UNIVERSIDAD NACIONAL

"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

"DETERMINACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO Y FILTRO BIOLÓGICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE JIVIA – DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO"

Tesis para Optar el Título de Ingeniero Sanitario

AUTOR

Bach.: ANTONIO RAYMUNDO BLAS CERDA

ASESORA

M.Sc.: ROSARIO ADRIANA POLO SALAZAR

HUARAZ – ANCASH – PERÚ

MAYO – 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL

"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

"DETERMINACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO Y FILTRO BIOLÓGICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE JIVIA – DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO"

Tesis para Optar el Título de Ingeniero Sanitario

AUTOR

Bach.: ANTONIO RAYMUNDO BLAS CERDA

ASESORA

M.Sc.: ROSARIO ADRIANA POLO SALAZAR

HUARAZ – ANCASH – PERÚ

MAYO – 2018

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos, por su amor, apoyo y confianza que me permitieron cumplir mis objetivos como persona y estudiante.

AGRADECIMIETO

A todas las personas que directa e indirectamente han hecho posible la culminación y el éxito de esta tesis.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, ANTONIO RAYMUNDO BLAS CERDA, identificado con DNI° 41784239 y con Código Universitario 062.0502.522, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", declaro que el trabajo académico de la tesis titulada **"DETERMINACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO Y FILTRO BIOLÓGICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE JIVIA – DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO"** presentado en 81 folios, para la obtención del título profesional de Ingeniero Sanitario, es de mi autoría.

Por lo tanto, declaro lo siguiente:

- He mencionado todas las fuentes empleadas en el presente trabajo de investigación identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes de acuerdo a lo establecido por las normas de elaboración de trabajo académico.
- No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquellas expresadamente señaladas en este trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido previamente presentado completa ni parcialmente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
- Soy consciente de que mi trabajo puede ser revisado electrónicamente en búsqueda de plagios.
- De encontrar uso de material ajeno sin el debido reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el procedimiento disciplinario.

Huaraz, 08 de mayo del 2018

_____

Antonio Raymundo Blas Cerda

Código Universitario N° 062.0502.522

DNI: 41784239

ÍNDICE GENERAL

Contenido

DEDICATORIA i
AGRADECIMIETO ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA iii
ÍNDICE GENERAL iv
ÍNDICE DE TABLAS vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS viii
RESUMEN ix
ABSTRACT x
CAPÍTULO I: 1
I. Introducción. 1
1.1. Antecedentes y fundamentación científica, técnica. 2
1.2. Trabajos previos. 2
1.3. Teorías relacionadas con el tema. 3
1.3.1. Aguas residuales domesticas (ARD). 3
1.3.2. Características de aguas residuales. 3
1.3.3. Composición de los caudales de aguas residuales. 3
1.3.4. Composición típica de aguas residuales domésticas. 4
1.3.5. Características físicas. 4
1.3.6. Características químicas del agua residual doméstico. 5
1.3.7. Componentes orgánicos. 5
1.3.8. Componentes inorgánicos. 6
1.3.9. Características biológicas. 7
1.3.10. Principales contaminantes y parámetros de caracterización (Martin Garcia 200). 8
1.3.11. Tratamiento. 10
1.3.12. Proceso de tratamiento de aguas residuales. 11
1.3.13. Objetivos del tratamiento de aguas residuales. 11
1.3.14. Procesos biológicos combinados (anaerobio y aerobio). 12
1.3.15. Tecnologías de tratamiento biológico de aguas residuales. 14
1.3.16. Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). 15
1.3.17. Pretratamiento. 15
1.3.18. Esquema de PTAR de la Localidad de Jivia. 17
1.3.19. Tratamiento primario de aguas residuales. 18

1.3.20. Tanque Séptico. ... 18
1.3.21. Tanque séptico doble compartimiento. ... 19
1.3.22. La función del tanque séptico. ... 20
1.3.23. Clave para funcionamiento. ... 21
1.3.24. Ventajas. ... 21
1.3.25. Desventajas. ... 22
1.3.26. Tratamiento secundario de aguas residuales. ... 22
1.3.27. Filtro percolador o biológico (Romero Rojas 2008). ... 22
1.3.28. Clasificación de filtros percoladores o biológicos. ... 23
1.3.29. Carga Orgánica. ... 25
1.3.30. Eficiencia. ... 25
1.3.31. Medio Filtrante. ... 25
1.3.32. Proceso microbiológico. ... 25
1.3.33. Tanque séptico y filtro anaeróbico. ... 26
1.3.34. Filtro de flujo descendente. ... 27
1.3.35. Demanda bioquímica de oxigeno (DBO). ... 28
1.3.36. Sólidos totales. ... 28
1.4. Definición de términos. ... 30
1.5. Realidad problemática. ... 32
1.6. Formulación y planteamiento del problema. ... 33
1.7. Justificación. ... 33
1.8. Objetivos. ... 34
1.8.1. Objetivo general. ... 34
1.8.2. Objetivos específicos. ... 34
1.9. Hipótesis. ... 34
CAPÍTULO II: ... 35
II. Marco metodológico. ... 35
2.1. Metodología. ... 35
2.1.1. Materiales. ... 36
2.1.2. Lugar de la investigación. ... 37
2.1.3. Diagnóstico y evaluación de la situación actual de los sistemas de tanque séptico y filtro biológico de la PTAR. ... 37
2.2. Tipo de estudio. ... 45
2.3. Diseño. ... 46
2.4. Variables. ... 46

2.5. Operacionalización de variables. 47
2.5.1. Matriz de consistencia. 48
2.6. Población, muestra y muestreo. 50
2.6.1. Población. 50
2.6.2. Muestra. 50
2.6.3. Muestreo. 50
2.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. 50
2.8. Ámbito de estudio. 51
CAPÍTULO III: 52
3.1. Resultados. 52
3.1.1. Informe de ensayos de Laboratorio. 52
CAPÍTULO IV: 60
4.1. Discusión. 60
CAPÍTULO V: 61
5.1. Conclusiones y recomendaciones. 61
5.1.1. Conclusiones. 61
5.1.2. Recomendaciones. 62
CAPÍTULO VI: 63
6.1. Referencias bibliográficas. 63
Bibliografía. 63
ANEXOS 64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°: 1 Valores típicos de los principales contaminantes del ARD. 10
Tabla N°: 2 Principales procesos de tratamiento biológico en AR. 14
Tabla N°: 3 Factores de diseño (Metcalf & Eddy, Inc. 1995). 24
Tabla N°: 4 Factores de diseño de T. séptico seguida de F. percolador. 26
Tabla N°: 5 Materiales utilizados. 36
Tabla N°: 6 Población beneficiaria de PTAR. 42
Tabla N°: 7 Caudal de aforo de agua residual en estiaje. 42
Tabla N°: 8 Caudal de aforo de agua residual en invierno. 44
Tabla N°: 9 Recolección de datos. 47
Tabla N°: 10 Matriz de consistencia. 48
Tabla N°: 11 Recolección de datos. 50
Tabla N°: 12 Resultado de DBO en el laboratorio de la UNASAM. 52
Tabla N°: 13 Resultado de DBP en el laboratorio de la UNASAM. 53
Tabla N°: 14 Resultado de SST en el laboratorio de la UNASAM. 54
Tabla N°: 15 Resultado de DBO en el laboratorio de la UNASAM. 55
Tabla N°: 16 Resultado de SST en el laboratorio de la UNASAM. 57
Tabla N°: 17 Resultado de DBO en el laboratorio de la UNASAM. 58

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°: 1 Pretratamiento - cámara de rejas. 17
Gráfico N°: 2 Planta general PTAR de Jivia. 17
Gráfico N°: 3 Perfil hidráulico de la PTAR de Jivia. 18
Gráfico N°: 4 Tanque séptico de doble compartimiento. 20
Gráfico N°: 5 Localidad de Jivia. Departamento de Huánuco. 37
Gráfico N°: 6 Planta existente de la Localidad de Jivia. 38
Gráfico N°: 7 Filtro percolador sin funcionar. 41
Gráfico N°: 8 Variación horaria del caudal de las A.R. 43
Gráfico N°: 9 Variación horaria del caudal de las A.R 45
Gráfico N°: 10 Remoción de SST en cada unidad de tratamiento. 52
Gráfico N°: 11 Remoción de DBO en cada unidad de tratamiento. 53
Gráfico N°: 12 Remoción de SST en cada unidad de tratamiento. 55
Gráfico N°: 13 Remoción de DBO en cada unidad de tratamiento. 56
Gráfico N°: 14 Remoción de SST en cada unidad de tratamiento. 57
Gráfico N°: 15 Remoción de DBO en cada unidad de tratamiento. 58

RESUMEN

La planta de tratamiento de aguas residuales de la Localidad de Jivia, es un sistema existente de fácil de operar y de bajo costo, sin embargo, el tratamiento de Tanque Séptico y Filtro Percolador por sí solo no puede alcanzar los estándares de calidad que exige la Ley General de Ambiente para el efluente de plantas de tratamiento de aguas residuales.

La presente tesis muestra sobre "Determinación y Mejoramiento de la Eficiencia del Sistema de Tanque Séptico y Filtro Biológico de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de La Localidad De Jivia – Departamento de Huánuco". La investigación surge por la necesidad de solucionar el problema de funcionamiento parcial de tanque séptico y no funcionamiento de filtro percolador, para lo que ha sido diseñado y construido, por ello se hizo funcionar el sistema con la construcción de un tratamiento preliminar y con la mejora del filtro percolador, la limpieza y mantenimiento. Además, es importante conocer la configuración de los componentes, que tan eficiente son en la remoción de Sólidos Totales en Suspensión y Demanda Bioquímica de Oxigeno de la planta de tratamiento de agua residual de la Localidad de Jivia, para su correspondiente análisis en el laboratorio de la UNASAM, se realizó la caracterización del agua residual. Así como también de las unidades de T. Séptico y F. percolador, después de la mejora, limpieza y mantenimiento de los componentes de la planta de tratamiento, se funcionan correctamente; y para cumplir los objetivos de la investigación se determinó el análisis en el laboratorio, obteniendo los resultados favorables de la remoción de las concentraciones de la materia orgánica de 241 mg/l a 98 mg/l de DBO y 312 mg/l a 31 mg/l de SST, para el vertimiento de efluentes de las plantas de tratamiento de agua residual a cuerpos receptoras como indica según el límite máximo permisible. Se llega a concluir la configuración del sistema de tratamiento funciona correctamente y remueve los parámetros analizados, por esta razón se puede implementar este tipo de sistemas de tratamiento de AR para las zonas rurales en el Departamento de Huánuco.

Para la realización de la presente investigación, se identificaron los problemas, oportunidades y objetivos que se presentan en la PTAR de la Localidad de Jivia y se determinaron los requerimientos, a través de encuestas, observación directa y revisión de documentos.

Palabras claves: tanque séptico, filtro biológico y planta de tratamiento de aguas residuales.

ABSTRACT

The wastewater treatment plant of the Town of Jivia, is an existing system of easy to operate and low cost, however, the treatment of Septic Tank and Percolating Filter alone can not meet the quality standards required by the General Environmental Law for the effluent of wastewater treatment plants.

This thesis shows on "Determination and Improvement of the Efficiency of the Septic Tank System and Biological Filter of the Wastewater Treatment Plant of the Town of Jivia - Department of Huánuco". The investigation arises from the need to solve the problem of partial operation of septic tank and non-functioning percolator filter, for which it has been designed and built, therefore the system was operated with the construction of a preliminary treatment and with the improvement of the trickling filter, cleaning and maintenance. In addition, it is important to know the configuration of the components, which are so efficient in the removal of Total Solids in Suspension and Biochemical Oxygen Demand from the wastewater treatment plant of the Jivia Locality, for its corresponding analysis in the laboratory of UNASAM, the characterization of wastewater was carried out. As well as the units of Septic Tank and Percolator Filter, after the improvement, cleaning and maintenance of the components of the treatment plant, they work correctly; and to meet the objectives of the research, the analysis was determined in the laboratory, obtaining the favorable results of the removal of organic matter concentrations from 241 mg / l to 98 mg / l of BOD and 312 mg / l to 31 mg / l of SST, for the discharge of effluents from wastewater treatment plants to receiving bodies as indicated by the maximum permissible limit. It is concluded that the configuration of the treatment system works correctly and removes the parameters analyzed, for this reason this type of AR treatment systems can be implemented for rural areas in the Department of Huánuco.

For the realization of the present investigation, the problems, opportunities and objectives that are presented in the PTAR of the Town of Jivia were identified and the requirements were determined, through surveys, direct observation and review of documents.

Keywords: septic tank, biological filter and wastewater treatment plant.

CAPÍTULO I:

I. Introducción.

La presente investigación titulada “Determinación y Mejoramiento de la Eficiencia del Sistema De Tanque Séptico y Filtro Biológico de la Planta de Tratamiento De Aguas Residuales de La Localidad De Jivia – Departamento De Huánuco”, tiene por objetivo general determinar y mejorar la eficiencia del sistema de tanque séptico y filtro Biológico en el tratamiento de aguas residuales en la Localidad de Jivia.

Actualmente la planta de tratamiento de aguas residuales se encuentra en estado de funcionamiento, después de mantenimiento y mejora de las unidades de tiramiento, con la implementación de un tratamiento preliminar; el cambio de tuberías de ingreso de 1 pulg. y distribución de caudal en el área del filtro, así como también la instalación de gravas de filtro de primera capa de 0.50 cm de altura con las gravas de diámetro de 5 a 7 cm y la segunda de capa de 1.00 m de altura con diámetros de gravas de 2.5 a 5 cm, para obtener un efluente tratado en el tratamiento secundario (filtro percolador).

La tesis permitirá hacer conocer la eficiencia de remoción de DBO y SST a la fue diseñada y construida para el vertimiento de efluente al cuerpo receptor del rio Lauricocha. Los análisis de la remoción de DBO y SST se determinó en el Laboratorio de la Facultad de Ciencias del Ambiente - UNASAM.

La tesis contempla 6 capítulos: Introducción, Marco metodológico, Resultados, Discusión de resultados. Además, se encuentran las Conclusiones, Recomendaciones, Referencias bibliográficas y Anexos.

1.1. Antecedentes y fundamentación científica, técnica.

Después de una búsqueda en las diferentes fuentes de información se encontraron los siguientes antecedentes que dieron soporte a esta tesis:

- Una tesis desarrollada en la Universidad de Costa Rica (Serrano, 2005), tenía como objetivo evaluar el funcionamiento y la eficiencia de dos sistemas de tanque séptico, mejorados con la adición de un reactor anaeróbico de flujo ascendente (RAFA) y un filtro percolador para determinar su implantación como solución al problema de tratamiento y la disposición de aguas residuales. La principal conclusión a que llego la investigación es que los filtros presentaban bajas eficiencias debido de una serie de problema en su construcción y operación. La tesis como está planteada presenta una serie de deficiencias que lo imposibilitan de obtener datos o resultados concluyentes.

- En proyecto de la Municipalidad Distrital de Jivia: "Ampliación y Mejoramiento de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de la localidad de Jivia y Ripan en el distrito de Jivia provincia de Lauricocha Región de Huánuco", considera la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas que consta de un 01 tanque séptico, 01 filtro percolador y 01 sedimentador secundario, para disminuir las enfermedades predominantes como las infecciones respiratorias agudas (IRA), enfermedades diarreicas agudas (EDA) y así como también enfermedades parasitarias, entre otras.

1.2. Trabajos previos.

Antes del inicio de la tesis de investigación, se realizó las coordinaciones con las autoridades de la Municipalidad Distrital de Jivia, con la finalidad de obtener las autorizaciones y para desarrollar la tesis titulada: "Determinación y Mejoramiento de la Eficiencia del Sistema de Tanque Séptico y Filtro Biológico de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de La Localidad De Jivia – Departamento de Huánuco".

El acuerdo principal al que se llego fue dejarlo operativo todo el sistema de planta de tratamiento de agua residual, además para cumplir los objetivos de la investigación.

1.3. Teorías relacionadas con el tema.

1.3.1. Aguas residuales domesticas (ARD).

En general (GRUPP, 2010), el líquido cloacal contiene 99.99% de agua. La materia orgánica está constituida por los desechos sólidos que normalmente provenientes de las actividades domésticas como lavado de ropa, baño, preparación de alimentos, limpieza, etc. Estos desechos presentan un alto contenido de materia orgánica, detergentes, aceites y grasas, material mineral insoluble (arena, arcilla y grava), entre otros. Su composición varía según los hábitos de la población que los genera.

Se consideran aguas residuales Municipales, Residuos líquidos transportados por el alcantarillado de una zona rural o población y tratados en una planta de tratamiento municipal.

1.3.2. Características de aguas residuales.

Las aguas residuales son aguas evacuadas que presentan contaminación, conocidas también como aguas negras o grises, dependiendo de su origen. Entre las distintas fuentes de aguas residuales se encuentras las aguas residenciales, comerciales, industriales, institucionales o de usos recreativos (Metcalf & Eddy, Inc. 1995).

1.3.3. Composición de los caudales de aguas residuales.

Los componentes que tiene el caudal de aguas residuales de la comunidad depende del tipo de recolección que se emplea, y las composiciones que se incluye los siguientes:

a) Agua residual doméstica (ARD).

Viene de las áreas residenciales o de las instalaciones comerciales, públicas y similares. (Metcalf & Eddy, Inc. 1995).

1.3.4. Composición típica de aguas residuales domésticas.

El agua residual doméstico (ARD), está compuesta por un 99.9% de agua y un 0.1% de sólidos, de los cuales el 70% son orgánicos y el 30% son inorgánicos como arenas, sales y metales; siendo éste 0.1% el que debe ser sometido a tratamiento en las PTARs. La composición del agua residual está en función del uso, ésta depende tanto de las características sociales y económicas de la población, así como del clima, la cultura y del uso del suelo entre otras. (Von Sperling y Chernicharo, 2005).

