

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Diseño de una planta de tratamiento de
aguas residuales en la comunidad
campesina de Llaspay, distrito de
Huanquite, provincia de Paruro, región
Cusco - 2021**

Irina Alfaro Ccarhuarupay

Daniel Nina Rojas

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Cusco, 2022

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a mi madre, porque han estado conmigo en cada peldaño que subo, cuidándome y dándome fortaleza para continuar con las metas que me he propuesto.

(Daniel)

A José Luis, mi esposo, por su ayuda incondicional para hacer realidad este trabajo de investigación.

A mis docentes, quienes, en las aulas universitarias, me formaron académicamente para ser una profesional competente.

A la universidad Continental, por concederme la oportunidad de concluir con esta meta trazada y postergada por mucho tiempo.

A Vanesa, por su aporte importante en el desarrollo y conclusión de este trabajo.

Gracias a mi asesor, Oscar Huari, por su colaboración y sugerencias para la conclusión de este trabajo de investigación.

(Irina)

DEDICATORIA

El presente trabajo es fruto de mi dedicación y constancia y va dedicado a mi madrecita, que desde el cielo no dejó ni un solo instante de guiarme. Es el motivo más grande de mi inspiración y de mi entrega cotidiana.

(Daniel)

A Dios sobre todas las cosas, por bendecir mis días y la de mi familia, porque a pesar de los momentos difíciles siempre está con nosotros.

Con amor y gratitud para José Luis, quien siempre acompaña mis pasos.

Con todo mi corazón, para Daniel, Manuel, Valentín y Helena; mis hijos, quienes son mi razón de ser y mi motivación para mejorar cada día.

Para mi mamá, quien desde donde está siempre guía mi camino.

Para mi papá y mis hermanos quienes son mi sustento emocional.

(Irina)

INDICE

AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE.....	iv
LISTA DE TABLAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
CAPÍTULO I	3
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	3
1.1. Planteamiento y formulación del problema	3
1.1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.1.2. Formulación del problema	4
a. Formulación del problema general	4
b. <i>Formulación de los problemas específicos</i>	4
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo general.....	4
1.2.2. Objetivos específicos	4
1.3. Justificación e importancia	5
1.3.1. Justificación	5
1.3.2. Importancia.....	6
1.4. Hipótesis y descripción de variables	7
1.4.1. Hipótesis	7
a. <i>Hipótesis general</i>	7
1.4.2. Variable	7
CAPÍTULO II	8
MARCO TEORICO.....	8
2.1. Antecedentes del problema.....	8
2.1.1.A nivel local	8
2.1.2.A nivel nacional	9
2.1.3.A nivel internacional	10
2.2. Marco legal.....	11
2.2.1. Leyes	11
a. <i>Ley general del ambiente N° 28611</i>	11
b. <i>Ley general de recursos hídricos N° 29338</i>	13
c. <i>Ley general de salud N°26842</i>	13

d.	<i>Ley general de servicios de saneamiento y sus modificatorias decreto legislativo N° 1240</i>	13
2.2.2.	Reglamentos, decretos supremos, normas técnicas y resoluciones.....	14
a.	<i>Reglamento Nacional De Edificaciones (RNE)</i>	14
b.	<i>Norma Técnica Os-090 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales</i>	14
c.	<i>Decreto Supremo N° 004-2017-Minam</i>	14
d.	<i>Decreto Supremo N° 003-2010-Minam</i>	15
2.3.	Bases teóricas	15
2.3.1.	Clasificación de las aguas residuales	15
a.	<i>Aguas residuales domésticas</i>	15
b.	<i>Aguas residuales industriales</i>	15
c.	<i>Aguas residuales municipales</i>	16
2.3.2.	Características de las aguas residuales	16
a.	<i>Características físicas</i>	16
b.	<i>Características químicas</i>	18
c.	<i>Características biológicas</i>	19
2.3.3.	Aguas residuales en el Perú.....	21
2.3.4.	Planta de tratamiento de aguas residuales	22
2.3.5.	Tratamiento de aguas residuales	23
a.	<i>Procesos para el tratamiento de aguas residuales</i>	24
b.	<i>Operaciones físicas unitarias</i>	24
c.	<i>Procesos químicos unitarios</i>	24
d.	<i>Procesos biológicos unitarios</i>	25
e.	<i>Etapas de tratamiento de aguas residuales</i>	25
2.3.6.	Tratamiento de aguas residuales con Tanque Imhoff.....	30
a.	<i>Descripción y operación del tanque Imhoff</i>	30
b.	<i>Ventajas y desventajas del tanque Imhoff</i>	31
2.4.	Definición de términos básicos	38
CAPITULO III.....		41
METODOLOGÍA		41
3.1	Métodos y alcances de la investigación.....	41
3.1.1	Tipo de Investigación.....	41
3.1.2	Alcances de Investigación.....	41
3.2	Diseño de la investigación	41
3.3	Población y muestra.....	41
3.3.1	Población.....	42

3.3.2 Muestra.....	42
a. Tipo de Muestreo.....	42
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	42
3.4.1 Observación.....	42
3.4.2 Recolección de Muestras	43
3.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos	44
3.5.1 Caracterización de los parámetros físicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales vertidas por la población de la CC. Llaspay.....	44
3.5.2 Parámetros básicos y diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	46
3.5.3 Procesamiento del Presupuesto total para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la CC. Llaspay.....	51
CAPITULO IV.....	53
RESULTADO Y DISCUSIÓN	53
4.1. Caracterización de los parámetros físico-químicos y microbiológicos vertidas por la comunidad campesina de Llaspay	53
4.1.1 Parámetros físico-químicos.....	53
a. <i>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)</i>	53
b. <i>Demanda Química de Oxígeno (DQO)</i>	54
c. <i>Potencia de Hidrogeniones (pH)</i>	54
d. <i>Sólidos totales en suspensión</i>	55
e. <i>Aceites y Grasas</i>	55
f. <i>Temperatura</i>	56
4.1.2. Parámetros microbiológicos.....	56
a. Coliformes Fecales	56
4.2. Parámetros básicos y Diseño de la Planta de Tratamiento Aguas Residuales de la CC de Llaspay	57
4.2.1 Parámetros básicos de la planta de tratamiento	57
a. Periodo de diseño (t).....	57
b. Población de diseño (Pd)	58
c. Caudal de diseño.....	59
d. <i>Caudal de escorrentía</i>	66
e. <i>Caudal de infiltración</i>	67
4.2.2 Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales	68
a. <i>Tratamiento preliminar</i>	68
b. <i>Tratamiento primario</i>	76

<i>c. Tratamiento secundario</i>	83
4.3 Presupuesto total de la planta de tratamiento de las aguas residuales de la C. C.Llaspay	87
CONCLUSIONES	94
RECOMENDACIONES	95
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA.....	96
ANEXOS	100

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Patógenos comunes transportados por el agua no tratada	21
Tabla 2 Rendimientos medios de depuración para el tanque Imhoff.....	31
Tabla 3. Coordenadas UTM de la ubicación del Punto de Muestreo de Aguas Residuales de la CC. Llaspay	43
Tabla 4 Resultado del Parámetro de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅). 53	
Tabla 5 Resultado del Parámetro de la Demanda Química de Oxígeno (DQO)	54
Tabla 6. Resultado del Parámetro de pH	54
Tabla 7. Resultados del Parámetro de Sólidos Totales en Suspensión (STS)	55
Tabla 8. Resultado del Parámetro Aceites y Grasas	55
Tabla 9. Resultados de Parámetros Físicoquímicos	56
Tabla 10. Resultados de Parámetros Microbiológicos	57
Tabla 11. Habitantes censados por años en el Distrito de Huanquite	58
Tabla 12. Tasa de crecimiento del distrito de Huanquite. Censos 2007 - 2017	59
Tabla 13 Demanda de agua doméstica y datos de la población de la CC. de Llaspay.....	60
Tabla 14. Demanda de agua para PRONOEI Llaspay	63
Tabla 15. Demanda de agua para el salón comunal de la CC. De Llaspay	63
Tabla 16. Demanda de agua para losa deportiva de la CC. De Llaspay	64
Tabla 17. Demanda de agua para iglesia evangélica de la CC. De Llaspay	65
Tabla 18. Caudal de escorrentía de la CC. de Llaspay.....	66
Tabla 19. Caudal de infiltración por tuberías y buzones	67
Tabla 20. Caudal de infiltración de la red y buzones	67
Tabla 21. Parámetros para la obtención del caudal máximo de entrada.....	69
Tabla 22. Caudales considerados en el diseño del aliviadero	69
Tabla 23. Diseño de canal de entrada de la Planta de Tratamiento de la CC. de Llaspay.....	71
Tabla 24. Caudal de diseño para la cámara de rejillas.....	71
Tabla 25. Zona de transición para el diseño de la cámara de rejillas de la PTAR de la CC. de Llaspay.....	72
Tabla 26 Cálculo del área de paso para la cámara de rejillas.....	72
Tabla 27. Dimensiones de la cámara de rejillas de la PTAR de la CC. de Llaspay.....	73
Tabla 28. Caudal de diseño para el desarenador	74
Tabla 29. Datos de entrada para diseño del desarenador	75

Tabla 30. Velocidad de decantación según la ley de Stokes.....	75
Tabla 31. Datos generales para el diseño del tanque Imhoff.....	76
Tabla 32. Datos para el diseño de la cámara de sedimentación	77
Tabla 33. Dimensiones para la cámara de natas.....	79
Tabla 34. Dimensiones por habitantes para la cámara de digestión	80
Tabla 35. Parámetros para el diseño del lecho de secado de la PTAR de la CC. de Llaspay.....	82
Tabla 36. Diseño del pozo de absorción e infiltración	84
Tabla 37. Dimensión del pozo de absorción para la PTAR de la CC. de Llaspay	85
Tabla 38. Presupuesto Total de Planta de Tratamiento de la Aguas Residuales de la CC. Llaspay.....	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de una planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Extraído de “páginas especializadas en temas ambientales”.	
https://ingenieriaambiental.net/plantas-tratadoras-de-aguas-residuales	23
Figura 2. Esquema conceptual de un sistema de tratamiento de aguas residuales. Extraído de “researchgate”. https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-esquema-conceptual-de-un-sistema-de-tratamiento-de-aguas-residuales_fig5_305282120	24
Figura 3. Rejillas y sistemas de desarenado. Extraído de “Guía de apoyo para ciudades pequeñas y medianas”. Elaborado por Noyola, Morgan y Guereca (2013). http://www.pronatura-sur.org/web/docs/Tecnologia_Aguas_Residuales.pdf	26
Figura 4. Sedimentador de una planta de tratamiento de aguas residuales San Jerónimo Cusco. Extraído de EPS-Sed Cusco (2015). https://www.google.com/search?q=.+Sedimentador+de+una+planta+de+tratamiento+de+aguas+residuales+San+Jer%C3%B3nimo+Cusco	27
Figura 5. Tratamiento Biológico con Fangos Activados. Extraído de “Gestión de aguas y residuos - gedar”. https://www.gedar.com/residuales/tratamiento-biologico-aerobio/fangos-activos.htm	28
Figura 6. Filtros de Arena para el tratamiento terciario. Extraído de “Guía sobre tratamiento de aguas residuales urbanas para pequeños núcleos de población”, elaborado por García, Betancort, Salas y Peñate (2006)	29
Figura 7 Esquema general del proceso de tanque Imhoff. Extraído de “Guía sobre tratamiento de aguas residuales urbanas para pequeños núcleos de población”, elaborado por García, Betancort, Salas y Peñate (2006).	31
Figura 8 Cámara de Sedimentación del tanque Imhoff. Extraído de “Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización”. Organización panamericana de la salud OPS/CEPI (2005).....	33
Figura 9. <i>Cámara de digestión del Tanque Imhoff. Tomado de “Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización”, por OPS/CEPIS/05.163 UNATSABAR, 2005, p.14.</i>	34

Figura 10. Tubo de hierro fundido para impedir acumulación de gases en la cámara de digestión. “Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización”, por OPS/CEPIS/05.163 UNATSABAR, 2005, p.16.....	35
Figura 11. Área de ventilación del tanque Imhoff. Extraído de “Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización”. Organización panamericana de la salud OPS/CEPI (2005).....	36
Figura 12. Área de ventilación vista desde la parte superior de la estructura. Extraído de “Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización”. Organización panamericana de la salud OPS/CEPI (2005).	37
Figura 13. Lecho de secado de lodos del Tanque Imhoff. Extraído de “Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización”. Organización panamericana de la salud OPS/CEPI (2005).....	38
Figura 14 Registro de coordenadas en el punto colector de aguas residuales.....	45
Figura 15 Toma de muestras de aguas residuales del colector general.....	45
Figura 16 Etiquetado de frascos y Traslado de muestras de aguas residuales	45
Figura 17 Esquema gráfico para el Diseño del aliviadero de la PTAR de la CC. de Llapay.....	70
Figura 18. Esquema gráfico para el dimensionamiento de espesor de barra para rejas de cámara de rejas	73
Figura 19 Diseño de rejas con dimensiones e inclinación para una cámara de rejas.	73
Figura 20 Vista superior de una cámara de sedimentación con medidas del tanque Imhoff	78
Figura 21 Vista lateral de un sedimentador del tanque Imhoff	79
Figura 22. Esquema elevación del tanque IMHOFF parte lateral con medidas	81
Figura 23. Esquema de planta con vista superior del sedimentador y cámara de natas de un tanque IMHOFF	82
Figura 24 Capacidad de absorción de suelo, según norma IS. 020 Tanques Sépticos.	84
Figura 25 Pozo de percolación con vistas y dimensiones	85

RESUMEN

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, se diseñó para una población de 450 habitantes y una tasa de crecimiento poblacional de 0%, por un periodo de 20 años en la Comunidad Campesina de Llaspay del Distrito de Huanquite, provincia y departamento del Cusco, con la finalidad de contribuir a la mejora de la calidad de vida de la comunidad. Para el diseño se hicieron estudios de caracterización de las aguas residuales, las que en casi todos sus parámetros superan los límites máximos permisibles de acuerdo a la normativa actual vigente.

El diseño está basado en el Reglamento Nacional de Edificaciones, generalmente en la Norma Técnica O.S 090 de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales y en la Guía para el Diseño de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y Lagunas de Estabilización, del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS/OPS; tomándose como criterios básicos el caudal y el período de diseño, con unidades de tratamiento: el pre tratamiento con una cámara de rejillas y un desarenador, el tratamiento primario está compuesto por un Tanque Imhoff con un lecho de secado que servirá para deshidratar los lodos digeridos y tratamiento secundario con pozo de absorción, ideal para comunidades menores a 5000 habitantes.

Se determinó el presupuesto del proyecto en cuanto a costos directos e indirectos, basándose en los metrados por cada partida.

PALABRAS CLAVE: *Diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, CC. Llaspay, caracterización de aguas residuales, criterios básicos de diseño y presupuesto*

INTRODUCCIÓN

Todavía existen en el Perú, brechas significativas de calidad, acceso y sostenibilidad en los servicios de saneamiento. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Programas Presupuestales (ENAPRES) para el año 2020, 2.9 millones de peruanos (8.8%) no accedían al servicio de agua potable y 7.5 millones (23.2%) al servicio de alcantarillado sanitario o de otras formas de disposición sanitaria de excretas. También, es evidente que hay muchas diferencias respecto al acceso y la calidad entre el entorno rural y urbano, entre áreas naturales, entre el ambiente rural, concentrado y el disperso, y entre los servicios de agua potable y de las redes de alcantarillado u otras formas de disposición final de excretas. Donde los segmentos de la población con mayor pobreza, son los más afectados(1).

Las aguas residuales vertidas, sin tratamiento alguno a los cuerpo receptores (ríos, lagos, quebradas secas o el mar) es uno de los principales agentes que contaminan no solo los variados ecosistemas existentes sino, en particular, nuestras vigentes fuentes de agua, así como superficiales y también subterráneas, lo que es una amenaza para la sostenibilidad del recurso y pone en peligro la salud de la población(2).

La Comunidad Campesina de Llaspay en el distrito de Huanquite, provincia de Paruro y departamento del Cusco, cuya ocupación principal de los pobladores, es la agropecuaria (86%) seguido de trabajos no calificados de empleos generados por la migración temporal entre los meses de julio a setiembre, finalizando las cosechas , y entre los cuales sobresalen: trabajo por jornal en la ciudad de Cusco (construcción, servicios domésticos, comercio y otros), trabajos en Quilla bamba (cosecha de café) y una parte también se desplaza a la ciudad de Puerto Maldonado (minería). Este movimiento de la población evidencia los bajos ingresos y una limitada productividad agropecuaria, con ingresos familiares que fluctúan entre S/. 100.00 a S/.250.00 mensuales.

En cuanto al sistema de saneamiento, la comunidad de Llaspay cuenta con un sistema de agua no potable que abastece a la población en general, cuya captación de agua provienen de manantiales, los cuales se encuentran ubicados en la parte superior del pueblo, dando abasto para el consumo humano y para el riego de cultivos en tiempo de estiaje. Esta condición crítica de salubridad exige que se tomen medidas urgentes que resguarde la calidad de vida de la comunidad. Para lograr tal objetivo se propone el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales que cumpla con todas las exigencias de la normativa nacional de la Norma Técnica

OS-090 y la Guía para el Diseño de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y Lagunas de Estabilización, del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS/OPS, y que se encuentre acorde a las necesidades principales de la población, al mismo tiempo que se reduzca la contaminación ambiental por aguas residuales.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema.

1.1.1. Planteamiento del problema

Llaspay es una Comunidad Campesina situada en el distrito de Huanquite, cuya ubicación se encuentra en las coordenadas 824 491.00E y 8481323.6N, a una altitud de 3140 m.s.n.m. Pertenece a la zona rural de la provincia de Paruro, región del Cusco(3). Cuenta con una población de 450 habitantes, un total de 90 viviendas, y con una red de alcantarillado deficiente y precario. Históricamente se puede indicar que, en 1986, se implementaron silos, que constaba de un baño tipo turco con su pozo séptico respectivo, donde se eliminaban las excretas de cada domicilio. Posteriormente, los pobladores locales lograron ampliar dicho sistema con unidades básicas de saneamiento (UBS) en todas las viviendas, éstos eran pozos sépticos de tierra con filtro de cascajo y piedras, mal ubicados en todos los casos, por no tener la orientación técnica profesional requerida para tal fin.

De esta forma, con el tiempo, estos sistemas han estado colapsando paulatinamente produciendo afloramientos de líquidos, a ello se suma la falta de mantenimiento, por lo que las viviendas de la C.C. Llaspay se convirtieron en focos infecciosos, por tal motivo varias unidades básicas de saneamiento fueron clausuradas.

Por esta razón y con estos antecedentes, las aguas residuales vertidas por la población de la CC. Llaspay constituyen un riesgo permanente de contraer enfermedades gastrointestinales y otras que afectan constantemente a los pobladores.

Por lo expuesto, podemos justificar la urgencia de realizar este trabajo de investigación, en único beneficio de la población de la C.C. Llaspay, cuyo fin es mejorar la calidad de vida de las personas.

1.1.2. Formulación del problema

a. Formulación del problema general

¿Cuál es el diseño más apropiado para el tratamiento de aguas residuales en la CC. Llaspay, distrito de Huanoquite, provincia de Paruro, región Cusco?

b. Formulación de los problemas específicos

- ¿Cuáles son las características de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas vertidas por la población de la C.C. Llaspay?
- ¿Cuáles son los parámetros básicos para el mejor diseño de la Planta de Tratamiento de aguas residuales de la C.C. Llaspay?
- ¿Qué presupuesto es el necesario para la implementación del diseño de tratamiento de aguas residuales?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Realizar el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales en la C.C. de Llaspay, distrito de Huanoquite, provincia de Paruro, región Cusco.

1.2.2. Objetivos específicos

- Realizar la caracterización de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales vertidas por la población del C.C. Llaspay.
- Determinar los parámetros básicos y el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Elaborar el presupuesto total de la planta de tratamiento de aguas residuales de la C.C. Llaspay.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación

La cobertura poblacional estimada del ámbito rural registradas según el INEI en el año 2016, fue de 7.16 millones de habitantes. De acuerdo a ello, el 71,2% accede al servicio de agua potable y el 24,6% a alcantarillado, teniendo una población de 3,4 millones de habitantes del ámbito rural carecen de obras de saneamiento y otras formas de disposición final de excretas(1).

Señalan del estudio efectuado por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento – SUNASS que el 2008, 143 plantas de tratamiento de agua residual que hay en el Perú, solo el 14% están acorde con la normatividad actual para un eficiente funcionamiento; de otro lado, sólo el 4.9% de éstas estaba operando en niveles óptimos(4).

El saneamiento básico se ha convertido en una gran necesidad con el crecimiento poblacional, porque ayuda a mantener condiciones de salubridad mínima en una población y disminuir los problemas de salud en la población y mejorar o prevenir los impactos negativos hacia el ambiente(4).

En este sentido, con este trabajo de investigación se pretende mejorar las condiciones de vida de la comunidad campesina de Llaspay, cuyos habitantes en la actualidad no han sido consideradas en los planes de saneamiento básico por los diferentes gobiernos locales; de esta forma, los propios moradores solventan muchas de las estructuras de saneamiento existentes en la comunidad, las mismas que a la fecha ya han cumplido con su periodo de uso y muchos de ellos son obsoletos para el fin para el que fueron construidos.

Por lo tanto, este trabajo se enfoca principalmente en la necesidad de facilitar el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para la Comunidad Campesina de Llaspay, con todas las consideraciones técnicas, de acuerdo a la

normativa vigente. Con ello, se pretende dar una solución sostenible a una problemática que ha permanecido durante mucho tiempo y que finalmente permitirá que la población tenga una mejor calidad de vida y consecuentemente la conservación del ambiente.

1.3.2. Importancia

La importancia de este trabajo de investigación radica en el inicio al cambio de la situación actual que enfrenta la comunidad campesina de Llaspay, mediante una infraestructura diseñada profesionalmente que cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales, cuyo sistema está compuesto por un tanque Imhoff. Asimismo, contempla, todos los aspectos técnicos – económicos de acuerdo a la realidad social y geográfica local, además de la aplicación de una metodología estandarizada referenciado en la normativa actual del diseño de infraestructura sanitaria para poblaciones rurales, el mismo que está estructurado para que las aguas residuales de la comunidad campesina de Llaspay sean evacuadas a un lugar adecuado, seguro y responsable con el ambiente.

Los beneficiarios directos de este trabajo son los pobladores de la Comunidad Campesina de Llaspay, pues se pretende “fomentar el acceso global de la población a los servicios de saneamiento sostenibles y de calidad, preservar su salud y el ambiente, abarcando la totalidad de los sistemas y las fases que conforman los servicios de saneamiento”(1). Consecuentemente, existirá una gran mejora en las condiciones de salubridad para bien de la población y mejorar su calidad de vida.

Adicionalmente, este trabajo es de aporte valioso en la conservación y protección del ambiente, pues los suelos y el agua están comprometidos en su calidad por el vertimiento diario de las aguas residuales de los propios moradores del lugar. Por lo que, con este trabajo se pretende cambiar esta problemática ambiental.

1.4. Hipótesis y descripción de variables

1.4.1. Hipótesis

a. Hipótesis general

Los trabajos de investigación que tienen alcance descriptivo solo recopilan información de manera individual o en conjunto sobre conceptos o variables que puedan estos referir, es decir, que su finalidad no es indicar cómo se relacionan dichas variables(5). En base a lo antes mencionado, este trabajo, es una investigación de naturaleza descriptiva, por consiguiente, la **hipótesis es implícita**, razón por la cual no se formula en esta investigación.

1.4.2. Variable

La única variable en el trabajo de investigación es “Diseño”.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes del problema

Como antecedentes de esta investigación se ha tomado de referencia, proyectos de inversión pública de Municipalidades y trabajos de investigación sobre diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales en distintos lugares de la región y del Perú, especialmente de la región andina, por la similitud de altitud y el posible comportamiento con el sistema propuesto.

2.1.1. A nivel local

En el Proyecto “Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y saneamiento de la localidad de Paruro”. Se propuso la ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable, así como la ampliación y mejoramiento del sistema de desagüe y la construcción de una planta de tratamiento de las aguas residuales, compuesta por dos lagunas facultativas primarias y una laguna de maduración o secundaria. Estas acciones fueron complementadas con un programa de educación sanitaria y capacitación para el óptimo manejo de los sistemas instalados. De esta forma, se pretendía disminuir la repercusión de enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dérmicas en 3511 habitantes de Paruro(6).

El trabajo de investigación que tiene como título “Determinación de la eficiencia de tratamiento de aguas residuales en los sistemas del Centro Poblado de Huacoto y de la margen derecha del distrito de Saylla, teniendo como objetivo determinar si los sistemas de tratamiento de aguas residuales de la población, alcanzan la eficiencia requerida según la normatividad peruana en el tratamiento de las aguas residuales producidas por la población rural y urbana de estos poblados, llegando a la conclusión que la calidad del efluente si afecta en la eficiencia de remoción del parámetro químico (DBO) y del parámetro físico

(sólidos suspendidos) del efluente, según la norma técnica peruana OS 090(8).

