperatura de 103-105 °C, estos a su vez después pueden ser removidos de manera física o mecánica a través del proceso de filtración o sedimentación, (Metcalf &Eddy, 1995).

Sólidos Disueltos.

Estos sólidos son los que se encuentran formados de fracciones orgánicas e inorgánicas y también por iones en disolución con el agua, tienen partes de coloides y otra disuelta. La parte coloidal no se elimina completamente por sedimentación, se requiere de organismos biológicos y oxidación para poder

eliminar una fracción coloidal. Estos sólidos disueltos poseen materia orgánica en un 40% y materia inorgánica un 60%, (Metcalf & Eddy, 1995).

Sólidos Fijos y Volátiles.

Estos sólidos al llegar a una temperatura de 500 + 50 °C la parte orgánica se oxida disminuyendo así los gases volátiles y creando una fracción inorgánica en forma de cenizas fijas.

Color

En estos tiempos contemporáneos el agua residual tiene un color gris claro, pero a la medida que el tiempo avanza y el uso que se observa en la red de alcantarillado, el color cambia de gris a gris oscuro, para después convertirse de color negro.

Olor

Es producido con la emisión de gases en el transcurso del método de descomposición de la sustancia orgánica. El olor del agua es horrible, a diferencia del agua residual séptica que es más desagradable. El mal olor en la gente puede causar problemas en el sistema respiratorio, vómitos, etc.

Cuando se trata de olores es muy importante tener a consideración en el diseño y construcción de sistemas de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento ya que la comunidad o sector pueden ser afectados en su salud por este problema.

Tabla 5 OLORES CARACTERÍSTICOS DEL AGUA Y SU ORIGEN.

NATURALEZA	ORIGEN
Olor balsámico	Flores
Dulzor	Coelosphaerium
Olor químico	Aguas residuales industriales
Olor a cloro	Cloro libre
Olor a hidrocarburo	Refinería de petróleo
Olor medicamentoso	Fenol, yodoformo
Olor a azufre	Ácido sulfhídrico, H ₂ S
Olor a pescado	Pescado, mariscos
Olor séptico	Alcantarilla
Olor a tierra	Arcillas húmedas
Olor fecaloide	Retrete, alcantarilla
Olor a moho	Cueva húmeda
Olor a legumbres	Hierbas, hojas en descomposición

Fuente: (Gray, 1997)

Temperatura

En aguas residuales la temperatura es un agente que pesa ya que por lo común las temperaturas en de estas aguas son mayores que el agua potable, ya que el agua tiene más calor que el aire, dependiendo de las épocas y geografía del sitio, estas temperaturas varían entre 10 y 20°C por lo que se puede escoger un valor de 15°C como representativo, (Metcalf & Eddy, 1995).

La importancia de la temperatura en las aguas residuales es su efecto sobre los organismos acuáticos, las reacciones químicas y las velocidades de reacción que pueden desarrollarse en ciertas áreas.

Si la temperatura del agua es muy variable sería una eliminación de la vida acuática, así como si la temperatura es alta estas dan producto de la aparición de hongos y algas. Entre 25 y 35 °C es la temperatura promedio para el desarrollo de actividades en bacterias.

Turbiedad

Su unidad de medida es el NTU que son siglas inglesas. Esta es denominada como la cantidad de características transmitidas por la luz del agua, un criterio que se lo usa para identificar la calidad del agua servida o de origen con respecto al material sólido y residual suspendido. Para realizar la medida de la turbiedad se realiza mediante comparaciones de la intensidad luminosa en la muestra y la que está en suspensión.

Características químicas del agua residual.

Dentro de estas tenemos las siguientes: dureza, pH, alcalinidad, recurso bioquímico de oxígeno y recurso Químico de oxígeno.

Materia orgánica

Estos sólidos son los que se originan del reino animal y vegetal, como también en los procesos de la población relacionado en la eliminación de compuestos orgánicos. Estos están desarrollados por el conjunto de carbono, hidrogeno y oxígeno, en algunos casos también hay presencia de nitrógeno. En otros elementos como el azufre hierro y fosforo también pueden estar presentes estos sólidos. Las sustancias orgánicas que más se encuentran en el agua

residual son en las proteínas con un 40 a 60 %, hidratos de carbono con 25 a 50 %, grasas y aceites con un 10%. La urea también es un compuesto orgánico importante ya que esto se lo origina por la orina. Pero estudios nos dicen que por la velocidad de descomposición la urea no suele presentarse comúnmente en residuos domésticos, (Metcalf & Eddy, 1995).

Potencial de hidrógeno (pH)

Es una medida que subestima la alcalinidad que presenta el agua. (Romero Rojas, 2001b) destaca que el agua residual posee combinaciones de ion hidrogeno inapropiado resulta difícil su tratamiento en los procedimientos biológicos, el avance de la bacteria que se involucran se las encuentra dentro de valores 6.5 y 7.6 y por ende no aceptan valores de pH mayores a 9o menores a 5. Las normas internacionales han establecido el rango de pH 6,5 a 8,5 para el agua potable.

Alcalinidad

Se origina con la ayuda de elementos como el potasio, calcio, magnesio calcio, carbonatos y bicarbonatos. Esta nos ayuda en el control del PH generado por la aparición de ácidos. Para encontrar este dato se necesita un ácido que cumpla normas para poder certificarlo.

Recurso bioquímico de Oxígeno (DBO)

Conjunto de oxígeno que contienen microbios sostenibles en la materia orgánica de acuerdo a reglas tanto como el tiempo y temperatura adecuados, en general en 5 días y a unos 20° C.

Los tanques anaeróbicos son empleados en el proceso de trata de aguas residuales en residencias, con una concentración de carbonácea encontrándole dentro los 300 a 700 mg/L. (Cakir & Stenstrom, 2005)

Recurso químico de oxígeno (DBQ)

Se trata del conjunto de oxígeno que se necesita para realizar la oxidación química de la materia residual orgánica, mediante sales orgánicas como permanganato o dicromato de potasio.

Este recurso es el encargado de calcular cuanta materia orgánica va a ser tratada por medio de elementos químicos, en la que básicamente es utilizado un químico con grado fuerte en ácido. Siempre el DQO es mayor al DBO esto se debe a que se oxidan la mayor cantidad de elementos por métodos químicos que por biológicos.

CLASES DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL

Las aguas residuales están clasificadas en base a su origen y composición.

Son sistemas que para poder llegar a depurar agua sin contaminantes pasan primero por un pretratamiento, luego por un tratamiento primario, un tratamiento secundario y un tratamiento terciario sea el caso que se lo requiera ya sea de manera conjunta o individual. (Ministerio del Ambiente, 2015)

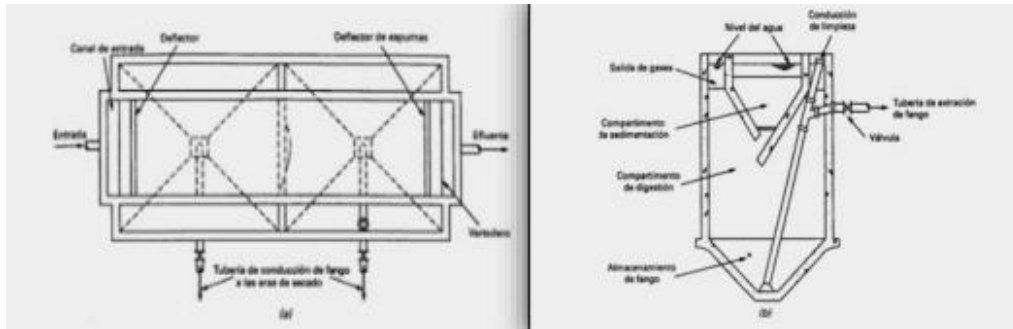
Tratamiento preliminar

Son medidas que se emplea para la preparación inicial de las aguas residuales estas logran la remoción de sólidos grandes y arenas con el fin de cuidar las bombas y equipos necesarios, también materia flotante, grasas, y corrección de pH. Dentro de este encontramos las rejillas, canales y desarenador.

Tratamiento primario

Se define como actividades física-químicas para disminuir los sólidos que se encuentran flotante estos son los sedimentos finales, entre estos tenemos: cribado, desarenado, sedimentador, floculación, coagulación, filtración. En estos tenemos los tanques Imhoff y un tanque de secado de lodos.

Gráfico 4 Tanque Imhoff típico para comunidades pequeñas.



Fuente: OPS/CEPIS/05.163 UNATSABAR

Tratamiento secundario

Es el estudio que en el que se emplea procesos para reducir los compuestos orgánicos biodegradables y los que se encuentran suspendidos. Este método es generado por la falta de remoción del sedimentador primario por lo general son la eliminación de coloides y materia que esta disuelta, estos también abarcan procesos de desinfección. Este sería el filtro biológico.

Tratamiento terciario

Este tratamiento es el que nos permite el resultado final de las características contaminantes de las aguas residuales, por ende, no solo será arrojada para ríos o quebradas sino también para poder utilizar como recurso líquido.

TIPOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO

TANQUE SÉPTICO

Los tanques sépticos son utilizados comúnmente para el tratamiento de aguas residuales de hogares que residen comunidades por lo general que no tienen un servicio de alcantarillado o que el costo para realizar su conexión es muy alto por su distancia. Sera factible el empleo de dichos tanques en localidades urbanas y rurales.

Para que se produzca un sistema de eliminación de efluente (sistema de infiltración), óptimo este requiere que la cantidad de corriente del agua sea lo

suficiente ya que debe arrastrar todos los desechos que desembocan en el desagüe hasta el tanque.

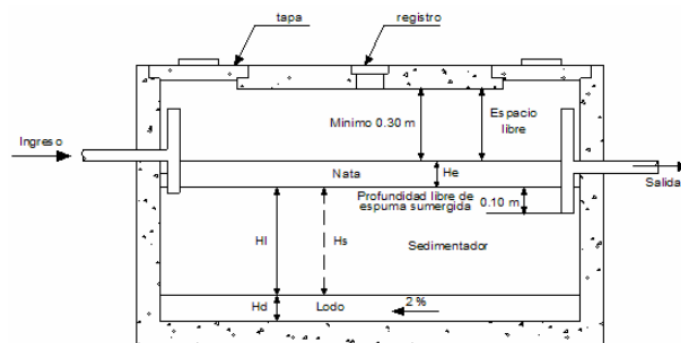
- Comúnmente se lo utiliza en comunidades rurales, edificaciones, hospitales, etc.
- La limpieza no se lo realiza a menudo.
- Su construcción es de bajo costo al igual que su operación.
- Si se realiza una remoción de lodos tendremos un grado de dificultad en operación y mantenimiento.

DESVENTAJAS

- Esta planta es para 350 habitantes como máximo.
- Capacidad de que los efluentes en el suelo necesiten de infiltración en el terreno a construir.
- Necesita la facilidad de eliminar lodos (bombas, etc.).

Estudiado las diferentes ventajas y desventajas queda en criterio de la persona a realizar el proyecto si se escoge o no el método para controlar y mejorar el agua residual en las diferentes comunidades.

Gráfico 5 Tanque séptico



Fuente: UNATSABAR

TANQUE IMHOFF

Un tanque Imhoff posee como consecuencia la eliminación de sólidos suspendidos en el tratamiento primario.

Este tanque es óptimo para sectores hasta 4000 personas, los tanques Imhoff ayudan en el tratamiento residual para zonas domésticas ya que

presentan sedimentaciones en el agua y en el proceso de lodos sedimentados, a estos también se les conoce como tanques con cámara doble.

Estos no requieren de partes mecánicas ya que su funcionamiento es de forma simple; por ende, para su correcto uso las aguas residuales deben tener un proceso primario de cribado y limpieza de arena.

Un tanque Imhoff tradicional normalmente tiene forma rectangular y posee tres compartimentos:

- Cámara de sedimentación.
- Cámara de digestión de lodos.
- Zona de aireación y almacenamiento de natas.

Cuando se ejecuta, las aguas residuales van mediante una cámara de sedimentación, donde ahí se eliminan la mayoría de residuos sedimentables, los mismos caen por paredes inclinadas del fondo de una cámara sedimentable para luego ir a la cámara de digestión mediante una abertura que existe en el fondo.

En esta abertura tenemos un traslape que tiene como tarea evitar que los gases y sólidos suspendidos resultantes de la digestión intervengan en el proceso de la sedimentación. Los gases y desechos que van en ascenso, que necesariamente se genera en el método de digestión, son desplazados hacia la cámara de natas o sector de aireación.

Estos lodos que están en el digestor son extraídos por intervalos de tiempo y son evacuados a lechos de secado, donde el contenido de humedad es disminuido por infiltración, después estos se desechan y van hacer utilizados en los mejoramientos de suelos.

VENTAJAS

- Produce eficientes características que un tanque séptico gracias al procedimiento satisfactorio de los lodos.
- No evacúan lodo dentro del fluido residual.
- Cuando el lodo pierde su contenido de humedad este elimina de manera simple que los tanques sépticos, debido a que posee en su totalidad un 90 a 92% de humedad.

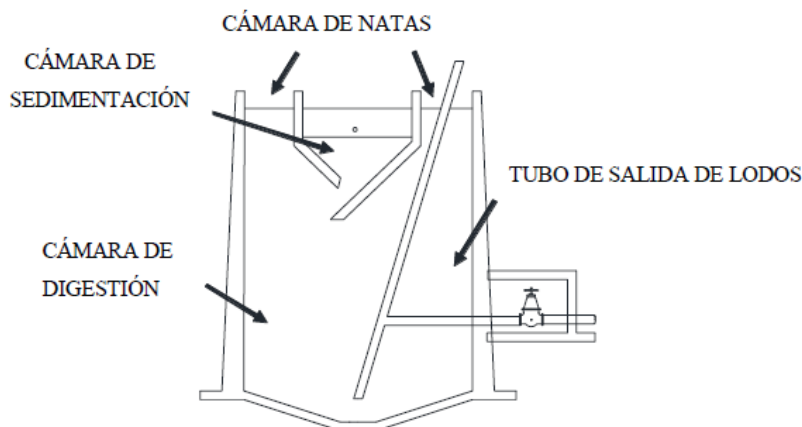
- Las aguas servidas ingresadas en los tanques no necesariamente realizan un tratamiento primario salvo que pase de la criba gruesa y separación de arenas.
- El periodo de retención de sólidos es menor.
- Su construcción y operación es de menor costo.
- Para la ejecución no necesita de un terreno con área grande como sucede con las lagunas de estabilización.
- Se las emplea en lugares como ciudades con mínima población y para comunidades donde no se necesita de su manejo constantemente.

DESVENTAJAS

- Construcciones profundas mayores a los 5 metros.
- Hay que tener precaución cuando el suelo es roca o arena fluida y también cuando posee un nivel freático para de esa manera prevenir que el tanque se mantenga flotando o se desplace cuando se encuentre vacío.
- Los residuos que elimina el tanque poseen un bajo grado orgánico y microbiológico.
- Los olores se producirán, aunque tenga un correcto funcionamiento por eso es aconsejable que no se encuentre muy cerca de la comunidad.

Este tanque es una alternativa adecuada cuando no se tenga un espacio grande, como lo es en las lagunas de estabilización más aún si este tanque hay que instalarlo no muy cercano a la comunidad por sus fuertes olores. Un tanque Imhoff reduce del 40 al 50% sólidos suspendidos y disminuye el DBO de 25 a 35%. Los lodos retenidos en el digestor del tanque Imhoff son extraídos continuamente y se dirigen a lechos de secados. (OPS/CEPIS, 2015)

Gráfico 6 Diseño Tanque “IMHOFF”



Fuente: Tratamiento de aguas residuales (OPS/CEPIS/05.164).

LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN

Es de fácil construcción que sirve para el embalse de aguas residuales con su finalidad cambiar las características sanitarias. Estas lagunas son construidas con profundidad que van de 2 a 4 metros y varios días de retención no constantes.

Cuando desemboca las aguas residuales en las lagunas de estabilización estas realizan un proceso de autoeliminación o depuración natural, las mismas que presentan fenómenos físicos, químicos, bioquímicos y biológicos respectivamente.

VENTAJAS

- Reciben y retienen mayor cantidad de agua residual, las mismas que resisten sobrecarga hidráulica y orgánica con mayor agilidad en comparación con los otros tratamientos.
- Origen de biomasa más eficaz que en el proceso con tanque séptico y tanque Imhoff.

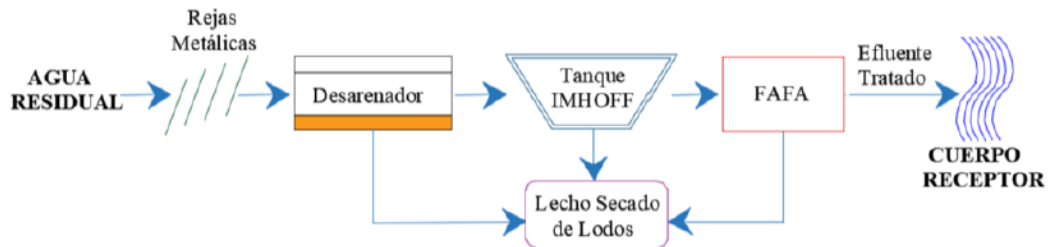
DESVENTAJAS

- El área para su implantación debe ser grande.
- Su sistema es vulnerable dependiendo del clima que exista en la zona.
- Una vez realizada la construcción no permite modificaciones.

Componentes para el tratamiento de agua residual

Son infraestructuras cuya finalidad es que las aguas residuales conducidas por el alcantarillado reduzcan la cantidad de sustancias contaminantes y de organismos dañinos a la salud humana.

Gráfico 7 Modelo para el diseño de la PTAR



Fuente: Propia

Cribas (Rejas y rejillas de limpieza manual)

Es un procedimiento que se recomienda implementar para extraer el material grueso (basura flotante o en suspensión, existente en las aguas residuales que pueden taponar u obstruir tuberías, bombas y equipos de las plantas de tratamientos o entorpecer la funcionalidad correcta de las técnicas de tratamiento.

Tiene la finalidad de facilitar la extracción de basura reduciendo la tendencia de obstrucciones, contando con una estructura formada por varillas que su separación dependerá del tamaño de los sólidos en suspensión existentes que posteriormente pueden ser clasificados en finos y gruesos.

Gráfico 8 Cribas



Fuente: Sistemas de tratamiento de aguas residuales, (Bruce Henry, 2015).

Desarenador

Es un elemento hidráulico que se encuentra después del proceso de cribado, la misma que cumple la función de remover arena y partículas de tamaños superiores o iguales a 0.2 mm o 200 micras que se poseen las aguas residuales, estas evitan que haya algún problema después en los procesos de tratamiento.

Gráfico 9 *Desarenador*



Fuente: Sistemas de tratamiento de aguas residuales, (Bruce Henry, 2015).

Tanque Imhoff

Los tanques Imhoff o también conocidos como tanques de doble cámara son un tratamiento primario utilizado en comunidades rurales y urbanas donde su función es remover grandes cantidades de sólidos en suspensión. La sección transversal típica de estas unidades es una unidad rectangular con la estructura principal compuesta por una cámara de sedimentación, una cámara de digestión de lodos y un área de ventilación y acumulación de crema. Su uso se entiende para poblaciones de diseño de más de 300 habitantes, e incluso para comunidades de 4000 habitantes.

Cámaras sépticas

Se trata de tanques en forma rectangular que están diseñados para recibir las aguas residuales domésticas con la finalidad de sedimentar y eliminar elementos flotantes, actuando como digestor anaeróbico.

