



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú.](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/)

Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
CONCURSO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PARA TESIS A
NIVEL DE PREGRADO 2020



**Diseño de un proceso físico para la reducción de contaminantes generados
por aguas residuales de los usuarios no domésticos en la ciudad de
Moyobamba**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario

AUTOR:

Julio César Tuesta Ramos

ASESOR:

Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza

Código: 6054019

Moyobamba – Perú

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
CONCURSO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PARA TESIS A
NIVEL DE PREGRADO 2020



**Diseño de un proceso físico para la reducción de contaminantes generados
por aguas residuales de los usuarios no domésticos en la ciudad de
Moyobamba**

AUTOR:

Julio César Tuesta Ramos

Sustentada y aprobada el 12 de agosto del 2021, por los siguientes jurados:

.....
Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia
Presidente

.....
Ing. M. Sc. Mirtha Felicita Valverde Vera
Secretaria

.....
Lic. M.Sc. Roydichan Olano Arévalo
Miembro

.....
Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza
Asesor

Declaratoria de autenticidad

Julio César Tuesta Ramos, con DNI N° 71458658, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Diseño de un proceso físico para la reducción de contaminantes generados por aguas residuales de los usuarios no domésticos en la ciudad de Moyobamba.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Moyobamba, 12 de agosto del 2021.



.....
Bach. Julio César Tuesta Ramos

DNI N° 71458658

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Tuesta Ramos Julio César		
Código de alumno :	71458658	Teléfono:	489526280
Correo electrónico :	tuestajc - 07@hotmail.com	DNI:	71458658

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ecología
Escuela Profesional de:	Ingeniería Sanitaria

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de Investigación

Título :	Diseño de un proceso físico para la reducción de contaminantes generados por aguas residuales de los usuarios no domésticos en la ciudad de Moyobamba
Año de publicación:	2021

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".


Firma del Autor



8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

08/11/2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología
e Innovación de Acceso Abierto - UNSM


Ing. M. Sc. Alfredo Ramos Perea
Responsable

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

Dedico al esfuerzo de mis queridos padres César Tuesta Casique y María Tahuar Ramos Gálvez, por ser pilar fundamental y apoyo en mi formación académica, me han dado todo lo que soy como persona, sé que no se los recuerdo lo suficiente, pero les agradeceré siempre y amaré toda mi vida, A mis hermanos Verónica y Juan José que han sido motivo de lucha para alcanzar mis metas. A todas las personas que hicieron posible este trabajo.

Agradecimiento

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de los logros se los debo a ustedes, en los que incluyo este. Me formaron con reglas y ciertas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron con constancia para alcanzar mis anhelos, simplemente gracias por ser mis padres. A mis hermanos que en el día a día con su presencia, respaldo y cariño me impulsaron para salir adelante. A mi asesor el Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza por su apoyo, tiempo y dedicación para el desarrollo de este trabajo de investigación. Agradecimiento a mi inquebrantable amigo Diego Alonso Hernández Cortez por tu desinteresada ayuda, por echarme una mano cuando la necesite.

La tesis recibió el apoyo financiero del Instituto de Investigación y Desarrollo de la UNSM-T, concurso de proyecto de tesis pregrado, periodo 2020.

El autor.

Índice General

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Índice General.....	viii
Índice de tablas.....	x
Índice de figuras.....	xi
Índice de fotografías.....	xii
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
Introducción.....	1
CAPITULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
1.1. Antecedentes de la investigación.....	4
1.2. Bases teóricas.....	8
1.2.1. Contaminación del agua.....	8
1.2.2. Tipos de contaminantes.....	9
1.2.3. Características de aguas por tipo de uso.....	9
1.2.4. Valores Máximos Admisibles (VMA) – Normativa.....	11
1.2.5. Parámetros de los Valores Máximos Admisibles (VMA).....	12
1.2.6. Proceso para el tratamiento de aguas residuales no domésticas.....	13
1.2.7. Trampas de grasa.....	14
1.2.8. Clasificación de sólidos.....	15
1.2.9. Eliminación de sólidos en suspensión.....	16
1.2.10. Filtración sobre lecho filtrante.....	17
1.2.11. Criterios de diseño para filtro.....	18
1.3. Definición de términos básicos.....	19
CAPITULO II MATERIAL Y MÉTODOS.....	21
2.1. Material.....	21
2.2. Métodos.....	22
CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
3.1. Resultados.....	33

3.1.1. Implementación del proceso físico compuesto por una trampa de grasa y filtro de medio dual.....	33
3.1.2. Niveles de DQO, DBO, SST, Aceites y Grasas, en las aguas residuales de los Usuarios No Domésticos (restaurantes), antes de aplicar el proceso físico (pre tratamiento).....	34
3.1.3. Niveles de DQO, DBO, SST, Aceites y Grasas, en las aguas residuales de los Usuarios No Domésticos (restaurantes), después de aplicar el proceso físico (post tratamiento).....	36
3.1.4. Análisis de eficiencia del proceso físico con trampa de grasa y filtro de medio dual.....	39
3.1.5. Contrastación de la hipótesis	45
3.2. Discusión de resultados.....	49
CONCLUSIONES.....	52
RECOMENDACIONES.....	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
ANEXOS.....	57

Índice de tablas

Tabla 1	<i>Comparación de aguas grises y negras (excretas)</i>	10
Tabla 2	<i>Caudales residuales de establecimientos comerciales</i>	10
Tabla 3	<i>Valores Máximos Admisibles para Usuarios No Domésticos</i>	11
Tabla 4	<i>Características típicas de diseño para filtros monomedio</i>	18
Tabla 5	<i>Características de filtro medio dual</i>	19
Tabla 6	<i>Velocidades y cargas hidráulicas de diseño</i>	19
Tabla 7	<i>Equipos de medición</i>	23
Tabla 8	<i>Unidades de gasto de los aparatos sanitarios</i>	24
Tabla 9	<i>Concentración de los parámetros evaluados en el pre tratamiento – primera muestra</i>	34
Tabla 10	<i>Concentración de los parámetros evaluados en el pre tratamiento – segunda muestra</i>	35
Tabla 11	<i>Concentración de los parámetros evaluados en el pre tratamiento – tercera muestra</i>	35
Tabla 12	<i>Concentración de los parámetros evaluados en el pre tratamiento- cuarta muestra</i>	36
Tabla 13	<i>Concentración de los parámetros evaluados en el post tratamiento – primera muestra</i>	37
Tabla 14	<i>Concentración de los parámetros evaluados en el post tratamiento – segunda muestra</i>	37
Tabla 15	<i>Concentración de los parámetros evaluados en el post tratamiento – tercera muestra</i>	38
Tabla 16	<i>Concentración de los parámetros evaluados en el post tratamiento – cuarta muestra</i>	38
Tabla 17	<i>Eficiencia de remoción de DBO₅</i>	39
Tabla 18	<i>Eficiencia de remoción de DQO</i>	40
Tabla 19	<i>Eficiencia de remoción de SST</i>	40
Tabla 20	<i>Eficiencia de remoción de Aceites y Grasas</i>	41
Tabla 21	<i>Promedio de eficiencia de remoción por parámetros medidos</i>	41
Tabla 22	<i>IC y Prueba T pareada: DBO₅ Inicial; DBO₅ Final</i>	47
Tabla 23	<i>IC y Prueba T pareada: DQO Inicial; DQO Final</i>	47
Tabla 24	<i>IC y prueba T pareada; SST Inicial; SST Final</i>	48
Tabla 25	<i>IC y Prueba T pareada: AyG Inicial; AyG Final</i>	49

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Trampa de grasa simple	15
<i>Figura 2.</i> Filtro convencional de arena y grava.....	17
<i>Figura 3.</i> Plano de trampa de grasa y filtro de medio dual	28
<i>Figura 4.</i> Detalles de plano	29
<i>Figura 5.</i> Diagrama general del sistema de trampa de grasa y filtro de medio dual	33
<i>Figura 6.</i> Comparación de la DBO ₅ con los VMA	42
<i>Figura 7.</i> Comparación de la de DQO con los VMA.....	43
<i>Figura 8.</i> Comparación de los SST con los VMA.....	44
<i>Figura 9.</i> Comparación de Aceites y Grasas con los VMA	45

Índice de fotografías

Fotografía 1. Restaurante “Lluly”	73
Fotografía 2. Selección y preparación de terreno para instalación de sistema.	73
Fotografía 3. Proceso de construcción de sistema.	73
Fotografía 4. Sellado con impermeabilizante.	74
Fotografía 5. Instalación de accesorios.	74
Fotografía 6. Colocación de capa de grava.	74
Fotografía 7. Colocación de capa de arena.	75
Fotografía 8. Llenado de sistema.	75
Fotografía 9. Funcionamiento del sistema.	75
Fotografía 10. Recolección de muestras.	76
Fotografía 11. Suministro de preservante para muestras de aceites y grasas.	76
Fotografía 12. Recojo de muestras.	76
Fotografía 13. Planta general del sistema de tratamiento.	77
Fotografía 14. Medición y lectura de concentraciones finales de los parámetros.	77
Fotografía 15. Nutrientes (semilla) de DBO.	77
Fotografía 16. Medición de la DBO ₅ del efluente.	78
Fotografía 17. Medición de concentraciones iniciales de DQO.	78
Fotografía 18. Medición de concentraciones iniciales de SST.	78

Resumen

Las aguas residuales de los restaurantes en general se caracterizan por una importante carga contaminante de grasas y sólidos en suspensión, desechadas a la red de alcantarillado. La presente investigación tiene como objetivo diseñar el proceso físico compuesto por una trampa de grasa y filtro de medio dual para la reducción de contaminantes generados por aguas residuales de los Usuarios No Domésticos (restaurantes) de la ciudad de Moyobamba; para cumplir con los objetivos propuestos, la investigación se desarrolló entre los meses octubre – diciembre del año 2020 en el cual se realizó los cálculos hidráulicos de diseño mediante la aplicación de fórmulas matemáticas y criterios de diseño, basándose en un caudal de 0,6 L/s se determinaron las dimensiones, área superficial y volumen; el medio filtrante está compuesto por una capa de grava fina y segunda capa de arena. En la caracterización del agua residual se determinó la eficiencia de remoción de contaminantes de los parámetros evaluados, de 74,44% para la DBO₅, para la DQO con 84,50%, para los Sólidos Suspendidos Totales de 62,46%, para Aceites y Grasas, se obtuvo eficiencia de remoción de 82,09%; finalmente se afirma que el ,de tratamiento compuesto por un proceso físico, logra disminuir significativamente los parámetros evaluados cumpliendo con los Valores Máximos Admisibles (VMA) para vertimientos de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario.

Palabras clave: Agua residual, remoción, tratamiento, trampa de grasa, filtro de medio dual, VMA.

Abstract

Wastewater from restaurants in general is characterised by a significant pollutant load of grease and suspended solids, which is discharged into the sewerage network. The objective of this research is to design a physical process consisting of a grease trap and a dual media filter for the reduction of pollutants generated by wastewater from non-domestic users (restaurants) in the Moyobamba of city; In order to meet the proposed objectives, the research was carried out between the months of October - December 2020, in which the hydraulic design calculations were made by applying mathematical formulas and design criteria, based on a flow rate of 0.6 L/s, the dimensions, surface area and volume were determined; the filter media is composed of a layer of fine gravel and a second layer of sand. In the characterisation of the wastewater, the pollutant removal efficiency of the evaluated parameters was 74.44% for BOD5, 84.50% for COD, 62.46% for Total Suspended Solids and 82.09% for Oils and Fats; Finally, it is affirmed that the treatment composed of a physical process, achieves a significant reduction of the evaluated parameters, complying with the Maximum Allowable Values (MAV) for non-domestic wastewater discharges into the sanitary sewerage system.

Key words: Wastewater, removal, treatment, grease trap, dual media filter, MAV.



Introducción

El 63 % de industrias y comercios no cumplen con adecuar las aguas residuales de su actividad productiva a los Valores Máximos Admisibles; las descargas indebidas de aguas residuales de industrias y comercios de Lima y Callao a la red de alcantarillado ocasionan perjuicio económico a Sedapal por 100 millones de soles, impactando negativamente al medioambiente, al corroer y disminuir el tiempo de vida de las redes conductoras de los desagües, ocasionando atoros y aniegos y afectar el proceso de tratamiento en las plantas de aguas residuales, que administra Sedapal. (SEDAPAL, 2015). Las aguas residuales generadas por los Usuarios No Domésticos, en este caso los restaurantes, generan aguas contaminadas por elevadas concentraciones de grasas, aceites, detergentes, sólidos, etc. Son directamente depositadas en la red de alcantarillado sanitario sin tratamiento previo para la remoción de los contaminantes, incumpliendo la normativa de los Valores Máximos Admisibles, del Anexo N° 1, establecido en El Decreto Supremo N°010-2019-Vivienda, siendo de obligación de los Usuarios No Domésticos, por la generación de aguas con características diferentes a de un Usuario Doméstico.

El restaurante-pollería “Lluly”, ubicado 100 metros del ovalo la orquídea en la ciudad de Moyobamba, frente a la carretera Fernando Belaunde Terry, brinda el servicio de elaboración y venta de comida, no cuenta con sistema de tratamiento para la regulación de contaminantes, así mismo la inadecuada disposición de los desechos de comida, la incorrecta gestión de los residuos generados en el establecimiento y su vertimiento directo hacia la red interna de desagüe, induce a la contaminación de la red de alcantarillado, consecuentemente las plantas de tratamiento no tienen la capacidad de tratar aguas residuales con altas cargas contaminantes, causando interferencia con el proceso de tratamiento y obstrucción de las redes colectoras; frente a esto la autoridad competente en la administración del servicio de agua potable (EPS Moyobamba) empezó a notificar a los Usuarios No Domésticos del agua, para regular los efluentes o aguas residuales vertidas a la red de alcantarillado y evitar posibles sanciones económicas.

En la presente investigación, se evaluó la remoción de contaminantes en aguas residuales de los Usuarios No Domésticos (restaurantes); aplicando los principios de la ingeniería, se busca una alternativa de tratamiento con un sistema compuesto por trampa de grasa y

filtración de medio dual, para mejorar de manera directa la calidad de agua residual; en procura de generar un efluente apto para depositar a la red de alcantarillado, que cumpla con la normativa que regula los Valores Máximos Admisibles. Con la problemática descrita se formula la siguiente interrogante: ¿En qué medida el diseño de un proceso físico es eficiente para la reducción de contaminantes generados por aguas residuales de los Usuarios No Domésticos (restaurantes) de la ciudad de Moyobamba, frente a los tratamientos convencionales? Y cuyo objetivo general: Diseñar el proceso físico compuesto por una trampa de grasa y filtro de medio dual para la reducción de contaminantes generados por aguas residuales de los Usuarios No Domésticos (restaurantes) de la ciudad de Moyobamba. Y los objetivos específicos son: Implementar el proceso físico compuesto por una trampa de grasa y filtro de medio dual, Determinar los niveles de DQO, DBO, SST, Aceites y Grasas, en las aguas residuales de los Usuarios No Domésticos (restaurantes), antes de aplicar el proceso físico, Determinar los niveles de DQO, DBO, SST, Aceites y Grasas, en las aguas residuales de los Usuarios No Domésticos (restaurantes), después de aplicar el proceso físico, Analizar la eficiencia del proceso físico con trampa de grasa y filtro de medio dual.

Así mismo se planteó la siguiente hipótesis: El diseño de un proceso físico compuesto de una trampa de grasa y filtro de medio dual reduce significativamente los contaminantes generados en aguas residuales de los Usuarios No Domésticos, la cual fue contrastada estadísticamente; teniendo como variables, independiente: Proceso físico con trampa de grasa y filtro de medio dual, variable dependiente a la reducción de contaminantes generados por aguas residuales de los Usuarios No Domésticos (restaurantes) en la ciudad de Moyobamba.

Con la realización del diseño de un sistema de tratamiento para aguas residuales generadas en los restaurantes (UND), se beneficiará a los establecimientos que brindan este tipo de servicio, estarán exentos a la sanción económica que establece la normativa, contribuyendo a la formalidad de estas empresas.

La presente investigación está estructurada en tres capítulos, cada uno de los cuales contiene lo siguiente: Capítulo I: Antecedentes internacionales, nacionales, locales y las bases teóricas de la investigación. Capítulo II: Materiales y métodos empleados en la

ejecución de la investigación. Capítulo III: Resultados obtenidos en el desarrollo de la ejecución de la investigación, interpretación y análisis de los resultados, comprobación de la hipótesis mediante pruebas estadísticas y la discusión de los resultados.

Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos obtenidos, donde contiene el panel fotográfico del desarrollo de la investigación y los resultados obtenidos de los análisis de las muestras de agua residual.

CAPITULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

Antecedentes internacionales

Saltos (2017), en su trabajo de investigación “Estudio de un sistema de trampas de grasa en la empresa de Catering LOS ALMENDROS y su incidencia en el cuidado del medio ambiente” (Ambato, Ecuador), obtuvo resultados de la capacidad de reducción que posee el sistema de trampas de grasa sobre las aguas contaminadas, realizó un análisis para verificar cual es la cantidad de grasas con la que es contaminada el agua al momento del ingreso a la trampa de grasa, la misma que posee un índice de 0,36 ml de residuo liposo por litro cubico de agua, la misma que después de pasar por el sistema de retención y floculación de grasas del sistema descrito sale de la misma con un índice de residuo liposo de 0,012 mL por litro cubico, lo que demuestra que la retención de grasa es de un 33% por mililitro cubico de agua, datos que expuestos a los valores reales de producción de la empresa estudiada generan una reducción de contaminación ambiental del 65% diario por residuos grasos.