2.1.2. A nivel nacional

El trabajo de investigación que tiene como título “Diseño de una planta de Tratamiento para los efluentes líquidos domésticos del distrito de Chancay”(7), plantea un diseño de tratamiento de efluentes residuales domésticos mediante el tipo aerobio y el uso *de lagunas aireadas*, el cual según sus análisis produce muy poco lodo, y menos olores, para caudales de diseños elevados, siendo estas las más usadas y efectiva, cumpliendo con los Límites Máximos Permisibles (LMP) y acercándose a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

El trabajo de investigación, que tiene como título “Diseño de una planta de tratamiento de agua residual para el riego de áreas verdes en el distrito de los Olivos”. Cuyo objetivo es plantear un diseño de PTAR para brindar tratamiento a una parte de las aguas residuales que provienen de Los Olivos para que después sea utilizada en el riego de áreas verdes en el mismo distrito(9). La metodología de este trabajo está sustentada en el enfoque de Bozkurt, el cual propone; calcular los caudales de diseño, verificar que estos caudales estén abastecidos por los pobladores de la zona del proyecto, realizar la evaluación del agua residual, determinar los límites máximos permisibles con el fin de hacer el diseño

mediante el método empírico y el software Bio Win 5.0. Para la selección de las tecnologías se hizo uso del Análisis de Decisión Multicriterio (MCDA) y se priorizó el factor técnico. Se evidencia que los resultados obtenidos son satisfactorios, ya que se cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa peruana. (LMP) (9).

2.1.3. A nivel internacional

El trabajo de investigación, que tiene como título “Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de agua residual por zanjón de oxidación para el casco urbano del municipio de Vélez –Santander”. Se planteó como objetivo, el diseño hidráulico de una planta de tratamiento de agua residual por zanjón de oxidación, haciendo posible la eliminación del 80% de carga de DBO y S.S.T. en el efluente final, basado en el manual de operaciones y mantenimiento de la PTAR; el diseño comprende el pre tratamiento y el tratamiento secundario, el pre tratamiento se basa en un conducto de captación, el armazón de cribado y un desarenador de flujo horizontal, el tratamiento secundario lo compone compuesto por el zanjón de oxidación que ejecuta el proceso biológico, un sedimentador secundario y finalmente, los lodos serán tratados por medio de lechos de secado de arenas(10).

El trabajo de investigación, que tiene como título “Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para el municipio de San Juan Chamelco alta Verapaz” busca analizar las características fisicoquímicas y microbiológica y proponer un diseño de planta y la reutilización del agua tratada, para el trabajo de investigación dividiendo el análisis de la muestra en dos partes: una in situ y la otra en laboratorio para comprobar la carga contaminante y diseñar de acuerdo a ello un tanque de sedimentación primario rectangular con filtro percolador, un digestor de lodos y un patio de secado, logrando la remoción de contaminantes cumpliendo los límites máximos permisibles, cumpliendo las normas de calidad. Se tomó en cuenta el 25% de la población para el área urbana por contar con sistemas de drenaje y la unidad de análisis fue las aguas residuales que fueron

recolectadas en vista que estas son vertidas hacia el cuerpo receptor sin tratamiento(11).

2.2. Marco legal

2.2.1. Leyes

a. Ley general del ambiente N° 28611

- **Art. 1 - Del derecho y deber fundamental**

Este artículo establece el derecho que tienen todas las personas a vivir en un ambiente sostenible con salud y en equilibrio con su medio natural, para una vida óptima. También es deber de la persona formar parte de una gestión ambiental efectiva, protegiendo el ambiente y sus componentes, para asegurar especialmente la salud de las personas individual y colectivamente, conservar la diversidad biológica, la utilización sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país.

- **Art. 31 - Del Estándar de Calidad Ambiental**

31.1. El Estándar de Calidad Ambiental - ECA Establece el grado de concentración de sustancias, agentes o parámetros físicos, químicos y biológicos, que están en él, y que estos agentes o sustancias no representan riesgo alguno para las personas ni el medio ambiente. Esta concentración se expresa en máximos, mínimos o rangos.

31.2. El ECA es fundamental en el diseño de las normas legales y las políticas públicas. Es de suma importancia el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

- **Art. 32 - Del Límite Máximo Permisible**

32.1. El Límite Máximo Permisible - LMP, se refiere al grado de concentración de sustancias, elementos o parámetros físicos, químicos y biológicos, que determinan un efluente o una emisión y que de exceder

esta concentración podría ocasionar perjuicio a la salud y bienestar de las personas y su entorno natural. El Ministerio del Ambiente y los agentes que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental son los encargados de exigir legalmente su cumplimiento. Las pautas para la delimitación de la supervisión y sanción serán establecidas por este Ministerio.

- Art. 67 – Del Saneamiento Básico

Este artículo se refiere a las medidas sobre saneamiento básico que tienen que priorizar las autoridades públicas en todos los niveles, desde el nacional hasta el local y que esto debe incluir la construcción y manejo de una adecuada infraestructura, gestión del agua potable, aguas subterráneas, todo el sistema de alcantarillado, uso de aguas pluviales y subterráneas, el tratamiento de aguas residuales y los residuos sólidos; en el ámbito urbano y rural, incentivando la globalización, permanencia y calidad de los sistemas de saneamiento; así como también determinar los precios idóneos y coherentes con el costo de estos servicios, su administración y mejoramiento.

- Art. 120 - De la protección de la calidad de las aguas

120.1. El recurso hídrico del país está supeditado por el estado, quien mediante las entidades encargadas tienen la función de proteger este recurso.

120.2. El Estado fomenta el tratamiento de las aguas residuales con la finalidad de reutilizarla, considerando como requisito, obtener la calidad óptima para reutilizarla sin que afecte la salud humana, el ambiente o las actividades en que usarán.

- Art 121 - Del vertimiento de aguas residuales

El Estado otorga una previa autorización, basándose en el aforo de carga que tienen los cuerpos receptores para la evacuación de las aguas

residuales domésticas, industriales o de diferentes actividades, desarrollada por cualquier tipo de personas (naturales o jurídicas), siempre cuando no ocasione este vertimiento, el deterioro de las aguas y su calidad como cuerpo receptor, ni se altere su reutilización para otros fines, en concordancia a lo mencionado en los ECA correspondientes y las normas legales actuales.

b. Ley general de recursos hídricos N° 29338

- Art. 1- Contenido

Esta ley reglamenta el uso y gestión de los recursos hídricos; como son el agua superficial, agua subterránea, y agua continental y los que tienen relación con éstas. Se aplica también al agua marítima y atmosférica.

- Art. 80 - Autorización de vertimiento

Las emisiones de los vertimientos de agua residual en una fuente natural de agua deben tener autorización de la entidad ambiental pertinente y tienen que cumplir los siguientes requisitos: 1. Realizar un tratamiento previo a los residuos. Someter los residuos a tratamientos previos. 2. El receptor debe permitir los procesos naturales de purificación. El permiso de vertimiento se dará por un tiempo establecido y aplazable, en concordancia con la permanencia de la actividad en la que se usará el agua y está sujeta a lo establecido en la Ley y en el Reglamento.

c. Ley general de salud N°26842

- Art. 107- La autoridad de salud competente hará cumplir con los servicios establecidos en el art. 67 de saneamiento básico.

d. Ley general de servicios de saneamiento y sus modificatorias decreto legislativo N° 1240

- Art. 2°. - Para el cumplimiento de esta ley, el otorgamiento de los Servicios de Saneamiento establece la asistencia constante de: servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial y disposición sanitaria de excretas, en el área urbano y rural.

2.2.2. Reglamentos, decretos supremos, normas técnicas y resoluciones

a. Reglamento Nacional De Edificaciones (RNE)

Creado por Decreto Supremo N°11-2006-VIVIENDA, en la que fueron aprobados 66 normas técnicas.

- Art. 1. El Reglamento Nacional de Edificaciones establece normar las pautas y requisitos esenciales para el diseño y ejecución de las habilitaciones Urbanas y Edificaciones, esto permite mejorar en la ejecución de los planes urbanos.

En el territorio nacional esta norma técnica es la principal, porque establece los derechos y responsabilidades de los actores que participan en el proceso edificatorio, asegurando la calidad de la construcción.

b. Norma Técnica Os-090 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

Su objetivo fundamental es, normar el desarrollo de proyectos de tratamiento de aguas residuales en sus fases preliminar, básico y definitivo.

c. Decreto Supremo N° 004-2017-Minam

Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias transitorias.

Segunda. – La Autoridad Nacional del Agua, tomando en consideración los Estándares de Calidad Ambiental, y teniendo en cuenta la aprobación de los instrumentos de gestión ambiental; otorgará la autorización de vertimiento de las aguas residuales tratadas.

d. Decreto Supremo N° 003-2010-Minam

Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.

- Art. 1- Aprobación de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales Domésticas o Municipales (PTAR).

Aprobar los Límites Máximos Permisibles para efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, los que en Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo y que son aplicables en el ámbito nacional.

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Clasificación de las aguas residuales

“Estas aguas no deben ser reusadas sin antes haber pasado por un tratamiento previo, ya que sus características iniciales han sido modificadas por acción del hombre”(12). Son aguas que provienen de un sistema de abastecimiento que son utilizadas en diversos usos de actividades domésticas, industriales o comunitarias que han sufrido cambios perjudiciales en su calidad a consecuencia de haberse introducido cualquier tipo de materia contaminante compuesta por componentes físicos, químicos y biológicos que modifican su naturaleza en relación a su uso posterior(13).

a. Aguas residuales domésticas

“Estas aguas son producto de los hogares y locales comerciales y abarcan desechos fisiológicos, entre otros, derivan de la actividad humana, y sus disposición debe ser adecuada”(12).

b. Aguas residuales industriales

“Son aquellas aguas contaminadas que resultan de actividades industriales, destinadas a la fabricación de productos consumibles o productos manufactureros, se caracterizan a su vez estas aguas por contener contaminantes muy elevados como metales pesados o elementos químicos artificiales”(12)

c. Aguas residuales municipales

“Son aguas de origen doméstico, que llegan a mezclarse con aguas de la red de drenaje pluvial o con aguas de origen industrial tratadas previamente, para ser vertidas en el sistema de alcantarillado de tipo combinado”(12).

2.3.2. Características de las aguas residuales

a. Características físicas.

“Las características físicas del agua de mayor prevalencia al sentido humano son: incolora, insípida e inodora”(14).

- **Sólidos totales.**

“Los sólidos totales provienen del ámbito industrial y doméstico y se define como la totalidad de la materia que permanece como residuo de evaporación y secado a temperaturas de 103-105°C”(15).

- **Los sólidos suspendidos**

Son de naturaleza orgánica. “Los sólidos suspendidos son residuos de tamaño variable perceptible en sus dimensiones iniciales e imperceptibles cuando inician su proceso de descomposición, la mayor parte son desperdicios de alimentos, desechos humanos, papel, trapo y células biológicas que forman una masa de sólidos en suspensión”(16).

- **Sólidos sedimentables.**

“Son partículas orgánicas y biológicas, con tamaños mayor a 1,0 μm , que sedimentan en un fondo cónico de un recipiente por ejemplo el cono de Imhoff, en el transcurso de un periodo de 60 minutos”(17).

- Sólidos disueltos.

“Son sales inorgánicas que están compuestos por principalmente, potasio calcio, magnesio y sodio, cloruros bicarbonatos, y sulfatos y un poco de materia orgánica que se encuentran disueltas en agua residual”(14). Para eliminar es pertinente realizar algunos procesos como la coagulación complementada con la floculación y la sedimentación.

- Turbiedad.

“La turbiedad es un parámetro empleado para señalar la calidad de las aguas vertidas o de las aguas naturales relacionada con la materia coloidal y residual en suspensión”(15).

- Temperatura

La temperatura es muy importante en el agua residual, ya que este es un parámetro que influencia en el progreso de la vida acuática y también sobre las reacciones químicas y los procesos que ocurren en este medio. La temperatura influye en el oxígeno, siendo menos soluble en agua caliente que en agua fría(15).

- Color.

La falta de oxígeno en las aguas residuales produce u ocasiona el color grisáceo del agua, tornándose más oscuro según el recorrido por el sistema de alcantarillado en condiciones anaerobias. Cuando las aguas residuales son de color negro se clasifican como agua residual séptica(15).

- Olores.

El agua residual reciente y el agua residual séptica tienen olores desagradables, pero el primero es tolerable a diferencia del agua residual

séptico olor característico ocasionado por la presencia del sulfuro de hidrógeno que sucede al disminuir los sulfatos a sulfitos, mediante la acción de Microorganismos anaerobios”(15).

b. Características químicas

- Oxígeno disuelto (OD).

Es la cantidad de oxígeno que está disuelto en el agua siendo muy esencial para los microorganismos aerobios. Niveles más altos de oxígeno disuelto indican una mejor calidad para la vida de animales acuáticos. Además, la solubilidad del oxígeno se relaciona con la temperatura, mientras mayor sea esta, menor es el nivel del gas disuelto en el agua(14).

- Demanda Química de oxígeno.

“La Demanda Química de Oxígeno (DQO) Lo que determina la dosis de oxígeno que se requiere para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua, es la demanda química de oxígeno sometida a condiciones específicas como tiempo, temperatura y agente oxidante”(18). Los compuestos orgánicos mayormente son variables y se oxidan biológicamente o químicamente para que puedan obtenerse los productos finales, como CO₂, NO₃, H₂O, usando como oxidante sales inorgánicas de permanganato o di cloro de potasio(19).

- Demanda bioquímica de Oxígeno.

Toda materia orgánica es degradada por bacterias y hongos que crecen en un ambiente donde existe alto contenido orgánico y utilizan el oxígeno para la oxidación de dicha materia para un posterior desarrollo de la flora y fauna acuática. “El DBO conlleva a ciertos efectos al ecosistema como el aumento del pH y el cambio de la calidad del agua, ocasionando la extinción de peces y plantas”(20). Cantidad de oxígeno que los microorganismos como bacterias, hongos y plancton usan en el momento

de la degradación de las sustancias durante la fase de oxidación bioquímica de la materia orgánica(14).

- Grasas y aceites.

“Causan un problema en el tratamiento de las aguas residuales, en vista que tienden a flotar formando capas viscosas en la parte superficial del agua, impidiendo la transmisión de los gases entre el aire y el agua; al no mezclarse con el agua se mantienen en la superficie dando lugar a las natas(21).

c. *Características biológicas*

- Bacterias.

“Estos son microorganismos de un solo nivel (unicelulares), generalmente no tienen color y desempeñan un papel fundamental en el proceso de descomposición y estabilización de la materia orgánica en una planta de tratamiento o en el medio natural”(14).

- Hongos.

Los hongos, así como las bacterias son fundamentales en la descomposición del carbono en la biósfera, se clasifican en eucariotas protistas, multicelulares, aerobios, quimio heterótrofos y no fotosintéticos. La mayoría de los hongos sustentan su alimentación en materia orgánica muerta, es decir son saprófitos”(14).

- Algas.

“Pertenece al reino protista y generalmente son acuáticos, razón por la cual, en condiciones favorables su reproducción es exponencial. Este acontecimiento es conocido como crecimiento explosivo”(14).

- Protozoos.

“Su función principal es la purificación de los cursos de agua, porque mantienen el equilibrio entre las diversas especies de microorganismos eucariotas, se alimentan de bacterias y otros microorganismos microscópicos”(14).

- Plantas y animales.

“Estos organismos determinan la toxicidad de las aguas residuales, de allí su utilidad al momento de discernir si un tratamiento ha sido o no efectivo, en especial en el tratamiento secundario”(14).

- Los virus.

Estos microorganismos pueden sobrevivir si tienen un hospedador y se reproducen independientemente. Se pueden transmitir de un hospedador a otro fácilmente y replicarse por sí mismos, destruyendo a la célula que lo aloja(22).

- Helmintos.

Son parásitos que mientras están vivos tiene varios o un hospedero, intermediarios y definitivos durante su ciclo de vida tienen uno o varios hospederos que pueden ser intermediarios y definitivos. El agua puede ser contaminada por los desechos de animales o del hombre. La contaminación también se da mediante las especies acuáticas como caracoles o insectos. Los helmintos son animales invertebrados y su cuerpo crece simétricamente hacia los costados, pueden medir desde unos centímetros hasta varios metros. Entre las especies de este parásito se puede mencionar a los platelmintos, nematodos y anélidos; entre éstos, los platelmintos y los nemátodos son los que más estragos causan a las personas y animales (23).

Tabla 1. Patógenos comunes transportados por el agua no tratada.

	Microorganismos	Enfermedades
Bacterias	<i>Francisella tularensis</i>	Tularemia
	<i>Leptospira</i>	Leptospirosis
	<i>Salmonella paratyphi (A,B,C)</i>	Paratifoidea (fiebre entérica)
	<i>Salmonella Tiphy</i>	Fiebre tifoidea, fiebre entérica
	<i>Shigella (S. Flexneri, S. Sonnei, S.)</i>	Shigelosis (disentería bacilar)
	<i>Dysenteriae, S. Sonnei, S.</i>	
Virus	<i>Vibrio comma (Vibrio cholerae)</i>	cólera
	<i>Poliomyelitis (3 tipos)</i>	Poliomelytis aguda, parálisis infantil
	Virus desconocidos	Hepatitis infecciosa
Protozoarios	<i>Entamoeba histolytica</i>	Amebiasis (disentería amebiana, enteritis amebiana, colitis amebiana)
	<i>Giardia lamblia</i>	Giardiasis (enteritis giardia, lambliasis)
Helmintos (gusanos)	<i>Dracunculus medinensis</i>	Dracontiasis (dracunculiasis; dracunculosis; medina; infección serpiente, dragón o gusano guinea)
parásitos)	<i>Echinococcus</i>	Equinococosis
	<i>Shistosoma (S. Mansoni, S. Japonicum, S. Haematobium)</i>	Squitosomiasis (bilharziasis o enfermedad de Bill Harris)

Nota: Tomado de Valdez y Vázquez, 2003, p. 40(16).

2.3.3. Aguas residuales en el Perú

En un estudio realizado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y el Ministerio de Agricultura y Riego, para estimar la cantidad de aguas residuales que producen los habitantes. Fueron evaluados 541 distritos/ciudades con más de 10000 personas en las 25 regiones del Perú, tomando en cuenta que cada habitante produce 162 L/día, en cobertura urbana. Del estudio realizado se pudo establecer que se estaría generando en el Perú, 42.5m³/s de aguas residuales domésticas, de las cuales la costa aporta con el 66% del total, aproximadamente 27.9m³/s, y la selva con el 10% es decir unos 4.25m³/s(24).

Hasta el 1 de julio del 2014, se pudo localizar a 204 PTAR construidas y en construcción en el área de las EPS, de ellas 172 están en el entorno de las EPS y

son operadas por la EPS o se encuentran en proceso de transferencia. De las 32 PTAR en construcción se tienen a 11 que remplazarán a las que ya existen y las demás que quedan, ayudarán a aumentar la cobertura del tratamiento de aguas residuales.

- Aguas residuales en zonas rurales

El problema en las zonas rurales con mayor densidad es el suministro de agua para el consumo humano y su disposición de excretas es complejo debido a las siguientes dificultades:

- El nivel socioeconómico de la población beneficiada es bajo.
- Dificultad para una economía a escala por el tipo de pequeños núcleos urbanos y viviendas aisladas.
- Acceso limitado a tecnologías nuevas.
- Acceso restringido a recursos financieros.
- Los miembros de la comunidad son los operadores de los sistemas, por lo que el nivel de operación es deficiente al tener un conocimiento técnico básico.
- Falta de supervisión y apoyo técnico de empresas públicas de agua y saneamiento de gran envergadura.

Los factores locales influyen en el abastecimiento de aguas en las zonas rurales, las cuales están vinculadas a factores locales, oferta de agua, la dispersión de las viviendas, factores climáticos, etc. “Mientras el tamaño de la comunidad aumenta las viviendas estarán menos dispersas, por lo que será necesario buscar una solución centralizada” (red de alcantarillado y tratamiento de los desagües)(25).

2.3.4. Planta de tratamiento de aguas residuales

Las Plantas de Tratamiento, es un sistema de operaciones y procesos unitarios de origen físico-químico o biológico, o la combinación de estos desarrollados por fenómenos de transporte y manejo de fluidos. Es una estructura u obras diseñada para recibir y dar el tratamiento adecuado al agua residual proveniente de las actividades diarias de una población(26).

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), tiene como objetivo hacer la limpieza del agua que se ha utilizado para que se pueda devolver al medio ambiente de forma segura.

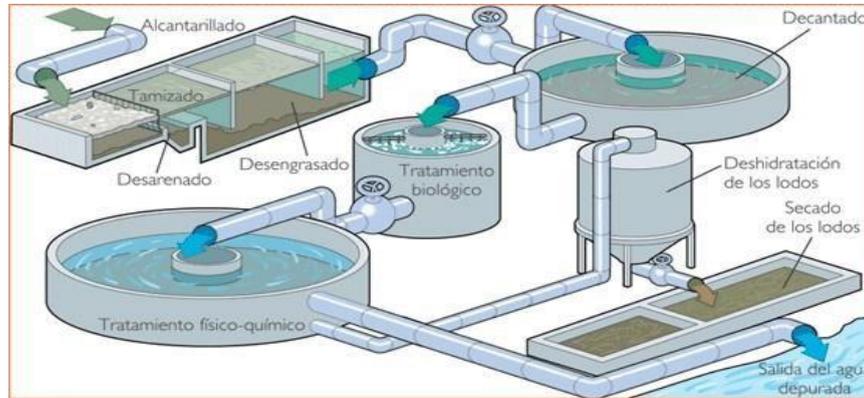


Figura 1. Diagrama de una planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Extraído de “páginas especializadas en temas ambientales”. <https://ingenieriaambiental.net/plantas-tratadoras-de-aguas-residuales>

2.3.5. Tratamiento de aguas residuales

“El tratamiento de aguas residuales tiene como objetivo, eliminar las sustancias que contaminan y que son de origen orgánico o inorgánico. Estas sustancias se pueden dar en forma de partículas en suspensión y/o disueltas”(19).

Las aguas residuales que vienen de comunidades y municipios deben ser llevados a cuerpos receptores para ser tratados y eliminados sus contaminantes mediante procesos con el propósito de cumplir con la normativa (14).

El principio de la conservación de la materia indica que, al mezclar las sustancias contaminantes, estos solo se transforman o transfieren.

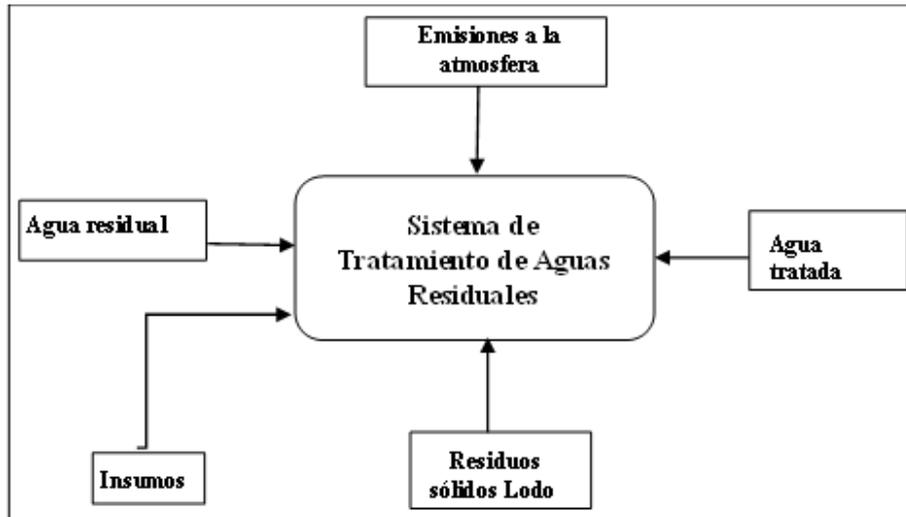


Figura 2. Esquema conceptual de un sistema de tratamiento de aguas residuales. Extraído de “researchgate”. https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-esquema-conceptual-de-un-sistema-de-tratamiento-de-aguas-residuales_fig5_305282120

a. Procesos para el tratamiento de aguas residuales

“Los contaminantes que se encuentran en el agua residual y pueden eliminarse a través de proceso físicos, químicos y/o biológicos. La clasificación de los métodos individuales son; operaciones físicas unitarias, procesos químicos unitarios y procesos biológicos unitarios”(14).

b. Operaciones físicas unitarias.

En este método destaca la acción de las fuerzas físicas. “La mayor parte de estos métodos se han desarrollado en base a las primeras observaciones del hombre hacia la naturaleza. Para este tipo de tratamiento se realizan el desbaste, mezclado, floculación, sedimentación, flotación, transferencia de gases y filtración”(14).

c. Procesos químicos unitarios.

“Este proceso se consigue mediante el incremento de productos químicos que provocan reacciones químicas, así mismo estos eliminan o convierten a los contaminantes. Procesos como la precipitación, adhesión y la desinfección son los más comunes para este tratamiento”(14).

d. Procesos biológicos unitarios.

Este proceso biológico tiene por objetivo degradar o transformar la materia orgánica que se encuentra disuelta en el medio acuático formando coloides siendo sedimentadas en flóculos biológicos o biopelículas para ser degradadas por microorganismos(14).

e. Etapas de tratamiento de aguas residuales

- Pre tratamiento

Es un conjunto de procesos que se basa en un sistema de depuración, su objetivo principal es separar los sólidos gruesos (piedras, arena, plástico, etc.), grasas y arena que pueden dañar o interferir el proceso(27).

En este proceso se emplean las siguientes operaciones de tratamiento:

- Aliviadero de entrada.

Consiste en una estructura de gran importancia que cumple la función de evitar la sobrecarga del caudal. Tiene una estructura rectangular con un límite de ingreso del líquido, hasta cierta altura, y cuando esta rebasa o supera dicha altura son separadas y vertida al canal de desbaste(28).

- Desbaste.

Es el primer proceso unitario que consiste en la eliminación o retención por medio de cribas o rejillas residuos grandes y medianos que podrían bloquear y obstruir el proceso de tratamiento(27).