Filtro anaeróbico de flujo ascendente

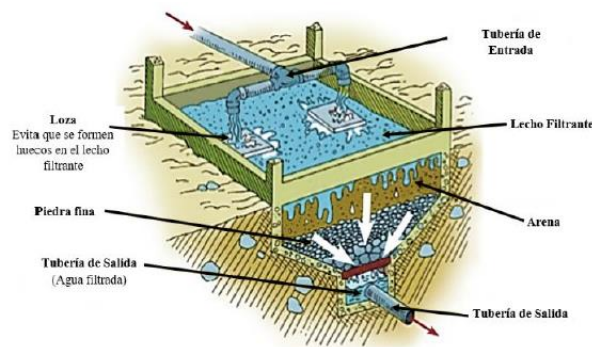
Es un tanque, construido de concreto, que contiene material filtrante como grava o piedra redonda, en la parte superior cuenta con un vertedero con la

función de recoger el agua filtrada y un fondo falso de loseta de hormigón; es empleado para continuar el tratamiento que inicia en las cámaras sépticas.

Lecho de secado de lodos

Se le considera como el elemento final que posee una planta de tratamiento de aguas residuales, donde se depositan productos secundarios conocidos como lodos o fangos que son producidos por el tratamiento de aguas residuales, los cuales serán conducidos hacia un lecho de secado para su proceso final. La técnica usualmente empleada es una infraestructura pequeña compuesta de capas de arena con dren en el fondo.

Gráfico 10 *Lecho de secados*



Fuente: Sistema de tratamiento de aguas residuales para zonas rurales, (Carrión, 2008).

Cabezal de salida

Forma parte del sistema de alcantarillado sanitario o pluvial, que es construido al final de todas las descargas existentes de los sistemas de alcantarillado.

Porcentajes de Remoción teórica por procesos

La eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales se mide en función de los parámetros del agua residual entrante y el porcentaje de eliminación obtenido al final del proceso de tratamiento utilizado. Es por esto que el porcentaje teórico de remoción varía dependiendo de la unidad de procesamiento a seleccionar. Por lo tanto, la Tabla 6 muestra las eficiencias de remoción de componentes de diferentes unidades de tratamiento.

Tabla 6 Eficiencia de remociones según los elementos en una PTAR.

Unidades de Tratamiento	Eficiencia en la remoción de constituyentes, (%)					
	DQO	DBO	SS	NH3-N	N-Org c	Pb
Rejilla	nulo	nulo	nulo	nulo	nulo	nulo
Desarenadores	0-5	0-5	0-10	nulo	nulo	nulo
Sedimentación Primaria	30-40	30-40	50-65	nulo	10-20	10-20
Lodos activados (convencional)	80-85	80-95	80-90	8-15	15-50	10-25
Filtros percoladores						
Alta carga, medio pétreo	60-80	65-80	60-85	8-15	15-50	8-12
Carga muy alta, plástico	65-85	65-85	65-85	8-15	15-50	8-12
Filtros anaerobios	60-80	65-80	60-70	nulo	nulo	30-40
Cloración	nulo	nulo	nulo	nulo	nulo	nulo

Fuente: Libro de ingeniería de Aguas Residuales, (Cakir & Stenstrom, 2005).

DISEÑO ESTRUCTURAL

Reglamento Utilizado

- Código Ecuatoriana de la construcción NEC-15
- Norma de la construcción en concreto reforzado del *American Concrete Institute* (ACI-318)
- Norma ambiental del medio ambiente para estructuras de concreto del *American Concrete Instituto* (ACI-350)

NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION NEC 2015

El objetivo principal de La Norma Ecuatoriana de la Construcción es controlar y regular los diferentes procesos que tengan como finalidad cumplir parámetros de seguridad y calidad en todo tipo de construcciones tanto en el uso y mantenimiento que se la diera a la construcción. Teniendo criterios esenciales en cuenta como: parámetros de seguridad y salud, control y mantenimientos, minimizar el consumo de energía y cumplir con los efectos básicos de habitabilidad. (Cómite Ejecutivo de la norma Ecuatoriana de la construcción, 2015)

CARGAS NO SISMICAS

De gran importancia la Norma Ecuatoriana de la Construcción actual 2015 tiene en cuenta al considerar las diferentes cargas como son: granizo, viento y sobrecarga de cubierta; en las que las estructuras deberán ser diseñadas para que soporten las cargas por ende esta norma tiene las siguientes combinaciones.(MIDUVI, 2015)

Gráfico 11 COMBINACIONES DE CARGA.

Combinación 1

1.4 D

Combinación 2

1.2 D + 1.6 L + 0.5max[L_r ; S ; R]

Combinación 3*

1.2 D + 1.6 max[L_r ; S ; R] + max[L ; 0.5W]

Combinación 4*

1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 max[L_r ; S ; R]

Combinación 5*

1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S

Combinación 6

0.9 D + 1.0 W

Combinación 7

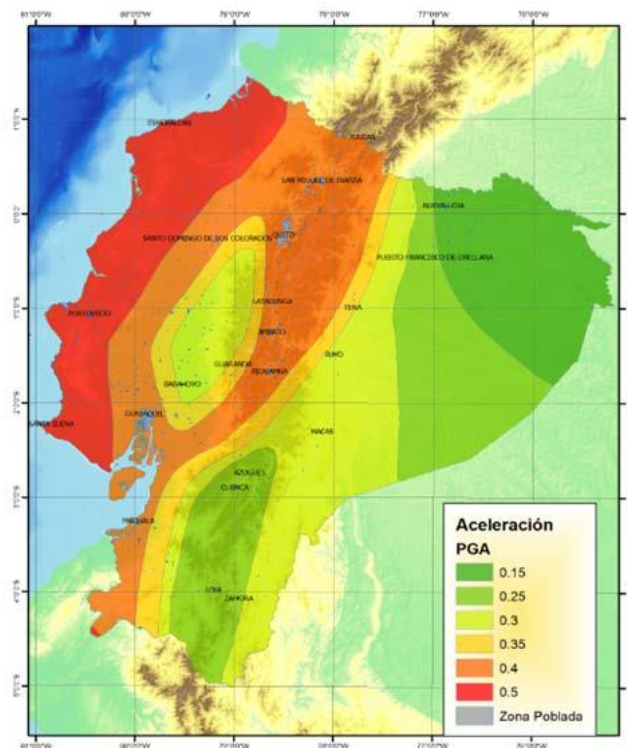
0.9 D + 1.0 E

FUENTE: NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN, (MIDUVI, 2015).

FACTOR DE ZONA Z

Este valor Z de cada zona sísmica es representado como la máxima aceleración en la roca que espera el sismo de diseño, expresada como una fracción de la aceleración realizada por la gravedad.(MIDUVI, 2015). En Ecuador el factor Z se divide en 6 zonas y su valor es asignado de acuerdo al sitio donde se ubicara o se construirá la estructura, como se puede identificar en el mapa,(MIDUVI, 2015). (Véase gráfico 12)

Gráfico 12 MAPA DE ZONA SISMICA Y FACTOR Z.



Fuente: NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN, (MIDUVI, 2015).

Nota: El mapa es el resultado de un estudio de amenaza sísmica, en el cual se utilizó un sismo de diseño que tiene una superación del 10% en 50 años, con la zona VI. Este mapa de amenaza sísmica se representa cualitativamente sobre la base de una tabla que se expresa a continuación.

Tabla 7.- Valores del factor Z en función de las zonas sísmicas adoptadas.

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Fuente: NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN, (MIDUVI, 2015).

COEFICIENTE DE PERFIL DE SUELO

Amplificación de suelo en la zona de periodo corto (Factor Fa).

Este se encarga de amplificar las ordenadas de espectro de respuesta de las aceleraciones para el diseño en rocas, se debe tomar en cuenta en que sitio se va a trabajar para tomar los valores, (NEC, 2015).

Tabla 8.- Factor Fa.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85

Fuente: NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN, (MIDUVI, 2015).

Coeficiente de desplazamiento para el diseño en rocas (Factor Fd).

Se aplica en las coordenadas del espectro elástico, se debe tomar en cuenta el sitio donde se va a trabajar.

Tabla 9 Factor Fd.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5

Fuente: NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN, (MIDUVI, 2015).

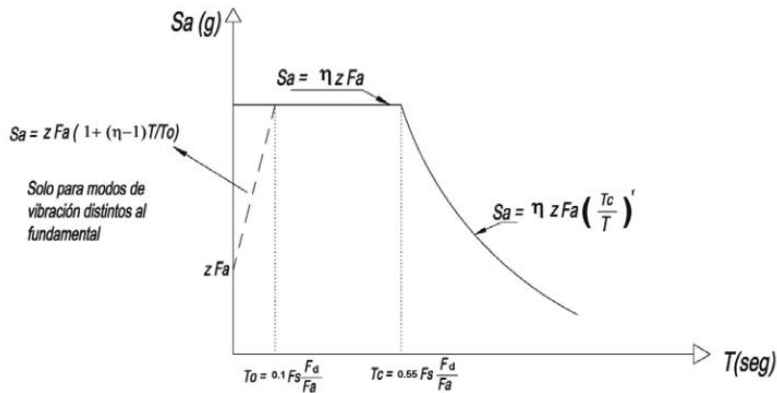
Espectro de diseño.

El espectro es la respuesta máxima que tiene el espectro de diseño, este se manifiesta de acuerdo a la función del periodo vs aceleración, según la NEC el espectro es la representación geográfica de características tectónicas la cual lleva a generar la respuesta a un espectro elástico. Es una herramienta la cual nos ayuda a calcular construcciones teniendo siempre la parte sísmica como regulador en la cual detallamos el tipo de suelo que posee las características de nuestro proyecto y la región en donde se ira a implantar el proyecto.

ESPECTRO ELÁSTICO HORIZONTAL DE DISEÑO EN ACELERACIONES

Se tiene como respuesta las aceleraciones máximas en función de la gravedad, (MIDUVI, 2015)

Gráfico 13 Espectro elástico.



Fuente: NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN, (MIDUVI, 2015).

Gráfico 14 Siglas de espectro de diseño.

Dónde:	
η	Razón entre la aceleración espectral S_a ($T = 0.1$ s) y el PGA para el período de retorno seleccionado.
F_a	Coefficiente de amplificación de suelo en la zona de período cortó. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de aceleraciones para diseño en roca, considerando los efectos de sitio
F_a	Coefficiente de amplificación de suelo. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio
F_s	Coefficiente de amplificación de suelo. Considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del período del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos
S_a	Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad g). Depende del período o modo de vibración de la estructura
T	Período fundamental de vibración de la estructura
T_0	Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño
T_c	Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño
Z	Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad g

Fuente: NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN, (MIDUVI, 2015).

Ecuaciones que determina el amortiguamiento crítico al 5% del espectro sísmico, (MIDUVI, 2015).

Gráfico 15 Ecuaciones.

$S_a = \eta Z F_a$	para $0 \leq T \leq T_c$
$S_a = \eta Z F_a \left(\frac{T_c}{T}\right)^r$	para $T > T_c$
Dónde:	
η	Razón entre la aceleración espectral S_a ($T = 0.1$ s) y el PGA para el período de retorno seleccionado.
r	Factor usado en el espectro de diseño elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto
$r = 1$	para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E
$r = 1.5$	para tipo de suelo E.
S_a	Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad g). Depende del período o modo de vibración de la estructura
T	Período fundamental de vibración de la estructura
T_c	Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño
Z	Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad g

Fuente: NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN, (MIDUVI, 2015).

ESPECTRO ELÁSTICO DE DISEÑO EN DESPLAMIENTOS

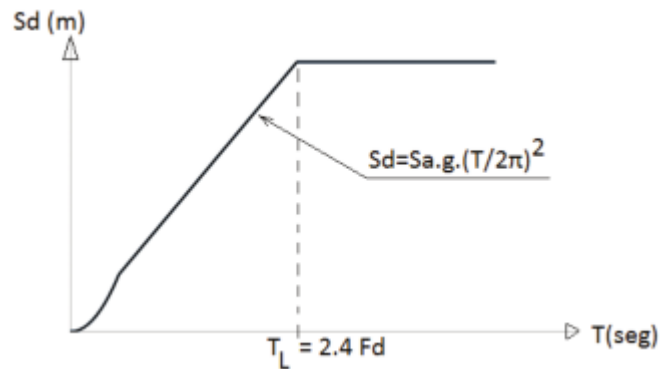
Se utilizarán las fórmulas que se observa el Gráfico 16.

Gráfico 16 Ecuaciones para diseño en desplazamientos.

$S_d = S_a(g) \cdot (T/2\pi)^2$	para	$0 \leq T \leq T_L$
$S_d = S_a(g) \cdot (T_L/2\pi)^2$	para	$T > T_L$
Dónde:		
g	Aceleración de la gravedad	
S_d	Es el espectro elástico de diseño de desplazamientos (definido para una fracción del amortiguamiento respecto al crítico igual a 5%). Depende del período o modo de vibración de la estructura	

Fuente: NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN, (MIDUVI, 2015).

Gráfico 17 Espectro sísmico elástico de desplazamientos para diseño.



Fuente: NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN,(MIDUVI, 2015).

FACTOR DE REDUCCIÓN

Con la integración de este factor se reduce la fuerza de diseño sísmico, este factor se encarga de reducir momentáneamente la ordenada elástica espectral que debe disponer el comportamiento inelástico, este depende de variables como tipo de estructura, tipo de suelo y periodo de vibración (NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION-NEC, 2015), en la NEC establece los siguientes valores a seguir en sistemas dúctiles:

Gráfico 18 Sistemas Dúctiles - Factor R.

Sistemas Estructurales Dúctiles	R
Sistemas Duales	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas y con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras (sistemas duales).	8
Pórticos especiales sismo resistentes de acero laminado en caliente, sea con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas) o con muros estructurales de hormigón armado.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas).	8

Fuente: NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN,(MIDUVI, 2015).

Gráfico 19 *Sistemas Dúctiles - Factor R.*

Sistemas Estructurales Dúctiles	R
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras.	7
Pórticos resistentes a momentos	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.	8
Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.	8
Otros sistemas estructurales para edificaciones	
Sistemas de muros estructurales dúctiles de hormigón armado.	5
Pórticos especiales sismo resistentes de hormigón armado con vigas banda.	5

Fuente: NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN,(MIDUVI, 2015).

Gráfico 20 *Sistemas Dúctiles - Factor R.*

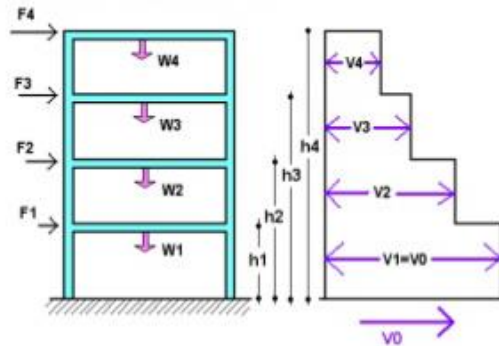
Sistemas Estructurales de Ductilidad Limitada	R
Pórticos resistentes a momento	
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM , limitados a viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros.	3
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM con armadura electrosoldada de alta resistencia	2.5
Estructuras de acero conformado en frío, aluminio, madera, limitados a 2 pisos.	2.5
Muros estructurales portantes	
Mampostería no reforzada, limitada a un piso.	1
Mampostería reforzada, limitada a 2 pisos.	3
Mampostería confinada, limitada a 2 pisos.	3
Muros de hormigón armado, limitados a 4 pisos.	3

Fuente: NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN,(MIDUVI, 2015).

Cortante basal

Según la NEC–SE-DS en la sección 1.2.2, la define como: “Fuerza total de diseño por cargas laterales, aplicada en la base de la estructura, resultado de la acción del sismo de diseño con o sin reducción”

Gráfico 21 Fuerzas laterales-Cortante Basal



Fuente: (Saavedra, 2011)

CORTANTE BASAL V.

$$V = \frac{Z * I * C}{\phi_p * \phi_E * R} * W \quad \text{Ec. 3}$$

COEFICIENTE BASAL V.

$$S_a = n * Z * F_a \quad \text{Ec. 4}$$

PERIODO DE VIBRACIÓN.

$$T_1 = C_t * h n^{\frac{2}{3}} \quad \text{Ec. 5}$$

Fuerza sísmica

Se guiará de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC-SE-DS: Cargas Sísmicas Diseño Sismo Resistente y se analizará con respecto al Código Ecuatoriano de Construcción CEC 2002, los factores que intervienen para el cálculo estructural de la planta de tratamiento.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

Tipo de investigación

Como punto de partida de esta investigación tenemos la revisión documental y bibliográfica del diseño de una planta de tratamiento residual, empleando buscadores como SCOPUS, Repositorios digitales Universitarios, Google Scholar, entre otros.

El tipo de método de investigación es una combinada tanto documental como en el campo ya que analizaremos temas sobre plantas de tratamiento documentada y también en el campo ya que realizaremos levantamientos topográficos en el sector de estudio para luego poder iniciar con la implantación.

Por el tratamiento del tema planteado es una tesis sobre temas teóricos-prácticos ya que el enfoque del tema es el diseño de una planta de tratamiento para llegar como finalidad garantizar la vida tanto de los moradores como del ecosistema.

Exploratorio

Este tema de estudio es de carácter exploratorio ya que se dedica al estudio de una planta de tratamiento residual enfocado principalmente en el diseño tanto de manera hidráulica como estructural y por otro lado se realizará el estudio de los parámetros de la calidad de agua con sus características físico-químicas como elemento principal para sustentar por qué realizaremos el proyecto de investigación.

La fuente de apoyo es principalmente de tesis realizadas en repositorios universitarios digitales, libros acerca del tema planteado y normas vigentes que se utiliza en el Ecuador para la realización de diferentes obras civiles.

Bibliográfica. -

Nos permitirá la recopilación, ampliación, deducción de enfoques que nos ayudaran para poder ejecutar nuestro tema de análisis.

Descriptivo. –

Es un estudio descriptivo ya que analizaremos los diferentes conceptos sobre plantas de tratamiento residual y los beneficios que atrae con ello para el bienestar del sector donde será ubicada.

Analítico. –

Es de carácter analítico ya que podrá caracterizar los principales elementos que nos ayudaran en el transcurso para poder llevar a cabo nuestro proyecto tanto como análisis de datos tanto hidráulico como estructural.

Tipo de investigación.

Tesis combinada de investigación documental y de campo.

Esta tesis tendrá 4 fases las cuales estarán divididas tanto en su diseño como caracterización de los parámetros del agua residual, ya que se recopilará información y se realizará un análisis de datos conjuntamente con una investigación documental y en el campo, para cumplir con la finalidad de profundizar el tema en estudio y cubrir todos los ángulos exploratorios.

Investigación Documental.

Así, en este caso, partiremos de la revisión de información documental exhaustiva y fuentes bibliográficas existentes para fundamentar los antecedentes del tema en estudio, y en base a ello, se diseñará los métodos de investigación e instrumentos de recopilación que se propondrá en el campo donde se presenta el hecho investigado.

Las fuentes principales documentales investigadas son las siguientes:

- Plan de ordenamiento territorial Penipe 2019.
- Tesis relacionadas con el tema de investigación (Dimensionamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales para comunidad Utuñag)
- Libro de ingeniería de aguas residuales de Metcalf & Eddy.
- Información sobre métodos y tratamientos de agua y lodos en investigaciones o tesis publicadas que sirvan de apoyo para que la información recopilada ayude en el estudio del tema, con el fin de que los

datos obtenidos luego sean comparados con los diferentes documentos teóricos.

Investigación Campo.