Chinchilla (2016), en su trabajo de investigación “Relación de parámetros de diseño de trampas de grasas (desengrasadores) versus su eficiencia, en aguas residuales comerciales” (Ciudad de Guatemala, Guatemala), el estudio evalúa la relación de los parámetros de diseño de una trampa de grasas sobre la eficiencia de remoción de grasas y aceites. Se observa cómo los sólidos sedimentados se acumulan dentro de la trampa de grasas, afectando directamente el volumen interno de la trampa. Lo resultados obtenidos referente a los porcentajes de remoción de DQO del agua comercial tratada están entre rangos de 59% a 80%, respecto a la DBO₅ con rangos de entre 40% a 75% que progresivamente se va anulando, la remoción de grasas alcanza un 79% siendo un 80% la remoción optima, a partir del día séptimo decae por debajo del 70%. Se concluye que los sólidos sedimentados, variable no aplicada en la teoría del diseño de las trampas de grasas, influyen sobre la eficiencia en la remoción de grasas y aceites, reduciendo el volumen de la trampa y a la vez disminuyendo el tiempo de retención necesario para beneficiar la separación de las grasas y aceites.

Arellano y Sánchez (2017), en la tesis de investigación titulada “Propuesta de mejora de diseño de una trampa de grasa para restaurantes” (Ciudad de México, México), se demuestra que la grasa y el aceite no son el principal problema de los restaurantes, sino que el residuo orgánico de mayor presencia en las trampas son los residuos de los alimentos; se realizó el diseño con base en el funcionamiento de los accesorios en un solo mecanismo de una trampa de grasa convencional, durante la investigación de campo y mantenimiento realizado a diversas trampas se aprecia que la grasa no es atrapada en su totalidad, el comportamiento que presenta es una adhesión continua en las paredes de las tuberías aledañas y en los cambios de geometría de los sistemas interno de las trampas, en especial aquellos que forman un ángulo recto, el resultado del diseño es un ejemplo de cómo una ingeniería sólida y un enfoque de diseño bien aplicado puede simplificar operaciones y necesidades específicas.

Antecedentes nacionales

Ortega (2018), en su trabajo de investigación “Uso de trampas de aceites y grasas para efluentes no domesticos de los establecimiento comerciales y de servicios en Tingo Maria” (Tingo Maria, Perú), En los resultados obtenidos se aprecia que la eficiencia de remoción de DBO_5 en la trampa de grasas oscila entre 21,61% y 40,37%, y es preciso mencionar que no solo se remueve la DBO_5 ligada al contenido de aceites y grasas, sino también, el que se encuentra ligado a los Sólidos Suspendidos Totales, que principalmente son restos de comida. Respecto a la DQO, se observa un comportamiento similar, con eficiencias de remoción que oscilan entre 20,35% y 44,23%. Concluyó que la eficiencia de remoción de Aceites y Grasas, DBO_5 y DQO se encuentran ligados al intervalo de días en que se realiza la limpieza de las trampas, principalmente para los Aceites y Grasas, encontrando un mejor ajuste lineal para este parámetro. La eficiencia de remoción de SST no presenta ningún comportamiento ligado a la periodicidad de limpieza de trampas.

Espinoza (2017), en la tesis de investigación “Disminución de la DBO, DQO y STD del agua residual domestica de Santiago de Chuco empleando un biofiltro de piedra pómez” (Santiago de chuco, Perú), los resultados de la filtración con piedra pómez como medio de soporte, al tratar el efluente que se caracteriza por tener una DBO_5 de

35,52 ppm; así como una DQO de 85,83 ppm y STD 64,99 ppm en valores promedios respectivamente. Se utilizó 10 litros de agua residual para el tratamiento experimental de la investigación, se trabajó a diferentes tiempos de permanencia del agua residual en el biofiltro (3, 5 y 7 días); con concentraciones de (10, 15 y 25) mililitros. Se utilizó el método Winkler para la determinación de la DBO y DQO, para la determinación de STD antes y después del tratamiento se usó el instrumento analítico de medición directa (Ultrameter II). A pesar de tener una disminución en las concentraciones de los parámetros (DBO, DQO y STD) solo alcanzó el 53,75 % de eficiencia del biofiltro. Finalmente, a partir del promedio de los resultados obtenidos se observó la influencia poco significativa del tiempo de permanencia del agua residual en el biofiltro.

Gárate (2017), en su trabajo de investigación “Determinación y comparación de los valores de los parámetros de los efluentes de agua residuales de restaurantes con los VMA, según la norma vigente. Arequipa 2017” (Arequipa-Perú), el objetivo fue determinar valores de los Parámetros Físico-Químicos en los efluentes de los Restaurantes de Arequipa, los resultados obtenidos en la medición y comparación referente a los valores Sólidos suspendidos totales (SST), se encuentran elevados, con valores entre 734 mg/L y 1386.00 mg/L, con respecto a los valores para Aceites y grasas se obtuvieron valores entre 353.60 mg/L y 725.65 mg/L. Concluye que los sólidos suspendidos totales pueden ser de naturaleza variada (por ejemplo residuos de comida, papel u otro tipo) que por lo general van a aumentar la turbiedad del agua así como elevar la Demanda Bioquímica de Oxígeno, referente a los aceites y grasas es necesario utilizar algún proceso en el tratamiento del agua residual no doméstica, ya que las grasas y aceites debido a su naturaleza oleosa obstruyen cualquier proceso de tratamiento.

Antecedentes locales

Peña y Arista (2016), en su trabajo de investigación “Filtros físicos en el tratamiento de las aguas residuales domesticas para su reutilizacion en regadío en la I.E N°00813, Ochamé” (Moyobamba, Perú), los resultados obtenidos durante el período de operación de los filtros físicos se realizaron 6 muestras de agua residual; en la que cada muestra era de 500 mL; teniéndose un total de 3 litros; mediante tres análisis físicos químicos y microbiológicos se determinaron los parámetros de SST, pH, Coliformes

Totales, DBO₅ y DQO para el agua residual doméstica. Respecto a la remoción de contaminantes, los resultados obtenidos durante el proceso de investigación mostraron que los filtros físicos como unidades de tratamiento de las aguas residuales domésticas lograron surtir efectos positivos, de tal manera que la remoción alcanzada para SST es de 82,86%, para coliformes totales es 77,13%. para la DBO se alcanzó una remoción de 96,94% y para la DQO se alcanzó remover un 92,95 %. Concluye que el agua tratada con filtros físicos se encuentra por debajo de los valores establecidos en los ECA para regadío.

Rodríguez y Cubas (2019), en la tesis de investigación “Efecto de biojardines con los géneros *Heliconia sp* y *Alpinia sp* en la remoción de contaminantes de aguas grises domésticas y propuesta de reutilización- Rioja 2017” (Rioja, Perú), evaluó y comparó el efecto de los géneros *Heliconia sp* y *Alpinia sp* en la remoción de contaminantes de aguas grises domésticas utilizando biojardines, para lo cual se seleccionaron tres viviendas con características similares (4 Hab/vivienda), en donde se instalaron los biojardines uno con *Heliconia sp*, otro con *Alpinia sp* y un grupo control (sin plantas). En cuanto al porcentaje de remoción de contaminantes se puede apreciar que el mayor porcentaje alcanzado por ambas plantas (*Heliconia sp* y *Alpinia sp*) se dio en el mes 8 después de la siembra, con *Heliconia sp* se obtuvo un porcentaje de remoción de SST 88.4%, Aceites y grasas 86.4%, DBO₅ 85.7% y DQO 90%. Con *Alpinia sp* se obtuvo un porcentaje de remoción de SST 89.3%, Aceites y Grasas 90.09%, DBO₅ 89.3% y DQO 91.7%. Concluyendo que con un nivel de confianza del 95% ambos tratamientos (*Heliconia sp* y *Alpinia sp*) se presentan como óptimos para la remoción de contaminantes de aguas grises domésticas.

Rodríguez (2019), en la presente investigación “Evaluación de la eficiencia de un sistema de filtro biológico en la remoción de los contaminantes de las aguas residuales domésticas, sector Las Lomas, Moyobamba, 2015 – 2016” (Moyobamba, Perú), se evaluó la eficiencia de un sistema de filtro biológico en la remoción de contaminantes del agua residual doméstica. Se basó en un tanque dividido en tres compartimientos, el primero sirvió de sedimentador para eliminar los sólidos arrastrados por el agua; el segundo contenía el medio filtrante donde se adherían las bacterias que trataban el agua; el tercero se rellenó con arena, esto ayudó a clarificar el agua; en la DBO₅ se

observa que la mayor eficiencia con 85.40 %, se realizó a los 40 días de tratamiento; en la DQO, la mayor eficiencia con 82.36 %, los SST la mayor eficiencia con 81.27 % también se dio a los 40 días en ambos parámetros. Estos resultados indican que el sistema utilizado es eficiente, disminuyendo la concentración de los contaminantes y cumpliendo con los LMP para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas como se indica en el D.S N° 003-2010-MINAM.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Contaminación del agua

Se ha recabado diferentes definiciones de contaminación del agua, sin embargo, para el presente trabajo de investigación se ha tomado la siguiente definición que enmarca dentro de los objetivos establecidos, "La contaminación del agua es la modificación, generalmente provocada por el hombre, de la calidad del agua haciéndola impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales domésticos y la vida natural". (Consejo de Europa, 1968).

Fuentes de contaminación del agua

Las fuentes de contaminación, denominadas también, efluentes contaminantes que utilizan como insumo el agua, y presentan elementos y sustancias con característica física, química y bacteriológica que afectan las condiciones del cuerpo receptor o componente ambiental donde son vertidos; como, por ejemplo: (RUSSELL, 2012)

- Vertimiento de aguas negras o servidas a los ríos, lagos o mar.
- Vertimiento de basuras y desmontes en las orillas del mar, ríos y lagos.
- Actividades informales y clandestinas en las orillas de los ríos: curtiembre, fundición de baterías de autos recicladas. (RUSSELL, 2012)

1.2.2. Tipos de contaminantes

a) Aguas residuales domésticas

Son las aguas provenientes de uso domésticos, de casas, residencias, condominios, y otros. Compuestas de aguas grises y aguas negras. Las aguas residuales domésticas se originan en:

- Aguas negras: Uso del inodoro.
- Aguas grises: Preparación de alimentos, en el lavado de platos y ropa, limpieza de la casa, higiene personal, lavado de vehículos.

Como el consumo del agua está relacionado con los hábitos y condiciones de vida, al mejorarlos, la cantidad de aguas residuales también se acrecienta. El volumen varía horaria, diaria y anualmente. Se puede apreciar un incremento de aguas residuales al comienzo de la semana, debido al lavado de ropa y en el fin de semana por la limpieza del hogar (PÖPEL, 1928).

b) Aguas residuales comerciales

Provenientes de los centros comerciales. También se puede identificar como aguas comerciales, a los efluentes de los comercios, restaurantes, cafeterías, lavanderías, hoteles, centros turísticos, supermercados, mercados, hospitales, cines, teatros, bares, lava autos, y otros. Se diferencian de las domésticas, por el alto contenido de aguas grises, por lo tanto, alta concentración de grasas, aceites, jabones y detergentes y exceso de sólidos. Según Pöpel (1928), las aguas residuales comerciales dentro de cada instalación derivan de:

- Aguas negras: Uso del inodoro.
- Aguas grises: En mayor cantidad de preparación de alimentos, lavado de platos y utensilios de cocina. También del lavado de ropa, pisos, baños, servicios sanitarios, vehículos, entre otros (PÖPEL, 1928).

1.2.3. Características de aguas por tipo de uso

La generación de aguas grises y negras (excretas) constituyen una de las principales fuentes de contaminación de aguas, depositados a cursos superficiales, sin tratamiento previo, en la siguiente tabla de presentan sus características típicas. (YÁNEZ, 1993)

Tabla 1*Comparación de aguas grises y negras (excretas)*

Componente	DBO	%	DQO	%
	gr/hab.dia		gr/hab.dia	
Aguas Grises	25,15	52	51,63	43
Lavadero de cocina	9,2	19	18,8	16
Baño	6,18	13	9,08	8
Lavado de baño	1,86	4	3,25	3
Lavado de ropa	7,9	16	20,3	17
Excretas	23,54	48	67,78	57
Contribución total	48,69	100	119,41	100

Fuente: Yáñez, 1993

En la tabla 2 se presentan caudales residuales típicos de distintos comercios.

Tabla 2*Caudales residuales de establecimientos comerciales*

Fuente	Unidad	Caudal (L/unidad.día)	
		Rango	Típico
Aeropuerto	Pasajero	8 - 15	11
Bar	Cliente	5 - 20	10
	Empleado	40 - 60	50
Hotel	Cliente	150 - 210	180
	Empleado	25 - 50	40
Lavandería	Máquina	1700 - 2500	2100
	Lavada	170 - 210	190
Cafetería	Cliente	4 - 10	8
	Empleado	30 - 45	40
Comedor	Plato	15 - 40	26
Oficina	Empleado	25 - 60	50
Restaurante	Plato	8 - 15	10
	Empleado	25 - 50	40

Fuente: Metcalf and Eddy Inc, 1991

1.2.4. Valores Máximos Admisibles (VMA) – Normativa

Decreto supremo N°010-2019-Vivienda

- Objeto: El presente reglamento tiene por objeto establecer los parámetros de los Valores Máximos Admisibles (VMA) regular el procedimiento para controlar las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario. (D.S.N°010-2019-VIVIENDA)
- Finalidad: El presente reglamento tiene por finalidad preservar las instalaciones, la infraestructura sanitaria, maquinarias, equipos de los servicios de alcantarillado sanitario o incentivar el tratamiento de las aguas residuales para disposición o reúso, garantizando la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales. (D.S.N°010-2019-VIVIENDA)
- Ámbito de aplicación: El presente reglamento es de obligatorio cumplimiento por parte de los Usuarios No Domésticos (UND) que efectúan descargas de aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario. (D.S.N°010-2019-VIVIENDA)

Tabla 3

Valores Máximos Admisibles para Usuarios No Domésticos

Parámetro	Unidad	Simbología	VMA*
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	DBO ₅	500
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	DQO	1000
Sólidos Suspendido Totales	mg/L	S.S.T.	500
Aceites y Grasas	mg/L	A y G	100

*Valores Máximos Admisibles para descargas al sistema de alcantarillado sanitario.

Fuente: Anexo N°1 - D.S. N°010-2019-VIVIENDA

Entiéndase por Valores Máximos admisibles (VMA), como aquel valor de la concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos y/o químicos, que caracterizan a un efluente No doméstico que va a ser descargado a la red de

alcantarillado sanitario, que al ser excedido en sus parámetros aprobados causa daño inmediato o progresivo a las instalaciones, infraestructura sanitaria, tratamiento de aguas residuales y tiene influencias negativas en los procesos de tratamiento de aguas residuales. (D.S.N°010-2019-VIVIENDA)

Usuario No Doméstico

Persona natural o jurídica que realiza descargas de aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario, obligados a implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales y/o las modificaciones del proceso productivo cuándo sus descargas excedan los Valores Máximos Admisibles establecidos en los anexos N° 1 y N° 2. (D.S.N°010-2019-VIVIENDA).

1.2.5. Parámetros de los Valores Máximos Admisibles (VMA)

○ Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

Mide la cantidad de oxígeno consumido en la eliminación de a materia orgánica del agua, mediante procesos biológicos aerobios, en general se refiere al oxígeno consumido en 5 días (DBO₅) y se mide en ppm de O₂. Las aguas con un contenido mayor a 1 ppm tienen un indicativo de contaminación. En las aguas superficiales su contenido es muy variable. Su eliminación se realiza por procesos fisicoquímicos y biológicos aerobios o anaerobios. La demanda de oxígeno de las aguas residuales es resultado de tres tipos de materiales: (1) materiales orgánicos carbónicos, utilizables como fuente de alimentación por organismos aeróbicos; (2) nitrógeno oxidable, derivado de la presencia de nitritos, amoníaco, y en general compuestos orgánicos nitrogenados que sirven de alimentación para bacterias específicas; (3) compuestos químicos reductores. (Rigola, 1999, P.37)

○ Demanda Química de oxígeno (DQO)

Corresponde al volumen de oxígeno requerido para oxidar la fracción orgánica de una muestra susceptible de oxidación dicromato o permanganato, en medio ácido, las materias oxidables contenidas en el agua y también se expresa en ppm de O₂. Indica el contenido en materias orgánicas oxidables y otras sustancias reductoras. Las aguas no contaminadas tienen valores de la DQO de 1 a 5 ppm, o algo superiores. (Rigola, 1999, P.37)

○ **Sólidos Suspendido Totales (SST)**

Es una medida de sólidos sedimentables (no disueltos) que pueden ser retenidos en un filtro. Se pueden determinar pesando el residuo que queda en el filtro, después de secado. Se separan por filtración y decantación. (Rigola, 1999, P.32)

○ **Aceites y grasas:**

Fracción de la materia orgánica soluble en hexanos. En las aguas residuales domésticas las fuentes son aceites y grasas utilizados en las comidas, la concentración de esos componentes también está relacionados a ciertos procesos industriales. (Sperling, 2012, P.92)

Se consideran aceites y grasas los compuestos de carbono, hidrogeno y oxígeno que flotan en el agua residual, recubren las superficies con las cuales entran en contacto, causan iridiscencia y problemas de mantenimiento, e interfieren con la actividad biológica pues son difíciles de biodegradar. Generalmente provienen de la mantequilla, manteca, margarina, aceites vegetales, hidrocarburos y carnes. Los aceites y grasas de origen y animal son comúnmente biodegradables y, aun en forma emulsificador, pueden tratarse en plantas de tratamiento biológico. Los aceites y grasas de origen mineral pueden ser no biodegradables y requieren pretratamiento, sin embargo, no existe un metodo que permita distinguir las grasas y aceites vegetales o animales de las de origen mineral. (ROMERO, 2000)

1.2.6. Proceso para el tratamiento de aguas residuales no domésticas.

Desengrasado

El objetivo de este proceso unitario es eliminar las grasas, espumas y demás materias flotantes solidas más ligeras que el agua. También son conocidos como trampas de grasas, separadores de grasa, etc. (Trapote, 2013, p.51)

La separación de aceites, grasas y otros materiales menos densos que el agua, puede realizarse aprovechando la diferencia de densidades. La separación por gravedad se puede realizar si las diferencias de separación en un tiempo razonable. La construcción con placas corrugadas dispuestas en paralelo en un plano inclinado disminuye el espacio necesario favorece la coalescencia y concentración de los aceites. La flotación

por aire mejora la separación de las grasas y las partículas en suspensión al adherirse las burbujas de aire y reducir la densidad aparente; Las grasas, entre otros inconvenientes a lo largo del tratamiento podrían provocar y favorecer fenómenos de flotación indeseable de fangos. (Rigola, 1999, p.140)

Filtración

Proceso consistente en hacer pasar una mezcla sólidos-líquido a través de un medio poroso o filtro que retiene los sólidos de dimensiones mayores que el diámetro de su poro, dejando pasar el líquido o filtrado. Si el filtro es una masa porosa, la filtración se denomina en profundidad o en volumen o sobre lecho filtrante, mientras que si presenta una superficie homogénea (filtración por membrana), se producirá una filtración en superficie o en torta o sobre soporte. (Trapote, 2013, p.573)

Dependiendo del tamaño concreto de los sólidos con relación al de los poros, la filtración podrá radicarse bien en la superficie del medio filtrante, bien en profundidad (también llamada filtración sobre lecho filtrante) o más generalmente en ambas zonas. (Marín, 2012, p.81)

1.2.7. Trampas de grasa

La trampa de grasas o interceptor de grasas es un receptáculo ubicado entre las líneas de desagüe de la fuente o punto generador del residuo líquido y las alcantarillas, esta permite la separación y recolección de grasas y aceites del agua usada y evita que estos materiales ingresen a la red de alcantarillado público. Las grasas y aceites generan enormes trastornos al sistema de recolección de Aguas Servidas, razón por la cual los municipios exigen el acondicionamiento de las descargas de los lavaderos, lavaplatos u otros aparatos sanitarios instalados en restaurantes, cocinas de hoteles, hospitales y similares donde exista el peligro de introducir cantidad suficiente de grasa que afecte el buen funcionamiento de la red de Alcantarillado, de igual forma a locales que manejen aguas residuales de lavado de pisos, equipos y maquinarias, así como de las descargas de lavanderías de ropas (HidroPlayas.EP, 2016).