- Desarenado.

Consiste en eliminar sólidos en suspensión y evitar que ingrese a la planta y provoque problemas de obstrucción en el proceso de tratamiento o mantenimiento, protegiendo los equipos mecánicos contra el frotamiento y evitar el desgaste. Es recomendable el empleo de trituradoras porque ayudan a reducir el tamaño de algunos residuos, esto facilitara incorporarlos al tratamiento(27).

- Desengrase.- Este tratamiento se encarga de remover las grasas y los flotantes que tienen menor densidad que el agua(27).



Figura 3. Rejillas y sistemas de desarenado. Extraído de “Guía de apoyo para ciudades pequeñas y medianas”. Elaborado por Noyola, Morgan y Guereca (2013). http://www.pronatura-sur.org/web/docs/Tecnologia_Aguas_Residuales.pdf

- Tratamiento primario

El objetivo de este tratamiento es remover y reducir la materia que se encuentra en suspensión por procesos físicos o mecánicos mediante la sedimentación, floculación y coagulación(29). Para este tratamiento se utiliza fosas sépticas para diseños de saneamiento autónomo o tanques Imhoff con núcleos de 200 a 500 habitantes(28). Con este tratamiento se puede desechar una porción considerable de la carga orgánica y que representa aproximadamente entre el 25% y el 30% de la DBO y entre el 50% y el 65% de los sólidos suspendidos(19). Los procesos físico-químicos principales, que forman parte de tratamiento primario son los siguientes:

- Sedimentación.

Es un proceso físico, donde la densidad tiene una función importante porque ocasiona la separación de partículas sólidas por acción de la gravedad, teniendo como objetivo separar la arena y partículas suspendidas del agua, haciendo que las más densas sedimenten, teniendo una trayectoria descendente, influye también el tamaño de las partículas, así como el peso específico y la morfología de la partícula para que se lleve a cabo este proceso(30).

- Flotación.

Este proceso se fundamenta en la divergencia de densidades. La flotación permite la separación de sólidos o líquidos que tienen menor densidad que la del fluido, y esto provoca el ascenso a la superficie de las partículas adhiriéndose pequeñas burbujas de gas (aire) elevándolas hasta la superficie(19).

- Coagulación-floculación.

Al añadir un reactivo químico (coagulante) desestabilizan las partículas coloidales, este fenómeno ocurre mediante la neutralización de las descargas eléctricas, en cambio la floculación transporta las partículas coaguladas provocando el choque entre ellas hasta aglomerarse(29).

La inclusión de ciertos reactivos químicos, mejoran la eficacia de la totalidad de los sistemas de remoción de materia en suspensión, estos reactivos tendrán implicancia en los procesos de coagulación y floculación, haciendo a las partículas más sedimentables(29).

- Filtración.

La filtración consiste en hacer pasar el líquido contaminado a través de un medio poroso, con el fin de retener la materia en suspensión tanto como sea posible. El soporte poroso comúnmente utilizado es una capa de arena, de altura variable(19).



Figura 4. Sedimentador de una planta de tratamiento de aguas residuales San Jerónimo Cusco. Extraído de EPS-Sed Cusco (2015).

<https://www.google.com/search?q=.+Sedimentador+de+una+planta+de+tratamiento+de+aguas+residuales+San+Jer%C3%B3nimo+Cusco>

- Tratamiento secundario

Tiene por objetivo minimizar la materia orgánica presente en las aguas residuales una vez superadas las etapas de pre tratamiento y tratamiento primario. En esta fase, se desecha la materia orgánica biodegradable para la eliminación por medios biológicos de auto limpieza debido a su bajo costo y alta eficiencia de eliminación(19).

“Este tratamiento tiene por finalidad combinar varios procesos, comúnmente utilizados para eliminar los componentes, incluido el tratamiento biológico con lodos activados, reactores estacionarios, laguna y sistema de sedimentación”(14).

Durante esta etapa, los microorganismos cumplen la función biológica de autodepuración en ambientes aerobios y otras condiciones controladas. De esta forma las aguas residuales se convierten en alimento para la población bacteriana cumpliendo la función de reducir la materia orgánica y nutrientes como el nitrógeno y el fósforo(17).

“El proceso biológico anaerobio (ausencia de oxígeno) se caracteriza por la baja tasa bacteriana, es decir, la producción de lodo residual es baja, en cambio para el tratamiento aeróbico se utiliza una gran cantidad de energía del sustrato para la síntesis celular, generando más biomasa en forma de lodos inestables, lo que aumenta la dificultad técnica y los costes de procesamiento”(19).

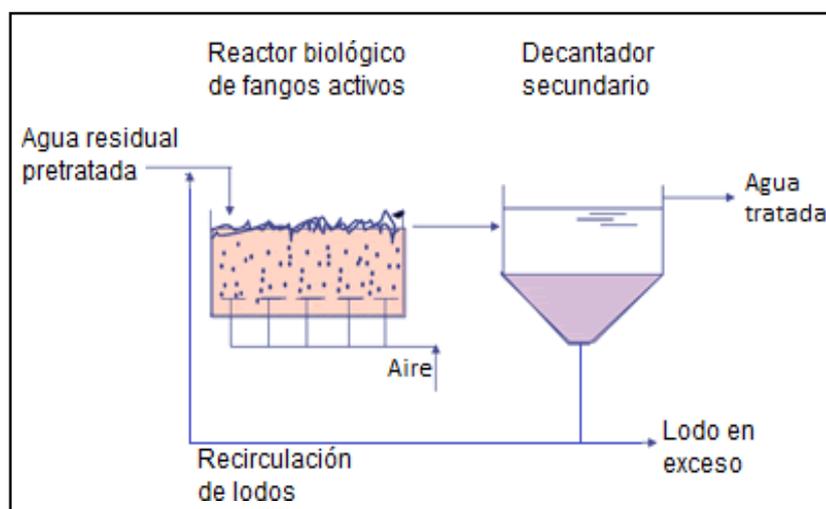


Figura 5. Tratamiento Biológico con Fangos Activados. Extraído de "Gestión de aguas y residuos - gedar". <https://www.gedar.com/residuales/tratamiento-biologico-aerobio/fangos-activos.htm>

- Tratamiento Terciario

Este nivel de tratamiento implica la eliminación de la carga orgánica residual y aquellas otras sustancias remanentes de un tratamiento secundario, la eliminación de microorganismos patógenos, eliminación de color y olor indeseable, remoción de detergentes, fosfatos, nitratos residuales, que ocasionan espumas y eutrofización(9). Es un tratamiento de proceso físico químico más complejo que se utiliza con la finalidad de reducir los niveles de nutrientes inorgánicos (30). Los procesos que más se aplican se detallan a continuación:

- Filtros de arena en el tratamiento terciario.

Los filtros de arena son elementos que se utilizan para filtración de aguas que tienen cargas de contaminación bajas o medianas, cumpliendo un papel fundamental para el reúso posterior del agua residual tratada, para diferentes fines como la agricultura. El agua que transporta las partículas en suspensión, son retenidas a través de un lecho filtrante de arena con la finalidad de eliminar contaminantes orgánicos que no se biodegradan fácilmente, organismos patógenos y nutrientes como el nitrógeno y el fósforo(21).



Figura 6. Filtros de Arena para el tratamiento terciario. Extraído de “Guía sobre tratamiento de aguas residuales urbanas para pequeños núcleos de población”, elaborado por García, Betancort, Salas y Peñate (2006)

- Tratamiento y disposición del lodo

El principal componente del agua residual eliminadas en mayor volumen son los lodos, extraídos en los procesos de tratamiento y evacuación, siendo generalmente un líquido semisólido con gran contenido de sólido. Los lodos separados después del tratamiento, deben ser estabilizados, espesados, y desinfectados, para ser utilizados como fertilizantes agrícolas que puedan mejorar la fertilidad del suelo(19).

2.3.6. Tratamiento de aguas residuales con Tanque Imhoff

a. Descripción y operación del tanque Imhoff

Es la unidad de tratamiento primario diseñado para tratar aguas residuales para comunidades de 5000 habitantes o menos, el nombre del tanque es en honor al ingeniero alemán Karl Imhoff.

La finalidad del tanque es sedimentar sólidos del agua residual y la digestión de lodos asentados en la misma cámara; el tanque no tiene partes mecánicas y es de fácil operación, es necesario que las aguas residuales a ser tratadas en el tanque Imhoff, pasen por un proceso de tratamiento preliminar de tamizado y remoción de arena, para que se lleve a cabo un mejor proceso(29). El tanque Imhoff tiene tres compartimientos:

- Cámara de sedimentación.
- Cámara de digestión de lodos.
- Área de ventilación y acumulación de natas.

Para el funcionamiento del tanque, las aguas residuales ingresan a través de la cámara de sedimentación, donde gran parte de los sólidos llegan a sedimentarse hasta llegar a la parte inferior de la cámara para continuar con el proceso pasando por una ranura con traslape, el cual sirve para evitar que los gases y sólidos sedimentables no puedan subir o regresar a la cámara de sedimentación(17).

La operación diaria es sencilla, solo tiene que revisar el nivel de nata que se forma en las áreas de ventilación, y reducir las mismas con un chorro de agua utilizando manguera o algún dispositivo.

También se debe revisar el nivel de lodo cada cierto tiempo (mensual), y cuando ésta alcanza el nivel deben ser retirados y colocados en un lecho de secado (21).

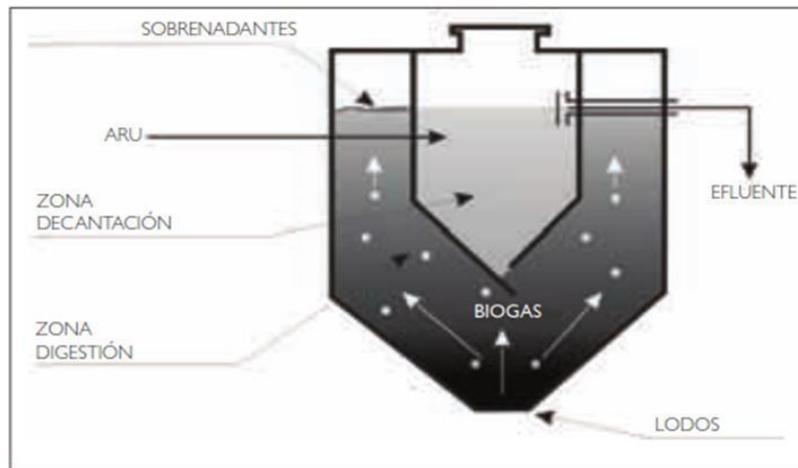


Figura 7 Esquema general del proceso de tanque Imhoff. Extraído de “Guía sobre tratamiento de aguas residuales urbanas para pequeños núcleos de población”, elaborado por García, Betancort, Salas y Peñate (2006).

Tabla 2 Rendimientos medios de depuración para el tanque Imhoff.

PARÁMETRO	% REDUCCIÓN
Sólidos suspendidos	60 - 70
DBO5	30 - 40
DQO	30 - 40
Nitrógeno	10 - 20
Fosforo	0 - 5
Coliformes fecales	50 - 75

Nota: DBO5: Demanda Biológica de Oxígeno. DQO: Demanda Química de Oxígeno. Tomado de Valdez y Vázquez (2003, p.65)(16).

b. Ventajas y desventajas del tanque Imhoff

- Ventajas(21)

- Funciona sin consumo de energía.
 - La digestión de lodos funciona mejor que los tanques sépticos.
 - No requiere de mucho mantenimiento, tampoco personal especializado.
 - Tiene un costo de construcción y operación económico.
 - Se requiere terreno reducido para su construcción.
- Desventajas.
 - Se necesita mayor profundidad para instalar la estructura.
 - La instalación en terrenos con presencia de roca o arena fluida dificultan su construcción.
 - El efluente al salir después del tratamiento es de mala calidad orgánica y microbiológica.
 - Causa malos olores aun cuando su funcionamiento sea correcto.
- Diseño del tanque Imhoff

Para el diseño se considerará la Norma OS 090 “Planta de Tratamiento de Aguas Residuales” del Reglamento Nacional de Construcción(31).

 - Se recomienda instalar el tanque Imhoff alejado de las viviendas.
 - Se debe considerar un desarenador y un cribado como pre tratamiento para extraer las partículas y materiales que dificulten y alteren el proceso o causen daños a la estructura.

La estructura se divide en compartimientos(31):

 - Cámara de sedimentación
 - Cámara de digestión de lodos
 - Área de ventilación y cámara de natas
 - Extracción de lodos
 - Lecho de secado de lodos
- Cámara de sedimentación(32).
 - Se utilizará el concreto reforzado para la construcción de paredes y la base de la cámara, procurando en lo posible que tenga una apariencia lisa para evitar la retención de residuos de lodo.

- La parte inferior de la cámara tendrá la forma de V, con una pendiente de los lados o costados respecto a la horizontal entre 50° a 60°.
- Debe tener una abertura en la parte inferior (fondo) de 15 a 20 cm. Uno de los lados de la pared deberá prolongarse 0,15 a 0,20 m, para evitar el paso de los gases al sedimentador.

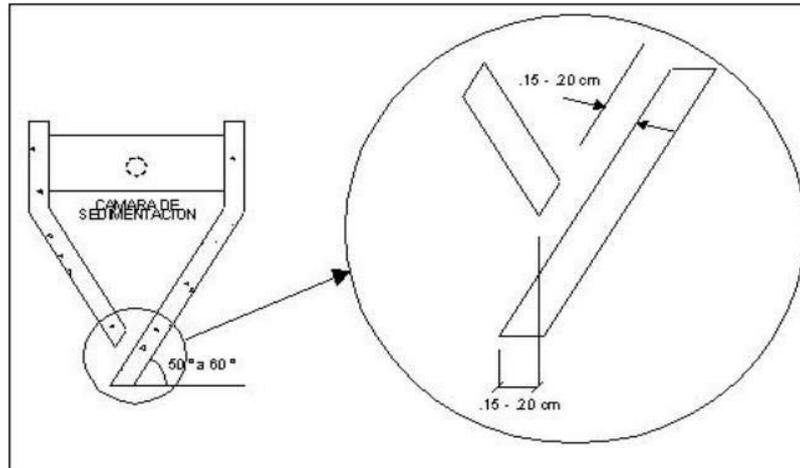


Figura 8 Cámara de Sedimentación del tanque Imhoff. Extraído de “Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización”. Organización panamericana de la salud OPS/CEPI (2005)

- Se sugiere utilizar una viga de forma triangular, como deflector, ubicándolo debajo de la abertura, con la finalidad de reducir la profundidad del tanque, proporcionando espacio para la acumulación de lodos.
- La longitud del compartimiento debe tener como máximo 30 m, facilitando una buena distribución de lodo.
- La velocidad del deslizamiento deberá ser igual a un pie por minuto, no es recomendable que se exceda.
- El ancho de la cámara será diseñado de acuerdo a la conveniencia para así de esa manera evitar la formación de corriente transversal; para la profundidad del tanque se debe tener en cuenta las dificultades de excavación y debe ser relativamente moderada.
- Las aguas tratadas que salen de la cámara de digestión deben ser conducidas por un vertedero largo, reduciendo al mínimo las fluctuaciones en el nivel de las aguas del tanque.

- Se debe colocar deflectores colgantes y sumergidos de 30 a 50 cm frente a la entrada y salida y deflectores intermedios proyectándose unos 30 cm sobre el nivel del agua residual en el tanque, para evitar el movimiento de las espumas o su paso al líquido saliente.
- Cámara de Digestión(32)
 - Debe haber una altura máxima de 0,50 m por debajo del fondo del sedimentador para los lodos.
 - La base (fondo) de la cámara de digestión debe tener la forma de un tronco de pirámide invertido (tolva de lodos), con inclinación de 15° a 30° con respecto a su horizontal.

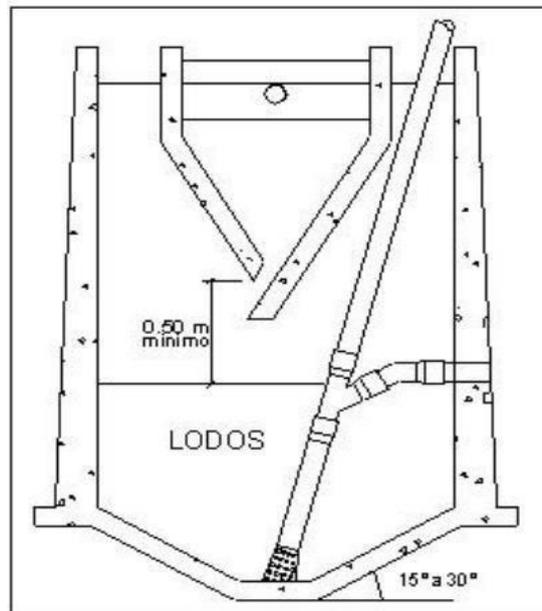


Figura 9. Cámara de digestión del Tanque Imhoff. Tomado de "Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización", por OPS/CEPIS/05.163 UNATSABAR, 2005, p.14.

- Para expulsar los lodos y evitar la acumulación de gases, se colocará un tubo de hierro fundido de 200 mm. de diámetro, en posición vertical, con su extremo inferior abierto a unos 15 cm por encima del fondo del tanque.
- Cuando se coloca más de una tolva, es recomendable instalar conexiones por debajo de la superficie que alcance el lodo, y pueda distribuirse uniformemente entre las tolvas.

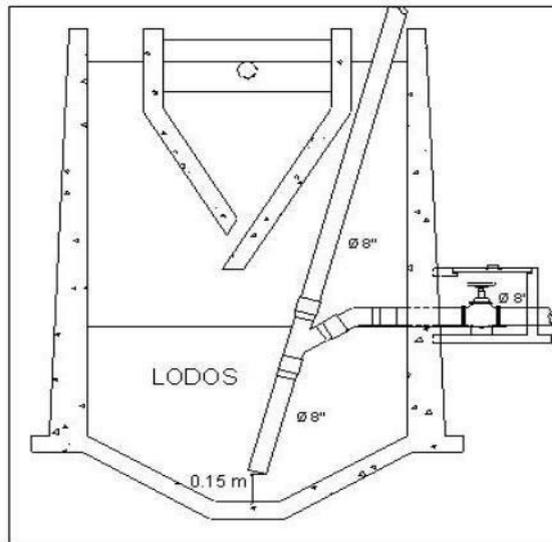


Figura 10. Tubo de hierro fundido para impedir acumulación de gases en la cámara de digestión. "Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización", por OPS/CEPIS/05.163 UNATSABAR, 2005, p.16.

- Para retirar los lodos del tanque, se colocará en el tramo horizontal del tubo una válvula, para que fluya libremente.
 - Para asegurar el escurrimiento del lodo de un tanque Imhoff, la pendiente hidráulica, no deberá ser menor de 12 a 16%.
 - En el terreno construido, el tanque Imhoff, se instalará un drenaje para fluir el agua subterránea y evitar que suba el nivel de las aguas y supere a las aguas servidas del tanque, también nos ayudará a prevenir el desplazamiento del tanque por una elevación de las aguas subterráneas cuando éste se encuentra vacío(32).
 - Es recomendable colocar un techo al tanque Imhoff, con ventilación, para evitar la acumulación y propagación de malos olores, proteger el proceso del tratamiento de las aguas servidas contra heladas para estimular la actividad bacteriana y pueda llevarse a cabo el proceso.
 - Se recomienda una pendiente hidráulica no menor de 12 a 16%, para que pueda escurrirse el lodo sin dificultad.
- Área de ventilación(32).
 - Tendrá un volumen aproximado que no exceda a la mitad de su volumen de la cámara de digestión.

- La cámara de espumas debe tener un área de superficie de 25 al 30% de la proyección horizontal de la parte superior de la cámara de digestión.
- Deberá tener un espaciado libre de 1 metro como mínimo, que abarque desde la parte externa de la cámara de sedimentación y llegue hasta la parte interior de la cámara de digestión.
- El borde libre deberá tener 30 cm de altura como mínimo.

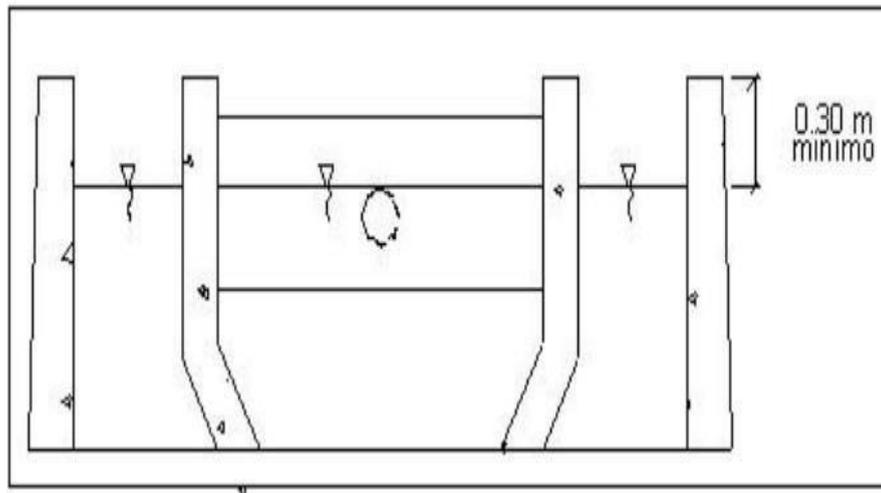


Figura 11. Área de ventilación del tanque Imhoff. Extraído de “Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización”. Organización panamericana de la salud OPS/CEPI (2005).

- Para poder extraer las espumas y objetos flotantes de la superficie del tanque contará con fácil accesibilidad (32).
- Deberá haber suficiente espacio y tamaño en el área de ventilación para poder ingresar a la cámara de lodos, siempre que el tanque este totalmente vacío.

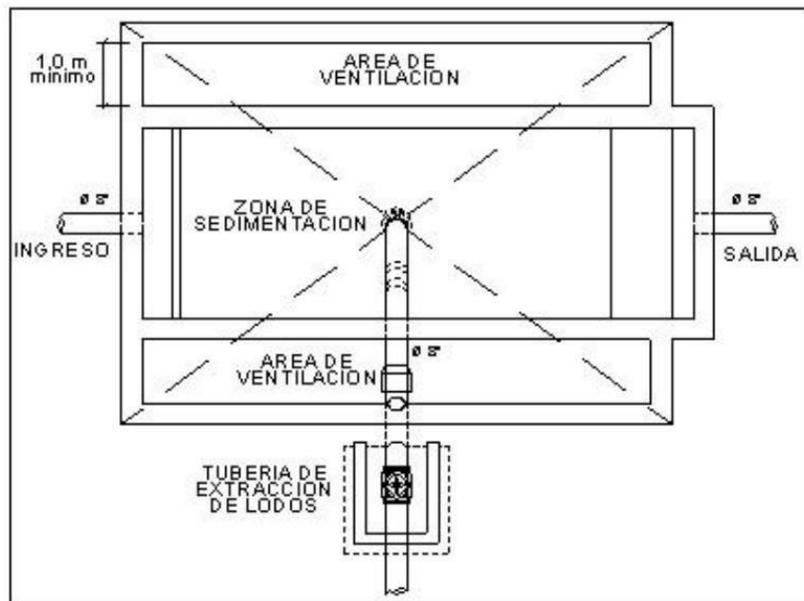


Figura 12. Área de ventilación vista desde la parte superior de la estructura. Extraído de “Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización”. Organización panamericana de la salud OPS/CEPI (2005).

- Extracción de lodos(32).
 - Para la extracción de lodos se contará con tubo de 200 mm de diámetro de hierro fundido, y si la extracción es por bombeo puede utilizarse tubos de 150 mm.
 - La tubería que es instalada para la remoción de lodos deberá colocarse 15 cm por encima del fondo del tanque.
 - Deberán realizar los menos cambios de dirección que sea posible al instalar tuberías y canales, en vista que se colocarán dispositivos de limpieza y se inyectarán agua a presión para la conducción del lodo.

- Lecho de secado de los lodos(32).
 - Puede construirse el lecho con materiales de concreto y piedra, o con barro; con una profundidad apropiada de 50 a 60 cm.
 - El ancho puede ser de 3 a 6 m, es recomendable que para instalaciones grandes sobrepase los 10 m.
 - El medio de drenaje es de aproximadamente 0.30 cm, de espesor. Tiene como medio filtrante la arena con espesor de 0,3 a 1,3 mm, y una capa

superior de estrato de grava con espesor de 1,6 y 51 mm (1/6" y 2") de 0,20 m de espesor.

- Para el drenaje se utilizarán tubos de hierro fundido con diámetros de 100 mm que serán instalados debajo de la grava.
- Los muros deberán tener una impermeabilidad y se extenderán en forma vertical desde 6" bajo la superficie hasta 15" o 18" por encima.
- Para cada lecho de secado se instalarán tubos con válvulas con boca de salida de 12" más amplios que la superficie de arena para tener facilidad en el desagüe, con la finalidad de impedir la destrucción del lecho.