La investigación se lo realizo in-situ, esta se realizó en el lugar de estudio para identificar los puntos ambientales que es afectado la comunidad por las actividades en la naturaleza, situación actual de las quebradas, toma de muestras, etc.

Las diferentes actividades que fueron realizadas son las siguientes:

- Reconocimiento del área de estudio, georreferenciación de las quebradas, pozos sépticos y ríos en la comunidad.
- Se realizó el levantamiento topográfico del lugar donde se implementará la planta de tratamiento.
- Se tomó muestras para determinar los parámetros físicos-químicos y microbiológicos en el laboratorio.

En la tabulación y el análisis de información se utilizan métodos estadístico matemáticos con ayuda de normas vigentes que se utiliza en el país junto con ecuaciones matemáticas obtenidos de libros relacionadas al tema estudiado con el fin de fundamentar el análisis y obtener conclusiones satisfactorias.

Niveles de investigación

El presente estudio de investigación se la va a desarrollar por fases para poder obtener el resultado final de una manera eficaz y correcta. Con ello, en la Tabla 10 damos a conocer que este estudio conste de 4 fases en las cuales se usarán investigaciones bibliográficas y de campo, para que luego este permita recoger y analizar los datos e información que se requiera para diseñar de manera correcta posteriormente la planta de tratamiento de aguas residuales, porque se tratara de un estudio beneficiado principalmente para la comunidad de Utuñag cantón Penipe.

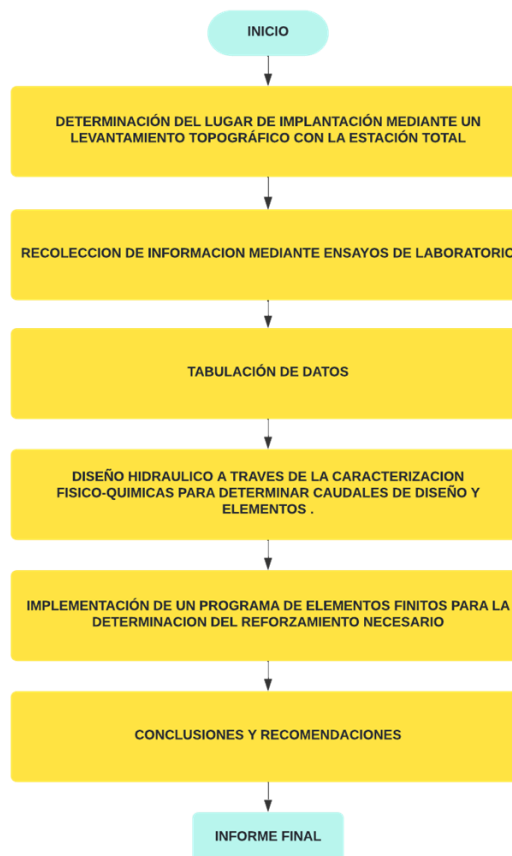
Tabla 10 Fases de la investigación

ETAPAS DE INVESTIGACION		
Nº de Etapa	Proceso a realizar	Tipo de Investigación
Etapa 1 o preliminar	Levantamiento de datos en la zona de proyecto.	Investigación bibliográfica Investigación de campo
Etapa 2 o Diseño	Diseño hidraulico de la planta de tratamiento.	Investigación bibliográfica
Etapa 3 o Diseño	Diseño estructural de la planta de tratamiento.	Investigación bibliográfica
Etapa 4 o Técnica	Obtención de planos.	Investigación bibliográfica

Elaborado por: Guanga D.

En el Grafico 22, tenemos los pasos que se desarrollaran para cumplir con el objetivo planteado que es el diseño de la planta de tratamiento residual.

Gráfico 22 Procedimiento para realizar el proyecto de estudio



Elaborado por: Guanga D.

ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO.

Los diferentes datos conseguidos del estudio serán organizados y examinados para tener así el diseño definitivo de la planta de tratamiento residual, con el fin de llegar a una conclusión en función de los objetivos que hemos planteado, logrando así resolver el problema de la investigación.

POBLACIÓN DE ESTUDIO

La población y muestra estará constituido por los 291 moradores de la Comunidad de Utuñag perteneciente a la parroquia El Altar, la presente investigación se centra en el estudio de las aguas residuales que son generadas por las actividades diarias.

TAMAÑO DE LA MUESTRA

Para la investigación se realizó una muestra simple cada 5 horas para obtener 1 muestra compuesta de 2 litros para determinar los parámetros físico, químico y microbiológico.

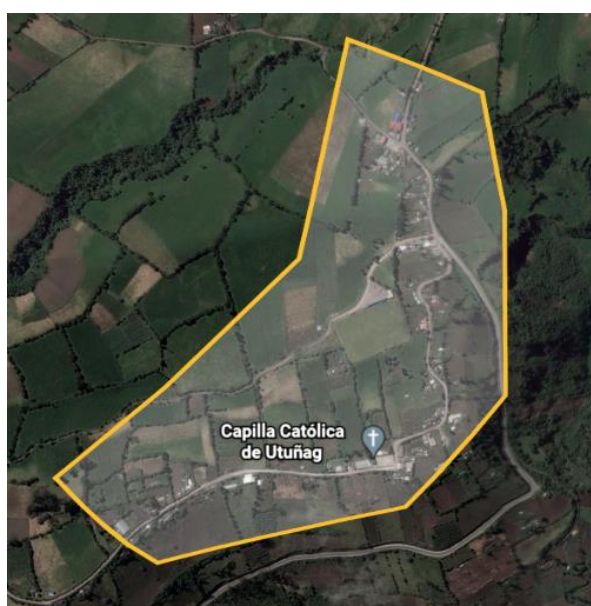
CAPITULO IV

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Datos generales en la zona del estudio

Área de la comunidad

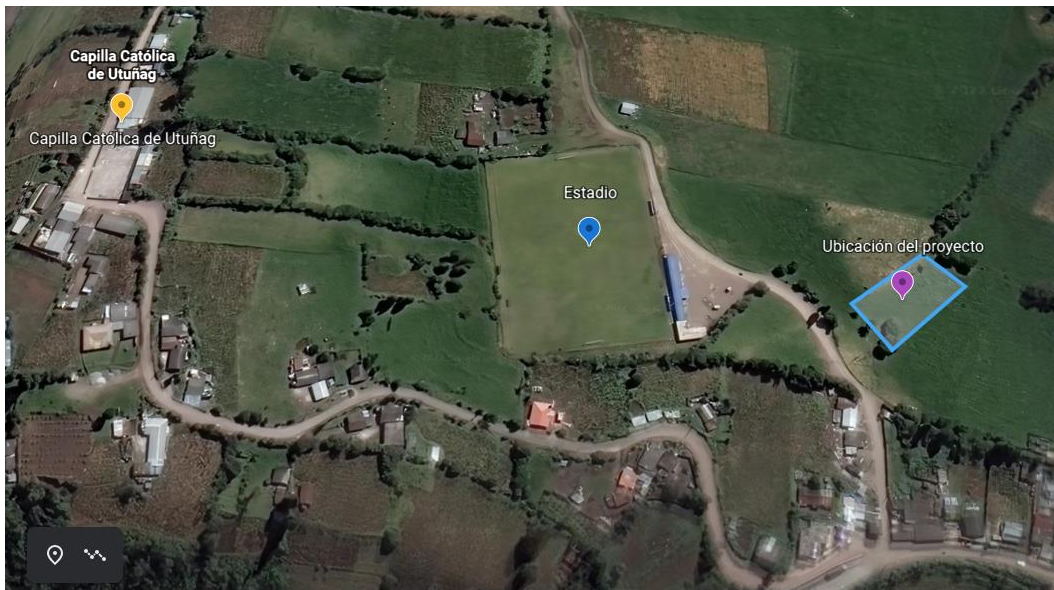
Gráfico 23 Superficie Comunidad Utuñag.



Fuente= Modificado Google Earth,2021.

Ubicación de la planta de tratamiento

Gráfico 24 *Ubicación de la PTAR*



Fuente= Modificado Google Earth,2021.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

Este estudio topográfico en la comunidad Utuñag se lo realiza con el fin de obtener la superficie de la zona de implantación georreferenciada, ya que esto será de gran ayuda para la poder comenzar con los diseños de la planta de tratamiento residual. Por ende, se usará un equipo de alta precisión llamado Stonex R35 el cual tendrá como fin obtener los datos de los puntos topográficos de la superficie de manera rápida. (Anexo N° 2)

Gráfico 25 Estación total Stonex R35



Fuente: CSS Precise Geosystems LTD -Stonex Master Dealer South Africa,2019.

Proceso para realizar el levantamiento.

Para realizar el levantamiento necesitamos saber aspectos importantes como son:

- Realizar un análisis visual de la superficie a levantarse para que no exista ninguna dificultad a la hora de realizar el levantamiento.
- La temperatura y el clima son factores importantes ya que si se encuentra con lluvia tendremos mayor problema con la toma de puntos.
- Siempre nivelar el prisma en cada punto para que el levantamiento sea optimo.
- Tomar puntos con distancias que permitan la mejor visualización y que el dibujo se lo realice de una manera eficaz y entendible.

Tabla 11 Levantamiento Topográfico.

**PUNTO INICIAL PARA
EMPEZAR EL
LEVANTAMIENTO
TOPOGRÁFICO.**



**PUNTO DEL POZO SÉPTICO
PARA REALIZAR LA TOMA DE
MUESTRAS DE AGUA
RESIDUAL.**



Elaborado por: Dario, G.

En la tabla 12, tenemos los parámetros importantes que se realizó del levantamiento topográfico.

Tabla 12 Datos del levantamiento

RESUMEN LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	
UBICACIÓN PROYECTO	Long= -78.49283889 ° Lat= -1.54901223 °
AREA LEVANTADA	5192,215 m ²
ELEVACION MAXIMA	2.998,77 m
ELEVACIÓN MINIMA	2.987,46 m
COTA INICIO	2996,76 m
COTA POZO	2988,46 m

Elaborado por: Dario G.

En el Anexo 4, tendremos el perfil topográfico donde se encuentra la implementación de la planta de tratamiento de agua residual.

Estudio de la calidad del agua.

Muestreo de Aguas Residuales

La toma de muestras se lo realiza de acuerdo a las normas ecuatorianas establezcan: NTE INEN 2 169; 2013-06 y NTE INEN 2 176; 2013-06.

El proyecto es realizado de acuerdo a la siguiente Tabla 13, donde tendremos el día, la fecha y las condiciones climáticas en la que se realizó la toma de la muestra en el tanque séptico con el equipo de protección conveniente en el proceso de obtención de muestras en la comunidad.

Tabla 13 *Condiciones toma de muestra*

MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES DE LA COMUNIDAD UTUÑAG				
Día	Fecha	Hora	Temperatura	Clima
Sábado	11/12/2021	7:00 a. m.	Tmax=25°C Tmin=15°C	Despejado
	11/12/2021	12:00 a.m	Tmax=25°C Tmin=15°C	Despejado
	11/12/2021	5:00 p.m	Tmax=25°C Tmin=15°C	Despejado

Elaborado por: Dario G.

Equipos de Protección y Materiales que son empleados para obtener las muestras.

Seguridad Personal:

- Guantes quirúrgicos
- Mandil
- Botas
- Mascarilla

Materiales:

Frasco de recolección (3 litros aproximadamente.)

Envases estériles

Balde plástico (5 litros)

Proceso de toma de la Muestra.

Se lo realizó en un día que las condiciones climáticas fueran favorables el proceso de toma de muestras ya que con eso logramos que los resultados sean los correctos. Se realizó en un pozo séptico ubicado en la Cota 2988.46 metros donde termina en una fosa séptica todas las aguas residuales de la comunidad, se lo efectuó manualmente, con ayuda de la seguridad de un equipo de protección.

El procedimiento que se realiza es el siguiente:

- Homogeneizamos los frascos en los que se almacenarán las muestras y se recolectarán enjuagándolos con agua residual del sitio.
- Tomamos muestras de 1 litro y las recolectamos en contenedores de 3 litros, las muestras se cargan directamente en botellas esterilizadas. El proceso se desarrolla durante el día en sus respectivos horarios establecidos.
- Al finalizar la jornada de muestreo de aguas residuales, se procedió a etiquetar las botellas que contenían las muestras.
- Esto asegura que las propiedades iniciales de la muestra no cambien en nada y sean llevadas al laboratorio para su análisis correspondiente.

Tabla 14 *Procedimiento de muestreo*

1. Sitio de toma muestra del agua.	2. Toma de muestras de la agua residual con el equipo y materiales adecuados.
	

3. Recolección de la muestra de agua.

4. Frasco con las muestras de agua residual.



Elaborado por: D, Guanga.

Límites máximos de descarga en agua dulce.

En la determinación del agua de uso doméstico como parámetro analítico más representativo, este ítem se toma de la normativa vigente del Libro VI Anexo 1 del “Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes del Recurso Agua”, en este encontramos valores máximos que permisibles de descarga en agua dulce como tenemos dentro de la Tabla 15.

Tabla 15 Límites de Descarga a un Cuerpo de Agua Dulce

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas	Sust. solubles en hexano	mg/l	30
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	10000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	200
Fosforo Total	P	mg/l	10
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	50
Potencial de Hidrogeno	pH	-	6 – 9
Tensoactivos (Detergentes)	Activas al azul de metileno	mg/l	0,5

Fuente: Libro VI Anexo 1 del (TULSMA, 2015)

Este documento establece en el ítem 5.2.4.10 que “Las aguas residuales que no cumplan, con los parámetros de descarga establecidos en esta Norma, tendrán a ser tratadas de manera adecuada, independiente de su origen: público o privado”,(TULSMA, 2015).

En la Tabla 16 reflejamos los resultados realizados en el Laboratorio, en el Anexo 1 se encuentra detallado los diferentes parámetros analizados.

Tabla 16 Resultados de análisis del agua residual

Parametros	Unidad	Valores laboratorio	Limite Maximo	Observaciones
Grasas y Aceites	mg/l	>139	30	NO CUMPLE
Coliformes Fecales	NMP/100ml	1100000	10000	NO CUMPLE
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	750	100	NO CUMPLE
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	1490	200	NO CUMPLE
Fósforo Total	mg/l	4.98	10	CUMPLE
Nitrogeno total	mg/l	58.73	50	NO CUMPLE
Potencial de Hidrogeno	Unidades de pH	6.63	6-9	CUMPLE
Tensoactivos	mg/l	1.1	0.50	NO CUMPLE

Elaborado por: D. Guanga

CALCULOS Y RESULTADOS

Análisis Poblacional

Población Actual.

En la actualidad de acuerdo al PD y OT 2019-2023 establecido por el Gobierno descentralizado del cantón Penipe se tiene que en la comunidad de Utuñag posee 97 viviendas, por sondeo realizado en la misma observamos que habitan 3 personas en cada vivienda dando una población actual de 291 personas.

Índice o Tasa de Crecimiento.

Por la falta de disponibilidad de datos optaremos por usar la norma INEN para la proyección geométrica en los índices de crecimiento poblacional.

De acuerdo a la Tabla 4, que se encuentra dentro del Capítulo I trabajaremos con el coeficiente de crecimiento geométrico 1 ya que la comunidad se encuentra y pertenece a la región Sierra.

Periodo de Diseño.

Según el “Código de practica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural.” del (MIDUVI, 1997) el periodo de diseño para construcciones civiles es de 20 años, sin embargo, con el fin de ayudar y eliminar dicha contaminación directa de descargas residuales a un rio o quebrada se preferirá un periodo de diseño de 25 años.

Población de Diseño.

También llamada futura se realiza recogiendo los datos actuales de la población presente, índice de incremento y el periodo de diseño. El cálculo de la población futura se efectúa por diferentes métodos entre ellos aritmético, geométrico y logarítmico, estos métodos son tradicionales y se los usa con el fin de obtener resultados que se acoplan más a la situación actual de la población, pero de acuerdo al MIDUVI nos aconseja que utilizamos el método geométrico.

MÉTODO ARITMÉTICO: CRECIMIENTO GEOMETRICO

Desarrollando la Ec. 2, página 17 tenemos que la población futura a los 25 años será:

POBLACION FUTURA

$$Pf = 291 * e^{0.01*(2046-2021)}$$

$$Pf = 374 \text{ habitantes}$$

Alternativas de diseño

Teniendo en cuenta costos menores de trabajo, operación y los criterios mencionados anteriormente en los capítulos anteriores, con el fin del uso o no de oxígeno en los sistemas de depuración, se utilizará en el proyecto en curso el diseño de un filtro anaerobio como parte del tratamiento de la planta.

Este proyecto al encontrarse en un área rural y con el fin de proponer dos alternativas para tener una mayor factibilidad óptima para la comunidad Utuñag perteneciente al cantón Penipe.

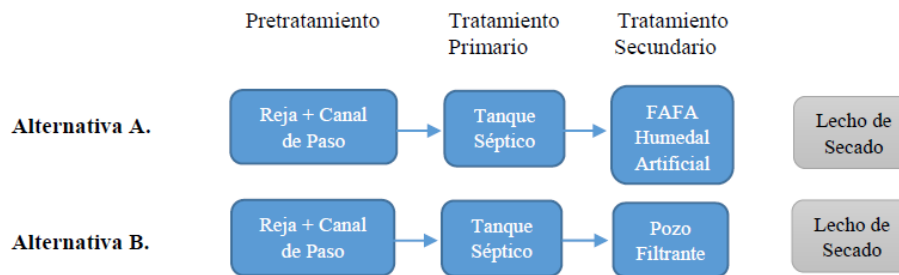


Gráfico 1 Alternativas de diseño

Elaborado por: Dario, G.

Tratamiento de Aguas Residuales

El diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la comunidad de Utuñag, se lo realizo de acuerdo a la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua, propuesto por el Ministerio del Ambiente.

Cálculo de Caudales de diseño.

Caudal de Diseño.

De acuerdo datos proporcionados de aforos realizados anualmente por el municipio de Penipe se estableció que el caudal de 0,81 L/s es el que perteneces al sistema de alcantarillado sanitario en la comunidad Utuñag; por ende, el caudal de diseño se considerará la suma de caudal de aguas residuales, aportes de aguas ilícitas y aguas de infiltración para una población futura.

Caudal Medio.

Se calcula a partir del caudal de agua potable que la persona consume por día, así como existirá un porcentaje que retorna al sistema de alcantarillado.

$$Q_{md} = \frac{CR * Dot * Pf}{86400} \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

Q_{md} = aporte de aguas residuales de actividades en hogares (L/s)

Dot = dotación de agua potable consumida por persona y por día (L/habi*día)

Pf = población final de habitantes proyectados para el periodo de diseño

CR = coeficiente de retorno

Coeficiente de Retorno

El agua que se consume dentro de la vivienda no toda va a regresar al alcantarillado. Para realizar este estudio vamos a sustentar que este es constante durante todo el proceso en el que se realizaría el diseño y su superficie total de la obra a implantarse, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 17 Coeficiente de Retorno de Aguas Servidas Domésticas

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de Retorno
Bajo y medio	0,7 – 0,8
Medio y alto	0,8 – 0,85

Fuente: *Normas de Diseño de Alcantarillado, (EPMAPS, 2009).*

Asumimos un valor de 0,8 como coeficiente de retorno, por estar en un sector rural y que tiene un medio de dificultad medio por su ubicación.

Dotación de agua

Para la dotación futura de la población en la comunidad utilizaremos las normas SSA, las cuales encontramos en la tabla 18 y tabla 19, en la cual nos señala dotaciones futuras para el número de habitantes que tengamos.