Las trampas de grasas retardan el flujo del agua procedente de los desagües, con lo que las grasas y el agua tienen tiempo para separarse. Al separarse las grasas flotan en la

superficie mientras que otros sólidos más pesados se depositan en el fondo de la trampa. (HidroPlayas.EP, 2016).

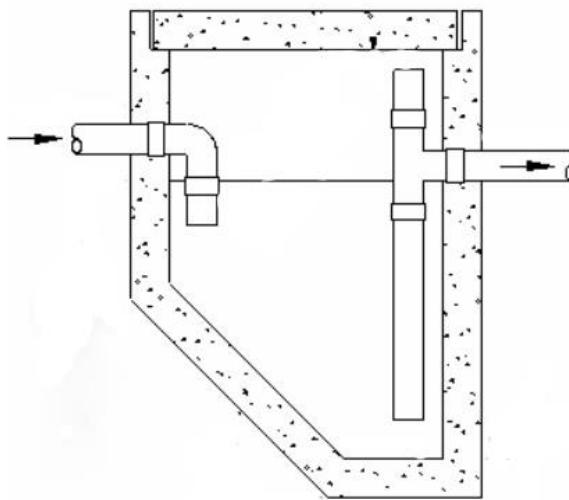


Figura 1. Trampa de grasa simple (CEPIS, 2003)

1.2.8. Clasificación de sólidos

Sólidos sedimentables

Son aquellas partículas más gruesas que se depositaran, por gravedad, en los fondos de los receptores. Se componen de un 70% de sólidos orgánicos y 30% de sólidos inorgánicos. Por su tamaño se sedimentan con relativa rapidez. Los sólidos sedimentables corresponden a un porcentaje de los sólidos suspendidos (Seoáñez, 2004, p.69)

Sólidos en suspensión

Son las partículas flotantes, como trozos de vegetales, animales, basuras, etc., y aquellas otras que también son perceptibles a simple vista y tienen posibilidades de ser separadas del líquido por medios físicos. Es una mezcla en la cual las partes sólidas o semisólidas pueden ser separadas del líquido por medio de la sedimentación o filtración. (Seoáñez, 2004, p.69)

Sólidos disueltos

Se incluyen en este grupo todos aquellos sólidos que pasan por el crisol de Gooch, aunque una pequeña parte está constituida por coloides (un 10%). Su proporción es de

un 40 % de productos orgánicos y 60% de sólidos inorgánicos. No es posible, por medios físicos, separar de la solución los sólidos disueltos (Seoánez, 2004, p.71)

Sólidos coloidales

Es definida como una muy fina subdivisión de materias suspendidas en un líquido. En la práctica, al referirse a los efluentes, no solo se incluyen las materias en estado coloidal, sino también aquellas sustancias en suspensión. No más de 10% de las materias orgánicas de agua residual es coloidal. Los verdaderos coloides están cargados con carga negativa, y pueden ser removidos, por floculación química o biológica. La cantidad de coloides se incrementa con el tiempo junto con la descomposición progresiva del efluente. (Orellana, 2005)

1.2.9. Eliminación de sólidos en suspensión

Los sólidos en suspensión que no han sido eliminados en las operaciones convencionales de tratamiento primario y secundario, pueden constituir una parte importante de la DBO de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Se dispone de los siguientes procesos para la eliminación de estos sólidos en suspensión: (1) microtamizado, (2) filtración, y (3) coagulación. (Ramalho, 2016).

- Los microtamices se construyen sobre tambores rotativos. El agua residual alimenta de forma continua la parte inferior del tambor, fluyendo hasta una cámara de almacenamiento de agua clara en la parte exterior. La limpieza de la superficie interior del tambor se lleva a cabo mediante pulverizadores de agua clara, necesitándose normalmente de orden del 5% del volumen de alimentación para esta limpieza. Con el microtamizado se consiguen eliminaciones de 70-90% de los sólidos en suspensión. (Ramalho, 2016).
- Se utiliza normalmente la filtración para conseguir rendimientos en la eliminación de sólidos en suspensión de hasta el 99%. Los materiales de relleno de los filtros más empleados son arena, grava, antracita y tierra de diatomeas.
- La coagulación se lleva a cabo utilizando sulfato de aluminio, polielectrolitos, cal y otros reactivos químicos. (Ramalho, 2016).

1.2.10. Filtración sobre lecho filtrante

El material filtrante más usado es sin duda la arena silícea, de diferente calidad granulométricas en función del uso concreto a que vaya a destinarse. Otros materiales igualmente empleados pueden ser distintos carbones con diferente grado de mineralización (que además actúan como adsorbentes), tierras calizas (que se comportan asimismo como intercambiadores iónicos), gravas, etc. (Dijk & Oomen, 1978, p.23)

El diseño de cualquier filtro se han de considerar varios factores típicos:

- Características del material filtrante (físicas)
- Características del agua a filtrar (temperatura, viscosidad, contenido en sólidos)
- Características de los sólidos a filtrar (tamaño)
- Condiciones de operación del filtro (velocidad de filtración)

El medio filtrante debe estar exento de arcilla y de preferencia libre de materia orgánica. La mayor eliminación de impurezas, así como la considerable mejora de la calidad física, química y bacteriológica del agua cruda, tiene lugar en el lecho filtrante. (Dijk & Oomen, 1978, p.24)

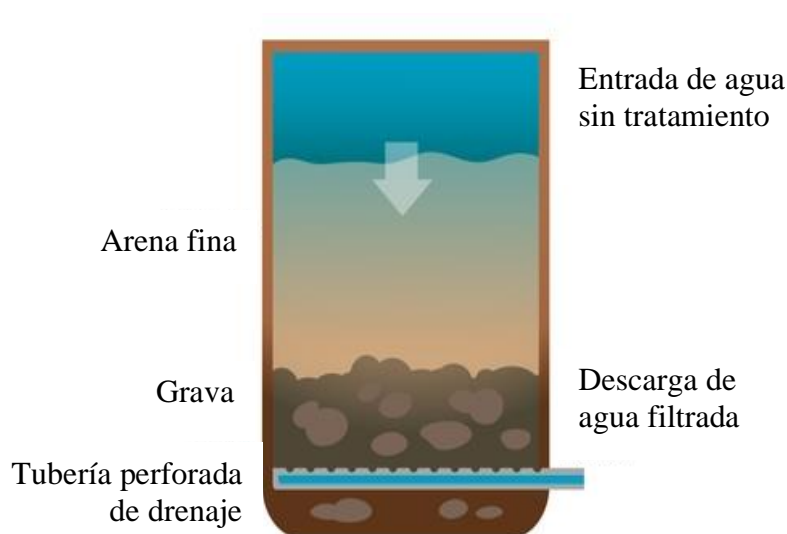


Figura 2. Filtro convencional de arena y grava (Tratamiento de aguas residuales; Romero, 2000)

1.2.11. Criterios de diseño para filtro

La diferencia principal entre los filtros para purificación y los filtros para tratamiento de aguas residuales radica en el tamaño del medio filtrante. Los granos del medio filtrante para aguas residuales deben ser más grandes para que el filtro tenga una velocidad apropiada de filtración. En la Tabla 4 se incluyen las características principales de diseño de filtros monomedio para tratamiento de aguas residuales. Los filtros monomedio de lecho profundo permiten carreras de filtración más largas, pero requieren medio de tamaño uniforme, velocidades altas de lavado y cajas profundas. (ROMERO ROJAS, 2000).

Tabla 4

Características típicas de diseño para filtros monomedio

Características	Valor	
	Intervalo	Típico
Lecho poco profundo (estratificado)		
Arena		
Profundidad, cm	25 – 30	28
Tamaño efectivo, mm	0,35 – 0,6	0,45
Coefficiente de uniformidad	1,2 – 1,6	1,5
Tasa de filtración, m/día	120 - 360	180
Lecho convencional (estratificado)		
Arena		
Profundidad, cm	50 – 75	60
Tamaño efectivo, mm	0,4 – 0,8	0,65
Coefficiente de uniformidad	1,2 – 1,6	1,5
Tasa de filtración, m/día	120 - 360	180

Fuentes: (Romero Rojas, 2000)

En la Tabla 5 se presentan las características del lecho filtrante más usado, en filtros de medio dual, para tratamiento de aguas residuales. Las tuberías y accesorios de los filtros se diseñan, generalmente, para las velocidades y caudales indicados en la tabla 6. (ROMERO ROJAS, 2000)

Tabla 5
Características de filtro medio dual

Características	Valor	
	Intervalo	Típico
Medio dual		
Grava		
Profundidad, cm	10 – 40	20
Tamaño efectivo, cm	1 – 1,5	1,1
Coefficiente de uniformidad	1,5 – 1,8	1,6
Arena		
Profundidad, cm	10 – 30	30
Tamaño efectivo, mm	0,4 – 08	0,65
Coefficiente de uniformidad	1,2 – 1,6	1,5
Tasa de Filtración, m ³ /día	100 - 600	300

Fuentes: (Romero Rojas, 2000)

Tabla 6

Velocidades y cargas hidráulicas de diseño

Flujo	Velocidad, m/s	Caudal máximo por unidad de área de filtro m ³ /m ² . d
Afluyente	0,3 – 1,2	175 – 470
Efluyente	0,9 – 1,8	175 - 470
Desecho de agua filtrada	1,8 – 3,6	60 - 350

Fuentes: (Romero Rojas, 2000)

1.3. Definición de términos básicos

Definiciones recopiladas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), Norma OS.020, Norma OS.090 y el Decreto Supremo N°010-2019-Vivienda.

Aceites y grasas: Son sustancias insolubles en agua y en líquidos menos densas que ella y solubles con disolventes orgánicos tales como nafta, éter, benceno y cloroformo, permaneciendo en la superficie de las aguas residuales dando a lugar a la aparición de natas y/o espumas. (D.S.N°010-2019-VIVIENDA)

Afluente: Agua u otro líquido que ingresa a un reservorio, planta de tratamiento o proceso de tratamiento (NTE OS.020).

Agua residual no domestica: Descarga de líquidos producidos por alguna actividad económica comercial e industrial, distintos a los generados por los usuarios domésticos, quienes descargan aguas residuales producto de la preparación de alimentos, del aseo personal y desechos fisiológicos (D.S.N°010-2019-VIVIENDA)

Agua residual: Agua que ha sido usada por una comunidad o industria y que contiene material orgánico o inorgánico disuelto o en suspensión (NTE OS.020).

Caudal máximo horario: caudal a la hora de máxima descarga (NTE OS.020).

Efluente: agua que sale de un depósito o termina una etapa o el total de un proceso de tratamiento (NTE OS.020).

Entidad Prestadora de Servicios: LA EPS pública, municipal, privada o mixta, constituida con el exclusivo propósito de brindar servicios de saneamiento en el ámbito urbano (D.S.N°010-2019-VIVIENDA).

Filtración: es un proceso terminal que sirve para remover del agua los sólidos o materia coloidal más fina, que no alcanzó a ser removida en los procesos anteriores (NTE OS.090).

Medio filtrante: material granular a través del cual pasa el agua residual con el propósito de purificación, tratamiento o acondicionamiento (NTE OS.090).

Muestreo: toma de muestras de volumen predeterminado y con la técnica de preservación correspondiente para el parámetro que se va a analizar (NTE OS.090).

CAPITULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Material

Materiales de investigación

- ✓ Envases de recolección de muestra de acuerdo al parámetro. (Anexo 01)
- ✓ Cooler, utilizado para el transporte de muestras en adecuadas condiciones de conservación y temperatura, con aislante de poliuretano.
- ✓ Vasos de precipitación 150 mL., se utilizó para transferir y determinar el volumen del líquido con mayor facilidad.
- ✓ Papel toalla, utilizado para la limpieza de equipos, materiales y superficies de la zona de trabajo en el laboratorio.
- ✓ Frasco Winkler 300 mL. El frasco Winkler fue utilizado para realizar la valorización de la cantidad de oxígeno dentro de una disolución. El frasco es para la valoración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.
- ✓ Agua destilada.
- ✓ Reactivos, utilizado para calibración de equipos.
- ✓ Guantes de vinilo, fabricado con policloruro de vinilo.
- ✓ Guardapolvo.
- ✓ Mameluco de protección, equipo de seguridad para la recolección de muestras.
- ✓ Mascarilla.
- ✓ Protector facial.
- ✓ Alcohol (liquido, gel).
- ✓ Jabón líquido.
- ✓ Libreta de campo, para el llenado de fichas.

Equipos

- ✓ Medidor de oxígeno disuelto HANNA HI98193, es un aparato con la capacidad de medir y determinar múltiples parámetros, la medición de oxígeno disuelto HANNA sirve para determinar la DBO₅.
- ✓ Incubadora, se utilizó para la incubación y conservación de las muestras y semilla, durante 5 días a una temperatura de 20°, de esa manera determinar la DBO₅ bajos ciertos criterios de evaluación.

- ✓ Equipo HACH DR 900, es un medidor multiparamétrico portátil, aparato que mide la Demanda Química de Oxígeno (DQO) de las muestras de agua.
- ✓ Instrumento de mano portátil HANNA DiST1 para turbidez/sólidos en suspensión
- ✓ Laptop, se usó en la redacción del informe.

2.2. Métodos

Observación

Permitió recolectar la información in situ del sistema de tratamiento, compuesto por un proceso físico que compone de una trampa de grasa y filtro de medio dual, así como verificar y observar el correcto funcionamiento del proceso de depuración.

Diseño del sistema de tratamiento

Para el diseño del sistema de tratamiento se empleó todas las consideraciones básicas recopiladas en la información bibliográfica, además se tuvieron en cuenta criterios básicos de diseño de la norma OS.020 Plantas de tratamiento de agua para consumo humano. Las fórmulas de cálculo hidráulico empleadas están descritas en el sub ítem 2.2.1 Procedimiento, del presente capítulo.

Dibujo de plano y detalles del sistema de tratamiento

El dibujo del plano se realizó en el software AutoCAD 2019, con la finalidad de tener la vista general y detallada del proceso físico, teniendo como consideración básica los conceptos descritos en el capítulo I y los datos obtenidos del diseño hidráulico del sistema de tratamiento para proceder a su implementación y puesta en funcionamiento.

Recolección de muestras

Se realizó según el Protocolo de Monitoreo de la calidad del agua; el tipo de muestreo fue puntual y probabilístico, se tomaron muestras a la entrada y salida del sistema de tratamiento, implementado en el restaurante pollería “Lluly” ubicado a 50 metros del Ovalo la Orquídea – Moyobamba, frente a la carretera Fernando Belaunde Terry S/N Moyobamba, se recolectó en total 16 litros de agua del sistema de tratamiento en envases de vidrio con capacidad de un 1 L. cada uno. La recolección de muestras se

realizó cada 10, 20, 30 y 50 días de funcionamiento del sistema, empezando con la primera muestra el día 28 de octubre, segunda muestra 07 de noviembre, tercera muestra 17 de noviembre y culminando el 07 de diciembre del 2020 con la cuarta recolección de muestra. Se tomaron muestras puntuales (simples), con volumen de 1 litro por cada muestra correspondiente al pre y post tratamiento.

Calibración de los equipos de medición

Previo a la realización de los análisis de las concentraciones de los parámetros de estudio, se verificó la calibración de los equipos de medición.

Análisis de muestras

La caracterización del agua residual generada por los Usuarios No Domésticos estuvo determinada por 4 parámetros medidos (DQO, DBO₅, SST y AyG) referente al Anexo 01 de los Valores Máximos Admisibles. Se realizó la caracterización en el laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ecología – Universidad Nacional de San Martín, el parámetro de Aceites y grasas (AyG) fue realizado por el servicio de Análisis de Calidad de Agua por NKAP – Laboratorios Ambientales. Informes, reportes de laboratorio y evidencias fotográficas adjunto en Anexos.