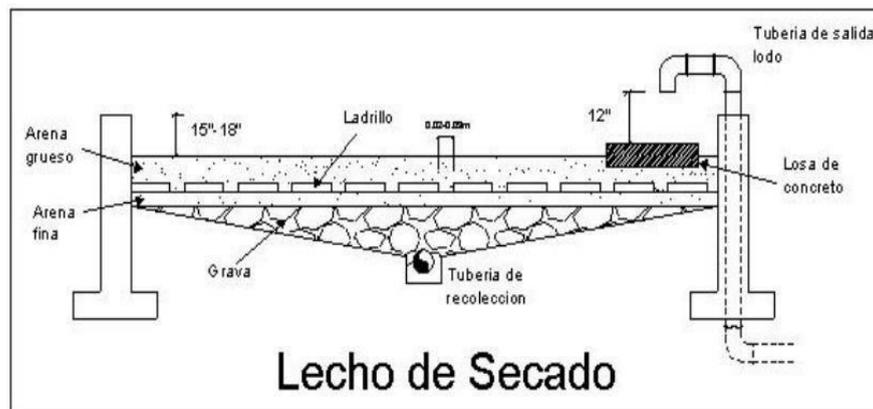


Figura 13. Lecho de secado de lodos del Tanque Imhoff. Extraído de “Guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización”. Organización panamericana de la salud OPS/CEPI (2005)

- Deberán contener tubos de 100 mm de diámetro, puede ser hierro fundido para el drenaje que serán instalados debajo de la grava del área de drenaje.

2.4. Definición de términos básicos

- Afluentes.
Afirmar sobre afluentes a las “Aguas u otros líquidos que ingresan a un reservorio, ya sea planta de tratamiento o proceso de tratamiento”(33).
- Aguas residuales

Afirman sobre estas aguas como “combinación de desechos contaminantes con componente físicos, químicos y biológicos provenientes de actividades del hombre en usos doméstico e industrial”(34).

Similar también definen otros autores sobre las aguas residuales como la mezcla de diferentes corrientes de descargas de uso público urbano, doméstico, industrial, incorporándose en el camino sustancias como desechos que van contaminando las aguas, filtrándose en las redes hasta mezclarse con aguas subterráneas, aguas superficiales o pluviales(19).

Las aguas residuales que fueron alteradas por la intervención antropológica en actividades domésticas e industriales deben seguir un tratamiento para eliminar sustancias contaminantes y microorganismos que influyen negativamente en la calidad del agua(35).

- Anaerobio.

El proceso anaerobio se produce en un medio donde existe carencia de oxígeno molecular con la intervención microbiana que realizan actividades de descomposición de la materia (19).

- Caudal.

Mencionan sobre el caudal que es la “Cantidad de agua en volumen que circula por un punto dado en un determinado tiempo, expresada en litros/seg o m³/seg”(32).

- Costo:

Es la suma de precios de todos los insumos que se necesitan para generar la producción(36).

- Costos Directos.

Son gastos que guardan relación con un servicio o producto concretamente como la construcción de una obra el cual requiere de materiales, mano de obra especializada, uso de maquinarias y equipos(36).

- Costos Indirectos.

Son todos aquellos que no guardan relación directamente a un producto en específico, tampoco es incorporado de forma física, pero si es parte del proceso productivo como el servicio eléctrico o los insumos de limpieza(37).

- Desbaste.

Es parte del proceso de tratamiento de aguas residuales que consiste en la instalación de rejillas separadas cada una y colocadas en el ingreso de la planta de tratamiento cumpliendo funciones de retención de sólidos de tamaño grande que puedan obstaculizar el proceso de tratamiento posterior(19).

- Deshidratación de lodos.

Es un proceso de operaciones unitarias que consiste en remover el agua de los lodos, deshidratando hasta dejar semi sólidos como una pasta(26).

- Efluentes.

Afirman sobre efluente a “todo residuo contaminado que es expulsado después de una actividad a un cuerpo receptor”(38).

- Lodos crudos.

Es la materia sólida que puede ser extraído de una planta de tratamiento de las aguas residuales el cual no ha sido tratada(33).

- Mano de obra directa.

Es el esfuerzo física y mental que realiza un trabajador para realizar trabajos específicos(36).

- Sedimentación.

Es un proceso que consiste en asentar las partículas sólidas suspendidas en un ambiente líquido por acción de la gravedad (19).

- Presupuesto.

Es el cálculo, planificación, formulación anticipada de gastos e ingresos financieros para cumplir objetivos para una obra, bien o un servicio teniendo en consideración el periodo de tiempo(37).

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1 Métodos y alcances de la investigación

3.1.1 Tipo de Investigación

Los tipos de investigación se determinan mediante la aplicación de distintos criterios. Siendo los dos tipos de investigación: básica y aplicada. La investigación básica busca crear conocimiento y teorías(39); mientras que la investigación aplicada busca modificar cualquier cambio en un determinado sector de la realidad. Según Hernández la investigación aplicada está orientada a resolver problemas prácticos. Así, el presente estudio es una investigación aplicada(5).

3.1.2 Alcances de Investigación

El trabajo de investigación tiene un alcance de tipo descriptivo, el cual busca especificar las características y los perfiles de las personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis(39).

3.2 Diseño de la investigación

Esta investigación corresponde a un diseño no experimental, ya se manipula variables. Se observan los fenómenos tal y como se dan en el entorno natural, para posteriormente analizarlos. Específicamente este trabajo es un diseño no experimental transversal, ya que se recopilan datos en un momento único.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

Se refiere al conjunto de todos los casos que tengan relación con determinadas especificaciones. La población o Universo corresponde a las aguas residuales descargadas por los 450 habitantes de la Comunidad campesina de Llaspay.

- **Unidad de estudio**

La unidad de estudio viene a ser las aguas residuales que se analizarán del colector general que hay en la CC. Llaspay.

3.3.2 Muestra

a. Tipo de Muestreo

El tipo de muestreo puede ser probabilístico o no probabilístico, para este caso de estudio corresponde no probabilístico, ya que el subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de las características de la población, siendo específicamente de tipo muestreo de sujetos accidentales, ello debido a que en la CC. Llaspay se tiene un solo colector de las aguas residuales, por lo que hay un único punto de donde se pueden realizar los estudios fisicoquímicos y microbiológicos, que finalmente determinarán el tipo de diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Observación

Se realizó la recolección de datos por observación en una primera visita, en la que se constató la necesidad de tener una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales a fin de mejorar la calidad de vida de las familias de la CC. Llaspay, verificando un solo colector de aguas residuales.

Para ello se utilizó como instrumentos de recolección de datos cámara fotográfica y fichas de observación donde se registraron datos básicos.

3.4.2 Recolección de Muestras

Este trabajo de investigación, se realizó en base al protocolo de monitoreo de calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales del ministerio de vivienda construcción y saneamiento, y el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el cual da las pautas a seguir para los procesos que impliquen la toma de muestra detallando todos los pasos.

- Punto de monitoreo
 - La recolección de las muestras del agua residual cruda. Se realizó en un solo punto, porque al no existir una PTAR se consideró como afluente el último buzón colector de agua residual de toda la comunidad de Llaspay.
 - Identificación de puntos de monitoreo. La ubicación de punto de monitoreo se encuentra en las coordenadas 824 4910.0E y 8481323.6N, en la zona 18 L.
 - Características del punto de monitoreo. La ubicación del punto de monitoreo se estableció en base a las indicaciones del protocolo, es así que el último buzón que sirve de colector dentro del sistema de alcantarillado de la C.C. de Llaspay, es el afluente, ya que recibe o recolecta las aguas residuales de viviendas. Este punto es de acceso seguro y de fácil llegada porque está a pie de carretera.

La recolección de muestras se dio en el único colector de la CC. Llaspay, ubicado en el Sector Bombonaje de la Comunidad Campesina de Llaspay.

Tabla 3. *Coordenadas UTM de la ubicación del Punto de Muestreo de Aguas Residuales de la CC. Llaspay*

Localidad	Zona	Coordenadas		Altitud
		Este	Norte	
CC. Llaspay	18 L	824 491.00E	8481323.6N	3140 msnm.

Nota: Elaboración propia

3.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

3.5.1 Caracterización de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales vertidas por la población de la CC. Llaspay.

a. Para la caracterización de muestra se siguió los siguientes procedimientos, las muestras fueron tomadas en un punto de recolección, el 11 de febrero del año 2021 a las 7:30 a. m. utilizando los siguientes materiales, equipos e indumentaria respectiva:

- Materiales
 - Formatos de registro de campo.
 - Cooler con hielo.
 - Papel secante.
 - Pizeta.
 - Plumón indeleble delgado y grueso.
 - Tablero.
 - Lápiz.
 - Lapicero.
 - Frascos estériles y etiquetados.
 - Reloj.

- Equipos
 - GPS Garmín (añadir el modelo).
 - Cámara Fotográfica.

- Indumentaria de bioseguridad
 - Casco.
 - Guantes quirúrgicos.
 - Zapatos de seguridad.
 - Barbijo.



Figura 14 Registro de coordenadas en el punto colector de aguas residuales.



Figura 15 Toma de muestras de aguas residuales del colector general.



Figura 16 Etiquetado de frascos y Traslado de muestras de aguas residuales.

3.5.2 Parámetros básicos y diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

a. Para los parámetros básicos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Llaspay, se ha visto por conveniente que, dado que las plantas de tratamiento de aguas residuales en Perú se encuentran normados por el Ministerio de Vivienda, una de las tareas fundamentales ha sido la revisión documentaria que gracias a la tecnología se ha podido obtener del internet. Así se revisó:

- El Reglamento Nacional de Edificaciones. Con las siguientes Normas Técnicas:
 - OS 060. Sobre Drenaje Pluvial Urbano.
 - OS 070. Redes de Aguas Residuales.
 - OS 090. Sobre Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.
 - OS 100. Sobre Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitaria.
 - IS 020. Sobre Tanques Sépticos.

- Guías y Manuales del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Del Ambiente CEPIS/OPS, como son:
 - Guía para el Diseño de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y Lagunas de Estabilización.
 - Guías para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado.

- Parámetros, resoluciones Ministeriales y otros documentos emitidos por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento y por el Ministerio del Ambiente, Como:
 - Parámetros de Diseño de Infraestructura de Agua y Saneamiento para Centros Poblados Rurales.

- Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR), para el sector Vivienda.
 - Guía de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural”.
- Documentos del Instituto Nacional de Estadística e Informática.
 - Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.
- b.** Para el diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la comunidad campesina de Llaspay. Se ha tomado en consideración los siguientes procedimientos:

- Dimensionamiento y diseño de la planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la C. C. de Llaspay.

Para el dimensionamiento de la Planta de Tratamiento de las Aguas Residuales de la CC. Llaspay se ha considerado sistemas de depuración que mejor se adapten a las condiciones de la comunidad y de las condiciones del lugar elegido para su implementación. El diseño planteado en este estudio de investigación está fundamentado de la Norma OS. 090, para plantas de Tratamiento de Aguas Residuales y en la Guía para el Diseño de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y Lagunas de Estabilización, sobre la que se ha seguido para la elección de los criterios básicos del diseño, así como del diseño propiamente, sobre los cuales se han hecho ajustes mínimos por consideraciones técnicas y en función al lugar.

Para el diseño ha sido necesario realizar proyecciones de la población futura de la CC. Llaspay y períodos de diseño, en base a fórmulas estadísticas y con datos oficiales del Instituto Nacional de Estadística – INEI.

Los planos presentados en el presente trabajo, respecto a las estructuras de la planta de tratamiento de aguas residuales están a nivel básico.

- Dibujo y elaboración de Planos

Con los datos obtenidos se ha podido elaborar los planos utilizando el Programa AUTOCAD 2018. El diseño de la Planta de Tratamiento de las Aguas Residuales de la CC. Llaspay se hizo a una escala de 1:25000. Los diseños estructurales se realizaron sólo a nivel de pre dimensionamiento y los planos se presentaron a nivel básico.

- Datos y fórmulas para el dimensionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la CC. Llaspay.

- Fórmulas empleadas

- Población de diseño

$$Pd = Pi(1 + rt)$$

- Tasa de crecimiento:

$$r = \frac{\frac{Pd}{Pt} - 1}{t}$$

Siendo:

Pi: Población inicial (habitantes)

Pd: Población de diseño (habitantes)

r: Tasa de crecimiento (%)

t: Periodo de diseño (años)

- Caudal de Diseño

$$Qt = Qc + Qll + Qi$$

Siendo que:

Qt: Caudal total

Qc: Caudal de contribución

Qll: Caudal de escorrentía

Qi: Caudal de infiltración

- Diseño hidráulico de la cámara de rejillas

Zona de transición.

$$L = \frac{B - D}{2 \cdot \text{Tng} 12^{\circ} 30'}$$

Donde:

L: Longitud mínima de transición

D: Ancho del canal de llegada.

B: Ancho de cámara

- Cálculo del área de paso

$$Au = \frac{Q}{V \cdot 1000}$$

Donde:

Au: Área útil de paso

V: Velocidad de paso

Q: Caudal de diseño

- Cálculo de velocidad de partículas para el desarenador

$$W' = V / (5.7 + 2.3xh) = 0.036$$

Donde:

W' = Velocidad de una partícula en movimiento producido por la turbulencia.

V = Velocidad de agua en el desarenador.

h = Profundidad de agua en el desarenador (Se estima).

- Cálculo de velocidad de partículas

La velocidad de una partícula en movimiento se determina mediante la fórmula siguiente:

$$W' = V / (5.7 + 2.3xh) = 0.036$$

Donde:

W' = Velocidad de una partícula en movimiento producido por la turbulencia.

V = Velocidad de agua en el desarenador.

h = Profundidad de agua en el desarenador (Se estima).

Reemplazando los valores, tenemos una velocidad igual a **0.036 m/s.**

- Cálculo de longitud

La longitud del desarenador se determina mediante la fórmula siguiente:

$$L = (hxV) / (U - W')$$

U = Velocidad de decantación para una partícula de diámetro 0.25 mm

Esta velocidad se determina según la Ley de Stokes, cuyos valores están para diferentes diámetros de partículas y densidades de flujo.

- Velocidad de decantación.

Con la velocidad de decantación determinada, hallamos la longitud del desarenador, con la siguiente fórmula.

$$L = \frac{Vh}{V_s} \times h$$

3.5.3 Procesamiento del Presupuesto total para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la CC. Llaspay.

Se tiene en cuenta que este trabajo de investigación tiene como objetivo específico, realizar el presupuesto de la PTAR de la comunidad campesina de Llaspay, en beneficio de sus habitantes y del medio natural circundante, este objetivo permitió hacer una estimación del costo total que implica la ejecución de esta obra con la finalidad de que la municipalidad de Paruro realice las gestiones pertinentes para su ejecución.

Las cotizaciones se realizaron considerando la lista de insumos que nos brindó el software S10, estas cotizaciones se realizaron con la intención de tener un precio promedio de los materiales y equipos considerados en el proyecto. Para el presupuesto de la PTAR de Llaspay se cotizó en 3 establecimientos de venta de insumos de construcción, en la ciudad de Cusco, ubicados en distintos lugares como la av. Huayruropata y en la Av. de la Cultura. Es necesario aclarar que el lugar más próximo debió haber sido Paruro, pero por la falta de condiciones y no existiendo establecimientos de suficiente abasto no se pudo realizar las cotizaciones en el lugar de estudio del presente trabajo.

Luego se determinaron las partidas que conforman el presupuesto de la obra. Para ello se tomó en cuenta la parte fundamental de este proyecto, que es la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la CC. De Llaspay, la cual ha sido previamente diseñada y plasmada en los planos de diseño. Esta estructura consta de partes que cumplen procesos importantes como son; el pretratamiento, el

tratamiento primario y el tratamiento secundario, cada uno de estos tiene una partida y estas a su vez tienen subpartidas que se detallan líneas abajo.

En el presupuesto también se desarrollaron las partidas complementarias, las cuales son los trabajos provisionales que se desarrollan antes de la ejecución de la obra y también las que sirven de protección para la PTAR.

Los programas y/o software que se han utilizado en la elaboración del presupuesto de este trabajo, de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la CC. Llaspay han sido; el Programa de Microsoft Excel para el procesamiento básico de datos y el Programa Estadístico S10 que cuenta con una base de datos para elaborar presupuestos en base a los costos unitarios, que sirve para todo tipo de proyectos vinculados al campo de la construcción básicamente.

CAPITULO IV

RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de los parámetros físico-químicos y microbiológicos vertidas por la comunidad campesina de Llaspay

La caracterización de los parámetros físico-químicos y microbiológicos son de mucha importancia para el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales de la C.C. Llaspay; y, aparte de realizar un análisis individual, es importante una evaluación del conjunto de ellos, pues existe una relación entre sí.

4.1.1 Parámetros físico-químicos

La caracterización de las aguas residuales vertidas por la C.C. Llaspay se basó en los principales parámetros físico-químicos como la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), demanda química de oxígeno (DQO), pH, sólidos totales en suspensión y temperatura; mientras tanto, el parámetro microbiológico analizado fue de coliformes fecales.

a. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)

Es la cantidad de Oxígeno que consumen los microorganismos al proliferarse en el agua residual alimentándose de la materia orgánica, conocida comúnmente con Demanda Bioquímica de Oxígeno de las aguas residuales vertidas por la Comunidad Campesina de Llaspay se muestran en la TABLA 4.

Tabla 4 Resultado del Parámetro de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)

Ensayo	Unidad	Resultado
DBO5	mg/L	229.33

Nota: Elaboración propia

La Demanda Bioquímica de Oxígeno en el presente estudio tiene como resultado 229.33 mg/L, este valor sobrepasa los Límites Máximos Permisibles para efluentes de aguas (Decreto Supremo 003-2010 -MINAM), cuyos valores debieran estar en un máximo de 100 mg/L. El valor hallado en las aguas residuales vertidas por la CC. Laspay muestra valores altos propios de zonas pobladas y con alta carga orgánica, razón por la que se busca el mejor tratamiento posible a fin de minimizar dicho valor.

b. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Es la cantidad de Oxígeno necesario que se requiere para oxidar la materia orgánica por medios químicos y convertirla en Dióxido de Carbono. Evaluadas las muestras de aguas residuales en la CC. Laspay, arroja los datos mostrados en la TABLA 5.

Tabla 5 Resultado del Parámetro de la Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Ensayo	Unidad	Resultado
DQO	Mg O ₂ /L	405.63

Nota: Elaboración propia

El resultado de 405.63 mg O₂/L representa una concentración media con respecto a los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S N° 003-2010-MINAM que indica tan sólo 200 mg O₂/L. Si bien, el valor es alto se encuentra en el rango frecuente de aguas residuales que no recibieron tratamiento alguno en centros poblados.

c. Potencia de Hidrogeniones (pH)

Tabla 6. Resultado del Parámetro de pH

Ensayo	Unidad	Resultado
pH	Unidades de pH	7.85

Nota: Elaboración propia

El resultado del pH corresponde a 7.85, muy próximo a la neutralidad a ligeramente alcalino. Este valor es característico de aguas residuales y

permite la actividad biológica, suficiente para la eliminación de nutrientes. De acuerdo al Decreto Supremo 003-2010 -MINAM, que establecen los Límites Máximos Permisibles de Efluentes para vertidos a cuerpos de agua, los valores de pH deben oscilar entre 6.5 y 8.5, por lo que el resultado obtenido se encuentra dentro de los parámetros establecidos que podrían ser menores luego de un tratamiento apropiado que haga que el cuerpo receptor tenga menos afectaciones en su composición.

Asimismo, este valor nos demuestra que en la zona no existen vertimientos industriales que puedan causar problemas en los procesos de depuración.

d. Sólidos totales en suspensión

Este parámetro de gran importancia en los procesos de depuración, que incluye toda la materia la muestra líquida, también ha sido evaluado en las aguas residuales de la CC. Llaspay, cuyos resultados se muestran en la TABLA 7.

Tabla 7. Resultados del Parámetro de Sólidos Totales en Suspensión (STS).

Ensayo	Unidad	Resultado
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	458.33

Nota: Elaboración propia

La concentración de Sólidos Totales en Suspensión es de 458.33 mg/L es alto con respecto a la norma, superando así los Límites Máximos Permisibles de 150 mg/L, aunque característico de las poblaciones. Este valor considerablemente alto puede deberse a que el muestreo fue realizado durante la temporada de lluvias, con la finalidad de considerar la mayor concentración de sus componentes y utilizar posteriormente el mejor tratamiento posible para minimizar los valores de los parámetros fisicoquímicos.

e. Aceites y Grasas

Este parámetro de baja o nula biodegradabilidad y poca solubilidad ha sido evaluado en las aguas residuales de Llaspay.

Tabla 8. Resultado del Parámetro Aceites y Grasas.

Ensayo	Unidad	Resultado
pH	mg/L	38

Nota: Elaboración propia

En la TABLA 8. Se muestra que el valor obtenido es de 38 mg/L, mientras que el límite de acuerdo a la norma es de 20 mg/L. Aunque el valor hallado es superior al límite aún se encuentra dentro del rango promedio de las aguas residuales domésticas, por lo que no conllevará a mayores dificultades al momento de elegir el mejor tratamiento para las aguas residuales de Llaspay.

f. Temperatura

La Temperatura es un parámetro que condiciona los procesos de depuración biológica, como la degradación de la materia orgánica, razón por la que es importante llevar un control de la temperatura, sobre todo en aguas residuales.

Tabla 9. Resultados de Parámetros Físicoquímicos

Ensayo	Unidad	Resultado
Temperatura	°C	18.4

Nota: Elaboración propia

El resultado de 18.4° de temperatura en las aguas residuales vertidas por la CC. Llaspay está dentro de los Límites Máximos Permisibles en los efluentes de Aguas Residuales cuyo valor es de $a < 35$, cumpliéndose así la norma incluso previa al tratamiento que se determina en el presente trabajo de investigación. Este valor promedio durante la época de lluvias, permitirá que las bacterias productoras de metano continúen su actividad, así como las bacterias nitrificantes autótrofas. Se presume que en temporada de secas la temperatura pueda subir un poco más pero que esté dentro de los rangos permitidos y que permita la actividad bacteriana.

4.1.2. Parámetros microbiológicos

a. Coliformes Fecales

La evaluación de los coliformes fecales se debe fundamentalmente a la presencia de bacterias fecales como *Escherichia coli*, *Enterobacter*,

Citrobacter y Klebsiella. Este grupo de coliformes incluyen también a todos los bacilos negativos o anaerobios facultativos no esporulados que llegan a transformar la lactosa con producción de gas en 24 a 48 horas a 35 °C. Estos bacilos presentes en el tracto intestinal del ser humano y de los animales de sangre caliente están presentes en las aguas residuales de Llaspay, con resultados en la TABLA 10.

Tabla 10. Resultados de Parámetros Microbiológicos

Ensayo	Unidad	Resultado
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	14x10 ⁵

Nota: Elaboración propia

El resultado de este parámetro es bastante alto, superando los Límites Máximos Permisibles. Las aguas residuales de Llaspay contienen una carga orgánica bastante alta.

4.2. Parámetros básicos y Diseño de la Planta de Tratamiento Aguas Residuales de la CC de Llaspay

4.2.1 Parámetros básicos de la planta de tratamiento

a. Periodo de diseño (t).

Para determinar el periodo de diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Comunidad Campesina de Llaspay se ha tomado como referencia la RM-173-2016-VIVIENDA (27) tomando en cuenta como máximo recomendable un periodo de 20 años, para determinar este horizonte, según la normativa mencionada se ha considerado la vida útil de las estructuras y equipos, el crecimiento poblacional, cuyo indicador en la Comunidad Campesina de Llaspay es 0% y se espera que en los próximos años debido a los diferentes programas sociales implementados por el gobierno, la demografía de este territorio se incremente, se ha considerado también para el periodo de diseño la situación geográfica, ya que la comunidad campesina de Llaspay se encuentra en zona de pendiente, siendo

esta una situación de riesgo para deslizamientos, cabe señalar también que el mantenimiento y la operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Llaspay estará a cargo de la JASS de la comunidad.

Este tipo de sistema pretende alcanzar una alta eficiencia, que permita cubrir la demanda del servicio y la satisfacción de los pobladores de la comunidad.

b. Población de diseño (Pd).

Para realizar las proyecciones de población, en el presente proyecto se han tomado los datos poblacionales cuya fuente es el Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI en los censos correspondientes a los años 2007 y 2017. Estas proyecciones se han determinado mediante el método analítico y la progresión aritmética. Se deberá diseñar no solo para satisfacer la necesidad del momento, se debe prever el crecimiento de la población futura con proyecciones en un periodo de tiempo que sea prudencial, utilizando la tasa de crecimiento establecida por el organismo oficial que regula estos indicadores(27). Con la finalidad de que esta proyección pueda satisfacer la necesidad del momento, previendo el crecimiento de la población futura. Los resultados de la proyección de la población de diseño para la comunidad campesina de Llaspay se muestran en la TABLA 11.

Tabla 11. *Habitantes censados por años en el Distrito de Huanquite.*

Población	Censo	Población
Población inicial (Pi)	2007	5,556
Población final (Pd)	2017	5,180

Nota: INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática POBLACIÓN 2007 y 2017.

Como se puede apreciar en la tabla 4, la población inicial (Pi) según el censo del 2007 es de 5,556 y para el censo del 2017 la población final es de 5,180 habitantes, esto nos demuestra que no ha habido crecimiento poblacional, sino que por el contrario hay decrecimiento demográfico en la zona de estudio, lo que se presume que al estar a 10 minutos de la capital del distrito (Huanquite) e incluso a poca distancia de la ciudad del Cusco la población prefiere migrar, en especial la población joven que busca mejores opciones de estudio y oportunidades de trabajo.

Tabla 12. Tasa de crecimiento del distrito de Huanquite. Censos 2007 - 2017

años	Pd	Pi	t	R
2007 - 2017	5,180	5,556	20	-0.0034%

Nota: INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática POBLACIÓN 2007 y 2017
La tasa de crecimiento = 0.00%

Como se puede apreciar en la TABLA 12. La tasa de crecimiento es negativa, siendo el resultado -0.0034%, esto nos hace inferir que la población en un periodo de 20 años para la comunidad campesina de Llaspay sigue siendo negativa, tal cual sucede en los años 2007 al 2017, por lo tanto, la tasa de crecimiento constante es de $r = 0\%$.

c. Caudal de diseño

El caudal de diseño para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la comunidad campesina de Llaspay, se fundamenta en el Reglamento Nacional de Edificaciones, específicamente en la norma técnica OS 070.