Tabla 18 Niveles de Servicio para Sistemas de Abastecimiento de Agua, Disposición de Excretas y Residuos Líquidos

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
0	AP	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad
	AP	Grifos públicos
IA	EE	Letrinas sin arrastre de agua
	AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño
IB	EE	Letrinas sin arrastre de agua
	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa
IIA	EE	Letrinas con o sin arrastre de agua
	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa
IIB	ERL	Sistema de alcantarillado sanitario

Simbología utilizada:
 AP: Agua potable
 EE: Eliminación de excretas
 ERL: Eliminación de residuos líquidos

Fuente: Norma Ecuatoriana CO 10.7 – 602, 1993

Tabla 19 Dotación de agua para los diferentes niveles de servicio.

NIVEL DE SERVICIO	CLIMA FRÍO (L/hab*día)	CLIMA CÁLIDO (L/hab*día)
IA	25	30
IB	50	65
IIA	60	85
IIB	75	100

Fuente: Norma Ecuatoriana CO 10.7 – 602, 1993

Se toma como un dato de dotación futura 75 l/Hab/día, porque donde se implantará el clima es frío (Sierra), pero por analogía y sabiendo que la dotación que se consume diario es mayor vamos a diseñar con 100 l/hab./día.

$$Qmd = \frac{0.8 * 100 * 374}{86400}$$

$$Q_{medio} = 0.35 \text{ lt/s}$$

Caudal Máximo horario y Caudal mínimo horario.

Este es el caudal de agua máximo y mínimo que se consume durante un día del año. El caudal máximo se calcula con los siguientes factores como se observa en el Gráfico 26, donde nos establece un caudal mínimo de 0,3 y un caudal máximo horario de 2,3 los cuales son valores adimensionales.

$$Q_{MH} = Q_{md} * K_{MH} \quad \text{Ec. 7}$$

$$Q_{mH} = Q_{md} * K_{min} \quad \text{Ec. 8}$$

Q_{MH} = caudal máximo horario

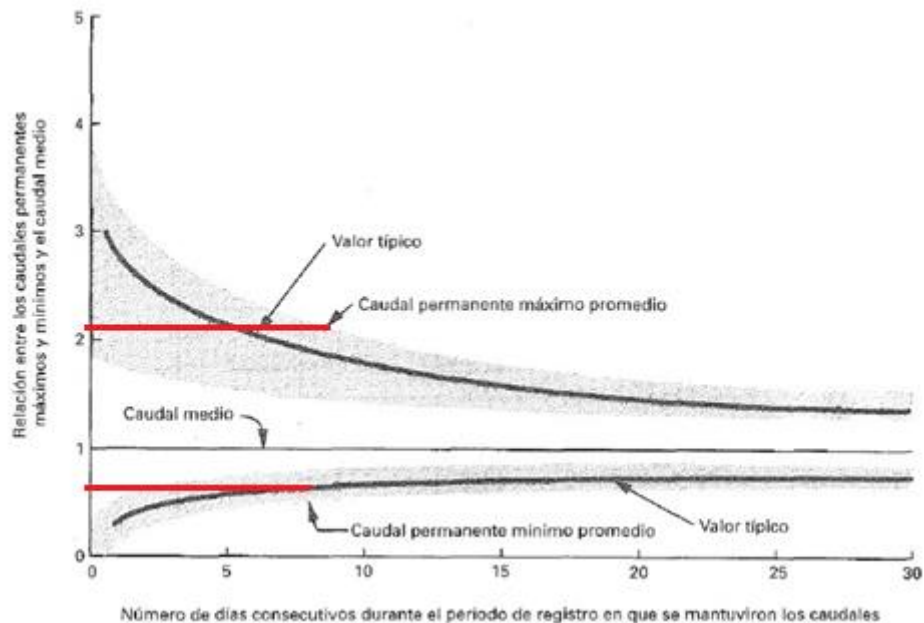
Q_{mH} = caudal mínimo horario

Q_{md} = caudal medio horario

K_{MH} = caudal permanente máximo promedio

K_{min} = caudal permanente mínimo promedio

Gráfico 26 Caudales máximos y mínimos promedio.



Fuente= CODADEPRO, 2021.

Resolviendo las Ec.5, Ec.6, página 61 tenemos:

$$Q_{MH} = 0.35 * 2.3$$

$$Q_{\text{Maximo Horario}} = 0.80 \text{ l/s}$$

$$Q_{MH} = 0.35 * 0.3$$

$$Q_{\text{mínimo Horario}} = 0.10 \text{ l/s}$$

Caudal de Infiltración

Para poder encontrar este caudal por infiltración va ser igual al área de estudio de la comunidad multiplicado por los datos siguientes en la tabla concernientes a la dotación de infiltración.

Tabla 20 Dotación de Infiltración

Nivel de complejidad del sistema	Infiltración alta (L/s – ha)	Infiltración media (L/s – ha)	Infiltración baja (L/s – ha)
Bajo y medio	0.1 – 0.3	0.1 – 0.3	0.05 – 0.2
Medio alto y alto	0.15 – 0.4	0.1 – 0.3	0.05 – 0.2

Fuente: Normas de Diseño de Alcantarillado, (EPMAPS, 2009).

El valor elegido de la Tabla 20 es de 0.15 L/s, referente al valor de infiltración medio alto y con nivel alto, por el motivo que se encuentra en una zona rural el proyecto en desarrollo.

$$Q_{infiltr} = \text{Factor de infiltración} * \text{Area de estudio} \quad \text{Ec. 7}$$

$$Q_{infiltr} = 0.15 * 0.52$$

$$Q_{infiltr} = 0.078 \text{ L/s}$$

Caudales ilícitos

En el caso de que nuestro proyecto no tenga un proceso de captación y desalojo de aguas lluvias hay que considerar los máximos aportes del sistema pluvial de los domicilios, se debe considerar la siguiente tabla.

Tabla 21 Dotación máxima del sistema pluvial.

APORTES MÁXIMOS POR CONEXIONES ERRADAS CON SISTEMA PLUVIAL	
Nivel de complejidad del sistema	Aporte (l/s-ha)
Bajo y medio	0.2 - 2
Medio alto y alto	0.1 - 1

Fuente: Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado, (EPMAPS, 2009).

$$Q_{ilic} = \text{Factor de dotacion} * \text{Area de estudio}$$

$$Q_{ilic} = 0.1 * 0.52$$

$$Q_{ilic} = 0.052 \text{ L/s}$$

CAUDAL MAXIMO DE DISEÑO

$$Q_{maxh} = Q_{mh} + Q_{infiltr} + Q_{ilic}$$

$$Q_{maxh} = 0.80 + 0.078 + 0.052$$

$$Q_{maxh} = 0.93 \text{ Lt/s}$$

El caudal **0.93Lt/s** es el valor con el que vamos a diseñar nuestro proyecto.

DISEÑO HIDRAULICO.

DESCRIPCION DEL DISEÑO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

Este diseño y tratamiento se compone por los siguiente:

- 1) PRETRATAMIENTO
 - Caja de ingreso
 - Rejilla
- 2) TRATAMIENTO INICIAL
 - Tanque séptico.
- 3) TRATAMIENTO SECUNDARIO
 - Filtro anaerobio de flujo ascendente.
- 4) DISPOSICIÓN DE LODOS
 - Lecho de Secado

DISEÑO DE LA CAJA DE INGRESO

Cálculo de la caja de ingreso.

$$Q_d = 0.93 \text{ L/s}$$

H = 1,10 metros (asumidos)

Longitud calculada

$$L_{util} = \frac{K * H * v}{W}$$

$$L_{util} = 1.55 m \approx 1.60m$$

Base o ancho

$$L = 2B$$

$$B = 0.8 m$$

Sección hidráulica

$$Sh = \frac{Q}{vf}$$

$$Sh = 0.00926m^2$$

Volumen total

$$VT = B * L * H$$

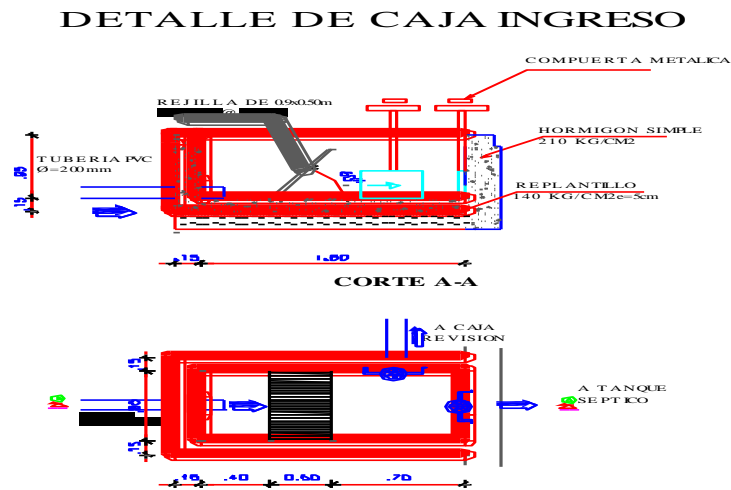
$$VT = 1.40m^3$$

Tabla 22 Resumen de dimensionamiento

CAJA DE INGRESO		
Caudal de diseño	0.93	L/s
Velocidad de flujo	0.10	m/s
Velocidad de cimentacion de particulas	0.085	m/s
Diámetro de particulas	< 3.5	mm
Temperatura del agua	15-17°C	m
Calado maximo	0.8	m
Base	0.8	m
Longitud	1.60	m
Altura	1.10	m
Volumen total	1.40	m3

DETALLE DE LA CAJA DE INGRESO.

Gráfico 27 Detalle caja de ingreso.



Elaborado por: Dario, G.

DISEÑO DE REJILLAS

Tabla 23 Diseño típico de rejillas de barras de limpieza manual.

Características	Limpieza Manual
Tamaño de barrotes	
Anchura (mm)	5 – 15
Profundidad (mm)	25 – 37,5
Luz entre barrotes (mm)	25 – 50
Pendiente en relación a la vertical (grados)	25 – 50
Velocidad de aproximación (m/s)	0,30 – 0,60
Pérdida de carga admisible (mm)	150

Fuente: Metcalf & Eddy, 1995.

Numero de barras

Para el diseño adoptamos por lo siguiente:

t: 15 mm

s: 30 mm

<: 60°

Donde:

t: ancho de barrote

s: espaciamiento de barrotes

Área total de la rejilla

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

Donde:

Q : caudal de diseño calculado (m^3)

V : velocidad de aproximación ($\frac{m}{s}$)

$$AT = \frac{0.000926}{0.3}$$

$$AT = 0.00308 m^2$$

Área neta de la rejilla

$$A_{net} = \frac{s}{(s + t)} * AT$$

$$A_{net} = 0.00205 m^2$$

Velocidad de paso

$$V_{paso} = \frac{Q}{A_{net}}$$

$$V_{paso} = 0.4517 m/s$$

Número de barrotes

Para desarrollar este cálculo asumimos el ancho de canal de 90 cm.

$$(n + 1) * s + n * t = b_{canal}$$

Donde:

n : número de barrotes

b canal: ancho

$$(n + 1) * s + n * t = b_{canal}$$

$$b_{canal} = 19.33 \approx 19 \text{ barrotes}$$

Pérdida de carga

Dónde:

El coeficiente 0,7 es un coeficiente empírico que acepta turbulencia y formación de remolinos por pérdida.

$$hf = \frac{1}{0,7} \left(\frac{vp^2 - v^2}{2g} \right)$$

$$hf = 0.0083 m$$

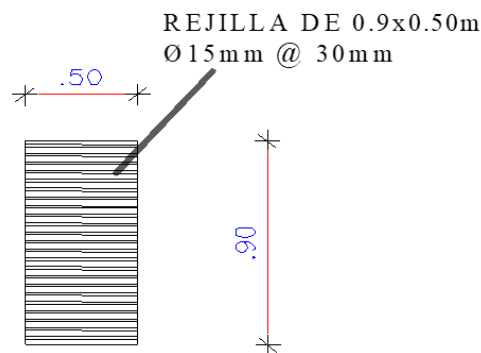
En el Anexo 4 se encuentra todo el cálculo del prediseño de la rejilla.

Tabla 24 Resumen de dimensionamiento

DIMENSIONES REJILLA		
Caudal de diseño	0.93	L/s
Angulo de inclinación	60	°
Número de barrotes	19	u
Espesor de barrotes	0.015	m
Separación entre barrotes	0.030	m
Velocidad en las rejas	0.45	m/s
Ancho de reja	0.9	m
Altura de reja	0.5	m

DETALLE REJILLA

Gráfico 28 Detalle de la rejilla.



Elaborado por: Dario, G.

Tanque séptico

Criterios de Diseño

- De $(1,20 \leq H < 1,50)$ metros debe ser la altura mínima.
- De 0,80 metros debe tener el ancho mínimo.
- De $2 \leq \frac{L}{B} \leq 4$ debe ser la relación largo/ancho.
- Qué $B \leq 2H$ debe estar la relación largo/ancho.
- Relación entre las longitudes de cámara:

Cámara I debe cumplir $L1 = 2/3L$

Cámara II debe cumplir $L2 = 1/3L$

- El tanque séptico debe tener una distancia no menor a 2 metros de otro tipo de edificación.
- Tendrá un espacio libre de 30 cm el nivel de natas tanto en la parte superior e inferior.
- El diámetro mínimo de 100 mm deben ser las tuberías de entrada como de salida.
- El tiempo mínimo es de 7 horas para la retención hidráulica en tanques sépticos.

Caudal de aporte

Qd= 80352 L/d

Tr= 0.7 días(asumido)

$$q = 4500 + 0.75 * Qd$$

$$q = 64.76 \frac{m^3}{dia}$$

Volumen total requerido

$$VT = q * Tr$$

$$VT = 45.33 m^3$$

Se realizará un pozo Séptico con doble cámara.

$$VT/2 = 22.66 m^3$$

De acuerdo a los criterios de diseño mencionado, resolvemos que:

$B < 2H$

$$B = 2 * 1.5$$

$$B = 3 m$$

$2 < L/B < 4$

$$L = 2 * 3$$

$$L = 6m$$

Volumen calculado

$$Vc = B * L * H$$

$$Vc = 27 m^3$$

Camara 1

$L1 = 2/3L$

$$L1 = 4m \quad OK$$

Camara 2
L2=1/3L

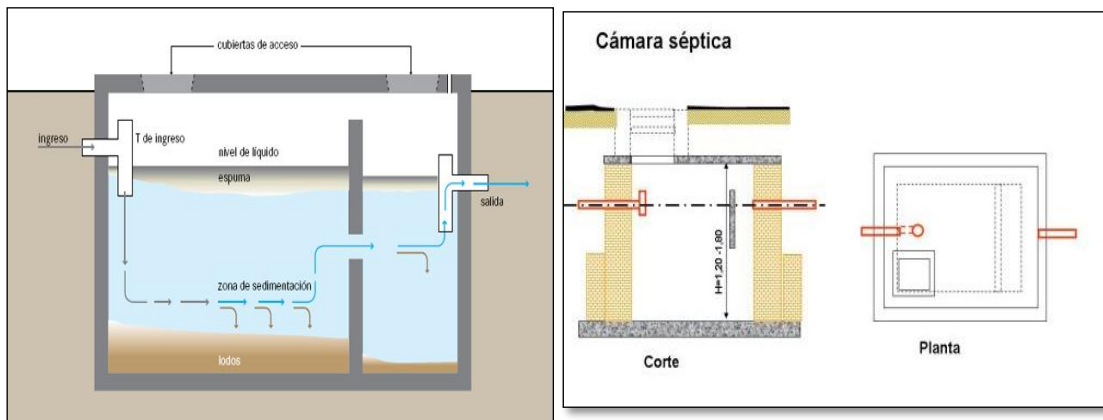
$$L1 = 2m \text{ OK}$$

Tabla 25 Resumen de dimensionamiento

DIMENSION FOZA SEPTICA		
Caudal de diseño	0.93	L/s
Caudal de aporte	64.76	m3/s
Volumen requerido	22.66	m3
Tiempo de retencion hidraulica	0.7	dias
Longitud camara 1	4	m
Longitud camara 2	2	m
Longitu total	6	m
Base	3	m
Altura	1.5	m
Volumen calculado	27	m3

Detalle tanque séptico

Gráfico 29 Detalle tanque séptico.



Elaborado por: Dario, G.

FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCEDENTE

La norma ecuatoriana CO 10.07 – 601 recomienda variar el tiempo de retención entre (5 – 17) horas para filtros anaerobios de flujo ascendente, en este caso para nuestro proyecto diseñaremos un tiempo de 9 horas. Según el autor Rivas Mijares en el Manual de Tratamiento de Aguas Residuales, este valor determina la tasa de aplicación hidráulica de las poblaciones minoritarias en las zonas rurales de (1 – 5) m3/día*m2 por el cual se asumió una TAH = 5 m3 /día*m2. (Mijares, 1978)

Tabla 26 Valores Usuales para el Diseño del filtro

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
DQO	mg/l	1000 – 3000
Carga orgánica	Kg DQO/m ³ *día	1 – 30
Altura	m	1,5 – 2
Largo	m	1,5
Ancho	m	1,0
Remoción de DQO	%	60 – 90
Edad de lodos	día	0,5 – 5

Fuente: (Metcalf &Eddy, 1995)

Caudal del filtro biológico

$$Q_{filtro} = 0.524 * Q_{dis}$$

$$Q_{filtro} = 0.48 \text{ L/s}$$

$$Q_{filtro} = 41.47 \text{ m}^3/\text{d}$$

Volumen del filtro

$$V_{filtro} = 1.6 * Q_{filtr} * Tr$$

$$V_{filtro} = 19.35 \text{ m}^3$$

Área del filtro

$$A_{filtro} = \frac{Q_{filtro}}{TAH}$$

$$A_{filtro} = 8.29 \text{ m}^2$$

Diámetro del filtro biológico

Para poder utilizar un tanque de concreto adoptamos, por lo tanto, se calcula el diámetro del filtro de la siguiente manera:

$$D_{filtr} = \sqrt{\frac{4 * Af}{\pi}}$$

$$D_{filtr} = 3.45 \text{ m}$$

Altura del filtro biológico

$$H_t = h_{util} + h_{ff} + h_s + h_a$$

H_t: altura total

h_{útil}: altura del medio filtrante

hff: altura falso fondo

hs : altura de seguridad

ha: altura del nivel libre de agua

$$Ht = 2.35 \text{ m}$$

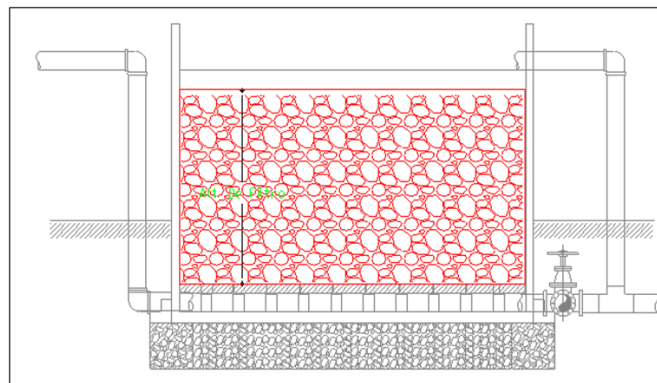
Tabla 27 Resumen de dimensionamiento

FILTRO ANAEROBIO		
Caudal de diseño	0.93	L/s
Caudal del filtro	41.47	m3/d
Tiempo de retencion hidraulica	9	horas
Tasa de aplicación hidraulica	5	m3/dia*m2
Diametro	3.45	m
Altura util	1.5	m
Altura de falso fondo	0.25	m
Altura de seguridad	0.40	m
Altura libre agua	0.2	m
Altura total	2.35	m
Volumen total	19.35	m3

Elaborado por: Guanga, D.