1.3.5. Características físicas.

Existen diferentes características físicas además de las mencionadas previamente, temperatura, conductividad, distribución de tamaño de partículas. Se enfoca principalmente en los sólidos totales y sólidos volátiles totales ya que son unos de los parámetros importantes de diseño para distintos sistemas de tratamiento de aguas residuales. (Metcalf & Eddy, 1996).

Las características más importantes de las aguas residuales son:

a) Color: la coloración de las aguas residuales urbanas determina cualitativamente el tiempo de las mismas. Generalmente varía del beige claro al negro. Si el agua es reciente, suele presentar coloración beige clara; oscureciéndose a medida que pasa el tiempo, pasando a ser de color gris o negro, debido a la implantación de condiciones de anaerobiosis, por descomposición bacteriana de la materia orgánica.

b) Olor: se debe principalmente a la presencia de determinadas sustancias producidas por la descomposición anaerobia de la materia orgánica: ácido sulfhídrico y otras sustancias volátiles. Si las aguas residuales son recientes, no presentan olores desagradables ni intensos. A medida que pasa el tiempo, aumenta el olor por desprendimiento de gases como el sulfhídrico o compuestos amoniacales por descomposición anaerobia.

c) Temperatura: en los efluentes urbanos oscila entre 15º y 20ºC, lo que facilita el desarrollo de los microorganismos existentes.

d) Sólidos: de forma genérica, los sólidos son todos aquellos elementos o compuestos presentes en el agua residual que no son agua. Entre los efectos negativos sobre los medios hídricos, caben destacar entre otros, disminución en la fotosíntesis por el aumento de la turbidez del agua, formación de depósitos por sedimentación en el fondo de los medios receptores, favoreciendo la aparición de condiciones anaerobias o aumentos de la salinidad e incrementos de la presión osmótica.

1.3.6. Características químicas del agua residual doméstico.

Son las aguas residuales, que vienen definidas por sus componentes orgánicos, inorgánicos y gaseosos.

1.3.7. Componentes orgánicos.

- Los orgánicos pueden ser de origen vegetal o animal, aunque cada vez, y con mayor frecuencia, las aguas residuales también contienen compuestos orgánicos sintéticos. Las proteínas, hidratos de carbono y lípidos, así como sus derivados, son los compuestos orgánicos que principalmente parecen en este tipo de aguas. Son biodegradables y su eliminación por oxidación es relativamente sencilla.

- Las proteínas se encuentran entre el 40 y el 60% de la materia orgánica de un agua residual, y junto con la urea, son los principales responsables de la presencia de nitrógeno en las aguas residuales. La existencia de grandes cantidades de proteínas en el agua residual puede ser origen de olores desagradables debido a los procesos de descomposición.

- Los hidratos de carbono representan entre un 25 y 50% de la materia orgánica. Desde el punto de vista del volumen y la resistencia a la

descomposición, la celulosa es el hidrato de carbono cuya presencia en el agua residual es la más importante.

- En las aguas residuales, sin componente industrial, la presencia de grasas y aceites suele ser baja, no más de un 10%, lo que no evita que puedan provocar problemas tanto en la red de alcantarillado como en las plantas de tratamiento. Si no se elimina el contenido en grasa antes del vertido del agua residual, puede interferir con los organismos existentes en las aguas superficiales y crear películas y acumulaciones de materia flotante desagradables, impidiendo en determinadas ocasiones la realización de actividades como la fotosíntesis, respiración y transpiración.

- Junto con las proteínas, los hidratos de carbono, las grasas y los aceites, en el agua residual aparecen pequeñas cantidades de moléculas orgánicas sintéticas, cuya estructura puede ser desde muy simple a extremadamente compleja. Entre estas moléculas orgánicas sintéticas, destacan los agentes tenso activos.

- Los agentes están formados por moléculas de gran tamaño, ligeramente solubles en agua. Son responsables de la aparición de espumas en las plantas de tratamiento y en la superficie de los cuerpos de agua receptores de los vertidos. Estas sustancias son los principales componentes de los detergentes, por lo que su presencia en las aguas residuales, se detecta por la aparición de espumas en la superficie. Las formaciones de estas espumas producen un incremento de contaminación por materia orgánica disuelta al emulsionar y/o solubilizar las grasas y los aceites presentes en el agua.

1.3.8. Componentes inorgánicos.

Se consideran a todos los sólidos de origen generalmente mineral, como las sales minerales, arcillas, lodos, arenas y gravas, y ciertos compuestos como sulfatos, carbonatos, etc.

a) Componentes gaseosas.

Las aguas residuales, contiene diversos gases en diferente concentración, entre los que destacan:

- Oxígeno disuelto: es fundamental para la respiración de los organismos aerobios presentes en al agua residual. El control de este gas a lo largo del tiempo, suministra una serie de datos fundamentales para el conocimiento del estado del agua residual. La cantidad presente en el agua depende de muchos factores, principalmente relacionados con la temperatura y actividades químicas y biológicas, entre otros.

- Ácido sulfhídrico: es un gas que se forma en un medio anaerobio por la descomposición de ciertas sustancias orgánicas e inorgánicas que contienen azufre. Su presencia se manifiesta fundamentalmente por el olor repulsivo característico que produce.

- Anhídrido carbónico: se produce en las fermentaciones de los compuestos orgánicos de las aguas residuales.

- Metano: se forma en la descomposición anaerobia de la materia orgánica, apareciendo sobre todo en cierto tipo de estaciones depuradoras, donde se llevan a cabo procesos de estabilización de fangos vía anaerobia, ofreciendo algunas posibilidades de aprovechamiento como combustible.

- Otros gases: Se trata principalmente de gases malolientes, como ácidos grasos volátiles, indol y otros derivados del nitrógeno.

1.3.9. Características biológicas.

Las aguas residuales, vienen dadas por una gran variedad de organismos vivos de alta capacidad metabólica, y gran potencial de descomposición y degradación de la materia orgánica e inorgánica.

El componente orgánico de las aguas residuales es un medio de cultivo que permite el desarrollo de los microorganismos que cierran los ciclos biogeoquímicos de elementos como el carbono, el nitrógeno, el fósforo o el azufre.

Los organismos que principalmente se encuentran en las aguas residuales son: algas, mohos, bacterias, virus, rotíferos, nematodos, larvas, etc.

1.3.10. Principales contaminantes y parámetros de caracterización (Martin Garcia 200).

Los principales compuestos a controlar y eliminar de las aguas residuales pueden resumirse en los siguientes:

a) **Objetos gruesos:** trozos de madera, trapos, plásticos, etc., que son arrojados a la red de alcantarillado.

b) **Arenas:** bajo esta denominación se engloban las arenas propiamente dichas, gravas y partículas más o menos grandes de origen mineral u orgánico.

c) **Grasas y aceites:** sustancias que al no mezclarse con el agua permanecen en su superficie dando lugar a natas. Su procedencia es doméstica.

d) **Sustancias con requerimientos de oxigeno:** materia orgánica y compuestos inorgánicos que se oxidan fácilmente, lo que provoca un consumo del oxígeno del medio al que se vierten.

e) **Nutrientes (Nitrógeno y Fosforo):** su presencia en las aguas es debida principalmente a los detergentes y a los fertilizantes. Igualmente, las excretas humanas aportan nitrógeno orgánico. El nitrógeno, fósforo y carbono son nutrientes esenciales para el crecimiento de los organismos. Cuando se vierten al medio acuático, pueden favorecer el crecimiento de una vida acuática no deseada. Si se vierten al terreno en cantidades excesivas pueden provocar la contaminación del agua subterránea.

Agentes patógenos: organismos presentes en mayor o menor cantidad en las aguas residuales y que pueden producir o transmitir enfermedades (virus, bacterias, protozoos, hongos, etc.).

f) **Contaminantes emergentes o prioritarios:** los hábitos de consumo de la sociedad actual generan una serie de contaminantes que no existían anteriormente. Estas sustancias aparecen principalmente añadidas a productos de cuidado personal, de limpieza doméstica, farmacéuticos (residuos de antibióticos, hormonas, etc.). A estos productos se les conoce bajo la denominación genérica de contaminantes emergentes, no eliminándose la mayoría de ellos en las plantas convencionales de tratamiento de aguas residuales urbanas.

Para caracterizar las aguas residuales se emplean un conjunto de parámetros que permiten cuantificar los contaminantes anteriormente definidos. Los parámetros de uso más habitual son los siguientes:

g) **Sólidos en Suspensión:** sólidos que no pasan a través de una membrana filtrante de un tamaño determinado (0,45 micras). Dentro de los sólidos en suspensión se encuentran los sólidos sedimentables, que decantan por su propio peso y los no sedimentables.

h) **Aceites y Grasas:** el contenido en aceites y grasas presentes en un agua residual, se determina mediante su extracción previa con un disolvente apropiado, la posterior evaporación del disolvente y el pesaje del residuo obtenido.

i) **Demanda Bioquímica de Oxigeno a los 5 días (DBO_5):** cantidad de oxígeno disuelto (mg O2/l) necesario para oxidar biológicamente la materia orgánica de las aguas residuales. En el transcurso de los cinco días de duración del ensayo se consume aproximadamente el 70 % de las sustancias biodegradables.

j) **Nitrógeno:** se presenta en las aguas residuales en forma de amoniaco fundamentalmente y, en menor medida, como nitratos y nitritos. Para su determinación se recurre a métodos espectrofotométricos.

k) **Fosforo:** en las aguas residuales aparece principalmente como fosfatos orgánicos y polifosfatos. Para su determinación se emplean métodos espectrofotométricos.

l) **Organismos patógenos:** son como organismos indicadores de contaminación fecal se utilizan normalmente los Coliformes (Totales y Fecales).

Los valores habituales de estos parámetros en las aguas residuales de origen principalmente doméstico se recogen en la tabla siguiente.

Tabla N°: 1 Valores típicos de los principales contaminantes del ARD.

Parámetro	**Contaminación**		
	Fuerte	**Media**	**Ligera**
Sólidos en Suspensión (mg/l)	350	220	100
DBO_5 (mg O2/l)	400	220	110
Nitrógeno (mg N/l)	85	40	20
Fósforo (mg P/l)	15	8	4
Grasas (mg/l)	150	100	50
Coliformes Fecales (ufc/100 ml)	10^6-10^8	10^6-10^7	10^5-10^7

Fuente: (Metcalf & Eddy, Inc. 1995).

1.3.11. Tratamiento.

El tratamiento de aguas residuales es un conjunto de operación física y biológica, que persiguen eliminar la mayor cantidad posible de contaminantes antes de su vertimiento, de forma que los niveles de contaminación que queden en los efluentes tratados que cumplan los límites legales existentes. (Alianza por el Agua s.f.).

1.3.12. Proceso de tratamiento de aguas residuales.

Según (DSENY, 1995) resalta de mayor importancia, desde el punto de vista de saneamiento ambiental, es la necesidad de tratamiento de las aguas residuales generadas por las distintas actividades de una población o en las ciudades, ya que, a partir de las mismas, se realizará la recarga de los acuíferos. Además, el vertimiento de estas aguas residuales, dependiendo del grado de descarga, ocasiona problemas de contaminación al medio ambiente, tales como en el suelo, las aguas subterráneas y el aire.

El objetivo principal del tratamiento de las aguas residuales es corregir sus características indeseables, de tal manera que su uso o disposición final pueda ocurrir de acuerdo con las reglas y criterios definidos por las autoridades legislativas. Los tratamientos incluirán la reducción de la concentración de por lo menos a los siguientes constituyentes más importantes del agua residual:

- Sólidos en suspensión.
- Material orgánico (biodegradable).
- Nutrientes (principalmente nitrógeno y fósforo).
- Organismos patógenos.

Existen diferentes procesos para tratamientos de aguas residuales, que pueden involucrar procesos aerobios o anaerobios. Entre los diferentes tratamientos existentes se encuentran los tratamientos primarios y secundarios. Los procesos primarios son aquellos que se aplican procedimientos no biológicos como: sedimentación, filtración, desbaste y mientras los tratamientos secundarios son aquellos que usa agentes biológicos o químicos. (Crites & Tchobanoglous, 2000).

1.3.13. Objetivos del tratamiento de aguas residuales.

Define (Unda, 1999), la contaminación de los cuerpos de agua origina la vida acuática entre otros, problemas en la salud pública al aumentar el riesgo de

transmisión de enfermedades infecciosas, problemas estéticos al alterar el aspecto agradable y natural del paisaje, problemas ambientales al comprometer la supervivencia de la biota presente, el bienestar de la población y los usos recreativos y deportivos; además, la contaminación demanda un mayor consumo de insumos químicos en las plantas de potabilización o de uso industrial.

Para Castro (2003) tres aspectos básicos son analizados cuando se presenta la contaminación de los cuerpos de agua por causa de la descarga de aguas residuales; el primero se refiere a la cantidad de concentración de coliformes fecales que refleja el riesgo relativo de infección; el segundo alude a la calidad física y química de contenido del agua, en especial lo relacionado con el contenido de materia orgánica en solución, suspensión o en estado coloidal, la presencia de grasas o aceites, de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo. El tercero se refiere a los objetivos de calidad del agua en función de sus usos, tales como en las actividades del hombre, el doméstico, la preservación de la flora y fauna, el agrícola y el recreativo.

Al final hay varios investigadores se definen que el objetivo del tratamiento de aguas residuales es proteger la salud pública, promover el bienestar de las personas y proteger el medio ambiente. Para otros autores, el objetivo es disminuir el contenido de las características del agua de tal forma que el efluente tratado cumpla con los requisitos de límites máximos permisibles, para ser vertido en un cuerpo receptor (ríos o quebradas) sin causar impactos adversos en el ecosistema o pueda ser reutilizado en otras actividades (Bernal y Cardona, 2003).

1.3.14. Procesos biológicos combinados (anaerobio y aerobio).

El tratamiento biológico, al ser una herramienta de la naturaleza, está mejor adaptada para resolver los problemas de tratamiento de aguas residuales biodegradables, como las de origen municipal (Noyola, 1996). Así como también los procesos anaerobios y aerobios cumplen los requisitos deseables para establecer una tecnología perdurable siempre y cuando se conozcan sus

limitaciones y bondades, de manera que se ajusten buscando un beneficio en particular (objetivos de tratamiento).

La influencia del clima y la temperatura del agua son particularmente importantes para los sistemas naturales, así como para los sistemas compactos anaerobios. De esta forma, temperaturas inferiores a 10ºC o ambientes donde la temperatura es cercana a 0ºC puede limitar la aplicación de estos procesos, lo que resulta menos problemático para los procesos compactos aerobios o fisicoquímicos (Noyola, 2003). En este contexto, las condiciones ambientales prevalecen a la hora de escoger el tipo de tecnología a utilizar, sin embargo, es sabido que el tratamiento combinado se presenta como una gran opción.

Una combinación entre ciertos procesos compactos y procesos naturales podrá en ocasiones ser una ventajosa opción, en particular cuando los costos deben ser reducidos y se tienen ciertas limitaciones de terreno (Crites y Tchobanoglous, 2000).

Es sabido que los procesos biológicos, ya sea aerobio o anaerobio, por si solos son insuficientes para la eliminación de microorganismos patógenos y nutrientes, excepto las lagunas de estabilización para el caso de los patógenos (von Sperling, 1995); posicionando la combinación de procesos como una herramienta a la hora de eliminar este tipo de constituyentes en las aguas residuales.

Para solucionar el problema de tratamiento del AR, existen procesos de tipo aerobio y anaerobio o procesos combinados anaerobio-aerobio. En la siguiente tabla se observan los principales procesos biológicos empleados.

Tabla N°: 2 Principales procesos de tratamiento biológico en AR.

Tipo	Nombre	Uso	Fundamentos del Proceso	Eficiencias logradas
Proceso anaerobio	Tanque séptico		Se logran las fases de hidrólisis y acidogénesis del material orgánico, con la correspondiente retención de sólidos biodegradables durante más tiempo, que el material orgánico presente en forma disuelta o coloidal.	40-50% DBO y SST
			Se complementa con otro tratamiento buscando mejorar eficiencias de reducción	
Proceso aerobio	Filtro percolador	Reducción de la DBO carbonácea, nitrificación	La materia orgánica que se halla presente en el AR, es degradada por la población de microorganismos adherida al medio, en cuyas capas externas es degradada por los microorganismos aerobios.	80-85% DBO y SST
			A medida que los microorganismos crecen el espesor de la película aumenta y el oxígeno es consumido antes de que pueda penetrar todo el espesor de la película.	

Fuente: (Adaptado de Crites y Tchobanoglous, 2000*).*

1.3.15. Tecnologías de tratamiento biológico de aguas residuales.

Los procesos biológicos utilizan microorganismos que se alimentan de la materia orgánica y reducen su concentración en las aguas residuales, además de utilizar los compuestos para la formación de nuevas células (Díaz et al., 2002).

Los procesos de tratamientos biológicos se clasifican en lo siguiente:

- Aerobios: realizados por microorganismos, cuyo metabolismo tiene lugar en presencia de oxígeno disuelto. Los productos finales son principalmente CO_2, H_2O y una parte es empleada para la formación de nuevos microorganismos.

- Anaerobios: realizados por microorganismos cuyo metabolismo se efectúa en ausencia de oxígeno libre, pudiendo verse gravemente afectados por su presencia. Los productos finales son CH_4 y CO_2.

1.3.16. Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

Una PTAR es una instalación donde a las aguas residuales se les retiran los contaminantes, para hacer de ella un agua sin riesgos a la salud y/o medio ambiente al disponerla en un cuerpo receptor natural (mar, ríos o lagos) o por su reúso en otras actividades de nuestra vida cotidiana con excepción del consumo humano (no para ingerir o aseo personal).

1.3.17. Pretratamiento.

Las aguas residuales antes de su tratamiento, se someten a un tratamiento preliminar, que comprende a una operación física y mecánica, que tiene por objetivo separar del agua residual la mayor cantidad posible de materias, que, por su naturaleza o tamaño, pueden evitar problemas en las etapas posteriores de tratamiento.

El correcto diseño y posterior mantenimiento de la etapa de pretratamiento son aspectos de gran importancia, pues cualquier deficiencia en los mismos se repercutirá negativamente en las instalaciones originando obstrucciones en las tuberías y accesorios.

Dentro del pretratamiento se encuentran las operaciones de operación de separación de grandes sólidos como el desbaste.

a) Separación de grandes sólidos.

Cuando en las aguas residuales a tratar se prevea la presencia de sólidos de gran tamaño o una excesiva cantidad de arenas, se recurre a ubicar en la cabecera de la PTAR, que permita separación de los elementos indicados.

b) Rejillas.

El objetivo de rejillas es la eliminación de los sólidos de pequeño y mediano tamaño, tales como trozos de madera, trapos, plásticos y otros, de modo que podrían deteriorar y obstruir el paso del efluente del agua a las siguientes unidades de tratamiento.

El procedimiento más usual consiste en hacer pasar las aguas a través de rejas, de acuerdo a la separación entre los barrotes, que pueden clasificarse en:

- Las rejillas de gruesos: el paso libre entre los barrotes es de 50 a 100 mm.

- Las rejillas de finos: el paso libre entre los barrotes es de 10 a 25 mm.

- El emparrillado de las rejillas debe estar en función a la estructura funcional, está inclinado con respecto al piso del canal donde se instalan, y según como se ejecute la extracción de los residuos retenidos en las rejillas, se realiza la extracción y la limpieza a manual.

- Las rejas de limpieza manual se instalan con una inclinación de 30 a 60° con respecto al plano horizontal, pero lo más conveniente y recomendable se instala con una inclinación de 45°. (Valdez Alva, Alba B. y Vazques Gonzales 2003).

Gráfico N°: 1 Pretratamiento - cámara de rejas.

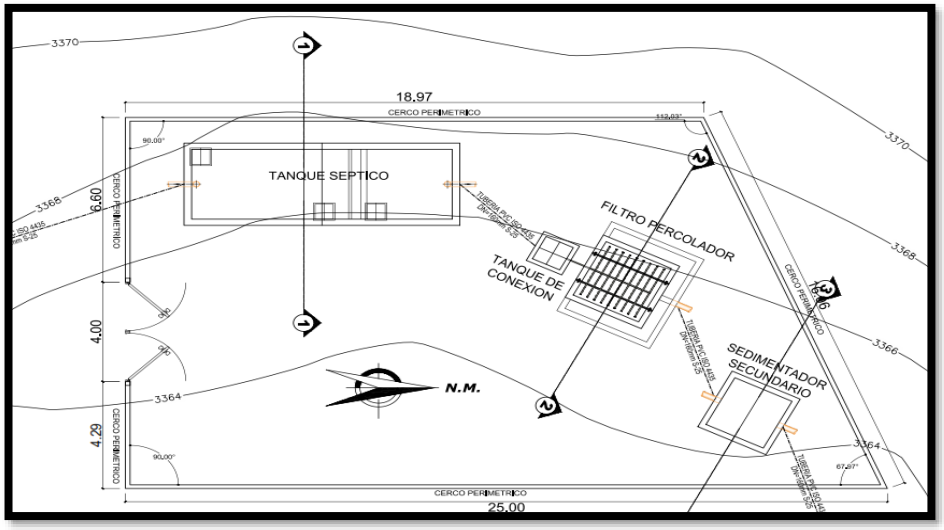
Fuente: (Valdez Alva, Alba B. y Vazques Gonzales 2003).

1.3.18. Esquema de PTAR de la Localidad de Jivia.

La PTAR de la localidad de Jivia, se ubica parte posterior del C.N.I. Pedro Bernardo Peña el ingreso del emisor es por un pasaje y está al extremo izquierdo del Rio Lauricocha, tiene un esquema de sistema constituido por un tanque séptico como tratamiento primario y un filtro biológico como tratamiento secundario.

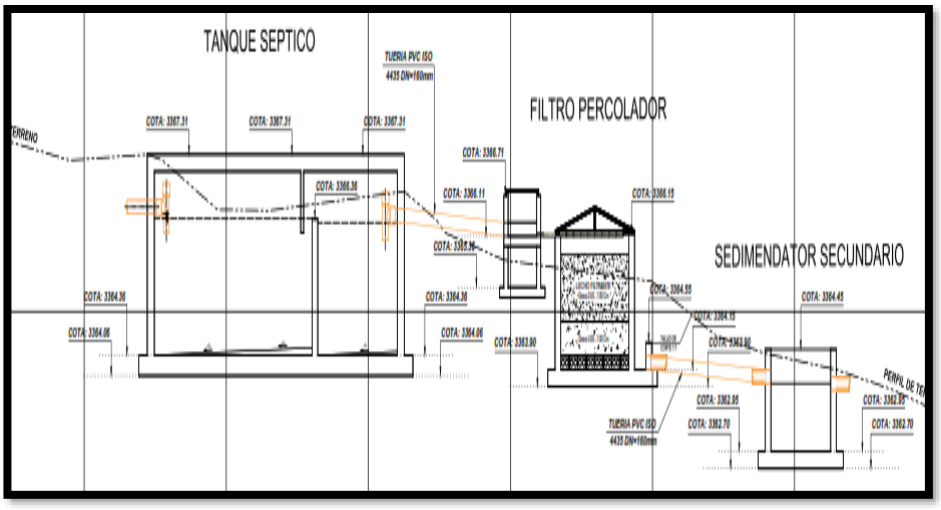
La planta de la configuración se muestra en la Figura 2. El perfil hidráulico se muestra en la Figura N° 3.

Gráfico N°: 2 Planta general PTAR de Jivia.



Fuente: Plano Municipalidad Distrital de Jivia.

Gráfico N°: 3 Perfil hidráulico de la PTAR de Jivia.



Fuente: Plano Municipalidad Distrital de Jivia.

1.3.19. Tratamiento primario de aguas residuales.

El Real Decreto-Ley 11/95 define al tratamiento primario como "el tratamiento de aguas residuales urbanas mediante un proceso físico o fisicoquímico que incluya la sedimentación de sólidos en suspensión, u otros procesos en los que la DBO_5 de las aguas residuales que entren, se reduzca, por lo menos, en un 20% antes del vertido, y de sólidos en suspensión en las aguas residuales de entrada se reduzca, por lo menos, en un 50%".

Un tratamiento primario, tienen como objetivo disminuir la carga orgánica del agua a procesar, donde se separan por efecto de la gravedad, una cierta cantidad de las partículas sólidos de gran tamaño y sólidos sedimentables de menor tamaño y grasas. El tratamiento primario es uno de las principales operaciones unitarias que se utiliza en el tratamiento de las aguas residuales. Para efectos de esta investigación sea utilizado como tratamiento primario un tanque séptico. (Alianza por el Agua s.f.).

1.3.20. Tanque Séptico.

Se utilizan como medio de tratamiento in situ para residencias individuales y pequeñas comunidades donde no se posee sistemas de Alcantarillado.

Un tanque séptico son estructuras diseñadas para el almacenamiento y tratamiento preliminar, que recibe y trata las aguas servidas que provienen de las viviendas. Esta fosa se funciona como un sistema físico dejando la parte sólida de las aguas servidas, es separada por un proceso de sedimentación y se descompongan en la parte inferior, y a través del denominado "proceso séptico" se estabiliza la materia orgánica de esta agua para lograr transformarla en un lodo inofensivo. Mientras los sólidos orgánicos se descomponen por acción bacteriana anaerobia.

Una vez descompuestos los gases generados por esta descomposición se mantendrán en la parte superior fuera del límite de agua residual llevando consigo parte de sólidos descompuestos formando una capa superficial o nata. El tanque trabaja en condiciones anaerobias. (Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York, 1998).

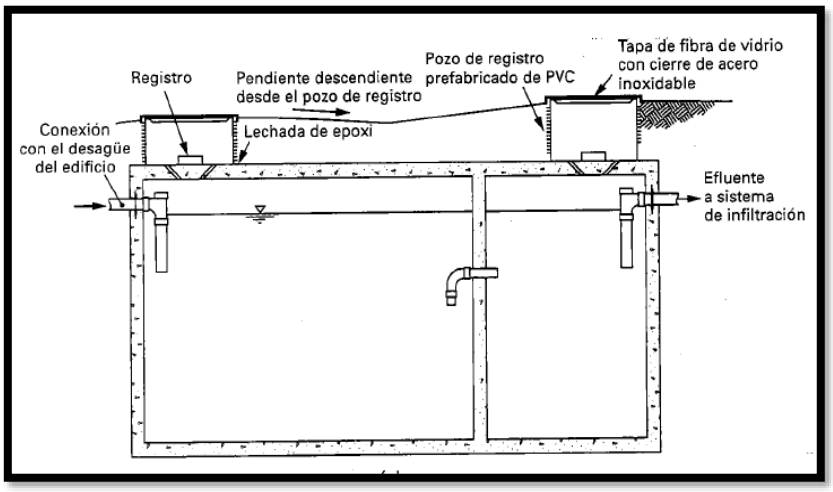
1.3.21. Tanque séptico doble compartimiento.

La principal función del doble compartimento es reducir la descarga de sólidos en el efluente, sin embargo, se ha probado que la configuración de la eficiente para este mismo propósito. El agua debe seguir un recorrido a través de pantallas y filtros en donde los sólidos quedan retenidos.

En ambos sistemas el agua con materiales flotantes, aceites y espumas queda en las capas superficiales y los sólidos sedimentables se van al fondo del tanque, de manera que el efluente corresponde al líquido entre estas dos capas, que está más clarificado. La materia orgánica retenida en el fondo del tanque experimenta descomposición facultativa y anaeróbica, transformándose en compuestos más estables tales como anhídrido carbónico (CO_2), metano (CH_4) y ácido sulfhídrico (H_2S). A pesar de que el volumen de sólidos acumulados en el fondo del tanque está constantemente siendo reducido por la descomposición anaeróbica, siempre existe acumulación neta de lodos en el fondo. Algunos de ellos son residuos suspendidos por los gases de la descomposición y frecuentemente se adhieren a la parte inferior de la capa de espuma, aumentando el grosor de esta última. Debido a que la acumulación a

largo plazo de espumas y lodos en los tanques reduce la capacidad efectiva volumétrica, éstos se deben limpiar periódicamente mediante un bombeo que extraiga dichos materiales. (Metcalf & Eddy, Inc. 1995).

Gráfico N°: 4 Tanque séptico de doble compartimiento.



Fuente: (Metcalf & Eddy, Inc. 1995).

1.3.22. La función del tanque séptico.

Según el (Sergio Ricardo Santa Cruz, 2009), la función del tanque séptico, es acondicionar las aguas residuales para disposición subsuperficial en lugares donde no existe un sistema de alcantarillado sanitario. Este caso sirve:

- Para eliminar sólidos suspendidos y material flotante.
- Realizar el tratamiento anaeróbico de los lodos sedimentados.
- Almacenar lodos y material flotante.

La remoción de DBO en un tanque séptico puede ser el 30 al 50%, de grasas y aceites un 70 a 80%, de fósforo un 15% y de un 50 a 70% de SS, para aguas residuales domesticas típicas. Para localización de un tanque séptico se recomienda tener en cuenta los siguientes criterios:

- Para proteger las fuentes de agua, el tanque debe localizarse a más de 15 m de cualquier fuente de abastecimiento, debe encontrarse a una distancia mayor de 2 m de cualquier fuente de abastecimiento.
- Suficiente para la construcción del sistema de disposición o tratamiento posterior a que haya lugar, debe tener acceso apropiado para su limpieza y mantenimiento sean fáciles.

1.3.23. Clave para funcionamiento.

- La estructura del tanque debe permanecer hermética.
- No debe incorporarse al tanque sobre carga de contaminación orgánica.
- Se debe evitar el vertido de grandes cantidades de grasa, aceite y detergentes y/o lejía.
- En caso de contar con rejillas o filtros, se requiere una limpieza periódica de las mismas.
- Purgar de los lodos digeridos y de los flotantes.

1.3.24. Ventajas.

Apropiado para comunidades rurales, edificaciones, parques u otros similares.

- Limpieza no frecuente.
- Tiene un bajo costo de construcción y operación.
- Mínimo grado de dificultad en operación y mantenimiento si se cuenta con infraestructura de remoción de lodos.
- Consumo energético nulo.
- Bajo impacto visual: instalación enterrada.
- Constituyen el tratamiento previo de muchas tecnologías no convencionales.

1.3.25. Desventajas.

- Bajo rendimiento en reducción de carga orgánica y abatimiento de patógenos, por lo que se requiere tratamientos secundarios.
- Escasa estabilidad frente a caudales punta.
- Acumulación de grasas y aceites en la superficie.
- Generación de malos olores si no se mantiene adecuadamente.
- También de uso limitado a la capacidad de infiltración del terreno que permita disponer adecuadamente los efluentes en el suelo.
- Requiere facilidades para la remoción de lodos (bombas, camiones con bombas de vacío). (Isabel Martin García, 2006).

1.3.26. Tratamiento secundario de aguas residuales.

A) Tratamiento Biológico.

El tratamiento biológico de aguas residuales se usa como un proceso de tratamiento secundario, se usa para eliminar el material que queda después del tratamiento primario (la etapa en la que se eliminan los sedimentos o sustancias de las aguas residuales). Para el tratamiento de aguas residuales pueden usarse el tipo de procesos biológicos (proceso aeróbico) en presencia de oxigeno por microorganismos aerobios (baterías).

1.3.27. Filtro percolador o biológico (Romero Rojas 2008).

El principal objetivo de los procesos de filtros percoladores, es reducir la carga orgánica presente en las aguas residuales. El filtro percolador consiste en un soporte fijo permeable no sumergido (cama) de material, que puede ser natural, como material granular, o sintético, como el plástico. El agua residual fluye a través de esta cama, adhiriendo su biomasa sobre el lecho del sistema. Los microorganismos se reproducen a partir de la materia orgánica y son retenidos en el lecho, creando películas de mayor tamaño que pueden ser removidas posteriormente con procesos de lavados. (Conil, 1996).

El filtro percolador es un filtro biológico de lecho fijo que opera bajo condiciones aeróbicas. Se "deja caer" o rocía agua de desecho decantada sobre el filtro. Al migrar el agua por los poros del filtro, la materia orgánica se degrada por la biomasa que cubre el material del filtro.

El proceso aeróbico de tratamiento de aguas residuales, la eficiencia de los filtros percoladores en la remoción de la materia orgánica está relacionada con la cantidad de microorganismos que estén trabajando en el proceso y con el tiempo de contacto entre los microorganismos y las aguas residuales.

En general (Valencia Montoya, G., PhD) define la eficiencia de la filtración biológica varía entre el 60% a 85%, esto depende de las características de las aguas residuales, de las cargas hidráulica y orgánica que se aplican al filtro percolador.

Las aguas tratadas que ingresan a un filtro percolador deben ser tratadas en otras unidades anteriormente para disminución de los sólidos, tales como en un tratamiento por tanque séptico o sedimentador el afluente que entra al filtro percolador no debe tener sólidos de gran tamaño por poder obstruir las tuberías en el proceso, así como cubrir la biocapa e impedir su desarrollo ocasionando su muerte. En el filtro percolador se logra remover principalmente el DBO y la cantidad de microorganismos presentes en el agua, donde el porcentaje de remoción depende de su diseño respectivo. **(**Sistema Universitario Texas, 2002).

1.3.28. Clasificación de filtros percoladores o biológicos.

Los filtros percoladores se clasifican en función de la carga orgánica en filtros de baja carga, filtros de media y alta carga, filtros de muy alta carga, filtros de desbaste y filtros de dos etapas (Becerra, 2001). Los factores a tener en cuenta a la hora de diseñar un filtro percolador se encuentran en la siguiente Tabla: 3.

Tabla N°: 3 Factores de diseño (Metcalf & Eddy, Inc. 1995).

Elemento	Definición y Parámetros
Tasa hidráulica	Dado que la mayoría de los filtros percoladores de medio rocoso están entre 1 y 2m de profundidad, la carga volumétrica que se utiliza en algunos países se convierte fácilmente a flujo por unidad de área-tiempo.
Tasa orgánica	No hay parámetro para la carga de sólidos y la reducción de sólidos en los filtros no se ha caracterizado de forma predictiva alguna.
Sistema de distribución	La velocidad de giro varía con el caudal en la unidad accionada por reacción, esta debe ser del orden de una vuelta cada 10 min, o menor en un distribuidor de dos brazos, la distancia entre el fondo del brazo del distribuidor y la parte superior del lecho debe ser de 15 – 22 cm, esto permitirá que el agua residual salga de las boquillas, se extienda y cubra de forma uniforme todo el lecho.
Medio filtrante	Una de las características más importantes de un medio filtrante es su resistencia y durabilidad, medios sintéticos se han utilizado con éxito recientemente, como rosetas y las láminas de plástico entrelazadas dispuestas como un panal de abejas para producir medios con gran área superficial, este tipo de medio filtrante puede ajustarse a cualquier configuración de filtro, se pueden construir filtros de hasta 12 m de profundidad.
Drenaje inferior	La ventilación del filtro es esencial para mantener condiciones aerobias y lograr un buen desempeño. Si existe porosidad apropiada dentro del medio del filtro, la diferencia de temperatura entre el aire y el agua residual provee aspiración natural y aireación suficiente. Los fabricantes de medio sintético recomiendan 0.1 m^2 de área de ventilación por cada 3 a 4.6 m de periferia de la torre de filtración y 1 a 2 m^2 de área de ventilación, en el área de drenaje por cada 1000 m^3 de medio.

Según (Crites y Tchobanoglous, 2000). La DBO_5 del efluente y las concentraciones de SST provenientes de los filtros percoladores bien operados y que mantienen una velocidad estándar, se encuentran en el rango de 20 mg/L. Los filtros percoladores convencionales ligeramente cargados han demostrado ser muy efectivos en la nitrificación.

1.3.29. Carga Orgánica.

Representa el flujo másico de materia por unidad de volumen del filtro. Es proporcional a la relación alimento-microorganismos, por lo que también sirve como referencia para determinar la rapidez del crecimiento de la población de bacterias del sistema.

1.3.30. Eficiencia.

La eficiencia del filtro biológico se basa en su capacidad de remoción de DBO_5 presente en el afluente.

1.3.31. Medio Filtrante.

El medio filtrante puede ser piedra triturada o cantos rodados con diámetros entre 0,05 y 0,1m. Este en la superficie de contacto forma la capa de microorganismos.

1.3.32. Proceso microbiológico.

Dentro de los filtros principalmente se encuentran organismos pertenecientes al reino protista, donde se encuentran bacterias aeróbicas, anaeróbicas y facultativas, hongos, algas y protozoarios.

También se encuentran otro tipo de animales como gusanos, larvas de insectos y lombrices.

Las bacterias predominantes son las facultativas. Éstas son las que se encargan de degradar la materia orgánica del agua residual. Las especies más comunes son: Achromobacter, Flavobacterium, Pseudomonas y Alcaligenees. Para las nitrificaciones, las bacterias existentes son: Nitrosomas y Nitrobacter.

1.3.33. Tanque séptico y filtro anaeróbico.

El tanque séptico consta de una cámara rectangular con separaciones o no, éstas se ubican por debajo de la superficie del suelo buscando que las aguas residuales fluyan por gravedad. El período de retención está comprendido entre uno y tres días; durante este período los sólidos se sedimentan en el fondo del tanque, en donde tiene lugar una digestión anaerobia la cual es favorecida por una gruesa capa de espuma que se forma en la superficie del líquido (Van Haandel y Lettinga, 1994).

El filtro anaerobio (también llamado sistema de película fija o de lecho fijo), es utilizado en acompañamiento del tanque séptico; en éste, la biopelícula se encuentra en parte inmovilizada en un material de soporte fijo y en parte en suspensión entre los espacios vacíos que restan (la mayor proporción).

La entrada del flujo es generalmente vertical, ascendente o descendente. El material de relleno actúa como separador de gas (se recoge en la parte superior) proporcionando zonas de reposo para la sedimentación de los sólidos que se encuentran en suspensión (Van Haandel y Lettinga, 1994).

Tabla N°: 4 Factores de diseño de T. séptico seguida de F. percolador.

Elemento	Definición y Parámetro
Tamaño del tanque	El tamaño requerido de un tanque séptico para un establecimiento depende de los caudales anticipados de la instalación, conjuntamente con el caudal proveniente de las viviendas o de otras fuentes, si se trata de un sistema comunitario.

Construcción del tanque	Un factor clave en el diseño del tanque séptico es la relación entre la extensión del área superficial, la capacidad de almacenar el agua residual y la cantidad y velocidad de descarga del agua residual. Estos factores afectan la eficacia y la capacidad de retención de lodos. La construcción del tanque debe también asegurar una estructura de cerrado hermético.
Alcalinidad	El agua residual debe tener alcalinidad suficiente para mantener un pH, en la zona del mayor de 6.5; para ello puede requerirse una alcalinidad igual a un 25% de la DQO del agua residual. Sin embargo, el amonio liberado en la hidrólisis de las proteínas puede reducir la alcalinidad requerida de fuentes externas.
Tiempo de retención	Para aguas residuales de baja concentración es preferible diseñarlos con base en el tiempo de retención hidráulico el cual varía entre 1 y 3 días.
Medio soporte (filtro anaerobio)	Al trabajar con medios plásticos de polipropileno con alta porosidad, se reducen los problemas de obstrucción en el filtro anaerobio que ocurren al usar otro tipo de medio como la piedra.
Falso fondo	Al instalar un falso fondo con una profundidad entre 0.4 a 0.55m y al reducir la altura del medio soporte quedando entre 1 y 1.20m, mejora el funcionamiento del filtro.

Fuente: (Adaptado de Young, 1991; van Haandel y Lettinga, 1994).

1.3.34. Filtro de flujo descendente.

El filtro percolador trabaja en procesos de anaerobio y aerobio de flujo descendente, cuenta con un medio de suspensión con carga microbial alta y también posee la forma cuadrada de un tanque. La diferencia radica en que el ingreso del agua que viene del tanque séptico es por la parte superior mediante las tuberías instaladas y de este ingreso es distribuida las otras

tuberías horizontalmente en forma proporcionalmente con orificios en parte baja para ser roseado el agua sobre el área de las superficies formados por gravas del filtro del tanque. El agua que desciende es recibida por una canal principal en el fondo de ancho 20 cm hacia la salida de la descarga del efluente tratada, para luego ser tratado en la siguiente unidad de tratamiento o vertido al cuerpo receptor. Este sistema de tratamiento es óptimo para aguas residuales con sólidos suspendidos en cantidades moderadas o mínimas.

1.3.35. Demanda bioquímica de oxigeno (DBO).

La DBO, es uno de los parámetros más utilizados en la caracterización de los contaminantes orgánicos. Es la cantidad de oxígeno disuelto requerido por los microorganismos en la degradación de los compuestos biodegradables.

En aguas altamente contaminadas, donde existe gran cantidad de microorganismos, así como la materia orgánica, el valor de DBO es alto.

El DBO_5 es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios bilógicos que contiene la muestra liquida y se utiliza para determinar su grado de contaminación. El método se basa en medir el oxígeno consumido por una población microbiana en condiciones en las que se ha inhibido los procesos fotosintéticos de producción de oxígeno en condiciones que favorecen el desarrollo de los microrganismos. Normalmente se mide trascurrido los 5 días (DBO5) y se expresa en mg O_2/litro.

1.3.36. Sólidos totales.

En el agua residual se identifican componentes sólidos que le atribuyen propiedades al agua. Los sólidos totales son los residuos presentes luego de la evaporación del material, se clasifican de la siguiente manera:

A) Temperatura de Evaporación.

- Sólidos Totales.

  Los sólidos totales se refieren a todos los sólidos presentes en el agua, siendo expresado en concentración de masa de sólidos por unidad de volumen de agua (mg/L).

- Sólidos fijos.

  Son los residuos que se quedan después de la evaporación, carbonización e incineración.

- Sólidos volátiles.

  Es el resultado de la diferencia entre sólidos totales y sólidos fijos. Esto se representa como la materia orgánica biodegradable tanto como en partículas como disueltas en el agua residual.

B) Tamaño de partícula.

- Sólidos Suspendidos.

  Los sólidos suspendidos son principalmente de materia orgánica; están formados por algunos de los materiales más objetables contenidos en el agua residual. La mayor parte de los sólidos suspendidos son desechos humanos, desperdicios de alimentos, papel, trapos y células biológicas que forman una masa de sólidos suspendidos en el agua.

- Sólidos coloidales.

  Las partículas tienen un diámetro 1x10-3 micras, mediante la aplicación de sustancias coagulantes se aglutina, para luego ser removidos por acción de la gravedad.

- Sólidos disueltos.

  Los sólidos disueltos volátiles son removidos o transformados mediante la acción biológica por los microorganismos que consumen como sustrato soluble.

1.4. Definición de términos.

- **Agua residual (AR).**

  Es el agua que ha sido utilizada por una población o comunidad e industrial que contiene material orgánico o inorgánico disuelto o en suspensión.

- **Agua residual domestica (ARD).**

  Es el gua de origen doméstico, comercial e institucional que contiene desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana.

- **Anaerobio.**

  Es la condición en la cual no existe la presencia de aire u oxígeno libre.

- **Análisis.**

  Es el examen de una sustancia para identificar sus componentes.

- **Emisor.**

  Es la tubería que recibe las aguas residuales de un sistema de alcantarillado hasta una planta de tratamiento o de una planta de tratamiento hasta un punto de disposición final.

- **Afluente (A).**

  Es el agua cruda u otro líquido que ingresa a la planta de tratamiento o proceso de tratamiento de agua residual.

- **Efluente (E).**

  Es el agua residual que sale de un proceso de tratamiento.

- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).**

  Es la cantidad de oxigeno (mg/l) que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica.

- **Sólidos totales en suspensión (SST).**

  Se denomina de este modo a la fracción de los sólidos totales que quedan retenidos por una membrana filtrante de un tamaño determinado en μm. Dentro de los sólidos en suspensión se encuentran los sólidos sedimentables y los no sedimentables.

- **Filtro biológico.**

  Es sinónimo de filtro percolador, que también se le denomina lecho bacteriano de contacto o biofiltro.

- **Filtro percolador.**

  Es el sistema en el que se aplica el agua residual sedimentada sobre un medio filtrante de piedra gruesa o material sintético. La formación de la película de microorganismos que se desarrolla sobre el medio filtrante estabiliza la materia orgánica del agua residual.

- **Procesos biológicos.**

  Es el que asimila las bacterias o microorganismos de las materias orgánicas de las aguas residuales, para su estabilización.

- **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.**

  Es la infraestructura y procesos, que permite la depuración de aguas residuales que vienen del sistema de alcantarillado.

- **Tratamiento primario.**

  Es la que remueve de cantidad de materia en suspensión, no incluye el material coloidal y disuelta.

- **Tratamiento secundario.**

  Es el tratamiento que remueve la materia orgánica biodegradable y así mismo a los sólidos en suspensión.

- **CH_4: Metano.**

  Es el resultado de la descomposición anaerobia del agua residual, se encuentra en pequeñas cantidades de oxigeno tienden a ser tóxicos.

- **R.N.E.:** Reglamento nacional de edificaciones.
- **F°G°:** Fierro Corrugado.

1.5. Realidad problemática.

En la localidad de Jivia del departamento de Huánuco en el año 2011, se construyó un sistema de tratamiento de aguas residuales que consta de dos plantas. La más grande que trataba al 90% del agua residual tenía una configuración típica, conformada por: pretratamiento, tanque Imhoff, filtro biológico y sedimentador secundario. La más pequeña debido a una disposición de la topografía trataba el otro 10%. Esta planta pequeña está conformada por un tanque séptico, filtro biológico y sedimentador secundario. Los proyectistas justificaban esta configuración debido a la falta de terreno y a un nivel freático muy alto, debido a que el rio Lauricocha está muy cerca, que no permitía la construcción de pozos de percolación o de zanjas de percolación.

A la fecha no se ha realizado ninguna verificación de que el sistema planteada está cumpliendo con los límites máximos permisibles para la calidad del efluente antes de su vertimiento al cuerpo receptor, que en este caso es el rio Lauricocha.

El sistema de tratamiento de aguas residual de tanque séptico está en funcionamiento parcial y el filtro percolador no está en funcionamiento debido a que uno de las unidades principales de pretratamiento no está construido, así mismo en el filtro percolador se encuentra en la obstrucción y corrosión las tuberías de fierro galvanizado de 3/4", debido por la falta de mantenimiento, de mismo modo la instalación de diámetro de la tubería es muy reducido para la distribución del caudal en el área del filtro.

Todo esto resulta de falta interés de parte de las autoridades y de la población beneficiaria, así como también por inadecuado uso de los sistemas de alcantarillado sanitario por estos últimos se originan que las unidades de tratamiento se colapsaron y obstruyeron, causando el no tratamiento de las aguas residuales, generando malos olores y provocando la contaminación ambiental de recursos hídricos que se encuentra aledaños a esta planta.

1.6. Formulación y planteamiento del problema.

¿Será eficiente el tratamiento de las aguas residuales, con la configuración tanque séptico como tratamiento primario y filtro biológico como tratamiento secundario; de la planta de tratamiento de la localidad de Jivia del departamento de Huánuco?

1.7. Justificación.

La presente investigación se justifica desde la innovación tecnológica aplicada al tratamiento de aguas residuales, tomando a la planta de la localidad de Jivia como paradigma o modelo a seguir en la aplicación de tratamiento, para minimizar los impactos ambientales negativos producidos por la contaminación de las aguas residuales no tratadas o con deficiencia de tratamiento.

La evaluación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, para determinar la eficiencia de la planta de tratamiento de tanque séptico y filtro biológico presenta varias ventajas con respecto al sistema común de tanque séptico y pozos percoladores o zanjas de percolación. Se puede plantear este sistema en las zonas donde el nivel freático es muy alto o las capas de suelo son muy impermeables de tal forma que no

permita la percolación del efluente del tanque séptico. Para plantear zanjas de percolación se necesitan grandes áreas de terreno, área que es muy reducida para la configuración que se pretende investigar.

Conscientes de que las medidas paliativas no se deben enfocar al tratamiento del cuerpo receptor, sino a las descargas al mismo, se propone una opción de tratamiento práctica y eficiente en tratamiento de aguas residuales domésticas, de fácil instalación y menor tiempo de implementación en relación con otros sistemas de tratamiento.

1.8. Objetivos.

1.8.1. Objetivo general.

- Determinar y mejorar la eficiencia del sistema de tanque séptico y filtro Biológico en el tratamiento de aguas residuales en la Localidad de Jivia.

1.8.2. Objetivos específicos.

- Caracterizar el agua residual de ingreso a la planta de tratamiento.
- Determinar la eficiencia de remoción de DBO5 y SST del efluente de tanque séptico.
- Determinar la eficiencia de remoción de DBO5 y SST del efluente de filtro biológico.
- Mejorar el sistema de tratamiento con la finalidad de aumentar la eficiencia.

1.9. Hipótesis.

El sistema de tanque séptico como tratamiento primario y filtro biológico como tratamiento secundario de aguas residuales domésticas permitirá obtener una calidad de efluente que cumpla con los límites máximos permisibles antes de su vertimiento al cuerpo receptor.

CAPÍTULO II:

II. Marco metodológico.

2.1. Metodología.

La tesis se realizó en respuesta a los objetivos de la investigación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Jivia, con la finalidad de mejorar la eficiencia de Demanda Bioquímica de Oxigeno y Solidos Totales en Suspensión, para el cumplimiento de los objetivos de la investigación, seguiremos el siguiente procedimiento.

Primero: Se realizó los siguientes trabajos de limpieza, mantenimiento y mejoramiento de los componentes de tanques séptico y filtro biológico de la planta de tratamiento de AR, dejando en funcionamiento óptimo.

segundo: Para el análisis correspondiente de la investigación, se realizó la caracterización del agua a residual cruda sin tratar, en el tiempo de inverno y verano.

- Toma I: En la entra de agua residual (afluente) al tanque séptico.

Tercero: Para el análisis correspondiente de la investigación, se realizó la toma de muestra de agua residual sedimentada a la salida de tanque séptico para obtener la eficiencia, de esta en el tiempo de inverno y verano**.**

- Toma II: En la salida de efluente (E) del tanque séptico.

Cuarto: Para el análisis correspondiente de la investigación, se realizó la toma de muestra de agua a residual tratada a la salida de filtro percolador para obtener la eficiencia de esta en el tiempo de inverno y verano.

- Finalmente, la Toma III: A la salida de efluente del filtro percolador:

Toma de muestra.

Toma I → Muestra 1 → M1

Toma II → Muestra 2 → M2

Toma III → Muestra 3 → M3

En cada punto se tomaron dos muestras para su análisis:

- Muestra para el DBO_5.
- Muestra para el SST.

2.1.1. Materiales.

Durante el desarrollo de la tesis, se utilizaron los siguientes materiales.

Tabla N°: 5 Materiales utilizados.

MATERIALES			
Ítem	**Bienes de consumo**	**Unidad**	**Cantidad**
01	Engrapador	Unidad	1
02	Perforador	Unidad	1
03	Saca grapas	Unidad	1
04	Grapas	Caja	1
05	Clips	Caja	2
06	Cinta Scotch	Unidad	1
07	Cuaderno A4	Unidad	2
08	Lapiceros tinta seca	Unidad	6
09	Lapiceros tinta líquida	Unidad	6
10	Lápices	Unidad	5
11	Borradores	Unidad	5
12	Goma UHU	Unidad	1
13	Porta clips	Unidad	1
14	Papel Bond A4	Millar	4
15	Sobres Manila	Unidad	20
16	Fólderes Manila	Unidad	25
17	Resaltadores	Unidad	3
18	Balde de vol. 5 lit.	Unidad	1
19	Guantes quirúrgico	pares	10
20	Cronometro	Unidad	1

Fuente: Elaboración propia.

2.1.2. Lugar de la investigación.

La investigación se realizó en la planta de tratamiento existente de aguas residuales de la localidad de Jivia, Provincia de Lauricocha del departamento de Huánuco. Una vista aérea de la localidad de Jivia muestra en la Figura N° 5. Ubicación del sistema de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Jivia.

Gráfico N°: 5 Localidad de Jivia. Departamento de Huánuco.

Fuente: Google Earth.

2.1.3. Diagnóstico y evaluación de la situación actual de los sistemas de tanque séptico y filtro biológico de la PTAR.

A) Diagnóstico de la Localidad de Jivia.

- **Visión de desarrollo.**

  La localidad de Jivia, con el desarrollo y crecimiento de la población genera las aguas residuales, el cual trata con el sistema de las plantas de tratamiento de aguas residuales, para minimizar el impacto negativo del medio ambiente, así como también con la conservando de la naturaleza y la vida acuática en los recursos hídricos.

- **Conservación del medio ambiente.**

  Promover la conservación y el cuidado del medio ambiente, promoviendo prácticas y actividades protectoras por parte de la población y de la Municipalidad Distrital de Jivia.

- **Propuesta y política de desarrollo.**

  Cuidado del agua y el medio ambiente, así como también la conservación de áreas verdes y recursos hídricos.

B) Evaluación del sistema tanque séptico y filtro biológico de tratamiento de A.R.

Gráfico N°: 6 Planta existente de la Localidad de Jivia.

Fuente: Elaboración propia.

El diagnóstico de la planta de tratamiento de aguas residuales, conformado por tanque séptico y filtro biológico existente en la Localidad de Jivia, se inició con la inspección inicial y toma de datos en el In situ, así concluyendo con las siguientes cuestiones:

- Identificar los problemas de los componentes del sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Evaluar la configuración de tanque séptico y filtro biológico.

Esquema existente del sistema de tratamiento de A.R.

Tratamiento primario	→	Tratamiento secundario
↓		↓
Taque séptico	→	Filtro biológico

C) Obras de llegada.

Es la estructura que se encuentra ubicado en el punto de llegada del emisor, lo cual es necesario la construcción con el caudal máximo horario.

D) Descripción de tratamiento preliminar.

La planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Jivia, no cuenta con la estructura de pretratamiento, por lo cual existe la obstrucción del ingreso de la tubería al tanque séptico por la introducción de sólidos gruesos, tales como, botellas de plásticos, maderas, cucharas, etc., por el uso incorrecto al sistema de alcantarillado sanitario por parte de la población beneficiaria.

Es un sistema de pretratamiento de aguas residuales, que sirve para las siguientes funciones.

- Remover los sólidos gruesos, que encuentra flotando o los sólidos suspendidos, tales como plásticos, cucharas, etc.

- Remover sólidos inorgánicos como las arenas que han entrado de las zonas de viviendas mediante conexiones de tubería al alcantarillado y por los buzones de inspección.

E) Cribas de sólidos gruesos.

- Consiste en la construcción de una estructura de cribado (cámara de rejas) como tratamiento preliminar, para la mejora del sistema de tratamiento de agua residual de la localidad de Jivia, debido a que las

plantas de tratamiento de agua residual deben contar con un pretratamiento.

F) Descripción de tanque séptico.

- Es una estructura rectangular existente de tratamiento de agua residual con dos compartimientos, que cuenta con las dimensiones de 2.80 m de ancho, 8.30 m de largo y 2.70 m de altura.

- Esta unidad de tratamiento se encuentra en estado de funcionamiento parcial debido a la acumulación de material grueso y por los sólidos flotantes, tales como: bolsas plásticas, cabellos, etc.

- Este problema se puede solucionar con la construcción una cámara de rejas, para retención de sólidos gruesos.

G) Descripción de filtro biológico.

- Es una estructura cuadrada existente de tratamiento de agua residual, que tiene las dimensiones de 2.40x2.40 y 2.00 m de altura, y cuenta con siguientes elementos, tales como gravas de filtro, tuberías y accesorios de F°G° de diámetro 3/4", se encuentra en estado de corrosión y oxidación.

- El filtro percolador no funciona ni ingresa el agua residual sedimentada del tanque séptico, debido a la salida de efluente sedimentada de tanque séptico esta obstruido con material flotante, botellas plásticas, bolsas, trapos, etc., esta se puede corregir con el dimensionamiento de las tuberías de caudal de distribución al área del lecho de filtro.

Gráfico N°: 7 Filtro percolador sin funcionar.

Fuente: Elaboración propia.

H) Beneficiarios de PTAR de la localidad de Jivia.

La planta de tratamiento de agua residual de la localidad de Jivia, fue diseñado para en el año 2011, (Expediente Técnico: "Ampliación y Mejoramiento de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de la Localidad de Jivia y Ripan en el Distrito de Jivia Provincia de Lauricocha Región de Huánuco").

- Población actual = 304 hab.
- Población futura = 383 hab.
- Periodo de diseño = 20 años.
- Dotación = 100 lit. /hab/dia.
- Caudal de diseño = 30 m3/d.

Actualmente en el año 2017, los beneficiarios directos de la planta de tratamiento de agua residual, son los pobladores de la ciudad de Jivia, el mismo que está conformada de la cantidad de habitantes de la siguiente manera:

Tabla N°: 6 Población beneficiaria de PTAR.

POBLACION BENIFICIADA DE PTAR			
Localidad	**# Familia**	**#hab/fam**	**#hab.**
01	19.00	6.00	114.00

Fuente: Elaboración propia.

I) Diámetro del colector de alcantarillado sanitario.

- La tubería de colector que llega a la planta de tratamiento agua residual es tubería PVC – UF, diámetro 160 mm (6 pulg.), se encuentra en buenas condiciones para su funcionamiento del sistema.

- El agua residual del sistema de alcantarillado sale por el ultimo buzón.

J) Aforo de caudal de la descarga de aguas residuales.

Se realizó el aforo del afluente de agua residual por el método volumétrico, tanto en tiempo de verano e invierno.

- **Aforo de caudal en tiempo de verano.**

  Después del aforo del caudal en el campo, se realizó los cálculos en el gabinete.

  Volumen de balde.

  V = 5 lit.

Tabla N°: 7 Caudal de aforo de agua residual en estiaje.

N° de Aforo	Hora (hr.)	Volumen (lit.)	Tiempo (seg.)	Caudal de descarga (lps)
01	6	5	3.99	1.25
02	7	5	4.01	1.25
03	8	5	4.24	1.18
04	9	5	4.61	1.08
05	10	5	4.65	1.08

06	11	5	4.53	1.10
07	12	5	4.10	1.22
08	13	5	4.11	1.22
09	14	5	4.17	1.20
10	15	5	4.89	1.02
11	16	5	4.82	1.04
12	17	5	4.79	1.04
13	18	5	4.12	1.21
Total		**5.00**	**4.39**	**-**

Fuente: Elaboración propia.

Caudal promedio.

Qp = 1.14 lit. /seg.

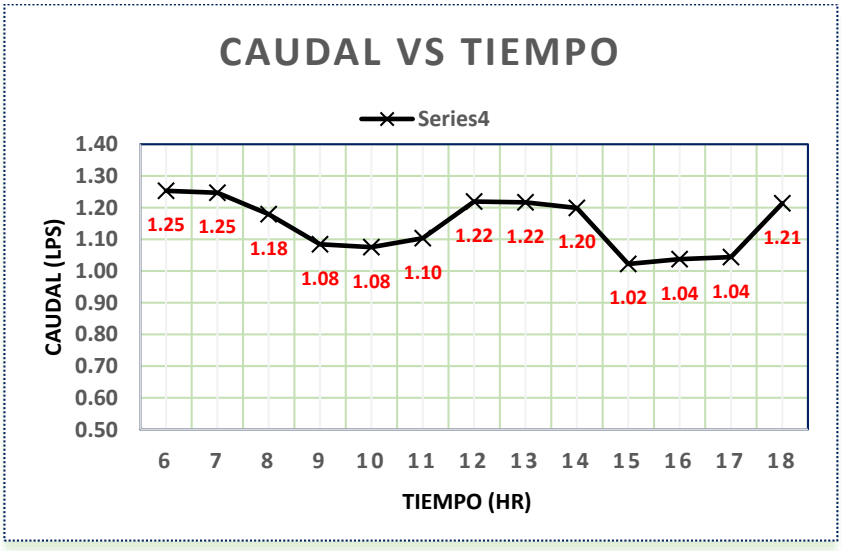
Caudal máximo.

Qmáx = 1.25 lit. /seg.

Caudal mínimo.

Qmin= 1.02 lit. /seg.

Gráfico N°: 8 Variación horaria del caudal de las A.R.



Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica, se observa la mayor descarga, en horas de 6:00 a 7: 00 a.m., es decir, la hora punta es en horas de la mañana.

- **Aforo de caudal en tiempo de invierno.**

  Después del aforo del caudal en el campo, se realizó los cálculos en el gabinete.

  Volumen de balde.

  V = 5 lit.

Tabla N°: 8 Caudal de aforo de agua residual en invierno.

N° de Aforo	Hora (hr.)	Volumen (lit.)	Tiempo (seg.)	Caudal de descarga (lps)
01	6	5	3.78	1.32
02	7	5	3.79	1.32
03	8	5	3.85	1.30
04	9	5	4.01	1.25
05	10	5	4.35	1.15
06	11	5	4.33	1.15
07	12	5	3.88	1.29
08	13	5	3.81	1.31
09	14	5	4.25	1.18
10	15	5	4.29	1.17
11	16	5	4.13	1.21
12	17	5	3.81	1.31
13	18	5	3.83	1.31
Total		**5.00**	**4.01**	-

Fuente: Elaboración propia.

Caudal promedio.

Qp = 1.25 lit/seg.

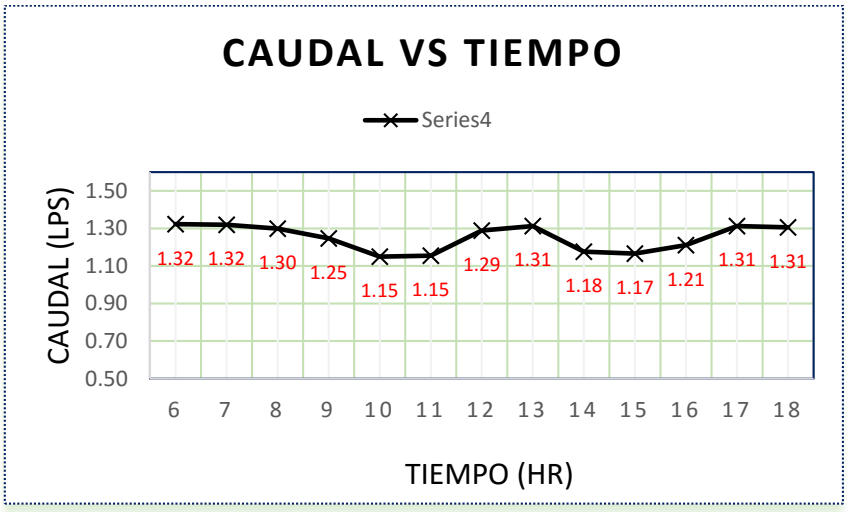
Caudal máximo.

Qmáx = 1.32 lit/seg.

Caudal mínimo.

Qmin= 1.15 lit/seg.

Gráfico N°: 9 Variación horaria del caudal de las A.R



Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica, se observa la mayor descarga, es en horas de 6:00 a 7: 00 a.m., es decir, la hora punta es en horas de la mañana.

- **Incremento de caudal en tiempo de invierno.**

  Caudal promedio.

  Qp = 0.11 lit. /seg.

  Caudal máximo.

  Qmáx = 0.07 lit. /seg.

  Caudal mínimo.

  Qmin= 0.13 lit. /seg.

2.2. Tipo de estudio.

El tipo de investigación:

- **Aplicada:** Es porque se va a mejorar el tratamiento de aguas residuales, que consiste de un tanque séptico y filtro biológico de la localidad de Jivia.

2.2.1. Nivel de investigación.

- **Descriptiva:** Es por que sea obtenido los datos directamente de la realidad problemática de un sistema de tratamiento de aguas residuales de un filtro biológico después de un tanque séptico.

2.3. Diseño.

- El diseño de investigación es no experimental, debido el estudio sea dado de un solo momento del tiempo.

2.4. Variables.

La presente investigación, se procede a realizar el proceso de la operacionalización de variables, las variables son:

- Variable independiente: Sistema de tanque séptico y filtro biológico.

- Variable dependiente: Eficiencia en el tratamiento de aguas residuales domésticas de la localidad de Jivia.

2.5. Operacionalización de variables.

Tabla N°: 9 Recolección de datos.

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Sistema de tanque séptico y filtro biológico.	Son estructuras con uno o varios compartimientos, para el tratamiento primario, que recibe las aguas residuales para el proceso de sedimentación de sólidos y digestión. El filtro percolador, es un proceso para el tratamiento de aguas residuales y tiene como objeto reducir la carga orgánica existente en él. (Romero Rojas 2008)	Tratamiento primario	Reducir arena y sólidos gruesos.
			Reducir aceites y grasas.
		Tratamiento biológico	Sistema aerobia y anaerobia
			Lecho del filtro percolador.
Eficiencia en el tratamiento de aguas residuales doméstica de la localidad de Jivia.	Eliminación de sólidos suspendidos y material flotante y capacidad de obtener aguas tratadas para el vertimiento a cuerpos receptoras y el cuidado del medio ambiente de la localidad de Jivia, minimizando el uso de sus recursos.	Agua tratada	Remoción de DBO.
			Remoción de SST.
		Operatividad	Funcionamiento.
		Mantenimiento	Costo de mantenimiento de los sistemas.
			Eficiente de tratamiento.

Fuente: Elaboración propia.

2.5.1. Matriz de consistencia.

Tabla N°: 10 Matriz de consistencia.

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población
Será eficiente el tratamiento de las aguas residuales, con la configuración tanque séptico como tratamiento primario y filtro biológico como	**Objetivo general:** • Determinar y mejorar la eficiencia del sistema de tanque séptico y filtro Biológico en el tratamiento de aguas residuales en la Localidad de Jivia. **Objetivos específicos:** • Caracterizar el agua residual de ingreso a la planta de tratamiento. • Determinar la eficiencia de remoción de DBO5 y	El sistema de tanque séptico como tratamiento primario y filtro biológico como tratamiento secundario de aguas residuales domésticas permitirá obtener una	Sistema de tanque séptico y filtro biológico. Eficiencia en el tratamiento de aguas residuales domésticas de la localidad de Jivia.	El tipo de investigación es, Aplicada: Es porque se va a mejorar el tratamiento de aguas residuales, que consiste de un tanque séptico y filtro biológico de la localidad de Jivia.	**Población:** La población viene a ser el agua residual de la localidad de Jivia de la provincia de Lauricocha, ubicada en el Departamento de Huánuco. **Muestra:** La muestra, viene a ser la toma de muestra de los puntos de entrada al tanque séptico, salida del tanque séptico y efluente del filtro biológico.

tratamiento secundario; de la planta de tratamiento de la localidad de Jivia del departamento de Huánuco	SST del efluente de tanque séptico. • Determinar la eficiencia de remoción de DBO5 y SST del efluente de filtro biológico. • Mejorar el sistema de tratamiento con la finalidad de aumentar la eficiencia.	calidad de efluente que cumpla con los límites máximos permisibles antes de su vertimiento al cuerpo receptor.			**Tipo de muestreo:** El muestreo es de tipo no probabilístico, puesto que las muestras son recogidas por medio de proceso de las técnicas de tomas de muestra del agua residual.

Fuente: Elaboración propia.

2.6. Población, muestra y muestreo.

2.6.1. Población.

La población, viene a ser el agua residual de la PTAR de la localidad de Jivia.

2.6.2. Muestra.

La muestra, viene a ser la toma de muestra de los puntos de entrada al tanque séptico, salida del tanque séptico y efluente del filtro biológico.

2.6.3. Muestreo.

El muestreo es de tipo no probabilístico, puesto que las muestras son recogidas por medio de proceso de las técnicas de tomas de muestra del agua residual.

2.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Para la recolección de datos, se utilizó diferentes instrumentos de recolección de datos como:

Tabla N°: 11 Recolección de datos.

Técnicas	Instrumentos
• Observación directa	• Guía de observación.
• Encuesta	• Formato de la encuesta
• Toma de la muestra	• Análisis en laboratorio
• Fotografía	• Cámara

Fuente: Elaboración propia.

2.8. Ámbito de estudio.

El lugar donde se realizó, para cumplir los objetivos de la investigación es: la población de la localidad de Jivia de la provincia de Lauricocha, ubicada en el Departamento de Huánuco.

CAPÍTULO III:

3.1. Resultados.

3.1.1. Informe de ensayos de Laboratorio.

Los resultados corresponden de las muestras del agua residual de la Localidad de Jivia - Provincia Lauricocha del Departamento de Huánuco, del análisis en el Laboratorio de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" dieron como resultado de:

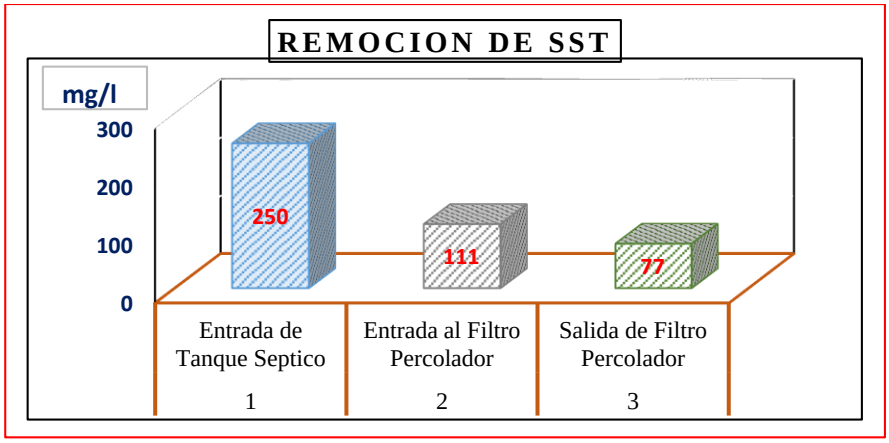
A) Toma I: Se realizó el 28 de marzo del 2016.

Tabla N°: 12 Resultado de DBO en el laboratorio de la UNASAM.

Sólidos Totales en Suspensión				
N°	**Toma de Muestra**	**Muestra**	**Resultado**	**Und**
1	Entra de Tanque Séptico	Agua residual (afluente)	250	mg/l
2	Entrada al Filtro Percolador	Agua residual (efluente)	111	mg/l
3	Salida de Filtro Percolador	Agua residual (efluente)	77	mg/l

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N°: 10 Remoción de SST en cada unidad de tratamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Concentración de la carga orgánica de SST, en los procesos de tratamiento.

- El afluente del agua residual domestico ingresa con sólidos totales en suspensión con cantidad de 250 mg/l y disminuye en la unidad de tanque séptico a 111 mg/l de la materia orgánica, esto quiere decir, se remueve a 44.4 % de cantidad de la materia orgánica, según los resultados en el laboratorio de calidad ambiental de FCAM - UNASAM.

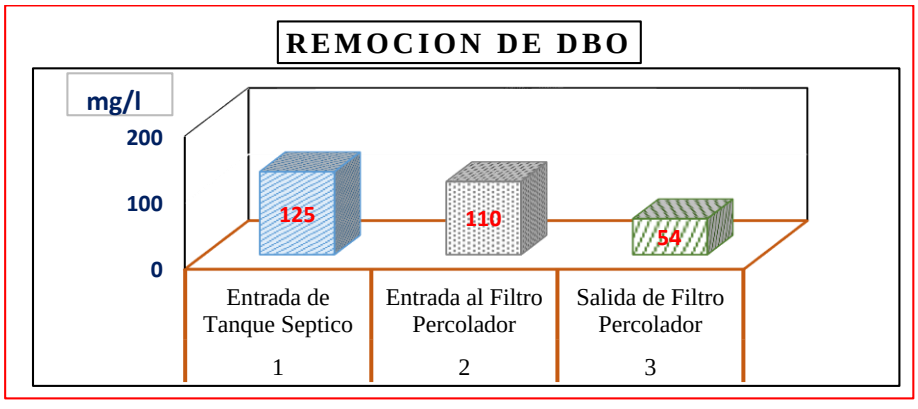
- El Caudal sedimentada que ingresa de 111 mg/l de SST (sólidos totales en suspensión) al filtro percolador, se disminuye en la salida de efluente del filtro percolador a 77 mg/l de SST; es decir, se remueve la concentración de la carga orgánica de 30.8% de SST respecto al 100%.

Tabla N°: 13 Resultado de DBP en el laboratorio de la UNASAM.

Demanda Bioquímica de Oxigeno				
N°	**Toma de Muestra**	**Muestra**	**Resultado**	**Und**
1	Entra de Tanque Séptico	Agua residual (afluente)	125	mg/l
2	Entrada al Filtro Percolador	Agua residual (efluente)	110	mg/l
3	Salida de Filtro Percolador	Agua residual (efluente)	54	mg/l

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N°: 11 Remoción de DBO en cada unidad de tratamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Disminución de la concentración de DBO_5 (Demanda Bioquímica de Oxigeno), en los sistemas de tratamiento.

- La Demanda Bioquímica de Oxigeno de agua residual cruda que ingresa con 125 mg/l al tanque séptico, se disminuye en la salida de esta unidad a 110 mg/l de DBO5, es decir, se remueve a 88.0% de DBO5 (demanda bioquímica de oxígeno), debido a la degradación de la materia orgánica por la actividad microbiológica.

- La Demanda Bioquímica de Oxigeno del efluente de tanque séptico que ingresa al filtro percolador, se disminuye de 110 mg/l a 54 mg/l de DBO5, es decir, se remueve la DBO5 a 43.2 % de la demanda bioquímica de oxígeno respecto al 100% de DBO5, debido a la degradación de la materia orgánica es por la actividad microbiológica.

- La demanda bioquímica de oxigeno se disminuye a un porcentaje mayor en la temporada de lluvia, debido al caudal de aguas residual se incrementa favoreciendo la dilución de DBO5.

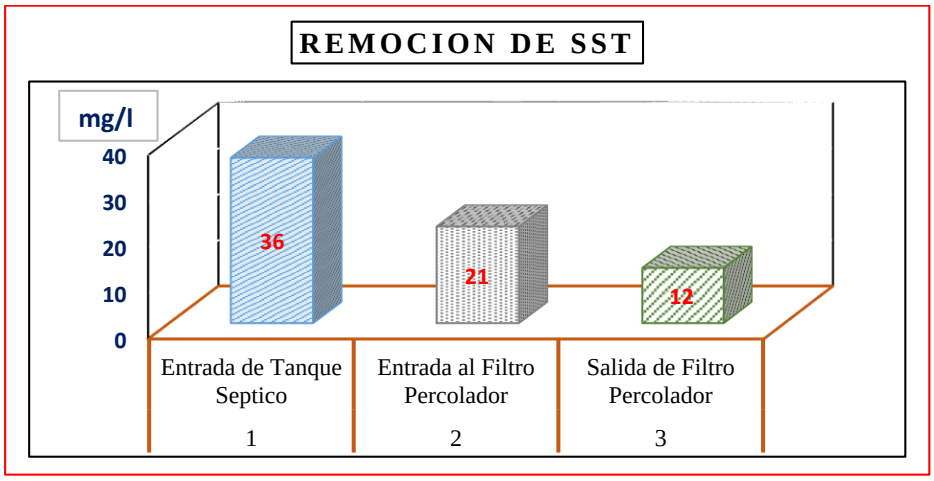
B) Toma II: Se realizó el 28 de agosto del 2017.

Tabla N°: 14 Resultado de SST en el laboratorio de la UNASAM.

Sólidos Totales en Suspensión				
N°	**Toma de Muestra**	**Muestra**	**Resultado**	**Und**
1	Entra de Tanque Séptico	Agua residual (afluente)	36	mg/l
2	Entrada al Filtro Percolador	Agua residual (efluente)	21	mg/l
3	Salida de Filtro Percolador	Agua residual (efluente)	12	mg/l

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N°: 12 Remoción de SST en cada unidad de tratamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Disminución de la concentración de Carga Orgánica de SST, en los sistemas de tratamiento del agua residual.

- Según la gráfica N° 24, el agua residual que ingresa tratamiento primario con 36 mg/l de sólidos totales en suspensión, se disminuye en la salida del tanque séptico a 21 mg/l de SST, esto quiere decir, se remueve en la unidad de tanque séptico a 54.3% de la cantidad de materia orgánica.

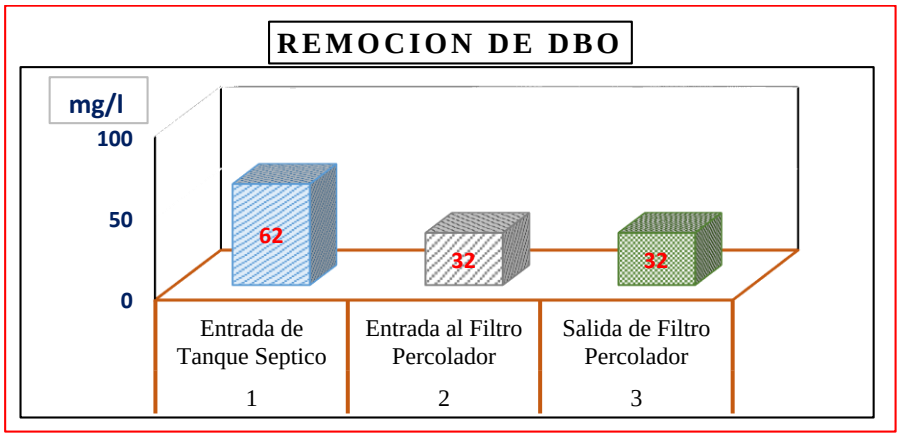
- El agua residual sedimentada que ingresa con 21mg/l de la concentración de SST al filtro percolador, se disminuye a 12 mg/l de sólidos totales en suspensión en la salida del efluente de filtro biológico, esto quiere decir, hay remoción a 33.3% de la cantidad de materia orgánica con respecto al 100% de SST.

Tabla N°: 15 Resultado de DBO en el laboratorio de la UNASAM.

Demanda Bioquímica de Oxigeno				
N°	**Toma de Muestra**	**Muestra**	**Resultado**	**Und**
1	Entra de Tanque Séptico	Agua residual (afluente)	62	mg/l
2	Entrada al Filtro Percolador	Agua residual (efluente)	32	mg/l
3	Salida de Filtro Percolador	Agua residual (efluente)	32	mg/l

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N°: 13 Remoción de DBO en cada unidad de tratamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Disminución de concentración de Demanda Bioquímica de Oxigeno en las unidades de tratamiento.

- Según el gráfico Nº 25, la Demanda Biológico de Oxigeno de agua residual que ingresa de 62 mg/l de DBO al tratamiento primario, se disminuye en la salida de la unidad de tanque séptico a 32 mg/l de DBO5, es decir, se remueve la demanda bioquímica de oxígeno a 51.6% de DBO5, debido a la degradación de la materia orgánica por la actividad microbiológica.

- La Demanda Biológico de Oxigeno del efluente de tanque séptico y en filtro percolador, se mantiene de 32 mg/l de DBO5, es decir, no hay remoción de demanda bioquímica de oxígeno, por la falta de circulación continuo de agua residual y de la carga hidráulica tan baja en la unidad de filtro percolador, además es debido que la toma de muestra se realizó en la temporada de verano.

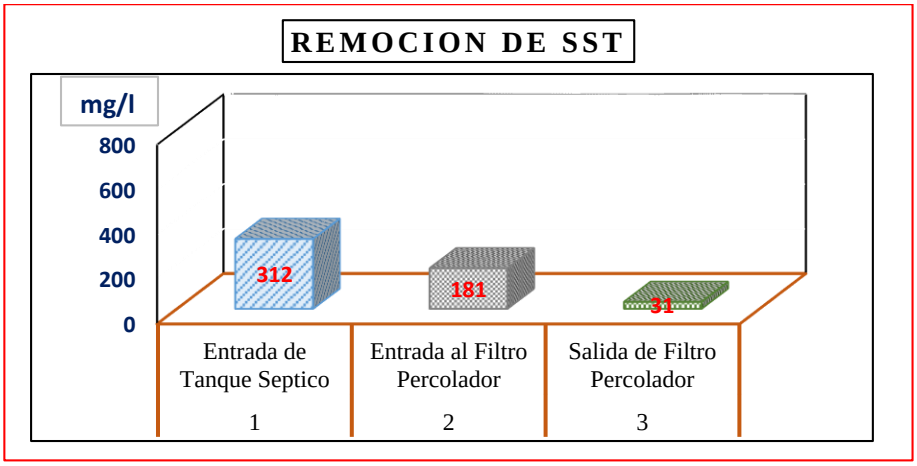
C) Toma III: Se realizó el 14 de setiembre del 2017.

Tabla N°: 16 Resultado de SST en el laboratorio de la UNASAM.

Sólidos Totales en Suspensión				
N°	**Toma de Muestra**	**Muestra**	**Resultado**	**Und**
1	Entra de Tanque Séptico	Agua residual (afluente)	312	mg/l
2	Entrada al Filtro Percolador	Agua residual (efluente)	181	mg/l
3	Salida de Filtro Percolador	Agua residual (efluente)	31	mg/l

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N°: 14 Remoción de SST en cada unidad de tratamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Diminución de la cconcentración de Carga Orgánica de SST, en los componentes de PTAR.

- El afluente del agua residual domestico que ingresa al tanque séptico con sólidos totales en suspensión con una cantidad de 312 mg/l, se disminuye en la salida de la unidad de tanque séptico a 181 mg/l de la materia orgánica, esto quiere decir, si hay la remoción de 58.01 % de la concentración de SST.

- La concentración de sólidos totales en suspensión del efluente de tanque séptico, que ingresa de 181 mg/l al tratamiento secundario, se disminuye a 31

mg/l de SST, es decir, se remueve de 9.9% la cantidad de carga orgánica respecto al 100% de SST.

- El incremento de la cantidad de materia orgánica contenida en el agua residual, es debido a la variación de alimentación de la población, además la mayor concentración de carga orgánica es por la contribución de residuos líquidos de las áreas de habitaciones de los animales de vacuno y porcino, que incrementa el caudal de agua residual en la temporada de invierno.

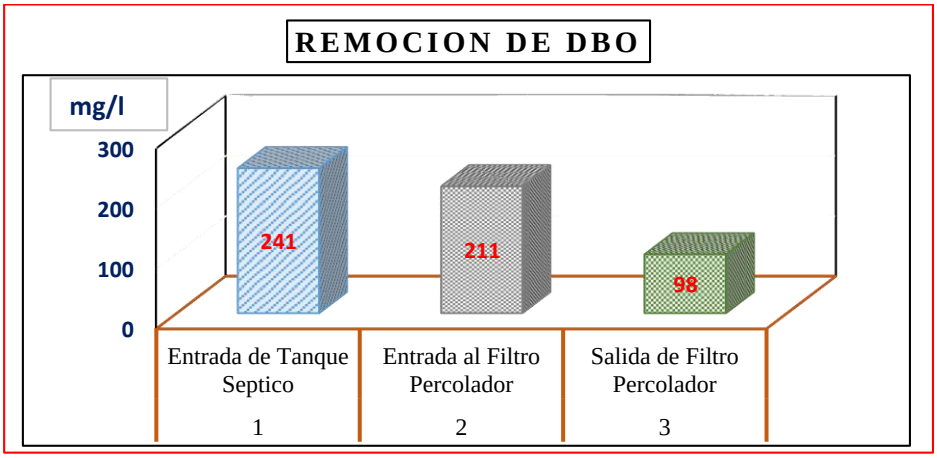
- La remoción de la cantidad de materia orgánica en cada proceso de tratamiento, se disminuye a un porcentaje considerable, es decir, la concentración de SST, se baja en cada uno de los componentes de la planta de tratamiento de agua residual.

Tabla N°: 17 Resultado de DBO en el laboratorio de la UNASAM.

Demanda Bioquímica de Oxigeno				
N°	**Toma de Muestra**	**Muestra**	**Resultado**	**Und**
1	Entra de Tanque Séptico	Agua residual (afluente)	241	mg/l
2	Entrada al Filtro Percolador	Agua residual (efluente)	211	mg/l
3	Salida de Filtro Percolador	Agua residual (efluente)	98	mg/l

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N°: 15 Remoción de DBO en cada unidad de tratamiento.



Fuente: Elaboración propia.

Disminución de la concentración de DBO en cada unidad de tratamiento.

- La Demanda Biológico de Oxigeno de agua residual cruda que ingresa al tiramiento primario con 241 mg/l de DBO, ha sido removida de en la unidad de tanque séptico a 211 mg/l de DBO5, es decir, se remueve la materia orgánica a 87.6% de DBO5 por la actividad microbiológica, según el resultado del análisis realizado en Laboratorio de la Calidad Ambiental – FCAM - UNASAM.

- La Demanda Biológico de Oxigeno del agua residual, se disminuye de 241 mg/l DBO en la salida de efluente del tratamiento secundario a 98 mg/l de DBO5, es decir, se remueve de 40.7% de la degradación de la materia orgánica de DBO5 por la actividad microbiológica.

- La remoción de la materia orgánica biodegradable de DBO, se disminuye considerablemente a medida que pasa por cada uno de los componentes de la planta de tratamiento de agua residual en la temporada de invierno con respecto en el tiempo de verano.

CAPÍTULO IV:

4.1. Discusión.

- Se observa que la PTAR de la localidad de Jivia, a pesar de ser una tecnología de fácil de operación y requiere de bajo costo mantenimiento, la población y la municipalidad distrital, no toma de mayor interés en la limpieza y mantenimientos de los componentes de la planta de tratamiento de agua residual, esto origina el colapso de los sistemas, además dejan de funcionar y origina deficientes en el tratamiento las unidades del sistema, así ocasionando problemas de la contaminación ambiental.

- La planta de tratamiento de las aguas residuales de la localidad de Jivia al inicio de la investigación se encontró el funcionamiento parcial al tanque séptico y al filtro percolador sin funcionamiento, debido al atoro en los componentes del sistema, por los residuos sólidos y el uso incorrecto del sistema de alcantarillado sanitario de parte de la población beneficiaria.

- El sistema de tratamiento de la localidad de Jivia, a pesar que ha sido diseñado solo para el tratamiento de aguas residuales domésticas, en la actualidad la población beneficiaria vierte al sistema de alcantarillado sanitario, las aguas pluviales que viene de las áreas que habitan sus animales, situación que se considera como el aumento de las cargas orgánicas al sistema de la PTAR de la localidad de Jivia.

CAPÍTULO V:

5.1. Conclusiones y recomendaciones.

5.1.1. Conclusiones.

- Se mejoró el sistema de tanque séptico y filtro biológico, con la construcción de una cámara de rejas y con los resultados de los cálculos, sea mejorado con el cambio de las tuberías y accesorios de PVC de diámetro a 1" a los roseadores al lecho del filtro, así como también con la instalación de gravas de filtro por dos capas, la primera capa de gravas de 5 a 7 cm y la segunda capa de gravas 2.5 a 5 cm, además con la limpieza y manteniendo de los componentes de la planta de tratamiento sea obtenido la mejora en el funcionamiento del sistema.

- Se realizó la caracterización del agua residual de acuerdo a la toma de muestras al ingreso a la planta de tratamiento de la localidad de Jivia.

- Los resultados de la investigación se evidencian la eficiencia de la remoción de la cantidad de carga orgánica de los SST (Sólidos Totales en Suspensión) y DBO_5 (Demanda Bioquímica de Oxigeno) en el efluente de la planta de tratamiento de agua residual.

- Según las Normas Legales, Límistes Máximos Permisibles para los efluentes de PTAR, los resultados de los sólidos totales en suspensión, es recomendable que sea menores a 150 mg/L de SST y para la demanda bioquímica de oxigeno sea menor a 100 mg/L de DBO_5, esto quiere decir, el efluente tratado del sistema de tratamiento de la localidad de Jivia, si cumple para la descarga al cuerpo receptor (rio Lauricocha).

- Según los resultados del tratamiento de agua residual (efluente), para el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) de la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, de la Sub Categoría E2: para Ríos de zona sierra, es recomendable que la DBO debe ser menor a 10 mg/L de DBO_5, esto quiere

decir, no cumple el parámetro de DBO_5 para la conservación al cuerpo receptor.

5.1.2. Recomendaciones.

- Es necesario contar con el personal encargado de realizar los trabajos de limpieza y mantenimiento de los sistemas de la planta de tratamiento, así poder mejorar el funcionamiento y mejorar el tratamiento de las aguas residuales de la localidad de Jivia.

- Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Jivia, realizar la construcción de otro tipo de PTAR, sea tanque Imhoff con bombeo cruzando el rio Lauricocha, ya que el caudal de descarga de agua residual es mayor de 20 m3/d para el funcionamiento del tanque séptico.

- Realizar el control del efluente de los parámetros del agua residual antes del vertimiento al cuerpo receptor del rio Lauricocha y así evitar la contaminación del medio ambiente.

- Se recomienda a la municipalidad distrital, realizar la capacitación a la población beneficiaria para evitar el arrojo de los residuos sólidos, tales como: panales, muñecas, cucharas y otros materiales que puedan ser perjudicial para el funcionamiento adecuado del sistema de tratamiento del agua residual.

- Se recomienda contratar un personal encargado de limpieza y dar la capacitación para cumplir con el mantenimiento de los sistemas de alcantarillado y la PTAR por parte de la Municipalidad Distrital de Jivia.

CAPÍTULO VI:

6.1. Referencias bibliográficas.

Bibliografía.

Aguamarket. *Filtro Biologico.* s.f. http://www.aguamarket.com/productos/productos.asp?producto=649&nombreproducto=Tanque+Septico+y+Filtro+Biologico+ (último acceso: 19 de 05 de 2017).