Ensayos de laboratorio

Los datos que se obtuvieron del análisis de las muestras de agua en el pre y post tratamiento, se realizaron mediante los siguientes equipos analíticos en el laboratorio de Ingeniería Sanitaria:

Tabla 7

Equipos de medición

Parámetro	Equipo
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	HACH DR 900
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	HANNA HI98193
Sólidos Suspendidos Totales	HANNA DiST1

Instrumentos de recolección de datos

- Ficha técnica de recolección de datos, pre tratamiento y post tratamiento. (Anexo 02)

2.2.1. Procedimiento

Diseño del sistema de tratamiento

Para el dimensionamiento hidráulico del sistema de tratamiento, compuesto por una trampa de grasa y filtro de medio dual, fue según las Especificaciones técnicas para el diseño de trampa de grasa, presentado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS); respecto al filtro de medio dual, se determinó sus dimensiones de acuerdo a los Criterios de diseño para filtro y se tienen los siguientes resultados:

Cálculo de caudal de diseño

La determinación del caudal de diseño se determinó a partir de las unidades de gasto según lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 8

Unidades de gasto de los aparatos sanitarios

Aparato Sanitario	Tipo	Unidad de gasto (*)
Lavadero de cocina	Múltiple	2
Lavadero de repostería	Hotel restaurante	4
Lavadero de ropa		3

Nota: (*) Debe asumirse este número de unidades de gasto por cada grifo instalado en el lavadero. Fuente: Especificaciones técnicas para el diseño de trampa de grasa, CEPIS (2003).

El caudal máximo se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Q = 0,3\sqrt{\sum p}$$

Donde:

Q = Caudal máximo en L/s.

$\sum p$ = Suma de todas las unidades de gasto a ser atendido por la trampa de grasa

El número de unidades de gasto para el cálculo de caudal de diseño es igual a 4, considerando el valor máximo para un grifo instalado en el lavadero.

Reemplazando valores:

$$Q = 0,3\sqrt{4}$$

$$Q = 0,6 \text{ lt/seg}$$

Cálculo del volumen

Q = caudal

V = volumen

t = tiempo de retención

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

$$V = Q * t$$

Periodo de tiempo de retención:

$$t = 3 \text{ minutos} = 180 \text{ segundos}$$

Reemplazando:

$$V = 0,6 \text{ L/s} * 180 \text{ s}$$

$$V = 108 \text{ litros} = 0,108 \text{ m}^3$$

Cálculo del área superficial

V = volumen

A = area

h = altura = 0,46 m (asumido)

$$V = A * h$$

$$A = \frac{V}{h}$$

$$A = \frac{0,108 \text{ m}^3}{0,46 \text{ m}}$$

$$A = 0,235 \text{ m}^2$$

Determinación de longitud (L) ancho (a)

$$L = \text{largo} = 0,6 \text{ m (asumido)}$$

$$a = \text{ancho} = 0,4 \text{ m (asumido)}$$

$$A = L * a$$

$$A = 0,6 \text{ m} * 0,4 \text{ m}$$

$$A = 0,24 \text{ m}^2$$

Entonces:

$$A = 0,24 \text{ m}^2 \geq A = 0,235 \text{ m}^2 \text{ ok (cumple)}$$

La relación largo: ancho del área superficial deberá estar comprendido entre 2:1 a 3:2.

$$L : a \rightarrow 2 : 1 - 3 : 2$$

$$L : a \rightarrow 2 - 1,5$$

$$L : a = \frac{L}{a}$$

$$L : a = \frac{0,6}{0,4} = 1,5$$

$$L : a = 1,5 \rightarrow 2 - 1,5 \text{ ok (cumple)}$$

Dimensiones de trampa de grasa

$$\text{Largo (L)} = 0,6 \text{ m}$$

$$\text{Ancho (a)} = 0,4 \text{ m}$$

$$\text{Alto (h)} = 0,46 \text{ m (altura útil)}$$

$$\text{Volumen (V)} = 108 \text{ Litros}$$

Dimensionamiento del medio filtrante

Se tuvo en cuenta las consideraciones básicas para el dimensionamiento de un filtro convencional de arena y grava con flujo descendente. De la tabla 5 Características del filtro medio dual, se tiene en cuenta los criterios de diseño del material filtrante.

Grava fina

Tamaño efectivo: 15mm – 0,5mm ϕ

Altura de capa: 20 cm (asumido)

Arena

Tamaño efectivo: 0,4mm – 0,8mm ϕ

Altura de capa: 10 cm (asumido)

Tasa de Filtración (m³/día): 100 – 600, según tabla 5.

Capacidad de medio filtrante

De la tabla 6 Velocidades y carga hidráulicas de diseño, con las velocidades y caudales indicados se determinó el diámetro de tubería y accesorios a utilizarse en el sistema, para garantizar la evacuación rápida del agua tratada y evitar sobrecargas del sistema de tratamiento.

Tubería fierro galvanizado F°G°	=	1 ½" ϕ
Codos 90° Fierro galvanizado F°G°	=	1 ½" ϕ
Tubería PVC	=	2"
Codos 90° PVC	=	2"
Accesorios PVC	=	1 ½" ϕ y 2" ϕ

Dimensiones de filtro con flujo descendente

El filtro de medio dual forma parte de las dimensiones de la trampa de grasa, separado por una plancha metálica, en un área de 20cm x 40cm, la cámara de filtración cumple el tratamiento final a la salida del efluente.

Área	=	0,20m x 0,40m
Altura de capa de grava	=	0,20m
Altura de capa de arena	=	0,10m
Altura de agua sobre filtro	=	0,10m

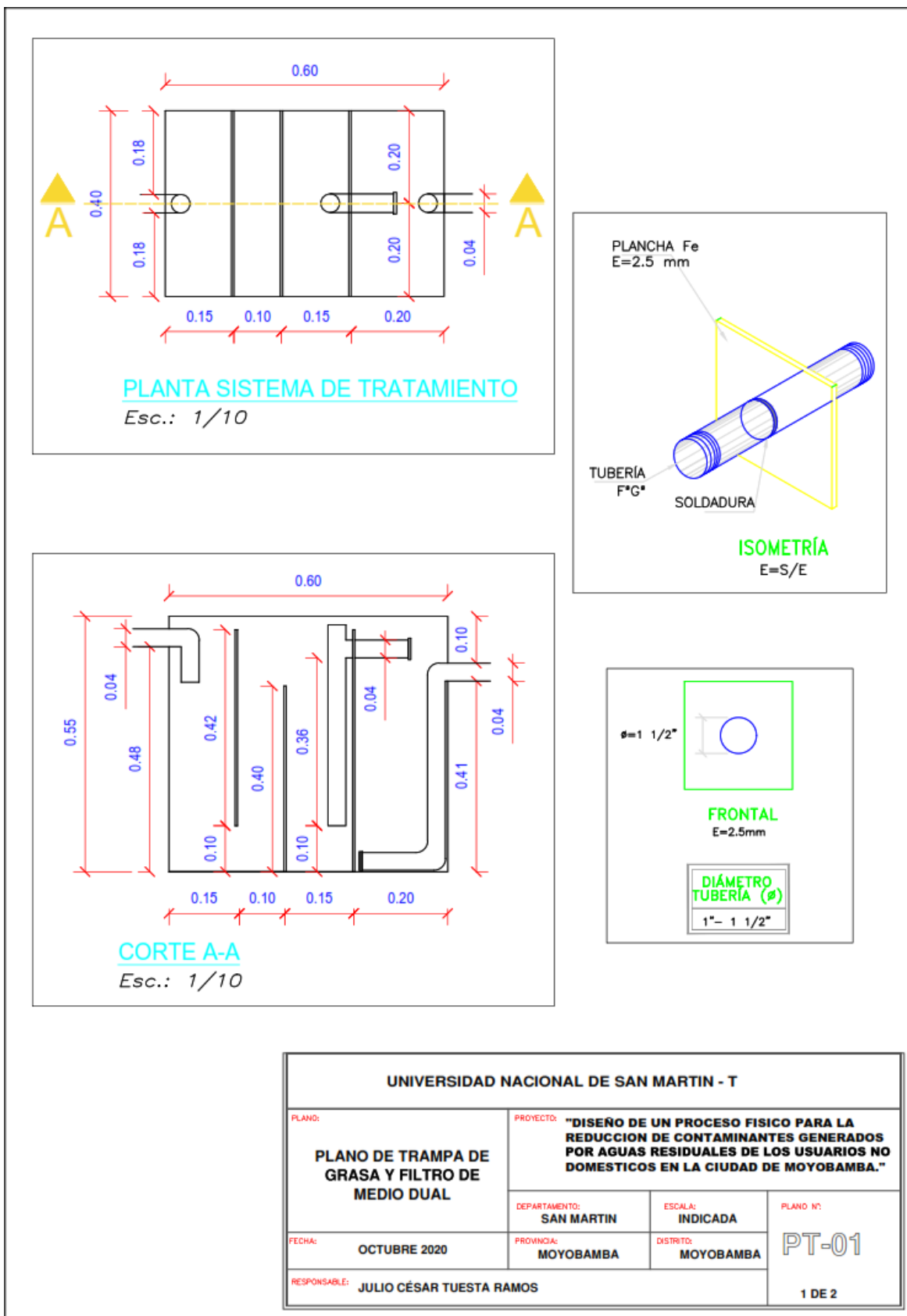


Figura 3. Plano de trampa de grasa y filtro de medio dual

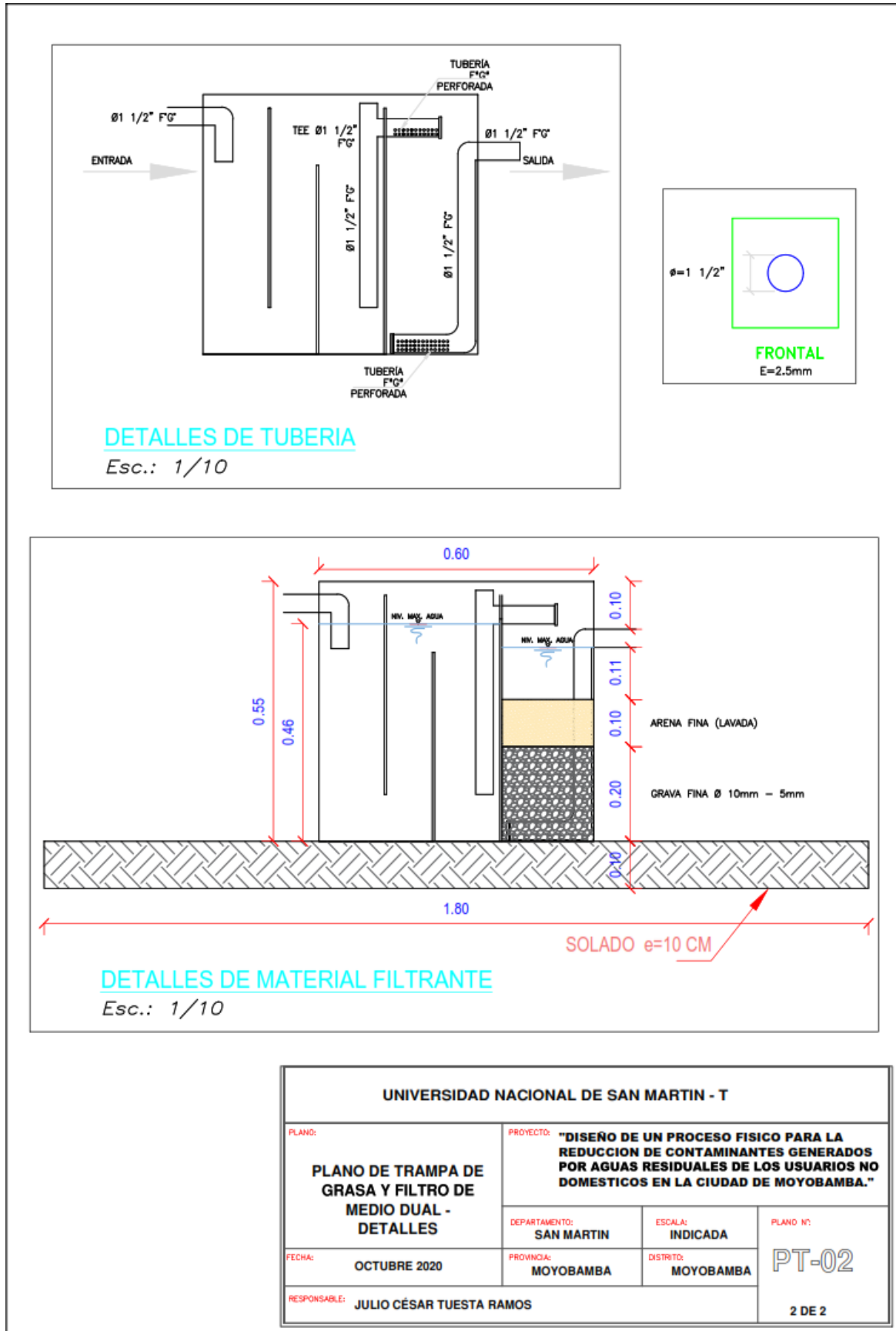


Figura 4. Detalles de plano

Construcción del sistema de tratamiento

Con los resultados del diseño hidráulico (cálculo hidráulico), se realizó los planos en el software AutoCAD para determinar e identificar las dimensiones del sistema, se comenzó con la construcción del sistema, primeramente, seleccionando el material a emplearse, considerando la propiedad corrosiva del agua.

La estructura general de soporte se fabricó con planchas de fierro galvanizado, principalmente por la duración del material al contacto con el agua, facilidad en la movilidad del sistema por ser de un diseño y tamaño compacto, las planchas galvanizadas son de 2,5mm de espesor. Para la instalación de tuberías y accesorios en el interior del sistema se utilizó el mismo material de fierro galvanizado, tubos galvanizados de 1 ½” de diámetro y espesor 2 mm, codos de 90° galvanizados de 1 ½ de diámetro y espesor 2 mm.

Identificado el lugar de instalación del sistema, se procedió a realizar la limpieza y nivelación de terreno, así mismo se preparó un vaceo de solado de 10cm de espesor con cemento portland y hormigón, en un área de 1,80m x 1,50m que sirve de plataforma de soporte para el sistema de tratamiento, debido a que la instalación estuvo por fuera del área de la cocina del restaurante, expuesta a la intemperie, por tal motivo las paredes exteriores del sistema fueron pintadas con un esmalte color negro mate resistente a condiciones expuestas del lugar de instalación.

Para la instalación del sistema se adecuaron accesorios sanitarios, a la entrada del sistema de tratamiento se colocó una TEE PVC 2” para hacer el desvío del flujo de agua residual proveniente de la actividad realizada y así mismo cumpliendo la función de una trampa de agua simple, posterior a este tramo de tubería se realizó el empalme de la tubería con el sistema de tratamiento con una trampa corrugada con rosca de 1 ½” y una rejilla cromada para evitar el paso de sólidos. De la misma manera, a la salida del sistema de tratamiento se colocó una trampa corrugada con rosca de 1 ½”, la trampa corrugada facilita la recolección de muestras de agua antes y después del tratamiento, el accesorio roscado que lo compone, permite realizar un empalme fácil con la red de desagüe interior del restaurante.

Selección y colocación de material filtrante

Para la selección del material filtrante se procedió bajo las consideraciones básicas establecidas en el diseño del sistema de tratamiento, así también lo descrito en el capítulo I referente a la Filtración sobre lecho filtrante, el material utilizado cumple con los requerimientos planteados.

Se seleccionó grava fina (15mm – 0,5mm de diámetro), la grava se colocó en la cámara final de filtración, como una primera capa en el proceso de filtración del sistema de tratamiento, compuesto por una trampa de grasa y filtro de medio dual, teniendo una primera capa de 20 cm de espesor con respecto al fondo del sistema. Como segunda capa de medio filtrante se seleccionó arena lavada, conformado por un espesor de 10 cm, en la parte superior de la capa de grava fina, ambas capas trabajando en un área superficial de 0,40m x 0,20m completando el filtro de medio dual (ver fotografías 06 y 07).

Funcionamiento del sistema

Realizado todas las conexiones sanitarias e instalación de accesorios, se procedió a dar inicio al funcionamiento del sistema de tratamiento, llevándose a cabo la instalación el día domingo 18 de octubre del 2020. Se llenó con agua el sistema de tratamiento, con flujo libre directo del lavadero de la cocina del restaurante, agua sin contaminantes exteriores, completado este procedimiento, el sistema trabaja continuamente (ver fotografías 08 y 09).

Caracterización

Para el análisis de calidad, se realizó la recolección de muestras in situ, tomando muestras al ingreso y salida del sistema de tratamiento, durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de forma consecutiva. Las muestras para los ensayos, se recolectó mediante un cronograma de fechas programado a los 10, 20, 30 y 50 días después de haber puesto en funcionamiento el sistema de tratamiento. (ver fotografía 10).

2.2.2. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El procesamiento, análisis e interpretación de datos se realizó a través de la estadística descriptiva mediante el software estadístico Minitab (T-Student), para contrastar la hipótesis, validar los resultados y mayores porcentajes de eficiencia de remoción entre los valores del pre tratamiento y post tratamiento para cada uno de los parámetros estudiados.

Se ha empleado la fórmula matemática del promedio de la distribución normal, presentada a continuación:

$$\mu = \frac{\sum X}{n}$$

Donde:

μ = Promedio

$\sum X$ = Valor individual de cada dato

n = Número de datos

Los datos de eficiencia evaluados fueron calculados mediante la aplicación de la fórmula matemática (Eficiencia de remoción) y presentado en tablas y gráficos estadísticos de todas las pruebas realizadas para facilitar su interpretación, siendo la siguiente fórmula para determinar la eficiencia de remoción de carga contaminante:

$$\% \text{ Eficiencia de remocion} = \frac{S_0 - S}{S_0} * 100$$

Donde:

E = Eficiencia de remoción del sistema (%)

S = Carga contaminante de salida (DQO, DB0₅, SST y AyG)

S_0 = Carga contaminante de entrada (DQO, DB0₅, SST y AyG)

Las concentraciones de los parámetros evaluados del sistema de tratamiento obtenidos durante los meses de experimentación fueron comparadas con los Valores Máximos Admisibles para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.3. Resultados

2.3.1. Implementación del proceso físico compuesto por una trampa de grasa y filtro de medio dual

El sistema se compuso de dos (2) compartimientos. El primero por la trampa de grasa que servía como separador de grasas y sedimentador de sólidos que no eran retenidos por la rejilla; en el segundo el agua residual pasaba por el medio filtrante (grava y arena) mediante una tubería perforada de F°G° 1 ½" de diámetro.