DETALLE DEL FILTRO ANAEROBIO

Gráfico 30 Detalle Filtro.



Elaborado por: Guanga, D.

LECHO DE SECADOS

El lecho de secado generalmente es un método económico y no muy complejo de deshidratación de lodos estabilizados aeróbicamente.

Se consideró los siguientes parámetros para el diseño en la siguiente tabla.

Tabla 28 *Tiempo de Retención de Sólidos en función de la temperatura.*

Temperatura(°C)	Tiempo de digestión(días)
18	28
24	20
30	14
35	10
40	10

Fuente: *Norma de diseño CO 10.7-602*, (Secretaria de Agua, 2012).

Cálculo de la carga de sólidos.

Las aguas residuales de la comunidad Utuñag son de uso familiar y no contienen contaminación elevados, la norma ecuatoriana CO 10.07– 601 recomienda una contribución de sólidos en suspensión de 90 gr.

$$C = \frac{Pf * C_{prc}}{1000}$$

Donde:

C: solidos que ingresan al sedimentador (Kg de SS/día)

Pf: población futura (habitante)

Cprc: contribución per cápita (gr de SS/hab*día)

$$C = 33.66 \text{ kg.SS/día}$$

Cálculo de la masa de sólidos que conforman los lodos

$$Msd = (0.5 * 0.7 * 0.5 * C) + (0.5 * 0.3 * C)$$

Msd: masa de sólidos (Kg de SS/día)

C: carga de sólidos (Kg de SS/día)

$$Msd = 10.93 \text{ kg.SS/día}$$

Cálculo de volumen diario de lodos digeridos

La norma ecuatoriana CO 10.7 – 601, recomienda utilizar para el cálculo de concentración de sólidos los siguientes parámetros:

- ✓ Lodos provenientes de tratamiento primario: 8 a 12%
- ✓ Gravedad específica para lodos: 1,03 – 1,04 Kg/lt

$$Vld = \frac{Msd}{\rho_{lodo} * \%solido}$$

$$Vld = 105.09 \text{ L/d}$$

Cálculo del volumen de lodos a extraerse del tanque

$$\text{Vol} = \frac{Vld * Td}{1000}$$

$$\text{Vol} = 2.10 \text{ m}^3$$

Para este proyecto diseñamos un tanque de secado de lodos, el cual será ubicado un lado del tanque séptico, el mismo será diseñado con las dimensiones siguientes: altura de lodos de 0.40m, una base o ancho de 1,50 m y la longitud de 3.50m, con 2.10 m³ de capacidad de almacenamiento de lodos.

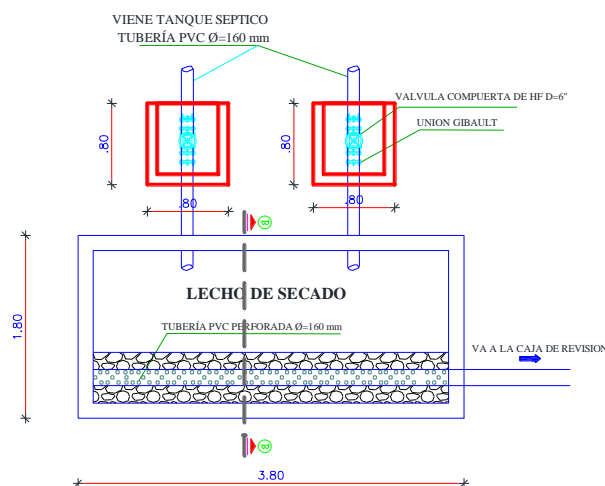
Tabla 29 Resumen de dimensionamiento.

Largo:	3,50	m
Ancho:	1,50	m
Profundidad:	0,40	m
Área:	5,25	m ²
Volumen:	2,10	m ³

Elaborado por: Guanga, D.

Detalle de lecho de secado de lodos.

Gráfico 31 Lecho de secado de lodos.



Elaborado por: Dario, G.

CALCULO DE REMOCIONES

Tanque séptico

Tabla 30 *Procesos de Tratamiento y Grados de Remoción*

PROCESO DE TRATAMIENTO	REMOCIÓN, %		REM., ciclos log ₁₀	
	DBO	Sólidos Suspendidos	Bacteria	Helminto
Sedimentación primaria	25 – 40	40 – 70	0 – 1	0 – 1
Lodos activados (a)	55 – 95	55 – 95	0 – 2	0 – 1
Filtros percoladores (a)	50 – 95	50 – 92	0 – 2	0 – 1
Lagunas aireadas (b)	80 – 90	(c)	1 – 2	0 – 1
Zanjas de oxidación (d)	90 – 98	80 – 95	1 – 2	0 – 1
Lagunas de estabilización (e)	70 – 85	(c)	1 – 6	1 – 4

Fuente: *Norma de diseño CO 10.7-602*, (Secretaria de Agua, 2012)

Remoción de Coliformes Fecales

De acuerdo a la norma ecuatoriana **Co 10.7-602**, en este proceso de tratamientos lo que se anhela es la remoción de 1 a 2 ciclos de log₁₀ en coliformes fecales.

$$CF_e = CF_a - \text{remoción ciclos log}_{10}$$

Donde:

CF_e: coliformes fecales efluentes (CF/100mL)

CF_a: coliformes fecales afluente (CF/100mL)

$$CF_e = 3.5 E + 04CF/100ml$$

La concentración estimada de DBO:

$$C_{DBO_e} = C_{DBO_{afl}} * (1 - \%remocion)$$

Donde:

C_{DBO e}: concentración de DBO del efluente (mg/l)

C_{DBO afl}: concentración de DBO del afluente (mg/l)

%remicion: porcentaje de remoción expresado en fracción decimal

Tabla 31 *Resultados de Grado de Remoción DBO.*

REMOCION POZO SEPTICO DBO(mg/l)			
	25%	30%	40%
DBO	562	525	450

Elaborado por: Dario, G.

Filtro anaerobio

Remoción, cálculo y calidad del efluente en el filtro.

Utilizamos la ecuación de Handel y Lettinga para su cálculo:

$$E = 100 * (1 - 0.87TRH^{-0.5})$$

$$E = 78.89\%$$

La concentración estimada de DBO en el agua será calculada mediante la ecuación:

$$C_{DBOe} = S_0 - \frac{E * S_0}{100}$$

$$C_{DBOe} = 94.95 \text{ mg/l}$$

Remoción de Coliformes Fecales

De acuerdo a la norma ecuatoriana **Co 10.7-602**, en este proceso de tratamientos lo que se anhela es la remoción de 1 a 2 ciclos de log10 en coliformes fecales.

$$CF_e = CF_a - \text{remoción ciclos log10}$$

$$CF_e = 3.5 E + 04CF/100ml$$

DISEÑO ESTRUCTURAL

CARGA VIVA (CV)

En los tanques se considera el empuje proporcionado por el agua que se encuentra contenida dentro de los tanques. Así como el empuje producido por la tierra por fuera de los tanques que se encuentran enterrados. En las cubiertas se consideró una carga de 100 Kg/m² debido al personal que subirá a dar mantenimiento, así como una capa de unos 10 cm de granizo.

$$\text{Carga viva} = 0.10 \text{ T/m}^2$$

CARGA MUERTA (CM)

Peso de cada elemento de la estructura, considerando el peso del agua y del material pétreo que servirá como filtro, además de las dimensiones requeridas en cada diseño de tanque, así como se indica:

Tabla 32 Dimensiones de elementos de Planta de Tratamiento

RED	RECEPTOR	ELEMENTO	DIMENSIONES	
			PARCIAL	TOTAL
1	Río Utuñag	Tanque Séptico	H=1.50m L=6 m A= 3m	H=2.00m L=6,60 m A= 3,40m
		Filtro Anaeróbico	H=1.50m	H=2.3m

L=4m L=5m
A= 3.45m A= 3.70m

H: altura; L: longitud; A: ancho

Elaborado por: Guanga, D.

CARGAS UTILIZADAS EN EL ANALISIS ESTRUCTURAL

Las cargas nominales que actuarán en la estructura son indicadas en el cuadro siguiente:

Tabla 33 *Resumen de Cargas utilizadas en el diseño estructural*

RED	CARGA MUERTA (CM)	CARGA VIVA (CV)
1	0.39 T/m ²	0.15 T/m ²
2		

Elaborado por: Guanga, D.

PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS PARA PLANTA DE TRATAMIENTO.

Para la determinación de las dimensiones y esfuerzos requeridos, se analizó las dimensiones prediseñadas, donde se realizó una hoja de cálculo en Excel que se presentara en el Anexo 8 para el diseño de la cuantía de acero requerida en cada elemento.

CALCULO TIPO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL TANQUE SEPTICO Y FILTRO ANAERÓBICO DE FLUJO ASCENDENTE

DATOS DE LA ZONA DE INPLANTACION

Para realizar este cálculo se ha utilizado los siguientes datos predimensionados en el diseño da cada tanque séptico y filtro anaeróbico.

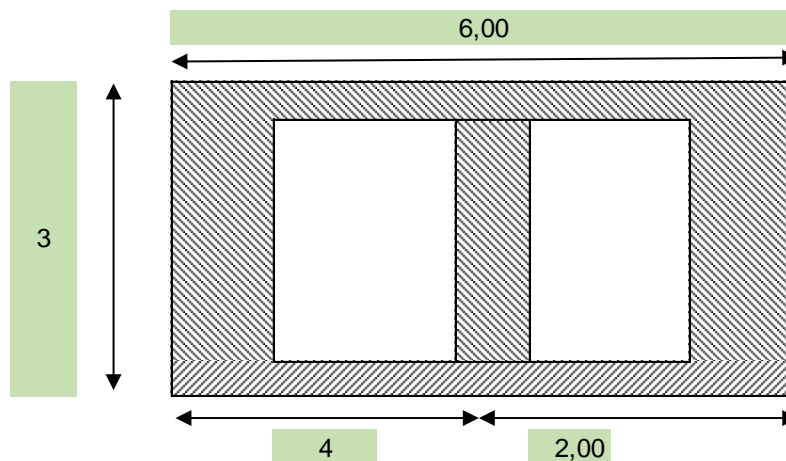
Tabla 34 Datos preliminares de la planta de tratamiento Zona.

DATOS		
fy=	4200,00	Kg/cm ²
f'c=	210,00	Kg/cm ²
Volumen útil =	21,06	m ³
Peso esp agua=	1,00	T/m ³
Peso esp terreno= 'Y=	1,32	Tn/m ³
Capacidad de carga=	2,51	Kg/cm ²
Angulo fricción del suelo=	30,00	grados
Altura del agua=	1,50	m
Borde libre=	0,30	m
Altura total= ha=	1,80	m
Espesor losa inferior=	0,20	m
Altura del agua +bl=	1,80	m

Estudio de suelos

Elaborado por: Guanga, D.

Gráfico 32 Dimensiones del tanque séptico



PARED PERIMETRAL:		PARED DIVISORIA:	
Espesor pared =	20 cm	Espesor pared =	20 cm
recubrimiento=	7 cm	recubrimiento=	7 cm
d=	13 cm	d=	13 cm

Comprobación de la longitud del tanque, con respecto a la altura.

$B \geq 2H$		
	B= 6,00	
	2H= 3,6	Valor de B Correcto

Recubrimiento	d =	13,00 cm
Ancho por c/m	b =	100,00 cm

DISEÑO DE ELEMENTO 1: PAREDES LATERALES PRIMER ESTADO DE CARGA.

Empuje Activo (E_a).

Coef empuje activo=
$$K_a = \frac{1 - \text{sen } \phi}{1 + \text{sen } \phi}$$

Empuje Activo
$$E_a = (\gamma * h a^2) / 2 * K_a$$

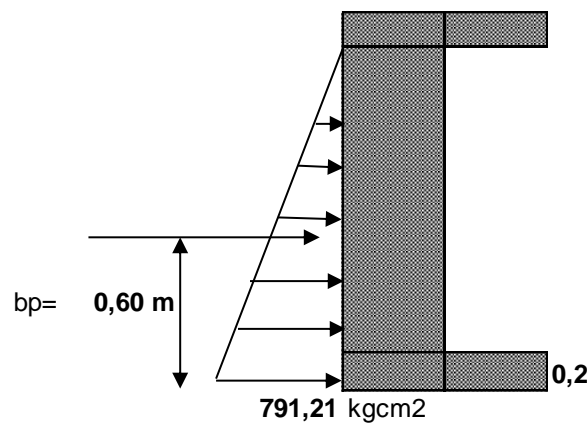
$$K_a = 0.333$$

$$E_a = 0.71 \text{ Tn/m}$$

Momento Flector (M_f)

$$b_p = 0.60 \text{ m}$$

$$M_f = E_a * b_p = 0.43 \text{ T - m}$$



Momento último (M_u)

Momento ultimo= 0,73 T/m

Verificación por Cortante

Cálculo del peralte efectivo

$$d = t - 4 - \frac{1.27}{2}$$

$$d = 16.665 - 4 - \frac{1.27}{2} = 0.13 \text{ m}$$

Cálculo de Cortante Última (V_{du})

$$V_{du} = 1.7 * E_a$$

$$V_{du} = 1.20 \text{ T}$$

$$V_{actuante} = \frac{V_{du}}{0.85 * b_w * d}$$

$$V_{actuante} = 1.08 \frac{Kg}{cm^2}$$

Cálculo del Cortante admisible (V_u admisible)

$$V_{uadm.} = 0.53\sqrt{f'c}$$

$$V_{uadm.} = 0.53\sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} = 7.68043 \text{ km/cm}^2$$

$$V_{uadm} \geq V_{uact.} = OK$$

Cálculo de Cuantía de acero (A_s) en pantalla

$A_s = \frac{M_u}{(0.9 \cdot f_y \cdot d)}$
$A_s = 1,6529 \text{ cm}^2/\text{m}$

$$A_s = \frac{0.73 T - m * 100000}{0.9^2 * 4200 \frac{kg}{cm^2} * 13 \text{ cm}^2} = 1.65 \text{ cm}^2$$

$A_{smin} = 0.0033 * b * d$
$A_{smin} = 4,33 \text{ cm}^2/\text{m}$

Se toma el valor de la cantidad de acero mayor en este caso $A_s = 4.33 \text{ cm}^2$

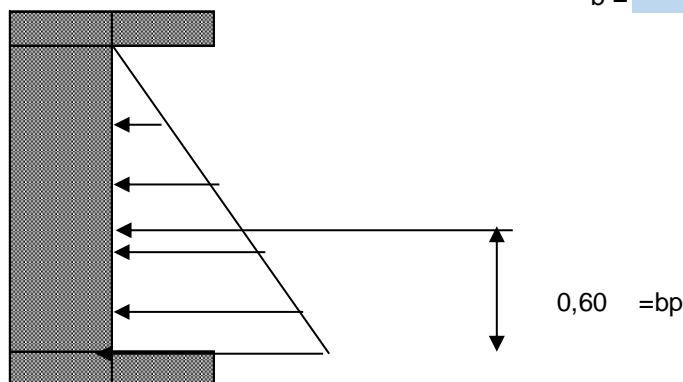
SEGUNDO ESTADO DE CARGA.

Cálculo del Empuje del Agua

$$E_a = \frac{\gamma_{agua} * (ha)^2}{2}$$

$$E_a = 1.13 \frac{T}{m}$$

$d =$	13,00	cm
$b =$	100,00	cm



Cálculo del Momento Flector

$$M_f = E_a * b_p = 0.675 T - m$$

Cálculo de Momento Ultimo

$$M_u = 1.7 * M_f = 1.7 * 0.675 T - m = 1.148 T - m$$

$$M_u = 1147.5 \text{ kg} - m$$

Cálculo de la cuantía de acero

$As =$	$M_u / (0.9^2 * f_y * d)$
$As =$	2,59 cm ² /m

$$A_s = \frac{1.148 T - m * 100000}{0.9^2 * 4200 \frac{kg}{cm^2} * 13 \text{ cm}^2} = 2.59 \frac{cm^2}{m}$$

$As_{min} =$	$0,0033 * b * d$
--------------	------------------

$As_{min} =$	4,33 cm ² /m
--------------	-------------------------

Se asume el mayor valor de A_s , en este caso tenemos un $A_s = 4.33 \text{ cm}^2/\text{m}$.

Tabla 35 Cuantía de acero para paredes laterales de Tanque Séptico y Filtro.

as principal 1 exterior	$As =$ $As_{min} =$	1,65 cm ² 4,33 cm ²	varillas 4	ϕ (mm) 12	as /varilla 1,131	As (cm ²) 4,524	separación (cm) 25	Mc 100-102
as principal 1 interior	$As =$ $As =$	4,33 cm ² 4,33 cm ²	varillas 4	ϕ (mm) 12	as /varilla 1,131	As (cm ²) 4,524	separación (cm) 25	
armadura transversal del muro	$As =$	1,44 cm ²	varillas 4	ϕ (mm) 10	as /varilla 0,785	As (cm ²) 3,142	separación (cm) 25	Mc 200-202

Elaborado por: Guanga, D.

DISEÑO DE ELEMENTO 2: PAREDES INTERMEDIAS.

Verificación de la Relación de Aspecto

$$\frac{H}{B} = \frac{\text{Altura del agua}}{\text{Ancho de tanque}} = 0.50 \text{ Caso A}$$

Cálculo del momento flector por efecto del empuje del agua

$$E_a = \frac{\gamma_{agua} * (ha)^2}{2}$$

$$E_a = 1.13 \frac{T}{m}$$

Cálculo del momento último

$$M_f = E_a * b_p = 0.675 T - m$$

$$M_u = 1.7 * M_f = 1.15 T - m$$

$$M_u = 1147.5 \text{ kg} - m$$

Cálculo de la cuantía de acero requerido

$As =$	$M_u / (0.9^2 * f_y * d)$
--------	---------------------------

$As =$	4,36 cm ² /m
--------	-------------------------

$$A_s = \frac{0.675 T - m * 100000}{0.9^2 * 4200 \frac{kg}{cm^2} * 13 cm^2} = 2.59 \frac{cm^2}{m}$$

$$A_{smin} = 0.0033 * b * d$$

$$A_{smin} = 4,33 \text{ cm}^2/m$$

Se asume el mayor valor de A_s , en este caso tenemos un $A_s=4,33 \text{ cm}^2/m$.

Tabla 36 *Cuantía de acero para paredes Intermedias para Tanque Septico y Filtro.*

as principal 1 exterior	$A_s =$ $A_{smin} =$	4,33 cm ² 4,33 cm ²	varillas 4	ϕ (mm) 12	as /varilla 1,131	A_s (cm ²) 4,524	separación (cm) 25	Mc 101
as principal 1 interior	$A_s =$ $A_s =$	4,33 cm ² 4,33 cm ²	varillas 4	ϕ (mm) 12	as /varilla 1,131	A_s (cm ²) 4,524	separación (cm) 25	
armadura transversal del muro	$A_s =$	1,44 cm ²	varillas 4	ϕ (mm) 8	as /varilla 0,503	A_s (cm ²) 2,011	separación (cm) 25	Mc 201

Elaborado por: Guanga, D.

DISEÑO DE ELEMENTO 3: PARED FRONTAL.