- Caudal de contribución

Considerando que el caudal de contribución proviene de los domicilios e instituciones que existen en la comunidad campesina de Llaspay, se tienen los siguientes resultados, los cuales se muestran en la TABLA 12.

- Caudal de contribución del agua doméstica

La tabla 5 detalla la demanda de agua doméstica y datos de la población de la comunidad campesina de Llaspay, cuya información ha sido necesaria e importante para el diseño de cada estructura y proceso de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Llaspay. Estos parámetros se sustentan en la norma OS 100 del Reglamento Nacional Edificaciones y en los Parámetros de Diseño de Infraestructura de Agua y Saneamiento para Centros Poblados Rurales del ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.

Tabla 13 Demanda de agua doméstica y datos de la población de la CC. De Llaspay.

Parámetro de diseño	Parámetro	De la población	Parámetro
Consumo de agua doméstica	80.0 L/h/d*	N° de viviendas	90 viv.
Coefficiente máximo diario (K1)	1.3	densidad	5.0 hab/viv
Coefficiente máximo horario (K2)	2.0	Tasa de crecimiento anual	0.00%
Porcentaje de pérdida a considerar	0.0%	Período de diseño	20.0 años
Consumo de agua locales sociales	3.0 L/h/d	Población actual (Pf)	450 hab.
Consumo de agua institución educativa	20.0 L/h/d	Población de diseño (2,038)	450 hab.

Nota: Elaboración propia

En la **TABLA 13** se muestra Parámetros de Diseño lo siguiente:

- Consumo de agua doméstica. Es la dotación o la demanda per cápita de agua que requiere cada poblador para cubrir sus necesidades durante un día. Este valor se obtuvo, de la Memoria Descriptiva del proyecto de abastecimiento de agua para la comunidad de Llaspay en el que se considera 80 *l/hab/día*.

Según las recomendaciones del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, específicamente en los “Parámetros de Diseño de Infraestructura de Agua y Saneamiento para Centros Poblados Rurales”, la dotación de agua para poblaciones rurales en las cuales se implementan sistemas de saneamiento a través de redes, se emplearán dotaciones de hasta 100 *l/hab/día*. Se manifiesta al respecto, que dotaciones mayores, incrementan el tamaño de los componentes de una PTAR por lo tanto también el presupuesto de ejecución.

- Coeficiente máximo diario (K1). - Este coeficiente multiplicado por el caudal promedio anual, nos permite determinar el caudal máximo registrado durante 24 horas en un periodo de un año. Según norma este coeficiente se considera igual a 1.3.
- Coeficiente máximo horario (K2). De forma similar, este coeficiente multiplicado por el caudal promedio anual da como resultado el

caudal máximo registrado durante una hora por el periodo de un año.
Se considera igual a 2 según normativa vigente.

- Porcentaje de pérdidas a considerar. Dado que el sistema de agua es nuevo, se ha considerado como porcentaje de pérdidas igual a cero.
- Consumo de agua para locales sociales e instituciones educativas. Según el Art. 6° de la norma I.S. 010. Instalaciones Sanitarias para Edificaciones, del Reglamento Nacional de Edificaciones, se considera como dotación para locales sociales e instituciones educativas los valores de 3 l/hab/día y 20 l/hab/día, respectivamente.
- Factor de contribución. De acuerdo a la norma OS 070 Redes de Aguas Residuales, el caudal de contribución debe ser calculado con un coeficiente de retorno (C) del 80 % del caudal de agua potable consumida.

En Datos de la población, se señala lo siguiente:

- Nro. de viviendas. Según el padrón comunal de la CC. de Llaspay el número de viviendas de la comunidad es de 90. Este dato se corroboró en la visita de campo.
- Densidad. Este dato corresponde al factor de la población total entre el número de familias. Obteniendo como resultado, un valor de 5 *hab/fam.*
- Tasa de crecimiento anual. Considerando los censos poblacionales de los años 2,017 y 2,007 se tiene una tasa de crecimiento negativa, por tal razón consideramos como tasa de crecimiento igual a cero.
- Período de diseño. De acuerdo a las disposiciones generales de la norma OS 090 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, se debe considerar un periodo de diseño entre 20 y 30 años.

De acuerdo a la realidad existente en las comunidades de nuestro país, por falta de conocimiento, capacitación y/o dejadez de las JASS, las obras no reciben la correcta operación y tampoco se les da el mantenimiento preventivo y correctivo, esto genera que muchas obras no lleguen a cumplir su periodo de diseño, quedando inutilizadas antes de tiempo por aspectos simples, a razón de lo dicho

y teniendo en consideración, que la comunidad se hará cargo de la operación y mantenimiento de la PTAR y de acuerdo a lo establecido por la RM-173-2016-VIVIENDA (27), se plantea como periodo de diseño, el mínimo establecido que es un horizonte de 20 años.

- Población actual (Pf). Es la población debidamente reconocida por la junta directiva, como habitantes de la comunidad campesina.
- Población de diseño. Es la población considerada a un periodo de diseño futuro, teniendo en cuenta la tasa de crecimiento poblacional. Como nuestra tasa de crecimiento es considerado cero, nuestra población de diseño será la población actual.

Con los parámetros de diseño y datos de la población, tenemos:

- Caudal promedio anual doméstico.

$$Q_p = \frac{P_f * Dotc}{86400} = \frac{450 * 80}{86400} = 0.417 \text{ lt/seg}$$

- Caudal de contribución.

$$Q_c = Q_p * 0.80 * K2 = 0.417 * 0.80 * 2 = 0.667 \text{ lt/seg}$$

- Caudal de contribución de agua de locales públicos.

La contribución de agua de locales públicos, es referida al caudal de retorno de las 04 entidades que funcionan en la comunidad de Llaspay. La determinación de este caudal de contribución se realiza considerando la población concurrente a estos locales, de su consumo o dotación establecida por norma, coeficiente máximo horario y factor de contribución.

- Contribución del PRONOEI Llaspay. Los datos sobre la demanda de agua de instituciones educativas referidas al PRONOEI de la comunidad campesina de Llaspay, se describen en la **Tabla 14**.

Tabla 14. Demanda de agua para PRONOEI Llaspay

Descripción	Valores
Población escolar (11 alumnos + 1 docente)	12 hab.
Número de asistentes al futuro	12 hab.
Caudal promedio anual	<u>0.003</u> l/seg.
Caudal de contribución (0.80*K2*Qp)	0.004 l/seg.

Nota: Elaboración propia

$$Qp1 = \frac{Pf * Dot}{86400} = \frac{12 * 20}{86400} = 0.003 \text{ lt/seg}$$

$$Qc1 = Qp1 * 0.8 * K2 = 0.003 * 0.8 * 2 = 0.004 \text{ lt/seg}$$

La **TABLA 14.** Hace referencia al caudal promedio anual (0.003l/seg.) y al caudal de contribución (0.004 l/seg.) del PRONOEI de la comunidad campesina de Llaspay, basado en una población escolar de 12 hab. Y un número de asistentes a futuro de 12 hab. Cabe señalar que la dotación de agua para instituciones educativas de nivel inicial es de 20 litros*alumno, según la norma técnica IS 010 Instalaciones sanitarias para edificaciones, del Reglamento Nacional de Edificaciones.

- Contribución de Salón Comunal. La **TABLA 15,** indica la demanda de agua para instituciones sociales como el salón comunal.

Tabla 15. Demanda de agua para el salón comunal de la CC. De Llaspay

Descripción	Valores
Población comunal asistente (2/3 de 90)	60 hab.
Número de asistentes al futuro	60 hab.
Caudal promedio anual	<u>0.002</u> l/seg.
Caudal de contribución (0.80*K2*Qp)	0.003 l/seg

Nota: Elaboración propia

$$Qp2 = \frac{Pf * Dot}{86400} = \frac{60 * 3}{86400} = 0.002 \text{ lt/seg}$$

$$Qc2 = Qp2 * 0.8 * K2 = 0.002 * 0.8 * 2 = 0.003 \text{ lt/seg}$$

La TABLA 15. Describe la población comunal asistente de 60 *hab.* Así como el número de asistentes a futuro que es de 60 *hab.* Estos datos han servido de base para hallar el caudal promedio anual (0.002 *l/seg.*) y esta cifra ha determinado el caudal de contribución para esta institución, resultando 0.003 *l/seg.* Como especifican las ecuaciones que anteceden a esta descripción. Es importante mencionar que la dotación de agua para las instituciones sociales y deportivas es de 3 litros por habitante, como establece la norma técnica IS 010 Instalaciones sanitarias para edificaciones, del Reglamento Nacional de Edificaciones.

- Contribución de losa deportiva. Los datos sobre la demanda de agua para la losa deportiva de la comunidad campesina de Llaspay se especifican en la **TABLA 16** y es como sigue.

Tabla 16. Demanda de agua para losa deportiva de la CC. De Llaspay

Descripción	Valores
Población comunal asistente (2/3 de 90)	60 hab.
Número de asistentes al futuro	60 hab.
Caudal promedio anual	<u>0.002</u> <i>l/seg.</i>
Caudal de contribución (0.80*K2*Qp)	0.003 <i>l/seg</i>

Nota: Elaboración propia

$$Q_{p2} = \frac{P_f * Dot}{86400} = \frac{60 * 3}{86400} = 0.002 \text{ lt/seg}$$

$$Q_{c2} = Q_{p2} * 0.8 * K2 = 0.002 * 0.8 * 2 = 0.003 \text{ lt/seg}$$

Los datos referidos en la Tabla 16. Indican que el caudal promedio anual (0.002 *l/s.*) se fundamenta en la población comunal asistente y el número de asistentes a futuro de 60 *hab.* Respectivamente, valiendo este resultado para hallar el caudal de contribución (0.003 *l/s.*) como se detallan en las ecuaciones anteriores.

- Contribución de Iglesia Evangélica. La TABLA 17 está referida al caudal de contribución de la iglesia evangélica de la comunidad y se especifica a continuación.

Tabla 17. Demanda de agua para iglesia evangélica de la CC. De Llaspay

Descripción	Cantidad
Población comunal asistente (2/3 de 90)	60 hab.
Número de asistentes al futuro	60 hab.
Caudal promedio anual	<u>0.002 l/seg.</u>
Caudal de contribución (0.80*K2*Qp)	0.003 l/seg

Nota: Elaboración propia

$$Q_{p2} = \frac{P_f * D_{ot}}{86400} = \frac{60 * 3}{86400} = 0.002 \text{ l/s}$$

$$Q_{c2} = Q_{p2} * 0.8 * K_2 = 0.002 * 0.8 * 2 = 0.003 \text{ lt/seg}$$

La demanda de agua para la iglesia evangélica, como hace referencia la **TABLA 17**, basa sus resultados en la población comunal asistente que son los 2/3 de 90 haciendo un total de 60 asistentes o habitantes, esta cifra determina el caudal promedio anual que es 0.002 l/s. Y así mismo este resultado establece el caudal de contribución para esta institución que es de 0.003 l/s.

Por consiguiente, la sumatoria de los 4 establecimientos públicos indica la demanda total de agua para estos locales.

- Consumo total de demanda de agua para locales públicos = 0.014 l/s.

Entonces sumando el caudal de contribución de agua para locales públicos 0.014 l/s. y el caudal de contribución de agua doméstica (0.667 l/s.) se tiene el caudal de contribución total.

$$\text{Caudal de contribución total (Qc)} = 0.681 \text{ l/s.}$$

d. *Caudal de escorrentía*

Se refiere al caudal producto de las lluvias al ingresar por las conexiones erradas, para su cálculo optamos la ecuación racional, que se muestra líneas abajo. La **TABLA 18** señala el procedimiento para hallar este caudal, cuyos datos se fundamentan en la norma técnica OS 060 referido a Drenaje Pluvial.

Tabla 18. *Caudal de escorrentía de la CC. De Llaspay.*

Descripción	Parámetro
Intensidad (periodo de retorno 20 años)	15.74 mm/h
Coefficiente de escorrentía (área no pavimentada)	0.45
Área colectora (Ac)	4.25 ha
Caudal de escorrentía (Qu)	0.025 l/s

Nota: Elaboración propia

$$Q_u = \frac{CIA_c}{360} \text{ (Ac=30\% área total de lotes, calles y áreas verdes)}$$

$$Q_u = \frac{0.45 * 15.74(0.3 * 4.25)}{360} = 0.025 \text{ l/s}$$

La **TABLA 18**, se caracteriza por evidenciar el caudal de escorrentía para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Llaspay y cuya descripción es como sigue:

Para la Intensidad de precipitación en un periodo de retorno de 20 años, que a la vez es el mismo que el periodo de diseño, se consideró 15.74 mm/h (Intensidad mediante hidrogramas unitarios - NORMA OS. 060 Drenaje Pluvial).

Para el coeficiente de escorrentía en áreas no pavimentadas se tomó en cuenta la TABLA 1.a de la norma OS. 060 Drenaje Pluvial, que se refiere a zonas verdes con condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área) con pendiente media de 2 a 7% y para un periodo de retorno de 25 años; un coeficiente de escorrentía de 0.45, esta cifra no considera unidades de medida.

El área colectora Ac tiene una dimensión 4.25 ha. Que es el área total de la comunidad campesina de Llaspay.

Entonces, resolviendo la ecuación se tiene un caudal de escorrentía de 0.025l/s.

e. *Caudal de infiltración*

Para calcular este caudal se ha tomado como referencia la Guías para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y ciencias del Ambiente CEPIS/OPS. Los datos de cálculo se mencionan en la **TABLA 19**.

$$Q_i = Q_{tuberías} + Q_{buzones}$$

Tabla 19. Caudal de infiltración por tuberías y buzones.

Descripción	Parámetro
Coeficiente de infiltración a través de tuberías	0.00005 L/s/m (tuberías con unión de goma).
Coeficiente de infiltración a través de buzones	0.00042 L/s/buzón D medio (1.20 – 1.50)
Longitud total de tuberías	1560.48 m
Nº total de buzones	46 buz.

Nota: Elaboración propia

Para determinar el caudal por infiltración, se tiene que tomar en cuenta el caudal de infiltración por tuberías y el caudal de infiltración por buzones. Para el número total de 46 buzones se tiene un coeficiente de infiltración a través de tuberías de 0.00005 l/s/m. esto es para tuberías de PVC con unión de goma. En cuanto al coeficiente de infiltración a través de buzones, se toma en cuenta el diámetro medio del buzón (1.20 – 1.50). La longitud total de tuberías es de 1560.48 m.

Tabla 20. Caudal de infiltración de la red y buzones.

Descripción	Valores
Caudal de infiltración por buzones (Q _{inf-bz})	0.078 l/s
Caudal de infiltración en la red (Q _{inf-red})	0.020 l/s
Caudal de infiltración (Q _i)	0.098 l/s

Nota: Elaboración propia

El caudal de infiltración de la red y buzones está determinado por el caudal de infiltración por buzones que tiene un resultado de 0.078 l/s el cual resulta de la multiplicación del coeficiente de infiltración por

tuberías por la longitud de tuberías. Y para el caudal de infiltración en la red 0.020 l/s es el resultado de la multiplicación del coeficiente de infiltración de buzones por el N° total de buzones. Todo este procedimiento permite hallar el caudal de infiltración (Q_i) que es 0.098 l/s .

Para determinar el caudal total se tiene la suma de todos los caudales anteriormente hallados y cuyo resultado es como sigue:

CAUDAL TOTAL (Q_t)	0.804 l/s
------------------------	---------------------

4.2.2 Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales

a. Tratamiento preliminar

- Caudal de entrada a la PTAR

El caudal de entrada a la PTAR es el caudal total de diseño obtenido en el ítem 4.2.1.3 y que será tratado en esta estructura. Se estimó 0.804 l/s .

- Diseño del aliviadero.

Para este diseño consideramos datos importantes como los parámetros para obtener el caudal de entrada, los caudales considerados para el diseño y los datos para la construcción de la estructura de este componente.

Consideraciones previas para el diseño del aliviadero:

Para el diseño considera 3 caudales: el primero corresponde al máximo caudal que pudiese generarse en caso de una precipitación pluvial y que la tubería de llegada soporte (caudal de entrada), segundo, el caudal de salida que es el que va hacia la cámara de rejillas y corresponde al caudal de diseño y tercero un caudal mínimo que corresponde al tramo donde el caudal excedente debe ser eliminado por el aliviadero.

Para el cálculo del caudal de entrada (caudal máximo) se ha considerado un caudal en la tubería PVC de 200 mm (de llegada), con un espejo de agua hasta una altura de $3/4$ (75%) del diámetro de la tubería para el tramo

considerado desde el último buzón hasta el aliviadero. Se determinó el área hidráulica hasta la máxima altura de la tubería ($3/4 D$) y la velocidad del caudal en la tubería PVC con una pendiente de 0.01 m/m; con el producto de estos valores (área y velocidad), hallamos el caudal máximo de entrada.

Tabla 21. Parámetros para la obtención del caudal máximo de entrada.

Descripción	Parámetros
Pendiente (S)	0.01 m/m
Diámetro de la tubería (D) 200 mm	190.2 m.m
Tirante del agua al 75% (y)	0.14265 m
Angulo interior (θ)	4.19 rad \rightarrow 240 °
Coefficiente de fricción (n)	0.009 PVC
Caudal de entrada (Qe) Qmax	0.038 m ³ \rightarrow 37.784 l/s

Nota: Elaboración propia

La TABLA 21 señala el caudal de entrada desde el último buzón hasta el aliviadero y se considera una pendiente de 0.01m/m, en este tramo se requiere que el diámetro de la tubería sea de 190m.m. Para el tirante del agua se ha considerado una altura del 75 % de la tubería, es decir $3/4$ de esta, multiplicado por un factor numérico (0.001) y da como resultado 0.14265m. El ángulo interior de la tubería se ha determinado con una fórmula trigonométrica, en el cual han intervenido el tirante del agua y el diámetro de la tubería. El coeficiente de fricción para tuberías de PVC está determinado por la fórmula de Mannig el cual se emplea un factor de 0.009 (Norma técnica OS. 0.60 Drenaje Pluvial) Por consiguiente el resultado del caudal de entrada es 0.038m³, es decir 37.784l/s.

- Caudales para el diseño del aliviadero

Estos caudales se muestran en la TABLA 22.

Tabla 22. Caudales considerados en el diseño del aliviadero

Descripción	Dimensiones
Caudal de entrada Qe	37.784 l/s
Caudal de salida (hacia cámara de rejillas) Qs	0.804 l/s
Caudal tramo vertedor (asumimos < Qs) Qn	0.500 < 0.804 l/s
Caudal hacia el aliviadero Qv	36.980 l/s

Nota: Elaboración propia

La **TABLA 22** considera los caudales descritos a continuación: el primero corresponde al máximo caudal que pudiera generarse en caso de una precipitación pluvial y que la tubería de llegada soporte (caudal de entrada=37.784 l/s), segundo, el caudal de salida que es el que va hacia la cámara de rejillas y corresponde al caudal de diseño (0.804 l/s) y tercero un caudal mínimo (asumido) que corresponde al tramo donde el caudal excedente debe ser eliminado por el aliviadero (0.5 l/s).

Gráficamente la disposición de los caudales, se muestra en la figura siguiente:

Caudal de salida ($Q_{\text{Contribución}} + Q_{\text{Infiltración}}$)

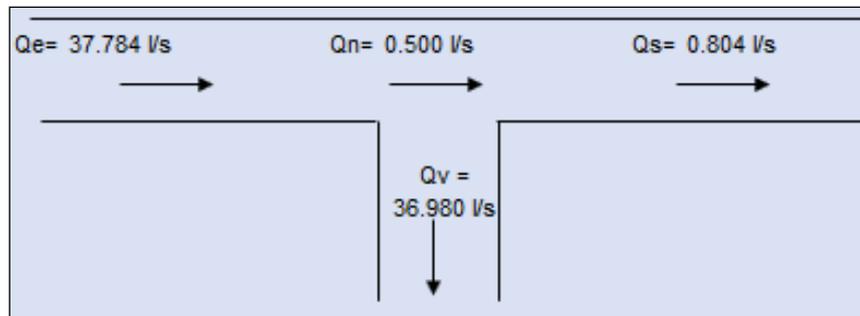


Figura 17 Esquema gráfico para el Diseño del aliviadero de la PTAR de la CC. De Llaspay.

El caudal a eliminar es la diferencia entre el caudal máximo obtenido (37.784 l/s) y el caudal de diseño o que ingresara a la cámara de rejillas (0.804 l/s) que viene a ser 36.980 l/s.

- Especificaciones para el diseño del aliviadero

El diseño del aliviadero es la determinación de las diferentes secciones del canal para los caudales considerados anteriormente, estos tramos deben cumplir hidráulicamente las secciones que soporten los caudales.

Para el diseño del aliviadero se ha tomado en cuenta los indicadores de la **TABLA 23**, que especifica las medidas necesarias para el diseño de esta estructura.

Tabla 23. *Diseño de canal de entrada de la Planta de Tratamiento de la CC. de Llaspay.*

Descripción	Dimensiones
Pendiente canal S	0.015 m/m
Talud canal Z	0:1
Solera del canal B	0.20 m
Coefficiente de Manning n	0.014 acabado pulido

Nota: Elaboración propia

La **TABLA 23**, detalla la pendiente que se dará al canal (S) que corresponde a razón de la diferencia de alturas entre la longitud del canal. Se considera de 0.015 m/m por la disponibilidad topográfica del terreno. El talud de canal considerado es 0:1 (rectangular), debido que este ingresara

- Diseño de Cámara de rejas

La cámara de rejas es un componente importante dentro de las funciones que cumple una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales; por lo tanto, esta estructura ha sido diseñada en base a los requerimientos de la norma técnica OS. 090, sobre Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales y para lo cual se ha determinado en primer lugar, el caudal de diseño para con el que funcionara esta estructura.

- Caudal de diseño

Para la elaboración del caudal del diseño de la cámara de rejas, es importante determinar el caudal de diseño de ésta, y cuyos datos se han plasmado en la TABLA 24 y se ha descrito a continuación.

Tabla 24. *Caudal de diseño para la cámara de rejas.*

Caudales	medidas
Caudal de contribución total	0.681 l/s
Caudal de escorrentía	0.025 l/s
Caudal de infiltración	0.098 l/s
Caudal de diseño	0.804 l/s

Nota: Elaboración propia

La **TABLA 24** indica el resultado del caudal de diseño para esta estructura, el cual proviene de las sumatorias del caudal de contribución total (0.681 l/s), el caudal de escorrentía (0.025 l/s), caudal de infiltración (0.098 l/s)

resultando un caudal de diseño de 0.804 l/s. En base a esta cifra se ha elaborado el diseño de la cámara de rejas el cual se detalla a continuación.

- Diseño hidráulico de la cámara de rejas

- Zona de transición

La zona de transición será la distancia mínima necesaria para no generar turbulencia del caudal al cambiar de ancho de solera.

Esta se determina con la formula siguiente:

$$L = \frac{B - D}{2 * \text{Tng}12^{\circ}30'}$$

Tabla 25. Zona de transición para el diseño de la cámara de rejas de la PTAR de la CC. de Llaspay.

Descripción	Dimensión
Ancho de canal de llegada (D)	0.20 m
Ancho de cámara (B)	0.30 m
Longitud mínima de transición (L)	0.23

Nota: Elaboración propia

- Cálculo del área de paso

Esta área corresponde a la sección necesaria por donde circulará el caudal de diseño, tomando en cuenta la velocidad del caudal recomendada para este tipo de estructura.

$$Au = \frac{Q}{V * 1000}$$

Tabla 26 Cálculo del área de paso para la cámara de rejas.

Descripción	Valores
Velocidad de paso (V)	0.60 – 0.75 m/s
Caudal de diseño (Q)	0.804 l/s
Área útil de paso (Au)	0.16

Nota: Elaboración propia

- Dimensionamiento de la sección de rejas

Para el diseño de la sección de rejas se tomarán en cuenta los siguientes aspectos, descritos en la **TABLA 27**.

Tabla 27. Dimensiones de la cámara de rejas de la PTAR de la CC. De Llaspay.

Descripción	Valores
Espesor de barra	6 mm
Ancho de barra	32 mm
Numero de barras	10 und
Ancho útil	0.24 m
Espaciamiento de barras	0.026 m
Eficiencia	0.79

Nota: Elaboración propia

Se utilizarán barras rectangulares de 6 mm de espesor y de 32 mm de ancho, dependiendo sus dimensiones de la longitud de las barras y el mecanismo de limpieza.

Considerando un numero de barras igual a 10, se determina que el ancho útil restante es de 0.24 m. También con el número de barras y el ancho útil determinamos el espaciamiento de estas que resulta 0.026 m. Teniendo estos valores, determinamos la eficiencia de la sección, que es la razón del ancho de la cámara y el ancho útil, este valor nos da 0.79.