En la siguiente figura se muestra el diagrama general del sistema de trampa de grasa y filtro de medio dual empleado en la investigación.

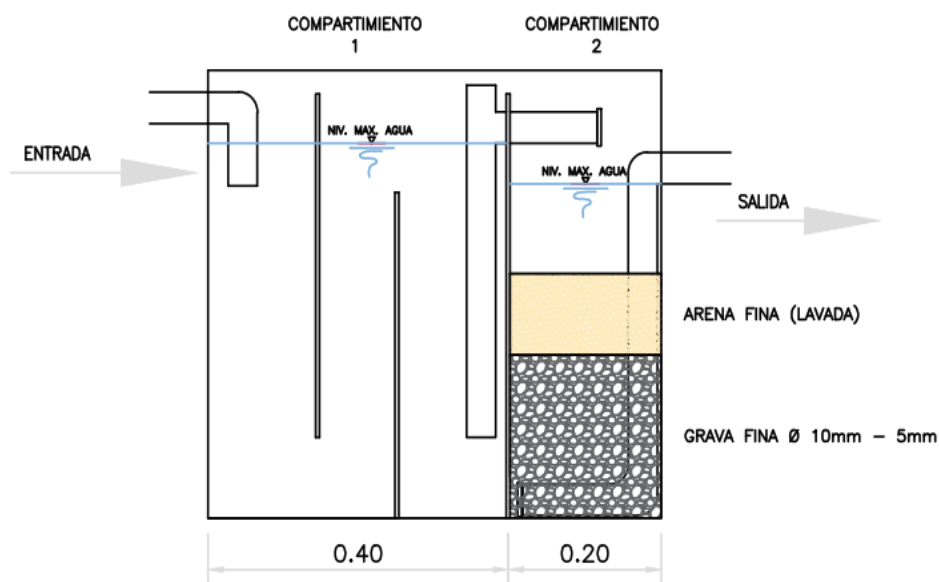


Figura 5. Diagrama general del sistema de trampa de grasa y filtro de medio dual

Compartimiento 1, con dimensiones de 0,60 m de largo, 0,40 m de ancho y altura útil de 0,46 m, tiene una capacidad de 108 litros. Este compartimiento permite separar las grasas, aceites y sólidos sedimentables mediante un proceso físico.

Compartimiento 2, con un área de filtración de 0,20 m x 0,40 m, altura de capa de grava 0,20 m y altura de capa de arena 0,10 m.

2.3.2. Niveles de DQO, DBO, SST, Aceites y Grasas, en las aguas residuales de los Usuarios No Domésticos (restaurantes), antes de aplicar el proceso físico (pre tratamiento)

En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos a partir de la medición de parámetros analizados antes de aplicar el proceso físico (pre tratamiento) referente a la primera, segunda, tercera y cuarta muestra. Los resultados correspondientes a la primera muestra fueron:

Resultados obtenidos de la primera muestra – pre tratamiento

Tabla 9

Concentración de los parámetros evaluados en el pre tratamiento – primera muestra

Parámetro	Unidad	VMA	Entrada
Demandad Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	500	60
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/L	1000	2266
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	500	840
Aceites y Grasas (AyG)	mg/L	100	234,40

Fuente: Caracterización de parámetros evaluados en la facultad de Ecología de la UNSM-T, primera muestra (Anexo 03). Informe C-324-K220-UNSM (Anexo 04).

En la caracterización de los análisis de calidad de agua, se logró evidenciar con respecto a la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST) presenta elevada concentración, de la misma manera con el parámetro de aceites y grasas (AyG) sobrepasando los límites establecidos por los Valores Máximos Admisibles. En cuanto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), fue el más bajo de los parámetros evaluados.

Resultados obtenidos de la segunda muestra – pre tratamiento

Tabla 10

Concentración de los parámetros evaluados en el pre tratamiento – segunda muestra

Parámetro	Unidad	VMA	Entrada
Demandad Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	500	560
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/L	1000	1133
Sólidos suspendidos Totales (SST)	mg/L	500	2000
Aceites y Grasas (AyG)	mg/L	100	240,33

Fuente: Caracterización de parámetros evaluados en la facultad de Ecología de la UNSM-T, segunda muestra (Anexo 05). Informe C-330-K220-UNSM. (Anexo 06).

La segunda caracterización de las aguas residuales del Usuario No Doméstico, con respecto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) se evidencia incremento en su concentración referente a la primera muestra evaluada. El parámetro Demanda Química de Oxígeno sigue teniendo valores muy elevados, así como los parámetros de Sólidos Suspendidos Totales (SST), aceites y grasas (AyG).

Resultados obtenidos de la tercera muestra – pre tratamiento

Tabla 11

Concentración de los parámetros evaluados en el pre tratamiento – tercera muestra

Parámetro	Unidad	VMA	Entrada
Demandad Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	500	267
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/L	1000	1210
Sólidos suspendidos Totales (SST)	mg/L	500	848
Aceites y Grasas (AyG)	mg/L	100	146

Fuente: Caracterización de parámetros evaluados en la facultad de Ecología de la UNSM-T, tercera muestra (Anexo 07). Informe C-365-K220-UNSM. (Anexo 08).

El parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), presenta una disminución en su carga contaminante con respecto a la muestra anterior, siendo un parámetro con gran margen de variación en su concentración.

Resultados obtenidos de la cuarta muestra – pre tratamiento

Tabla 12

Concentración de los parámetros evaluados en el pre tratamiento- cuarta muestra

Parámetro	Unidad	VMA	Entrada
Demandad Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	500	1080
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/L	1000	1022
Sólidos suspendidos Totales (SST)	mg/L	500	2000
Aceites y Grasas (AyG)	mg/L	100	187

Fuente: Caracterización de parámetros evaluados en la facultad de Ecología de la UNSM-T, cuarta muestra (Anexo 09). Informe C-370-K220-UNSM. (Anexo 10).

El parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), tiene elevada concentración, la variación que presenta durante los muestreos está relacionado a los residuos alimenticios que son desechados de manera directa en el lavadero de la cocina produciendo así altos niveles de contaminación en Sólidos Suspendidos Totales (SST). Los aceites y grasas (AyG), no presentan concentraciones variables durante los muestreos, manteniendo un rango estable. El parámetro de Demanda Química de Oxígeno (DQO) presenta su concentración más baja durante los cuatro muestreos realizados, y está relacionado al uso de detergentes y productos para la limpieza.

2.3.3. Niveles de DQO, DBO, SST, Aceites y Grasas, en las aguas residuales de los Usuarios No Domésticos (restaurantes), después de aplicar el proceso físico (post tratamiento)

En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos a partir de la medición de parámetros analizados después de aplicar el proceso físico (post tratamiento) referente a la primera, segunda, tercera y cuarta muestra. Los resultados correspondientes a la primera muestra fueron:

Resultados obtenidos de la primera muestra – post tratamiento

Tabla 13

Concentración de los parámetros evaluados en el post tratamiento – primera muestra

Parámetro	Unidad	VMA	Salida
Demandad Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	500	30
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/L	1000	67
Sólidos suspendidos Totales (SST)	mg/L	500	829
Aceites y Grasas (AyG)	mg/L	100	36

Fuente: Caracterización de parámetros evaluados en la facultad de Ecología de la UNSM-T, primera muestra (Anexo 03). Informe C-324-K220-UNSM (Anexo 04).

En los resultados obtenidos de la primera muestra, se observó que el filtro de medio dual aún estaba en proceso de adaptación, por ese motivo el parámetro de Sólidos Suspendidos Totales (SST) fue el valor más alto en concentración, a pesar de ello se obtuvieron resultados significativos.

Resultados obtenidos de la segunda muestra – post tratamiento

Tabla 14

Concentración de los parámetros evaluados en el post tratamiento – segunda muestra

Parámetro	Unidad	VMA	Salida
Demandad Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	500	51
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/L	1000	154
Sólidos suspendidos Totales (SST)	mg/L	500	316
Aceites y Grasas (AyG)	mg/L	100	26,62

Fuente: Caracterización de parámetros evaluados en la facultad de Ecología de la UNSM-T, segunda muestra (Anexo 05.). Informe C-330-K220-UNSM. (Anexo 06).

En la segunda caracterización se logró evidenciar que el proceso de adaptación del filtro de medio dual alcanzó una óptima adaptación con respecto a la primera muestra recolectada, en Sólidos Suspendidos Totales (SST) se evidencia una notable mejora en

la calidad del agua. El valor de los análisis realizados es menor, comparándolo con los valores iniciales de la segunda muestra, demostrando una buena remoción de contaminantes.

Resultados obtenidos de la tercera muestra – post tratamiento

Tabla 15

Concentración de los parámetros evaluados en el post tratamiento – tercera muestra

Parámetro	Unidad	VMA	Salida
Demandad Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	500	15
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/L	1000	165
Sólidos suspendidos Totales (SST)	mg/L	500	220
Aceites y Grasas (AyG)	mg/L	100	34

Fuente: Caracterización de parámetros evaluados en la facultad de Ecología de la UNSM-T, tercera muestra (Anexo 07). Informe C-365-K220-UNSM. (Anexo 08).

Se obtuvieron resultados significativos con variaciones aleatorias con respecto a la primera y segunda muestra; el parámetro de Aceites y Grasas (AyG), Demanda Química de Oxígeno (DQO) presentan amplios márgenes de reducción en su carga contaminante, en menor proporción los parámetros restantes.

Resultados obtenidos de la cuarta muestra – post tratamiento

Tabla 16

Concentración de los parámetros evaluados en el post tratamiento – cuarta muestra

Parámetro	Unidad	VMA	Salida
Demandad Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	500	405
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/L	1000	325
Sólidos suspendidos Totales (SST)	mg/L	500	195
Aceites y Grasas (AyG)	mg/L	100	41

Fuente: Caracterización de parámetros evaluados en la facultad de Ecología de la UNSM-T, cuarta muestra (Anexo 09). Informe C-370-K220-UNSM. (Anexo 10).

Observando los resultados del muestreo, en el caso de los cuatro (4) parámetros evaluados podemos notar que las concentraciones en el afluente se reducen de gran manera en el efluente, encontrándose las concentraciones de todos los parámetros medidos por debajo de los Valores Máximos Admisibles.

2.3.4. Análisis de eficiencia del proceso físico con trampa de grasa y filtro de medio dual.

Análisis de eficiencia en la disminución de DBO₅

En la siguiente tabla se presenta las eficiencias de remoción para el parámetro DQO₅ expresados en porcentajes, resultantes de las 4 muestras tomadas del sistema de tratamiento evaluado.

Tabla 17

Eficiencia de remoción de DBO₅

Muestra	Unidad	DBO₅ (Inicial)	DBO₅ (Final)	Eficiencia %
Muestra 1	mg/L	60	30	50%
Muestra 2	mg/L	560	51	90,89%
Muestra 3	mg/L	267	15	94,38%
Muestra 4	mg/L	1080	405	62,50%

Nota. DBO₅ Inicial, DBO₅ Final.

En la presente tabla, se evidencia que la mayor eficiencia de remoción en el sistema de tratamiento se encuentra en la muestra 3 con un 94,38%, siendo la muestra 1 la de menor eficiencia con un 50,00%.

Análisis de eficiencia en la disminución de DQO

En la siguiente tabla se presenta las eficiencias de remoción para el parámetro DQO expresados en porcentajes, resultantes de las 4 muestras tomadas del sistema de tratamiento evaluado.

Tabla 18
Eficiencia de remoción de DQO

Muestra	Unidad	DQO (Inicial)	DQO (Final)	Eficiencia %
Muestra 1	mg/L	2266	67	97,04%
Muestra 2	mg/L	1133	154	86,40%
Muestra 3	mg/L	1210	165	86,36%
Muestra 4	mg/L	1022	325	68,20%

Nota. DQO Inicial, DQO Final.

En la presente tabla, se evidencia que la mayor eficiencia de remoción en el sistema de tratamiento, corresponde a la muestra 1 con un 97,04%, siendo la muestra 4 la de menor eficiencia con 68,20%.

Análisis de eficiencia en la disminución de SST

En la siguiente tabla se presenta las eficiencias de remoción para el parámetro SST expresados en porcentajes, resultantes de las 4 muestras tomadas del sistema de tratamiento evaluado.

Tabla 19
Eficiencia de remoción de SST

Muestra	Unidad	SST (Inicial)	SST (Final)	Eficiencia %
Muestra 1	mg/L	840	829	1,32%
Muestra 2	mg/L	2000	316	84,20%
Muestra 3	mg/L	848	220	74,06%
Muestra 4	mg/L	2000	195	90,25%

Nota. SST Inicial, SST Final.

Se evidencia la mayor eficiencia de remoción del sistema de tratamiento está en la muestra 4 con 90,25%, siendo la muestra 1 la menor eficiencia con un 1,32%, es necesario mencionar que el bajo porcentaje de remoción se produce por el proceso de adaptación y lavado que tiene el filtro de medio dual, durante los primeros días de funcionamiento.

Análisis de eficiencia en la disminución de Aceites y grasas

En la siguiente tabla se presenta las eficiencias de remoción para el parámetro de Aceites y Grasas expresados en porcentajes, resultantes de las 4 muestras tomadas del sistema de tratamiento evaluado.

Tabla 20
Eficiencia de remoción de Aceites y Grasas

Muestra	Unidad	AyG (Inicial)	AyG (Final)	Eficiencia %
Muestra 1	mg/L	234,40	36	84,64%
Muestra 2	mg/L	240,33	26,62	88,92%
Muestra 3	mg/L	146	34	76,71%
Muestra 4	mg/L	187	41	78,07%

Nota. AyG Inicial, AyG Final.

Se observa que la mejor eficiencia de remoción para este parámetro es la muestra 2 con un 88,92%, así mismo la menor eficiencia de remoción del sistema de tratamiento corresponde a la muestra numero 3 con 76,71%.

Promedios de la eficiencia de remoción por parámetro

En la siguiente tabla se presenta los promedios de las eficiencias de remoción resultantes de las 4 muestras tomadas del sistema de tratamiento, compuesto de una trampa de grasa y filtro de medio dual.

Tabla 21
Promedio de eficiencia de remoción por parámetros medidos

Parámetro	Unidad	Promedio de remoción (%)
Demandad Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	74,44%
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	84,50%
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	62,46%
Aceites y Grasas (A y G)	mg/L	82,09%

Comparación de los efluentes del sistema de tratamiento con los VMA

Los resultados de la caracterización de los parámetros físicos, químicos y biológicos obtenidos de las cuatro muestras recolectadas del sistema de tratamiento se compararon con los Valores Máximos Admisibles establecidos en D.S. N°010-2019-VIVIENDA para descargas al sistema de alcantarillado sanitario de aguas residuales no domésticas, para analizar si cumplen con la norma.

Comparación de la DBO₅ con los VMA

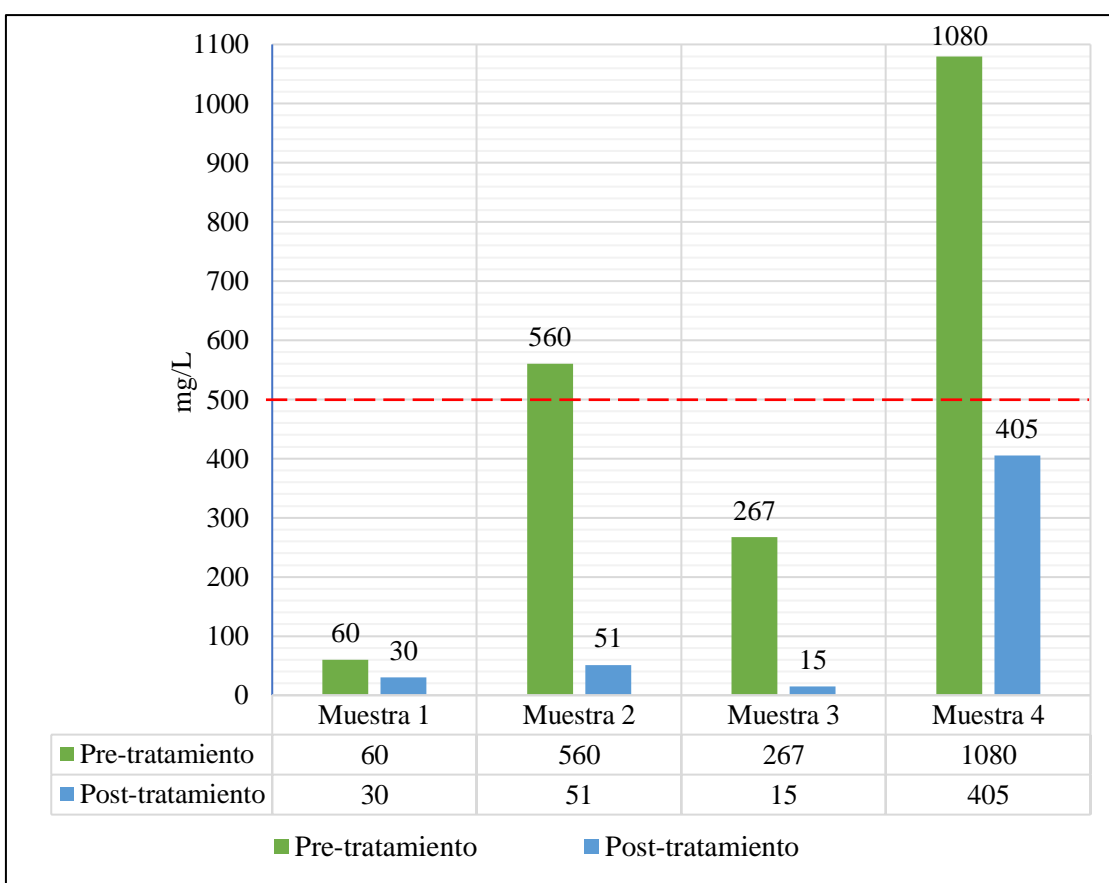


Figura 6. Comparación de la DBO₅ con los VMA

Análisis: El valor máximo admisible para el parámetro DBO₅ es de 500 mg/L; se observa que no todos los afluentes superan el VMA, pero después de aplicar el tratamiento compuesto por una trampa de grasa y filtro de medio dual, se observa que las concentraciones se reducen significativamente cumpliendo con lo dispuesto en el VMA para este parámetro.