Verificación de la relación de aspecto

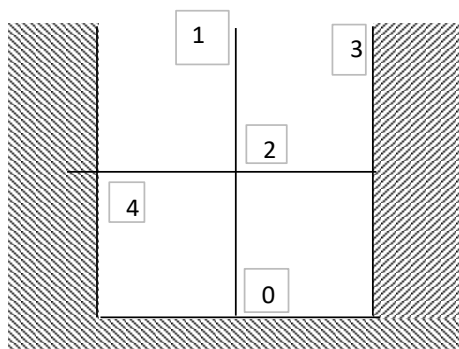
$$\frac{H}{B} = \frac{\text{Altura total tanque}}{\text{Ancho de tanque menor}} = 0.9$$

Aplicación de la teoría de las placas

$$d=13 \text{ cm}$$

$$b=100 \text{ cm}$$

Diagrama del diseño del tanque



TABLAS DE LA TEORIA DE LAS PLACAS

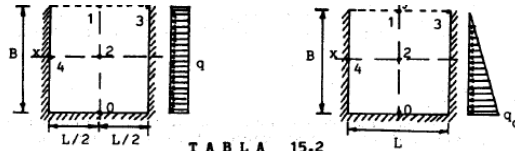


TABLA 15.2

DEFLEXIONES, MOMENTOS FLECTORES Y REACCIONES EN UNA PLACA CON TRES BORDES EMPOTRADOS Y UNO LIBRE, BAJO CARGA TRIANGULAR

$\frac{B}{L}$	Punto 1 x=0 y=B		Punto 2 x=0 y=B/2			Punto 3 x=L/2 y=B		Punto 4 x=L/2 y=B/2		Punto 0 x=0 y=0	
	α_1	β_1	α_2	β_2	β'_2	β_3	γ_3	β_4	γ_4	β_5	γ_5
0,6	0,00069	0,0089	0,00044	0,0060	0,0062	-0,0179	0,093	-0,0131	0,136	-0,0242	0,248
0,7	0,00069	0,0093	0,00058	0,0080	0,0074	-0,0172	0,081	-0,0170	0,158	-0,0264	0,262
0,8	0,00068	0,0096	0,00072	0,0100	0,0083	-0,0164	0,069	-0,0206	0,177	-0,0278	0,275
0,9	0,00067	0,0096	0,00085	0,0118	0,0090	-0,0156	0,057	-0,0239	0,194	-0,0290	0,286
1,0	0,00065	0,0095	0,00097	0,0135	0,0094	-0,0146	0,045	-0,0269	0,209	-0,0299	0,295
1,25	0,00056	0,0085	0,00121	0,0169	0,0092	-0,0119	0,018	-0,0327	0,234	-0,0306	0,309
1,5	0,00042	0,0065	0,00138	0,0191	0,0075	-0,0087	-0,006	-0,0364	0,245	-0,0291	0,311

$$\text{Deflexiones : } \delta = \alpha \frac{q L^2}{D}$$

En carga triangular, sustituir q por q_0

$$\text{Momentos flectores : } M_x = \beta q L^2$$

$$M_y = \beta' q L^2$$

$$D = E I$$

$$\mu = 1/6$$

$$\text{Reacciones : } V = \gamma q L$$

B/L se conoce como relación de aspecto de las placas.

Aplicando en la tabla anterior el valor de la relación de aspecto 0.9 con respecto Punto 0 tenemos un valor de $\beta=0.0290$

Cálculo del Momento flector

$$M_f = \beta * q * L^2$$

$$M_f = 367.12 T - m$$

Cálculo del Momento último

$$M_u = 1.7 * M_f = 624.10 Kg - m$$

Cálculo de la cuantía de acero requerido

$$A_s = \frac{624.10 \text{ kg} - m * 100}{0.9^2 * 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 13 \text{ cm}} = 1.41 \frac{\text{cm}^2}{m}$$

$$A_{smin} = 0.0033 * b * d$$

$$A_{smin} = 4.33 \text{ cm}^2/m$$

Se asume el valor de A_s mayo, en este caso $A_{smin} = 4.33 \text{ cm}^2/m$

Tabla 37 Cuantía de acero en paredes frontales de Plana de tratamiento.

as principal 1 exterior	As=	1,41 cm2	varillas	ϕ (mm)	as /varilla	As (cm2)	separación (cm)	Mc 103-104
	Asmin =	4,33 cm2	4	12	1,131	4,524	25	
as principal 1 interior	As=	1,41 cm2	varillas	ϕ (mm)	as /varilla	As (cm2)	separación (cm)	Mc 103-104
	As=	4,33 cm2	4	12	1,131	4,524	25	

Cálculo de la cuantía de acero transversal

$$A_{st} = \frac{As_{asumido}}{3} = \frac{4,33 \text{ cm}^2}{3} = 1,44 \frac{\text{cm}^2}{m}$$

armadura transversal del muro	As=	1,44	cm ²	varillas	φ(mm)	as /varilla	As (cm ²)	separación (cm)	Mc 203-204
				3	10	0,785	2,356	33	

ANALISIS DE RESULTADOS

Encontramos gracias a los resultados dados por el municipio un grado de contaminación alto y que no cumple según la norma con los parámetros de DBO y DBQ satisfactorio para que el agua pueda ser no contaminante a la comunidad, estos resultados obtenidos nos ayudaran para definir el tratamiento que necesite nuestra planta de tratamiento para poder cumplir con la calidad del efluente que la norma nos establece. La relación entre la DBO5/DQO nos indica la biodegradabilidad del agua residual de 0,52 que es muy biodegradable.

Una vez propuesto nuestro diseño de la planta de tratamiento observamos que el DBO5 baja y cumple con lo expuesto en la norma de TESLMA esto debido a que realizamos el tratamiento secundario que es con un filtro anaerobio y lecho de secado.

CONCLUSIONES

- ✓ Gracias al levantamiento topográfico y estudio de suelos elaborados en el sitio con la ayuda del Gad Penipe, constatamos que la superficie levantada de 5192 m² y la capacidad portante del suelo de 25,1 t/m² cumple apropiadamente y podrá ser cimentada sin ninguna dificultad todos los elementos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
- ✓ La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la comunidad es diseñada cumpliendo con Normas Ambientales vigentes como establece el 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", de esta manera se cumple el objetivo de estudio el cual es la depuración del efluente y la remoción garantizando así que el

resultado final pueda descargarse en el río Calshi o quebradas planteadas.

- ✓ El diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales es beneficiado para 374 habitantes con una proyección de 25 años y un caudal residual de 0.93 L/s. Las obras civiles a elaborarse en la planta de tratamiento fueron diseñadas con el fin de utilizar una menor superficie de implantación y aprovechar las pendientes del mismo para que el líquido pueda trabajar a gravedad, de esta manera economizamos los costos en la ejecución.
- ✓ Al utilizar ACI 350 en el diseño de tanques de almacenamiento líquido, aseguramos que el armado del acero sea el óptimo, para que en lo posterior no haya problemas y aparezca fisuras en las paredes del tanque.

RECOMENDACIONES

- ✓ Los lodos obtenidos en el proceso de depuración del agua residual de la Planta de Tratamiento se pueden utilizar en beneficio de la comunidad ya sea esto como abono para cultivo ya que no presenta contaminantes tóxicos que dañen la naturaleza.
- ✓ La comunidad necesita una planta de tratamiento urgente ya que a comparación de otras comunidades e incluso parroquias que poseen no tienen valores tan altos de DBO5 como lo muestra en los análisis de calidad de agua.
- ✓ Se necesita facilitar un plan de manejo en la planta de tratamiento ya sea esto con una persona que se responsabilice dándole charlas o a su vez realizando un manual de manejo para que su funcionamiento sea el apropiado para años posteriores.

Bibliografía

Arévalo, M., & Carlos Román. (2017). *Diseño de obras complementarias para la operación de la planta de tratamiento de aguas residuales "Brasil" de la ciudad de Tulcán*. Universidad Central del Ecuador.

Bryan David Tibán Lisintuña. (2021). *DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE LA*

COMUNIDAD DE HUALCANGA LA DOLOROSA, DEL CANTÓN QUERO,
PROVINCIA DE TUNGURAHUA (Vol. 4, Issue 1). UTA.



- Cakir, F. Y., & Stenstrom, M. K. (2005). Greenhouse gas production: A comparison between aerobic and anaerobic wastewater treatment technology. *Water Research*, 39(17), 4197–4203.
<https://doi.org/10.1016/J.WATRES.2005.07.042>
- EMPRESA METROPOLITANA DE ALCANTARILLADO Y AGUA POTABLE. (2009). *NORMAS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO PARA LA EMAAP-Q (PRIMERA)*. EMAAP-Q.
- Inen. (1998). De Abastecimiento De Agua Potable , Disposición. In *Instituto ecuatoriano de Normalización*.
- Ministerio del Ambiente. (2015). TULSMA Reforma 097-A. *Registro Oficial Órgano Del Gobierno Del Ecuador*, 14.
- NTE INEN 5. (1992). Instituto Ecuatoriano de Normalizacion. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 21.
- Penipe, M. (2019). *ACTUALIZACION PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL* (Vol. 1).
- Raschid-Sally Jayakody, Priyantha., International Water Management Institute., Liqa. (2009). *Drivers and characteristics of wastewater agriculture in developing countries : results from a global assessment*. [International Water Management Institute].
- Romero Rojas, J. A. (2001). Tratamiento de aguas residuales. In *Bernardo-Servin-Massieu* (Vol. 1, Issue 55).
- ROSILLO, A. G. A. (2016). “*Diseño Del Sistema De Alcantarillado Sanitario, Con El Sistema De Tratamiento ‘Imhoff’ De Aguas Residuales Para La Parroquia San Luis De Pambil, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar.*” UTA.
- Torres-Degro, A. (2011). Tasas de crecimiento poblacional (r): Una mirada desde el modelo matematico lineal, geometrico y exponencial. *CIDE Digital (Etapa I)*, 2(1), 143–162.

ANEXOS

ANEXO 1 ESTUDIO CALIDAD DE AGUA

Ilustración 1

Resultado Ensayo Calidad de Agua.

		DEPARTAMENTO: ANALITICALAB		 Servicio de Acreditación Ecuatoriano Acreditación N° BAE LEN 18-034 LABORATORIO DE ENSAYOS	
INFORME DE RESULTADOS No: A-522-20					
INFORMACIÓN DEL CLIENTE					
NOMBRE CLIENTE:	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN PENIPE		ATENCIÓN A.	Ing. Verónica Coello B	
DIRECCIÓN:	Penipe, Monseñor Silvio Haro 08-21 y David Ramos		TELÉFONO:	032907186 Ext 153 - 0987485809	
TIPO DE MUESTRA:	Agua (Residual)		PUNTO DE MUESTREO:	Descarga PTAR Utañay	
CÓDIGO CLIENTE:	A-4		FECHA Y HORA DE MUESTREO, RESPONSABLE:	NA	
INFORMACIÓN DEL LABORATORIO					
MUESTREO REALIZADO POR:	LABCESTTA S.A		NÚMERO DE MUESTRAS:	01	
FECHA Y HORA DE MUESTREO:	25/09/2020 12:30		ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico – Químico – Microbiológico	
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	25/09/2020 17:00		FECHA DE ANÁLISIS:	25/09/2020 - 07/10/2020	
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:	07/10/2020		CÓDIGO LABORATORIO:	AL-A-522-20	
RESPONSABLE DEL MUESTREO:	Byron Suarez		COORDENADAS:	17M 778972/98 18665	
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS	T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C				
RESULTADOS ANALÍTICOS					
ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	MÉTODO /NORMA	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Potencial Hidrógeno	Unidades de pH	6,63	±0,2	PE-AL-03 Standard Methods Ed.23.2017 4500 H+ B	-
Sólidos Sedimentables	mL/L	5	±17%	PE-AL-47 Standard Methods Ed.23.2017 2540F	-
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	206	±29%	PE-AL-44 Standard Methods Ed.23.2017 2540 D	-
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1116	±3%	PE-AL-43 Standard Methods Ed.23.2017 2540 C	-
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	1490	±7%	PE-AL-05 Standard Methods Ed.23.2017 5220D	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5días)	mg/L	750	±10%	PE-AL-26 Standard Methods Ed.23.2017 5210B HACH, Method 8166	-
Parque Industrial California II, Local C36, Guayaquil				Página 1 de 3 Revisión 2 MC01-19	

Tensoactivos	mg/L	1,1	±6%	PE-AL-45 Standard Methods Ed.23.2017 5540 C	-
Grasas y Aceites	mg/L	>139	±3%	PE-AL-34 Standard Methods Ed.23.2017 5520 B	-
Temperatura	°C	15,1	±4%	PE-AL-52 Standard Methods, Ed 23. 2017 2550 B	-
Turbidez	UNT	>205,03	±4%	PE-AL-46 EPA 180.1. 2003	-
Materia Flotante	-	Presencia	-	PE-AL-31 NMX-AA-006-SCFI- 2000	-
Fosfatos	mg/L	4,98	±19%	PE-AL-38 Standard Methods Ed.23.2017 APHA 4500-P B5 APHA 4500-P C	-
Nitratos	mg/L	31,12	±14%	PE-AL-40 Standard Methods Ed.23.2017,4500 NO ₃ A HACH 8039	-
Nitritos	mg/L	<0,04	±25%	PE-AL-41 Standard Methods Ed.23.2017, 4500 NO ₂ B	-
Oxígeno disuelto	mg/L	<2	±2%	PE-AL-54 Standard Methods, Ed. 23. 2017 4500-O G EPA 360.1, 1971 ISO 17289	-
Coliformes Totales	NMP/100mL	16000000	-	PE-AL-23 Standard Methods Ed.23.2017 9221B/9221C	-
Coliformes Fecales	NMP/100mL	11000000	-	PE-AL-24 Standard Methods Ed.23.2017 9221E/9221C	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	58,73	±8%	PE-AL-42 Standard Methods Ed.23.2017 4500-N org C	-
Sulfatos	mg/L	<10,20	±16%	PE-AL-25 Standard Methods Ed.23.2017 4500 E SO ₄	-



DEPARTAMENTO:
ANALITICALAB



Acreditación N° SAE LEN 18-834
LABORATORIO DE ENSAYOS

Sulfuros	mg/L	1,72	±12%	PE-AL-08 Standard Methods Ed.23.2017 4500 S ²⁻ C y D	-
----------	------	------	------	--	---

OBSERVACIONES:

- Muestra transportada en refrigeración.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE.

AUTORIZACION Y RESPONSABLE DEL INFORME:

LABCESTTA
TECNOLOGÍA Y CALIDAD
OF. Juan Villamar
DIRECTOR TÉCNICO 001

NOTAS:

ESTUDIO DE SUELOS

3

RESUMEN EJECUTIVO.

RECEPCIÓN No. 125		INFORME No. 010-SPT-NOV-CESES-2020	
INSTITUCIÓN PRIVADA			
PROYECTO: MEJORAMIENTOS DE LOS ESPACIOS PÚBLICOS MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE UN MURO EN LA COMUNIDAD DE AYANQUIL			
CONSTRUCTOR CONSULTOR: GADM. DE PENIPE		ADMINISTRADOR: ING. PAULO CAIZA	
UBICACIÓN: PENIPE - CHIMBORAZO	FECHA: 11/01/2021	NORMAS: NEN 609 - INVE 111 - ASTM D 1586 - AASHTO T 200	

INFORMACIÓN DEL PROYECTO

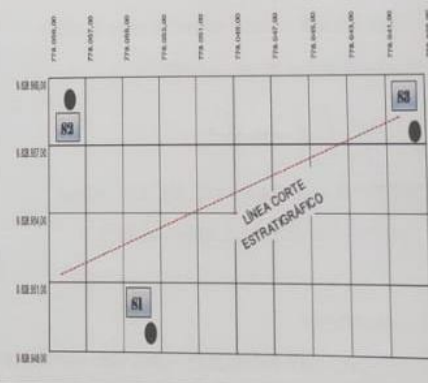
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:	GEOMETRIA	UNIDAD	VALOR	COEFICIENTES NEC	
CONSTRUCCIÓN DE UN CONSTRUCCIÓN DE CENTRO DE REHABILITACIÓN FÍSICA EN UN ÁREA DE TERRENO DE 1200,00 m ² , CUYA ÁREA DE CONSTRUCCIÓN 200,00 m ² UBICADO EN EL CANTÓN PENIPE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO	ln (altura total)	m	3,20	ZONA SISMICA: V	
	lp (altura entrepiso)	m	3,20	VALOR FACTOR Z: 0,40	
	L (luz mayor)	m	3,25	PELIGRO SISMICO: ALTA	
	Profundidad de sondeo:	m	8,85	ASENTAMIENTO MAXIMO: L/300	
	Área de construcción	m ²	200,00	NÚMERO DE NIVELES: 1	
	Área de terreno	m ²	1.200,00	NÚMERO MÍNIMO DE SONDEOS: 3	
	UNIDAD DE CONSTRUCCIÓN POR CATEGORÍA:	BAJA			SUBSUELO: NO
	USO DESTINO E IMPORTANCIA DE LA ESTRUCTURA:	OTRAS ESTRUCTURAS			PRESENCIA NIVEL FREÁTICO: 0
					N/A (SONDEO ...) mm

COORDENADAS	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
ABSCISA:	X	X	X	X	X	X	X	X	X
COTA:	2.697,00	2.697,00	2.697,00	X	X	X	X	X	X
LATITUD (N):	9.828.948,40	9.828.960,80	9.828.957,30	X	X	X	X	X	X
LONGTUD (E):	778.053,10	778.058,60	778.039,40	X	X	X	X	X	X

UBICACIÓN DEL PROYECTO

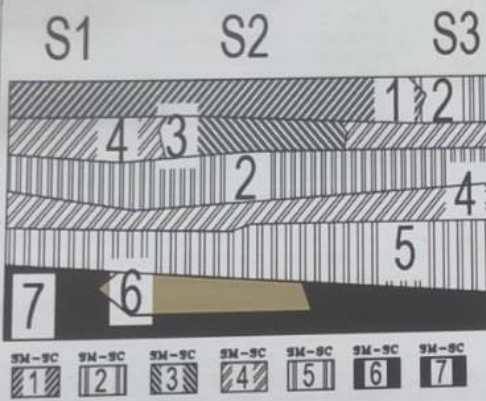


UBICACIÓN DE LOS SONDEOS



PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL SONDEO PARA EL ESTRATO SUGERIDO PARA LA CIMENTACIÓN						SONDEO	ESTRATO	COTA (mnm)	ESPESOR ESTRATO
						S1-3	1	2,872,55	1.00 - 1.45
N.F.	CONSISTENCIA	Nº N.F. TERZAGH	CAPACIDAD PORTANTE		M. ELAST. (kg/cm ²)	DENSIDAD γ s' (kg/cm ³)	COHESIÓN (kg/cm ²)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)	HUMEDAD (%)
NO	RIGIDA	22,54	q _{ps} (kg/cm ²)	q _{ps} (T/m ²)	7,14	1,99	0,00	16,87	2,00
LL (W%)	LP (W%)	IP (W%)	SUCS	AASHTO	NEC	C. BALASTO (kg/cm ² /cm)	Fa	Fd	Fs
0,00	0,00	0,00	SC-SM	A-7	D	18,03	1,20	1,19	1,28

PERFIL ESTRATIGRÁFICO - TIPO CIMENTACIÓN.



ESTRATO	q _{ps} (T/m ²)	SUCS	NEC
1	0,29	SC-SM	D
2	2,00	SC-SM	D
3	1,27	SC-SM	E
4	3,05	SC-SM	D
5	6,24	SC-SM	C
6	9,22	SC-SM	C
7	11,92	SC-SM	C

MEJORAMIENTO DE SUELO:

N/A


SISTEMA DE DRENAJE

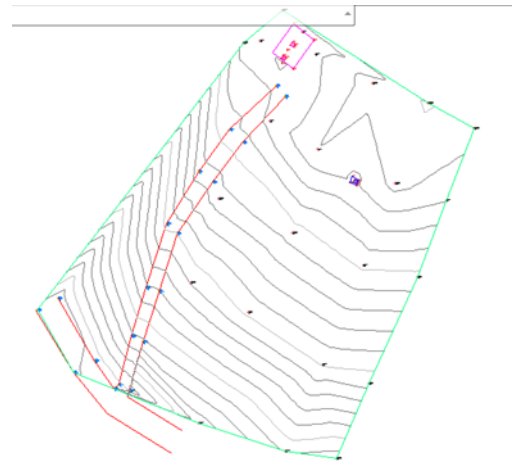
N/A

ESTABILIZACIÓN DE TALUDES

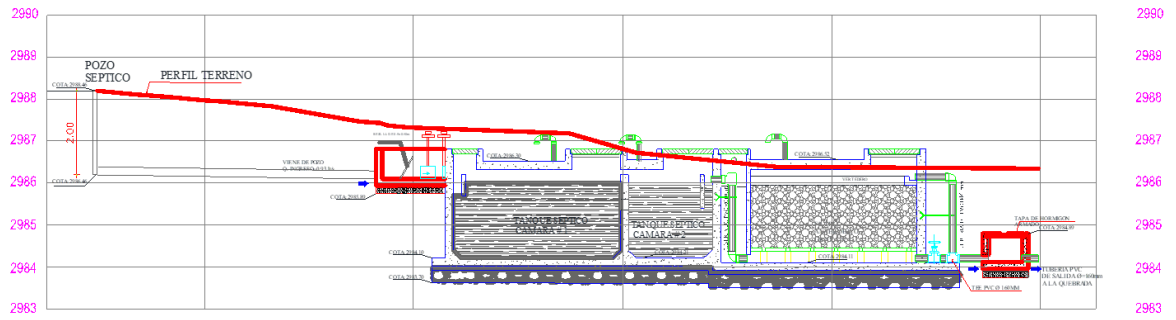
N/A

ANEXO 2 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Número de p...	Elevación de p...	Abscisa de rej...	Ordenada de rej...	Longitud	Latitud
1001	2998.771m	778933.1914m	9828593.3927m	W78° 29' 35.49"	S1° 32' 57.38"
1002	2996.763m	778947.9360m	9828586.6271m	W78° 29' 35.01"	S1° 32' 57.60"
1003	2995.390m	778966.4653m	9828580.6019m	W78° 29' 34.41"	S1° 32' 57.79"
1004	2995.777m	778977.3871m	9828578.9711m	W78° 29' 34.06"	S1° 32' 57.85"
1005	2992.811m	778984.3501m	9828595.0276m	W78° 29' 33.84"	S1° 32' 57.32"
1006	2992.438m	778974.3998m	9828599.1349m	W78° 29' 34.16"	S1° 32' 57.19"
1007	2992.370m	778958.4718m	9828610.1730m	W78° 29' 34.67"	S1° 32' 56.83"
1008	2992.959m	778946.1403m	9828616.5740m	W78° 29' 35.07"	S1° 32' 56.63"
1009	2990.716m	778952.1920m	9828634.4833m	W78° 29' 34.88"	S1° 32' 56.04"
1010	2990.252m	778967.9540m	9828627.0871m	W78° 29' 34.37"	S1° 32' 56.28"
1011	2989.886m	778983.1155m	9828620.2975m	W78° 29' 33.88"	S1° 32' 56.50"
1012	2990.154m	778994.6584m	9828617.6505m	W78° 29' 33.50"	S1° 32' 56.59"
1013	2988.456m	779000.8215m	9828634.1539m	W78° 29' 33.30"	S1° 32' 56.05"
1014	2987.804m	778989.9984m	9828637.7917m	W78° 29' 33.65"	S1° 32' 55.93"
1015	2988.019m	778973.2993m	9828644.9888m	W78° 29' 34.20"	S1° 32' 55.70"
1016	2988.856m	778963.0793m	9828651.1429m	W78° 29' 34.53"	S1° 32' 55.50"
1017	2988.612m	778972.8451m	9828665.3472m	W78° 29' 34.21"	S1° 32' 55.04"
1018	2987.735m	778985.1122m	9828659.1159m	W78° 29' 33.81"	S1° 32' 55.24"
1019	2987.461m	778997.0837m	9828654.8785m	W78° 29' 33.43"	S1° 32' 55.38"
1020	2987.752m	779006.9018m	9828649.5287m	W78° 29' 33.11"	S1° 32' 55.55"
1021	2988.565m	778965.8946m	9828674.7930m	W78° 29' 34.44"	S1° 32' 54.73"
1022	2988.813m	778957.4211m	9828667.8331m	W78° 29' 34.71"	S1° 32' 54.96"
1023	2988.892m	778960.9756m	9828668.2457m	W78° 29' 34.59"	S1° 32' 54.94"
1027	2988.904m	778968.1981m	9828671.9318m	W78° 29' 34.36"	S1° 32' 54.82"
1028	2988.880m	778972.5532m	9828668.4024m	W78° 29' 34.22"	S1° 32' 54.94"
1029	2988.940m	778968.0416m	9828662.2403m	W78° 29' 34.37"	S1° 32' 55.14"
1030	2989.039m	778965.6606m	9828663.4087m	W78° 29' 34.44"	S1° 32' 55.10"
1031	2988.916m	778966.8263m	9828666.2766m	W78° 29' 34.41"	S1° 32' 55.01"
1032	2988.914m	778968.5106m	9828667.4336m	W78° 29' 34.35"	S1° 32' 54.97"
1033	2988.917m	778967.9580m	9828667.9198m	W78° 29' 34.37"	S1° 32' 54.95"
1034	2988.890m	778967.4597m	9828667.2968m	W78° 29' 34.38"	S1° 32' 54.97"
1035	2988.925m	778968.1574m	9828666.8989m	W78° 29' 34.36"	S1° 32' 54.99"
1036	2988.886m	778965.9476m	9828665.1296m	W78° 29' 34.43"	S1° 32' 55.04"
1037	2988.872m	778965.5154m	9828664.5478m	W78° 29' 34.45"	S1° 32' 55.06"
1038	2988.954m	778966.0290m	9828664.1415m	W78° 29' 34.43"	S1° 32' 55.08"
1039	2988.946m	778966.5239m	9828664.6668m	W78° 29' 34.41"	S1° 32' 55.06"
1040	2988.909m	778970.0376m	9828670.1645m	W78° 29' 34.30"	S1° 32' 54.88"
1041	2988.547m	778980.7246m	9828639.2332m	W78° 29' 33.95"	S1° 32' 55.89"
1042	2988.556m	778980.1693m	9828638.0356m	W78° 29' 33.97"	S1° 32' 55.93"
1043	2988.555m	778981.6332m	9828637.3254m	W78° 29' 33.93"	S1° 32' 55.95"
1044	2988.551m	778982.1202m	9828638.4309m	W78° 29' 33.91"	S1° 32' 55.91"
1045	2988.550m	778981.1643m	9828638.4989m	W78° 29' 33.94"	S1° 32' 55.91"
1046	2988.558m	778981.0234m	9828638.0446m	W78° 29' 33.95"	S1° 32' 55.93"
1047	2988.561m	778981.5687m	9828637.7118m	W78° 29' 33.93"	S1° 32' 55.94"
1048	2988.554m	778981.7735m	9828638.2464m	W78° 29' 33.92"	S1° 32' 55.92"
1049	2988.986m	778966.3216m	9828656.2821m	W78° 29' 34.42"	S1° 32' 55.33"
1050	2988.903m	778964.4001m	9828658.6202m	W78° 29' 34.48"	S1° 32' 55.26"
1051	2989.717m	778954.4881m	9828649.2907m	W78° 29' 34.80"	S1° 32' 55.56"
1052	2989.713m	778957.3393m			
1053	2990.775m	778950.8502m	 778954.4881m		
1054	2990.746m	778947.7956m	9828640.2931m	W78° 29' 35.02"	S1° 32' 55.82"
1055	2992.342m	778940.9399m	9828629.1436m	W78° 29' 35.24"	S1° 32' 56.22"
1056	2992.518m	778943.1810m	9828627.0402m	W78° 29' 35.17"	S1° 32' 56.28"
1057	2994.039m	778939.3591m	9828614.6676m	W78° 29' 35.29"	S1° 32' 56.69"
1058	2994.068m	778936.5824m	9828615.4742m	W78° 29' 35.38"	S1° 32' 56.66"
1059	2995.578m	778933.4607m	9828605.1513m	W78° 29' 35.48"	S1° 32' 57.00"
1060	2995.575m	778935.8939m	9828603.9366m	W78° 29' 35.40"	S1° 32' 57.04"
1061	2997.479m	778932.8486m	9828593.5529m	W78° 29' 35.50"	S1° 32' 57.37"
1062	2997.610m	778930.7350m	9828594.7860m	W78° 29' 35.57"	S1° 32' 57.33"
1063	2997.720m	778929.7121m	9828593.9073m	W78° 29' 35.60"	S1° 32' 57.36"
1064	2998.060m	778921.1091m	9828597.3276m	W78° 29' 35.88"	S1° 32' 57.25"
1065	2997.863m	778925.5536m	9828599.9070m	W78° 29' 35.74"	S1° 32' 57.17"



ANEXO 3 PERFIL TOPOGRAFICO



ANEXO 4 CALCULOS REJILLA

Ilustración 2

Hoja de cálculo Rejilla

DIMENSIONAMIENTO DE TANQUE REPARTIDOR DE CAUDALES Y REJILLA			
En la mayoría de países en vías de desarrollo las rejillas más utilizadas son las de limpieza manual. A continuación se detalla el dimensionamiento de rejillas de limpieza manual.			
1.Ubicacion de las rejillas:			
El alcantarillado que se propone realizar es unicamente un alcantarillado sanitario, donde no existira gran cantidad de basura como se tendria con un sistema combinado. Por lo que se ha dispuesto colocar la rejilla en la entrada hacia el tanque septico esto con el fin de impedir el posible paso de particulas de diametros superiores a 25mm.			
2.Area libre al paso del agua (al):			
Indica el flujo presente en el canal. Se recomienda que este flujo tenga una velocidad no menor a 0.5 m/s ya que así se procura detener los materiales bastos permitiendo el paso de las partículas pequeñas a través de las barras. El área libre al paso del agua se calcula con la siguiente ecuación:			
$Al = \frac{Q}{V_b}$			
Donde:			
Q: Caudal de diseño (m3/s)			
Vb: Velocidad mínima a través de las barras (m/s)			
Donde:	Q=	0,00093	m3/s
	Vb=	0,50	m/s
	Al=	0,0019	m2
3.Tirante de agua en el canal (h):			
Indica la altura del agua dentro del canal. Se calcula con la formula del área despejando la altura como se muestra a continuación:			
$h = \frac{Al}{b}$			
Donde:			
b: Ancho del canal de llegada (m)			
Donde:	Al=	0,0019	m2
	b=	0,90	m
	h=	0,002	m
4.Altura Total del canal(H):			
Es la sumatoria de la altura de agua en el canal y una altura que generalmente es un valor propuesto. Se calcula con la siguiente ecuación:			
$H = h + Hs$			
Donde:			
Hs: Altura de seguridad (m)			
Donde:	h=	0,002	m
	Hs=	0,50	m
	H=	0,50	m
VALOR ASUMIDO HS=0.50m			
5.Numero de barras(n):			
$L_b = \frac{Hs}{\sin \alpha}$			
El numero de barras esta a consideración del ingeniero que las diseña; sin embargo por cuestiones de mantenimiento es comendable instalar de 2 a mas barras. El numero de barras se puede calcular con la siguiente ecuación:			
$n = \left(\frac{b}{e+s}\right)-1$			
Donde:			
e: Separación entre barras (m).			
S: Espesor máximo de las barras (m)			
Se recomienda valores entre 25mm y 50mm para el espaciamento entre barras.			
Donde:	b=	0,90	m
	e=	0,030	m
	S=	0,015	m
	n=	19	u

ANEXO 5 CALCULO DISEÑO TANQUE SEPTICO

DIMENSIONAMIENTO DE TANQUE SEPTICO

1. Diseño de Tanque Séptico.

$V = 0.0013N(CT + 100CL_f)$ donde:

V= Volumen, en (m³)

N= Población futura a servir (habitantes)

C= Dotación de aguas servidas (l/hab.xdía)

T = Período de retención (5/ 24 h= 0,21)

L_f = Contribución de lodos frescos (l/hab.xdía) 50%

VOLUMEN DE TANQUE SEPTICO

N (hab)	C (l/hab* día)	T	L _f (l/hab* día)	V (m ³)
374	0,93	0,210	0,5	24,40

Altura (h) = asumida por el consultor

Ancho (b) = asumida por el consultor

longitud (L) = $V / (h \times b)$

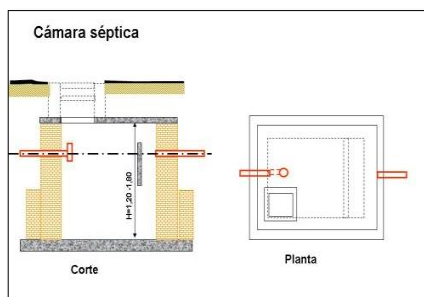
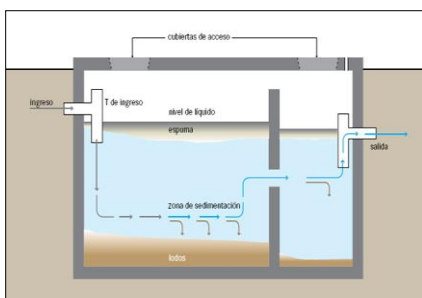
L_{PRIM.camara} = $2/3 * L$

L_{SEG.camara} = L - L_{PRIM.camara}

Altura(h)	Ancho(b)	Longitud(L)	Vol Tanque	L _{PRIM.camara}	L _{SEG.camara}
(m)	(m)	(m)	(m ³)	(m)	(m)
1,50	3,00	6,00	27,00	4,00	2,00
				4,00	2,00

DIMENSIONES REALES

Altura(h)	Ancho(b)	Longitud(L)	L _{PRIM.camara}	L _{SEG.camara}
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1,50	5,00	6,00	4,00	2,00



ANEXO 6 CALCULO DISEÑO FILTRO ANAEROBIO

2. Diseño de Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente

$V = 0.0016NCT$

donde:

N: Población futura

C: Parámetro de Filtración

T: 2 * Período de retención

1.1.1 Superficie horizontal (S)

Tomando el parámetro de filtración de: $0.05 \text{ m}^3/\text{personaxdía}$

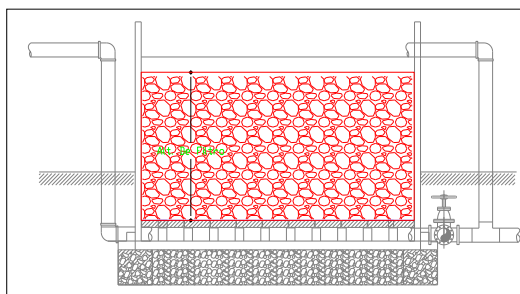
Considerando que el filtro tendrá un área :

Volumen y Superficie del Filtro

N	C	T	V
			(m ³)
374	0,05	0,420	12,57

Dimensiones del Filtro- cuadrado

Altura	Ancho	Longitud	V real
(m)	(m)	(m)	(m ³)
1,50	3,30	4,00	19,80



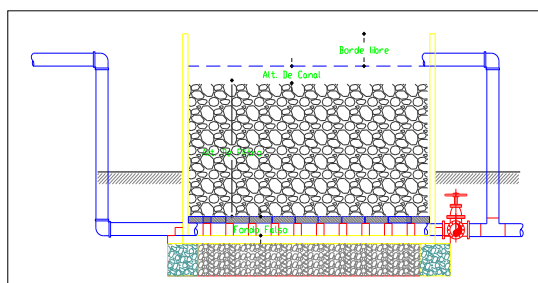
DIMENSIONES DEL TANQUE FILTRO

Altura total del tanque para filtro (H)= F+h+C+B =

F	Fondo Falso	0,35 m
h	Alt. De Filtro	1,50 m
C	Alt. De Canal	0,20 m
B	Borde libre	0,15 m
		2,20 m

Dimensiones Reales del Filtro- cuadrado

Altura	Ancho	Longitud	V real
(m)	(m)	(m)	(m ³)
2,20	3,30	4,00	29,04



RESUMEN:

Descripción	Cantidad
Tanque Séptico	1
Tanque Filtro	1

Dimensiones requeridas

Ancho de Paredes=0.2*5	0,20 m
Ancho libre	2,00 m
Dimension ext. Caja	0,90 m
Lecho de secado	1,50 m
Caminería	1,50 m

Área de terreno requerido (cerramiento):

	Dimensiones	
	Estimadas	reales
Largo mínimo:	16,80 m	17,00 m
Ancho mínimo:	12,40 m	13,00 m
Área de terreno total requerida:	208,32 m ²	221,00 m ²

ANEXO 7 CALCULO DISEÑO LECHO DE SECADO

DIMENSIONAMIENTO LECHO DE SECADO																						
<p>Los lechos de secado de lodos son generalmente el método más simple y económico de deshidratar los lodos estabilizados (lodos digeridos), lo cual resulta lo ideal para pequeñas comunidades.</p> <p>1.Carga de sólidos que ingresa a la fosa séptica</p> $C = Q * SS$ <p>Donde: SS: Sólidos en suspensión en el agua residual cruda, en mg/l. Q: Caudal promedio de agua residuales.</p> <p style="margin-left: 40px;">Qd= 0,93 l/s ss= 206 mg/L</p> <p style="margin-left: 40px;">De acuerdo al análisis de agua residual</p> <table border="1" style="margin-left: 40px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">C=</td> <td style="padding: 2px;">16,552512</td> <td style="padding: 2px;">kg/d</td> </tr> </table>		C=	16,552512	kg/d																		
C=	16,552512	kg/d																				
<p>2. Masa de sólidos que conforman los lodos (Msd, en Kg SS/día).</p> $Msd = (0.5 * 0.7 * 0.5 * C) + (0.5 * 0.3 * C)$ <p>Donde:</p> <table border="1" style="margin-left: 40px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">C=</td> <td style="padding: 2px;">16,552512</td> <td style="padding: 2px;">kg/d</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Msd=</td> <td style="padding: 2px;">5,38</td> <td style="padding: 2px;">kg/d</td> </tr> </table>		C=	16,552512	kg/d	Msd=	5,38	kg/d															
C=	16,552512	kg/d																				
Msd=	5,38	kg/d																				
<p>3.Volumen diarios de lodos digeridos (Vld, en litros/día).</p> $Vld = \frac{Msd}{\rho * (\%de \frac{sólidos}{100})}$ <p>Donde: plodo= Densidad de los lodos, igual a 1.04 Kg/l según norma EX IEOS %sólidos= 12%</p> <p>El porcentaje de sólidos se refiere a los sólidos que están presentes en el lodo y que varían entre el 8 y 12%.</p> <p>Donde:</p> <table border="1" style="margin-left: 40px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">plodo=</td> <td style="padding: 2px;">1,04</td> <td style="padding: 2px;">Kg/l</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">% de sólidos=</td> <td style="padding: 2px;">12</td> <td style="padding: 2px;">%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Vl=</td> <td style="padding: 2px;">43,11</td> <td style="padding: 2px;">Lt/d</td> </tr> </table>		plodo=	1,04	Kg/l	% de sólidos=	12	%	Vl=	43,11	Lt/d												
plodo=	1,04	Kg/l																				
% de sólidos=	12	%																				
Vl=	43,11	Lt/d																				
<p>4.Volumen de lodos a extraerse del tanque (Vel, en m3).</p> $Vel = \frac{Vld * Td}{1000}$ <p>Donde: Td: Tiempo de digestión, en días.</p> <p>Donde:</p> <table border="1" style="margin-left: 40px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Vl=</td> <td style="padding: 2px;">43,11</td> <td style="padding: 2px;">Lt</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Td=</td> <td style="padding: 2px;">28</td> <td style="padding: 2px;">días</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Vel=</td> <td style="padding: 2px;">1,2</td> <td style="padding: 2px;">m3</td> </tr> </table> <p>El tiempo de digestión varía según la temperatura, es por ello que los valores para el mismo se asumirán en base a la siguiente tabla:</p> <table border="1" style="margin-left: 40px; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 2px;">Temperatura °C</th> <th style="padding: 2px;">Tiempo de digestión en días</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">5</td> <td style="padding: 2px;">110</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">10</td> <td style="padding: 2px;">76</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">15</td> <td style="padding: 2px;">55</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">20</td> <td style="padding: 2px;">40</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">>25</td> <td style="padding: 2px;">30</td> </tr> </tbody> </table>		Vl=	43,11	Lt	Td=	28	días	Vel=	1,2	m3	Temperatura °C	Tiempo de digestión en días	5	110	10	76	15	55	20	40	>25	30
Vl=	43,11	Lt																				
Td=	28	días																				
Vel=	1,2	m3																				
Temperatura °C	Tiempo de digestión en días																					
5	110																					
10	76																					
15	55																					
20	40																					
>25	30																					
<p>5.Área del lecho de secado (Als, en m2)</p> $Als = \frac{Vel}{Ha}$ <p>Donde: Ha: Profundidad de aplicación, entre 0.20 a 0.40 m.</p> <p>Donde:</p> <table border="1" style="margin-left: 40px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Vel=</td> <td style="padding: 2px;">1,2</td> <td style="padding: 2px;">m3</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Ha=</td> <td style="padding: 2px;">0,4</td> <td style="padding: 2px;">m</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Als=</td> <td style="padding: 2px;">3,0</td> <td style="padding: 2px;">m2</td> </tr> </table>		Vel=	1,2	m3	Ha=	0,4	m	Als=	3,0	m2												
Vel=	1,2	m3																				
Ha=	0,4	m																				
Als=	3,0	m2																				
<p>6.Dimensiones del lecho de secado de lodos.</p> <table border="1" style="margin-left: 40px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Largo:</td> <td style="padding: 2px;">3,50</td> <td style="padding: 2px;">m</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Ancho:</td> <td style="padding: 2px;">1,50</td> <td style="padding: 2px;">m</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Profundidad:</td> <td style="padding: 2px;">0,40</td> <td style="padding: 2px;">m</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Área:</td> <td style="padding: 2px;">5,25</td> <td style="padding: 2px;">m2</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Volumen:</td> <td style="padding: 2px;">2,10</td> <td style="padding: 2px;">m3</td> </tr> </table>		Largo:	3,50	m	Ancho:	1,50	m	Profundidad:	0,40	m	Área:	5,25	m2	Volumen:	2,10	m3						
Largo:	3,50	m																				
Ancho:	1,50	m																				
Profundidad:	0,40	m																				
Área:	5,25	m2																				
Volumen:	2,10	m3																				

ANEXO 8 DISEÑO ESTRUCTURAL

DISEÑO ESTRUCTURAL TANQUE SEPTICO COMUNIDAD UTUÑAG

TANQUE ZONA1 - RECEPTOR (RIO)

DATOS		
fy=	4200,00	Kg/cm ²
fc=	210,00	Kg/cm ²
Volumen útil =	21,06	m ³
Peso esp agua=	1,00	T/m ³
Peso esp terreno= γ=	1,32	Tn/m ³
Capacidad de carga=	2,51	Kg/cm ²
Angulo fricción del suelo=	30,00	grados
Altura del agua=	1,50	m
Borde libre=	0,30	m
Altura total= ha=	1,80	m
Espesor losa inferior=	0,20	m
Altura del agua +bl=	1,80	m

Estudio de suelos

PARED PERIMETRAL:

Espesor pared = 20 cm
recubrimiento= 7 cm
d= 13 cm

PARED DIVISORIA:

Espesor pared = 20 cm
recubrimiento= 7 cm
d= 13 cm

B ≥ 2H
B= 6,00
2H= 3,6 **Valor de B Correcto**

ELEMENTO No. 1- PAREDES LATERALES PRIMER ESTADO DE CARGA.

Coef empuje activo= $K_a = \frac{1 - \text{sen } \phi}{1 + \text{sen } \phi}$

Empuje Activo $Ea = (\gamma * ha^2) / 2 * K_a$

Recubrimiento d = 13,00 cm
Ancho por c/m b = 100,00 cm

Ka= 0,333	Ea= 0,71 T/m	h= 0,60 m
Momento flector= Ea*bp 0,43 T-m	Cortante Vu= 0,71 T/m	Vacuante= 1,10 Kg/cm ²
Momento ultimo= 0,73 T/m	Vu admisible= 0,53√fc	Vu admisible= 7,68043 Kg/cm ²

Vu admisible >= Vacuante
O.K.

As= Mu / (0,9*2*fy*d)
As= 1,6529 cm²/m

Asmin= 0,0033 * b*d
Asmin= 4,33 cm²/m

ELEMENTO No. 1- PAREDES LATERALES SEGUNDO ESTADO DE CARGA.

Empuje del agua= peso especific del agua*(h/2)
E agua= 1,13 T/m

d = 13,00 cm
b = 100,00 cm

Momento flector= Eagua*bp 0,675 T/m	Momento ultimo= 1,148 T/m	1147,5 kg/m
--	---------------------------	-------------

As= Mu / (0,9*2*fy*d)
As= 2,59 cm²/m

Asmin= 0,0033 * b*d
Asmin= 4,33 cm²/m

ARMADO DE ACERO PARA PAREDES LATERALES

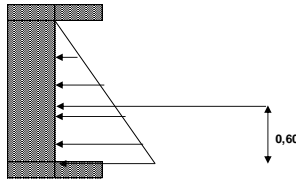
Detalle	As=	Asmin=	varillas	φ(mm)	as /varilla	As (cm2)	separación (cm)	
as principal 1 exterior	1,65 cm2	4,33 cm2	4	12	1,131	4,524	25	Mc 100-102
as principal 1 interior	4,33 cm2	4,33 cm2	4	12	1,131	4,524	25	
armadura transversal del muro	1,44 cm2		4	10	0,785	3,142	25	Mc 200-202

ELEMENTO No. 2- PARED INTERMEDIA.

RELACION DE ASPECTO
H/B= 0,500 Caso a

d = 13,00 cm
b = 100,00 cm

Empuje del agua= peso especific del agua*(h/2/2)
E agua= 1,13 T/m



Momento flector= E agua*bp
0,675 T/m

Momento ultimo= 1,15 T/m **1147,5 kg/m**

As= Mu / (0,9*2*fy*d)
As= 2,59 cm²/m

Asmin= 0,0033 * b*d
Asmin= 4,33 cm²/m

ARMADO DE ACERO PARA PAREDES INTERMEDIAS

as principal 1 exterior	As= 4,33 cm ² Asmin = 4,33 cm ²	varillas 4	φ(mm) 12	as /varilla 1,131	As (cm ²) 4,524	separación (cm) 25	Mc 101
as principal 1 interior	As= 4,33 cm ² As= 4,33 cm ²	varillas 4	φ(mm) 12	as /varilla 1,131	As (cm ²) 4,524	separación (cm) 25	
armadura transversal del muro	As= 1,44 cm ²	varillas 4	φ(mm) 8	as /varilla 0,503	As (cm ²) 2,011	separación (cm) 25	Mc 201

ELEMENTO No. 3- PARED FRONTALES.

RELACION DE ASPECTO
B/L= 0,90

TABLAS TEORIA DE LAS PLACAS

d = 13,00 cm
b = 100,00 cm

DEFLEXIONES, MOMENTOS FLECTORES Y REACCIONES EN UNA PLACA CON TRES BORDES EMPOTRADOS Y UNO LIBRE, BAJO CARGA TRIANGULAR

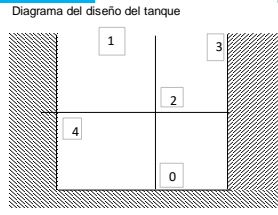
B/L	Rancho 1		Rancho 2		Rancho 3		Rancho 4		Rancho 5		
	x/L	y/L	w/L ²	mx/L ²	my/L ²	mx/L ²	my/L ²	mx/L ²	my/L ²	mx/L ²	my/L ²
0,5	0,0008	0,0089	0,0004	0,0062	0,0062	-0,0179	0,082	-0,0131	0,136	-0,0242	0,248
0,7	0,0008	0,0103	0,0008	0,0080	0,0074	-0,0172	0,081	-0,0132	0,135	-0,0244	0,247
0,9	0,0008	0,0106	0,0012	0,0100	0,0088	-0,0166	0,080	-0,0126	0,134	-0,0239	0,246
1,0	0,0008	0,0106	0,0017	0,0118	0,0096	-0,0166	0,081	-0,0126	0,134	-0,0239	0,246
1,25	0,0005	0,0085	0,0021	0,0169	0,0092	-0,0119	0,078	-0,0107	0,129	-0,0208	0,235
1,5	0,0004	0,0069	0,0028	0,0191	0,0075	-0,0087	0,068	-0,0084	0,120	-0,0191	0,211

Deflexiones : $w = \frac{q_0}{32} \frac{L^2}{b^2} \dots$ En carga triangular, sustituir q por q_0

Momentos flectores : $M_x = q_0 \frac{L^2}{8} \dots$ $M_y = q_0 \frac{L^2}{8} \dots$

Reacciones : $R = q_0 L$

B/L se conoce como relación de aspecto de las placas.



valor de tabla **0,0290**
MOy= 624,1 kg/m

As= Mu / (0,9*2*fy*d)
As= 1,41 cm²/m

Asmin= 0,0033 * b*d
Asmin= 4,33 cm²/m

ACERO DE REFUERZO EN PAREDES FRONTALES

as principal 1 exterior	As= 1,41 cm ² Asmin = 4,33 cm ²	varillas 4	φ(mm) 12	as /varilla 1,131	As (cm ²) 4,524	separación (cm) 25	Mc 103-104
as principal 1 interior	As= 1,41 cm ² As= 4,33 cm ²	varillas 4	φ(mm) 12	as /varilla 1,131	As (cm ²) 4,524	separación (cm) 25	
armadura transversal del muro	As= 1,44 cm ²	varillas 3	φ(mm) 10	as /varilla 0,785	As (cm ²) 2,356	separación (cm) 33	Mc 203-204

ELEMENTO No. 4- LOSA INFERIOR.

CARGA MUERTA

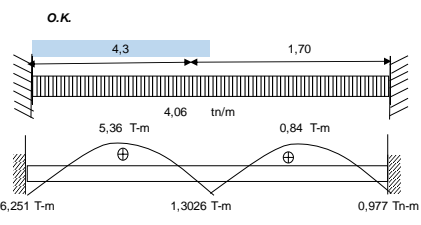
Calculamos el peso por metro en el sentido de la luz mayor.

d = 13,00 cm
b = 100,00 cm

cargas sobre la losa:
 peso de paredes= 15,552 Tn
 peso propio agua= 1000*agua= 27 Tn
 peso divisoria= 2,592 Tn
 peso tapa= 7,0128 Tn
 total= 52,1568 Tn 0,0522 t/m
 ΣPu= 73,02 Tn
 qu= 4,0566 Tn/m

VERIFICACION DE ESFUERZOS DE FUNDACION

ΣP= 60,797 Tn
 qa tanque= 0,3378 Kg/cm²
 qa est suelo= 2,51 Kg/cm²



As(-)= Mu / (0,9*2*fy*d)
As(-)= 14,13 cm²/m

Asmin= 0,0033 * b*d
Asmin= 4,33 cm²/m

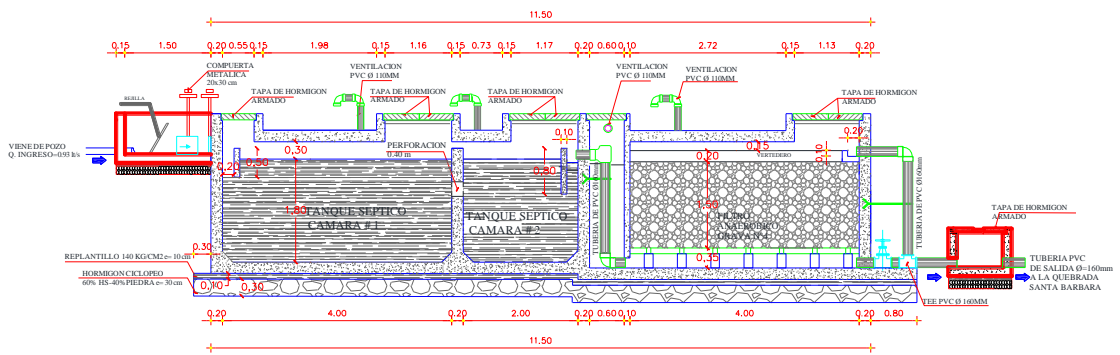
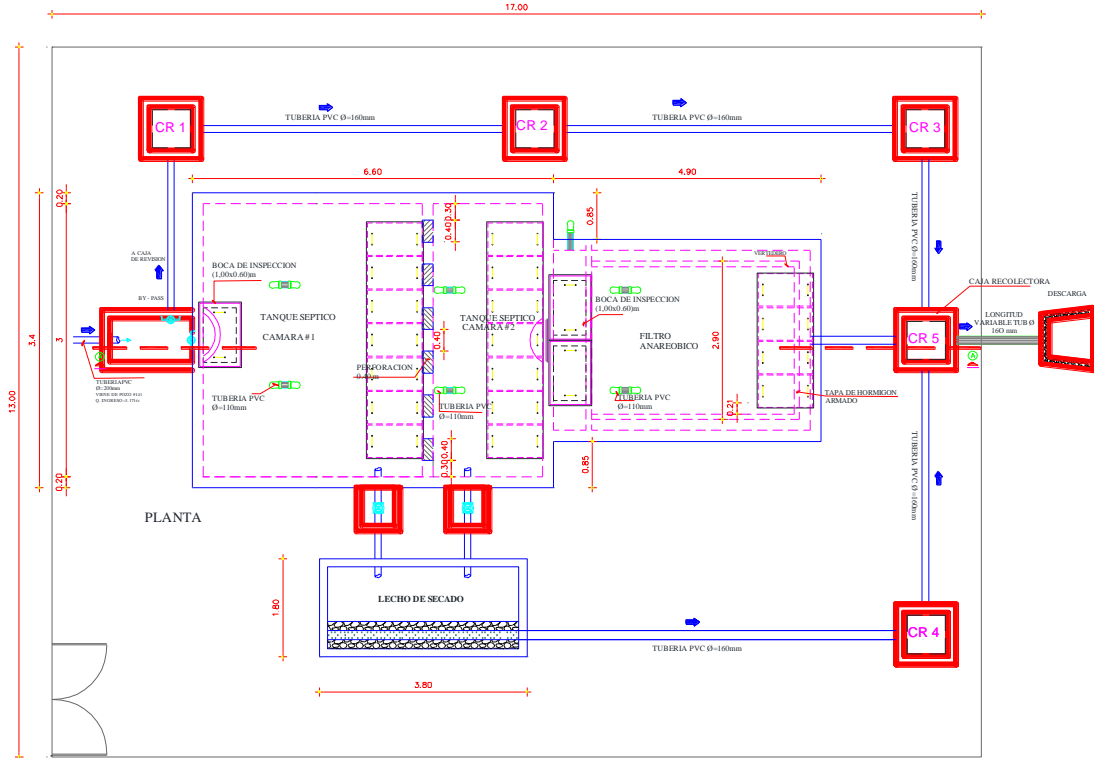
As(+)= Mu / (0,9*2*fy*d)
As(+)= 12,11 cm²/m

Asmin= 0,0033 * b*d
Asmin= 4,33 cm²/m

CUANTIA DE ACERO REQUERIDO EN LOSA INFERIOR

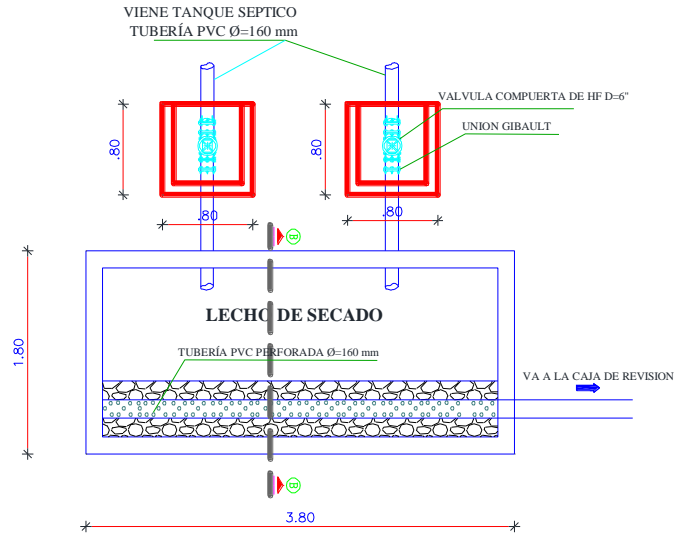
as inferior (-)	As= 14,13 cm ² Asmin = 14,13 cm ²	# varillas 8	φ(mm) 16	As /varilla 2,011	As (cm ²) 16,08	separación (cm) 13	Mc 206-208
as superior (+)	As= 12,11 cm ² Asmin = 12,11 cm ²	# varillas 8	φ(mm) 14	As /varilla 1,539	As (cm ²) 12,32	separación (cm) 13	Mc 205-207

ANEXO 9 PLANOS PLANTA DE TRATAMIENTO PLANTA

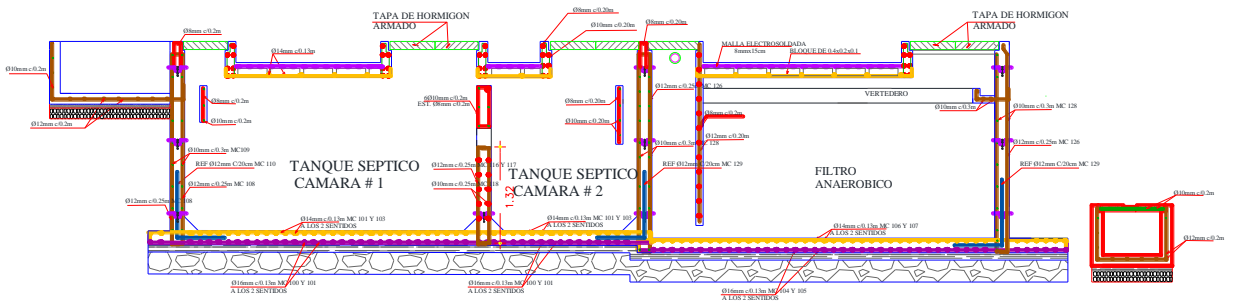


CORTE A-A

Ilustración 3 Lecho de Secado



ARAMADO MINIMO TANQUE Y FILTRO



CORTE TRANSVERSAL