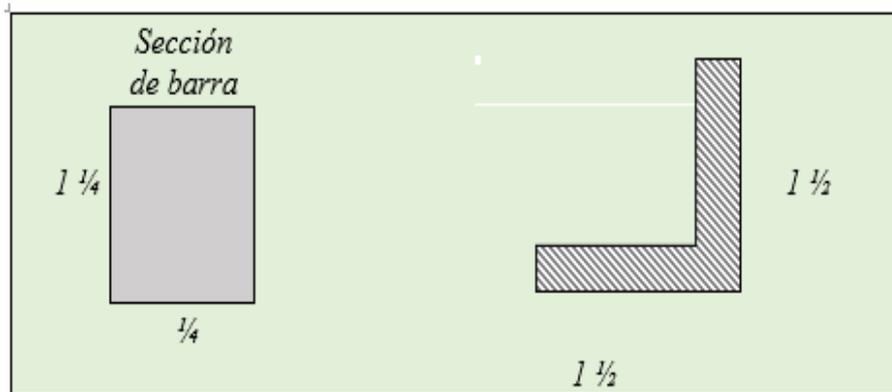


Figura 18. Esquema gráfico para el dimensionamiento de espesor de barra para rejas de cámara de rejas.

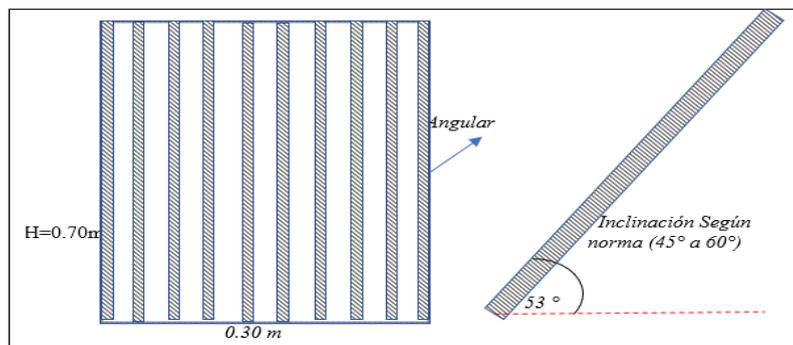


Figura 19 Diseño de rejas con dimensiones e inclinación para una cámara de rejas.

Según la norma OS 090 de Plantas de Tratamiento de Tratamiento de Aguas Residuales “para la construcción de instalaciones pequeñas se puede utilizar como alternativa un canal con cribas con bypass como desfogue o mantenimiento”, pero la ejecución de un bypass generaría que ingrese el agua con objetos, razón por la cual se está considerando la construcción de 2 cámara de rejas en paralelo, con la intención de que en caso de obstruirse una, la otra pueda garantizar el no paso de objetos mayores al tamaño regulado.

- **Diseño del Desarenador**

Según la Norma OS. 090 del Reglamento Nacional de Edificaciones, los desarenadores deben diseñarse para partículas mayores de 0.2 mm, entonces la velocidad de desarenador deberá estar comprendida entre 0.3 m/seg +/- 20%.

- **Caudal de diseño**

Para el diseño del desarenador, también es importante determinar el caudal de diseño de ésta, cuyos datos se presentan a continuación.

Tabla 28. Caudal de diseño para el desarenador.

Caudales	medidas
Caudal de contribución total	0.681 l/s
Caudal de escorrentía	0.025 l/s
Caudal de infiltración	0.098 l/s
Caudal de diseño	0.804 l/s

Nota: Elaboración propia

La **TABLA 28** se refiere al caudal de diseño del desarenador, el cual muestra un caudal de 0.804 l/s, cuya medida es la misma que para la cámara de rejas.

- **Datos de entrada**

Representan los valores iniciales de la sección de canal de ingreso a la estructura a diseñar, estos se describen en la **TABLA 29**.

Tabla 29. Datos de entrada para diseño del desarenador.

Descripción	Dimensiones
Ancho base (b)	0.30 m
Altura asumida	0.01 m
Velocidad del flujo	0.207 m/s
Diámetro de la partícula	0.25 mm

Nota: Elaboración propia

Como datos de entrada tenemos el ancho base del canal (b) que es 0.30 m, altura o tirante de 0.01 m. Con estos valores tenemos una velocidad de flujo de 0.207 m/s. El desarenador se diseñará para partículas de diámetro mayor a 0.25 mm.

- Cálculo de velocidad de partículas

Se tiene que la velocidad de partículas es de:

$$W' = 0.036$$

Tabla 30. Velocidad de decantación según la ley de Stokes.

Diámetro (mm)	Velocidad de decantación, U, m/seg				
	Peso específico del agua				
	0.999	1.033	1.064	1.100	1.150
0.2	0.029	0.026	0.019	0.013	0.001
0.3	0.046	0.040	0.034	0.025	0.016
0.4	0.059	0.055	0.049	0.040	0.025
0.5	0.070	0.067	0.060	0.050	0.036
0.6	0.082	0.078	0.070	0.059	0.042
0.7	0.090	0.088	0.079	0.067	0.047
0.8	0.100	0.097	0.086	0.074	0.051
0.9	0.110	0.106	0.094	0.080	0.055
1.0	0.119	0.113	0.101	0.087	0.059
1.5	0.150	0.146	0.135	0.115	0.078
2.0	0.177	0.172	0.165	0.141	0.098
2.5	0.205	0.200	0.190	0.169	0.117
3.0	0.225	0.225	0.218	0.195	0.135

Nota: Velocidad de decantación con los diámetros considerados y peso específico de una partícula. Tomado de "Minería y geología", NÚÑEZ A.-2016(40).

Interpolando para el diámetro considerado, tenemos una velocidad $U=0.0375$ m/s.

- Velocidad de decantación.

Con la velocidad de decantación determinada, hallamos la longitud del desarenador.

La longitud del desarenador resultante es 1.85 m. Para efectos de construcción asumimos 2.90 m.

b. Tratamiento primario

Se tomó en cuenta estrictamente las recomendaciones de la norma técnica OS. 090 sobre Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales del Reglamento Nacional de Edificaciones sobre Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales y la Guía para el Diseño de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y Lagunas de Estabilización del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y ciencias del Ambiente CEPIS/OPS.

- Diseño del tanque Imhoff.

Los parámetros requeridos para el diseño del tanque Imhoff, se detallan en la **TABLA 31**.

Tabla 31. Datos generales para el diseño del tanque Imhoff.

VARIABLES	PARÁMETROS
Población	450 hab.
Caudal promedio de viviendas	0.417 l/s
Caudal promedio locales públicos	0.009 l/s
Total, caudal de contribución (Qc)	0.426 l/s
Caudal de infiltración por buzones	0.020 l/s
Caudal de infiltración en la red	0.078 l/s
Caudal de infiltración (Qi)	0.098 l/s
Caudal de diseño (0.80 Qc+Qi)	0.438 l/s = 1.58 m ³ /h
Temperatura mes más frío, en °C	11.01 °C

Nota: Elaboración propia

El diseño del tanque Imhoff previsto para la planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la CC. De Llaspay está de acuerdo a la población, que es de 450 habitantes, teniendo en cuenta los caudales promedio de las viviendas, locales públicos, los caudales de infiltración por buzones y los caudales de infiltración por la red; la suma de estos caudales multiplicado por el factor de contribución (0.80) nos da como resultado el caudal de diseño del tanque Imhoff. Es importante señalar la temperatura, porque en base a ésta, se ha determinado el tiempo de digestión en el tanque Imhoff.

- Diseño de la cámara de sedimentación.

En este proceso se remueve gran parte de sólidos sedimentables, su diseño también está basado en la normativa mencionada y los parámetros considerados se describen en la **TABLA 32**.

Tabla 32. Datos para el diseño de la cámara de sedimentación.

Descripción	medidas
Carga superficial, $m^3/(m^2 \times h)$	1.00 $m^3/(m^2 \times h)$
Periodo de retención, horas	2.50 horas (1.5 a 2.5)
Relación L/B	6.00 > a 3
Área del sedimentador	1.58 m^2
Volumen del sedimentador	3.94 m^3
Número de cámaras de sedimentación (N)	1.00 und.
Ancho zona sedimentador calculado (B')	0.51 m.
Ancho zona asumida (B)	1.00 m.
Largo zona sedimentador constructivo (L)	6.00 m.
Angulo de fondo de sedimentador	50°
Altura de la parte triangular (H1)	0.60 m
Volumen parte triangular	1.79 m^3
Altura parte rectangular calculado (H2)	0.36 m
Altura parte rectangular (H2), según OS 090	2.50 m
Volumen parte rectangular	15.00 m^3
Volumen total sedimentador	16.79 m^3

Nota: Elaboración propia

Se considera carga superficial al volumen por unidad de área en un periodo, según la Norma OS 090 de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, se ha tomado en cuenta como $1 m^3/m^2/h$. Para el periodo de retención se ha considerado 2.5 h, procurando un mejor tiempo efectivo desedimentación. La relación largo ancho (L/B) se plantea que sea 6, con la intención que el recorrido del flujo sea mayor. El área del sedimentador se determina dividiendo el caudal de diseño ($1.58 m^3/h$) entre la carga superficial considerada, determinándose una superficie de $1.58 m^2$. El volumen del sedimentador se determina considerando el caudal de diseño ($1.58 m^3/h$) y el tiempo de retención planteado (2.5 h), teniendo como resultado $3.94 m^3$. En vista que el volumen obtenido es relativamente pequeño consideramos la existencia de una única cámara de sedimentación. El ancho de la superficie del sedimentador considerando el área ($1.58 m^2$) y la relación L/B, resulta 0.51 m, al ser este valor, una medida no trabajable en el proceso constructivo, asumimos como ancho 1 m. Finalmente el largo asumido para la superficie del sedimentador es de

6 m, en base a la relación L/B. El fondo del sedimentador tendrá de ambos lados un acercamiento para evitar que las natas generadas pasen a la cámara de sedimentación, con este fin, el ángulo del fondo será de 50° . Teniendo la inclinación del fondo y el ancho del sedimentador, hallamos la altura de la parte triangular, que resulta 0.60m. El volumen de la parte triangular resulta del producto del área mencionada por la longitud total (6 m), siendo este valor igual a 1.79 m^3 . Siendo el volumen del sedimentador de 3.94 m^3 y el anterior hallado de (zona triangular) 1.79 m^3 , tenemos una diferencia de 2.15 m^3 , el cual deberá estar dentro de la parte rectangular de la estructura que tiene un área de 6 m^2 , razón que nos da una altura para esta parte de 0.36 m , pero en consideración a la Norma OS 090 asumimos el valor de 2.50 m . Con el último valor asumido determinamos el volumen de la parte rectangular del sedimentador, que resulta 15 m^3 .

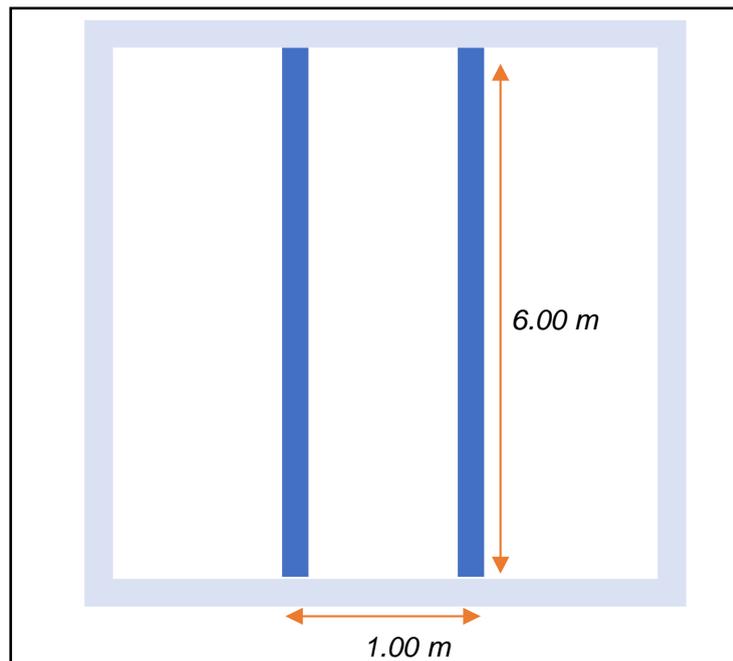


Figura 20 Vista superior de una cámara de sedimentación con medidas del tanque Imhoff.

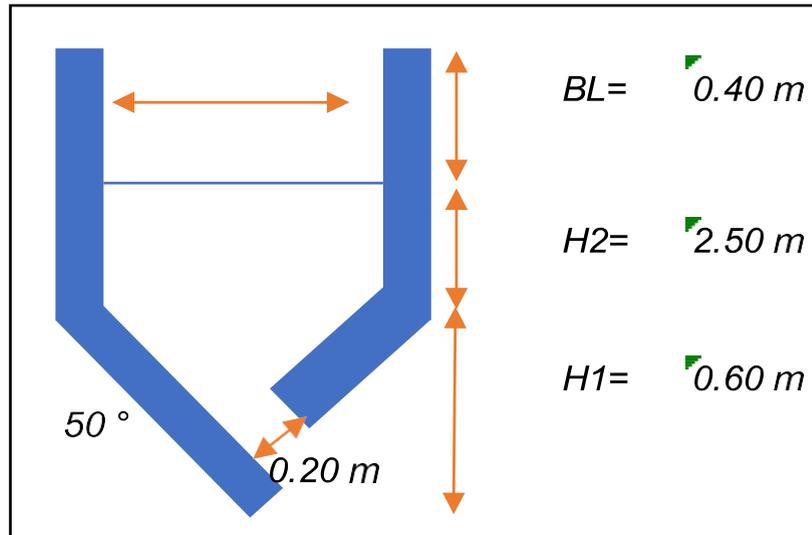


Figura 21 Vista lateral de un sedimentador del tanque Imhoff.

Al respecto del ancho del sedimentador, podemos manifestar que, si bien la norma no recomienda valores mínimos para esta dimensión, se ha asumido un ancho de 1 m, debido a que el calculado de 0.51 m, no permite una adecuada efectividad de trabajo durante la ejecución de partidas como encofrado, colocado de acero de refuerzo y vaciado de concreto.

- Diseño para la cámara de natas.

Con la intención que exista una correcta ventilación de la zona de digestión, se ha considerado una zona de espuma o natas, para lo cual según la norma técnica OS 090 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, se tuvo en cuenta los criterios siguientes:

- El espaciamiento libre será de 1,0 m como mínimo.
- La superficie libre total será por lo menos 30% de la superficie total del tanque.
- El borde libre será como mínimo de 0,30 cm.

Los valores referidos al diseño se detallan en la **TABLA 33**.

Tabla 33. Dimensiones para la cámara de natas.

Descripción	Medidas
Ancho libre (min=1.00m)	1.00 m
Número de cámara de natas	2 unid.
Largo zona sedimentador (L)	6.00 m
Ancho del tanque	3.40 m

Área de natas (At)	12.00 m ²
Área total (AT)	20.40 m ²
% Área libre (min 30%)	58.82 %

Nota: Elaboración propia

Ancho libre, establecido por la Norma OS 090 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, con un valor mínimo de 1m. El número de cámaras será de 2. El largo fue considerado por razón de forma, el mismo que el del sedimentador 6 m. El ancho del tanque considerando, debido a que los muros del sedimentador tienen un espesor de 0.20 m, es 3.40 m. El área de las dos superficies de natas es 12 m². El área total del tanque es el producto del ancho del tanque (3.40 m) por el largo (6 m), resultando 20.40 m². La razón entre el área de natas y el área total nos da un porcentaje de 58.8 % superior al 30% establecido como mínimo por la Norma OS 090.

- Diseño para la cámara de digestión

La descomposición biológica de la materia orgánica del lodo, se realiza en ausencia del oxígeno, esto quiere decir que existe una digestión anaerobia. En el diseño de la cámara de digestión, se tienen los parámetros de la **TABLA 34.**

Tabla 34. Dimensiones por habitantes para la cámara de digestión.

Descripción	Dimensiones
Volumen de digestión por habitante	70.00 l/hab/año
Factor de capacidad relativa	1.32
Volumen de digestión por habitante corregido	92.35 l/hab/año
Volumen de digestión requerido	41.56 m ³
Altura zona neutra	0.50 m

Nota: Elaboración propia

La cantidad de lodos acumulados en la cámara de digestión producidos por habitante y por año, depende de la temperatura ambiental y de la descarga de residuos de la cocina, según Norma OS 090 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, para clima frío se considera 70 l/hab/año. El factor de capacidad relativa es un factor de corrección para la determinación del volumen de digestión, este se halla de tablas según la temperatura de la zona; para la temperatura de la comunidad de Llaspay que es 11.01 °C, se tiene un factor de 1.32. El volumen de digestión corregido es de 92.35 l/hab/año. El volumen de digestión del tanque, será el producto del

volumen de digestión por habitante corregido por la cantidad total de habitantes de Llaspay; siendo este en m^3 , 41.56. La altura de la zona neutral por recomendación de la OS 090 no deberá ser menor a 0.50 m, valor que se considera en el diseño.

Para que el sistema de autolimpieza del tanque Imhoff sea más efectivo, es recomendable que su base tenga forma de tronco de pirámide invertida. Para el cálculo de la altura de la cámara de digestión, el volumen total hallado se dividió entre el área total de la cámara ($20.40 m^2$) considerando la forma de la base, es así que la altura resulto 2.25 m, siendo 1.90 m para la zona rectangular y 0.35 m para la zona de tronco de pirámide.

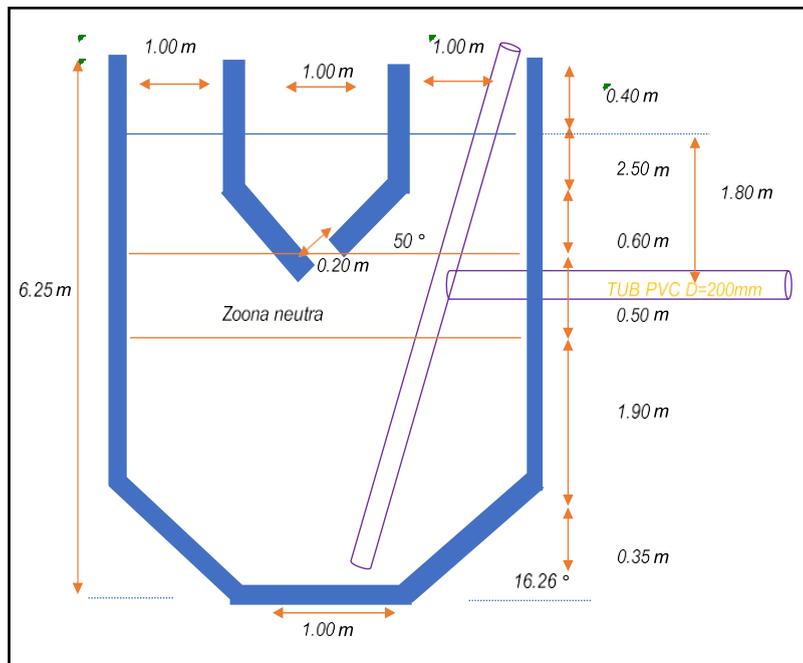


Figura 22. Esquema elevación del tanque IMHOFF parte lateral con medidas.

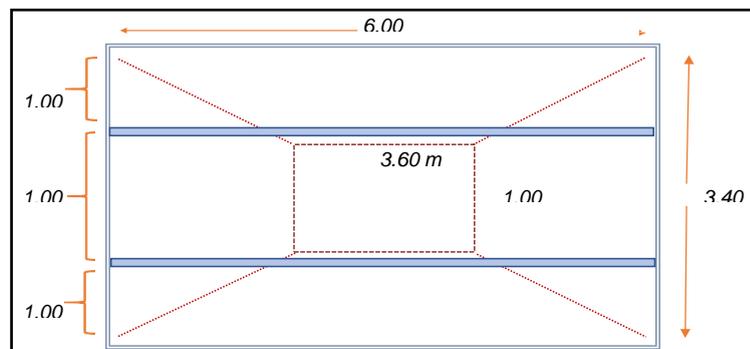


Figura 23. Esquema de planta con vista superior del sedimentador y cámara de natas de un tanque IMHOFF.

Para el empleo del tanque Imhoff en el tratamiento primario, se tomó en cuenta el RNE específicamente la Norma IS 020 Tanques sépticos, que indica “Ningún tanque séptico se diseñará para un caudal superior a los 20 m³/día”, en nuestra investigación el caudal resultante es 1.58 lt/h igual a 37.9 m³/día mayor a lo considerado en la respectiva norma. Además, ésta indica que para caudales mayores al especificado - “No se permitirá para estas condiciones el uso de tanques sépticos en paralelo.”

- Diseño del lecho de secado.

El lecho de secado, es el lugar donde se deshidratan los lodos estabilizados provenientes del tanque Imhoff. Los parámetros de diseño se detallan en la **TABLA 35.**

Tabla 35. Parámetros para el diseño del lecho de secado de la PTAR de la CC. de Llaspay.

Descripción	Parámetros
Población futura	450 <i>hab.</i>
Contribución Per cápita	90.00 <i>gr. SS/(hab*día)</i>
Carga de sólidos que ingresa al sedimentador (C)	40.50 <i>kg de SS/día</i>
Masa de sólidos que conforma los lodos	13.16 <i>kg SS/día</i>
Densidad de lodos	1.05 <i>kg/l</i> (según Norma SO.090)
Porcentaje de sólidos	12.50 (según Norma SO.090)
Volumen diario de lodos digeridos (V/d, en lt/día)	100.29 <i>l/día</i>
Tiempo de digestión	71.77 <i>días</i>
Número de extracciones al año	5 <i>veces</i>
Volumen de lodos a extraerse del tanque (vol, en m ³)	7.20 <i>m³</i>
Profundidad de aplicación (Ha)	0.30 <i>m</i> (0.20 – 0.40)
Área de lecho de secado (Als, en M ²)	23.99 <i>m²</i>
Largo =	5.80 <i>m</i>
Ancho =	4.00 <i>m</i>

Nota: Elaboración propia

Según Norma OS 090 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, se tiene que el aporte per cápita para aguas residuales domésticas de sólidos en suspensión es de 90 *gr//hab. Día*). La carga de solidos que ingresa al sedimentador es, por lo tanto, el producto del aporte per cápita por la población total, siendo este 40.50 *kg de SS/día*. La masa de solidos que

conforma los lodos, está en función a la carga de sólidos, cuyo valor resulto 13.16 *kg SS/día*. La densidad y porcentaje de lodos está establecida por la N OS 090 como 1.05 *kg/lt* y 12.50 % respectivamente. El volumen diario de lodos digeridos es de 100.29 *l/día*, valor que está en función de la masa, densidad y porcentaje de sólidos, siendo este de 100.29 *l/día*. El tiempo de digestión está en base a la temperatura de la zona y resulta de interpolar para el valor de 11.01 °C, resulta 71.77 días. El número de extracciones por año resulta de la división de la cantidad de días del año entre el tiempo de digestión, siendo estas 5 veces en un año. El volumen de lodos a extraerse cada vez es de 7.20 *m³*, resultando del producto del volumen diario por el tiempo de digestión. Según la N OS 090, la profundidad de aplicación estará entre 0.20 *m* y 0.40 *m*, se asumió una profundidad de 0.30 *m*, por lo que el área del lecho de secados resulto 23.99 *m²*, para fines constructivos se asume que el lecho tendrá forma rectangular de 5.80 *m* de largo y 4 *m* de ancho.

c. Tratamiento secundario

Con el fin de que el agua residual tratada en el proceso primario esté apta para el cuerpo receptor, se ha considerado realizar el tratamiento secundario, en donde intervienen los pozos de absorción. El desarrollo de este tratamiento se ha basado, en las normas técnicas OS 090 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales e IS 020 Tanques Sépticos del Reglamento Nacional de Edificaciones.

- Capacidad de absorción del suelo.

Para el procedimiento del cálculo del área de absorción, primero se realiza la prueba de percolación en el campo. En la prueba según el anexo 01 de la Norma técnica IS 020 Tanques Sépticos, se determina el tiempo que demora el agua en infiltrarse un centímetro en la superficie a estudiar, teniendo este valor promedio, empleamos el grafico de la curva para determinar la capacidad de absorción del suelo o la fórmula de la curva.

Se obtuvo como tiempo promedio 1 min. Hallándose como coeficiente de absorción 113.91 lt/m²/día.

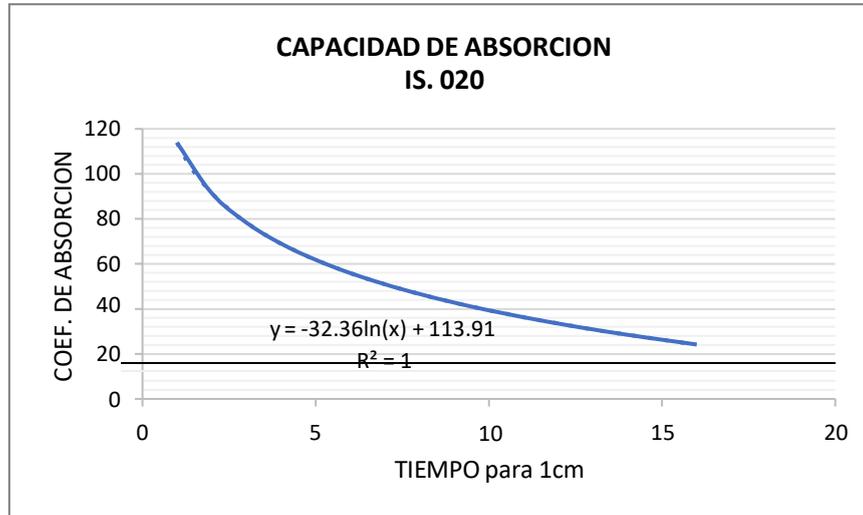


Figura 24 Capacidad de absorción de suelo, según norma IS. 020 Tanques Sépticos.

Esta estructura se ha empleado como tratamiento secundario en la Planta de Tratamiento de aguas residuales de la comunidad campesina de Llaspay, con el fin de que el agua residual tratada en el tanque Imhoff, sea vertida al cuerpo receptor (subsuelo) y que éste no sufra algún impacto negativo.