Comparación de la DQO con los VMA

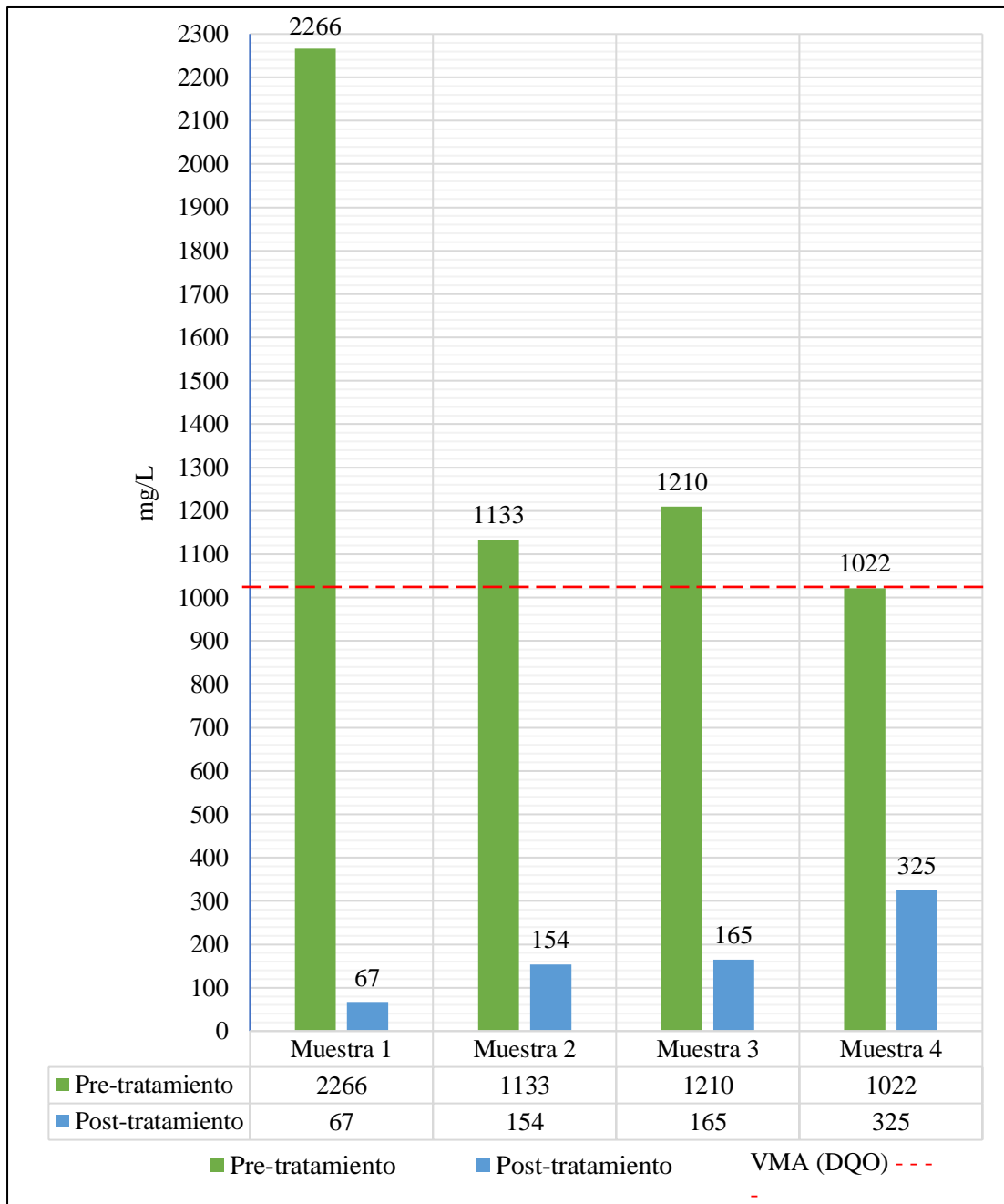


Figura 7. Comparación de la de DQO con los VMA

Análisis: El valor máximo admisible para el parámetro DQO es 1000 mg/L; se observa que todos los afluentes superan el VMA, pero después de aplicar el tratamiento, se observa que las concentraciones del efluente se reducen significativamente cumpliendo con lo dispuesto en el VMA para este parámetro.

Comparación de los SST con los VMA

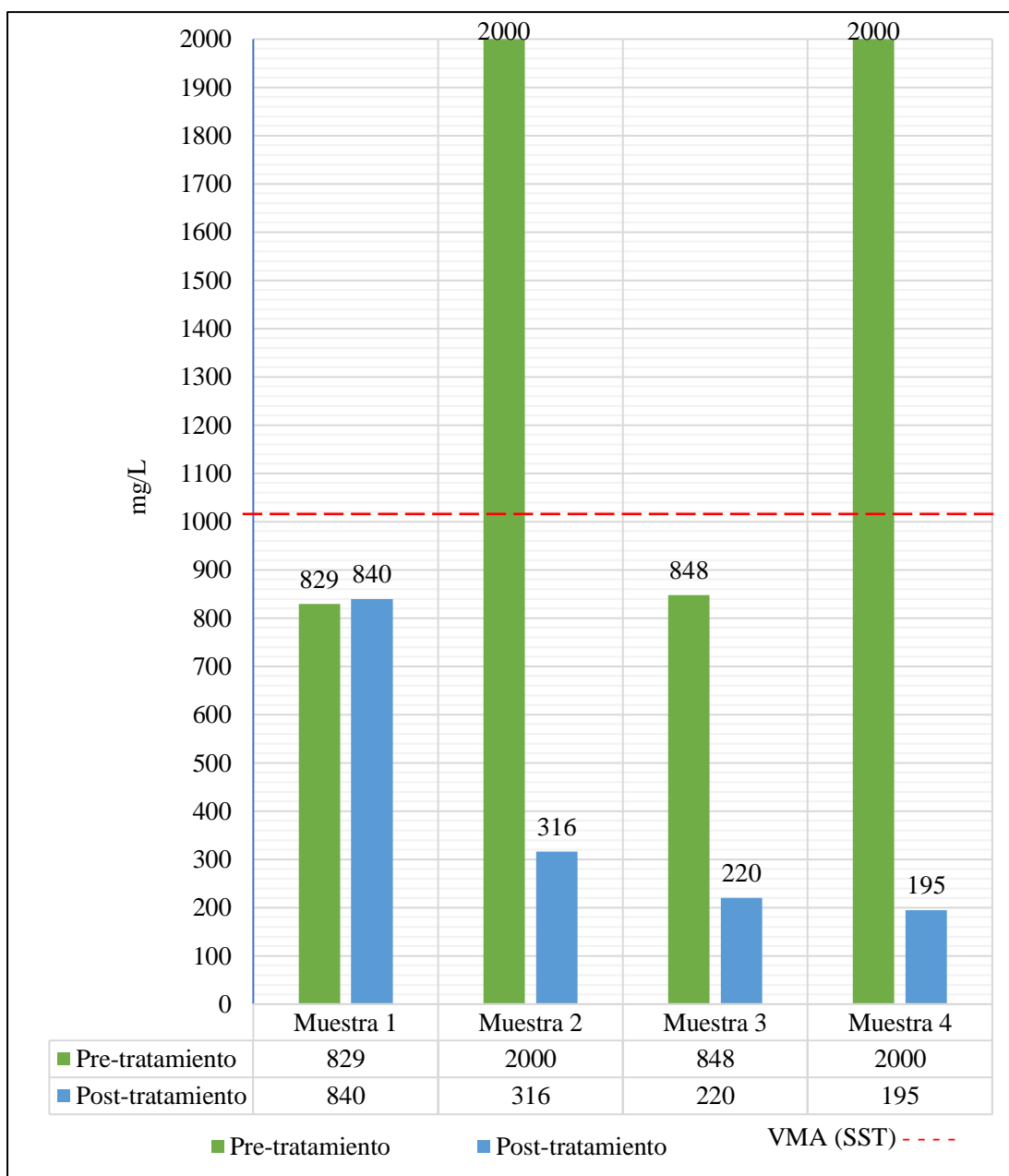


Figura 8. Comparación de los SST con los VMA

Análisis: El valor máximo admisible para el parámetro SST es 500 mg/L; se observa que todos los afluentes superan el VMA, pero después de aplicar el tratamiento compuesto por una trampa de grasa y filtro de medio dual, se observa que las concentraciones del efluente se reducen significativamente cumpliendo con lo dispuesto en el VMA para este parámetro, sin embargo, solo la muestra I tiene una concentración mayor a 500 mg/L después del tratamiento.

Comparación de Aceites y Grasas con los VMA

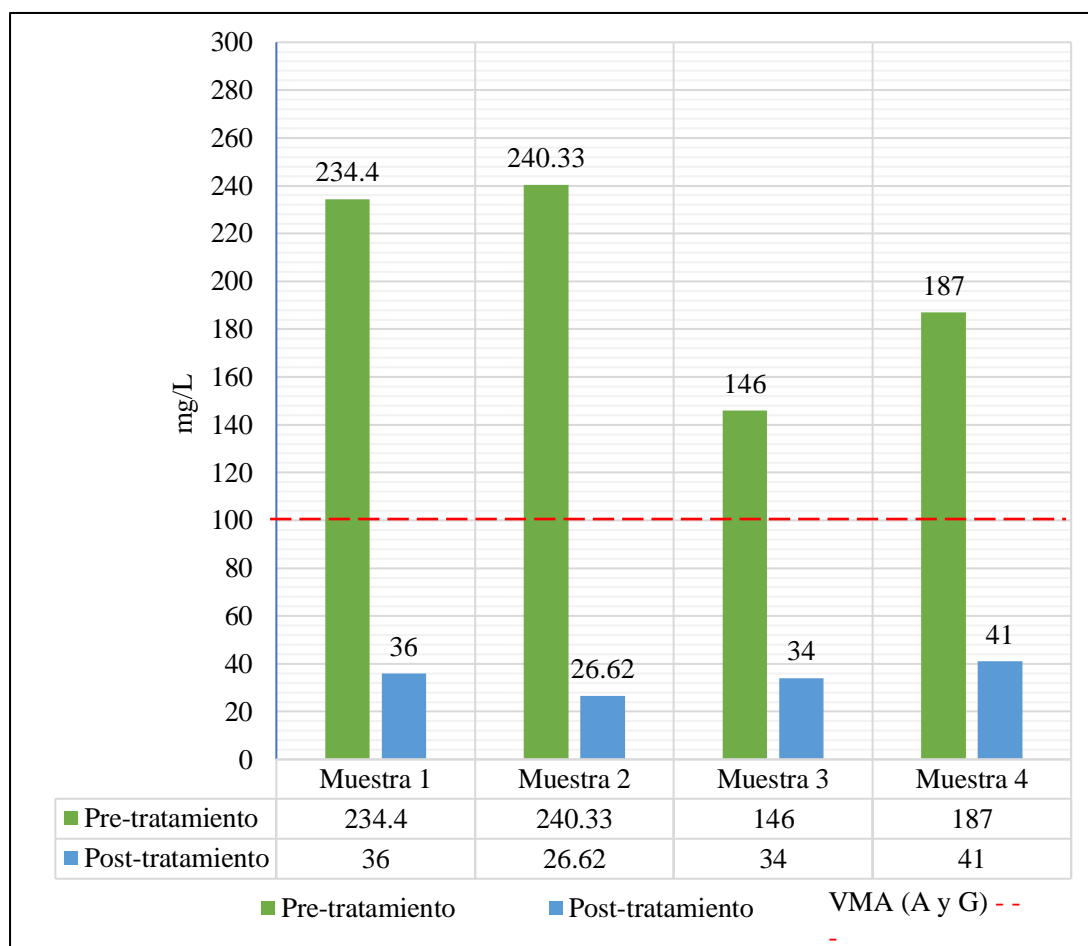


Figura 9. Comparación de Aceites y Grasas con los VMA

Análisis: El valor máximo admisible para el parámetro Aceites y Grasas es 100 mg/L; se observa que todos los afluentes superan el VMA, pero después de aplicar el tratamiento compuesto por una trampa de grasa y filtro de medio dual, se observa que las concentraciones del efluente se reducen significativamente cumpliendo con lo dispuesto en el VMA para este parámetro.

2.3.5. Contrastación de la hipótesis

La prueba estadística desarrollado para validar los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio, correspondientes a la DBO₅, DQO, Sólidos suspendidos totales, aceites y grasas se realizó por medio de la prueba estadística de distribución t- Student para muestras relacionadas, pareada entre la muestra de pre tratamiento y post tratamiento, con $\alpha = 5\%$ usando un software estadístico.

Formula t - Student:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\delta/\sqrt{n}}$$

t = Prueba t - Student

\bar{X} = Media Poblacional

μ = Media Muestral

δ = Desviación estándar de las muestras

n = Tamaño de la muestra

Hipótesis de la investigación

Hipótesis nula (H₀): $H_0: \mu\bar{d} = 0$

H₀: “El diseño de un proceso físico compuesto de una trampa de grasa y filtro de medio dual no reduce significativamente los contaminantes generados en aguas residuales de los Usuarios No Domésticos en la ciudad de Moyobamba”.

Hipótesis alterna (H₁): $H_1: \mu\bar{d} \neq 0$

H₁: “El diseño de un proceso físico compuesto de una trampa de grasa y filtro de medio dual reduce significativamente los contaminantes generados en aguas residuales de los Usuarios No Domésticos en la ciudad de Moyobamba”.

Regla de decisión

Si el Valor p (Sig) $\geq 0,05$ se acepta la hipótesis nula (H₀).

Si el Valor p (Sig) $< 0,05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (H₁)

Obtención de la significancia (p) por parámetros:

Para un nivel de significación de $\alpha = 5\% = 0,05$ y un nivel de confianza: $1 - \alpha = 95\% = 0,95$ tenemos las siguientes pruebas estadísticas:

Análisis estadístico de la remoción de DBO₅

Tabla 22

IC y Prueba T pareada: DBO₅ Inicial; DBO₅ Final

	N	Media	Desv. Est.	Error estándar de la media
DBO ₅ Inicial	4	491,75	443	221
DBO ₅ Final	4	125,25	187	94
Diferencia	4	366,5	284	142

IC de 95% para la diferencia media: (-85; 818)

Prueba t de diferencia media = 0 (vs. ≠ 0):

Valor T = 2,5818 **Valor p = 0,041**

Fuente: Software estadístico Minitab

Interpretación:

Se observa que el valor p (0,04) < valor de significancia (0,05), por lo tanto se rechaza H₀ y se acepta H₁; Es decir que el proceso físico compuesto de una trampa de grasa y filtro de medio dual contribuye significativamente en la remoción de DBO₅, deduciendo de la evidencia estadísticas se puede afirmar que existe diferencia entre los valores de las concentraciones registradas del pre tratamiento con los valores del post tratamiento, así mismo se concluye que el sistema de tratamiento reduce significativamente los contaminantes generados en aguas residuales de los Usuarios No Domésticos.

Análisis estadístico de la remoción de DQO

Tabla 23

IC y Prueba T pareada: DQO Inicial; DQO Final

	N	Media	Desv. Est.	Error estándar de la media
DQO Inicial	4	1408	577	289
DQO Final	4	178	108	54
Diferencia	4	1230	663	332

IC de 95% para la diferencia media: (174; 2286)

Prueba t de diferencia media = 0 (vs. ≠ 0):

Valor T = 3,708 **Valor p = 0,017**

Fuente: Software estadístico Minitab

Interpretación:

Se observa que el valor p (0,02) < valor de significancia (0,05), por lo tanto se rechaza H_0 y se acepta H_1 ; Es decir que el proceso físico compuesto de una trampa de grasa y filtro de medio dual contribuye significativamente en la remoción de DQO, deduciendo de la evidencia estadísticas se puede afirmar que existe diferencia entre los valores de las concentraciones registradas del pre tratamiento con los valores del post tratamiento, así mismo se concluye que el sistema de tratamiento reduce significativamente los contaminantes generados en aguas residuales de los Usuarios No Domésticos.

Análisis estadístico de la remoción de SST

Tabla 24

IC y prueba T pareada; SST Inicial; SST Final

	N	Media	Desv. Est.	Error estándar de la media
SST Inicial	4	1422	667	334
SST Final	4	390	297	149
Diferencia	4	1032	862	431

IC de 95% para la diferencia media: (-339; 2403)

Prueba t de diferencia media = 0 (vs. \neq 0):

Valor T = 2,394 **Valor p = 0,048**

Fuente: Software estadístico Minitab

Interpretación:

Se observa que el valor p (0,048) < valor de significancia (0,05), por lo tanto se rechaza H_0 y se acepta H_1 ; Es decir que el proceso físico compuesto de una trampa de grasa y filtro de medio dual contribuye significativamente en la remoción de SST, deduciendo de la evidencia estadísticas se puede afirmar que existe diferencia entre los valores de las concentraciones registradas del pre tratamiento con los valores del post tratamiento, así mismo se concluye que el sistema de tratamiento reduce significativamente los contaminantes generados.

Análisis estadístico de la remoción de AyG

Tabla 25

IC y Prueba T pareada: AyG Inicial; AyG Final

	N	Media	Desv. Est.	Error estándar de la media
SST Inicial	4	201,9	44,3	22,1
SST Final	4	24,3	6,0	3,0
Diferencia	4	167,5	47	23,5

IC de 95% para la diferencia media: (92,7; 242,3)

Prueba t de diferencia media = 0 (vs. \neq 0):

Valor T = 7,125 **Valor p = 0,003**

Fuente: Software estadístico Minitab

Interpretación:

Se observa que el valor p (0,00) < valor de significancia (0,05), por lo tanto se rechaza H_0 y se acepta H_1 ; Es decir que el proceso físico compuesto de una trampa de grasa y filtro de medio dual contribuye significativamente en la remoción de AyG, deduciendo de la evidencia estadísticas se puede afirmar que existe diferencia entre los valores de las concentraciones registradas del pre tratamiento con los valores del post tratamiento, así mismo se concluye que el sistema de tratamiento reduce significativamente los contaminantes generados.

2.4. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos de la presente investigación, indican una excelente eficacia para la remoción de DBO₅, DQO, Aceites y Grasas, lográndose remover hasta alcanzar los Valores Máximos Admisibles que exige la normativa vigente, el único parámetro que tuvo un déficit en la eficiencia de remoción fue los Sólidos Suspendedos Totales, consecuentemente por el periodo de adaptación del filtro de medio dual.

En la investigación de Peña y Arista (2016) estudiaron y evaluaron el tratamiento de aguas residuales domésticas como alternativa de su reutilización en regadío, mediante la implementación de filtros físicos, de tal manera el proceso de filtración alcanzo a remover un 92,95% para la DQO, para DBO₅ se alcanzó una remoción de 96,94%, en

porcentajes aceptables la remoción de Sólidos Suspendedos Totales alcanzo una remoción de 82,86%; en la presente investigación se puede relacionar los resultados por similitud, debido a que mediante la aplicación de una trampa de grasa y filtro de medio dual, se logró remover las concentraciones iniciales de DQO hasta en 84,50%, DBO₅ del 74,44% alcanzando los VMA que exige la normativa vigente, es así que podemos afirmar que el filtro de medio dual es eficiente para remover carga de materia orgánica cuando termina el proceso de adaptación bilógica y alcanza su máxima eficiencia de remoción.

Además, para Ortega (2018) en su investigación se planteó determinar la eficiencia de remoción mediante el uso de trampas de grasas y aceites para efluentes no domésticos de los establecimientos comerciales, logró obtener un rango de eficiencia de remoción de la DBO₅ mediante la implementación de trampas de grasa, removiendo porcentajes que oscilan entre 21,611% y 40,37%, no solo remueve la DBO₅ ligada al contenido de aceites y grasas, sino también se encuentra ligado a los Sólidos Suspendedos Totales, principalmente restos de comida, respecto a la DQO tuvo eficiencias de remoción entre 20,35% y 44,23%. Es así que en la investigación realizada se tiene valores mínimos de remoción por encima de los valores obtenidos solo con la aplicación de una trampa de grasa, que están en 50% de eficiencia con respecto a la DBO₅, la DQO con un mínimo de 68,20%, esto quiere decir las trampas de grasas son ideales para la reducción de contaminantes, pero para tener un margen mayor de remoción de contaminantes se tiene que emplear un tratamiento complementario.

Rodríguez (2019) la finalidad de su investigación fue determinar la eficiencia de un filtro biológico en la remoción de los contaminantes de las aguas residuales domésticas, llegando a la conclusión que mediante la aplicación de un filtro bilógico logra una máxima eficiencia de remoción de DQO con 82,36% y SST de 81,27% alcanzado a los 40 días de tratamiento. Rodríguez y Cubas (2019) evaluaron y compararon efecto de los géneros *Heliconia sp* y *Alpinia sp* en la remoción de contaminantes de aguas grises domésticas utilizando biojardines, demostraron que el mayor porcentaje alcanzado por ambas plantas se dio en el mes 8 después de la siembra, con *Heliconia sp* se obtuvo un porcentaje de remoción de SST 88.4%, Aceites y grasas 86.4%; Con *Alpinia sp* se obtuvo un porcentaje de remoción de SST 89.3%,

Aceites y Grasas 90.09%. Los resultados obtenidos en la investigación, aplicando un filtro de medio dual como complemento de la trampa de grasa para la reducción de contaminantes, alcanza niveles óptimos en la reducción de aceites y grasa con 82,09%, caso contrario sucedió con el parámetro de SST, siendo el parámetro con menos eficiencia de reducción de contaminantes con 62,46%, se afirma que el filtro de medio dual es óptimo para maximizar la reducción de aceites y grasas.

La investigación de Chinchilla (2016) estuvo orientada a evaluar la relación de los parámetros de diseño de una trampa de grasas sobre la eficiencia de remoción de grasas y aceites, concluyó que los sólidos sedimentados se acumulan dentro de la trampa de grasas, afectando directamente el volumen interno de la trampa, los resultados obtenidos en la remoción de aceites y grasas alcanzó un 80% como remoción óptima, a partir del día séptimo decae por debajo del 70%. En la presente investigación se utilizó una trampa de gasa y un filtro de medio dual, los resultados fueron satisfactorios debido a que se logró remover este parámetro en grandes porcentajes, es así que tenemos remoción de Aceites y Grasas del 82,09% y como porcentaje mínimo de remoción de 76,71%; se puede afirmar que la implementación de un filtro de medio dual como tratamiento complementario aumenta significativamente los márgenes de eficiencia de remoción de contaminantes para todos los parámetros evaluados, por lo que después de la comparación de resultados de remoción se confirma que el sistema de tratamiento está cumpliendo su función de depurar las aguas residuales de los Usuarios No Domésticos.

CONCLUSIONES

El sistema de tratamiento estuvo compuesto por una trampa de grasa y filtro de medio dual, de 0,24 m² área superficial y volumen de 0,108 m³, de forma rectangular, calculado en base a un caudal de diseño de 0,6 L/s, como material filtrante se empleó 2 capas en una cámara de filtración, grava fina (15 mm – 0,5 mm) con un espesor de 20 cm, arena lavada con un espesor de 10 cm, ambas capas dispuestas en un área de 0,20 m x 0,40 m.

La remoción de contaminantes del agua residual logra significativos valores y márgenes de remoción del parámetro de Demanda Química de Oxígeno (DQO) obteniendo un promedio de remoción del 84,50%, el promedio de la remoción de materia orgánica expresado como Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) del 74,44%, remoción de Sólidos Suspendidos Totales del 62,46%, también se logra una significativa remoción del parámetro Aceites y Grasas (AyG) con un promedio de eficiencia del 82,09%.

En el afluente se concluye que los parámetros evaluados (DBO₅, DQO y AyG) tienen una gran remoción de contaminantes, a excepción de Sólidos Suspendidos Totales no se obtiene una máxima eficiencia, consecuentemente por el proceso de adaptación del filtro biológico, sin embargo, todos los parámetros cumplen con los VMA para descargas a la red alcantarillado.

Con un nivel de confianza del 95% el sistema de trampa de grasa y filtro de medio dual se presentan como óptimos para la remoción de contaminantes de aguas residuales generadas por los Usuarios No Domésticos. Afirmando que si existe una eficiencia estadísticamente significativa antes y después del tratamiento con respecto a los Valores Máximos Admisibles (VMA).

El sistema de trampa de grasa y filtro de medio dual es eficiente respecto a la reducción de contaminantes, el diseño compacto optimiza el área dedicada para su instalación y funcionamiento, que resulta en un sistema viable para su aplicación en los restaurantes que no generen aguas residuales mayor a un caudal de 0,6 L/s.

RECOMENDACIONES

A los restaurantes inducir al uso de detergentes biodegradables, favoreciendo la remoción de contaminantes en aguas residuales (Usuarios No Domésticos), contribuyendo de esta manera al cuidado del sistema de alcantarillado y optimizando los márgenes de remoción de contaminantes.

A los futuros investigadores realizar estudios referentes a la cantidad de grasas, aceites y sólidos que diariamente son acumulados en la trampa de grasa de distintos restaurantes, para el redimensionamiento del sistema.

Realizar estudios más detallados de parámetros físicos, químicos y biológicos en aguas residuales de Usuarios No Domésticos, con el fin de proponer alternativas de tratamientos más específicas para cada actividad realizada.

Se recomienda que para el redimensionamiento del sistema y aplicación en otros rubros (Usuarios No Domésticos) tener en cuenta el parámetro de diseño referente a los sólidos sedimentables, la acumulación de estos afecta directamente el volumen de la trampa.

A los futuros investigadores de la facultad de Ecología - UNSM, realizar más estudios sobre la aplicación de este diseño de trampa de grasa y filtro de medio dual para el tratamiento de afluentes de diferentes actividades como lavaderos, lavanderías, oleocentro, etc. para conocer su comportamiento con concentraciones variables de DQO, DBO₅, SST y Aceites y Grasas.

A la entidad prestadora del servicio de agua potable promover entre los Usuarios No Domésticos del agua, la implementación de sistemas de tratamiento eficiente y de bajo costo dado que es una obligación que la disposición de sus vertidos esté dentro de la normativa vigente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARELLANO, Alexis y SÁNCHEZ, Emmanuel. Propuesta de mejora de diseño de una trampa de grasa para restaurantes. Tesis (Título profesional de Ingeniero Mecánico). Ciudad de México : Universidad Nacional Autónoma de México, 2017.

CEPIS. 2003. Especificaciones técnicas para el diseño de trampa de grasa. Lima: UNATSABAR, 2003.

CHINCHILLA, Martín. Relación de parámetros de diseño de trampas de grasas (desengrasadores) versus su eficiencia, en aguas residuales comerciales. Tesis (Magíster en ciencias de Ingeniería Sanitaria). Ciudad de Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala, 2016.

CONSEJO DE EUROPA. Carta Europea del Agua . Estrasburgo : s.n., 1968.

D.S.N°010-2019-VIVIENDA. Valores Maximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas Residuales No domesticas en el sistema de alcantarrado sanitario. Diario oficial El Peruano. Lima - Perú. 2019.

DIJK, Van y OOMEN, J. Filtracion lenta en Arena para abastecimientopublico de agua en paises de desarrollo. La Haya : CEPIS, 1978. 24 pp.

ISBN: 255.178FI

ESPINOZA, Andrés. Disminucion de la DBO, DQO y STD del agua residual domestica de Santiago de Chuco empleando un biofiltro de piedra pómez. Tesis (Título Profesional en Ingeniero Ambiental). Santiago de Chuco: Universidad Cesar Vallejo, 2017.

GÁRATE, Ruth. Determinación y comparación de los valores de los parámetros de los efluentes de aguas residuales de restaurantes con los VMA, según la norma vigente. Arequipa 2017. Tesis (Magíster en Salud ocupacional y del Medio Ambiente). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2017.

HIDROPLAYAS.EP. Trampas de grasas. Guayaquil. HidroPlayas.EP 2016

MARIN, Rafael. Proceso Fisicoquímicos En Depuración De Aguas. Madrid : Diaz de Santos, 2012. 81 pp.

ISBN: 9788499693873

- Metcalf and Eddy INC. 1991. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse. New York : McGraw-Hill, 1991.
ISBN: 0071008241.
- NORMA OS. 20. Plantas de tratamiento de agua para consumo humano. Diario oficial El Peruano, Lima Perú, 26 de noviembre de 2009.
- NORMA OS. 90. Plantas de tratamiento de aguas residuales. Diario oficial El Peruano, Lima Perú, 23 de mayo de 2006.
- ORELLANA, Jorge. Características de los Líquidos Residuales. Tesis (Título profesional en Ingeniero Sanitario). Rosario, Argentina : Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Rosario, 2005.
- ORTEGA, Oscar. Uso de trampas de aceites y grasas para efluentes no domésticos de los establecimientos comerciales y de servicios en Tingo María. Tesis (Título profesional en Ingeniero Ambiental). Tingo María, Perú : Universidad Agraria de la Selva, 2018.
- PEÑA, Luz Y ARISTA, Willy. Filtros Físicos en el tratamiento de las aguas residuales domésticas para su reutilización en riego en La I.E N°00813, Ochamé - Moyobamba. Tesis (Título profesional en Ingeniero Sanitario). Moyobamba, Perú : Universidad Nacional De San Martín, 2016.
- PÖPEL, F. 1928. Tecnología de aguas residuales y su conservación. Wiesbaden : Editions, 1928.
ISBN: 9780070416901.
- RESOLUCION-JEFATURAL-N°010-2016-ANA. Protocolo nacional para el monitoreo de la Calidad de los Recursos hídricos superficiales. Lima - Perú. ANA. 2016.
- RIGOLA, Miguel. Tratamiento de aguas industriales, Aguas de proceso y Residuales. Barcelona : MARCOMBO, 1999. 140 pp.
ISBN: 9701504836
- RNE. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) Norma OS. 020 y Norma OS. 090. Lima - Perú: Diario oficial El Peruano. 2009.
- RODRÍGUEZ, José y CUBAS, Alex. Efecto de biojardines con los géneros *Heliconia* sp y *Alinia* sp en la remoción de contaminantes de aguas grises domésticas y propuesta de

reutilización - Rioja 2017. Tesis (Título profesional de Ingeniero Ambiental). Rioja, Perú : Universidad Nacional de San Martín, 2017.

RODRIGUEZ, Nils. Evaluación de la eficiencia de un sistema de filtro biológico en la remoción de los contaminantes de las aguas residuales domésticas, sector las Lomas, Moyobamba, 2015 - 2016. Tesis (Título profesional en Ingeniero Ambiental). Moyobamba, Perú : Universidad Nacional de San Martín, 2019.

ROMERO, Jairo. Tratamiento de aguas residuales - Teoría y principios de diseño. Bogotá : Escuela Colombiana de Ingeniería, 2000.

ISBN: 9588060133.

RUSSELL, David. Tratamiento de aguas residuales. Barcelona : REVERTÉ S.A., 2012. ISBN: 9788429179767.

SALTOS, Adrian. Estudio de un sistema de trampas de grasa en la empresa de Catering "LOS ALMENDROS" y su incidencia en el cuidado del medio ambiente. Tesis (Título profesional en Ingeniero en Gestión de Alimentos y Bebidas). Ambato, Ecuador : Universidad Autónoma de los Andes, 2017.

SEDAPAL. Sedapal. [En línea] Octubre de 2015. <http://www.sedapal.com.pe/el/notas-de-prensa>.

SEOÁNEZ, Mariano. Depuración de las Aguas Residuales por Tecnologías Ecológicas y de bajo costo. Madrid : Mundi-Prensa, 2004. 69 pp.

ISBN: 8484762262.

SPERLING, Marcos. Introducción a la calidad del Agua y al Tratamiento de aguas residuales. Belo Horizonte : Editorial Universitaria, 2012. 92 pp.

ISBN: 9588609429.

TRAPOTE, Arturo. Depuración y regeneración de aguas residuales urbanas. Alicante: Universitarias Españolas, 2013. 45 pp.

ISBN: 9788497174312.

YÁNEZ, Fabian. Normas de diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales. Guatemala: Organización Panamericana de la Salud, 1993.

ISBN: 8493037907.

ANEXOS

Anexo 1:**Tipo de envase de acuerdo al parámetro a evaluar**

Parámetro	Envase	Volumen Mínimo Necesario (Ml)	Plazo Máximo De Análisis
DBO	P ó V	1000	2 días
DQO	P ó V	200	28 días
Aceites y grasas	V	1000	28 días
SST	P ó V	150	2 horas

P = Plástico V = Vidrio

Fuente: Orellana, 2005

Anexo 2:**Ficha técnica de recolección de datos, (pre tratamiento y post tratamiento)**

Registro De Datos				
N° De Muestra	Fecha De Muestreo	Hora	Volumen De Muestra	
Parámetro		Vma	Pre Prueba	Post Prueba
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)		500 mg/L		
Demanda Química de oxígeno (DQO)		1000 mg/L		
Sólidos Suspendido Totales		500 mg/L		
Aceites y Grasas		100 mg/L		
Observaciones:				

Anexo 3:

**Caracterización de parámetros evaluados en la facultad de Ecología de la UNSM-T,
primera muestra**

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

“Diseño de un proceso físico para la reducción de contaminantes generados por aguas residuales de los Usuarios No Domésticos en la ciudad de Moyobamba”


DOCENTE GUÍA Y ORIENTADOR DE LOS ANÁLISIS

Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza
Especialista en Análisis de Calidad de Agua

TESISTA : Julio César Tuesta Ramos
PUNTO DE MUESTREO : Restaurante “Lluly”
LUGAR : Ovalo la Orquídea - Moyobamba
LUGAR DE ANÁLISIS : Laboratorio de Ingeniería Sanitaria – Facultad de Ecología
FECHA DE MUESTREO : 28/10/2020

RESULTADOS PRE TRATAMIENTO Y POST TRATAMIENTO

REGISTRO DE DATOS					
N° De Muestra	Fecha De Muestreo	Hora	Tipo de envase	Volumen De Muestra	
Primera muestra	28/10/2020	12:00 pm	Vidrio	1 litro (pre tratamiento) 1 litro (post tratamiento)	
Parámetro		Unidad	VMA	Pre Prueba	Post Prueba
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)		mg/L	500	60	30
Demanda Química de Oxígeno (DQO)		mg/L	1000	2266	67
Sólidos Suspendido Totales (SST)		mg/L	500	840	829
Aceites y Grasas (AyG)		mg/L	100	-	-
Observaciones:					



Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza
 Especialista en Análisis de Calidad de Agua

Anexo 4:

Informe C-324-K220-UNSM

**INFORME DE ENSAYO**

C-324-K220-UNSM

Pág. 01 de 02

CLIENTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
JR. MAYNAS NRO. 179 SAN MARTIN - SAN MARTIN - TARAPOTO

ATENCION : Julio César Tuesta Ramos

METODO DE ENSAYO : Químico
ITEM DE ENSAYO : Agua Residual

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico, vidrio
Preservadas



MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Cajamarca, 2 de Noviembre de 2020
Hora: 08:00

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Cajamarca, 2 de Noviembre de 2020

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección
Aceites y Grasas	EPA METHOD 1664 Rev. A 1999	0.99 mg/L

Sello	Fecha Emisión	Jefe Administrativo	Jefe del Laboratorio de Química
			
		Christian Morán	Anthony Vivar Paredes

23/11/2020

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAP SRL.

> Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

> Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del ensayo analizado por un tiempo máximo de 5 días después de emitido el informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo requerimiento expreso del cliente

> Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

C-324-K220-UNSM

INFORME DE ENSAYO

C-324-K220-UNSM

Pág. 02 de 02

Código de Laboratorio			C-324-01
Código de Cliente			Pre Prueba Entrada
Item de Ensayo			Agua Residual
Fecha de Muestreo			31/10/2020
Hora de Muestreo			-
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Aceites y Grasas	HEM	mg/L	234.40

Código de Laboratorio			C-324-02
Código de Cliente			Post Prueba Salida
Item de Ensayo			Agua Residual
Fecha de Muestreo			31/10/2020
Hora de Muestreo			-
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Aceites y Grasas	HEM	mg/L	36.00



Anexo 5:

**Caracterización de parámetros evaluados en la facultad de Ecología de la UNSM-T,
segunda muestra**

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

“Diseño de un proceso físico para la reducción de contaminantes generados por aguas residuales de los Usuarios No Domésticos en la ciudad de Moyobamba”

DOCENTE GUÍA Y ORIENTADOR DE LOS ANÁLISIS

Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza
Especialista en Análisis de Calidad de Agua

TESISTA : Julio César Tuesta Ramos
PUNTO DE MUESTREO : Restaurante “Lluly”
LUGAR : Ovalo la Orquídea - Moyobamba
LUGAR DE ANÁLISIS : Laboratorio de Ingeniería Sanitaria – Facultad de Ecología
FECHA DE MUESTREO : 07/11/2020

RESULTADOS PRE TRATAMIENTO Y POST TRATAMIENTO

REGISTRO DE DATOS					
Nº De Muestra	Fecha De Muestreo	Hora	Tipo de envase	Volumen De Muestra	
Segunda muestra	07/11/2020	12:10 pm	Vidrio	1 litro (pre tratamiento) 1 litro (post tratamiento)	
Parámetro		Unidad	VMA	Pre Prueba	Post Prueba
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)		mg/L	500	560	51
Demanda Química de Oxígeno (DQO)		mg/L	1000	1133	154
Sólidos Suspendido Totales (SST)		mg/L	500	2000	316
Aceites y Grasas (AyG)		mg/L	100	-	-
Observaciones:					



Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza
Especialista en Análisis de Calidad de Agua

Anexo 6:

Informe C-330-K220-UNSM

**INFORME DE ENSAYO**

C-330-K220-UNSM

Pág. 01 de 02

CLIENTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
JR. MAYNAS NRO. 179 SAN MARTIN - SAN MARTIN - TARAPOTO

ATENCION : Julio César Tuesta Ramos

METODO DE ENSAYO : Químico
ITEM DE ENSAYO : Agua Residual

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico, vidrio
Preservadas

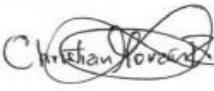

MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Cajamarca, 8 de Noviembre de 2020
Hora: 08:00

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Cajamarca, 8 de Noviembre de 2020

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección
Aceites y Grasas	EPA METHOD 1664 Rev. A 1999	0.99 mg/L

Sello	Fecha Emisión	Jefe Administrativo	Jefe del Laboratorio de Química
	23/11/2020		
		Christian Morán	Anthony Vivar Paredes

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAP SRL.

> Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

> Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del ensayo analizado por un tiempo máximo de 5 días después de emitido el informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo requerimiento expreso del cliente

> Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

C-330-K220-UNSM



INFORME DE ENSAYO

C-330-K220-UNSM

Pág. 02 de 02

Código de Laboratorio			C-330-01
Código de Cliente			Pre Prueba Entrada
Item de Ensayo			Agua Residual
Fecha de Muestreo			7/11/2020
Hora de Muestreo			-
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Aceites y Grasas	HEM	mg/L	240.33

Código de Laboratorio			C-330-02
Código de Cliente			Post Prueba Salida
Item de Ensayo			Agua Residual
Fecha de Muestreo			7/11/2020
Hora de Muestreo			-
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Aceites y Grasas	HEM	mg/L	26.62



C-330-K220-UNSM

Anexo 7:

**Caracterización de parámetros evaluados en la facultad de Ecología de la UNSM-T,
tercera muestra**

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:

“Diseño de un proceso físico para la reducción de contaminantes generados por aguas residuales de los Usuarios No Domésticos en la ciudad de Moyobamba”


DOCENTE GUÍA Y ORIENTADOR DE LOS ANÁLISIS

Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza
Especialista en Análisis de Calidad de Agua

TESISTA : Julio César Tuesta Ramos
PUNTO DE MUESTREO : Restaurante “Lluly”
LUGAR : Ovalo la Orquídea - Moyobamba
LUGAR DE ANÁLISIS : Laboratorio de Ingeniería Sanitaria – Facultad de Ecología
FECHA DE MUESTREO : 17/11/2020

RESULTADOS PRE TRATAMIENTO Y POST TRATAMIENTO

REGISTRO DE DATOS					
Nº De Muestra	Fecha De Muestreo	Hora	Tipo de envase	Volumen De Muestra	
Tercera muestra	17/11/2020	11:40 am	Vidrio	1 litro (pre tratamiento) 1 litro (post tratamiento)	
Parámetro		Unidad	VMA	Pre Prueba	Post Prueba
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)		mg/L	500	267	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)		mg/L	1000	1210	165
Sólidos Suspendido Totales (SST)		mg/L	500	848	220
Aceites y Grasas (AyG)		mg/L	100	-	-
Observaciones:					



Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza
Especialista en Análisis de Calidad de Agua

Anexo 8:

Informe C-365-K220-UNSM

**INFORME DE ENSAYO**

C-365-K220-UNSM

Pág. 01 de 02

CLIENTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
JR. MAYNAS NRO. 179 SAN MARTIN - SAN MARTIN - TARAPOTO

ATENCION : Julio César Tuesta Ramos

METODO DE ENSAYO : Químico

ITEM DE ENSAYO : Agua Residual

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico, vidrio
Preservadas

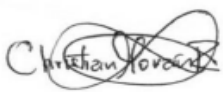

MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Cajamarca, 20 de Noviembre de 2020
Hora: 08:00

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Cajamarca, 20 de Noviembre de 2020

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección
Aceites y Grasas	EPA METHOD 1664 Rev. A 1999	0.99 mg/L

Sello	Fecha Emisión	Jefe Administrativo	Jefe del Laboratorio de Química
	14/12/2020	 Christian Morán	 Anthony Vivar Paredes

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAP SRL.

> Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

> Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del ensayo analizado por un tiempo máximo de 5 días después de emitido el informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo requerimiento expreso del cliente

> Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

C-365-K220-UNSM

INFORME DE ENSAYO

C-365-K220-UNSM

Pág. 02 de 02

Código de Laboratorio			C-365-01
Código de Cliente			Entrada
Item de Ensayo			Agua Residual
Fecha de Muestreo			18/11/2020
Hora de Muestreo			11:39
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Aceites y Grasas	HEM	mg/L	146.0

Código de Laboratorio			C-365-02
Código de Cliente			Salida
Item de Ensayo			Agua Residual
Fecha de Muestreo			18/11/2020
Hora de Muestreo			12:30
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Aceites y Grasas	HEM	mg/L	34.0



Anexo 9:

Caracterización de parámetros evaluados en la facultad de Ecología de la UNSM-T, cuarta muestra

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

“Diseño de un proceso físico para la reducción de contaminantes generados por aguas residuales de los Usuarios No Domésticos en la ciudad de Moyobamba”

DOCENTE GUÍA Y ORIENTADOR DE LOS ANÁLISIS

Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza
Especialista en Análisis de Calidad de Agua

TESISTA : Julio César Tuesta Ramos
PUNTO DE MUESTREO : Restaurante “Lluly”
LUGAR : Ovalo la Orquídea - Moyobamba
LUGAR DE ANÁLISIS : Laboratorio de Ingeniería Sanitaria – Facultad de Ecología
FECHA DE MUESTREO : 07/12/2020

RESULTADOS PRE TRATAMIENTO Y POST TRATAMIENTO

REGISTRO DE DATOS					
Nº De Muestra	Fecha De Muestreo	Hora	Tipo de envase	Volumen De Muestra	
Cuarta muestra	07/12/2020	1:10 pm	Vidrio	1 litro (pre tratamiento) 1 litro (post tratamiento)	
Parámetro		Unidad	VMA	Pre Prueba	Post Prueba
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)		mg/L	500	1080	405
Demanda Química de Oxígeno (DQO)		mg/L	1000	1022	325
Sólidos Suspendido Totales (SST)		mg/L	500	2000	195
Aceites y Grasas (AyG)		mg/L	100	-	-
Observaciones:					



 Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza
 Especialista en Análisis de Calidad de Agua

Anexo 10:

Informe C-370-K220-UNSM

**INFORME DE ENSAYO**

C-370-K220-UNSM

Pág. 01 de 02

CLIENTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
JR. MAYNAS NRO. 179 SAN MARTIN - SAN MARTIN - TARAPOTO

ATENCION : Julio César Tuesta Ramos

METODO DE ENSAYO : Químico
ITEM DE ENSAYO : Agua Residual

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Envases de plástico, vidrio
Preservadas

MUESTREO : Muestras tomadas por el cliente

LUGAR Y FECHAS DE RECEPCIÓN : Cajamarca, 10 de Diciembre de 2020
Hora: 08:00

LUGAR Y FECHAS DE EJECUCIÓN : Cajamarca, 10 de Diciembre de 2020

MÉTODO DE ENSAYO

Parámetro	Norma-Método	Límite de detección
Aceites y Grasas	EPA METHOD 1664 Rev. A 1999	0.99 mg/L

Sello

Fecha Emisión

Jefe Administrativo

Jefe del Laboratorio de
Química

Christian Morán

Anthony Vivar Paredes

05/01/2021

 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS SOLICITADOS PARA LOS ITEM DE ENSAYO RECIBIDOS.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN EL PERMISO DE NKAP SRL.

> Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

> Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del ensayo analizado por un tiempo máximo de 5 días después de emitido el informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo requerimiento expreso del cliente

> Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

C-370-K220-UNSM

INFORME DE ENSAYO

C-370-K220-UNSM

Pág. 02 de

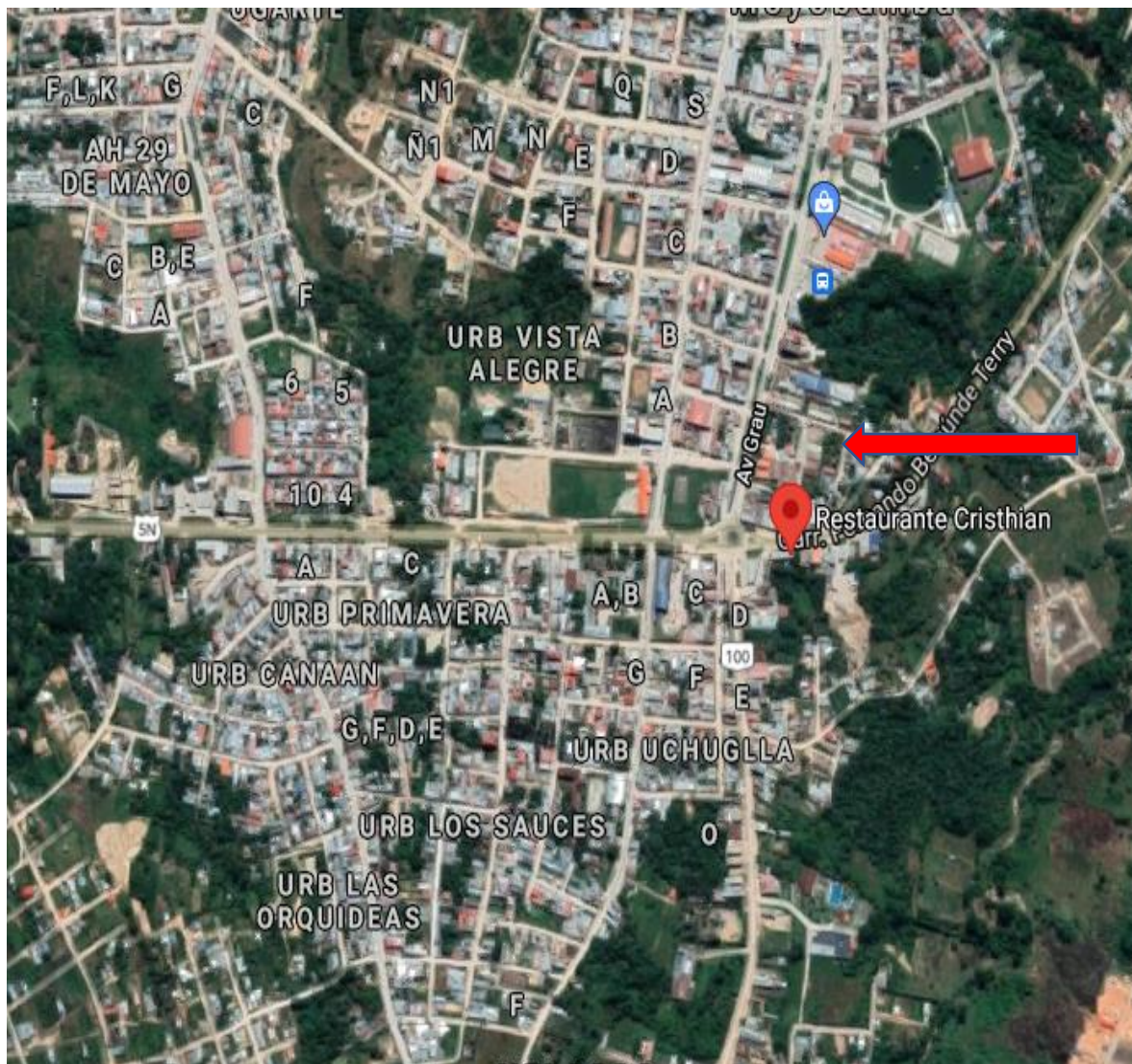
Código de Laboratorio			C-370-01
Código de Cliente			Entrada
Item de Ensayo			Agua Residual
Fecha de Muestreo			07/12/2020
Hora de Muestreo			12:13
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Aceites y Grasas	HEM	mg/L	187.00

Código de Laboratorio			C-370-02
Código de Cliente			Salida
Item de Ensayo			Agua Residual
Fecha de Muestreo			07/12/2020
Hora de Muestreo			12:55
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Aceites y Grasas	HEM	mg/L	41.00



Anexo 11:

Ubicación del restaurante “Lluly”, lugar de implementación del proceso físico.



Anexo 12:
Presupuesto del sistema de tratamiento

DESCRIPCIÓN	UND.	CAN.	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
BIENES					
Libreta de campo	und	1.00	15.00	15.00	15.00
SISTEMA DE TRATAMIENTO					
Plancha galvanizada 1/20 X 24 X 120	und	0.50	112.00	56.00	392.00
TB galvanizado 1 ½" x 1.5mm	und	0.50	48.00	24.00	
Codos metálicos 1 ½"	und	3.00	5.00	15.00	
Servicio de corte, doblado y soldado de planchas	und	1.00	100.00	100.00	
Codo 90° PVC 2	und	4.00	4.00	16.00	
Tubería PVC 2" DESAGÜE	und	1.00	12.00	12.00	
Adaptadores 1 1/2"	und	2.00	5.00	10.00	
TEE 2"	und	1.00	2.50	2.50	
Sika Flex	und	1.00	27.00	27.00	
Cinta Aislante	und	1.00	1.00	1.00	
Soldimix	und	1.00	9.00	9.00	
TRAMPA CORRUGADA	und	2.00	13.00	26.00	
Teflón	und	2.00	1.50	3.00	
Spray Negro	und	3.00	7.00	21.00	
Pegamento PVC	und	1.00	6.00	6.00	
Lija para plástico	und	1.00	2.00	2.00	
Sierra	und	1.00	1.50	1.50	
GRAVA DE 5mm - 10mm	und	1.00	30.00	30.00	
ARENA LAVADA	und	1.00	30.00	30.00	
SUB TOTALES					407.00
IMPREVISTOS (5%)					20.35
COSTO TOTAL					427.35

Panel fotográfico



Fotografía 1. Restaurante “Lluly”.



Fotografía 2. Selección y preparación de terreno para instalación de sistema.



Fotografía 3. Proceso de construcción de sistema.



Fotografía 4. Sellado con impermeabilizante.



Fotografía 5. Instalación de accesorios.



Fotografía 6. Colocación de capa de grava.



Fotografía 7. Colocación de capa de arena



Fotografía 8. Llenado de sistema.



Fotografía 9. Funcionamiento del sistema.



Fotografía 10. Recolección de muestras.



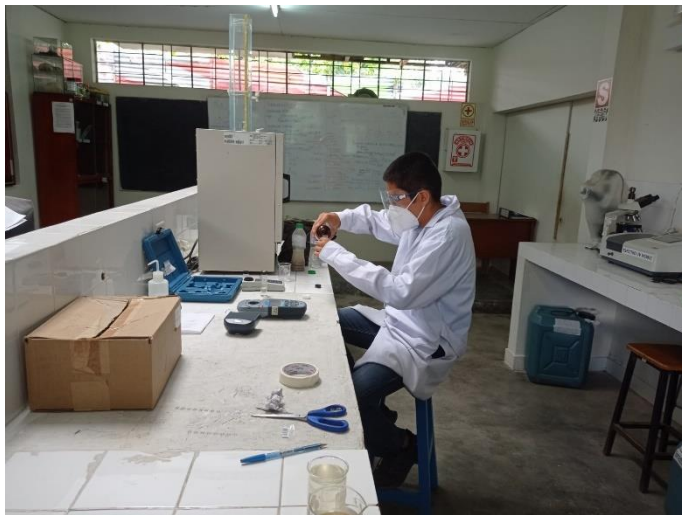
Fotografía 11. Suministro de preservante para muestras de aceites y grasas.



Fotografía 12. Recojo de muestras.



Fotografía 13. Planta general del sistema de tratamiento.



Fotografía 14. Medición y lectura de concentraciones finales de los parámetros.



Fotografía 15. Nutrientes (semilla) de DBO.



Fotografía 16. Medición de la DBO₅ del efluente.



Fotografía 17. Medición de concentraciones iniciales de DQO.



Fotografía 18. Medición de concentraciones iniciales de SST.