Alianza por el Agua. *Manual de Deupracion de Aguas Residuales Urbanas (Monograficios Agua en Concentrico).* Ideasamares, s.f.

García, María. «Aplicación de un filtro anaerobio para tratamiento del agua residual de un centro de investigación.» Tesis, México, 2015.

Hernandez Sampiere, Roberto, Carlos Fernandez Collado, y Pilar Baptista Lucio. *Metodologia de la investigacion.* Mexico : Cuarta Edicion, 2006.

«La norma O.S. 090 planta de tratamiento de aguas residuales.» Norma, Perú, s.f.

Martin Garcia, Isabel. *Guia sobre tratamiento de aguas residuales urbanos para pequeños nucleos de poblacion, mejora de la calidad de efluentes.* Espaňa: CENTA, 200.

Metcalf & Eddy, Inc. *Ingeniería de aguas residuales tratamineto, vertido y reutilización.* España: McGraw-Hill, 1995.

«Norma técnica I.S. 020 tanques sépticos.» El reglamento nacional de edificaciones, Perú, s.f.

Romero Rojas, Jairo A. *Tratamiento de Aguas Residuales. Teoria y Principio de diseño.* Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, 2008.

Serrano, Hazel. «Evaluación ambiental y sanitaria de dos sistemas individuales de tratamiento de aguas residuales domésticas mediante la construcción de prototipos en escala natural.» Informe de trabajo de graduacion para obtenerel grado, Universidad de Costa Rica, Costa Rica, 2005.

SUAREZ MARMOLEJO, CLAUDIA LORENA. *Tratamiento de Aguas Residuales municipales en el Valle del Cauca.* Colombia, 2010.

Valdez Alva, Enrique Cesar Cesar, Alba B., y Vazques Gonzales. *Ingenieria de los sistemas de tratamiento y disposicion de aguas residuales* . Mexico: Fundacion ICA, 2003.

ANEXOS

Anexos 1.

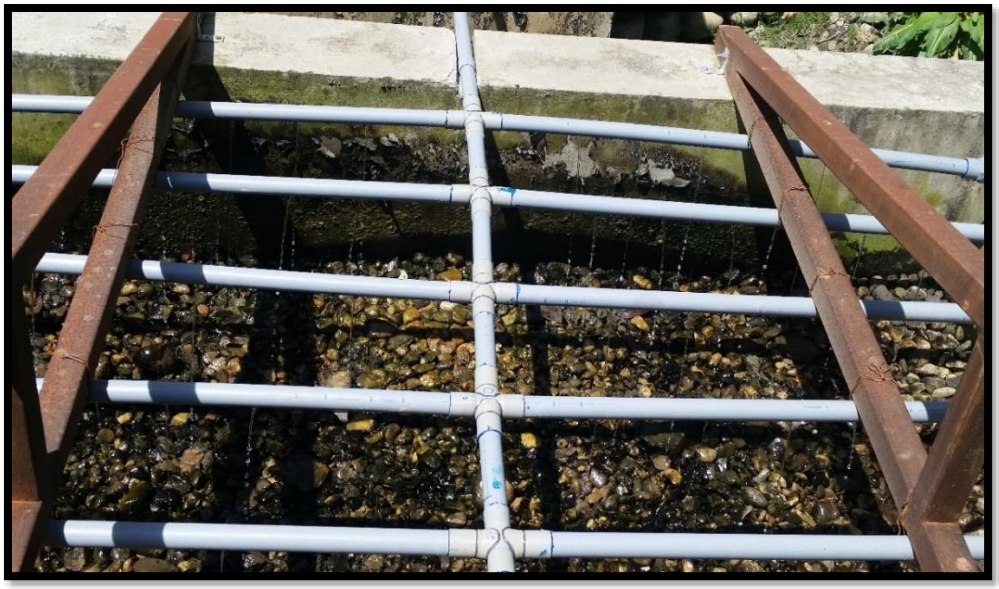
PANELES FOTOGRÁFICOS DE LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DEL PTAR

Componentes del Sistema de tratamiento de Agua Residual de la Localidad de Jivia.

Habilitación de tuberías y accesorios de PVC, D = 1”, para la instalación de los rociadores en el filtro percolador.

Perforación de la tubería PVC, D = 1”, para el orificio (lloraderas) de la salida de agua en el área del filtro percolador.

Tuberías y accesorios de PVC, D = 1” instalados en el filtro percolador.



Filtro percolador en funcionamiento, en PTAR de Localidad de Jivia.

Listo para iniciar con la toma de muestra, con los materiales proporcionados por laboratorio de FCAM – UNASAM.

Proceso de la toma de muestra de agua residual (afluente) a la entrada de tanque séptico.

Toma de muestra de agua residual sedimentada de la salida de tanque séptico, en la localidad de Jivia.

Toma de muestra de efluente de agua residual tratada de la salida de filtro percolador

Rotulado de los 06 frascos en la PTAR, Localidad de Jivia.

Frascos con muestras tomadas en los puntos correspondientes de la PTAR, en localidad de Jivia.

Lavado de gravas de filtro en el filtro percolador, en la localidad de Jivia.

Construcción de un cámara de rejas, para el pretratamiento de agua residual.

Anexos 2.

RESULTADOS DE LABORATORIO

Anexo 3.

PROPUESTAS

Propuesta para la mejora del sistema de tratamiento de agua residual.

A) Verificación cálculo de caudales de diseño.

Consiste en la verificación de cálculo de caudales y el dimensionamiento del diseño de los componentes de planta de tratamiento con el caudal de aforo.

- **Para: Año "0".**

  Población Actual.

  P_f = 114 hab.

  Caudal horario promedio.

  Qprom. = 1.25 lit. /seg.

  Caudal máximo horario.

  Qmáx.h = 1.32 lit. /seg.

  Caudal mínimo horario.

  Qmín.h = 1.15 lit. /seg.

- **Calculo de Caudal Unitario.**

  Caudal unitario horario promedio.

  Qprom. = 0.011 lit. /seg.

  Caudal unitario máximo horario.

  Qmáx.h = 0.012 lit. /seg.

  Caudal unitario mínimo horario.

  Qmín.h = 0.010 lit. /seg.

- **Para: Año "13".**

  Por Método Geométrico.

Tasa de crecimiento.

r = 9.8%

Periodo de diseño = 13 años.

Población futura.

Pf = Pa*(1+r) ^t

Pf = 384 hab.

Caudal horario promedio.

Qprom. = 4.21 lit. /seg.

Caudal máximo horario.

Qmáx.h = 4.45 lit. /seg.

Caudal mínimo horario.

Qmín.h = 3.87 lit. /seg.

B) Mantenimiento y mejora de la PTAR.

Sea realizado el mantenimiento y la mejora del sistema de tratamiento de agua residual, para su funcionamiento respectivo de acuerdo al procedimiento, para cumplir los objetivos de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

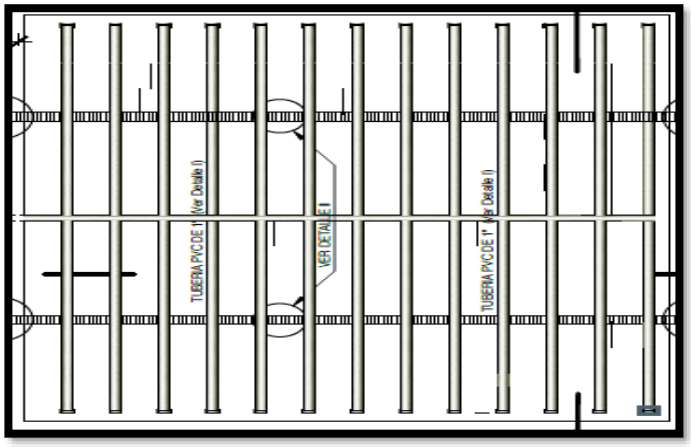
C) Mantenimiento de tanque séptico.

Sea realizado la limpieza y mantenimiento del tanque séptico de tratamiento de AR de la Localidad de Jivia.

Fuente: Elaboración propia.

D) Mantenimiento y mejora del filtro biológico.

- Sea realizado el mejoramiento del sistema de tratamiento secundario del filtro percolador, según el cálculo de dimensionamiento de la tubería y la distribución de caudal de efluentes que viene del tratamiento primario para garantizar la repartición uniforme sobre la superficie de las gravas del filtro, ver en el anexo 4: Planos de Filtro Percolador (Lamina: FP).



Fuente: Elaboración Propia.

- Así mismo sea realizado la instalación de las gravas de filtro en dos capas, la primera capa de 50 cm de altura con gravas de 5 a 7 cm y la segunda capa de 1.00 m de altura con gravas de filtro de tamaño 2.50 a 5 cm, ver en el anexo 4: Planos de Filtro Percolador (Lamina: FP).

Fuente: Elaboración Propia.

E) Calculo caudales de diseño y mejora de pretratamiento.

- El Cribado: Sea realizado el cálculo de diseño con el caudal máximo horario y la construcción de cámara rejas con la finalidad de solucionar la retención de los sólidos gruesos, ver en el anexo 4: Planos de la Planta de tratamiento de aguas residuales (Lamina: PTAR y CR).

Caudal de diseño.

Qmáx.h = 4.46 lit. /seg.

Capacidad de Cribado.

C = 0.05 m3/m2/h.

Pendiente.

S = 1%

Área necesaria para el cribado.

A = Qmáx.h*C.

A = 0.80 m^2.

Ancho = 0.80 m.

Largo = 1.00 m.

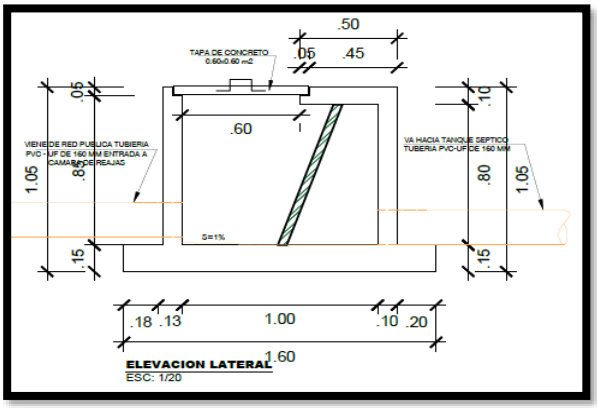
Altura = 0.80 m.

Dimensiones de cámara de rejas.

A = 0.80 m.

B = 1.00 m.

h = 0.80 m.



Fuente: Elaboración Propia.

F) Verificación dimensionamiento del diseño Tanque Séptico.

Se realizó el diseño del tanque séptico, tomando en cuenta la Norma: IS. 0.20 del RNE.

Población futura (P) = 384 hab.

Dotación (q) = 100 lit. /hab.*día.

- Calculo de periodo de retención hidráulica.

  Pr = 1.5 – 0.30 log (P*q).

  Pr = 0.13 días.

- Volumen de tanque séptico.

  $Vs = 10^{-3}*(P*q) *Pr$

  $Vs = 4.79\ m^3$.

- Volumen de digestión y almacenamiento de lodos.

  $Vd = ta*10^{-3}* P*N$.

  $Vd = 24.98\ m^3$.

- Volumen de natas.

  $Vn = 0.70\ m^3$.

  Volumen total.

  $V_T = Vs + Vd + Vn$

  $V_T = 31.00\ m^3$.

  Asumir:

  $V_T = 35.00\ m^3$.

- Considerar las siguientes mediadas de profundidad.

  Borde libre = 0.30 m.

  Espacio de seguridad = 0.15 m.

- Dimensiones de tanque séptico.

  Ancho = 2.40 m.

  Largo = 7.30 m.

  Área total = 17.52 m^2.

  Profundidad.

  H = Vs/Área

  H = 1.89

  Asumir:

  H = 2.00 m.

G) Verificación dimensionamiento de diseño F.B.

- Datos de diseño.

Qd	= 4.21lit. /seg
DBO total afluente	= 241 mg/l
DBO reducido* tratamiento primario	= 25%
Profundidad	= 2.00 m.

- Sistema de distribución de caudal

Caudal de distribución	= 252.60 lit/min.
Cota de fondo de tanque de regulación	= 366.10 m.
Cota de entrada al filtro percolador	= 365.61 m.
Longitud de tubería de ingreso	= 1.30 m.
Diámetro calculado	= 1.02 m.
Diámetro comercial de PVC	= 1 pulg.
Espaciamiento entre tuberías	= 0.18 m.
Distancia a las paredes del filtro	= 0.05 m.

Numero ramal	= 7.5 cm.
Longitud de cada ramal	= 2.30 m.
Separación entre orificios	= 0.09 m.
Diámetro de orificio de lloraderos	= 5/8 pulg.
Numero de orificios por cada ramal	= 13 orif.
Pendiente del terreno	= 1 %

- Drenaje inferior.

Área de orificio de drenaje	= 0.004 m2
Numero de orificios por ladrillo	= 6 orif.
Área de ladrillo de drenaje	= 0.09 m2
Velocidad mínima de canal	= 0.60 m/s
Pendiente mínima de canal	= 1%
Factor de rugosidad de canal	= 0.013
Longitud de abertura de ventilación	= 0.20 m.
Altura de abertura de ventilación	= 0.10 m.
Espaciamiento entre aberturas	= 0.20 m.
Pendiente de solera	= 1%

H) Cálculos de filtro Biológico.

No	Descripción	Criterio	Cálculo	Und
01	DBO afluente	DBOa = Pr*DBO	60.30	mg/l
02	Eficiencia requerida	$E=\frac{DBOa-DBOt}{DBOa}*100$	4.30	%
03	Carga orgánica afluente al filtro	$W=\frac{DBOa*Q}{1*10^3}$	22.7	Kg/d
04	Factor de recirculación	$F=(1+R)/(1+0.1*R)^2$	1	
05	Volumen del filtro	Vf=W/F*(0.443E/(1-E))2	7.00	m^3

06	Área superficial del filtro	Af=Vf/P	3.50	m^2
07	Largo y ancho del filtro	$L=Af^{1/2}$	2.00	m
		Asumir:	2.40	m
		Calculado: Af	5.76	m^2
08	Carga hidráulica superficial	CHS=Q/Af	5.28	m^3/m^2*d
09	Carga hidráulica volumétrica	CHV=Q/Vf	4.36	m^3/m^3*d
10	Carga orgánica superficial	COS=W/Af	3.94	kg/m^2*d
11	Carga orgánica volumétrica	COV=W/Vf	3.26	kg/m^3*d

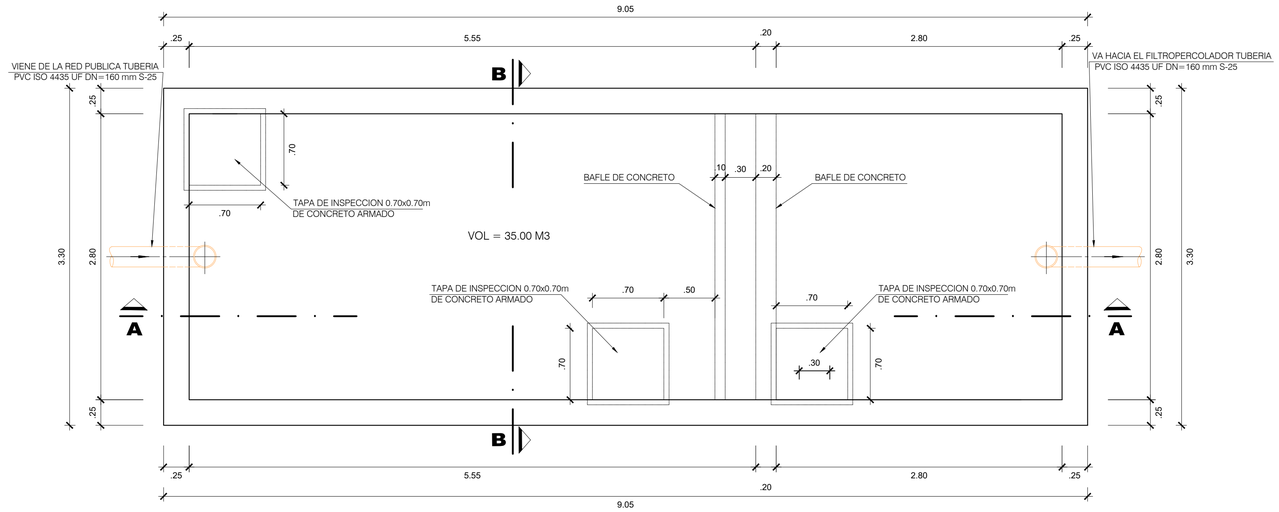
Fuente: Elaboración Propia.

I) Toma de muestra para el análisis en el laboratorio

- Toma de muestra DBO
- Toma de muestra SST

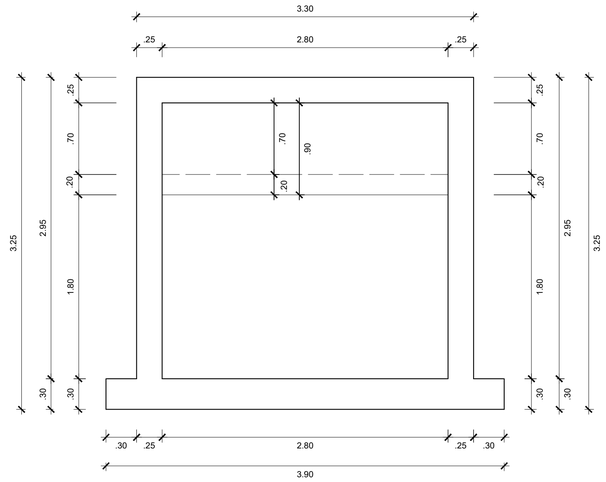
Anexo 4.

PLANOS



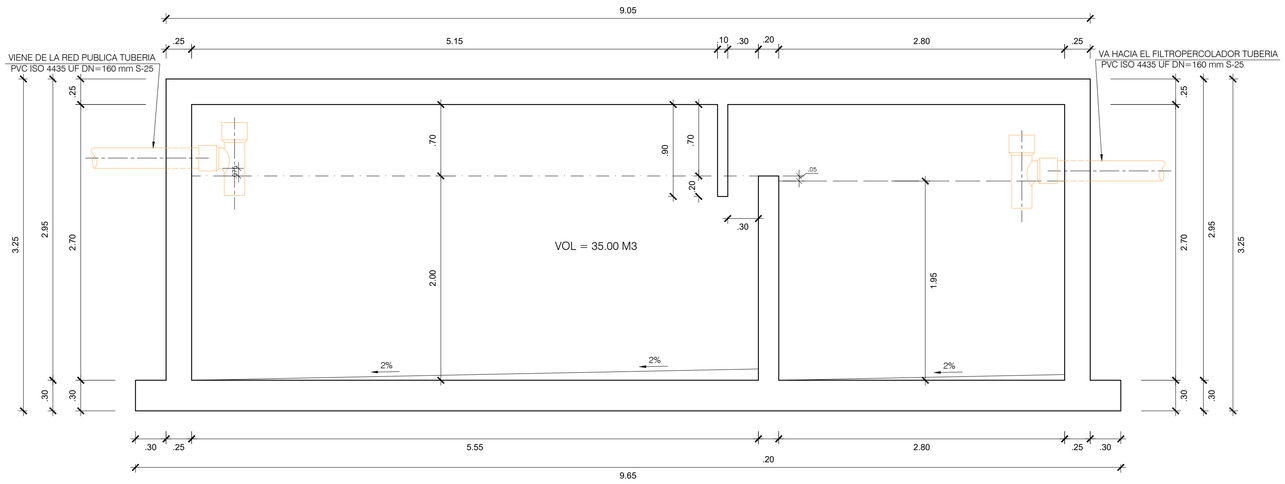
PLANTA TANQUE SEPTICO

ESC: 1/30



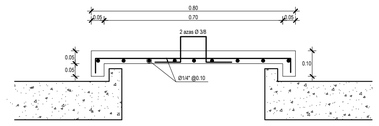
TANQUE SEPTICO CORTE B-B

ESC: 1/30



TANQUE SEPTICO CORTE A-A

ESC: 1/30



DETALLE DE TAPA DE CONCRETO

ESC: 1/30

UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"

FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA

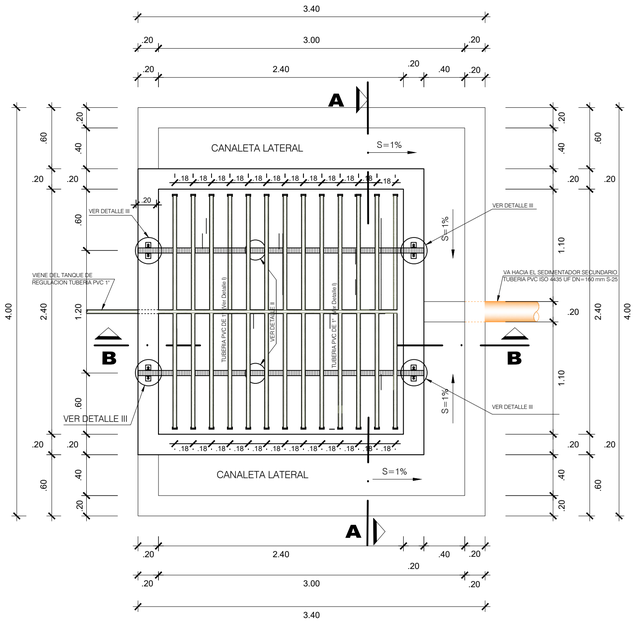
"MEJORAMIENTO Y DETERMINACION DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TANQUE SEPTICO Y FILTRO BIOLOGICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE JIVIA - DEPARTAMENTO DE HUANUCO"

TESISTA:
ANTONIO RAYMUNDO BLAS CERDA

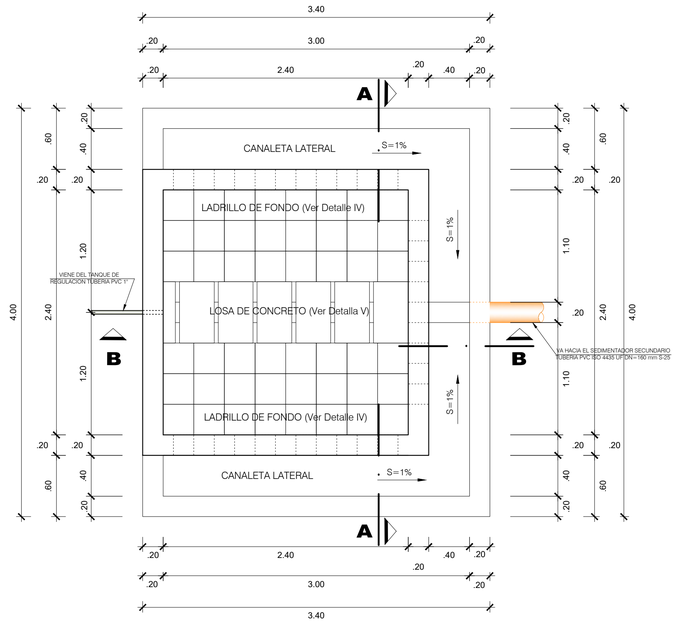
TESIS PARA OBTAREL TITULO DE INGENIERO SANITARIO

PLANO: TANQUE SEPTICO (En Planta, Corte y Detalle)

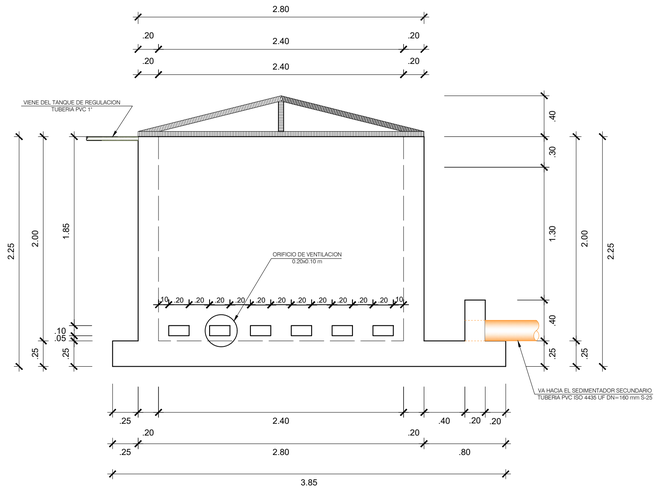
LAMINA: TS



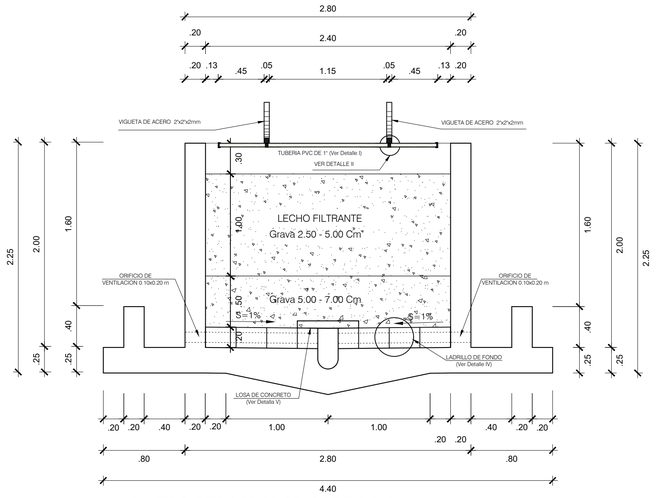
PLANTA FILTRO PERCOLADOR
ESC: 1/30



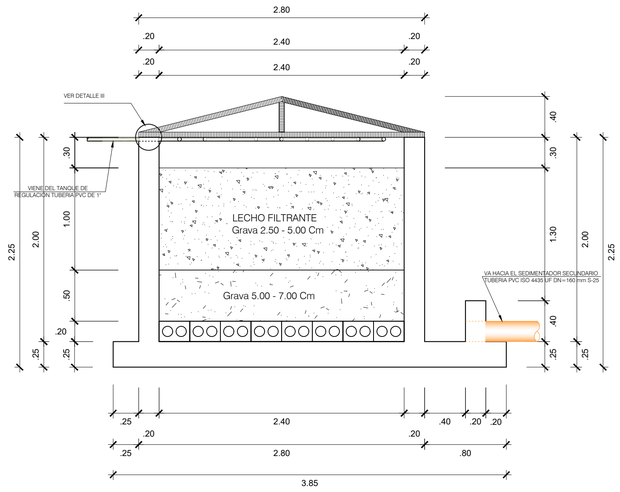
PLANTA FONDO FILTRO PERCOLADOR
ESC: 1/30



ELEVACION LATERAL
ESC: 1/30

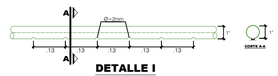


FILTRO PERCOLADOR CORTE A-A
ESC: 1/30

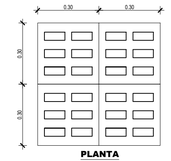


FILTRO PERCOLADOR CORTE B-B
ESC: 1/30

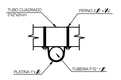
DETALLES



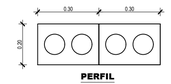
DETALLE I
ESC: 1/15



PLANTA

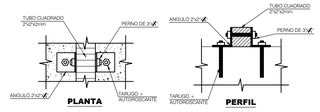


DETALLE II
ESC: 1/8

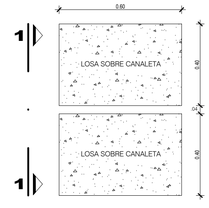


PERFIL

DETALLE IV
ESC: 1/15



DETALLE III
ESC: 1/8



PLANTA

DETALLE V
ESC: 1/15

UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"

FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA

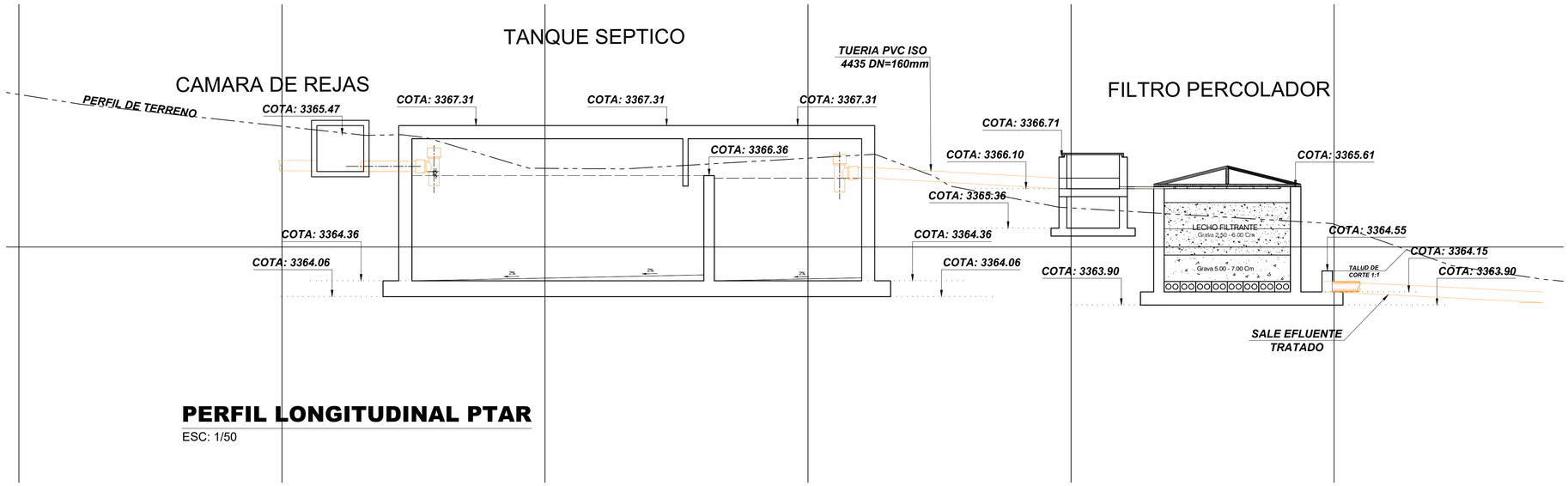
"MEJORAMIENTO Y DETERMINACION DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TANQUE SEPTICO Y FILTRO BIOLOGICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE JIVIA - DEPARTAMENTO DE HUANUCO"

TESISTA:
ANTONIO RAYMUNDO BLAS CERDA

TESIS PARA OBTARER EL TITULO DE INGENIERO SANITARIO

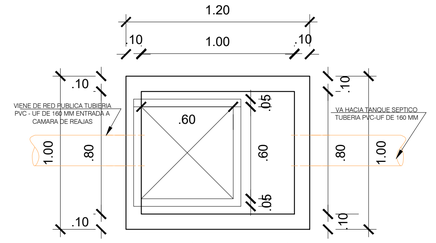
PLANO: **FILTRO PERCOLADOR (En Planta, Corte y Detalle)**

LAMINA: **FP**

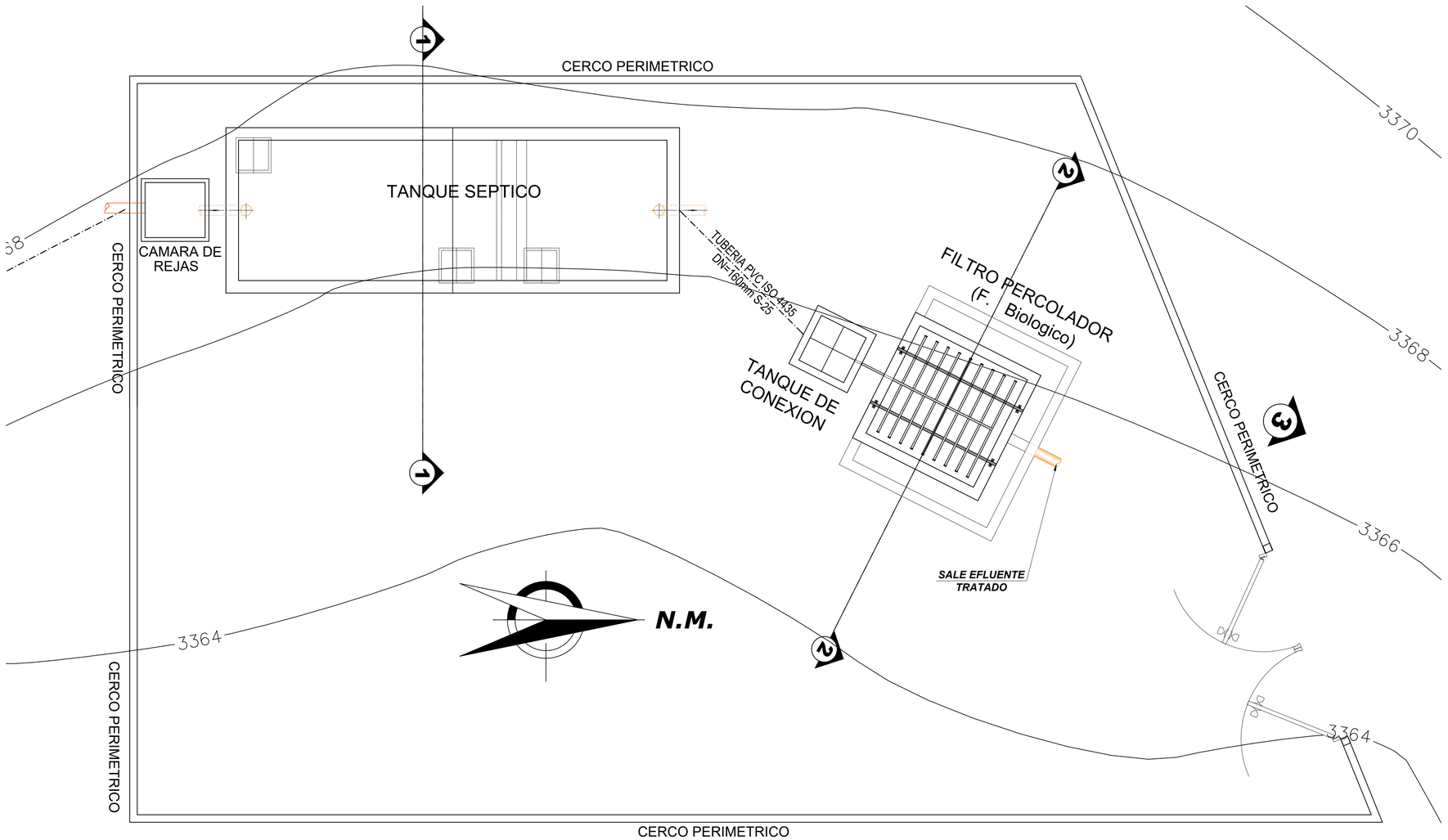


PERFIL LONGITUDINAL PTAR

ESC: 1/50

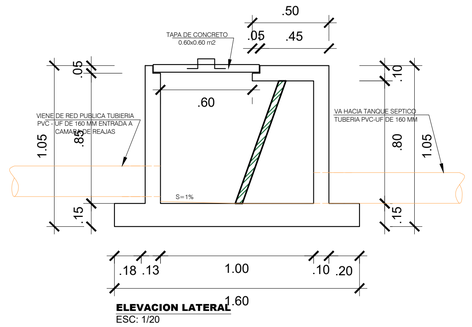


PLANTA CAMARA DE REJAS
ESC: 1/20

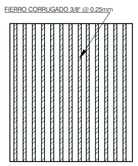


PLANO EN PLANTA - PTAR

ESC: 1/50



ELEVACION LATERAL
ESC: 1/20



DETALLE DE REJAS
ESC: 1/20

UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"

FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA

"MEJORAMIENTO Y DETERMINACION DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TANQUE SEPTICO Y FILTRO BIOLOGICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE JIVIA - DEPARTAMENTO DE HUANUCO"

TESISTA:
ANTONIO RAYMUNDO BLAS CERDA

TESIS PARA OBTAREL TITULO DE INGENIERO SANITARIO

PLANO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y CAMARA DE REJAS (Planteamiento General - En Planta)

LAMINA: PTAR Y CR