- Diseño del pozo de absorción.

Los parámetros para el diseño de los pozos de absorción, se muestran en la TABLA 36.

Tabla 36. Diseño del pozo de absorción e infiltración

Descripción	Parámetros
Caudal de diseño	37851 l/día
Tiempo de infiltración de 1 cm (T)	1.0 min
Coefficiente de infiltración (R)	113.91 l/m ² *día
Área de absorción (An)	332.29 m ²

Nota: Elaboración propia

En la TABLA 36 se tiene que, el caudal de diseño, corresponde al mismo considerado en el diseño del tanque Imhoff, en litros por día (37,851 l/día). El tiempo de infiltración para 1 cm, determinado es de 1 min, por lo que el coeficiente de infiltración nos resulta 113.91 l/m²/día. El área de absorción

requerido para el caudal de diseño resulta de la razón del caudal de diseño entre el coeficiente de infiltración que para este caso es 332.29 m^2 .

El dimensionamiento de los pozos de absorción, consistió en la determinación del diámetro, altura y número de pozos requeridos.

Tabla 37. *Dimensión del pozo de absorción para la PTAR de la CC. De Llaspay.*

Descripción	dimensiones
Diámetro (D)	3.00 m
Perímetro de la base (Pb)	9.42 m
Altura de la zanja (H)	3.20 m
Número de pozos (N)	12 unid.
Área de absorción por pozo (At)	361.91 m ²

Nota: Elaboración propia

Considerando pozos de 3 m de diámetro y altura 3.20 m, tenemos áreas de absorción de 30.16 m^2 ; dividiendo el área total requerida de absorción (332.29 m^2) entre el área de cada pozo, determinamos la necesidad de 12 pozos, los que totalizarían un área de absorción de 361.91 m^2 siendo este valor mayor al requerido (332.29 m^2) por lo que consideramos que nuestro diseño cumple con la demanda existente.

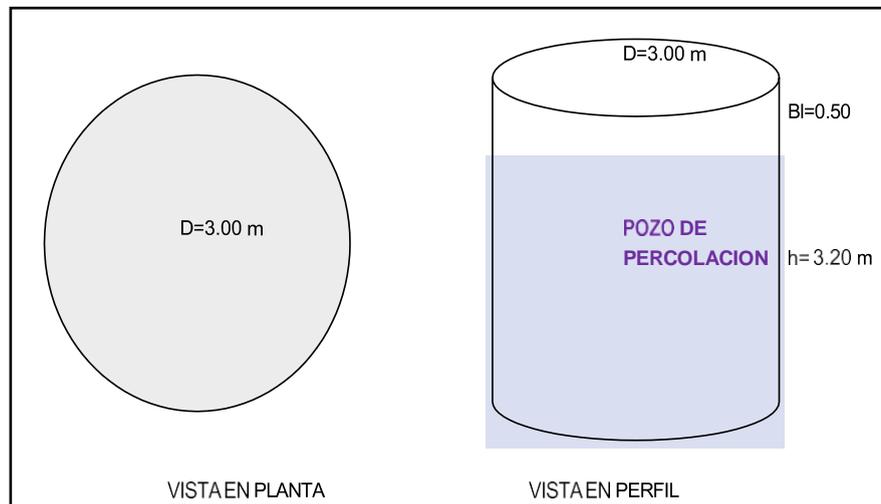


Figura 25 Pozo de percolación con vistas y dimensiones.

Según la Norma IS 020, tanques sépticos, en el artículo 17 presenta una clasificación de los terrenos según resultados de pruebas de percolación, el terreno a ser destinado para la PTAR, por el tiempo de infiltración

corresponde a la clase de Rápidos, pudiendo emplearse zanjas de percolación. Considerando que en la zona existen campos agrícolas, se vio por conveniente el empleo de pozos de percolación, a fin que no exista la menor posibilidad de observar presencia de aguas efluentes en los terrenos aledaños o inferiores. Si bien, constructivamente y presupuestalmente la construcción de pozos de percolación genera el empleo de mayores insumos, garantizamos la efectividad del tratamiento secundario.

4.3 Presupuesto total de la planta de tratamiento de las aguas residuales de la C. C. Llaspay

Para el presupuesto de la Planta de Tratamiento de la Comunidad Campesina de Llaspay, se tienen las siguientes partidas, sobre las cuales se ha elaborado el presupuesto que se muestra en la **TABLA 37**.

A continuación, se detalla las partidas:

- Sistema de tratamiento de aguas residuales. Esta partida tiene como sub partida obras provisionales y trabajos preliminares, que son los que se realizan antes de empezar con la ejecución de este proyecto. Las sub partidas tienen con sus respectivos metrados, que son las unidades de longitud de cada componente, también los precios parciales de cada uno.
- Tratamiento preliminar. Esta estructura considera al aliviadero, la cámara de rejillas y el desarenador, se desarrolló los 3 componentes de esta estructura juntos, porque al ser adyacentes y tener la misma tipología también las partidas son similares. Así, cada sub partida que en total son 14 tiene sus respectivas unidades de longitud y sus costos parciales.
- Tratamiento primario. El tanque Imhoff es el componente para el tratamiento primario, el cual consta de sub partidas con su consiguiente metrado y valor unitario. En esta partida se observa en primer lugar al trazo y replanteo en el terreno normal, esto significa que, una vez diseñado en los planos, con sus respectivas medidas también se hará en el terreno, la unidad de longitud en este caso está en m².

- Instalación tubería: aliviadero excedencias, Imhoff – lecho de secado. Para esta partida se ha tomado en cuenta el recorrido que debe tener la instalación de las tuberías de la PTAR, desde el aliviadero hasta el lecho de secado. Las características de esta partida es que consta de 6 sub partidas, iniciándose con el trazo, nivelación y replanteo de las zanjas a una profundidad de 60 m de altura. se tiene también para la sub partida de suministro y colocación de tubería, esta será en PVC – UF, (policloruro de vinilo no plastificado con unión flexible) que se refiere al material de fabricación. NTP ISO 4435, que se refiere a la norma técnica peruana para tuberías, específicamente para alcantarillado y cuyo diámetro nominal es de 200 mm.
- Lecho de secado de lodos. Para esta partida se considera la descarga de los lodos y su disposición final en el cual tendrán que atravesar por un proceso de deshidratación para luego ser reutilizados como abono u otro fin, para ello se diseña el lecho de secado que consta de 17 sub partidas con sus respectivos metrados y sus costos parciales. Para esta estructura se describe la sub partida del concreto ciclópeo $f'c=140 + 30\%$ de PM que significa que la capacidad de resistencia es 140 kg, con el 30% de piedra mediana; es decir que es un concreto básico o pobre, que se utiliza especialmente para hacer revestimientos.
- Área de absorción. Esta partida comprende 4 sub partidas importantes y cada una también describe otras sub partidas.
 - Buzonetas. En esta partida se consideran 12 sub partidas y describimos a continuación alguna de ellas. Solado mezcla C:H,1:10, E= 4" , esta sub partida se refiere al concreto que es utilizado como revestimiento básico, entre la tierra y el concreto de buena calidad, sus características son; 1 volumen de cemento por 10 de hormigón con un espesor de 4 pulgadas o 10 cm. acero $F_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$, grado 60, para armar la estructura de una buzoneta se necesita del acero, representado en varillas, estas características describen la resistencia que debe tener el acero, es decir un cm^2 de fierro

tiene una resistencia de 4200 kilogramos y el grado 60 al cual refiere la descripción.

- Cámara de distribución de efluentes. Esta estructura se utiliza para distribuir el agua residual por las conexiones de tubería, hacia los pozos de percolación o absorción. Esta sub partida se divide en 9, tarrajeo interior con impermeabilizante M=1:3 E=2.0 cm. Se refiere a las características de la mezcla, 1 volumen de cemento por 3 de arena fina, y debe tener un espesor de 2 cm. A esta mezcla se le añade un impermeabilizante, ya que este tarrajeo irá al interior de la estructura y tendrá contacto con el agua.
- Red de distribución de efluentes. Esta partida está referida específicamente a las conexiones de tubería que salen de las cámaras de distribución hasta los pozos de absorción, estas transportan el agua residual para su posterior tratamiento. Consta de 6 sub partidas, con sus respectivos metrados y sus costos unitarios cada una.
- Pozos de absorción. Estas estructuras cumplen la función de realizar el tratamiento secundario para que el agua residual este en óptimas condiciones y sea vertido al cuerpo receptor. Se consideran 12 pozos en total, para los cuales describimos algunas sub partidas. suministro y colocado de material filtrante p/p absorción 3/4 - 2" este componente se refiere al material entre la tierra y el muro de piedras, siendo sus características la grava de $\frac{3}{4}$ de diámetro con un ancho de 2 pulgadas.
- Obras provisionales. Esta partida se refiere a las acciones que se deben tomar antes de empezar la ejecución de la obra. Y se divide en 2 partidas; cartel de identificación de toda la obra 4.80 X 3.60 m. Es importante en cada inicio de obra porque este indicara el nombre del proyecto, quien será el ejecutor de obra y el presupuesto total de la obra, con el fin de que sea de conocimiento público. y alquiler de oficina del residente, el ingeniero residente de obra será quien dirija la construcción de la PTAR, para ello necesita estar permanentemente en obra por lo cual requiere de un establecimiento para su permanencia.

- Seguridad y salud en el trabajo. En esta partida se detalla el uso de equipos de protección personal de manera individual y colectiva, también la necesidad de capacitar al personal de obra para poder disminuir el riesgo de accidentes y los recursos de respuestas ante cualquier evento emergencias.
- Flete. En esta partida se considera al flete terrestre referidos a los tramos Cusco Llaspay y al flete rural, que se refiere al transporte realizado dentro de la comunidad de Llaspay. Los metrados de esta partida están en toneladas, con sus respectivos precios unitarios.

De esta manera, el presupuesto para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la CC. Llaspay se puede observar en la **Tabla 38**.

Tabla 38. Presupuesto Total de Planta de Tratamiento de la Aguas Residuales de la CC. Llaspay.

UNIVERSIDAD CONTINENTAL					
Presupuesto					
Presupuesto	1301021	DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE LLASPAY, DISTRITO DE HUANOQUITE, PROVINCIA DE PARURO, REGION CUSCO - 2021			
Subpresupuesto	001	DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			
Cliente	INSOS		Costo al		04/07/2021
Lugar	CUSCO - PARURO - HUANOQUITE				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				9,438.77
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE TODA LA OBRA 4.80 X 3.60 m	und	1.00	965.17	965.17
01.02	ALQUILER DE OFICINA DEL RESIDENTE	mes	5.00	1,694.92	8,474.60
02	SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO				15,346.76
02.01	ELEMENTOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	jpo	1.00	7,114.80	7,114.80
02.02	ELEMENTOS DE PROTECCION COLECTIVO	jpo	1.00	2,967.76	2,967.76
02.03	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	even	1.00	4,000.00	4,000.00
02.04	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS	jpo	1.00	1,264.20	1,264.20
03	FLETE				98,815.11
03.01	FLETE TERRESTRE (CUSCO - LLASPAY)	ton	276.94	32.56	9,017.17
03.02	FLETE RURAL	ton	3,382.22	26.55	89,797.94
04	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES				275,806.57
04.01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES				12,824.89
04.01.01	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA	und	1.00	2,472.77	2,472.77
04.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	2,494.54	0.69	1,721.23
04.01.03	TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL	m2	2,494.54	1.37	3,417.52
04.01.04	EXPLANACIONES EN TERRENO CONGLOMERADO CON EQUIPO	m3	377.45	8.11	3,061.12
04.01.05	TRASLADO Y ACOPIO DE MATERIAL SOBRANTE	m3	471.81	4.56	2,151.45
04.02	TRATAMIENTO PRELIMINAR (ALIVADERO-CAMARA DE REJAS-DEBARENADOR)				10,622.37
04.02.01	TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL	m2	24.04	1.37	32.93
04.02.02	EXCAVACION EN TERRENO CON PRESENCIA DE ROCA SUELTA	m3	14.73	46.09	678.91
04.02.03	PERFILADO Y COMPACTADO SUPERFICIE EXCAVADA	m2	15.92	4.36	69.41
04.02.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	2.35	19.73	46.37
04.02.05	TRASLADO Y ACOPIO DE MATERIAL SOBRANTE	m3	15.47	4.56	70.54
04.02.06	SOLADO MEZCLA C/H,1:10, E= 4"	m2	15.92	26.76	426.02
04.02.07	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA ESTRUCTURAS DE CONCRETO (OBRAS DE ARTE)	m2	70.29	28.48	2,001.86
04.02.08	ACERO Fy= 4200 kg/cm2, GRADO 60	kg	222.47	5.66	1,259.18
04.02.09	CONCRETO f _c =210 kg/cm2 (MUROS, LOSA)	m3	5.28	465.69	2,458.84
04.02.10	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE M=1.3 E=2.0 cm.	m2	47.96	29.41	1,411.09
04.02.11	TARRAJEO EN EXTERIORES (MORTERO C:A 1:5)	m2	22.60	28.99	655.17
04.02.12	SUMINISTRO E INSTALACION COMPUERTA TIPO TARJETA	und	4.00	194.12	776.48
04.02.13	SUMINISTRO E INSTALACION REJA METALICA	und	3.00	198.35	595.05
04.02.14	SUMINISTRO E INSTALACION JUNTA WATER STOP DE NEOPRENO DE 6"	m	4.00	35.13	140.52
04.03	TANQUE IMHOFF				101,840.12
04.03.01	TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL	m2	63.24	1.37	86.64
04.03.02	EXCAVACION MASIVA CON EQUIPO EN TERRENO CONGLOMERADO	m3	290.45	22.40	6,506.08
04.03.03	EXCAVACION EN TERRENO CON PRESENCIA DE ROCA SUELTA	m3	8.99	46.09	414.35
04.03.04	PERFILADO Y COMPACTADO SUPERFICIE EXCAVADA	m2	33.03	4.36	144.01
04.03.05	TRASLADO Y ACOPIO DE MATERIAL SOBRANTE	m3	113.03	4.56	515.42
04.03.06	SOLADO MEZCLA C/H,1:10, E= 4"	m2	33.03	26.76	883.88
04.03.07	DRENES DE PVC ø=6" PERIMETRAL AL TANQUE	m	22.20	61.84	1,372.85
04.03.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA ESTRUCTURAS DE CONCRETO (OBRAS DE ARTE)	m2	380.63	28.48	10,840.34
04.03.09	ACERO Fy= 4200 kg/cm2, GRADO 60 (IMHOFF)	kg	2,894.30	5.66	16,381.74
04.03.10	CONCRETO f _c =210 kg/cm2 (IMHOFF)	m3	53.46	465.69	24,895.79
04.03.11	CONCRETO f _c =175 kg/cm2	m3	1.97	401.26	790.48
04.03.12	SUMINISTRO E INSTALACION DE MATERIAL GRANULAR EN PERIMETRO DE IMHOFF Ø 1/2" A 1 1/2"	m3	4.10	103.08	422.63
04.03.13	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	209.02	19.73	4,123.96
04.03.14	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE M=1.3 E=2.0 cm.	m2	232.59	29.41	6,840.47
04.03.15	TARRAJEO EN EXTERIORES (MORTERO C:A 1:5)	m2	147.32	28.99	4,270.81
04.03.16	BARANDAS METALICAS PARA MUROS	m	40.08	410.74	16,462.46
04.03.17	TAPA METALICA DE 0.80 X 0.80 M, E=18"+PINTURA ANTICORROSIVA	und	2.00	121.02	242.04
04.03.18	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS EN TANQUE IMHOFF	und	1.00	6,446.17	6,446.17
04.04	INSTALACION TUBERIA: ALIVADERO-EXCEDENCIAS, IMHOFF-LECHO SECADO				8,890.56

Presupuesto

Presupuesto **1301021** DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE LLASPAY, DISTRITO DE HUANOQUITE, PROVINCIA DE PARURO, REGION CUSCO - 2021
 Subpresupuesto **001** DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
 Cliente **INSOS**
 Lugar **CUSCO - PARURO - HUANOQUITE** Costo al **04/07/2021**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
04.04.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTO DE ZANJAS A=0.60M	m	89.96	0.99	89.06
04.04.02	EXCAVACION EN TERRENO CON PRESENCIA DE ROCA SUELTA	m3	37.78	46.09	1,741.28
04.04.03	TRASLADO Y ACOPIO DE MATERIAL SOBRENTE	m3	26.99	4.56	123.07
04.04.04	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUB. PVC-UF, NTP ISO 4435 DN=200 mm	m	89.96	38.25	3,440.97
04.04.05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	43.18	73.57	3,176.75
04.04.06	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	16.19	19.73	319.43
04.05	LECHO DE SECADO DE LODOS				18,352.72
04.05.01	TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL	m2	54.08	1.37	74.09
04.05.02	EXCAVACION EN TERRENO CON PRESENCIA DE ROCA SUELTA	m3	39.22	46.09	1,807.65
04.05.03	PERFILADO Y COMPACTADO SUPERFICIE EXCAVADA	m2	31.44	4.36	137.08
04.05.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	1.48	19.73	29.20
04.05.05	TRASLADO Y ACOPIO DE MATERIAL SOBRENTE	m3	47.18	4.56	215.14
04.05.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA ESTRUCTURAS DE CONCRETO (OBRAS DE ARTE)	m2	36.08	28.48	1,027.56
04.05.07	CONCRETO CICLOPEO f _c =140 + 30% DE FM	m3	0.86	306.96	263.99
04.05.08	CONCRETO f _c =175 kg/cm ²	m3	12.50	401.26	5,015.75
04.05.09	RELLENO CON MATERIAL DE FILTRO (GRAVA ZARANDEADA 18" a 14")	m3	4.64	122.28	567.38
04.05.10	RELLENO CON MATERIAL DE FILTRO (GRAVA ZARANDEADA 12" a 34")	m3	2.32	122.28	283.69
04.05.11	SUMINISTRO E INSTALACION DE MATERIAL FILTRANTE GRAVA Ø 12" A 1 1/2"	m3	2.62	103.08	270.07
04.05.12	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUB. PVC-UF, NTP ISO 4435 DN=160 mm	m	7.25	29.55	214.24
04.05.13	CRIBADA SUMINISTRO Y COLOCACION DE LADRILLOS 0.40X0.90X0.10	und	408.00	1.80	734.40
04.05.14	PARANTES PARA COBERTURA	und	6.00	204.46	1,226.76
04.05.15	TUERALES METALICOS PARA COBERTURA DE LECHO DE SECADO	und	3.00	440.89	1,322.67
04.05.16	COBERTURA DE LECHO DE SECADO	m2	44.72	107.38	4,802.03
04.05.17	PINTURA ESMALTE EN ESTRUCTURA METALICA	m	77.14	4.68	361.02
04.06	AREA DE ABSORCION				94,479.62
04.06.01	BUZONETAS				2,480.64
04.06.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	3.98	0.69	2.75
04.06.01.02	TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL	m2	3.98	1.37	5.45
04.06.01.03	EXCAVACION EN TERRENO CON PRESENCIA DE ROCA SUELTA	m3	5.38	46.09	247.96
04.06.01.04	SOLADO MEZCLA C.H.1:10, E= 4"	m2	2.85	26.76	76.27
04.06.01.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE BUZONES	m2	10.56	29.30	309.41
04.06.01.06	ACERO F _y = 4200 kg/cm ² , GRADO 60	kg	35.28	5.66	199.68
04.06.01.07	CONCRETO f _c =175 kg/cm ² (BASE, MUROS BUZON)	m3	1.43	401.26	573.80
04.06.01.08	CONCRETO f _c =210 kg/cm ² (LOSA BUZONES)	m3	0.43	465.69	200.25
04.06.01.09	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE M=1:3 E=2.0 cm.	m2	9.05	29.41	266.16
04.06.01.10	CONFORMACION CANAL MEDIA CAÑA O CANAL DERIVADOR	m	2.40	12.07	28.97
04.06.01.11	DADO PARA ANCLAJE ACCESORIOS DE CONCRETO f _c =140 kg/cm ²	m3	0.59	326.03	192.36
04.06.01.12	TAPA DE CONCRETO ARMADO a=0.60 m	und	3.00	125.86	377.58
04.06.02	CAMARA DE DISTRIBUCION EFLUENTES				7,160.99
04.06.02.01	TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL	m2	3.75	1.37	5.14
04.06.02.02	EXCAVACION EN TERRENO CON PRESENCIA DE ROCA SUELTA	m3	2.25	46.09	103.70
04.06.02.03	PERFILADO Y COMPACTADO SUPERFICIE EXCAVADA	m2	3.75	4.36	16.35
04.06.02.04	TRASLADO Y ACOPIO DE MATERIAL SOBRENTE	m3	2.81	4.56	12.81
04.06.02.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA ESTRUCTURAS DE CONCRETO (OBRAS DE ARTE)	m2	18.76	28.48	534.28
04.06.02.06	ACERO F _y = 4200 kg/cm ² , GRADO 60	kg	78.88	5.66	446.46
04.06.02.07	CONCRETO f _c =175 kg/cm ²	m3	7.85	401.26	3,149.89
04.06.02.08	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTE M=1:3 E=2.0 cm.	m2	9.78	29.41	287.63
04.06.02.09	TARRAJEO EN EXTERIORES (MORTERO C.A 1.5)	m2	0.74	28.99	21.45
04.06.02.10	SUMINISTRO E INSTALACION DE TAPAS DE CONCRETO PARA CD EFLUENTES	und	7.00	369.04	2,583.28
04.06.03	RED DE DISTRIBUCION DE EFLUENTES				15,486.13
04.06.03.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO DE ZANJAS A=0.60M	m	260.58	0.99	257.97
04.06.03.02	EXCAVACION EN TERRENO CON PRESENCIA DE ROCA SUELTA	m3	109.44	46.09	5,044.09
04.06.03.03	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUB. PVC-UF, NTP ISO 4435 DN=200 mm	m	37.59	38.25	1,437.82

Presupuesto

Presupuesto 1301021 DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE LLASPAY, DISTRITO DE HUANOQUITE, PROVINCIA DE PARURO, REGION CUSCO - 2021
 Subpresupuesto 001 DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
 Cliente INSOS Costo al 04/07/2021
 Lugar CUSCO - PARURO - HUANOQUITE

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
04.06.03.04	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUB. PVC-UF, NTP ISO 4435 DN 110 mm	m	222.99	17.67	3,940.23
04.06.03.05	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	49.16	73.57	3,616.70
04.06.03.06	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	60.28	19.73	1,189.32
04.06.04	POZOS DE ABSORCION				69,351.86
04.06.04.01	TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL	m2	102.64	1.37	140.62
04.06.04.02	EXPLANACIONES EN TERRENO CONGLOMERADO CON EQUIPO	m3	426.05	8.11	3,455.27
04.06.04.03	ASENTADO DE MURO DE PIEDRA SIN HABILITAR C/JUNTA ABIERTA Y SELLADA	m2	407.15	61.79	25,157.80
04.06.04.04	SUMINISTRO Y COLOCADO DE MATERIAL FILTRANTE P/P ABSORCION 3/4 - 2"	m3	72.79	103.08	7,503.19
04.06.04.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA ESTRUCTURAS DE CONCRETO (OBRAS DE ARTE)	m2	357.46	28.48	10,180.46
04.06.04.06	ACERO Fy= 4200 kg/cm ² , GRADO 60	kg	1,488.24	5.66	8,423.44
04.06.04.07	CONCRETO SIMPLE fc=175 kg/cm ²	m3	32.35	401.26	12,980.76
04.06.04.08	TAPA DE CONCRETO ARMADO a=0.60 m	und	12.00	125.86	1,510.32
04.07	CERCO PERIMETRICO				28,997.89
04.07.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO DE CERCO	m	197.00	0.99	195.03
04.07.02	EXCAVACION EN TERRENO NORMAL	m3	8.96	39.50	353.92
04.07.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON CARRETILLA A 30M	m3	11.20	23.04	258.05
04.07.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE PARANTES	und	70.00	117.89	8,252.30
04.07.05	CERCO PERIMETRICO DE MALLA OLIMPICA COCADA 2" X 2"	m	195.62	99.61	19,485.71
04.07.06	PUERTA PARA CERCO PERIMETRICO DE MALLA OLIMPICA COCADA 2"X2"	und	1.00	452.08	452.08
	Costo Directo				399,408.21
	Gastos Generales (26.91%)				107,494.57
	Utilidad (4.60%)				15,976.33
	Costo Parcial				522,879.11
	IGV				94,118.24
	COSTO DE EJECUCION DE OBRA				616,997.36

SON : SEISCIENTOS DIECISEIS MIL NOVECIENTOS NOVENTISIETE Y 36/100 NUEVOS SOLES

CONCLUSIONES

1. Se estudiaron los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales vertidas por la población de la C.C. Llaspay, como: demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, pH, sólidos totales en suspensión, aceites y grasas y temperatura; mientras que el parámetro microbiológico fue coliformes fecales, los resultados de caracterización presentan valores que en su mayoría sobrepasan los límites máximos permisibles para efluentes de aguas (Decreto Supremo 003-2010-MINAM).
2. El diseño de la planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la C.C. Llaspay está ceñido a la Norma OS 090 sobre plantas de tratamiento de aguas residuales, se utilizaron como criterios básicos para el diseño: período de tiempo del sistema, la población a satisfacer y el caudal. Mientras que, el sistema de tratamiento está basado en un tratamiento preliminar compuesto por un aliviadero, cámara de rejillas y desarenador; tratamiento primario con Tanque Imhoff con lecho de secado; y, tratamiento secundario con pozos de absorción.
3. El presupuesto total del diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales de la comunidad campesina de Llaspay es de S/. 699,917.39. Los costos directos involucran a las obras civiles, equipamiento, sistemas de tuberías, instalaciones eléctricas y otros que aseguren una buena operación; los costos indirectos incluyen a los gastos generales, las utilidades y los impuestos.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere evaluar el actual estado de las redes de alcantarillado que a la fecha se encuentran en mal estado, muchas de las conexiones de las casas han colapsado y las aguas residuales en algunos casos están discurriendo al aire libre.
- Se sugiere capacitar e incentivar a la población para el uso adecuado del agua, haciendo el mantenimiento respectivo a sus grifos y duchas en sus viviendas, porque se evidencia el desperdicio de este líquido elemento.
- Es importante también capacitar al personal que estará encargado de la operación y mantenimiento de la PTAR, así como la conformación de una JASS de la comunidad para que la vida útil de esta planta cumpla con el tiempo proyectado.
- Se sugiere capacitar a la población en temas de salubridad para mejorar su calidad de vida y la de sus familias.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

1. MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO (MVCS). Decreto Supremo N° 018-2017-VIVIENDA, Plan Nacional de Saneamiento 2017-2021. *El Peruano*. Online. 10 March 2021. Available from: http://www.regionpiura.gob.pe/euroecotraden/documentos/Ley_26839.pdf
2. SUNASS. *Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento*. Online. 2015. Available from: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
3. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA (INEI). *Resultados definitivos*. . Tomo I. 2018. ISBN 9789892501857.
4. LARIOS, F., GONZÁLEZ, C. and MORALES, Y. Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL*. Online. 2015. Available from: <http://revistas.usil.edu.pe/index.php/syh/article/view/115>
5. HERNANDEZ, R. *Metodología de la investigación*. . [no date]. ISBN 9781456223960.
6. CONASIN. “ *Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Residuales de la localidad de Paruro , Cusco* ”. 2016.
7. CASANOVA, J and HUAMANI, K. *Diseño de Diseño de una Planta de Tratamiento para los Efluentes Líquidos Domésticos del Distrito de Chancay* Online. [online] 2014. Available from: http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/570/JeanLouis_Tesis_titulo_profesional_2014.pdf?sequence=3&isAllowed=y
8. A., CHALCO and H., CAMILO. “*Determinación de la eficiencia de tratamiento de aguas residuales*. Online. Universidad Andinadel Cusco, 2019. Available from: https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/3547/Hugo_Tesis_bachiller_2019_Part.2.pdf?sequence=1&isAllowed=y
9. SILVA, D. *Diseño de una Planta de Tratamiento de Agua Residual para el riego de áreas verdes en el distrito de Los Olivos*. . Universidad Católica del Perú., 2020.
10. GALEANO, I. and ROJAS, V. *Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales por zanjón de oxidación para el casco urbano del municipio de Velez -Santander*. Online. Universidad Católica de Colombia., 2016. Available from: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/13930/4/PROPUESTA DE>

- DISEÑO DE UNA PTAR PARA EL MUNICIPIO DE VELEZ -SANTANDER..pdf
11. MACLONI, Diego. *Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales municipio sanjuan chamelco - Guatemala*. Online. 2014. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biochi.2015.03.025><http://dx.doi.org/10.1038/nature10402><http://dx.doi.org/10.1038/nature21059><http://journal.stainkudus.ac.id/index.php/equilibrium/article/view/1268/1127><http://dx.doi.org/10.1038/nrmicro2577><http://>
 12. OEFA. Fiscalización ambiental en Aguas Residuales. Online. 2014. Available from: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
 13. QUIVERA. *El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible*. Online. 2012. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/401/40123894005.pdf>
 14. CAJIGAS, A. *Ingeniería de aguas residuales - Tratamiento, vertido y reutilización*. Online. 1995. Vol. I. Available from: <https://civilmas.net/libros/ingenieria-de-aguas-residuales-metcalf-eddy/>
 15. QUIROZ, P. *Planta de tratamiento de aguas residuales para regadío en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. Online. Universidad Mayor de San Marcos, 2009. Available from: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/432>
 16. VALDEZ, E. and VAZQUEZ, A. *Ingeniería de los sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales*. Online. México, 2003. ISBN 968-7508 05-4. Available from: http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/ingenieria_de_los_sistemas_de_tratamiento_y_disposicion_de_aguas_residuales_civilgeeks.pdf
 17. LIZANA, P. *Tratamiento de Aguas Residuales para el Caserío Villa Palambra*. Online. Universidad de Piura, 2018. Available from: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3636/ING_605.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 18. IDEAM. Demanda Química De Oxígeno Por Reflujo Cerrado Y Volumetría. *Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial*. Online. 2007. P. 11. Available from: <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Química+de+Oxígeno.pdf/20030922-4f81-4e8f-841c-c124b9ab5adb>
 19. NOYOLA, A., MORGAN, J. and GUERRECA, L. *Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales*. Online. 2013. ISBN 9786070248221. Available from: <http://es.slideshare.net/EdwinMamaniVilcapaza/seleccion-de->

tecnologías-para-el-tratamiento-de-aguas-residuales-municipales

20. RAFO, E. and RUIZ, E. *Características de aguas residuales y demanda biológica de oxígeno*. *Journal of the American Chemical Society*. 1984. Vol. 106, no. 22, p. 6751–6755. DOI 10.1021/ja00334a047.
21. GARCIA, I., BETANCORT, J., RODRIGUEZ, J., PEÑATE, B., PIDRE, J. and SANDÓN, N. *Guía sobre tratamientos de aguas residuales urbanas para pequeños núcleos de población*. (ICREW). *Guía*. Online. April 2006. P. 68. Available from: <http://www.cienciacanaria.es/files/Guia-sobre-tratamientos-de-aguas-residuales-urbanas-para-pequenos-nucleos-de-poblacion.pdf>
22. CARRILLO, L. and AUDISIO, M. *Virus y parásitos*. In : *Manual de microbiología de los alimentos*. Online. 2007. p. 47–52. Available from: http://www.unsa.edu.ar/biblio/repositorio/malim2007/5_virus_y_parasitos.pdf
23. LACLETTE, J., BOBES, R. and CARRERO, J. *La era posgenómica en el estudio de los helmintos*. *Ciencia*. Online. 2017. Vol. 68, no. 1, p. 62–65. Available from: http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/68_1/PDF/helmintos.pdf
24. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (ANA). *Plan anual de fiscalización*. Online. LIMA, 20 April 2016. Available from: https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._097-2016-ana.pdf
25. *GUÍA PARA EL DISEÑO DE TANQUES SÉPTICOS*.
26. GERMÁN, D. and MUÑOZ, K. *Diseño De Planta De Tratamiento De Aguas Residuales Para El Casco Urbano Del Municipio De Macanal, Boyacá*. Online. 2012. Available from: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2651/Medinagerman2012.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
27. BAUTISTA, R. *Diseño de planta de aguas residuales*. . 2015.
28. SERRANO, J. and CORZO, A. *Guía Práctica de Diseño, Construcción y Explotación de Sistemas de Humedales de Flujo Subsuperficial*. *Universidad Politecnica de Cataluña*. Online. 2008. P. 108. Available from: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/2474/JGarcia_and_ACorzo.pdf?sequence=1
29. FONDO NACIONAL DEL AMBIENTE (FONAM). *Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú*. Online. 2010. Available from: www.fonamperu.org/.../agua/.../Oportunidades_Mejoras_Ambientales.pdf
30. PAZ, A. and RUIZ, M. *Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales*

- municipales para el distrito de Santiago de Chuco*. Online. Universidad Nacional de Trujillo, 2017. Available from: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9882>
31. OPS/CEPIS. *Guía para el diseño de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y lagunas de estabilización. Publicaciones Estadísticas y Geográficas. SINA*. 2005. P. 40.
 32. BABBITT, H. Especificaciones técnicas para la construcción de tanque séptico, tanque Imhoff y laguna de estabilización. In : *Organización Panamericana de la Salud*. Online. 2005. Available from: <http://www.cecodes.net/manuales/.pdf>
 33. NORMA OS.090. *Planta de Tratamiento de aguas residuales*. Online. Available from: <http://marefateadyan.nashriyat.ir/node/150>
 34. UNESCO. *Aguas Residuales el Recurso Desaprovechado*. Online. 2017. Available from: http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf
 35. ESPIGARES, E. and ALVAREZ, A. *Higiene y sanidad ambiental*. Online.2002. Vol. 25, p. 19–25. Available from: [https://saludpublica.ugr.es/sites/dpto/spublica/public/inline-files/bc510151486275b_Hig.Sanid_.Ambient.2.19-25\(2002\).pdf](https://saludpublica.ugr.es/sites/dpto/spublica/public/inline-files/bc510151486275b_Hig.Sanid_.Ambient.2.19-25(2002).pdf)
 36. CÉSPEDES A. *Influencia de un adecuado manejo y uso de presupuestos*. . Universidad Nacional de Trujillo, 2015.
 37. M., VILLALOBOS. *Elaboración de un modelo de presupuesto y propuesta de control*. . Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2016.
 38. JAUREGUIBERRY, M. *Efluentes Industriales*. Online. 2012. Available from: https://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/segumar/a13-3/material/Efluentes_higiene.pdf
 39. HERNANDEZ, R. *Metodología de la investigación*. Online. Sexta edic. 2014. ISBN 9781456223960. Available from: <http://marefateadyan.nashriyat.ir/node/150>
 40. A., NUÑEZ. *Influencia de la concentración de sólido en la velocidad de sedimentación de lodo de la industria de áridos Benigno*. In : *Minería y Geología*. Online. 2016. Available from: <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/1713/4/TFLACSO-2005MCGH.pdf>

ANEXOS

1. Fotografías del Trabajo de Campo

PANEL FOTOGRÁFICO



1. Unidad básica de saneamiento deteriorado.



2. Servicios higiénicos deteriorados.



Los servicios higiénicos generan olores fétidos.

4. Infraestructura deteriorada y en mal estado.



5. Sistema de tratamiento de excretas colapsado.



6. Instalaciones de desagüe a la vía pública.



7. Calles de la comunidad campesina de Laspay se encuentran sin asfalto.

TRABAJOS DE MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES



8. Ubicación del punto de muestreo.



9. Selección de frasco para el etiquetado.



10. Colocación de fecha, hora y lugar en los frascos. **11.** Toma de muestra.

TRABAJOS DE CAMPO ESTUDIO DE SUELO



12. Excavación para el proceso de infiltración de agua.



13. Se realiza el estudio de suelo con la finalidad de garantizar la capacidad de absorción y la posibilidad de contar con esta alternativa para la instalación de los pozos de absorción en la PTAR de la CC. de Llaspay.



14. Terreno designado para la instalación de la planta de tratamiento de aguas residuales.

2. Análisis de Laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-042



Registro N°LE - 042

INFORME DE ENSAYO LLP-2962-2021 SO-1235-2021

Pág. 1 de 1

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante: Irina Alfaro
Dirección Legal: Av. Los Incas N°810 Dpto. 404 – Wanchaq - Cusco

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Nombre del Producto: Agua residual
Matriz microbiológico: Agua residual industrial
Matriz química: Agua residual
Fecha de Ingreso de Muestra: 2021/02/11
Fecha de Ensayo: 2021/02/11

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA Y REPORTE DE RESULTADOS

Toma de muestra realizada por: Sra. Irina Alfaro
Fecha de Toma de Muestra: 2021/02/11
Hora de toma de muestra: 07:30
Procedencia de la Muestra: Ultimo buzón del Sistema de Desague – Localidad Llaspay – Distrito Huanoquite – Provincia Paruro – Cusco.
Cantidad y Descripción de la Muestra: Frasco de polietileno de 250ml estéril, Frascos de polietileno de 250ml, 500ml, 1L, frasco de vidrio de 1L, transportado en cadena de frío.
Fecha de Emisión de Informe de Ensayo: 2021/02/18
Datos declarados por el cliente
PROYECTO: PTAR – Llaspay – Huanoquite

Referencia: La toma de muestra fue realizada según el instructivo:
LLP-MP14-101: Instructivo Toma-Preservación de Muestras de alimentos y Aguas Laboratorio Microbiológico.
LLP-MP14-106: Instructivo Toma – Preservación de Muestras de Aguas - Laboratorio Químico
Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
Coliformes Fécales	NMP/100ml	14x10 ⁶

RESULTADOS QUÍMICOS

Ensayo(s)	Unidad	Resultado(s)
DBO ₅	DBO ₅ mg/L	229,33
DQO	mg O ₂ /L	405,63
pH ^R	Unidades de pH	7,85
Sólidos totales en suspensión	mgSTS/L	458,33
Aceites y grasas	mgAyG/L	38,00
Temperatura (*)	°C	18,4

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INACAL- DA
^R Resultado referencial por superar el tiempo establecido por el método para su determinación.

Métodos de Referencia:

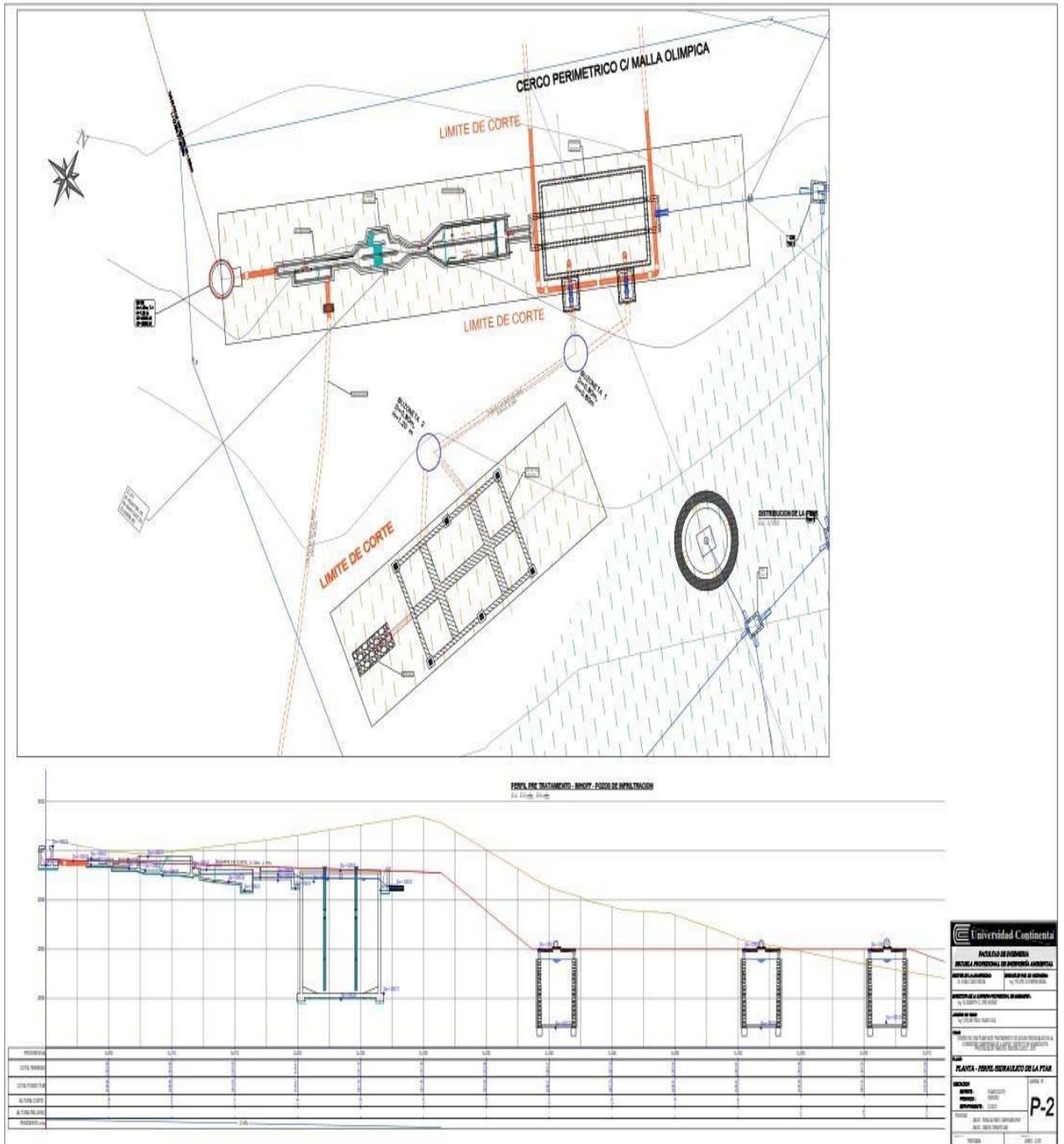
Coliformes Fecales (NMP) SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part. 9221 E-1, 23rd (2017)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. (2017)
Demanda Química de Oxígeno (DQO) SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 C, 23rd Ed. (2017)
Sólidos Totales en Suspensión SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. (2017)
Aceites y Grasas SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 D, 23rd Ed. (2017)
Ph SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. (2017)
Temperatura 2017 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23ND EDITION. Part.2550 Temperature.B.Laboratory and Field Methods.Pág. 2-69

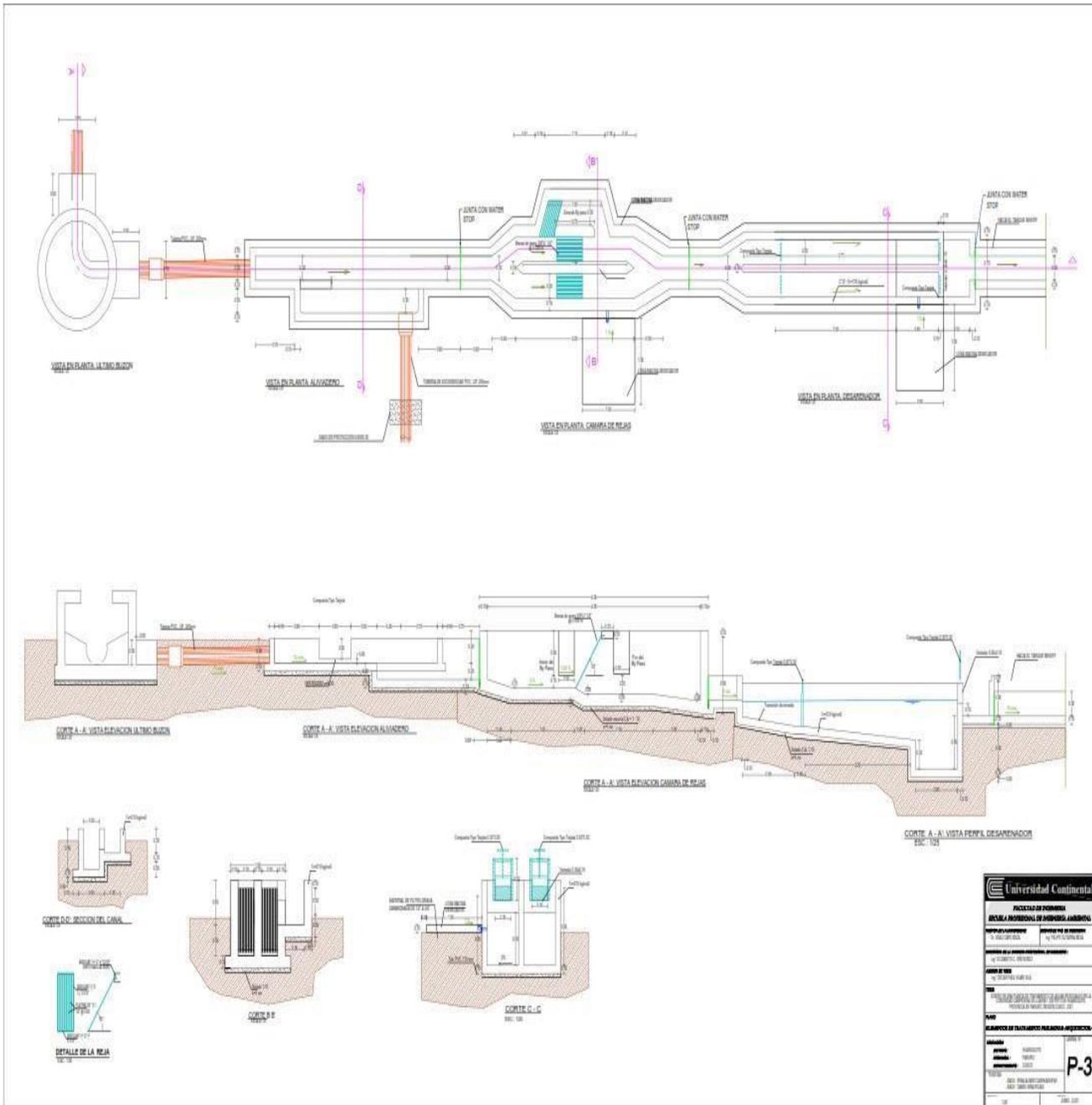
Bilga. Mercedes Maritza Quispe Florez

Los resultados de los ensayos realizados en este laboratorio son válidos para la certificación de conformidad de producto o una certificación del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. Este documento no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización del Laboratorio Louis Pasteur S.R.Ltda. Los resultados solo se refieren a los ítems ensayados. El presente informe de ensayo se refiere únicamente a la muestra analizada.

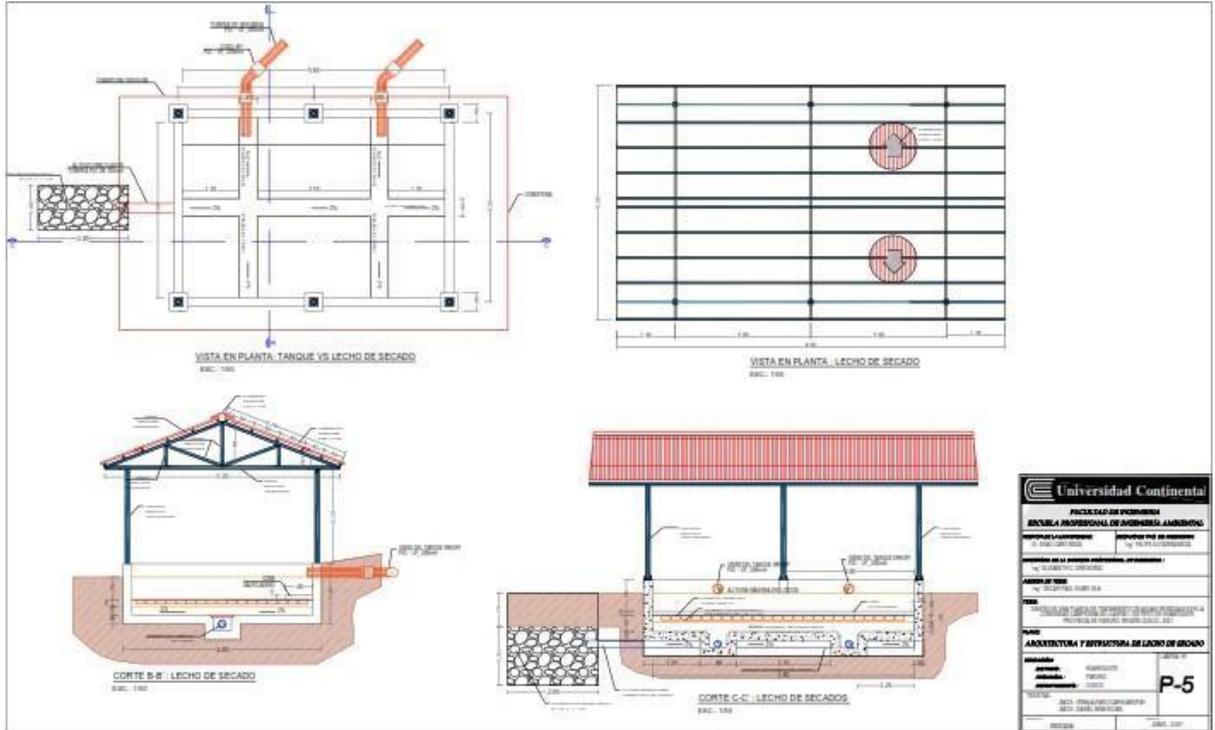
LLP-MP17-F02 VER 09 NOVIEMBRE 2019

Urb. Velasco Astete D-18-B Wanchaq - Cusco Telefax: 084-234727 - 771906 Cel. 975713500 - 974787151
laboratoriolouispasteur@yahoo.es www.louispasteur.pe





PROYECTO DE INGENIERIA INGENIERIA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL	
INSTITUTO UNIVERSITARIO U.C. CONTINENTAL	PROYECTO DE INGENIERIA P-3
PROFESOR DE INGENIERIA AMBIENTAL ING. CARLOS RIVERA	
ALUMNO DE INGENIERIA AMBIENTAL ING. PABLO ANTONIO GONZALEZ	
FECHA: 2023	HOJA: 3
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	FECHA DE ENTREGA: 2023
PROFESOR: ING. CARLOS RIVERA	ALUMNO: ING. PABLO ANTONIO GONZALEZ
FECHA DE ENTREGA: 2023	FECHA DE ENTREGA: 2023



Universidad Continental	
FACULTAD DE INGENIERIA	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL	
INTEGRANTES:	PROFESOR POR ASIGNATURA:
PROFESOR DE LA ASIGNATURA AMBIENTES DE CONSTRUCCION:	
AREA DE TRABAJO:	
TITULO:	
PAIS:	
ARQUITECTURA Y ESTRUCTURA DE LECHO DE SECADO	
ESTADISTICA:	FECHA DE ENTREGA:
ANEXO:	FECHA DE ENTREGA:
ANEXO:	FECHA DE ENTREGA:
P-5	
FECHA DE ENTREGA:	FECHA DE ENTREGA:
FECHA DE ENTREGA:	FECHA DE ENTREGA:

