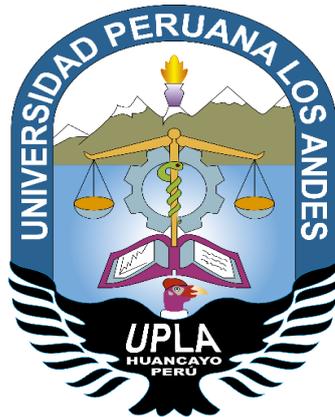


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“DISEÑO COMPARATIVO DE UNIDADES DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL C.P. DE
APAYCANCHILLA – HUARICOLCA – TARMA - JUNIN”**

PRESENTADO POR:

Bach. ERNESTO CHUCOS VELASCO

Línea de Investigación Institucional: Nuevas Tecnologías y Procesos

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

HUANCAYO – PERÚ

2021

CONTRATAPA

ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA
ASESOR

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a nuestro divino creador, quien me ha otorgado la vida, salud y sabiduría para el logro de mis metas trazadas en esta investigación.

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

Dr. RUBEN TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE

JURADO

JURADO

JURADO

Mg. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO GENERAL

ÍNDICE

CONTRATAPA.....	II
DEDICATORIA.....	IV
ÍNDICE.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XIV
CAPITULO I.....	17
EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.1. Planteamiento del problema.....	17
1.2. Formulación y sistematización del problema.....	19
1.2.1. Problema general.....	19
1.2.2. Problemas específicos.....	19
1.3. Justificación.....	20
1.3.1. Social.....	20
1.3.2. Teórica.....	20
1.3.3. Metodológica.....	20
1.4. Delimitaciones.....	20
1.4.1. Delimitación temporal.....	20
1.4.2. Delimitación espacial.....	20
1.4.3. Delimitación económica.....	23
1.5. Limitaciones.....	23
1.6. Objetivos.....	24
1.6.1. Objetivo general.....	24
1.6.2. Objetivos específicos.....	24
CAPITULO II.....	25
MARCO TEÓRICO.....	25
2.1. Antecedentes.....	25
2.1.1. Internacionales.....	25
2.1.2. Nacionales.....	28
2.2. Marco conceptual.....	31

2.2.1. Teorías de la Investigación.....	31
2.2.1.1 Agua residual	31
2.2.1.2 Origen de las aguas residuales	33
2.2.1.3 Características fisicoquímicas de las aguas residuales.....	35
2.2.1.4 Características microbiológicas de las aguas residuales	38
2.2.1.5 Tipos de tratamiento.....	39
2.2.1.6 Plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR).....	40
2.2.1.7 Parámetros de diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR)	44
2.3. Marco legal de las aguas residuales domesticas en el Perú.....	46
2.4. Definición de términos.....	47
2.5. Hipótesis	49
2.5.1. Hipótesis general.....	49
2.5.2. Hipótesis específicos.....	49
2.6. Variables	50
2.6.1. Definición conceptual de la variable	50
2.6.2. Definición operacional de la variable	50
2.6.3. Operacionalización de la Variable	51
CAPÍTULO III	52
METODOLOGÍA	52
3.1. Método de investigación.....	52
3.2. Tipo de Investigación	52
3.3. Nivel de investigación.....	52
3.4. Diseño de investigación	53
3.5. Población y muestra.....	54
3.5.1. Población.....	54
3.5.2. Muestra	54
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	54
3.7. Procesamiento de la información	55
3.8. Técnicas y análisis de datos.....	56
CAPÍTULO IV	57
RESULTADOS.....	57
4.1. Presentación de resultados específicos	57
CAPÍTULO V	78

DISCUSIÓN DE RESULTADOS	78
5.1. Discusión de resultados específicos.....	78
CONCLUSIONES	81
RECOMENDACIONES	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
ANEXOS	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Principales productos de la descomposición de la materia orgánica.	36
Tabla 2 – Variables de investigación.....	50
Tabla 3 – Operacionalización de las variables.....	51
Tabla 4 – Eficiencia en la remoción de los parámetros DBO y sólidos suspendidos en el tratamiento de aguas residuales por medio del tanque imhoff.	73
Tabla 5 – Eficiencia en la remoción de los parámetros DBO y sólidos suspendidos en el tratamiento de aguas residuales por medio del tanque séptico.....	75
Tabla 6 – Indicadores para los criterios de evaluación.	75
Tabla 7 – Criterio técnico – eficiencia del tratamiento (remoción).....	75
Tabla 8 – Criterio técnico – determinación de la pendiente del terreno.	76
Tabla 9 – Criterio técnico – nivel freático.	76
Tabla 10 – Criterio técnico – distancia al proyecto.....	76
Tabla 11 – Criterio social – molestia por malos olores.....	76
Tabla 12 – Criterio social – empleo en la etapa de construcción.	76
Tabla 13 – Criterios para la evaluación de las alternativas.	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Ubicación departamental de la zona de investigación.	21
Figura 2- Ubicación provincial de la zona de investigación.	22
Figura 3- Ubicación distrital de la zona de investigación.....	22
Figura 4- Localización del proyecto de investigación.	23
Figura 5- Aguas domésticas.....	34
Figura 6- Tratamiento de aguas residuales.....	42
Figura 7- Datos topográficos de área del terreno.....	57
Figura 8- Datos topográficos de área de la ptar.	58
Figura 9- Análisis de agua del cuerpo receptor.....	59
Figura 10- Parámetros de diseño.....	59
Figura 11- Pretratamiento diseñado.....	60
Figura 12- Tanque imhoff diseñado.	61
Figura 13- Filtro biológico diseñado.	61
Figura 14- Sedimentador secundario diseñado.....	62
Figura 15- Lecho de secado diseñado.	62
Figura 16- Desinfección diseñado.....	63
Figura 17- Datos topográficos de área del terreno.....	63
Figura 18- Datos topográficos de área de la ptar.	64
Figura 19- Análisis de agua del cuerpo receptor.....	65
Figura 20- Parámetros de diseño.....	65
Figura 21- Pretratamiento diseñado.....	66
Figura 22- Tanque séptico diseñado.....	67
Figura 23- Procedimiento de diseño del tanque séptico parte I.	67
Figura 24- Procedimiento de diseño del tanque séptico parte II.	68
Figura 25- Filtro biológico diseñado.	69
Figura 26- Sedimentador secundario diseñado.....	69
Figura 27- Lecho de secado diseñado.	70
Figura 28- Desinfección diseñado.....	70
Figura 29- Unidades de tratamiento de aguas residuales por medio del tanque imhoff.	71

Figura 30- Unidades de tratamiento de aguas residuales por medio del tanque
séptico..... 73

RESUMEN

El presente trabajo de investigación intitulado “diseño comparativo de unidades de tratamiento de aguas residuales del C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma - Junín”, tiene como problema: ¿Cómo es el diseño de las unidades de tratamiento de aguas residuales para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma - Junín?, siendo el objetivo; Realizar el diseño comparativo de las unidades de tratamiento de aguas residuales para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma - Junín, con la hipótesis; El diseño de las unidades de tratamiento de aguas residuales para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma – Junín, se rige bajo los parámetros técnicos normativos.

Para el estudio se aplicó la investigación tipo aplicada, nivel descriptivo - comparativo, método científico y diseño no experimental de corte transversal, considerando como población las plantas de tratamiento de aguas residuales del distrito de Huaricolca, provincia de Tarma y la muestra está dado por la planta de tratamiento de agua residuales del Centro Poblado de Apaycanchilla del distrito de Huaricolca.

Como conclusión se identifica que ambos sistemas (unidades de tratamiento de aguas residuales con tanque imhoff y tanque séptico) presentan buena eficiencia de remoción de carga orgánica (DBO), no generan propagación de malos olores debido a la lejanía que se ubican. Ante la similitud de criterios se opta por la primera propuesta “unidad de tratamiento de aguas por medio del tanque imhoff”, debido que constructivamente ocupa menor espacio que el otro sistema propuesto.

Palabras Claves: Aguas Residuales, Unidades de Tratamiento, Tanque Imhoff y Tanque Séptico.

ABSTRACT

The present research work entitled “comparative design of wastewater treatment units of the C.P. Apaycanchilla - Huaricolca - Tarma - Junín ”, has as a problem: How is the design of the wastewater treatment units for the C.P. Apaycanchilla - Huaricolca - Tarma - Junín ?, being the objective; Carry out the comparative design of the wastewater treatment units for the C.P. from Apaycanchilla - Huaricolca - Tarma - Junín, with the hypothesis; The design of the wastewater treatment units for the C.P. Apaycanchilla - Huaricolca - Tarma - Junín, is governed by the regulatory technical parameters.

For the study, applied type research, descriptive-comparative level, scientific method and non-experimental cross-sectional design were applied, considering as population the wastewater treatment plants of the district of Huaricolca, province of Tarma and the sample is given by the wastewater treatment plant of the Apaycanchilla Town Center in the district of Huaricolca.

As a conclusion, it is identified that both systems (wastewater treatment units with imhoff tank and septic tank) present good efficiency of organic load removal (BOD), they do not generate the propagation of bad odors due to the remoteness that they are located. Given the similarity of criteria, the first proposal was chosen "water treatment unit by means of the imhoff tank", since it constructively occupies less space than the other proposed system.

Keywords: Wastewater, Treatment Units, Imhoff Tank and Septic Tank.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo investigativo se desarrolló en plena aplicación al Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de la Universidad Peruana Los Andes; se elaboró con mucho beneplácito la investigación titulado “diseño comparativo de unidades de tratamiento de aguas residuales del C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma - Junín”; investigación que establece como propósito fundamental: Realizar el diseño comparativo de las unidades de tratamiento de aguas residuales para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma - Junín.

Debido al alto crecimiento de la población, ligado directamente al crecimiento de las áreas urbanas y rurales, la disposición del agua residual doméstica e industrial se ha convertido en los últimos años en un problema serio, por lo que es problema que aqueja en muchos países como el nuestro. Se consideran como un problema ambiental puesto que contaminan de una manera irracional los ecosistemas en donde son vertidas, ya sean lagos, ríos, manglares, costas, entre otros. En este caso los principales agentes más afectados son los animales y plantas que habitan en estos ecosistemas, pero nosotros nos somos ajenos ante este hecho, también resultamos seriamente afectados puesto que muchos de los lugares en los cuales se vierten son una fuente de agua dulce o están ubicados cerca de poblaciones las cuales resultan afectados como una fuente de infección y contaminación para los habitantes aledaños (Hinostroza, p.14, 2016).

Por lo que se refiere a las aguas residuales domésticas, estas son producidas por distintas funciones que se realizan en una vivienda ya sea por lavado de vajillas, desechos, humanos, grasas, etc. Según Moret I. (2014) en su tesis Optimización de lagunas de estabilización mediante el uso demacrofitas, menciona la producción potencial de agua residual doméstica, según datos del año 2007, es de 747,3 millones m³ por año, que convenientemente tratadas podrían teóricamente irrigar más de 700 000 ha o 7000 km², es decir, el 15% de la costa peruana. La situación es muy diferente puesto que las plantas de tratamiento de agua residual (PTAR) existentes tienen una capacidad limitada de tratamiento del 14,7%; el resto de aguas son emitidas con un tratamiento

defectuoso, o sin tratamiento a los cuerpos de agua existentes, ríos, reservorios, bahías, etc., contribuyendo gravemente a su contaminación.

Ahora bien, considerando el tratamiento de las aguas residuales domésticas, estas pueden llevarse a cabo mediante diversos métodos. Pueden alternarse de diferentes maneras, lo que ofrecerá como resultado diferentes secuencias de operaciones y procesos. Todos estos se basan en fenómenos físicos, químicos y biológicos. Sin embargo, casi todas las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas se conciben con base en procesos biológicos (ROLIM, 2014). Algunos de los problemas relacionados con el mal funcionamiento de los sistemas de tratamiento son: las tecnologías empleadas no siguen una secuencia lógica de tratamiento, muchas plantas se encuentran incompletas, existe muy poco mantenimiento y control de los procesos que se desarrollan en las plantas y/o solo existen recomendación de los expertos en tecnologías familiares (Guerrero, p.12, 2015).

Según Peña y Valencia (2015) se debe promover el tratamiento del agua residual, para disminuir los niveles de contaminación en las fuentes receptoras y por ende los riesgos potenciales para la salud pública y el ambiente acuático.

En el presente trabajo de investigación se realizó el diseño comparativo de las unidades de tratamiento de aguas residuales para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma - Junín.

Esta investigación de tipología aplicada, considera el nivel descriptivo - comparativo; como diseño de investigación no experimental de corte transversal, y como técnicas de recopilación de data a las fuentes documentales, registros teniendo como instrumentos a las fichas técnicas. Como técnica para el análisis de datos se aplicó la estadística descriptiva el cual nos permitió conocer los resultados.

El trabajo desarrollado y presentado se justifica en razón de que se pretende contribuir al conocimiento y valoración del entorno rural; sirviendo como antecedente e instrucción no solo al personal que desarrolla análisis rutinarios

de muestras ambientales sino, a personas naturales, estudiantes y técnicos interesados en la investigación.

Para el entendimiento del tema investigado, la tesis se encuentra dividido mediante capítulos, explicándose cada capítulo de una manera directa y concreta en relación al tema investigado.

En el capítulo I, se describe el planteamiento del problema, formulación y sistematización del problema, la justificación, las delimitaciones, limitaciones y los objetivos de la investigación.

En el capítulo II, se redacta los antecedentes (internacionales y nacionales), el marco conceptual, la definición de términos, el planteamiento de las hipótesis y la identificación de variables de la investigación.

En el capítulo III, se redacta la metodología aplicada, describiéndose el método, tipo, nivel, diseño, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procesamiento de la información y técnicas de análisis de datos de la investigación.

En el capítulo IV, se plasma los resultados obtenidos del diseño comparativo de las unidades de tratamiento de aguas residuales.

En el capítulo V, se da la discusión de los resultados obtenidos del diseño comparativo de las unidades de tratamiento de aguas residuales, y poder formular las respectivas conclusiones y recomendaciones a la investigación desarrollada, y finalmente redactar las referencias bibliográficas utilizadas en el desarrollo de la investigación.

En la parte final de la investigación, se anexan la documentación que sustenta el desarrollo de la investigación.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Según las Naciones Unidas aproximadamente 1,800 millones de personas en todo el mundo se abastecen de agua para consumo humano de una fuente que se encuentra contaminada por restos fecales debido a que más del 80% de las aguas residuales que provienen de las actividades humanas se vierten a los cuerpos receptores sin un tratamiento adecuado cambiando su composición química y alterando los ecosistemas, esto provoca aproximadamente la muerte de 800 niños diarios por enfermedades diarreicas; el crecimiento demográfico genera un caudal considerable de aguas residuales los cuales provocan alteraciones en los cuerpos receptores y van degradando la calidad de los recursos naturales de su entorno, sumado la precaria y obsoleta infraestructura de tratamiento de aguas residuales representa un significativo riesgo para la población ya que el saneamiento es el recurso más importante para el desarrollo de la sociedad lo cual es imprescindible para la vida y un derecho humano. (Organización de las Naciones Unidas, 2019 pág. 20).

En los últimos años América latina ha “mejorado significativamente la gestión del agua, especialmente en lo referente a la expansión de la cobertura de los servicios: hoy en día el 96,9% de los latinoamericanos disfrutan de agua potable (89,6% en el 2015); y el 88,6% tienen acceso a fuentes de saneamiento mejoradas (79,7% en 2015). De todas formas, cuando hablamos de la gestión de los recursos hídricos, sistemáticamente aparece una “asignatura pendiente: las aguas residuales en la actualidad del país y de la región” más del 78% de las aguas residuales que se generan son devueltas al medio natural (ríos, mares o tierras) sin ningún tratamiento. Esto impacta negativamente en la protección de la salud pública y del medio ambiente son efectos positivos muy conocidos del tratamiento de aguas residuales en las industrias. Anteriormente las empresas se deshacían del agua que sobraba en sus procesos.

Afortunadamente la creación de consciencia sobre la importancia del tratamiento ha permitido que el líquido contaminado pueda aprovecharse en la salud pública, la preservación” de los recursos naturales, el medio ambiente y el sector productivo, siendo las poblaciones vulnerables con peor “calidad de servicios, las que se llevan la peor parte. Las consecuencias económicas también son evidentes: en muchas ocasiones el costo del impacto generado por estos residuos supera a la inversión necesaria para “depurar las propias aguas residuales. Por ejemplo, las fuentes de agua están cada vez más contaminadas, y requieren de procesos de potabilización más intensos y por lo tanto más costosos.

Además, el agua contaminada” suele ser el origen de múltiples enfermedades, lo cual no solo representa un gran riesgo para las personas, sino que también aumenta considerablemente” el gasto de los estados en salud.

Las tecnologías e infraestructuras de las plantas de tratamiento de agua residual en el país no son suficientes para cubrir el tratamiento y disposición de las aguas residuales, esto debido a su ineficiente operación, el tratamiento de agua residual debe permitir el reingreso del caudal a la naturaleza con una buena calidad y sin hacer uso intensivo de energía para que el sistema sea sostenible en el tiempo.

La mayoría de las Plantas de tratamiento de aguas residuales que se encuentran en funcionamiento no son eficientes en la remoción debido a los diseños sobredimensionados o tecnologías que hacen uso intensivo de energía y no reflejan la realidad del ámbito del proyecto.

Según el Programa de Adecuación de Vertimientos y Reúso de Aguas Residuales en el Perú el vertimiento de agua residual sin recibir un tratamiento previo es alrededor de 54 m³/s, esto se genera debido a que no se evalúa adecuadamente y no se trata de una óptima manera, lo que provoca la contaminación continua de fuentes de agua; se puede tener una planta de tratamiento de agua residual sin embargo se debe realizar la correcta operación y mantenimiento de los componentes para que no se

convierta en focos infecciosos y generen enfermedades para la población. (Fernández Estela, 2018 pág. 4).

Las aguas residuales son variables y depende de factores como la población, ubicación, altitud por tal motivo para tratar el agua residual se requiere una adecuada caracterización para determinar el nivel de contaminación y elegir el tratamiento adecuado para ese tipo de agua.

En lo que respecta al saneamiento básico del Centro Poblado de Apaycanchilla, si existe la necesidad de mejorar la salubridad, es necesario instalar las redes de alcantarillado, así como la disposición de sistemas de tratamiento de las aguas residuales, a fin de disminuir el incremento de enfermedades bacteriológicas en la zona de estudio.

1.2. Formulación y sistematización del problema

Ante esta disposición se plantea la siguiente interrogante como problema general:

1.2.1. Problema general

¿Cómo es el diseño de las unidades de tratamiento de aguas residuales para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma - Junín?

1.2.2. Problemas específicos

a) ¿Cómo es el diseño de las unidades de tratamiento de aguas residuales por medio del tanque imhoff para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma - Junín?

b) ¿Cómo es el diseño de las unidades de tratamiento de aguas residuales por medio del tanque séptico para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma - Junín?

c) ¿Cuáles es la unidad de tratamiento de aguas residuales más adecuada para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma - Junín?

1.3. Justificación

1.3.1. Social

Esta investigación sustenta el beneficio social hacia los habitantes del C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma - Junín, cuando se compare y diseñe la unidad de tratamiento de aguas residuales más adecuado. Así mismo servirá como base para las empresas prestadoras de estos servicios, para evaluaciones futuras y además de brindar lo necesario para el buen funcionamiento de redes de alcantarillado sanitario.

1.3.2. Teórica

La “información recopilada, analizada y procesada servirá como sustento para esta y otras investigaciones similares, ya que enriquecen el marco teórico y/o cuerpo de conocimientos que existe sobre el” tema en mención.

1.3.3. Metodológica

El proyecto presenta una metodología propia del desarrollo de la ingeniería civil donde consta de proceso pre estudio, ejecución y mantenimiento donde inicialmente una parte de recolección de datos para los diseños respectivos y su posterior procesamiento con un diseño prospectivo porque nos permitirá tener un buen producto ya sustentado mediante las normativas técnicas y siguiendo las pautas del reglamento nacional de edificaciones del Perú.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Delimitación temporal

El trabajo de investigación se llevó a cabo en 5 meses, del mes de julio del 2021 hasta el mes de noviembre del Año 2021.

1.4.2. Delimitación espacial

La investigación se realizó durante la ejecución de la obra mejoramiento del sistema de agua potable e instalación del sistema

de alcantarillado en el Centro Poblado de Apaycanchilla, distrito de Huaricolca - Tarma - Junín.

Figura 1- Ubicación departamental de la zona de investigación.



Fuente: <https://www.deperu.com/calendario>

Figura 2- Ubicación provincial de la zona de investigación.



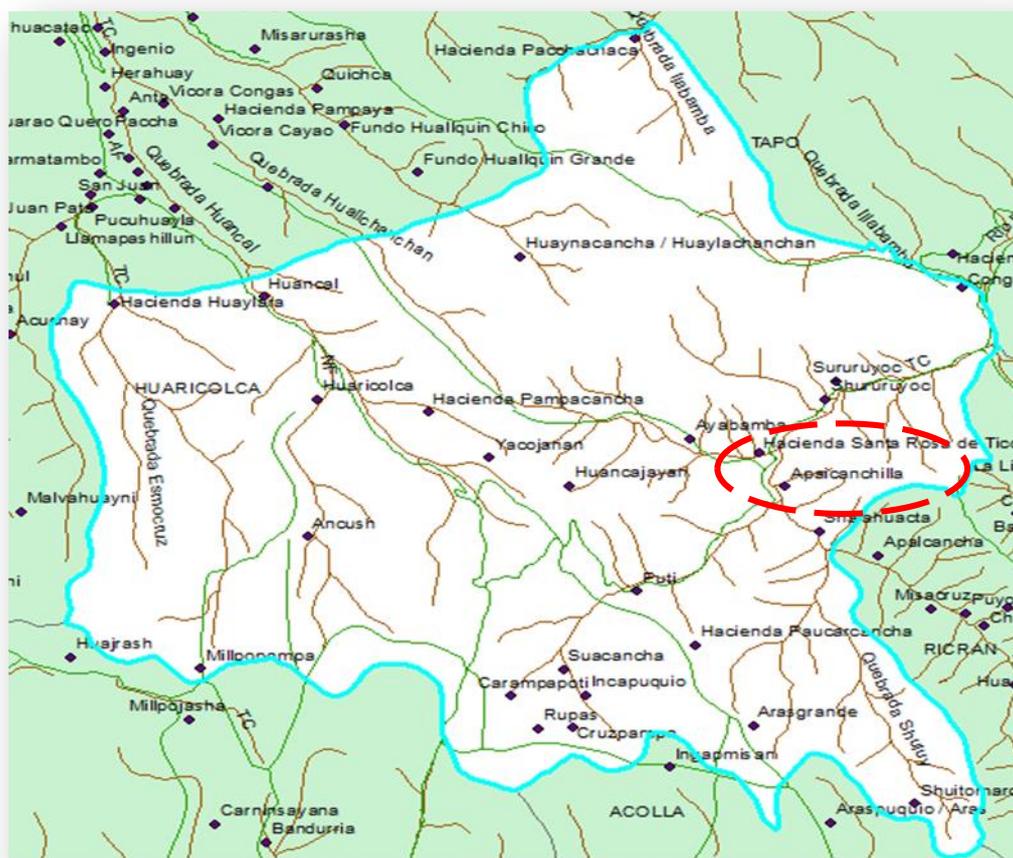
Fuente: <https://www.deperu.com/calendario>

Figura 3- Ubicación distrital de la zona de investigación.



Fuente: <https://www.deperu.com/calendario>

Figura 4- Localización del proyecto de investigación.



Fuente: <https://www.deperu.com/calendario>

1.4.3. Delimitación económica

Los gastos financieros incurridos en la elaboración del presente trabajo de investigación, no fue inconveniente económico alguno. El gasto mencionado fue asumido en su totalidad por el investigador de la presente tesis.

1.5. Limitaciones

Básicamente la limitación de la investigación se centró en el acceso a la información del expediente técnico de la ejecución de la obra; “mejoramiento del sistema de agua potable e instalación del sistema de alcantarillado en el Centro Poblado de Apaycanchilla, distrito de Huaricolca - Tarma - Junín”.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Realizar el diseño comparativo de las unidades de tratamiento de aguas residuales para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma - Junín.

1.6.2. Objetivos específicos

a) Realizar el diseño de las unidades de tratamiento de aguas residuales por medio del tanque imhoff para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma - Junín.

b) Realizar el diseño de las unidades de tratamiento de aguas residuales por medio del tanque séptico para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma - Junín.

c) Identificar la unidad de tratamiento de aguas residuales más adecuada para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma - Junín.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

Lituma (2014), en la investigación titulada: “Las aguas servidas y su influencia en el buen vivir de los habitantes de las comunidades indígenas de la parroquia Madre Tierra cantón Mera provincia de Pastaza”. En su investigación nos refiere que el proyecto es de gran importancia, dada las actuales circunstancias en las que se realiza la evacuación de las aguas servidas, provocando de esta manera un efecto contaminante para el buen vivir de los habitantes de las comunidades indígenas de la parroquia Madre Tierra, degradando de esta manera la conservación ambiental y la calidad de vida de los habitantes.

También nos dice que se realizó encuestas de campo conjuntamente con el técnico de la junta parroquial, el técnico de la asociación de juntas parroquiales y el Ing. Luis Holsen de EEUU. Se procedió a realizar el muestreo y a tabular cada uno de los resultados de las encuestas, realizando análisis de factibilidad del proyecto en cada uno de los sitios, realizando un diseño de letrinas sanitarias con pozo séptico, un tanque elevado más económico acorde a las necesidades y condiciones climáticas de la zona.

Además de que se implantará un sistema de letrinas sanitarias mixtas para un adecuado tratamiento de las aguas servidas, utilizando normas del código ecuatoriano de construcción, normas ASTHO, ACI y normas de plan de manejo ambiental, reducirá efectos negativos como los desagradables olores y la presencia de animales rastrojos que afecta el paisajismo de la zona dándole un mal aspecto.

Calderón (2014), en la investigación titulada: “Evaluación de la eficiencia de biodigestor comercial en el tratamiento de aguas residuales domiciliarias”. En su trabajo de investigación nos habla sobre la baja cobertura en la red de drenajes que trae consigo la necesidad de desarrollar sistemas descentralizados de aguas residuales domésticas y tratamientos in situ. El biodigestor comercial es presentado por su fabricante como una alternativa sostenible para el saneamiento periurbano y rural, como un tratamiento primario in situ, antes de la disposición final de las aguas residuales.

El biodigestor comercial presenta cualidades físicas que permiten una instalación rápida, sin necesidad de mano de obra especializada, sin embargo, debe determinarse sus cualidades en el tratamiento de aguas residuales.

La investigación se realizó para determinar la eficiencia de remoción de carga contaminante en el tratamiento de aguas residuales domiciliarias; además de su eficiencia inicial y a mediano plazo, evaluándose después de cinco años de funcionamiento, así también se examinó el estado físico de la unidad, cuantificación de lodos, evaluación de la eficiencia ante distintos caudales e inconvenientes del sistema.

Cubillos y Huertas (2018) realizaron la investigación “Evaluación de la eficiencia de remoción de materia orgánica de un biodigestor tubular anaerobio a escala piloto para el tratamiento de aguas residuales porcinas en la Institución Educativa Agrícola Guacavia, Cumaral-Meta”. Cuyo objetivo general es: evaluar la eficiencia de remoción de materia orgánica de un biodigestor tubular anaerobio a escala piloto para el tratamiento de aguas residuales porcinas, preparadas a partir del estiércol producido en la Institución Educativa Agrícola Guacavia. Como resultados se obtuvo: 78.17 % de remoción para STS, 81.52 % de remoción para DQO, 78.82 %

de remoción para (DBO5). En cuanto a los resultados del afluente y efluente respectivamente se obtuvieron: 25 – 27 (°C) para la temperatura; 3186.67 – 580.60 (mg/L) para los STS; 8.21 – 6.99 (UpH) para el pH; 23672.49 - 2664.82 (mg/L) para DQO; 697.67 – 224.67 (mg/L) para (DBO5).

Yapú (2018) en su tesis “Tratamiento de aguas residuales domesticas a través de un biodigestor anaerobio en la comunidad de Altamarani del Municipio de San Buenaventura”. Tuvo como objetivo: recuperar aguas residuales domésticas a través de un biodigestor anaerobio, obteniendo agua de tratamiento primario para el aprovechamiento uso agrícola. Obteniendo los resultados: de (DBO5), se tiene una concentración del efluente promedio de 198.82 mg/l que en comparación de los límites permisibles establecidos en la ley 1333 donde solo permite 80 mg/l por día, el cual no cumple con lo establecido. La demanda química de oxígeno (DQO) en la ley establece que el límite máximo permisible sea de 250.0 mg/l, pero el afluente realizado en el análisis tiene una cantidad promedio de 223.33 mg/l, el cual entra en el rango de descarga de limite permisible. En cuanto al parámetro aceites y grasas, presenta un promedio de 0.2682 mg/l y la ley específica que la descarga por día debe ser 10.0 mg/l, lo cual nos indica que tiene un valor aceptable ya que entra en el límite permisible. En el parámetro de sólidos totales suspendidos se tiene un promedio de 96.79 mg/l, en este caso según la ley 1333 específica que el valor máximo permisible es de 60 mg/l el cual no cumple con límites. Concluyendo que no son aptos para el aprovechamiento agrícola.

Guerrero et al (2011) realizaron la investigación “Optimización de un biodigestor en la depuración de agua residual con estiércol de ganado bovino”. Donde nos hacen referencia en su tesis la implementación de un biodigestor tipo tubular, el mismo que se ha adaptado a un efluente proveniente del lavado del establo de ganado de bovino de la Universidad politécnica salesiana. Luego

de un tiempo de retención de 25 días se obtuvo una remoción de coliformes totales, (DBO5), DQO y siendo lo que más disminuyó es el SST. Así mismo llega a las siguientes conclusiones: los sólidos suspendidos totales tienen una eficiencia de remoción de 98,79% luego de un tiempo de retención de 25 días.

Demanda bioquímica de oxígeno en relación al tiempo de retención, muestra una fase con tendencia al aumento respecto al comportamiento del desarrollo microbiano en un biodigestor. Demanda química de oxígeno: tiende a disminuir, en razón de la degradación de la materia orgánica con una remoción del 79,57%, la disminución de coliformes totales en el agua residual presenta una remoción del 33,72%. Concluyendo que se obtiene biogás, producto de la actividad microbiana que se puede utilizar como gas combustible.

2.1.2. Nacionales

Huiza (2016), en la investigación titulada: “Diseño y tratamiento de aguas residuales mediante biodigestores domiciliarios de la localidad del anexo de Chilche-S.M. de Rocchac – Huancavelica”.

La tesis se desarrolla a fin de dar a conocer la falta de infraestructura respecto a obras de saneamiento para el tratamiento de aguas residuales. La carencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales en dicha localidad incide en el incremento de enfermedades gastrointestinales y parasitarias principalmente en pobladores de alto riesgo, niños y ancianos. Una solución eficiente para aquellos lugares que por diferentes razones principalmente topográficas que no cuenten con sistemas de tratamiento con innovación tecnológica llamado biodigestores. Esta propuesta es una alternativa de solución rápida, versátil y de fácil aplicación frente a otros sistemas de tratamientos existentes.

Ríos y Cisneros (2019) realizaron la investigación “Eficiencia de un biodigestor en el tratamiento de agua residual domestica a nivel

familiar en la asociación “los Víquez” Carapongo - Lurigancho Chosica- Lima”. Tuvo como objetivo: evaluar la eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales domésticas mediante un biodigestor de 600 litros a una altura de 471 m.s.n.m. Como tratamiento primario a nivel familiar.

Obteniendo como resultados promedios en el afluente y efluente: aceites y grasas (108 y 21 mg/l); coliformes termotolerantes (278.2 y 724.5 NMP/100 ml); demanda bioquímica de oxígeno (2632.6 y 393 mg/l); demanda química de oxígeno (3799.3 y 680 mg/l); sólidos suspendidos totales (1788.6 y 187 mg/l); potencial de hidrógeno (8.6 y 7.4); y la temperatura del agua (22.4 y 22.5 °C). La eficiencia de remoción obtenida en Aceites y grasas fue de 82.5%, Coliformes totales 98.3%, Coliformes Termotolerantes 97.3%, DBO5, 84.9%, DQO 82%, SST 89.5% Concluyendo que la eficiencia promedio del biodigestor fue de 89% para el tratamiento primario de agua residual doméstica, lo cual presenta evidencia de ser una alternativa viable y sostenible para minimizar los impactos ambientales (agua, aire y suelo) y contribuir a la salud colectiva de la población.

León (2018) en su tesis “Evaluación de la eficiencia de los biodigestores en el tratamiento de las aguas residuales domesticas en la Localidad de Chibaya Baja – Torata – Moquegua”. Con el objetivo: de determinar la eficiencia de tratamiento de las aguas residuales domesticas con biodigestor. Obteniendo como resultados en términos de eficiencia de tratamiento de las aguas residuales domesticas cuyos parámetros evaluados fueron: DBO5 de 59.51%, DQO 49.16%, aceites y grasas 35.92%, sólidos totales en suspensión 52.78% y Coliformes fecales (termotolerantes) 89.19%, además se realizó la comparación de parámetros evaluados con los límites máximos permisibles establecidos por el MINAM. Concluyendo que: la DBO5 y DQO no cumplen con los

límites máximos permisibles y estas aguas no deben ser vertidos a cuerpos de aguas (ríos, lagos, aguas subterráneas, etc.).

León (2018) ejecutó la investigación “Eficiencia de biodigestores usando Pet y esponjas para la remoción de DQO, DBO5 del agua residual domestica - Tuyu, Marcara – Ancash”. Cuyo objetivo general fue: determinar la remoción de DQO, DBO5 de aguas residuales empleando biodigestores prefabricados en la planta piloto del centro experimental de Tuyu Ruri. Obteniendo los resultados: Con respecto al uso del PET los sólidos totales en suspensión se ha removido en promedio en un 94.33%, pero en el caso de esponjas los sólidos totales en suspensión se remueve en promedio en un 69.87%, lo que nos indica que el de mayor eficiencia es utilizando PET; la demanda bioquímica de oxígeno se ha removido en promedio de 53.58% utilizando Pet y utilizando esponjas la demanda bioquímica de oxígeno se ha removido en promedio en un 55.99%, lo que indica que el uso del esponja nos da mayor eficiencia; al utilizar el Pet la demanda química de oxígeno se ha degradado en promedio de 38.37%, mientras que utilizando la esponja se ha removido un promedio de 51.11 %, químicamente hasta CO₂ y H₂O quedando un remanente de un 48.89 % de demanda química de oxígeno (DQO) no degradable lo que indica que la esponja es de mayor eficiencia; con respecto a coliformes fecales o termotolerantes en cuanto a la carga microbiana se obtuvo una permanencia del 100% debido a los condiciones nutricionales y ambientales, esto en ambos casos utilizando el Pet y esponjas.

Rodríguez (2018) ejecutó la investigación “Propuesta de diseño del sistema de saneamiento básico en el caserío de Huayabas – Parcoy – Pataz – La Libertad, 2017”. Cuyo objetivo general fue: realizar una propuesta de diseño del sistema de saneamiento básico en el Caserío de Huayabas, Distrito de Parcoy, Provincia de Pataz, Departamento de La Libertad. Obteniendo los siguientes

resultados: El sistema de saneamiento Básico propuesto cuenta con tratamiento biológico mediante un biodigestor el cual tiene una eficiencia de remoción de: 88 % de remoción para la demanda química de oxígeno (DQO), 94 % de remoción para la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5). En cuanto a los resultados en el efluente se obtuvieron: 8.5 (UpH) para el pH; 190 (mg/L) para DQO; 80 (mg/L) para DBO5. Llegando a la conclusión: Se plantea un sistema de tratamiento anaerobio mediante un biodigestor de 600 litros, debido a que la composición del agua residual doméstica es casi por completo orgánica, la cual demanda biodegradación. El sistema de tratamiento se plantea con base a un periodo de diseño de 10 años.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Teorías de la Investigación

2.2.1.1 Agua residual

El término de agua residual se utiliza para referirse al contenido variado que presenta los líquidos y restos densos que proceden en el sistema de abastecimiento de una ciudad que sufrido cambios por la acción de varias rutinas en actividades realizada por trabajadoras del hogar, industrias, comercios, agropecuarios, ganaderos, etc. Formal a la naturaleza del agua residual en el instante de la descarga, es imposible de ser usados, al ser vertidas en diversos cuerpos receptores con la inexistencia de un tratamiento preliminar alcanzan cambios de los del medio ambiente tanto terrestre como acuático, inclusive perjudicando la salud humana.

Sans y Ribas, (1989) el agua residual es aquella que se han empleado en diferentes procesos y se transformado su calidad lograr cercar toda clase de agua que discurran a estancar al drenaje público.

Sans y Ribas, (1989) sostiene que el agua excedente de aspecto común o caseras son las que proceden de los focos de la población, como de lugares comerciales, públicos y de zonas festivos. Sin valorar su origen, el agua habitualmente tiene por lo general la idéntica característica. El agua logra ir asistidas de aguas residuales industriales, si existen industrias que derramen sus aguas al drenaje público, por ende; se modifican su característica de las mismas y salen de la categorización de aguas residuales comunes.

Glynn y Heinke, (1999) el agua residual ordinaria contiene residuos que proceden de baños, cocinas, lavanderías, que siempre van al drenaje público para él envié a una disposición final. Es una mezcla complicada para contaminantes orgánicos e inorgánicos para el material en suspensión como disueltos. La agrupación que representa es pequeña y se identifican como mg/L. Su correlación es peso/volumen en identificar concentración de componente del agua residual, pudiendo establecer la relación peso/peso como mg/kg o ppm.

Rolim, (2000) expresa el agua residual logra puntualizarse que el agua que proceden del sistema de provisión de agua de una ciudad luego, de ser cambiada por diferentes usos para acción doméstica, industrial comunitaria, habiendo almacenadas por la red de alcantarillado donde llevará a un lugar adecuado.

Tchobanoglous, (1996) expresa para el agua residual común se puede añadir en la ilustración en la mixtura del agua residual común con el agua de drenaje pluvial, agua excedente de inicio industrial, dado que estas plasmen

con las necesidades al ser aceptadas en los sistemas de alcantarillado al ser mezclado.

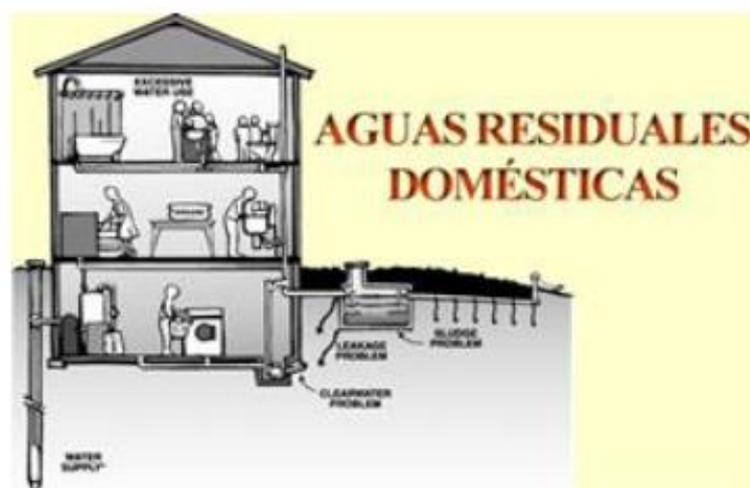
Sáenz, (1985) el agua residual doméstica se inicia especialmente en las habitaciones, instalaciones sanitarias, lavado de utensilios domésticos, grifos de baño lavado de ropa y otros usos. El volumen creado en función del grado de educación y costumbres de una población. El agua residual doméstica como producto de los hogares que tienen un sistema de abastecimiento de agua interconectada a redes de alcantarillados donde se vierten las aguas servidas de los hogares de la población.

2.2.1.2 Origen de las aguas residuales

Las “aguas residuales, como se menciona anteriormente pueden tener uno o diversos orígenes, entre esos podemos obtener que sea de origen doméstico, industrial, pecuario, agrícola, recreativo, entre otras, los cuales determinan sus características que estas aguas puedan tener. Las aguas residuales se clasifican de la” siguiente manera:

1.- Agua residual doméstica (ARD): Estas “aguas se caracterizan por ser residuos líquidos de viviendas, zonas residenciales, establecimientos comerciales” o institucionales.

Figura 5- Aguas domésticas.



Fuente: Hernández Muñoz, 2012, p.69.

Estas, además, se pueden subdividir en:

Aguas negras: Se “caracterizan por ser Aguas que son transportadas de la orina y lo proveniente” del inodoro.

Aguas grises: Se “caracterizan por ser Aguas jabonosas las cuales pueden contener grasas, provenientes de la ducha, tina, lavamanos, lavaplatos, lavadero” y lavadora.

2.- Agua residual industrial (ARI): Estas “aguas se caracterizan por ser residuos líquidos provenientes de procesos productivos industriales, las cuales pueden tener origen agrícola” o pecuario.

3.- Aguas lluvias (ALL): Estas “aguas se caracterizan por ser originadas por el escurrimiento superficial de las lluvias las cuales fluyen por los techos, calles, jardines y demás superficies del terreno. Dentro de las aguas lluvias se pueden determinar que los primeros flujos que se obtienen son generalmente muy contaminados debido al arrastre de basura y demás materiales acumulados” en la superficie.

4.- Residuos líquidos industriales (RLI): Estas “aguas se caracterizan por ser provenientes de los diferentes procesos industriales, por lo cual su composición varía según el tipo de proceso industrial y aún para un mismo proceso industrial, así mismo se puede determinar sus características diferentes en industrias” diferentes.

5.- Aguas residuales agrícolas (ARA): Estas aguas “se caracterizan por ser las que provienen de la escorrentía superficial de las zonas agrícolas y se caracterizan por la presencia” de pesticidas, sales y un alto contenido de sólidos en suspensión.

2.2.1.3 Características fisicoquímicas de las aguas residuales

Las aguas “residuales “presentan diferentes características con las Fisicoquímicas las cuales se pueden tener en cuenta para poder tener un manejo del agua para ser tratadas, de acuerdo a esto si no se el buen manejo obedecería a una mala caracterización de las aguas, ya que impide seleccionar correctamente los tratamientos y aplicar criterios adecuados para el diseño, se debe tomar” en cuenta” lo siguiente:

1.- Son fracciones “relevantes que se dan de los elementos contaminantes en las aguas residuales domésticas y municipales debido a esto se refleja como la causante del agotamiento de oxígeno de los cuerpos de agua. La Materia Orgánica está compuesta principalmente por CHONS (Carbono, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno y Azufre) constituyendo las proteínas (restos de origen animal y vegetal), los carbohidratos (restos de origen vegetal), los aceites y grasas (residuos de cocina e industria) y los surfactantes” (detergentes).

Tabla 1 – Principales productos de la descomposición de la materia orgánica.

Tipo de materia orgánica	Tipo de descomposición	
	Aeróbica	Anaeróbica
Nitrogenada	Nitratos (NO ₃ =), anhídrido carbónico (CO ₂), agua (H ₂ O), sulfatos (S.O. ₄ =)	Mercaptanos, índoles, escatol, ácido sulfhídrico (H ₂ S), cadaverina y putrescina.
Carbonácea	Anhídrido carbónico (CO ₂), agua (H ₂ O)	Anhídrido carbónico (C.O. ₂), gas metano (C.H. ₄), gas hidrógeno (H. ₂), ácidos, alcoholes y otros.

Fuente: Hernández Muñoz, 2012, p.78

- **Oxígeno disuelto:** Es un “parámetro fundamental que se contempla en el ecosistema acuático y su valor debería estar por encima de los 4 mg/L para así mismo asegurar la sobrevivencia de los organismos superiores. El oxígeno se usa como indicador de la contaminación para los cuerpos hídricos. Para el correcto funcionamiento de los tratamientos aerobios de las aguas residuales, es necesario asegurar una concentración” mínima de 1 mg/L.
- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):** Es una “medida indirecta de la cantidad de materia orgánica contenida en una muestra de agua, se usa para determinar el consumo de oxígeno que hacen los microorganismos para degradar los compuestos biodegradables, donde una curva característica de la DBO evidencia que a los 5 días se ha degradado cerca del 70% de la materia orgánica y que a partir del día 10 ésta curva se hace asintótica.
- **Demanda química de oxígeno (DQO):** También “una medida indirecta de la cantidad de materia orgánica contenida en una muestra. A diferencia de la DBO, esta

prueba emplea un oxidante fuerte (dicromato de potasio – $K_2Cr_2O_7$) en un medio ácido (ácido sulfúrico – H_2SO_4) en vez de microorganismos.

Por lo anterior se obtiene la siguiente” relación:

$DQO/DBO \geq 5$ (No biodegradable)

$DQO/DBO \leq 1,7$ (Muy biodegradable)

- **Sólidos:** La materia orgánica se presenta en forma de sólidos. Estos sólidos pueden ser suspendidos (SS) o disueltos (SD), los que también “pueden ser volátiles (SV), los cuales se presumen orgánicos, o fijos (SF) que suelen ser inorgánicos. Parte de los sólidos suspendidos pueden ser también sedimentables (SSed). Lo anterior ellos se determinan gravimétricamente” (por peso).
- **Potencial de hidrógeno (PH):** Controla los “procesos biológicos del tratamiento de las aguas residuales (TAR). La mayoría de los microorganismos responsables de la depuración de las aguas residuales se desarrollan en un rango de pH óptimo” entre 6,5 y 8,5 unidades.
- **Nitrógeno:** Componente “principal de las proteínas y es un nutriente esencial para las algas y bacterias que intervienen en la depuración del agua residual. Puede presentarse en forma de nitrógeno orgánico, amoniacal y formas oxidadas como nitritos y nitratos. Los valores excesivamente altos de nitrógeno amoniacal (>1500 mg/L) se consideran inhibitorios” para los microorganismos responsables del TAR.
- **Fósforo:** Es “un nutriente esencial para el crecimiento de los microorganismos. No obstante, valores elevados

pueden causar problemas de hipereutrofización en los cuerpos de agua loticos como en lagos, embalses,” lagunas.

2.2.1.4 Características microbiológicas de las aguas residuales

Las “aguas residuales presentan diferentes características con las Microbiológicas, las cuales aportan gran cantidad de materia orgánica que sirve de alimento para hongos y bacterias encargados de la descomposición. A continuación, se deben tener en” cuenta:

- **Bacterias:** Responsables “de la degradación y estabilización de la materia orgánica contenida en las aguas residuales. Su crecimiento ocurre a pH entre 6,5, y 7,5. De lo cual algunas de las bacterias son patógenas, como la Escherichia coli, indicador de contaminación de origen” fecal.
- **Hongos:** Los “Hongos predominan en las aguas residuales de tipo industrial debido que resisten a valores de pH bajos y a la escasez de” nutrientes.
- **Protozoos:** Se “alimentan de bacterias y materia orgánica, para mejorar la calidad microbiológica de los efluentes de las PTAR.
- **Actinomicetos:** Son bacterias filamentosas conocidas por causar problemas en reactores de lodos activados, generando la aparición de espumas y la pérdida de sedimentabilidad del lodo, hinchamiento o filamentoso, incrementando los sólidos del efluente y la disminución de la eficiencia” del TAR.

2.2.1.5 Tipos de tratamiento

Los tipos “de tratamiento en los cuales predominan los fenómenos físicos se conocen como operaciones unitarias, algunos otros métodos son aquellos de eliminación de los contaminantes se realiza con base en procesos químicos o biológicos se conocen como procesos unitarios. Al referirse a operaciones y procesos unitarios es porque se agrupan para constituir los tratamientos primarios, secundario” y terciario.

Planta de aguas residuales:

1.- Tamizado: los “tamices auto-limpiantes están contruidos con mallas dispuestas en una inclinación particular que deja atravesar el agua y obliga a deslizarse a la materia sólida retenida hasta caer fuera de la malla por sí sola. La gran ventaja de este equipo es que es barato, no tiene partes móviles y el mantenimiento es mínimo, pero necesita un desnivel importante entre el punto” de alimentación del agua y el de salida.

2.- Rejas: Se “utilizan para separar objetos de tamaño más importante que el de simples partículas que son arrastrados por la corriente de agua. Se utilizan solamente en desbastes previos. El objetivo es proteger los equipos mecánicos e instalaciones posteriores que podrían ser dañados u obstruidos con perjuicio de los procesos que tuviesen lugar. Se construyen con barras metálicas de 6 o más mm de espesor, dispuestas paralelamente y espaciadas de 10 a 100 mm. Se limpian mediante rastrillos que pueden ser manejados manualmente o accionados” automáticamente.

Para pequeñas alturas de la corriente de agua se emplean rejas curvas y para alturas mayores rejas longitudinales dispuestas casi verticalmente.

3.- Microfiltración: los “microfiltros trabajan a baja carga, con muy poco desnivel, y están basados en una pantalla giratoria de acero o material plástico a través de la cual circula el agua. Las partículas sólidas quedan retenidas en la superficie interior del microfiltro que dispone de un sistema de lavado continuo para mantener las mallas limpias. Se han utilizado eficazmente para separar algas de aguas superficiales y como tratamiento terciario en la depuración de aguas residuales. Según la aplicación se selecciona el tamaño de malla indicado. Con mallas de acero pueden tener luces del orden de 30 micras y con mallas de poliéster se consiguen buenos rendimientos con tamaños” de hasta 6 micras.

2.2.1.6 Plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR)

Actualmente “es posible convertir las aguas residuales en nuevamente potables, a través de procesos físicos, químicos y biológicos consistentes en eliminar los componentes contaminantes presentes en el líquido, con la intensidad requerida según el nivel de purificación que se desea darle. Estos procesos deben realizarse utilizando las llamadas Plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

Una PTAR es una estructura y un sistema de ingeniería convertido como resultado, en una herramienta indispensable en la conservación del agua, pues permite su reciclaje y resulta aliada importante para el cuidado del medio ambiente. Estas plantas Procesan aguas

resultantes de actividades de empresas, Industrias, bodegas, fabricas e incluso de comunidades” residenciales.

1.- Plantas de tratamiento físico o químico: Utiliza procesos “físicos y reacciones químicas para tratar los contaminantes y se utilizan principalmente en las aguas provenientes de industrias y empresas, donde los procesos” físicos son:

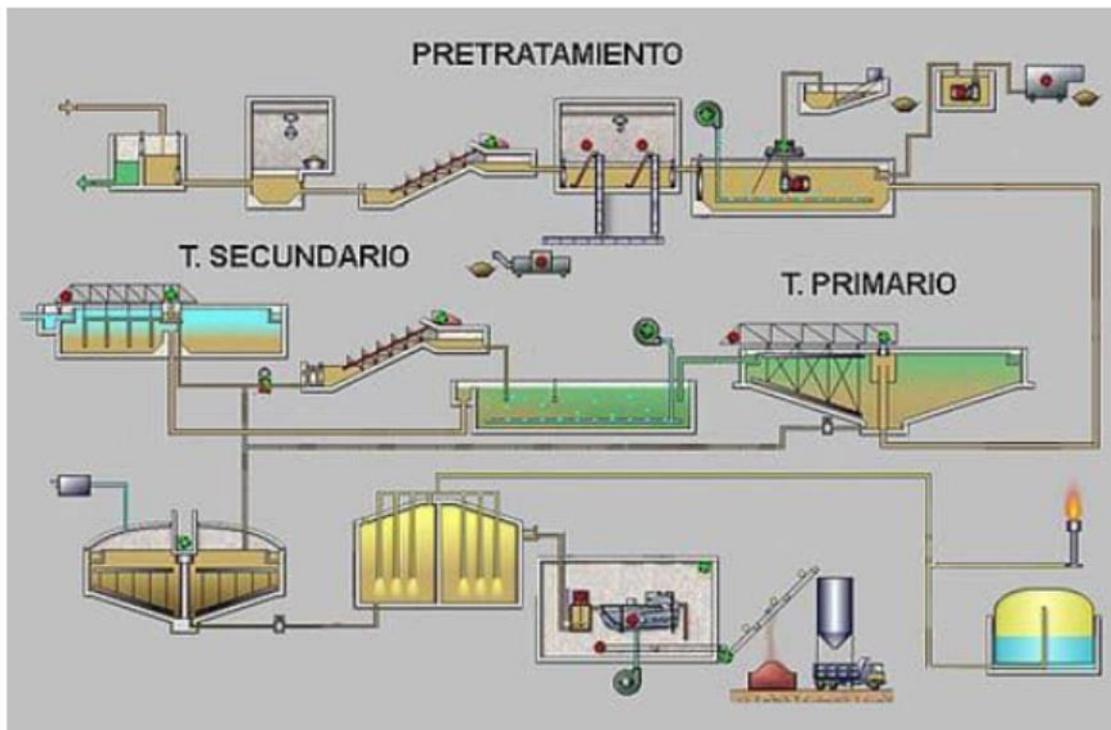
- Eliminaciones de gas.
- Eliminaciones de arena.
- Precipitaciones con o sin ayuda de coagulantes o floculantes.
- Filtraciones y eliminaciones de sólidos existente.

Las reacciones químicas son:

- Conversiones de los contaminantes
- Precipitaciones.
- Adsorciones.
- Desinfecciones.

2.- Plantas de tratamiento biológico: Utiliza “bacterias y materiales biológicos que se deshacen de los contaminantes presentes. Este tipo de tratamiento conviene en el proceso de aguas provenientes de viviendas” y empresas.

Figura 6- Tratamiento de aguas residuales.



Fuente: Hernández Muñoz, 2012, p.69.

3.- Pre tratamiento: El pre “tratamiento de aguas residuales consiste en:

- Recolección de aguas residuales mediante drenajes a un sistema central en perfectas condiciones higiénicas para iniciar el proceso.
- Control de olores propios de su contenido toxico mediante químicos liberadores de partículas neutralizadoras. La eliminación “de olores, facilita” el trabajo del personal implicado y armoniza el entorno.
- Remoción de cribado u objetos grandes presentes en el agua. Esta basura debe ser eliminada para proteger los equipos involucrados en el proceso, durante etapas posteriores.

- Escaneo o maceración, mediante el cual” se remueve la arena presente en el agua residual.

4.- Tratamiento primario: Conocido “también como tratamiento mecánico, permite reducir la cantidad de sólidos, grasas, arenas aun presentes en el agua. El propósito principal de esta etapa, es producir un líquido homogéneo que se pueda tratar biológicamente. Sedimentación, Aquí, El agua residual se pasa a través de grandes tanques, facilitando que los sólidos pueden depositarse y el material flotante como la grasa y plásticos pueden elevarse hacia la superficie Para” ser retirados.

5.- Tratamiento secundario: Esta “etapa pretende degradar el contenido biológico proveniente residuos humanos, de alimentos, jabones y detergentes. Se retienen los sólidos presentes mediante una reja, reduciendo los contaminantes del agua, para conservar los equipos frente a obstrucciones provocadas por sólidos y se procede al uso” de Lodos activados.

- Tratamiento “aeróbico, donde se utilizan microorganismos para aumentar las concentraciones de oxígeno y eliminar los compuestos con contenidos” de nitrógeno.
- Tratamiento “anaeróbico, donde a través de biodegradación de sólidos, se convierte en compuestos de metano y dióxido de carbono, la materia orgánica” existente.
- Lodos “activados, se añaden a las aguas residuales, para asegurar su desintegración en los pasos posteriores. La liberación del lodo significa inserción de microorganismos que consumen restos orgánicos. Así,

la agitación y aireación de la mezcla del agua y el lodo, a medida que las bacterias reciben el oxígeno, consumen la materia orgánica existente y la convierten en otro tipo de” sustancias.

- Sedimentación “secundaria, es el paso final del tratamiento secundario. Durante esta etapa, se produce agua tratada con niveles de materia suspendida y materia orgánica, muy” bajos.

Luego “de las dos primeras fases de tratamiento, es necesario un proceso de desinfección, para lograr la completa eliminación de microorganismos causantes de enfermedades. Se limpia el agua para propósitos de consumo, removiendo hasta” el 99% de las impurezas.

- Filtración o “remoción de micro partículas aun presentes” en el agua.
- Ionización o “utilización de iones cargados positivamente de cobre, plata y zinc. Mientras su parte negativa se carga de” virus bacterias.
- Lagunaje, “es un proceso de maduración y de mejoramiento biológico, almacenando el agua en charcos o lagunas artificiales, imitando los procesos de” autodepuración.
- Desinfección, “permite reducir el número de organismos vivos, principalmente mediante la utilización de compuestos de” cloro.

2.2.1.7 Parámetros de diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR)

1.- Parámetros de sitio: (Noriega Pissani, 1999 págs. 10,11) La eficiencia de los sistemas de tratamiento de

agua residual es afectada directamente por los parámetros de sitio, este parámetro se debe tomar en cuenta para el diseño preliminar de los sistemas de tratamiento para una óptima operación y mantenimiento de los componentes, ya que no es lo mismo operar una planta de tratamiento en zona urbana, zona periurbana y zona rural, los parámetros de sitio más relevantes son:

- Topografía
- Componentes de tratamiento
- Disposición final de los efluentes
- Altitud

2.- Parámetros físicos, químicos y biológicos: (Buitrón Méndez, 2015 pág. 2) “Los parámetros físicos, químicos y biológicos más representativos son la demanda bioquímica de oxígeno, sólidos totales en suspensión, Coliformes termotolerantes, etc. Esto nos determina los componentes del sistema de tratamiento y las dimensiones del sistema.”

Una sobrecarga de contaminantes físicos, químicos y biológicos en el afluente del agua residual afecta directamente en la eficiencia de eliminación de los contaminantes, esta sobrecarga puede dejar fuera de funcionamiento el sistema biológico que es el más delicado de operar.

3.- Parámetros hidráulicos: (Meza Moyano, 2017 págs. 12,15) Para definir los componentes del sistema de tratamiento de agua residual de una localidad se debe determinar los parámetros hidráulicos que pueden afectar el correcto funcionamiento del sistema de tratamiento los parámetros más importantes son los siguientes:

- Caudal
- Tiempo de retención

2.3. Marco legal de las aguas residuales domesticas en el Perú

En el Perú, el sector saneamiento, pertenece al sector público. La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, SUNASS, es la encargada de regular, supervisar y fiscalizar el mercado de servicios de agua potable, enmarcado en la Ley General de Servicios de Saneamiento, Ley N° 26338 y su Reglamento.

El resumen del marco legal en el Perú para el sector saneamiento, se detalla a continuación:

1.- Constitución Política del Perú del 31/10/1993. “Base del ordenamiento jurídico nacional”.

2.- Ley General Salud. Ley N° 26842 “El abastecimiento del agua, alcantarillado, disposición de excretas, reusó de aguas servidas y disposición de residuos sólidos quedan sujetos a las disposiciones que dicta la Autoridad de Salud competente, la que vigilaría su cumplimiento”.

3.- Ley General del Ambiente. Ley N° 28611 “El estado promueve el tratamiento de las aguas residuales con fines de reutilización considerando como premisa la obtención de la calidad necesaria de reusó, sin afectar la salud humana, el ambiente o las actividades en las que se reutilizan”.

4.- Aprueban los ECA para agua. D.S. N° 002- 2008-MINAM “Aprueban estándares de calidad ambiental para agua publicado en el Diario El Peruano”.

5.- Aprueban Límites Máximos Permisibles para los efluentes de PTAR Domésticas o Municipales. D.S. N° 003-2010- MINAM “Cumplimiento de los límites máximos permisibles de PTAR”.

6.- Estándares de calidad de agua, Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM. Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM. “Decreto Supremo, se establecen

los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua en su condición de cuerpo receptor, que no presenta riesgos para la salud ni el ambiente”.

7.- Reglamento Nacional de Edificaciones – Obras de saneamiento OS.090. RNE- OS- 090 “La normativa está enfocada a los parámetros que requiere una planta de tratamiento de aguas residuales y los proceso preliminar, primario, secundario y terciario que deben experimentar antes de su descarga al cuerpo receptor”.

2.4. Definición de términos

- 1. Aguas servidas tratadas o aguas residuales tratadas:** Aguas servidas o residuales procesadas en sistemas de tratamiento para satisfacer los requisitos de calidad señalados por la autoridad sanitaria en relación con la clase de cuerpo receptor al que serán descargados o a sus posibilidades de uso.
- 2. Aireación del agua:** Concepto de acción en airear, ventilación o introducir aire para el agua donde da parte en disolución de una mínima porción en oxígeno en las aguas.
- 3. Afluente:** Agua u otro líquido entrante a reservorios, plantas de tratamientos o sistemas de tratamientos.
- 4. Agua residual:** Son restos que han utilizada por un agua que ha estado consumida en la sociedad o industrial donde tiene materiales orgánicos o inorgánicos licuado o en suspensiones.
- 5. Aguas residuales domésticas:** Este tipo en agua se origina en las casas, de tiendas comerciales e industriales, así mismo tiene basuras fisiológicas y otros procedentes de la actividad humana.
- 6. Anaerobio:** Situación para el cual no existe aire o también conocida como oxígeno libre.
- 7. Análisis:** Es un estudio en una sustancia para reconocer sus características.
- 8. Aportación del agua residual:** Se destina el volumen del agua residual generada por cada habitante de manera diaria, denotada en l/hab/d.

- 9. Bases de diseño:** Acumulaciones de datos para las situaciones terminables y medias para el diseño donde suman el engrandecimiento de las tecnologías en los tratamientos. Las referencias básicamente contienen: habitantes, el caudal, agrupaciones y participaciones per cápita del agua residual. Las medidas donde constantemente fijan en plataformas para su diseño es: DBO, sólido en suspensiones, Coliforme fecal.
- 10. Demanda química de oxígeno (DQO):** La medida del aumento en oxígeno pretendido en las oxidaciones químicas del cuerpo orgánico del agua excedente, utilizando como oxidantes sales minerales de permanganato o dicromato de potasio.
- 11. Efluente:** Líquido que sale de un proceso de tratamiento
- 12. Estudio de impacto ambiental-EIA:** Una herramienta práctica en forma legal con el objetivo de la identificación y evaluación de las secuelas o cambios en el ambiente en el que generan con la realización de la conservación vial, en los medios físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales, donde se constituye acción de prevenir y mitigar encaminadas a la preservación de condición en el medio ambiente.
- 13. Entidad prestadora en servicio de saneamiento (EPS saneamiento):** Son empresas privadas y/o públicas que puede ser también municipal o mixta, cuyo propósito fundamental es ofrecer servicios de saneamiento en el perímetro urbano. Es la encargada de originar, distribuir y comercializar el agua potable.
- 14. Estándar de calidad ambiental (ECA):** Es la medida que instaura el grado de agrupación de cuerpos físico, químico y biológico, concurrentes para el aire, aguas o tierra, estado de cuerpos aceptante, no evidencia peligro específico en la salud de los prójimos ni medio ambiente.
- 15. Fiscalización ambiental:** Es la vigilancia donde ejecutan las entidades públicas, el propósito es comprobar la obediencia de las necesidades ambientales fiscalizables de un administrativo que puede ser individuo

naturales o jurídicas tanto en derechos privados y/o públicos, esta acción son ejecutadas OEFA y EFA siempre en relación a su capacidad.

16. Lecho de secado: Son tanques con fondo poco espacioso compuesta en arenas y gravas en drenes, el destino es evaporación en barro por filtraciones y ebullición.

17. Lodos activados: Está compuesto especialmente de biomasa en una cantidad de sólido inorgánico donde salen de la base en el sedimentador provisional para tanque de aeración para su tratamiento en barro agilizadas

18. Muestras: Es la recopilación de muestras del volumen establecido y con el proceso de conservación conveniente en las características donde se tiene que examinar.

19. Muestra puntual: Es la muestra adquirida al azar en un tiempo definido, el uso es necesario para la evaluación en una medida donde habitualmente no logra conservarse.

20. Planta de tratamiento: Son instalaciones y métodos donde admiten su limpieza en el agua excedente.

21. Tratamiento preliminar: Técnicas donde disponen del agua excedente hacia los tratamientos posteriores.

22. Reutilización del agua residual: Uso del agua residual pertinentemente tratada con objetivos específicos.

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis general

El diseño de las unidades de tratamiento de aguas residuales para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma – Junín, se rige bajo los parámetros técnicos normativos.

2.5.2. Hipótesis específicos

a) El diseño de las unidades de tratamiento de aguas residuales por medio del tanque Imhoff para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma – Junín, se rige bajo los parámetros técnicos normativos.

b) El diseño de las unidades de tratamiento de aguas residuales por medio del tanque séptico para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma – Junín, se rige bajo los parámetros técnicos normativos.

c) La identificación de la unidad de tratamiento de aguas residuales para el Centro Poblado de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma – Junín, se da en relación a criterios técnicos y de presupuesto.

2.6. Variables

2.6.1. Definición conceptual de la variable

Se considera variable a aquella que presenta una característica, cualidad o propiedad sobre un fenómeno o hecho que tiende a variar y que puede ser medido y/o evaluado.

X = Unidades de tratamiento.

Indicadores:

- a) Tanque imhoff
- b) Tanque séptico

Y = Aguas residuales.

Indicadores:

- a) Parámetros físicos
- b) Parámetros químicos

2.6.2. Definición operacional de la variable

Para la investigación se ha considerado las siguientes variables:

Tabla 2 – Variables de investigación.

Variable Independiente	Variable Dependiente
Unidades de tratamiento	Aguas residuales

Fuente: Elaboración propia.

2.6.3. Operacionalización de la Variable

Tabla 3 – Operacionalización de las variables.

Variables	Indicador	Medición
Unidades de tratamiento	Tanque imhoff. Tanque séptico.	Población futura.
		Caudal diseño.
		Dotación.
		Temperatura mínima.
		Periodo de retención.
		Factor relativo.
		Contribución percapita.
		Peso específico de lodos.
		Tiempo digestión.
		Porcentaje de sólidos.
Aguas residuales.	Parámetros físicos. Parámetros químicos.	Sólidos suspendidos Totales.
		Temperatura.
		Demanda bioquímica de Oxígeno.
		Ph.
		Coliformes Termotolerantes.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

Según (Sartori, 1984 pág. 268) “el método comparativo tiene como objetivo la búsqueda de similitudes y disimilitudes. Dado que la comparación se basa en el criterio de homogeneidad; siendo la identidad de clase el elemento que legitima la comparación, se compara entonces lo que pertenece al mismo género o especie”.

En la presente investigación se aplicó el “Método comparativo” debido a que se comparan los diseños de unidades de tratamiento de agua residuales.

3.2. Tipo de Investigación

Según (Borja Suarez, 2016 pág. 10) menciona que “el tipo de investigación se clasifica en investigaciones básicas, aplicadas y tecnológicas. La investigación básica busca la creación de nuevo conocimiento científico y no tiene propósitos aplicativos inmediatos; La investigación aplicada busca conocer y modificar una realidad problemática, tiene propósitos prácticos inmediatos; La investigación tecnológica no resuelve problemas prácticos aislados, sino que tiene un efecto multiplicador dirigido a perfeccionar las actividades productivas” En base a lo señalado en el párrafo anterior la investigación fue de tipo “aplicada”, debido a que utilizamos las teorías existentes sobre tratamiento de agua residual y lo aplicamos en nuestra realidad problemática del tratamiento de aguas residuales para el Centro Poblado de Apaycanchilla, el cual nos permitió seleccionar la alternativa óptima de tratamiento de sus aguas residuales.

3.3. Nivel de investigación

Según (Hernandez Sampieri, y otros, 2014) define: “los estudios descriptivos pretenden detallar las propiedades y características del fenómeno en estudio, únicamente midiendo, evaluando y recolectando

información sobre las variables, dimensiones o componentes que se someten a análisis.” (pág. 102)

Según (Vara Horna, 2012) menciona “en los estudios descriptivos existen varios sub diseños, uno de ellos es el estudio descriptivo comparativo que tiene como objetivo recolectar información relevante en varias muestras con respecto a un mismo fenómeno y luego comparar los datos recogidos.” (pág. 209)

En la presente investigación se realizó la recolección de información de las características de los afluentes (aguas residuales) y componentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales, para luego proceder a comparar sus respectivos diseños con los datos establecidos en la normativa vigente del MINAM y el MVCS; Este nos permite determinar la tecnología apropiada para las características del Centro Poblado de Apaycanchilla. En este sentido esta investigación correspondió a un “nivel descriptivo - comparativo”.

3.4. Diseño de investigación

Según (Hernandez Sampieri, y otros, 2014) “La investigación no experimental se realiza sin manipular de forma intencional la variable de estudio, se analizan los fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos” (pág. 152). Estos mismos autores señalan que “Los diseños de investigación de tipo transversal recolectan datos en un solo momento, su propósito es describir y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado” (pág. 154).

Dado que el objetivo de estudio fue realizar el diseño comparativo de las unidades de tratamiento de aguas residuales para el Centro Poblado de Apaycanchilla, por tal motivo la investigación tuvo un “Diseño no experimental de corte transversal”.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

(Ramirez Gonzales, 2010) Menciona: “La población está conformado por el grupo de estudio y no está relacionado con la ubicación u otros aspectos de territorio.”. (pág. 55)

Para poder determinar la población, se tiene que haber definido la unidad de objeto de estudio el cual fue “Unidades de tratamiento de aguas residuales”. La población de esta investigación está conformada por las plantas de tratamiento de aguas residuales del distrito de Huaricolca, provincia de Tarma”.

3.5.2. Muestra

Para (Hernandez Sampieri, y otros, 2014) “La muestra es una parte representativa de la población, en la cual se realizará la obtención de datos para nuestra investigación, la muestra debe estar definida y delimitada.” (pág. 173)

Después de analizar la ubicación de las plantas de tratamiento de agua residual del distrito de Huaricolca, se determinó que la muestra está conformada por la planta de tratamiento de agua residuales del Centro Poblado de Apaycanchilla del distrito de Huaricolca.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnica

Según (Carrasco Díaz, 2006) “Las técnicas de investigación nos sirven para determinar el correcto procedimiento en la investigación científica, dentro de las técnicas de investigación se encuentra la observación, nos sirve para el registro de información de los fenómenos que ocurren en el exterior.” (pág. 274)

La técnica utilizada para la recolección de información fue la “Observación directa”, la cual fue obtenida mediante ensayos de

laboratorio y mediciones in situ, la recolección de datos se dio de la siguiente manera:

- ✓ Se realizó la inspección y se elaboró un formato de registro de los componentes de tratamiento existentes, la disposición final de los efluentes y la topografía de la zona donde se ubica la planta de tratamiento de agua residual.
- ✓ Se realizó el muestreo y caracterización del agua residual del afluente de la planta de tratamiento de agua residual del Centro Poblado de Apaycanchilla,
- ✓ Se realizó los ensayos de los “Parámetros físicos, químicos y biológicos” del agua residual.

3.6.2. Instrumento

Según (Sánchez Carlessi, y otros, 1998) “los instrumentos son herramientas específicas que se emplean en el proceso de recolección de datos.” (pág. 154)

El instrumento que se utilizó en esta investigación fue la “ficha de recolección de datos” para determinar los parámetros y características de la planta de tratamiento de agua residual en estudio, los instrumentos de recolección de datos serán los siguientes:

- ✓ Ficha de observación de componentes de las plantas de tratamiento.
- ✓ Ficha de observación de parámetros físicos, químicos y biológicos del agua residual.

3.7. Procesamiento de la información

Para el procesamiento de la información, se tuvo en cuenta lo siguiente programas:

En primer “lugar, se tuvo en cuenta el análisis documental, donde se considerará las fichas bibliográficas, de resumen, de párrafo; que nos

servirán para estructurar el marco teórico referencial y conceptual. Asimismo, se tendrá presente las no documentadas como son las: encuestas, y la ficha de observación propiamente dicha. En relación a la naturaleza del trabajo de investigación se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos de” acuerdo los parámetros que manifiesta las normatividades actuales.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Los resultados obtenidos en el procedimiento de información fueron comparados con los estándares establecidos por las normativas actuales para comparar los diseños de las unidades de tratamiento de aguas residuales, donde se utilizaron los programas con el Microsoft Excel: utilizamos para sacar tablas, Auto CAD utilizamos para elaborar planos, y el Microsoft Word: para la documentación de toda la investigación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

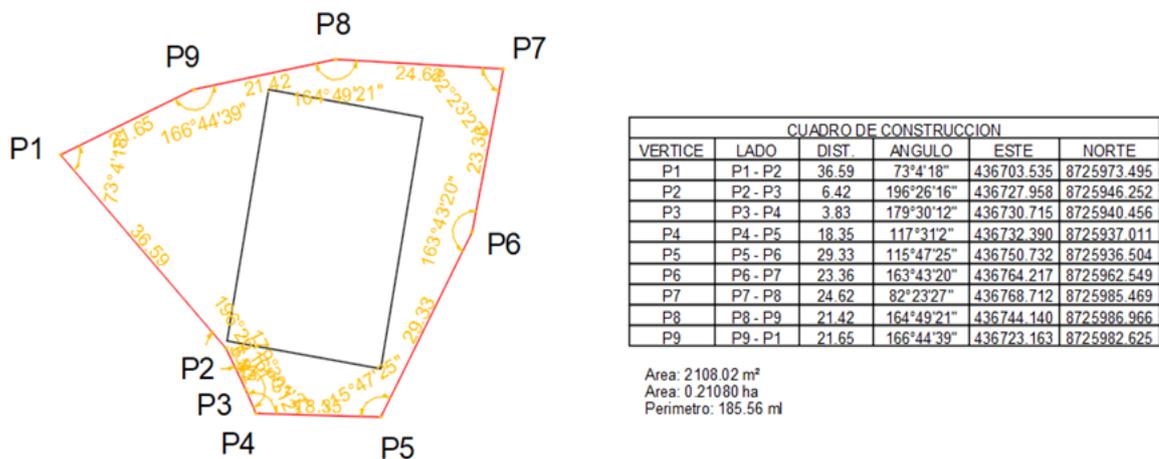
4.1. Presentación de resultados específicos

4.1.1. Resultado del diseño de las unidades de tratamiento de aguas residuales por medio del tanque imhoff

1.- Características generales:

- ✓ El área del terreno, es de 2,108.02 m², ubicada a las orillas del río Apaycachilla.

Figura 7- Datos topográficos de área del terreno.

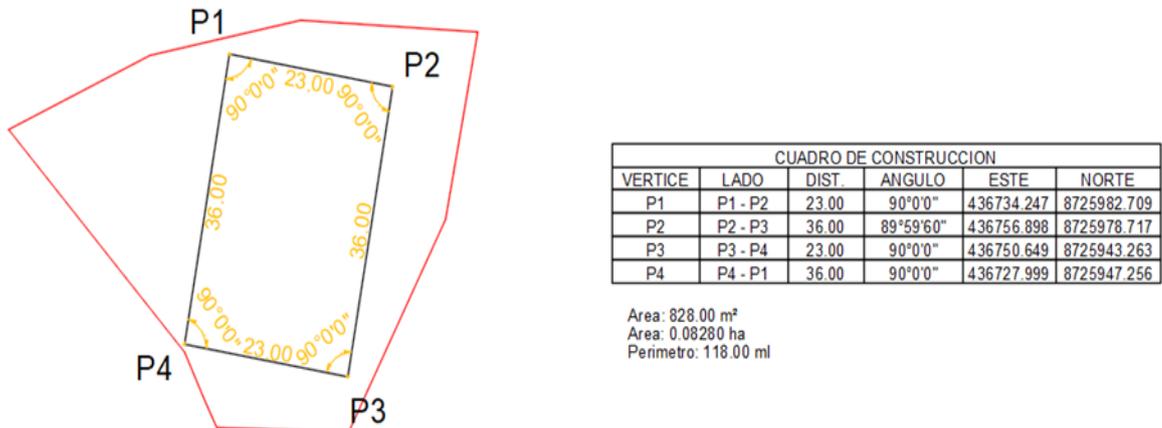


Fuente: Elaboración propia.

- ✓ El área para la planta de tratamiento es de 828.00 m², ubicada a las orillas del río Apaycachilla, se encuentra a 422.00 m de distancia de la última vivienda habitada en el proyecto, si bien el Reglamento Nacional de Edificaciones menciona que un tratamiento anaerobio como el propuesto debe tener al menos 500 m alejados del centro poblado, también indica que se puede justificar distancias menores. La distancia de solo 422 m de distancia a la última vivienda habitada se justifica porque no hay disponibilidad de terreno en zonas más alejadas, por otra parte, podríamos plantear la planta más alejada de la zona habitada, pero esto significa reducir la distancia hacia el cauce del río, nos arriesgaríamos

a inundaciones y aumentar el costo el proyecto al contemplar defensas ribereñas.

Figura 8- Datos topográficos de área de la ptar.



Fuente: Elaboración propia.

2.- Calidad de agua tratada: Como parte del diseño de la PTAR se realiza el análisis de agua del cuerpo receptor, en los análisis se determina la calidad del río Apaycanchilla, la cual es comparada con el ECA -Agua para categoría 3: Riego y bebida de animales, destaca el hecho de que el Río Apaycanchilla sobrepasa el límite establecido para ríos destinados al riego y bebida de animales teniendo una DBO de 50 mgDBO/l, por lo que el diseño de la planta fue realizada para cumplir con la calidad actual, por lo que se deberá tramitar la Autorización de vertimiento y reusó de aguas residuales tratadas ante la ANA, para garantizar que la autoridad esté informada de las características del diseño de la PTAR.

Figura 9- Análisis de agua del cuerpo receptor.

PARAMETRO	CUERPO RECEPTOR		OBS.
	VALOR ECA CATEGORIA 3	VALOR ACTUAL	
CONCENTRACION DE DBO	15.00	50.00	EL CUERPO RECEPTOR NO CUMPLE LOS ECA
CONDENSTRACION DE COLIFORMES FECALES	1000.00	120.00	SI CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

3.- Diseño de ptar: El rediseño de las unidades de la PTAR se basó en las recomendaciones de Tratamiento del Reglamento Nacional de edificaciones, entendiéndose que se presenta un cambio sustancial en las medidas de las unidades dado que se considera la tasa de crecimiento de 0%, es importante añadir que se están añadiendo estructuras de tratamiento, como el sedimentador secundario y humedales para el tratamiento de lodos.

3.1.- Parámetros de diseño: Los parámetros de diseño que indica el reglamento nacional de edificaciones se muestra en la figura N°10:

Figura 10- Parámetros de diseño.

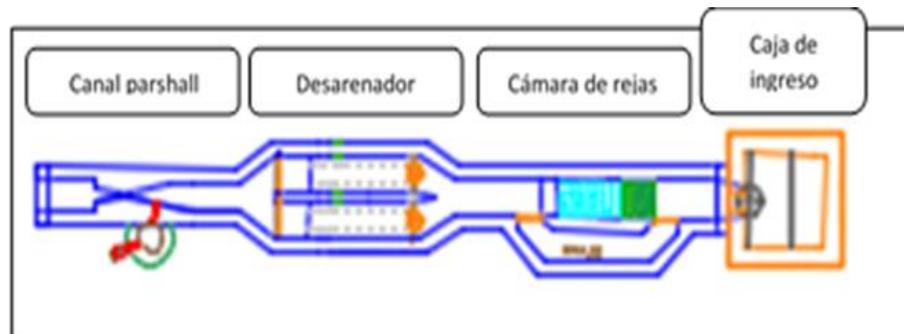
HUARICOLCA				
POBLACIÓN ACTUAL SERVIDA (AÑO 2019)			400	Habitantes
POBLACIÓN DE DISEÑO SERVIDA/ DEMANDA DE USO (año 2039).			400	Habitantes
DOTACIÓN DE AGUA			120.0	lt/hab/día
TASA DE CRECIMIENTO			0.00	%
PERIODO OPTIMO DE DISEÑO			20	años
CONTRIBUCIONES				
	DE DESAGÜE		80.00%	%
	DE D.B.O.5		50.00	grDBO/hab/día
PÉRDIDAS			0.00%	
CAUDAL PROMEDIO DE CONTRIBUCIÓN DE DISEÑO			0.44	lt/seg.
			1.6	m3/h
			38.4	m3/día
CONCENTRACIÓN DE D.B.O.5 (SEGÚN VALORES DEL RNE)			416.67	mg/lt
TEMPERATURA DEL AMBIENTE EN EL MES MAS FRIO			5.00	°C
TEMPERATURA DEL DESAGÜE EN EL MES MAS FRIO			10.00	°C
COLIFORMES FECALES EN EL CRUDO			1.7E+08	NMP/100 ml.
CONTRIBUCIÓN PER CÁPITA DE LODOS			120.00	lt/hab ^a año

Fuente: Elaboración propia.

3.2.- Pretratamiento - cámara de rejas: Antes del pretratamiento se colocó una caja de ingreso antes de la PTAR. El pretratamiento fue diseñado en conformidad con los parámetros de diseño, así mismo se añadió a la cámara de rejas una plataforma para el escurrimiento de los residuos retirados de la cámara de rejas, así mismo se contempló el espaciamiento entre rejas a 0.02 m al igual que las rejas del by pass, en conformidad con el Reglamento Nacional de Edificaciones.

El desarenador se diseñó en función de los parámetros de diseño y se agregó al final de este un sistema de medición de caudal (Canal Parshall), ya que el Reglamento Nacional de Edificaciones menciona que es obligatorio considerar un medidor de caudal de régimen crítico a la salida del desarenador.

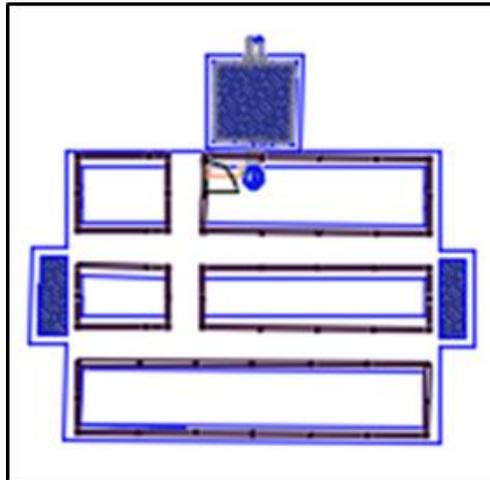
Figura 11- Pretratamiento diseñado.



Fuente: Elaboración propia.

3.3.- Tanque imhoff: Se diseñó el tanque imhoff a partir de los parámetros de diseño calculados, se consideraron todas las tapas de las cajas de válvulas metálicas para facilitar la manipulación de los operarios, todo el equipamiento hidráulico será de HDPE, ya que es el material más sugerido para el tratamiento de aguas residuales.

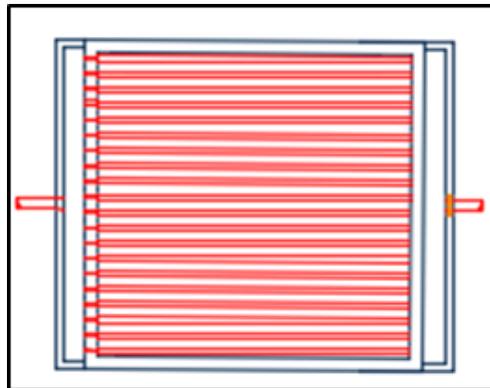
Figura 12- Tanque imhoff diseñado.



Fuente: Elaboración propia.

3.4.- Filtro biológico: Se diseñó el filtro biológico a partir de los caudales determinados por los parámetros de diseños, se diseñaron las características del filtro biológico, considerando un filtro de flujo descendente, calculándose que se utilizara una unidad.

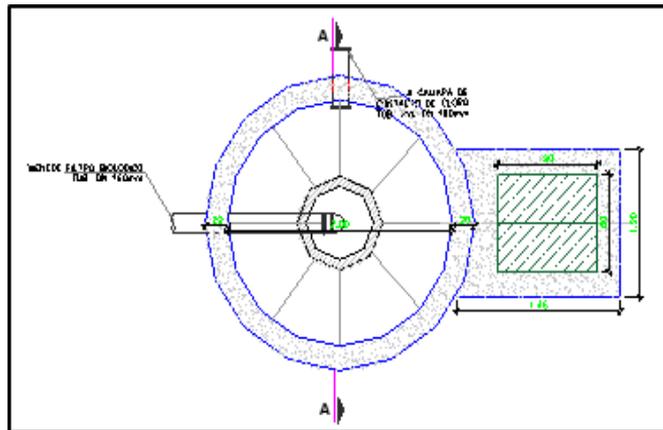
Figura 13- Filtro biológico diseñado.



Fuente: Elaboración propia.

3.5.- Sedimentador secundario: Para garantizar la eficiencia del sistema de tratamiento se diseñó un sedimentador secundario después del filtro biológico, este es de tipo circular.

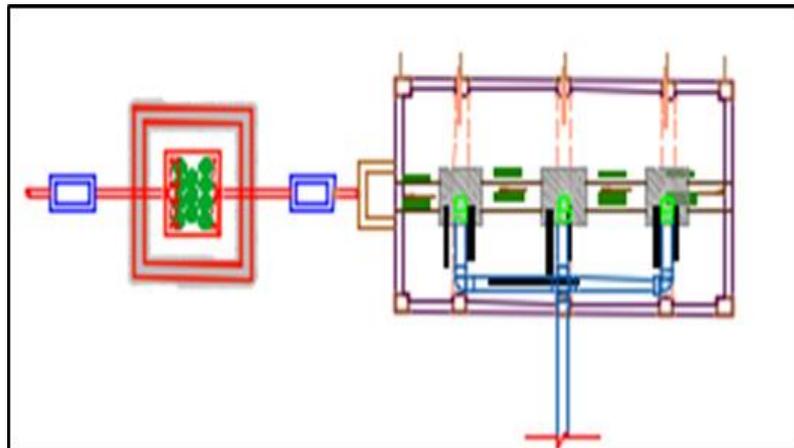
Figura 14- Sedimentador secundario diseñado.



Fuente: Elaboración propia.

3.6.- Lecho de secado: Se diseñó el lecho de secado mediante los parámetros de diseño, así mismo se consideró la construcción de un humedal para el tratamiento de los lixiviados del proceso de deshidratación.

Figura 15- Lecho de secado diseñado.

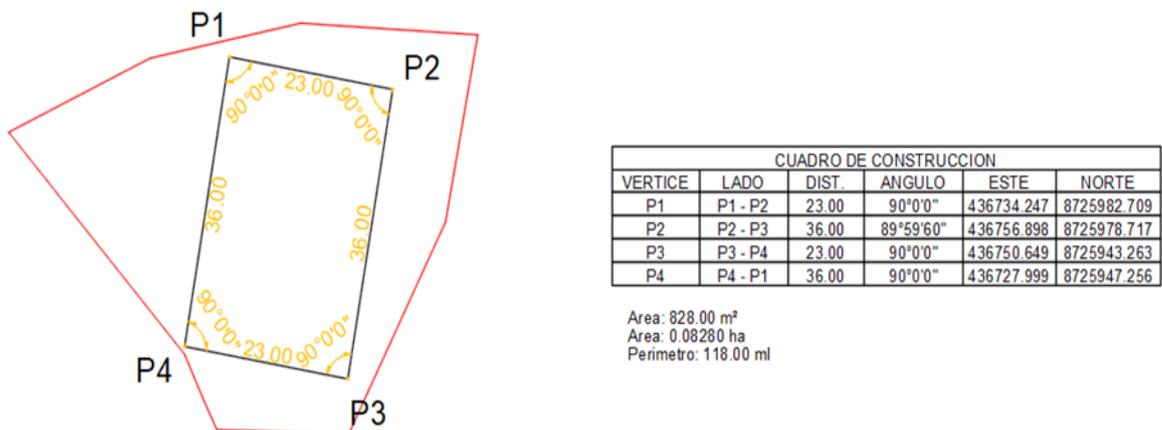


Fuente: Elaboración propia.

3.7.- Desinfección: Se diseñó la desinfección mediante los parámetros de diseño conservando las medidas estipuladas en los planos.

debe tener al menos 500 m alejados del centro poblado, también indica que se puede justificar distancias menores. La distancia de solo 422 m de distancia a la última vivienda habitada se justifica porque no hay disponibilidad de terreno en zonas más alejadas, por otra parte, podríamos plantear la planta más alejada de la zona habitada, pero esto significa reducir la distancia hacia el cauce del río, nos arriesgaríamos a inundaciones y aumentar el costo el proyecto al contemplar defensas ribereñas.

Figura 18- Datos topográficos de área de la ptar.



Fuente: Elaboración propia.

2.- Calidad de agua tratada: Como parte del diseño de la PTAR se realiza el análisis de agua del cuerpo receptor, en los análisis se determina la calidad del río Apaycanchilla, la cual es comparada con el ECA -Agua para categoría 3: Riego y bebida de animales, destaca el hecho de que el Río Apaycanchilla sobrepasa el límite establecido para ríos destinados al riego y bebida de animales teniendo una DBO de 50 mgDBO/l, por lo que el diseño de la planta fue realizada para cumplir con la calidad actual, por lo que se deberá tramitar la Autorización de vertimiento y reusó de aguas residuales tratadas ante la ANA, para garantizar que la autoridad esté informada de las características del diseño de la PTAR.

Figura 19- Análisis de agua del cuerpo receptor.

PARAMETRO	CUERPO RECEPTOR		OBS.
	VALOR ECA CATEGORIA 3	VALOR ACTUAL	
CONCENTRACION DE DBO	15.00	50.00	EL CUERPO RECEPTOR NO CUMPLE LOS ECA
CONDENTRACION DE COLIFORMES FECALES	1000.00	120.00	SI CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

3.- Diseño de ptar: El rediseño de las unidades de la PTAR se basó en las recomendaciones de Tratamiento del Reglamento Nacional de edificaciones, entendiéndose que se presenta un cambio sustancial en las medidas de las unidades dado que se considera la tasa de crecimiento de 0%, es importante añadir que se están añadiendo estructuras de tratamiento, como el sedimentador secundario y humedales para el tratamiento de lodos.

3.1.- Parámetros de diseño: Los parámetros de diseño que indica el reglamento nacional de edificaciones se muestra en la figura N°20:

Figura 20- Parámetros de diseño.

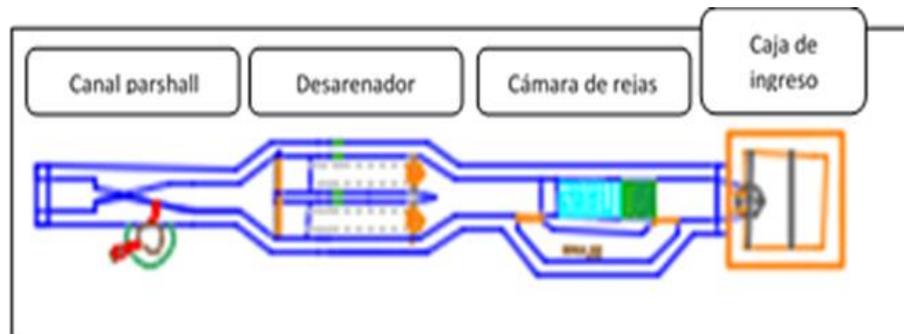
HUARICOLCA				
POBLACIÓN ACTUAL SERVIDA (AÑO 2019)			400	Habitantes
POBLACIÓN DE DISEÑO SERVIDA/ DEMANDA DE USO (año 2039).			400	Habitantes
DOTACIÓN DE AGUA			120.0	lt/hab/día
TASA DE CRECIMIENTO			0.00	%
PERIODO OPTIMO DE DISEÑO			20	años
CONTRIBUCIONES				
	DE DESAGÜE		80.00%	%
	DE D.B.O.5		50.00	grDBO/hab/día
PÉRDIDAS				
			0.00%	
CAUDAL PROMEDIO DE CONTRIBUCIÓN DE DISEÑO				
			0.44	lt/seg.
			1.6	m3/h
			38.4	m3/día
CONCENTRACIÓN DE D.B.O.5 (SEGÚN VALORES DEL RNE)				
			416.67	mg/lt
TEMPERATURA DEL AMBIENTE EN EL MES MAS FRIO				
			5.00	°C
TEMPERATURA DEL DESAGÜE EN EL MES MAS FRIO				
			10.00	°C
COLIFORMES FECALES EN EL CRUDO				
			1.7E+08	NMP/100 ml.
CONTRIBUCIÓN PER CÁPITA DE LODOS				
			120.00	lt/hab ^a año

Fuente: Elaboración propia.

3.2.- Pretratamiento - cámara de rejás: Antes del pretratamiento se colocó una caja de ingreso antes de la PTAR. El pretratamiento fue diseñado en conformidad con los parámetros de diseño, así mismo se añadió a la cámara de rejás una plataforma para el escurrimiento de los residuos retirados de la cámara de rejás, así mismo se contempló el espaciamiento entre rejás a 0.02 m al igual que las rejás del by pass, en conformidad con el Reglamento Nacional de Edificaciones.

El desarenador se diseñó en función de los parámetros de diseño y se agregó al final de este un sistema de medición de caudal (Canal Parshall), ya que el Reglamento Nacional de Edificaciones menciona que es obligatorio considerar un medidor de caudal de régimen crítico a la salida del desarenador.

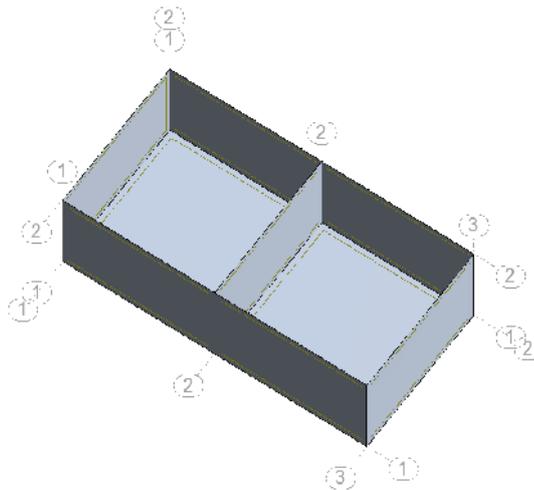
Figura 21- Pretratamiento diseñado.



Fuente: Elaboración propia.

3.3.- Tanque séptico: Se diseñó el tanque septico a partir de los parámetros de diseño calculados, se consideraron todas las tapas de las cajas de válvulas metálicas para facilitar la manipulación de los operarios.

Figura 22- Tanque séptico diseñado.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 23- Procedimiento de diseño del tanque séptico parte I.

TANQUE SEPTICO			
Numero de camaras	2 und		
Tasa de produccion de lodos (Ta)	65 L/hab/año	RNE IS-020	
Intervalo de limpieza de lodos	1 años		
Relacion largo/ancho	2.4 und	Min. 2	RNE IS-020
Longitud	6 m		
Ancho	3 m		
Area	18 m ²		
Periodo de retención hidráulico del volumen de sedimentación (P _R)			
$P_R = 1,5 - 0,3 \log (P \times q)$	0.23 días		
	5.49 horas	Min. 6 horas	RNE IS-020
	6.00 horas		
Volumen de sedimentación (V _s)	4.32 m ³		
$V_s = 10^{-3} (P \times q) \times P_R$			
Volumen de digestión y almacenamiento de lodos (V _d)	12.61 m ³		
$V_d = Ta \times 10^{-3} \times P \times N$			
Profundidad máxima espuma sumergida (H _e)	0.04 m		
$H_e = Vn/A$			
Profundidad libre de espuma sumergida (H _l)	0.1 m	Min. 0.1m	RNE IS-020
H _l			
Profundidad libre de lodos (H _o)	-3.86 m	Min. 0.3m	RNE IS-020
$H_o = 0,82 - 0,26A$	0.3 m		
Profundidad libre (H _{lt})			
Calculo 1 H _s = V _s / A	0.2 m		
Calculo 2 H _l = 0.1 + H _o	0.4 m		
Selección H _{lt}	0.4 m		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 24- Procedimiento de diseño del tanque séptico parte II.

Profundidad de digestión y almacenamiento de lodos (H_d)	$H_d = V_d / A$	0.70 m		
Profundidad total efectiva (H_{te})	$H_{te} = H_d + H_{lt} + H_e$	1.14 m		
Profund. Seleccionada		1.15 m		
Borde libre (H_{Libre})	$H_{Libre} =$	0.30 m	Min. 0.3m	RNE IS-020
Profundidad total (H_T)	$H_T = H_{te} + H_{libre}$	1.45 m		
Volumen efectivo (V_e)	$V_e = H_{te} A$	20.51 m ³		
Volumen de camaras				
Porcentaje del total p/ 1ra camara		50%	Min. 50%	RNE IS-020
Volumen de la 1ra camara		10.26 m ³		
Volumen de la 2da camara		10.26 m ³		

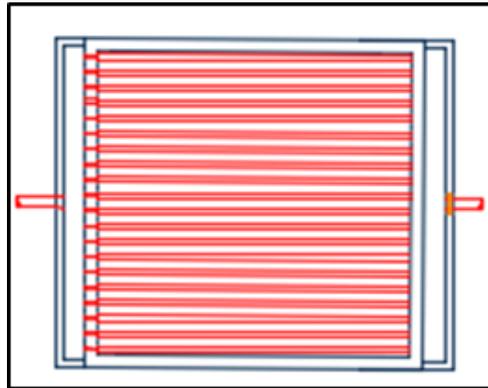
CUADRO RESUMEN

Numero de camaras	2.00 und
Ancho total	3.00 m
Longitud total	6.00 m
Profundidad efectiva	1.15 m
Borde libre	0.30 m
Profundidad total	1.45 m
Longitud Camara 1	3.00 m
Longitud Camara 2	3.00 m

Fuente: Elaboración propia.

3.4.- Filtro biológico: Se diseñó el filtro biológico a partir de los caudales determinados por los parámetros de diseños, se diseñaron las características del filtro biológico, considerando un filtro de flujo descendente, calculándose que se utilizara una unidad.

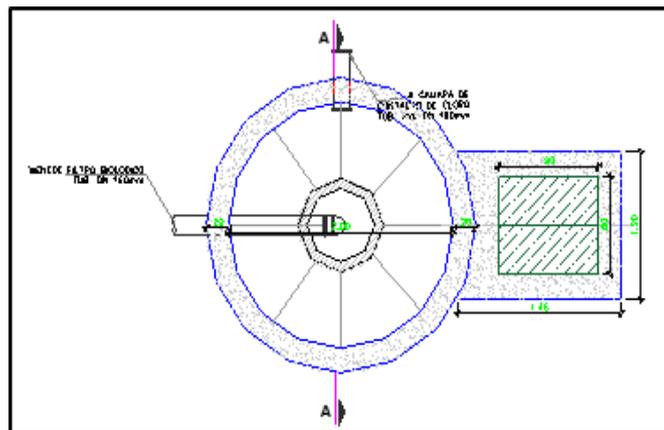
Figura 25- Filtro biológico diseñado.



Fuente: Elaboración propia.

3.5.- Sedimentador secundario: Para garantizar la eficiencia del sistema de tratamiento se diseñó un sedimentador secundario después del filtro biológico, este es de tipo circular.

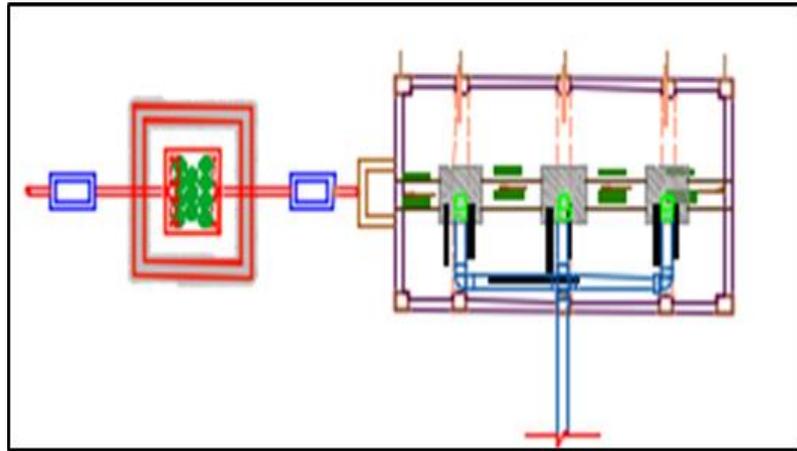
Figura 26- Sedimentador secundario diseñado.



Fuente: Elaboración propia.

3.6.- Lecho de secado: Se diseñó el lecho de secado mediante los parámetros de diseño, así mismo se consideró la construcción de un humedal para el tratamiento de los lixiviados del proceso de deshidratación.

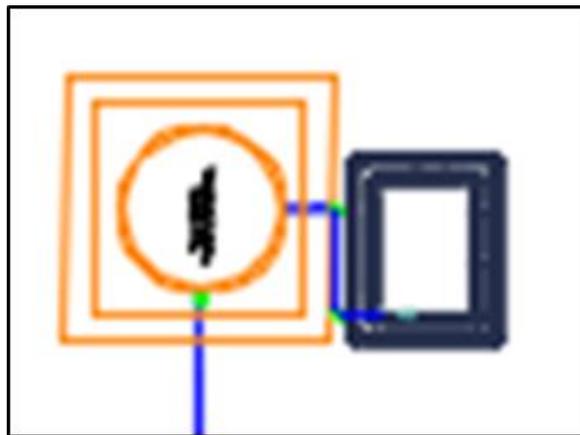
Figura 27- Lecho de secado diseñado.



Fuente: Elaboración propia.

3.7.- Desinfección: Se diseñó la desinfección mediante los parámetros de diseño conservando las medidas estipuladas en los planos.

Figura 28- Desinfección diseñado.



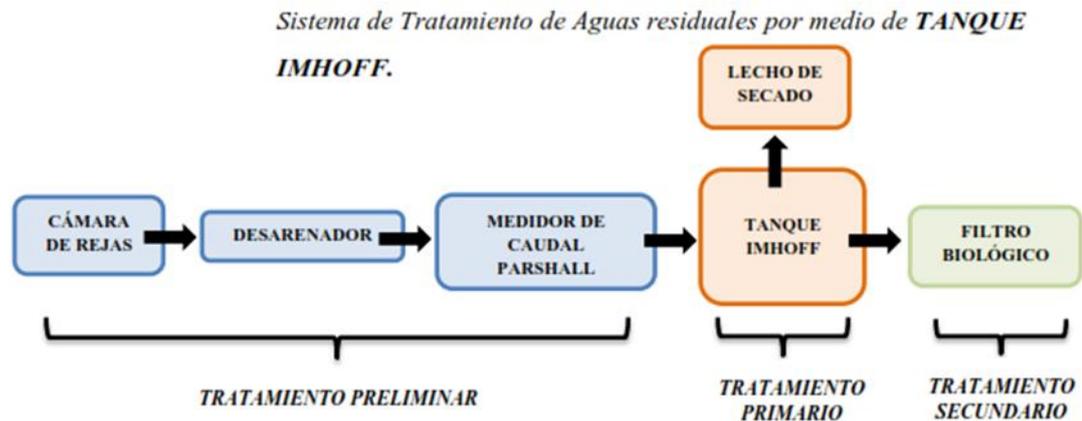
Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Resultados de la identificación de las unidades de tratamiento de aguas residuales adecuada

Para el cumplimiento del tercer objetivo específico, la cual indica; “Identificar la unidad de tratamiento de aguas residuales más adecuada para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma – Junín”, se tiene que ambas propuestas (mediante el tanque imhoff y tanque séptico), son proyectadas para la misma zona (C.P. de Apaycanchilla).

Del objetivo específico N°01, se tiene el diseño de las unidades de tratamiento de aguas residuales por medio del tanque imhoff, en el cual se muestra el siguiente esquema:

Figura 29- Unidades de tratamiento de aguas residuales por medio del tanque imhoff.



Fuente: Elaboración propia.

Las unidades de tratamiento de aguas residuales por medio del tanque Imhoff, consiste en el ingreso de las aguas residuales a la planta de tratamiento a través de un sistema de recolección de aguas residuales por gravedad a través de último buzón recolector.

El agua residual pasa por la cámara de rejillas gruesas de 6 mm (Espesor de Barras) con la finalidad de retener los sólidos de mayor tamaño. El ángulo de inclinación de las barras de las cribas de limpieza manual es entre 60 grados con respecto a la horizontal. Lo conforman 12 barras longitudinales. Esta estructura se detalla en el plano (ver anexos planos).

El agua residual continúa su proceso a través del desarenador que está diseñado para remover partículas de diámetro menor igual o superior a 0.20 mm, cuya frecuencia de limpieza será una vez por semana. Luego pasa por un canal que dirige el agua residual al medidor de caudal tipo Parshall. Ambas estructuras se detallan en los planos (ver anexos planos).

El agua continúa con su curso y pasa al tratamiento primario, que consiste en un tanque de Imhoff que está compuesto por cámaras de espuma, sedimentación, digestión y neutra. Además, tendrá las siguientes consideraciones para su diseño se utiliza una profundidad de la zona sedimentador será 1.5 m y una altura de 2.40 m, en cuanto al tanque Imhoff la altura será de 6.47 m, ancho 4.40 m y largo 7.50 m. Posteriormente pasa al lecho de secado que tienen grava gruesa, grava fina y arena fina. Este sistema cuenta con un lecho de secado, con un largo de 12.50 m por 8.50 m de ancho. Ambas estructuras se detallan en los planos (ver anexos planos).

Finalmente, el agua residual pasa por el filtro biológico, consiste en un tanque de concreto que contiene grava y arena como material filtrante, este material filtrante forma una capa de organismos que descompone la materia orgánica. El agua residual filtrada se recoge por medio de canaletas instalada en la parte superior del filtro. Esta estructura que tiene dos zonas, la zona de recolección de agua filtrada y la zona de distribución de aguas residuales. Sus dimensiones son de 4 m de largo por 2.70 de ancho con una profundidad de 3.85m. Esta estructura se detalla en el plano (ver anexos planos).

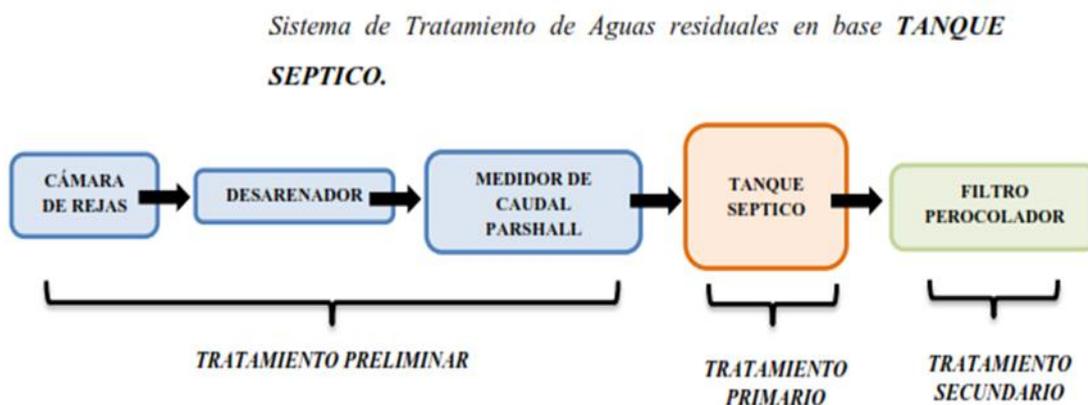
Tabla 4 – Eficiencia en la remoción de los parámetros DBO y solidos suspendidos en el tratamiento de aguas residuales por medio del tanque imhoff.

TIPO DE PLANTA	NIVEL DE TRATAMIENTO	OBJETIVO DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO	PROCESOS PREVIOS	REMOCION	
				DBO	SOLIDOS SUSPENDIDOS (SS)
Tanque imhoff	Primario	Remoción de DBO y SS	Rejas Desarenador Parshall	25-30%	40-70%
Lecho de secado	Primario	Remoción de DBO y SS	Rejas Desarenador Parshall Tanque imhoff	25-30%	45-70%
Filtro biológico	Secundario	Remoción de DBO y SS	Rejas Desarenador Parshall Tanque imhoff	50-90%	70-90%

Fuente: Elaboración Propia.

Del objetivo específico N°02, se tiene el diseño de las unidades de tratamiento de aguas residuales por medio del tanque séptico, en el cual se muestra el siguiente esquema:

Figura 30- Unidades de tratamiento de aguas residuales por medio del tanque séptico.



Fuente: Elaboración propia.

Las unidades de tratamiento de aguas residuales por medio del tanque séptico consisten en el ingreso de las aguas crudas a la planta de tratamiento a través de un sistema de recolección de aguas residuales por gravedad a través de último buzón recolector.

El agua residual pasa por la cámara de rejas gruesas de 6 mm (Espesor de Barras) con la finalidad de retener los sólidos de mayor tamaño. El ángulo de inclinación de las barras de las cribas de limpieza manual es entre 60 grados con respecto a la horizontal. Lo conforman 12 barras longitudinales. Esta estructura se detalla en el plano (ver anexos planos).

El agua residual continua su proceso a través del desarenador que está diseñado para remover partículas de diámetro menor igual o superior a 0.20 mm, cuya frecuencia de limpieza será una vez por semana. Luego pasa por un canal que dirige el agua residual al medidor de caudal tipo Parshall. Ambas estructuras se detallan en los planos (ver anexos planos).

Luego continúa con su curso y pasa al tratamiento primario, que consiste en un tanque séptico que está compuesto por cámaras de sedimentadora principal de dimensiones 30 m. de largo y 14m de ancho y una secundaria de dimensiones 15m de largo y 14 de ancho, ambos con una altura de 6.85m. Ambas estructuras se detallan en los planos (ver anexos planos).

Finalmente, el agua residual pasa por el filtro biológico, consiste en un tanque de concreto que contiene grava y arena como material filtrante, este material filtrante forma una capa de organismos que descompone la materia orgánica. El agua residual filtrada se recoge por medio de canaletas instalada en la parte superior del filtro. Esta estructura que tiene dos zonas, la zona de recolección de agua filtrada y la zona de distribución de aguas residuales. Sus dimensiones son de 4 m de largo por 2.70 de ancho con una profundidad de 3.85m. Esta estructura se detalla en el plano (ver anexos planos).

Tabla 5 – Eficiencia en la remoción de los parámetros DBO y sólidos suspendidos en el tratamiento de aguas residuales por medio del tanque séptico.

TIPO DE PLANTA	NIVEL DE TRATAMIENTO	OBJETIVO DE LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO	PROCESOS PREVIOS	REMOCION	
				DBO	SOLIDOS SUSPENDIDOS (SS)
Tanque septico	Primario	Remoción de DBO y SS	Rejas Desarenador Parshall	25-30%	40-70%
Lecho de secado	Primario	Remoción de DBO y SS	Rejas Desarenador Parshall Tanque séptico	25-30%	45-70%
Filtro biológico	Secundario	Remoción de DBO y SS	Rejas Desarenador Parshall Tanque séptico	50-90%	70-90%

Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente, para la identificación de la unidad de tratamiento de aguas residuales más adecuada, se tiene en cuenta los indicadores de criterios de evaluación, el cual se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 6 – Indicadores para los criterios de evaluación.

CRITERIOS	INDICADOR
Técnico	Eficiencia del tratamiento (remoción)
	Determinación de las pendientes del terreno
	Nivel freático
Social	Distancia del proyecto desde la población
	Molestia por propagación de olores
	Generación de empleo en la etapa de construcción

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se muestran la valoración de los criterios de evaluación, los cuales se detallan en las siguientes tablas:

Tabla 7 – Criterio técnico – eficiencia del tratamiento (remoción).

INDICADOR	PUNTUACIÓN
>95% de Remoción de DBO	2
<95% de Remoción de DBO	1

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 8 – Criterio técnico – determinación de la pendiente del terreno.

INDICADOR	PUNTUACIÓN
Más apta (0 al 3%)	2
Regular (3 al 5%)	1

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 9 – Criterio técnico – nivel freático.

INDICADOR	PUNTUACIÓN
7-10 metros	2
4-7 metros	1

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 10 – Criterio técnico – distancia al proyecto.

INDICADOR	PUNTUACIÓN
>200 metros	2
100-200 metros	1

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 11 – Criterio social – molestia por malos olores.

INDICADOR	PUNTUACIÓN
Mediante encuesta, da resultado una aceptación: >50%	2
Mediante encuesta, da resultado una aceptación: ≤ 50%	1

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 12 – Criterio social – empleo en la etapa de construcción.

INDICADOR	PUNTUACIÓN
De 11-40 trabajadores	2
De 4-10 trabajadores	1

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se muestra la evaluación de la valoración de las unidades de tratamiento de aguas residuales por medio del tanque imhoff y del tanque séptico, la cual se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 13 – Criterios para la evaluación de las alternativas.

CRITERIOS	INDICADOR	TANQUE IMHOFF	TANQUE SEPTICO
Técnico	Eficiencia del tratamiento (remoción)	2	2
	Determinación de las pendientes del terreno	2	2
	Nivel freático	2	2
Social	Distancia del proyecto desde la población	2	2
	Molestia por propagación de olores	2	2
	Generación de empleo en la etapa de construcción	2	2
TOTAL		14	14

Fuente: Elaboración Propia.

Después de haber realizado el respectivo análisis y evaluación de los criterios de evaluación, se identifica que ambos sistemas (unidades de tratamiento de aguas residuales con tanque imhoff y tanque séptico) presentan buena eficiencia de remoción de carga orgánica (DBO), no generan propagación de malos olores debido a la lejanía que se ubican. Ante la similitud de criterios se opta por la primera propuesta “unidad de tratamiento de aguas por medio del tanque imhoff”, debido que constructivamente ocupa menor espacio que el otro sistema propuesto, ante la identificación de la unidad de tratamiento de aguas por medio del tanque imhoff, en los anexos correspondiente se presentan los respectivos diseños hidráulicos por cada unidad de tratamiento.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión de resultados específicos

Para la presente investigación surgió la necesidad de realizar una comparación técnica y social entre las unidades de tratamiento de agua residuales por medio del tanque imhoff y del tanque séptico.

Según lo señalado por Arce (2015) en su tesis Urbanizaciones sostenibles: descentralización del tratamiento de aguas residuales residenciales, por Vela (2018) en su investigación titulada: “Eficiencia de un Tanque Imhoff-HA a escala, para mejorar la calidad de las aguas servidas municipales del distrito de Habana, Moyobamba”, señala ejemplos de casos con relación a estas deficiencias en el tratamiento de aguas residuales se pueden encontrar en sectores como el distrito de Lambayeque, en el departamento del mismo nombre, realizando la eficiencia del tanque Imhoff-HA, mas no mencionando sus desventajas de operatividad, social y calidad de remoción, lo cual difiere con nuestra investigación que si analizamos la evaluación comparativa técnico - social de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas, demuestra que las unidades de tratamiento por medio del tanque imhoff son más adecuadas que el tanque séptico para el tratamiento de aguas residuales del C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca - Tarma.

Asimismo, por Bautista (2015), cuya investigación que lleva por título: “Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para el distrito de Cchiara - Huamanga. Ayacucho”, cuyo como objetivo general fue diseñar una planta de tratamiento de las aguas residuales, para reducir la concentración de los contaminantes generados por la población urbana de Chiara. En el diseño de la planta de tratamiento de las aguas residuales, se toma como datos de partida la determinación de los caudales a tratar, la caracterización física, química y bacteriológica de la misma, y el grado de tratamiento requerido. Luego con estos parámetros se seleccionó una

alternativa de tecnología de tratamiento adecuado en la que finalmente se diseñó y se dimensionó las unidades de proceso que conformaran la planta, sin embargo, no se utilizó, del porcentaje de remoción y calidad en su diseño. En nuestro trabajo de investigación si se realizó la comparación del porcentaje de remoción y calidad de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, demuestra que las unidades de tratamiento por medio del tanque imhoff es eficiente como el tanque séptico para el tratamiento de aguas residuales del C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca - Tarma.

Por otro lado, Guaquipana (2018), en su investigación titulada:” Diseño de un sistema de depuración de aguas residuales con metodología ambientalista para el sector de Guanujo, Alpachaca, Primero de Mayo y Negro Yacu del Cantón Guaranda Provincia De Bolívar”, tuvo como objetivo mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona en intervención, conociendo el impacto negativo de las aguas residuales que alteran a la ecología del ecosistema; así como también es un aporte de la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado del Cantón Guaranda. Para desarrollar este proyecto se trabajó en el campo como en oficina, ejecutando los trabajos pertinentes como son la recolección de muestras de aguas residuales, estudios de suelos, topografía, los mismos que ayudaron a determinar un adecuado sistema de depuración; sin embargo, no hubo una comparación para la construcción de los propuesto y de la forma tradicional, lo que si analizamos en nuestra investigación mediante la comparación del sistema constructivo para la construcción de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, demuestra que las unidades de tratamiento por medio del tanque imhoff son más adecuadas que el tanque séptico para el tratamiento de aguas residuales del C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma, por cuanto ocupan menor área para su construcción.

Por último, Guerrero (2014), en su tesis titulada: “Rediseño de la planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Pilahuín, Cantón Ambato. Riobamba. Ecuador”, se desarrolló con el objetivo de mejorar la calidad de los cuerpos de agua que reciben los afluentes provenientes de la parroquia. Se ejecutó un análisis situacional de la planta y sus componentes, se

empezó determinando la capacidad de caudal que soportan las instalaciones actuales para determinar las necesidades de la planta, más sin embargo no se mencionó que podría haber habido otras alternativas más efectivas y económicas, como si se analizó en nuestra investigación comparando sistemas de tratamiento de aguas residuales, demuestra que las unidades de tratamiento por medio del tanque imhoff son más adecuadas que el tanque séptico para el tratamiento de aguas residuales del C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma.

CONCLUSIONES

- A. Las unidades de tratamiento de aguas residuales por medio del tanque Imhoff, consiste en el ingreso de las aguas residuales a la planta de tratamiento a través de un sistema de recolección de aguas residuales por gravedad a través de último buzón recolector. El agua residual pasa por la cámara de rejas gruesas de 6 mm (Espesor de Barras) con la finalidad de retener los sólidos de mayor tamaño. El ángulo de inclinación de las barras de las cribas de limpieza manual es entre 60 grados con respecto a la horizontal. Lo conforman 12 barras longitudinales. El agua residual continua su proceso a través del desarenador que está diseñado para remover partículas de diámetro menor igual o superior a 0.20 mm, cuya frecuencia de limpieza será una vez por semana. Luego pasa por un canal que dirige el agua residual al medidor de caudal tipo Parshall. Luego continúa con su curso y pasa al tratamiento primario, que consiste en un tanque séptico que está compuesto por cámaras de sedimentadora principal de dimensiones 30 m. de largo y 14m de ancho y una secundaria de dimensiones 15m de largo y 14 de ancho, ambos con una altura de 6.85m. Finalmente, el agua residual pasa por el filtro biológico, consiste en un tanque de concreto que contiene grava y arena como material filtrante, este material filtrante forma una capa de organismos que descompone la materia orgánica. El agua residual filtrada se recoge por medio de canaletas instalada en la parte superior del filtro. Esta estructura que tiene dos zonas, la zona de recolección de agua filtrada y la zona de distribución de aguas residuales. Sus dimensiones son de 4 m de largo por 2.70 de ancho con una profundidad de 3.85m.
- B. Las unidades de tratamiento de aguas residuales por medio del tanque séptico consisten en el ingreso de las aguas crudas a la planta de tratamiento a través de un sistema de recolección de aguas residuales por gravedad a través de último buzón recolector. El agua residual pasa por la cámara de rejas gruesas de 6 mm (Espesor de Barras) con la finalidad de

retener los sólidos de mayor tamaño. El ángulo de inclinación de las barras de las cribas de limpieza manual es entre 60 grados con respecto a la horizontal. Lo conforman 12 barras longitudinales. El agua residual continua su proceso a través del desarenador que está diseñado para remover partículas de diámetro menor igual o superior a 0.20 mm, cuya frecuencia de limpieza será una vez por semana. Luego pasa por un canal que dirige el agua residual al medidor de caudal tipo Parshall. Luego continúa con su curso y pasa al tratamiento primario, que consiste en un tanque séptico que está compuesto por cámaras de sedimentadora principal de dimensiones 30 m. de largo y 14m de ancho y una secundaria de dimensiones 15m de largo y 14 de ancho, ambos con una altura de 6.85m. Finalmente, el agua residual pasa por el filtro biológico, consiste en un tanque de concreto que contiene grava y arena como material filtrante, este material filtrante forma una capa de organismos que descompone la materia orgánica. El agua residual filtrada se recoge por medio de canaletas instalada en la parte superior del filtro. Esta estructura que tiene dos zonas, la zona de recolección de agua filtrada y la zona de distribución de aguas residuales. Sus dimensiones son de 4 m de largo por 2.70 de ancho con una profundidad de 3.85m.

- C. Después de haber realizado el respectivo análisis y evaluación de los criterios de evaluación, se identifica que ambos sistemas (unidades de tratamiento de aguas residuales con tanque imhoff y tanque séptico) presentan buena eficiencia de remoción de carga orgánica (DBO), no generan propagación de malos olores debido a la lejanía que se ubican. Ante la similitud de criterios se opta por la primera propuesta “unidad de tratamiento de aguas por medio del tanque imhoff”, debido que constructivamente ocupa menor espacio que el otro sistema propuesto.

RECOMENDACIONES

1. Para elaborar un proyecto de PTAR se recomienda a los proyectistas, caracterizar las aguas residuales que se desean tratar, para lo cual será necesario controlar y realizar análisis de laboratorio de estas aguas, principalmente de los parámetros DBO5, Solidos Totales en Suspensión, DQO y Coliformes Termotolerantes, no se deben asumir una concentración promedia de estos parámetros. Los periodos recomendados para el control de estos parámetros son las épocas secas, en vista de que estos se hacen críticos o se llegan a incrementar.
2. Se recomienda a los proyectistas que se debe tomar en cuenta antes de realizar un diseño de PTAR, el terreno en el cual se va a ubicar la planta de tratamiento y también el caudal de ingreso hacia ésta.
3. Se recomienda a los proyectistas colocar de manera vital una cámara de rejas a fin de poder evitar el ingreso de sedimentos ajenos a las aguas residuales, se debe evitar en lo posible la contaminación de ríos o canales de regadíos si el agua no es correctamente tratada a fin de evitar daños y pérdidas económicas en la población aledaña a la planta de tratamiento de aguas residuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguila V. & Zamora P. (2016). Diseño de un Sistema Integrado de Tratamiento de las Aguas Residuales para Mitigar la Contaminación del Río Mayo, Sector Juan Antonio - Moyobamba, 2014 (TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO SANITARIO). ¿Obtenido de http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/UNSM/2385/TP_ISA_00014_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arnalich, S. (2008, p. 11). Abastecimiento de Agua por gravedad. Primera Edición.
- Arroyo & Bermúdez, (2015). Estudio De Modelo Matemático Para La Evaluación de La Calidad Del Efluente De Las Aguas Residuales de ILa Uncp.
- Builes, S. (2010). Tratamiento y adecuada disposición de lodos domésticos e industriales. Retrieved from <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/1835/62839B932.pdf?sequence=1>
- Campos, I. (2003). Saneamiento Ambiental. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.
- Canto. A (2016). Tanque imhoff. <https://es.scribd.com/document/334047364/Tanque-Imhoff>
- CEPIS. (2000). Evaluación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento 2000 en las Americas. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/eswww/eva2000/peru/informe/inf-05.htm>
- Cerezo, J. (2011). Estación depuradora de aguas residuales. Catalunya, España: Universidad Politécnica de Catalunya Congreso de la República. (s.f., p. 79). Manual de administración, operación y mantenimiento de sistemas de agua potable y saneamiento.
- Crites R. & Tchobanoglous G. (2000). Sistema de manejo de aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados Tomo 1. Santafé de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana, S.A.
- Cristiano. (2011). TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Obtenido de <http://aguasresidualestratamiento.blogspot.com/2011/09/tratamiento-deaguas-residuales.html>

- Dueñas, R. (2015). Evaluación y propuestas de mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en el centro poblado de Quiquijana, Provincia de Quispicanchis, Región Cusco. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/346179154/TESIS>
- Espinoza, P. R. (2010). Planta De Tratamiento De Aguas Residuales En San Juan De Miraflores. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1478/MAS_GAA_010.pdf.
- García, P. (2015). El tratamiento de aguas residuales. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/261424887/El-Tratamiento-de-AguasResiduales-Consiste-en-Una-Serie-de-Procesos-Fisicos>
- Gomez, A. (2013). Tanque imhoff. <https://es.slideshare.net/arnoldofabianduran/tanque-imhoff-25493254>
- Glynn H. & Heinke G. (1999). Ingeniería ambiental. México: PRENTICE HALL
- Guzmán, V. (2009, p. 7). Algoritmos genéticos y Epanet 2.0 para la localización óptima de válvulas reductoras de presión en redes de distribución de agua potable. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- IICA. (2000). Manual de evaluación de impacto ambiental de actividades rurales. Uruguay: Ministerio de ganadería, agricultura y pesca.
- Laverde, G. P. (2009). Historia de los métodos de depuración de agua. Obtenido de <http://malolorencantarillado.blogspot.com/2009/11/historia-de-los-metodos-dedepuracion.html>
- LUIS. (2016). Antecedentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/313905193/Antecedentes-dePlantas-de-Tratamiento-de-Aguas-Residuales>
- Llorca, R., & Bautista, I. (2006). Prácticas de atmósfera, suelo y agua. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Loose, D. (2015). Diagnóstico de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en el Ámbito de Operación de las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento. Obtenido de <http://www.sunass.gob.pe/doc/Publicaciones/ptar.pdf>

- Magne, F. (2008, p. 103). Abastecimiento, diseño y construcción de sistemas de agua potable modernizando el aprendizaje y enseñanza en la asignatura de Ingeniería Sanitaria I. Cochabamba: Universidad Mayor de San Simón.
- Maldonado, Y. (2011, p. 16). Diseño del diseño de tubería de aducción de la red de distribución de agua potable para la comunidad Ciudad Bendita, Valles del Tuy Edo Miranda. Caracas: Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional.
- Mariscal, M. A. (2009). ¿Qué Debemos Saber Acerca del Alcantarillado? Obtenido de <http://studylib.es/doc/7418670/%C2%BFqu%C3%A9-debemos-saberacerca-del-alcantarillado%3F>
- Martínez S., Rodríguez M., (2005). Tratamiento con Aguas Residuales con MATLAB.
- Mendoza, J., Montañés, M., & Palomares, A. (1998). Ciencia y tecnología del medio ambiente. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- METCALF E. (1986). Tratamiento y Depuración de las Aguas Residuales. Madrid: Ed. Labor.
- METCALF & EDDY. (2004). Tratamiento, Evacuación y Reutilización de Aguas Residuales.
- Niño, Z., Pérez, S., & Llobregat, M. (2004). Desarrollo de un Programa de Simulación de Procesos para el Tratamiento de Efluentes Líquidos. Información Tecnológica, 47-53.
- OEFA. (2014). Fiscalización ambiental en aguas residuales. Retrieved from https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
- Olivos, O. (2010). Tratamiento de aguas. Lima: Universidad Alas Peruanas.
- Orton, B. (s.f). Química de suelos. IICA/CATIE.
- Paz, A. (2000). Tesis Profesional: Proyecto De Una Planta De Tratamiento De Agua Residual En La Zona Metropolitana Del Valle De México.
- Pérez, H. (2015). Medio Ambiente evaluación plan de investigación. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/283147570/Medio-Ambiente>
- Prieto, A. (2016). Plantas de Tratamiento de Agua Residual. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/307380211/Plantas-de-Tratamiento-de-Agua-Residual>

- PROSABAR. (2001). Manual de Operación Mantenimiento de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en Poblaciones Rurales.
- QUIROZ, P. (2009) Planta de Tratamiento de aguas residuales para regadío en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. (Tesis de titulación). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Química e Ingeniería Química. Lima.
- Ramalho, R. (1993). Tratamiento de aguas residuales. Barcelona, España: REVERTÉ, S.A. Retrieved from https://books.google.com.mx/books?id=30etGjzPXyWC&printsec=frontcover&dq=tratamiento+de+aguas+residuales&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEw i3mMjqtJHMAhUPyWMKHb4_Bt8Q6AEINzAB#v=onepage&q=tratamiento%20de%20aguas%20residuales&f=false
- Ramos P. (2015). Implementación De Una Planta De Tratamiento De Aguas Servidas En La Localidad De Huaca Iii Etapa En El Distrito De Santa, Basada En El Diseño Hidráulico.
- Red España de Compostaje. (2012). Aspectos biológicos de la estabilización aerobica II.1. España: Mundi-Prensa Libros.
- R.S. Ramalho. (1996). Tratamiento de Aguas Residuales.
- Rigola, M. (1990). Tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales. Barcelona, España: MARCOMBO, S.A.
- Ríos, S. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. Tesis de grado. Universidad de Antioquia, Antioquia, Colombia.
- Roldán, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Colombia: Universidad de Antioquia.
- Rossi, M. (2010). Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú. FONAM.
- Salazar, D. (2003). Guía para el manejo de excretas y aguas residuales municipales: enfoque Centro América. Guatemala: PROARCA/SIGMA.
- Sans F. & Ribas, J. (1989). Ingeniería ambiental: contaminación y tratamientos. Barcelona, España: MARCOMBO, S.A.
- Siapa. (2014, p.12). Criterios y lineamientos técnicos para factibilidades, sistemas de agua potable. Sistema Intermunicipal para los Servicios de

Agua Potable y Alcantarillado. Retrieved from http://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_2._sistemas_de_agua_potable-1a._parte.pdf.

- Torres, E. (2015). Filtro Percolador. Scrib. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO. (2013). tratamiento de aguas. Obtenido de http://asesorias.cuautitlan2.unam.mx/fondo_editorial/comite_editorial/manuales/tratamientodeaguas_manualprac.pdf Universidad de Piura. (2014). Naturaleza del agua residual doméstica y su tratamiento. Retrieved from http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_135_183_88_1242.pdf
- Valderrama, J. (1999). Información tecnológica. 0716-8756.
- Villela, D. J. (2014). Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales para el municipio de san juan chamelco, alta verapaz. Obtenido de <http://studylib.es/doc/7370545/dise%C3%B1o-de-planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales-para-el>

ANEXOS

ANEXO 01 – Matriz de Consistencia

ANEXO 02 – Diseño de la PTAR

ANEXO 03 – Planos

Anexo 01: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>Problema general ¿Cómo es el diseño de las unidades de tratamiento de aguas residuales para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma - Junín?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>a) ¿Cómo es el diseño de las unidades de tratamiento de aguas residuales por medio del tanque imhoff para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma - Junín?</p> <p>b) ¿Cómo es el diseño de las unidades de tratamiento de aguas residuales por medio del tanque séptico para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma - Junín?</p> <p>c) ¿Cuáles es la unidad de tratamiento de aguas residuales más adecuada para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma - Junín?</p>	<p>Objetivo general Realizar el diseño comparativo de las unidades de tratamiento de aguas residuales para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma - Junín.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>a) Realizar el diseño de las unidades de tratamiento de aguas residuales por medio del tanque imhoff para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma - Junín.</p> <p>b) Realizar el diseño de las unidades de tratamiento de aguas residuales por medio del tanque séptico para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma - Junín.</p> <p>c) Identificar la unidad de tratamiento de aguas residuales más adecuada para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma - Junín.</p>	<p>Justificación metodológica El proyecto presenta una metodología propia del desarrollo de la ingeniería civil donde consta de proceso pre estudio, ejecución y mantenimiento donde inicialmente una parte de recolección de datos para los diseños respectivos y su posterior procesamiento con un diseño prospectivo porque nos permitirá tener un buen producto ya sustentado mediante las normativas técnicas y siguiendo las pautas del reglamento nacional de edificaciones del Perú.</p> <p>Justificación social Esta investigación sustenta el beneficio social hacia los habitantes del C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma - Junín, cuando se compare y diseñe la unidad de tratamiento de aguas residuales más adecuado. Así mismo servirá como base para las empresas</p>	<p>Hipótesis General El diseño de las unidades de tratamiento de aguas residuales para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma – Junín, se rige bajo los parámetros técnicos normativos.</p> <p>Hipótesis específicos</p> <p>a) El diseño de las unidades de tratamiento de aguas residuales por medio del tanque imhoff para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma – Junín, se rige bajo los parámetros técnicos normativos.</p> <p>b) El diseño de las unidades de tratamiento de aguas residuales por medio del tanque séptico para el C.P. de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma – Junín, se rige bajo los parámetros técnicos normativos.</p> <p>c) La identificación de la unidad de tratamiento de aguas residuales para el Centro Poblado de Apaycanchilla – Huaricolca – Tarma – Junín, se da en relación a</p>	<p>Variable Independiente Unidades de tratamiento.</p> <p>Variable dependiente: Aguas residuales.</p>	<p>Método de investigación Método científico.</p> <p>Tipo de estudio El tipo de investigación por la naturaleza del estudio es aplicado.</p> <p>Nivel de investigación El estudio por el nivel de descriptivo - comparativo.</p> <p>Diseño metodológico Diseño no experimental de corte transversal</p>

		<p>prestadoras de estos servicios, para evaluaciones futuras y además de brindar lo necesario para el buen funcionamiento de redes de alcantarillado sanitario.</p> <p>Justificación teórica La “información recopilada, analizada y procesada servirá como sustento para esta y otras investigaciones similares, ya que enriquecen el marco teórico y/o cuerpo de conocimientos que existe sobre el” tema en mención.</p>	<p>criterios técnicos y de presupuesto.</p>		
--	--	--	---	--	--