

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



TESIS:

**Porcentaje de remoción de aceites y grasas en la planta de
tratamiento de agua residual Totorá, Ayacucho**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTADO POR:

Bach. Kevin Smith SURICHAQUI PARHUAY

ASESORA:

Mg. Tarcila ALCARRAZ ALFARO

AYACUCHO - PERÚ

2025

DEDICATORIA

A mis padres Julio Surichaqui Huallpacusi y Rebeca Parhuay de Surichaqui por su apoyo incondicional y motivación en mi vida universitaria, a mis hermanos, cuñadas y sobrinos. Y a mi tía, Rut Parhuay Villavicencio, que siempre recuerdo sus palabras y siempre me está cuidado desde el cielo.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por darme la oportunidad de estudiar y adquirir una profesión, y por brindarme los recursos y el apoyo necesario para llevar a cabo esta investigación. Valoro a los docentes y personal administrativo de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia especialmente de la Escuela Profesional de Ingeniería Química, por su guía, orientación y contribución para mi formación profesional.

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a mi asesora la Mg. Ing. Alcarraz Alfaro, Tarcila y al Mtro. Ing. Torres Garay, Alfredo por su importante guía, orientación y apoyo a lo largo de la ejecución del trabajo de investigación. Su experiencia, conocimientos y entrega, han sido determinantes durante todo el proceso de elaboración de mi tesis, agradezco que hayan confiado en mí y por su dedicación en mi formación académica.

A mis amistades por apoyarme durante el transcurso de mi investigación.

A la empresa Seda Ayacucho, por darme los recursos necesarios para realizar mi investigación en la Planta de Tratamiento de Agua Residual Totorá, en especial a los biólogos Cesar Anaya Huarcaya y Rudecindo Huincho Rodríguez, por brindarme sus conocimientos y orientación, en el trayecto de mi investigación.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo determinar el porcentaje de remoción de aceites y grasas en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, Ayacucho. La investigación es no experimental y nivel descriptivo, se recolectó muestras del afluente y efluente de la planta, en forma mensual de marzo a julio de 2025, siguiendo el Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los efluentes de las Plantas de Tratamientos de aguas domésticas o municipales establecido en la Resolución Ministerial N° 273-2013-VIVIENDA. Para determinar la concentración de aceites y grasas en las aguas residuales, se utilizó el método de partición gravimétrica líquido-líquido y con los resultados obtenidos se calculó el porcentaje de remoción de aceites y grasas de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, Ayacucho, que en promedio resultó 82,32%. Se compararon las concentraciones de aceites y grasas del efluente con lo establecido en el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, que resultaron por debajo, cumpliendo así con el Límite Máximo Permisible.

Palabras clave: Agua residual, aceites y grasas, porcentaje de remoción

ABSTRACT

The present study aims to determine the percentage of oil and grease removal at the Totora Wastewater Treatment Plant in Ayacucho. The research is non-experimental and descriptive; influent and effluent samples were collected monthly from March to July 2025, following the Monitoring Protocol for Effluent Quality from Domestic or Municipal Wastewater Treatment Plants established in Ministerial Resolution No. 273-2013-VIVIENDA. To determine the concentration of oils and greases in the wastewater, the liquid–liquid gravimetric partitioning method was used, and the results obtained were used to calculate the oil and grease removal percentage at the Totora Wastewater Treatment Plant in Ayacucho, which averaged 82,32%. The effluent oil and grease concentrations were compared with the limits established by Supreme Decree N° 003-2010-MINAM; they were found to be below those limits, thus complying with the Maximum Permissible Limit.

Keywords: Wastewater, oils and fats, removal percentage

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
RESUMEN	III
ABSTRACT.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 ANTECEDENTES	3
2.1.1. Internacionales	3
2.1.2. Nacionales.....	4
2.1.3. Local	6
2.2. AGUA RESIDUAL	7
2.3. CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES	7
2.4. PARÁMETROS EMPLEADOS PARA CARACTERIZAR LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS	8
2.5. EFECTOS DE POLUCIÓN POR LAS AGUAS RESIDUALES	9
2.6. ACEITES Y GRASAS	12
2.6. MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE ACEITES Y GRASAS	13
2.6.1. Método de partición gravimétrica, líquido-líquido.....	13
2.6.1.1. Técnicas de extracción líquido-líquido.....	14
2.6.1.2. Disolventes de extracción líquido-líquido comúnmente utilizados.....	14
2.6.2. Método de partición infrarroja.....	14
2.6.3. Método de extracción de Soxhlet.....	15
2.6.3.1 Equipo analizador de grasa BIOBASE BFA-2.....	15
2.6.3.2. Principio.....	16
2.7. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	16
2.8. LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES TOTORA.	17
2.9. MARCO LEGAL.....	19

2.9.1. Límite máximo permisible para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales	19
2.9.2. Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamientos de aguas domésticas o municipales.....	19
CAPÍTULO 3. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	21
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	22
3.2.1. Población	22
3.2.2. Muestra	22
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	22
3.3.1. Toma de muestra.....	22
3.3.2. Preservación de la muestra.	22
3.3.3. Ensayo fisicoquímico.....	22
3.4. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	24
CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES	26
4.1. RESULTADOS	26
4.1.1 Ubicación de los puntos de muestreo	26
4.1.2. Resultados de los análisis de aceites y grasas.....	27
4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	30
4.2.1. De las concentraciones de aceites y grasas obtenidas. (cambiar el orden)...	30
4.2.2. Comparación de los resultados de la concentración del efluente con el Límite Máximo Permisible del D.S. N° 003-2010-MINAM	31
CONCLUSIONES	33
RECOMENDACIONES.....	34
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
ANEXOS	38
ANEXO I: PANEL FOTOGRÁFICOS	38
ANEXO II: FORMATO DE LA CADENA DE CUSTODIA DEL ENVIO DE MUESTRA	40
ANEXO III: RESULTADOS DEL LABORATORIO ACREDITADO DEL MES DE MARZO – JUNIO SOLICITADO POR SEDA AYACUCHO.....	41

ANEXO IV: RESULTADO ENVIADOS DEL LABORATORIO S.G.S.	46
ANEXO V: PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS EFLUENTES DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS DOMÉSTICAS O MUNICIPALES (R.M. N° 273-2013-VIVIENDA)	56
ANEXO VI: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS O MUNICIPALES (D.S. N° 003-2010-MINAM)	57
ANEXO VII: TIPO DE MUESTREO PARA LOS PARÁMETROS CONSIDERADOS (R.D. N° 036-2016-INACAL/DN)	58
ANEXO VIII: MATRIZ DE CONSISTENCIA	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Efectos indeseables de las aguas residuales.	10
Tabla 2 Contaminantes de importancia en aguas residuales.	11
Tabla 3 Contaminantes de importancia en aguas residuales y su impacto ambiental.	12
Tabla 4 Ubicación y coordenadas de los puntos de muestreo.	27
Tabla 5 Masa inicial y final del matraz de destilación.	28
Tabla 6 Concentraciones de aceites y grasas de marzo a julio.	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de flujo de la PTAR Totora.	18
Figura 2 Ubicación de la PTAR Totora.	21
Figura 3 Diagrama de bloques del análisis de aceites y grasas en aguas residuales.	25
Figura 4 Ubicación de los puntos de muestreos en la PTAR Totora.	26
Figura 5 Concentración de aceite y grasas en aguas residuales de marzo a julio.	29
Figura 6 Porcentaje de remoción de aceites y grasas en aguas residuales de marzo a julio.	29
Figura 7 Concentración de aceites y grasas del efluente de marzo a julio.	32
Figura 8 Toma de muestra del afluente.	38
Figura 9 Toma de muestra del efluente.	38
Figura 10 Proceso de extracción líquido-líquido de la muestra del afluente y efluente.	39
Figura 11 Destilación de aceites y grasas antes y después del bañomaría.	39
Figura 12 Cadena de Custodia.	40
Figura 13 Resultado del mes de marzo.	41
Figura 14 Resultado del mes de abril.	42
Figura 15 Resultado del mes de mayo.	43
Figura 16 Resultado del mes de junio.	44
Figura 17 Resultados del mes de julio.	45
Figura 18 Resultado del afluente.	46
Figura 19 Resultado del efluente.	51

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En varias regiones del mundo, el agua se está convirtiendo en un factor limitante para la salud de las personas, la producción de alimentos, el desarrollo industrial, la conservación de los ecosistemas naturales y su biodiversidad, incluso para la estabilidad social y política. (Leyva Castellanos, 2013)

Las aguas residuales contienen tanto residuos orgánicos como inorgánicos, y esta carga depende fundamentalmente del uso al que ha sido sometido. Cualquier tipo de agua residual se requiere tratar para poder reutilizarlas. (Lagos Estrella, 2023)

El crecimiento de la población en el mundo, tanto urbana como rural, está provocando un mayor consumo del agua, de igual manera el desarrollo industrial está causando problemas de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, así como en el medio ambiente en general. Como consecuencia, más del 80% de las aguas residuales en el mundo se vierten sin tratar a los cuerpos de agua. Por ejemplo, tratar su materia orgánica antes de ser vertida podría disminuir emisiones de gases invernadero. En los países de ingresos económicos altos se trata el 70% de estas aguas; en los países de ingresos medios altos, este valor baja a 38%; en los países de ingresos medios bajos, al 28%, y finalmente en los países de ingresos bajos, solo trata el 8% de las aguas residuales. En América Latina, el 70% de las aguas residuales no reciben ningún tratamiento, imposibilitando el ciclo del agua. (Humanante et al., 2022)

En el Perú se observa una tendencia creciente de la población y por ende el requerimiento de los servicios de saneamiento se ha incrementado, a esto se suma la contaminación de los recursos hídricos tanto en zonas urbanas como rurales por la descarga de las aguas residuales sin previo tratamiento, afectando la salud pública. (Soto Pretel, 2024)

La contaminación del agua a causa de las grasas y aceites para el medio ambiente, debido a sus características fisicoquímicas, estas son sustancias químicas no polares, es decir, hidrofóbicas y deben utilizarse solventes orgánicos para su extracción. En las

industrias y en el tratamiento de aguas residuales, la presencia de aceites dificulta el transporte de fluidos, estos compuestos se adhieren a las paredes de las tuberías y provoca obstrucciones, causando pérdidas económicas por mantenimiento. Además de tener un impacto ambiental, debido a la mala gestión de estos desechos. (Lagos Estrella, 2023)

En Ayacucho, la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) Totorá, capta y trata aguas residuales domésticas e industriales. Entre los contaminantes están el aceite y grasas, que a futuro puede ocasionar daños en el funcionamiento e infraestructura de los procesos, por lo cual es importante tener información más frecuente sobre la concentración de este parámetro y el porcentaje de remoción que se realiza.

En los últimos años, la ciudad de Ayacucho ha ido creciendo demográficamente lo cual ha dado lugar a la aparición de restaurantes, empresas y residencias que utilizan agua para actividades como limpieza, lavandería, cocina, etc, y se vierten al sistema de alcantarillado. Al final del proceso, el agua tratada es vertida al río Alameda sin conocer la concentración de aceites y grasas, perjudicando el ecosistema acuático, la agricultura, la ganadería y la salud de la población del lugar.

Asimismo, la carencia de análisis de aceites y grasas en el efluente de la PTAR Totorá, impide observar lo establecido por las autoridades ambientales, en el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM y la implementación de medidas correctivas necesarias para garantizar el cumplimiento de los límites máximos permisibles de la norma mencionada. Por tal motivo, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal el de determinar el porcentaje de remoción de aceites y grasas de las aguas residuales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, de este modo poder contribuir en obtener información para la mejora continua de la planta, y se formularon los siguientes objetivos específicos, que permite el desarrollo y alcance del trabajo de la investigación:

- Desarrollar un método para cuantificar aceites y grasas en aguas residuales domésticas, teniendo en cuenta la disponibilidad de materiales, reactivos y equipos en los laboratorios de la universidad y PTAR Totorá.
- Determinar las concentraciones de aceites y grasas en el afluente y efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, Ayacucho.
- Comparar los valores de la concentración de aceites y grasas del efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, Ayacucho, con lo establecido por el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Internacionales

Lagos Estrella (2023) en su tesis titulada Evaluación de un método de extracción verde para la remoción de aceites y grasas en aguas residuales urbanas, menciona:

Como objetivo general evaluar la eficiencia de remoción de mantecas, grasas y aceites presentes en el agua a partir de procesos de extracción utilizando solventes verdes como una potencial alternativa más amigable frente a los métodos de remoción clásicamente utilizados que promueva la gestión sustentable del recurso hídrico. En este trabajo utiliza una nueva tecnología verde y amigable con el ambiente, como es el solvente verde conocido como solventes eutécticos profundos (SEP). Se propuso el uso del solvente eutéctico profundo para la remoción y recuperación de aceites y grasas en aguas contaminadas mediante un proceso de extracción líquido-líquido. Se obtuvo que la eficiencia de la remoción puede ser mayor al 90 % en la mayoría de los casos, considerando factores como la razón molar entre los componentes de la mezcla eutéctica, la cantidad de solvente por volumen de agua a tratar, el tiempo de contacto entre ambos líquidos, la carga de contaminación inicial, la velocidad de agitación y el tiempo de separación de fases. El máximo de remoción llegó a ser no menor al 90,5 % según las condiciones de operación.

Toro Henao (2022) en su informe de práctica titulada Propuesta de un método alterno para la determinación de grasas y/o aceites en matriz de agua residual doméstica y no doméstica para la empresa HidroQuímica Laboratorio Ambiental S.A.S, tuvo:

Como fin mejorar la capacidad de análisis de la variable de grasas y aceites en la empresa HidroQuímica Laboratorio S.A.S; el método que utilizaban era

Extracción Soxhlet SM 5520D, cuyo proceso generaba lentitud en la capacidad de análisis. Para lo cual, estandarizó un método alternativo para la cuantificación de esta variable en muestras de agua residual doméstica y no doméstica. Al recolectar la información y su disponibilidad de insumos, equipos, reactivos y locación dentro del laboratorio, determinó e implementó el método de Partición Gravimétrica Extracción líquido-líquido SM 5520B. Desarrollando un método para análisis de rango de concentración entre 5 mg/L y 500 mg/L de grasas y aceites. Concluyendo, que el método seleccionado fue aceptable para ser implementado, ya que, tuvo un menor consumo de solvente y el tiempo requerido para el análisis de muestras fue menor con respecto al método SM 5520D Extracción Soxhlet, que permite agilizar el proceso de análisis de muestras.

Vidales Olivo et al. (2010) en la revista titulada Extracción de grasas y aceites en los efluentes de una industria automotriz, mencionaron:

Como objetivo determinar y seleccionar el método más eficaz para la extracción de grasas y aceites en aguas residuales de la industria automotriz. Su diseño experimental es el de bloques, con este diseño pueden compararse entre dos métodos o procesos. La investigación fue realizada entre el mes de agosto a diciembre de 2006, utilizando 3 métodos: método A usando la goma arábiga; método B, el cabello natural y artificial; y método C, resina epoxi, dando como resultado, que la empresa remueve las grasas y aceites entre 70 al 80%, y con los métodos estudiados se dio a conocer que removieron el 90% en algunas muestras de agua residual, con los métodos A y B. Concluyendo que los métodos A y B son prácticos, económicos y eficientes.

2.1.2. Nacionales

Flores Soto y Jara Ambrosio (2024) en su tesis titulada Evaluación de la eficiencia del biocarbón de bagazo de caña de azúcar como adsorbente en la remoción de coliformes termotolerantes, aceites y grasas, tuvo:

Como finalidad analizar la efectividad de biocarbón derivado del bagazo de caña de azúcar (BBCA) como adsorbente para remover coliformes termotolerantes, aceites y grasas de las aguas servidas de la comunidad del centro poblado de San Ramón de Yanapampa, Pasco. La investigación es de diseño experimental, como unidad de investigación tiene: un litro de efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de San Ramón de Yanapampa, como población se tuvo el efluente de la PTAR con un caudal de 1,9 L/s, el tamaño de muestra consistió en 10 litros de aguas servidas, donde los tratamientos consistieron en filtrar un litro de agua residual por medio de un filtro tipo columna

de biocarbón de bagazo de caña de azúcar obtenido a temperaturas de 400 hasta 500 °C por 5 h y 25 min. Como tratamiento 1 (T1) empleó biocarbón de granulometría de 2,35 mm, tratamiento 2 (T2) de 4,75 mm y tratamiento 3 (T3) de 9,5 mm. Lo cual, resultando y concluyendo que el tratamiento 1 (T1) con el biocarbón de bagazo de caña de azúcar, tuvo el 77,34% en la reducción de coliformes termotolerantes y 95,54% de remoción de aceites y grasas del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del centro poblado de San Ramón de Yanapampa, Pasco.

Mendoza Castillo y Soto Zelaya (2022) en la tesis titulada Técnicas de biodegradación de grasas y aceites en aguas residuales tuvieron:

Como propósito evaluar las principales técnicas de biodegradación de grasas y aceites de aguas residuales, reportadas en la literatura científica, en el periodo 2015 a 2022. Realizaron una búsqueda sistemática en tres bases de datos: ScienceDirect, Scopus y ProQuest. Resultando que la bioestimulación a escala de laboratorio, ha sido reportada con altos porcentajes de remoción de aceites y grasas, sólidos volátiles suspendidos y DQO, cuyos valores fueron 97,9%, 76% y 97% respectivamente. Concluyendo que la bioestimulación es una técnica más eficiente para degradar aceites y grasas por la acción catalizadora de la lipasa en la hidrólisis de los enlaces moleculares de los triglicéridos.

Arbaiza Rojas (2021) en su tesis titulada Determinación de la eficiencia de remoción de contaminantes en la planta de tratamiento de aguas residuales de Jepelacio, 2019, menciona:

Como objetivo general determinar la eficiencia de remoción de contaminantes en la planta de tratamiento de aguas residuales de Jepelacio. Se tomaron 8 muestras durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero; teniendo en cuenta los parámetros establecidos por el D.S. N° 003-2010-MINAM. La determinación de la eficiencia de remoción de contaminantes se utilizó una fórmula, que incluye la sumatoria de las cargas que ingresan y que salen de la planta. Los resultados de laboratorio mostraron que ninguno excedió los LMP en el efluente contrario al afluente. Concluyendo que el mayor porcentaje de remoción en coliformes termotolerantes fue de 99,9%, siguiendo los de aceites y grasas que fue de 90,5%, y el menor porcentaje de remoción fue de el pH, siendo de 3,9% y la temperatura con 1,7%, obteniendo una eficiencia de remoción de contaminantes significativa debido que el 100% de los parámetros evaluados son removidos al salir de la PTAR.

Riccio Yuari (2015) en su tesis titulada Remoción de contaminantes de aguas residuales urbanas del colector Agua de las Vírgenes por electrocoagulación, a nivel de laboratorio, utilizando como fuente energética un panel fotovoltaico, menciona:

Como objetivo general remover los contaminantes de las aguas residuales urbanas del colector "Agua de las Vírgenes" variando la densidad de corriente y el tiempo de residencia por el método de electrocoagulación mediante paneles fotovoltaicos, a nivel de laboratorio. Su tipo de investigación es aplicada, siendo el nivel de investigación explicativo y con un diseño de investigación experimental. Se tomó un volumen de 1,8 L como muestra de agua residual, utilizando como electrodos el aluminio y fierro con una separación de 1 cm, determinando una densidad de corriente de $32,72 \text{ A/m}^2$ y un tiempo de tratamiento de 20 minutos. Con las condiciones dadas, se obtuvo mayores porcentajes de remoción como: 86,33% en DBO5, 78,89% en DQO, 92,94% en turbiedad, 96,32% en aceites y grasas, 50,44% en conductividad eléctrica, 52,91% en sólidos totales, 88,62% en sólidos suspendidos, 86,65% en dureza total, 83,04% en dureza cálcica, 99,92% en coliformes totales y 99,98% en escherichia coli. Concluyendo que el proceso de electrocoagulación mediante paneles fotovoltaicos es una alternativa viable para el tratamiento de aguas residuales urbanas.

Riccio Yuari (2010) en su tesis titulada Remoción de aceites y grasas de aguas residuales de la Universidad Nacional del Centro del Perú, por electrocoagulación, a nivel de laboratorio, menciona:

Como objetivo general remover los aceites y grasas de las aguas residuales de la Universidad Nacional del Centro del Perú, utilizando el método de la electrocoagulación, a nivel de laboratorio, en la caracterización encontró una elevada carga orgánica, entre de cuales, la concentración de aceites y grasas fue 1600 mg/L.

Concluyó que se removió los aceites y grasas de las aguas residuales de la Universidad Nacional del Centro del Perú, utilizando el método de electrocoagulación en un 93,9% con una densidad de corriente de 20 A/m^2 , 3 cm de distancia entre electrodos y un tiempo de 60 minutos.

2.1.3. Local

Medina Martínez (2011) en su tesis titulada Capacidad de remoción de grasas en aguas residuales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá. Ayacucho - 2010, determinó:

La capacidad de remoción de grasas en aguas residuales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá de la ciudad de Ayacucho, mediante una investigación descriptiva, para lo cual analizó 56 muestras de aguas residuales de dos puntos de muestreos (afluente y efluente). Obtuvo como resultado la concentración promedio de grasas y aceites en el afluente con 129,66 mg/L y en el efluente con 54,34 mg/L, siendo la capacidad de remoción promedio de las grasas y aceites de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá de 58,39%. Concluyendo que no cumplen con los Límites Máximos Permisibles (LMP) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario (D.S. N° 021-2009-vivienda) y los Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (D.S. N° 003-2010-MINAM).

2.2. AGUA RESIDUAL

El agua, cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado. (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA, 2014)

2.3. CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales se clasifican en tres tipos, y son los siguientes:

- **Aguas Residuales Industriales:** Son aquellas que resultan del desarrollo de un proceso productivo, como es la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras. (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA, 2014)
- **Aguas Residuales Domésticas:** Son Aquellas de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos, entre otros, provenientes de la actividad humana, y deben ser dispuestas adecuadamente. (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA, 2014)
- **Aguas Residuales Municipales:** Son aquellas aguas residuales domésticas que pueden estar mezcladas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial previamente tratadas, para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado. (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA, 2014)

2.4. PARÁMETROS EMPLEADOS PARA CARACTERIZAR LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS

Según Romero (2004) menciona que:

Las características de un agua residual pueden expresarse de muchas maneras, teniendo en cuenta su propósito específico; sin embargo, cabe recordar que toda caracterización de aguas residuales conlleva un programa de muestreo apropiado para asegurar representatividad de la muestra y un análisis de laboratorio conforme a las normas estándar que aseguren precisión y exactitud en los resultados. En lo general, un programa de muestreo para caracterización y el control de calidad del agua implica un análisis cuidadoso del tipo de muestra, su cantidad y los parámetros que se deben analizar.

Para caracterizar las aguas residuales se emplea un conjunto de parámetros, los de uso más habitual son los siguientes:

- Aceites y grasas: la cantidad de aceites y grasas presentes en un agua residual se determina mediante la extracción con un disolvente apropiado, seguido de la evaporación del mismo. (Sistema Nacional de Información Ambiental - SINIA, 2008)
- Sólidos en suspensión: se define como la porción de los sólidos totales que una membrana filtrante con un tamaño de poro definido (0,45 μm) es retenido. Hay dos tipos de sólidos presentes en suspensión que es el sólido sedimentable y el sólido no sedimentable. (Sistema Nacional de Información Ambiental - SINIA, 2008)
- Sustancias con requerimiento de oxígeno: para su cuantificación se utilizan dos parámetros que son:
 - Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días (DBO_5): es la cantidad de oxígeno (mg/L) que requieren los microorganismos para descomponer la materia orgánica que existe en el agua. Durante los cinco días de duración del ensayo (cinco días) se consume alrededor del 70% de las sustancias biodegradables.
 - Demanda Química de Oxígeno (DQO): es la cantidad necesaria de oxígeno (mg/L) para oxidar los componentes orgánicos presentes en el agua, mediante agentes químicos oxidantes. (Sistema Nacional de Información Ambiental - SINIA, 2008)
- Nitrógeno: en las aguas residuales, el nitrógeno aparece como amoníaco, y también en menor cantidad, como nitratos y nitritos. Para su cuantificación de este tipo de datos se suele recurrir a partir de métodos

espectrofotométricos. (Sistema Nacional de Información Ambiental - SINIA, 2008)

- Fósforo: en las aguas residuales, se presenta como fosfatos orgánicos y polifosfatos. Su determinación, al igual que las distintas formas nitrogenadas, se realiza mediante métodos espectrofotométricos. (Sistema Nacional de Información Ambiental - SINIA, 2008)
- Organismos patógenos: los organismos patógenos en las aguas residuales se encuentran presentes en cantidades muy reducidas, lo que es difícil su aislamiento, por ello, se utilizan habitualmente los coliformes como organismo indicador. (Sistema Nacional de Información Ambiental - SINIA, 2008)

2.5. EFECTOS DE POLUCIÓN POR LAS AGUAS RESIDUALES

Leyva Castellanos (2013), define que la contaminación son aquellos desechos u otras materias que se vierten a los cuerpos de agua, directa o indirectamente de las actividades humanas, que tenga o pueda tener efectos perjudiciales tales como causar daño a los recursos vivos y a los ecosistemas marinos, así como entrañar peligros a la salud del hombre.

De acuerdo a Romero (2004), describe que toda agua residual afecta en alguna manera la calidad del agua de la fuente o cuerpo receptor. Sin embargo, se dice que un agua residual causa polución solamente cuando introduce condiciones o características que hacen del agua del cuerpo receptor inaceptable para el uso propuesto de la misma.

En las siguientes tablas se muestran los efectos más importantes de los principales agentes de polución de las aguas residuales.

Tabla 1
Efectos indeseables de las aguas residuales.

Contaminante	Efecto
Materia orgánica biodegradable	Desoxigenación del agua, muerte de peces, olores desagradables.
Materia suspendida	Deposición en los lechos de los ríos; si es orgánica se descompone y flota mediante el empuje de los gases; cubre el fondo y afecta la reproducción de los peces o cambia la cadena alimenticia.
Sustancias corrosivas, cianuros, metales, fenoles	Extinción de peces y vida acuática, destrucción de bacterias, interrupción de la autopurificación.
Microorganismos patógenos	Las ARD pueden transportar organismos patógenos, los residuos de curtiembre ántrax.
Sustancias que causan turbiedad, temperatura, color y olor	El incremento de temperatura afecta a los peces; el color, olor y turbiedad hacen estéticamente inaceptable el agua para uso público.
Sustancias o factores que trastornan el equilibrio biológico	Pueden ocasionar crecimiento excesivo de hongos o plantas acuáticas, las cuales alteran el ecosistema acuático, malos olores, entre otros problemas.
Constituyentes minerales	Aumentan la dureza, limitan los usos industriales sin tratamiento especial, incrementan el contenido de sólidos disueltos a niveles perjudiciales para los peces o la vegetación, contribuyen a la eutrofización del agua.

Nota: Tomado de *Tratamiento de aguas residuales: teoría y principios de diseño* (3.^a ed.) por Romero Rojas, J. A. 2004

Tabla 2
Contaminantes de importancia en aguas residuales.

Contaminantes	Causa de su importancia
Sólidos suspendidos	Cuando se vierten aguas residuales crudas en un medio acuático, provoca la formación de depósitos de lodos y condiciones anaerobias. Está compuesto especialmente por proteínas, carbohidratos y grasas. Por lo general, se mide en DBO y DQO. Si no es previamente removida puede producir que el oxígeno disuelto de la fuente se agote.
Materia orgánica biodegradable	Producen enfermedad
Patógenos	El C, N y P son nutrientes. Cuando se vierten las aguas residuales pueden ocasionar el crecimiento de vida acuática indeseable. Cuando se vierten en cantidades excesivas sobre el suelo pueden producir contaminación del agua subterránea.
Nutrientes	Resiste al tratamiento convencional, ejemplo: detergentes, fenoles y pesticidas agrícolas.
Materia orgánica refractaria	Resultan de aguas residuales comerciales e industriales y es posible que necesiten ser removidos para el reúso del agua.
Metales pesados	Algunos como el calcio, sodio y sulfatos son agregados al suministro original como resultado del uso doméstico y es posible que deban ser removidos para reúso del agua.
Sólidos inorgánicos disueltos	

Nota: Tomado de *Tratamiento de aguas residuales: teoría y principios de diseño* (3.^a ed.) por Romero Rojas, J. A. 2004.

Tabla 3*Contaminantes de importancia en aguas residuales y su impacto ambiental.*

Contaminante	Parámetro típico de medida	Impacto ambiental
Materia orgánica biodegradable	DBO, DQO	Desoxigenación del agua, generación de olores indeseables.
Materia suspendida	SST, SSV	Causa turbiedad en el agua, deposita lodos.
Patógenos	CF	Hace el agua insegura para consumo y recreación.
Amoniaco	NH ₄ ⁺ - N	Desoxigena el agua, es toxico para organismos acuáticos y puede estimular el crecimiento de algas.
Fósforo	Ortofosfatos	Puede estimular el crecimiento de algas.
Materiales tóxicos	Como cada material toxico especifico	Peligroso para la vida vegetal y animal.
Sales inorgánicas	SDT	Impide los usos agrícolas e industriales del agua.
Energía térmica	Temperatura	Reduce la concentración de saturación de oxígeno en el agua, acelera el crecimiento de organismos acuáticos.
Iones de hidrógeno	pH	Riesgo potencial para organismos acuáticos.

Nota: Tomado de *Tratamiento de aguas residuales: teoría y principios de diseño* (3.^a ed.) por Romero Rojas, J. A. 2004.

2.6. ACEITES Y GRASAS

Vidales Olivo et al. (2010) definen como compuestos orgánicos que se forman de carbono, hidrógeno y oxígeno, siendo la fuente más concentrada de energía en los alimentos. Pertenecen al grupo de las sustancias llamadas lípidos y vienen en forma líquida o sólida.

Las grasas y aceites que son altamente estables, inmiscibles con el agua, proceden de desperdicios alimentarios en su mayoría, a excepción de los aceites minerales que proceden de otras actividades. Al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Estas natas entorpecen cualquier tipo de tratamiento, biológico o fisicoquímico, por lo que es recomendable que las grasas y aceites sean eliminados en los

primeros pasos del tratamiento de las aguas residuales. (Vidales Olivo et al., 2010)

2.6. MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE ACEITES Y GRASAS

Los métodos presentados son adecuados para lípidos biológicos y los hidrocarburos minerales. Pueden ser también apropiados para la mayoría de las aguas residuales industriales o los efluentes tratados que contengan estos materiales, aunque la complejidad de la muestra pueda dar resultados bajos o altos debido a la ausencia de especificidad analítica. El método no es aplicable a la medición de fracciones de bajo punto de ebullición que se volatilizan a temperaturas inferiores a 85°C. (APHA et al., 2023)

2.6.1. Método de partición gravimétrica, líquido-líquido.

El aceite y la grasa disueltos o emulsionados se extraen del agua por contacto íntimo con un solvente extractor. Algunos extraíbles, especialmente las grasas saturadas y los ácidos grasos, se oxidan fácilmente; por lo tanto, se incluyen precauciones especiales con respecto a la temperatura y el desplazamiento del vapor del solvente para minimizar este efecto. Los disolventes orgánicos agitados con algunas muestras pueden formar una emulsión muy difícil de romper. Este método incluye un medio para manipular tales emulsiones. Se analiza la recuperación de disolventes. La recuperación de solventes puede reducir tanto las emisiones de vapor a la atmósfera como los costos. (APHA et al., 2023)

La extracción líquido-líquido, o extracción con disolventes, es un procedimiento de separación que permite separar ciertos componentes de los que se desean aislar, en solución en destilación mediante la incorporación de un segundo líquido que no puede mezclarse, el disolvente. La extracción líquido-líquido basa su principio en la distribución desigual de los solutos entre dos fases líquidas, favoreciendo el paso de componentes desde la fase de origen hasta el disolvente, existen diferentes modos de hacer la transferencia. Uno de los más utilizados es el de separar de la mezcla binaria un solo componente mediante el empleo de un líquido no miscible. También se pueden separar diversos componentes utilizando disolventes apropiados para cada uno de ellos. La extracción líquido-líquido se utiliza predominantemente en circunstancias en las que no resulta útil la aplicación de técnicas de separación, como la destilación o la evaporación, como sucede en el caso de que los compuestos en cuestión tengan una volatilidad similar, cuando se desea evitar la posibilidad de que los compuestos se degraden térmicamente, o cuando efectivamente se quiere

atenuar la formación de subproductos y reducir los costes del procedimiento. (Escobar et al., 2024)

2.6.1.1. Técnicas de extracción líquido-líquido. Las técnicas de extracción líquido-líquido se fundamentan en las propiedades de una mezcla, se emplea extensamente para separar, concentrar y purificar iones metálicos y ácidos. De este modo, se pueden diferenciar dos clases:

- Extracción líquido-líquido simple: Este procedimiento se utiliza en una mezcla simple, es decir, donde las relaciones de distribución no poseen valores idénticos, además de la selectividad, su objetivo es producir únicamente en el componente de interés de una mezcla.
- Extracción líquido-líquido continua: Este procedimiento se traslada a la fase inicial, o sea, cuando la distribución del compuesto a obtener no posee la cantidad suficiente para generar dos fases. El procedimiento se fundamenta en un sistema cerrado en el que el disolvente debe condensarse para luego pasar a una disolución acuosa que finalmente transportará el producto final al matraz inicial donde se condensará. (Escobar et al., 2024)

2.6.1.2. Disolventes de extracción líquido-líquido comúnmente utilizados. La extracción líquido-líquido es utilizada para separar aceites y grasas del agua residual. Con el disolvente adecuado se puede desarrollar varios estudios durante el proceso de extracción. Uno de los disolventes más conocidos es el agua, donde se puede llevar a cabo ciertos procesos. Hay compuestos orgánicos que tienen una polaridad alta y son miscibles con el agua y solubles tales como el metanol, etanol o acetona, lo que hace que no sean aptos para la extracción líquido-líquido. Otros compuestos orgánicos que tienen poca polaridad y suelen utilizarse para la extracción, tal como diclorometano, éter dietílico, acetato de etilo, tolueno o hexano. (Escobar et al., 2024)

2.6.2. Método de partición infrarroja

- Principio: El uso de triclorotrifluoroetano como solvente de extracción permite utilizar la absorbancia del enlace carbono-hidrógeno en el infrarrojo para medir aceites y grasas. La eliminación del paso de evaporación permite la detección infrarroja de muchos hidrocarburos relativamente volátiles. De este modo, los destilados de petróleo más ligeros, con excepción de la gasolina, pueden medirse con precisión. Con la instrumentación adecuada, se pueden medir tan solo 0,2 mg de aceite y grasa por litro. (APHA et al., 2023)
- Terminología: Un aceite conocido es una muestra de aceite o grasa que representa el único material de ese tipo utilizado o fabricado en los procesos

representados por un agua residual. Un aceite desconocido es aquel para el cual no se dispone de una muestra representativa de aceite o grasa para la preparación de un estándar. (APHA et al., 2023)

2.6.3. Método de extracción de Soxhlet

Los jabones metálicos solubles se hidrolizan por acidificación. Cualquier aceite y grasa sólida o viscosa presente se separa de las muestras líquidas por filtración. Después de la extracción en un aparato Soxhlet, se pesa el residuo que queda de la evaporación del disolvente para determinar el contenido de aceite y grasa. Los compuestos volatilizados a 103 °C o menos se perderán cuando se seque el filtro. (APHA et al., 2023)

El método de extracción Soxhlet para la determinación de grasas y aceites es aplicable para determinar lípidos biológicos, ya sea fracciones pesadas o relativamente polares del petróleo y cuando los niveles de grasas no volátiles pueden alterar el límite de solubilidad del solvente. El método es aplicable en aguas residuales o afluentes tratados que contengan estos materiales, aunque la complejidad de la muestra puede producir resultados desviados a causa de la falta de especificidad. El Soxhlet es un aparato de laboratorio diseñado para extraer sustancias de baja solubilidad en el disolvente de extracción, la muestra se sumerge en un disolvente caliente que se extrae periódicamente, se destila y se devuelve a la muestra. Durante cada ciclo, una porción del compuesto no volátil se disuelve. Después de muchos ciclos el compuesto deseado se concentra en el matraz de destilación, evaporando el disolvente luego se mide la masa del lípido restante. (Manuela, 2022)

La extracción por el sistema Soxhlet utiliza un solvente en estado líquido que, al alcanzar su punto de ebullición, se convierte en vapor bajo una presión atmosférica determinada. Los componentes de la muestra se extraen debido a la diferencia de concentración entre el solvente y la muestra. El solvente vaporizado se condensa en un recipiente, y este proceso se repite, permitiendo una extracción eficiente de los compuestos deseados. (Pocco Porras, 2019)

2.6.3.1. Equipo analizador de grasa BIOBASE BFA-2. Este equipo determina grasa cruda, diseñado según la norma GB/T 14772-2008. Puede medir la grasa en alimentos, productos lácteos y piensos para animales, y también se aplica para medir compuestos orgánicos solubles en detergentes, productos farmacéuticos, petroquímicos, productos de fibra, suelo y lodo. (Biobase Biodustry, 2016)

Por ejemplo:

- Medir de forma rápida y segura la grasa en alimentos, piensos, granos y semillas.

- Extraer aceite y grasa en aguas residuales y lodo;
- Extraer compuestos orgánicos semivolátiles en el suelo, como insecticidas y herbicidas.
- Extraer plastificantes en plásticos, resina en papel y cartón, grasa en cuero, entre otros.
- Pretratamiento de descomposición de las muestras sólidas para cromatografía de fase gaseosa y fase líquida.

2.6.3.2. Principio. El instrumento utiliza el método gravimétrico para medir el contenido de grasa según el **principio de extracción Soxhlet**. Después de que la grasa se extrae utilizando éter anhídrido o éter de petróleo, se seca y se pesa; la diferencia de masa calculada de la copa de extracción antes y después de la extracción es el contenido de grasa. (Biobase Biodustry, 2016)

2.7. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

El tratamiento de las aguas residuales consiste en una combinación de procesos físicos, químicos y biológicos para eliminar los contaminantes de las aguas residuales.

Los procesos físicos posibilitan la eliminación de compuestos mediante la aplicación de fuerzas naturales (como la gravedad) y el uso de barreras físicas, como filtros y membranas, o radiación ultravioleta (UV) para la desinfección. El empleo de membranas está en aumento debido a la excelente calidad de los efluentes tratados y a su eficaz capacidad para eliminar micro contaminantes orgánicos, desde pesticidas hasta productos farmacéuticos y de cuidado personal. (UNESCO, 2017, p. 45, 47)

Con frecuencia, se utilizan métodos químicos para desinfectar y eliminar metales pesados en procesos de tratamiento de aguas. Por ejemplo, la aplicación de sales férricas o polielectrolitos en el tratamiento primario asistido químicamente puede ayudar a eliminar la DBO y los sólidos, sin embargo, el lodo resultante puede ser complicado de tratar y desechar. Se ha comprobado que la oxidación química avanzada es efectiva para la eliminación de compuestos perturbadores endocrinos (EDC). (UNESCO, 2017, p. 45, 47)

Los procesos biológicos en el tratamiento de aguas residuales imitan la descomposición natural que ocurre en cuerpos de agua como ríos, lagos y arroyos. Estos procesos se emplean en plantas de tratamiento de aguas residuales, donde los reactores biológicos están diseñados para favorecer la descomposición bioquímica en entornos controlados, mejorando de esta manera

la eliminación de contaminantes y la estabilización de los lodos. (UNESCO, 2017, p. 45, 47)

2.8. LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES TOTORA.

La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) Totorá se ubica en la ciudad de Ayacucho capital de la Región del mismo nombre, a 3,50 km del óvalo de la Magdalena, carretera Ayacucho – Huanta.

Actualmente la PTAR Totorá cuenta con diversas unidades; para el tratamiento primario consta de 6 tanques Imhoff (4 de 30,50 x 17,80 m de dimensiones internas a los que se adicionaron el área de 30,10 x 12 m de dimensiones internas de los 2 tanques preexistentes); para el tratamiento secundario cuenta con 4 biofiltros o filtros percoladores (diámetro interno de un FP de 32,00 m, diámetro externo de la caja central de 3,10 m, altura efectiva del material de relleno de 4,50 m y volumen disponible por FP de 3,585 m³) y dos lagunas facultativas (de 344 x 56 m con 35,100 m³ de volumen y 341 x 49 m con 29,700 m³ de volumen, respectivamente), todas las unidades de tratamiento secundario son operadas en forma paralela; finalmente poseen 3 lagunas de maduración que operan en serie (de 269 x 50 m con 24,000 m³ de volumen, 262 x 66 m con 32,000 m³ de volumen y 253 x 70 m con 32,600 m³ de volumen, respectivamente) a partir de las cuales las aguas son evacuadas al río Alameda que es el cuerpo receptor; aguas abajo, éstas son utilizadas para irrigación y bebida de animales. (Chuchón Martínez & Aybar Escobar, 2008)

Figura 1
Diagrama de flujo de la PTAR Totora.



Nota: Diagrama de flujo del proceso del tratamiento del agua residual en la PTAR Totora. Tomado de #Importante En la siguiente infografía podrás conocer cómo es el proceso de tratamiento de aguas servidas en la PTAR Totora, por Seda Ayacucho, 202

2.9. MARCO LEGAL

2.9.1. Límite máximo permisible para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales

El Ministerio del Ambiente (2010) en el D.S. N° 003-2010-MINAM, define como: La medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental.

Los valores de LMP se encuentra detallados en el Anexo VI.

2.9.2. Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamientos de aguas domésticas o municipales

El Ministerio del Ambiente (2010) en el D.S. N° 003-2010-MINAM, menciona que son procedimientos y metodologías establecidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en coordinación con el MINAM y que deben cumplirse en la ejecución de los Programas de Monitoreo.

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2013) lo define como un instrumento de gestión ambiental de cumplimiento obligatorio para efectuar el monitoreo, supervisión y fiscalización ambiental, así como para la verificación del cumplimiento de los LMP y de los Instrumentos de Gestión Ambiental aprobados. También es de obligatorio cumplimiento para la evaluación y seguimiento de la eficiencia de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

El protocolo de monitoreo se detalla en el Anexo V.

PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRA DE ACEITES Y GRASAS EN AGUAS RESIDUALES.

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2019) en la R.M. N° 273-2013-VIVIENDA, menciona que la toma de muestra simple de agua residual debe ser recolectada y preservada teniendo en cuenta el parámetro a analizar. Recomienda etiquetar o rotular los frascos preferentemente antes de la toma de muestras de agua. Para el caso particular de aceites y grasas señala:

- Toma de muestra: Utilizar un recipiente de vidrio de color ámbar de boca ancha de capacidad de 1 L. (Anexo V)
- Preservación de la muestra: Una vez tomada la muestra de agua residual, se agrega HCl hasta llegar un pH menor a 2 y se refrigera a 4°C. El tiempo máximo de duración es de 28 días (Anexo V). El American Public Health

Association [APHA] et al. (2023) específica para la preservación utilizar HCl 1:1 o H₂SO₄ 1:1.

El tipo de muestreo utilizado es puntual de acuerdo a la recomendación de la Dirección de Normalización del Instituto Nacional de Calidad (R.D. N° 036-2016-INACAL/DN, 2016) como se detalla en el Anexo VII.

El Comité Técnico de Normalización Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales [COTEMARNAT] (2014) en su norma NMX-AA-005-SCFI-2013, indica que, para obtener muestra de aceite y grasa en aguas residuales, es necesario un volumen de aproximadamente 1 L de muestra de agua de la superficie del cuerpo de agua en un frasco de vidrio de boca ancha y tapa con contratapa de plástico o metálico. No está permitido la toma de muestra compuesta. Ya que, en el análisis se utiliza la muestra en su totalidad. En caso de existir la presencia de aceites emulsionados en el agua que se va a muestrear, la muestra se obtiene de 20 cm a 30 cm de profundidad, en la zona con menor agitación para asegurar una mayor representatividad. Para la preservación, acidificar con HCl 1:1 o H₂SO₄ 1:1 a un pH menor a 2 y refrigerada a 4 °C ± 2 °C.

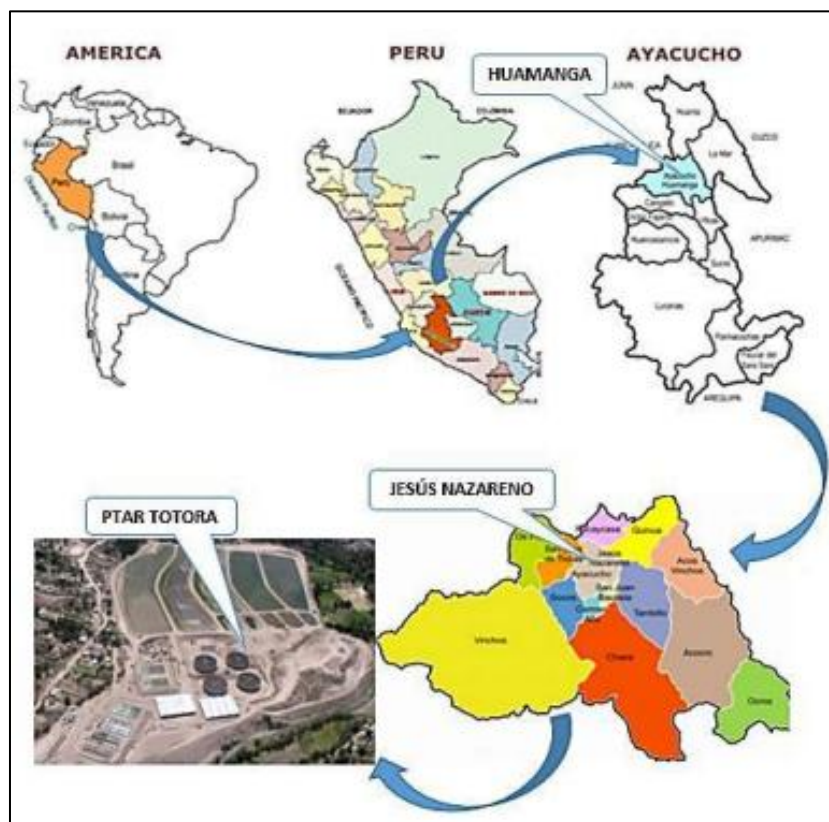
CAPÍTULO 3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) “La Totora” se ubica en la ciudad de Ayacucho capital de la Región del mismo nombre, a 3,50 km del óvalo de la Magdalena, carretera Ayacucho – Huanta.

Figura 2

Ubicación de la PTAR Totora.



Nota: La PTAR Totora está dentro de la jurisdicción del Distrito de Jesús Nazareno. Tomado de *Construcción e instalación de un prototipo desplazable para extraer sólidos flotantes en las unidades de tanques Imhoff de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totora – Ayacucho*, por J. A. SULCA SUCA, 2022.

El presente trabajo de investigación es de tipo básico, nivel descriptivo con un enfoque cuantitativo.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

Las aguas residuales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, Ayacucho.

3.2.2. Muestra

Se tomó una muestra puntual mensual de aguas residuales del afluente y efluente, respectivamente, de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, Ayacucho, durante 5 meses.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos se realizó de acuerdo al Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamientos de Aguas Domésticas o Municipales establecido en la Resolución Ministerial N° 273-2013-VIVIENDA.

Formato de recopilación de datos de la determinación de aceites y grasas por el método de partición gravimétrica, líquido-líquido. Registros de resultados de aceites y grasas del afluente y efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, Ayacucho.

3.3.1. Toma de muestra

Para la obtención de las muestras se efectuó mediante un muestreo puntual, como establece el Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Domésticas o Municipales. Se realizó cinco (05) visitas a la Planta de Tratamiento de Agua Residuales de Totorá, en los meses de marzo a julio del 2025, se tomó cinco muestras de 500 mL del afluente y cinco de efluente, en envases de vidrio, color ámbar, boca ancha, enjuagados con n-hexano y previamente aforados a 500 mL.

3.3.2. Preservación de la muestra.

Se realizó en el laboratorio de fisicoquímica de la planta, agregando el preservante H_2SO_4 1:1 hasta que la lectura con el equipo multiparámetro de marca Hach modelo HQ40d registró valores cercanos a dos.

3.3.3. Ensayo fisicoquímico.

Se realizó en el laboratorio de Análisis Instrumental de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga (UNSCH) para lo cual las muestras obtenidas del afluente y efluente de la Planta de Tratamiento de Agua Residual de Totorá fueron transportadas en un cooler manteniendo una temperatura de 4°C.

A. Aceites y grasas

Para la determinación de la concentración, se seleccionó el método de partición gravimétrica líquido-líquido (APHA et al., 2023):

A.1. Materiales y Equipos

- Embudo simple
- Embudo de decantación, 1 L.
- Soporte universal.
- Frasco de vidrio, boca ancha, color ámbar, 1 L.
- Balón de fondo plano, 125 mL.
- Probeta, 100 mL.
- Probeta, 1000 mL.
- Embudo de vidrio.
- Luna de reloj.
- Espátula.
- Balanza analítica.
- Centrifuga.
- Equipo de baño maría
- Tubo de centrifuga de vidrio de 15 mL.

A.2. Reactivos

- N-hexano, C_6H_{14} .
- Sulfato de sodio, Na_2SO_4 .
- Ácido sulfúrico, H_2SO_4 1:1.

A.3. Método de partición gravimétrica, líquido-líquido: Se llevó las muestras del afluyente y efluente al laboratorio. Con un embudo simple, se transfirió la muestra a un embudo de decantación. Se enjuagó cuidadosamente la botella de muestra con 30 mL de n-hexano y se transfirió este lavado al embudo de decantación. La muestra más el lavado contenidos en el embudo de decantación, se agitó vigorosamente durante 2 minutos. Se dejó que las capas se separen. Se drenó la capa acuosa y una pequeña cantidad de la capa orgánica en el recipiente de muestra original. Al formarse una emulsión, se drenó conjuntamente con la capa orgánica en un tubo de centrifuga de vidrio y se centrifugó durante 5 minutos aproximadamente a 2400 rpm, después de la centrifugación, se drenó la capa orgánica a través de un embudo con un papel filtro y 10 g de Na_2SO_4 , ambos previamente enjuagados, en un matraz de destilación limpio y tarado (masa inicial). De la

capa acuosa con restos de emulsión que drenó anteriormente en el envase de vidrio, se extrajo dos veces más con 30 mL de n-hexano cada vez, pero primero se enjuagó el recipiente de la muestra con cada porción de solvente. Se repitió el paso de centrifugación por la emulsión persistente en los pasos de extracción posteriores. Se combinó los extractos en el matraz de destilación tarado, y se incluyó en este matraz un enjuague final del papel filtro y Na_2SO_4 con 10 o 20 mL adicionales de solvente.

Se evaporó el n-hexano del matraz en un baño de agua a 85 °C en la campana de extracción de gases. Se retiró el matraz del baño y se limpió la superficie exterior para eliminar la humedad. Se enfrió en un desecador por 30 minutos para obtener un peso constante, obteniéndose una masa final. Se calculó la concentración el aceite y la grasa en la muestra de la siguiente manera:

$$\text{Aceite y grasa mg/L} = \frac{m_r}{V_s} \dots (1)$$

Donde:

m_r : masa del residuo (masa final menos masa del balón vacío) (mg).

V_s : Volumen inicial de la muestra (L)

Para el cálculo de porcentaje de remoción de aceites y grasas, se calculará con la formula planteada por Romero, 2004 (Humanante et al., 2022)

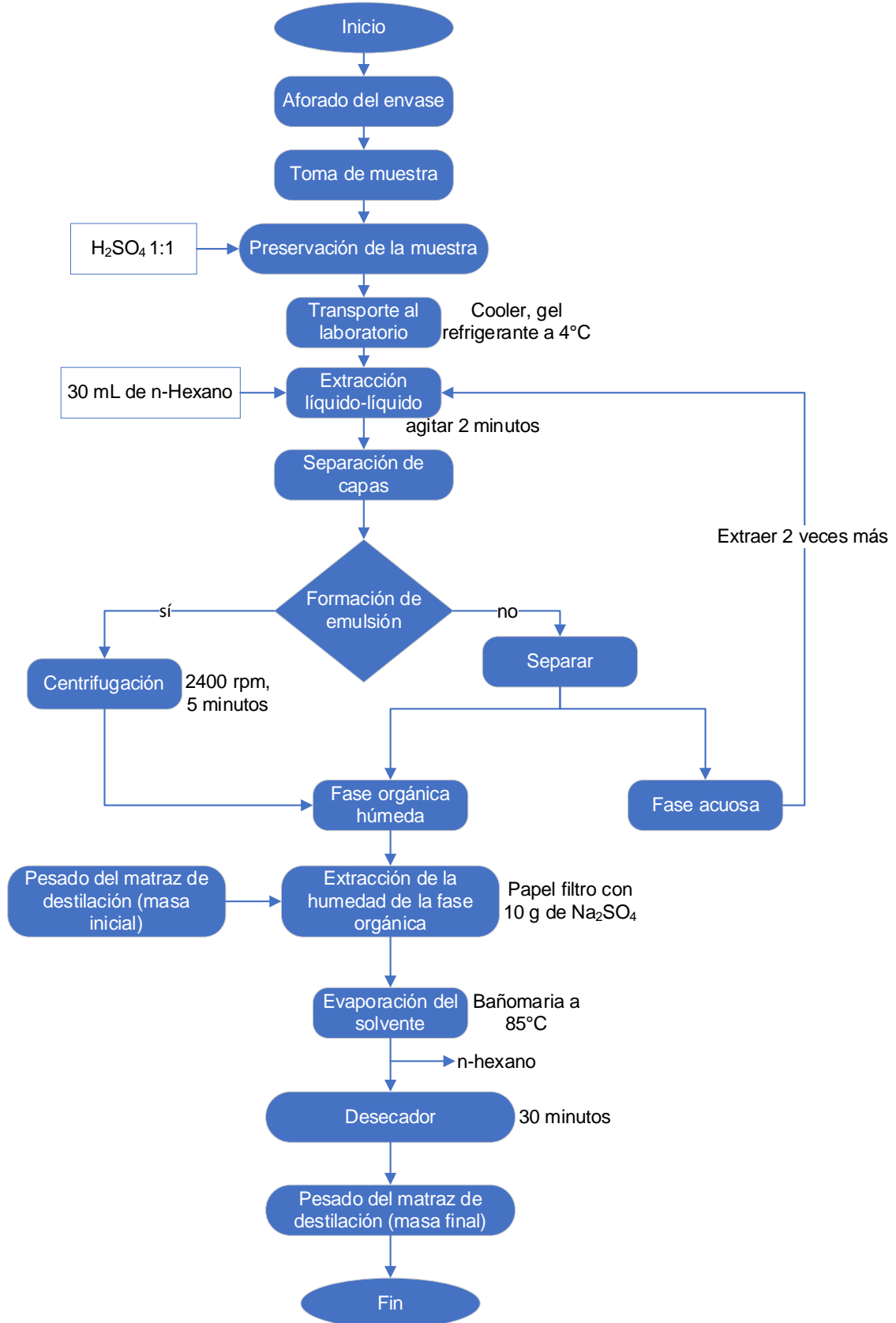
$$\% R = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100 \dots (2)$$

Donde: S_0 es la carga contaminante de aceite y grasa deL afluente (mg/L) y S es la carga contaminante de aceite y grasa del efluente.

3.4. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Después de haber recolectado los datos y la información necesaria, los resultados de la concentración del aceites y grasas de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, Ayacucho, se comparará con el Límite Máximo Permisible establecido en el D.S. N° 003-2010-MINAM. (Anexo VI)

Figura 3
 Diagrama de bloques del análisis de aceites y grasas en aguas residuales.



CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. RESULTADOS

4.1.1 Ubicación de los puntos de muestreo

Para la investigación “Porcentaje de remoción de aceites y grasas en la Planta de Tratamiento de Agua Residual Totorá, Ayacucho”, se optó dos puntos de muestreo, el primero, el afluente (entrada) a la planta de tratamiento de agua residual y el segundo, el efluente (salida) de la misma.

Figura 4

Ubicación de los puntos de muestreos en la PTAR Totorá.



Nota: La figura 4 se obtuvo gracias a la aplicación de Google Earth, para poder visualizar los puntos de muestreo, Afluente (A) y Efluente (E) de la PTAR Totorá.

Tabla 4*Ubicación y coordenadas de los puntos de muestreo.*

Punto	Ubicación	Coordenadas UTM	Altitud
Afluente (A)	Se encuentra a 25,7 metros del laboratorio de la PTAR	18L 585692 mE 8546728 mS	2666,6 m.s.n.m
Efluente (E)	Se encuentra a 492 metros del laboratorio de la PTAR	18 L 585964 mE 8547149 mS	2663,2 m.s.n.m.

Nota: El laboratorio de la PTAR se tomó como punto de referencia para la longitud donde se encuentra el afluente y el efluente.

4.1.2. Resultados de los análisis de aceites y grasas

Para el mes de marzo, siguiendo con el procedimiento dado, se realizó el pesado del matraz de destilación limpio dando un resultado de 50,4744 g, después de pasar de la muestra del afluente (A) de la PTAR contenida en el frasco de vidrio ámbar al embudo de decantación con su respectivo enjuague con n-hexano, se agitó vigorosamente y se observa la presencia de emulsión, luego se separó la fase acuosa de la fase orgánica, donde la fase acuosa se pasó al frasco de vidrio. La fase orgánica, se pasó a los tubos de centrifuga y se colocó al equipo de centrifuga por 5 minutos con un aproximado de 2400 rpm. Se extrajo dos veces más por la presencia de la emulsión, siguiendo los mismos pasos. El líquido centrifugado se vertió al embudo que contiene papel filtro y sulfato de sodio (Na_2SO_4), al obtener la suficiente cantidad de muestra, el matraz de destilación con la muestra se lleva al equipo de baño maría para la evaporación del solvente a 85 °C. Al finalizar el proceso de destilación, el matraz de destilación con la muestra se lleva a un desecador para su enfriamiento y peso constante, cuyo resultado dio 50,4940 g.

Haciendo uso de la ecuación (1), se calculó la concentración de aceites y grasas del afluente de la PTAR:

$$\text{Aceite y grasa mg/L} = \frac{m_r}{V_s}$$

$$\text{Aceite y grasa mg/L} = \frac{(50,4940 - 50,4744)g * \frac{1000 \text{ mg}}{1g}}{0,5 \text{ L}}$$

$$\text{AyG (A)} = 39,2 \text{ mg/L}$$

De igual modo, se obtuvo la concentración de la muestra del efluente (E) de la PTAR, dando el resultado de:

$$\text{Aceite y grasa mg/L} = \frac{m_r}{V_s}$$

$$\text{Aceite y grasa mg/L} = \frac{(57,9012 - 57,8976)g * \frac{1000 \text{ mg}}{1g}}{0,5 \text{ L}}$$

$$\text{AyG (E)} = 7,2 \text{ mg/L}$$

De la ecuación (2), se calculó el porcentaje de remoción:

$$\% R = \frac{S_0 - S}{S_0} * 100$$

$$\% R = \frac{39,2 - 7,2}{39,2} * 100$$

$$\% R = 81,63$$

Para los meses posteriores se obtuvo los siguientes datos de las masas iniciales y masas finales del matraz de destilación para el afluente y efluente:

Tabla 5
Masa inicial y final del matraz de destilación.

Mes	Afluente		Efluente	
	Masa inicial (g)	Masa Final (g)	Masa inicial (g)	Masa Final (g)
Marzo	50,4744	50,4940	57,8976	57,9012
Abril	52,4744	52,4952	60,8976	60,9019
Mayo	64,0517	64,0794	54,5376	54,5401
Junio	60,0517	60,0721	52,5376	52,5415
Julio	63,9652	63,9879	54,5367	54,5415

En la siguiente tabla se presenta los resultados obtenidos del análisis de aceites y grasas de las aguas residuales domésticas de Ayacucho, tanto del afluente como del efluente de la PTAR; mediante el método gravimétrico de partición líquido-líquido, con los que se calcularon los porcentajes de remoción para cada mes mencionado.

Tabla 6
Concentraciones de aceites y grasas de marzo a julio.

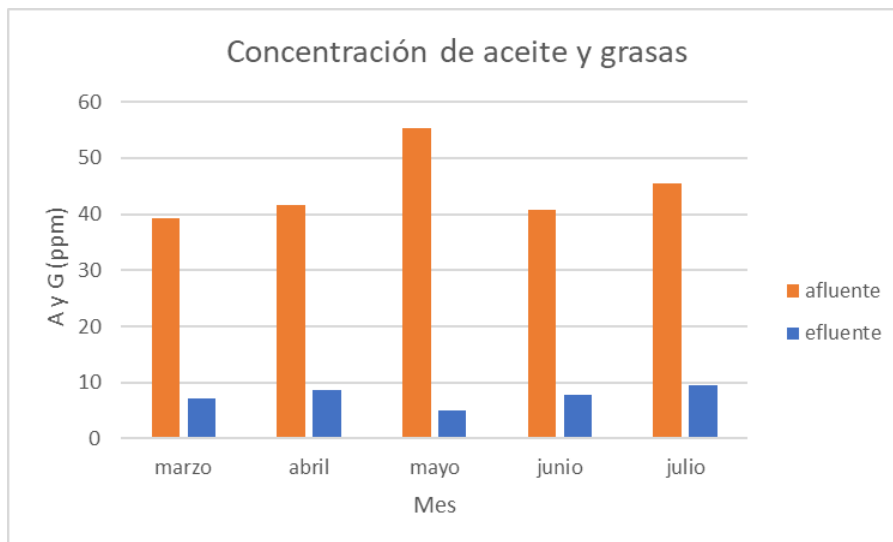
Mes	Concentración de AyG (ppm)		Concentración de AyG (ppm) ⁽¹⁾		Porcentaje de remoción (%)	
	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Tesis	ALAB
Marzo	39,20	7,20	35,20	8,00	81,63	77,27
Abril	41,60	8,60	33,80	<5,00	79,33	85,24
Mayo	55,40	5,00	33,40	6,40	90,97	80,84
Junio	40,80	7,80	33,80	9,60	80,80	71,60
Julio	45,44	9,60	42,70	12,40	78,87	70,96
Promedio	44,49	7,64	35,78	8,28	82,32	77,18

Nota: ⁽¹⁾ Resultados del laboratorio acreditado ALAB del Anexo III, con el método de partición gravimétrica, líquido-líquido.

Con los datos de la Tabla 6, se elaboraron las gráficas de la concentración de aceites y grasas del afluente y efluente de las aguas residuales correspondiente a cada mes del periodo de estudio, como también del porcentaje de remoción.

Figura 5

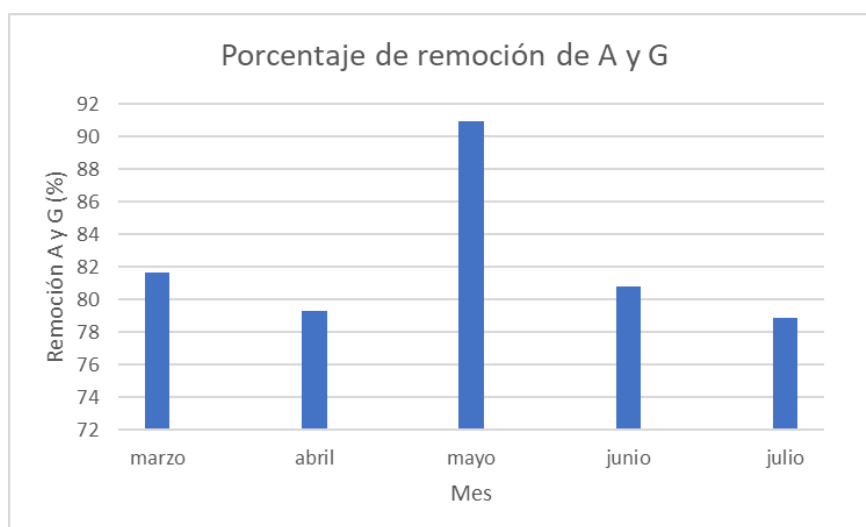
Concentración de aceite y grasas en aguas residuales de marzo a julio.



Como se observa en la Figura 5, la concentración de aceites y grasas en el efluente de la PTAR son bajos, siendo el mínimo en el mes de mayo. En los meses de marzo, abril y junio son similares las concentraciones de aceites y grasas del afluente, en el mes de mayo fue mayor, debiéndose a la mayor carga de contaminantes con presencia de aceites y grasas provenientes de las actividades domésticas, comerciales e industriales, en el mes de julio se obtuvo una mayor concentración a comparación de los meses de marzo, abril y junio.

Figura 6

Porcentaje de remoción de aceites y grasas en aguas residuales de marzo a julio.



De la Figura 6, en el mes de mayo se obtuvo un porcentaje de remoción de aceites y grasas un valor alto, a comparación de los otros meses. Donde, en el afluente ingresaron mayor carga contaminante con presencia de aceite y grasas dando una concentración alta, y al finalizar el tratamiento de las aguas residuales con presencia de aceites y grasas en el efluente dio una concentración baja, debiéndose a un tratamiento eficiente.

4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.2.1. De las concentraciones de aceites y grasas obtenidas.

En el trabajo de investigación se ha seleccionado el método gravimétrico de partición líquido-líquido para cuantificar aceites y grasas en aguas residuales domésticas, por la disponibilidad de materiales, reactivos y equipos que cuenta los laboratorios de la universidad y PTAR Totorá y la facilidad de aplicación. Al contrario del método Soxhlet, que requería mayor tiempo de análisis y la disponibilidad del equipo. De igual manera, Toro Henao (2022) concluyó que el método de partición gravimétrica, líquido-líquido fue aceptable, por tener un tiempo menor de análisis de muestras y un bajo consumo de solvente.

En las pruebas realizadas durante los meses de marzo a julio de 2025, se obtuvo como resultado la concentración promedio de aceites y grasas en el afluente de 44,49 ppm, y la concentración promedio de aceites y grasas en el efluente de 7,64 ppm, reflejando una reducción significativa de aceites y grasas, durante el proceso de tratamiento de las aguas residuales domésticas. Sin embargo, Medina Martínez (2011) obtuvo una concentración promedio de grasas y aceites en el afluente de 129,66 mg/L y en el efluente de 54,34 mg/L, cuyas muestras fueron analizadas por el método Soxhlet. Estos resultados fueron mayores a lo que se obtuvo, posiblemente por lo siguiente:

- Método de análisis diferentes.
- Cultura de alimentación de la población.
- Mejora en el proceso de tratamiento de aguas residuales.

Los resultados de los análisis realizados en marzo, abril, mayo, junio y julio, 2025 de la concentración de aceites y grasas en el efluente fue de 7,2 ppm, 8,6 ppm, 5 ppm, 7,8 ppm y 9,6 ppm respectivamente, mediante el método gravimétrico de partición líquido-líquido, cuyo promedio de la concentración de aceites y grasas fue de 7,64 ppm, estos resultados están por debajo del Límite Máximo Permisible establecido por el D.S. N° 003-2010-MINAM, que fija en 20 ppm.

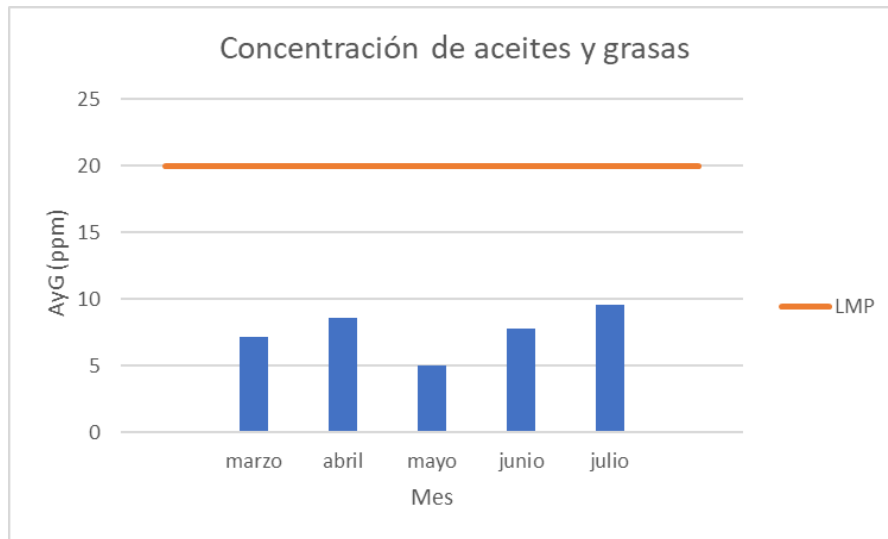
El porcentaje promedio de remoción de aceites y grasas de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá fue de 82,32%, posiblemente por el

mantenimiento frecuente y óptimo que se realiza en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, que permitió una mayor retención de aceites y grasas. De igual manera, Lagos Estrella (2023) realizó la remoción de aceites y grasas, cuyo método fue utilizar un solvente amigable al medio ambiente conocido como solvente eutéctico profundo, donde el proceso fue de extracción líquido-líquido, dando un resultado mayor del 90% de remoción de aceites y grasas. Vidales Olivo et al. (2010) utilizó dos métodos que resultaron con una remoción de aceites y grasas del 90%, utilizando goma arábica, cabello natural y artificial. Flores Soto y Jara Ambrosio (2024), utilizaron un filtro tipo columna a base de biocarbón de bagazo de caña de azúcar con una granulometría de 2,35mm para la remoción de aceites y grasas de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Ramón, tuvieron un 95,54%. Arbaiza Rojas (2021) determinó la eficiencia de remoción de contaminantes en la planta de tratamiento de aguas residuales de Japelacio (San Martín); uno de los parámetros establecidos por el D.S. N° 003-2010-MINAM, el porcentaje de remoción de aceites y grasas fue de 90,5%. Riccio Yuari (2015), analizó a nivel laboratorio, la remoción de aceites y grasas con el método de la electrocoagulación, que dio un resultado de 96,32% mediante paneles fotovoltaicos, de igual modo, en el año 2010 utilizó el mismo método, pero sin paneles fotovoltaicos, que a nivel laboratorio dio un porcentaje de remoción de aceites y grasas de 93,9%. Sin embargo, Medina Martínez (2011) realizó la remoción de aceites y grasas con el método Soxhlet cuyo resultado fue de 58,39%. De los resultados obtenidos, al comparar con diferentes métodos de autores internacionales, nacionales, el porcentaje promedio de remoción de aceites y grasas obtenido no está alejado, a comparación del autor local. Por lo tanto, el porcentaje de remoción de aceites y grasas en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, en base a los resultados muestra una buena eficiencia.

4.2.2. Comparación de los resultados de la concentración del efluente con el Límite Máximo Permisible del D.S. N° 003-2010-MINAM

En la Figura 7 se observa la concentración de aceites y grasas en el efluente en todos los meses de estudio están por debajo del LMP establecido por el D.S. N° 003-2010-MINAM.

Figura 7
Concentración de aceites y grasas del efluente de marzo a julio.



CONCLUSIONES

Se determinó el porcentaje de remoción de aceites y grasas de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, Ayacucho, cuyo valor promedio fue de 82,32%, entre los meses de marzo a julio de 2025.

Se desarrolló con el método gravimétrico de partición líquido-líquido para la cuantificación de aceites y grasas en aguas residuales domésticas, por la facilidad de su implementación, disponibilidad de materiales, reactivos y equipos que contaban los laboratorios de la universidad y PTAR Totorá, por el tiempo de análisis y la proximidad de los resultados con los del laboratorio acreditado ALAB.

Las concentraciones de aceites y grasas de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, Ayacucho, en los meses de marzo, abril, mayo, junio y julio de 2025, que fue de 39,20 ppm, 41,60 ppm, 55,40 ppm, 40,80 ppm, y 45,44 ppm, respectivamente, en el afluente; y en el efluente fue de 7,2 ppm, 8,6 ppm, 5,0 ppm, 7,8 ppm, 9,6 ppm para los meses mencionados.

Los resultados obtenidos de las concentraciones de aceites y grasas del efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, Ayacucho, están por debajo a lo establecido en el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, entonces al verter el agua residual tratada al río Alameda, se daña mínimamente al ecosistema acuático, a la agricultura, a la ganadería y la salud pública del lugar por estar por debajo del límite máximo permisible.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar monitoreos frecuentes del contenido de aceites y grasas de las plantas de tratamiento de aguas residuales, para tener un vertido que no dañe al ecosistema de las aguas superficiales.

Investigar otros métodos de análisis de aceites y grasas en aguas residuales.

Lavar y desinfectar todo el material de laboratorio (probetas, matraces, tubos de centrifuga, etc.) de forma cuidadosa, en especial para evitar la presencia de residuos que podrían incurrir en alteraciones de las concentraciones medidas, a la vez que se previene una serie de riesgos de contaminación para la persona que lo utilice.

Emplear el equipo de protección personal adecuado que incluya: guantes de nitrilo, mandil, gafas protectoras y mascarillas para proteger al personal en caso de salpicaduras, inhalación de vapores o contacto con sustancias contaminantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

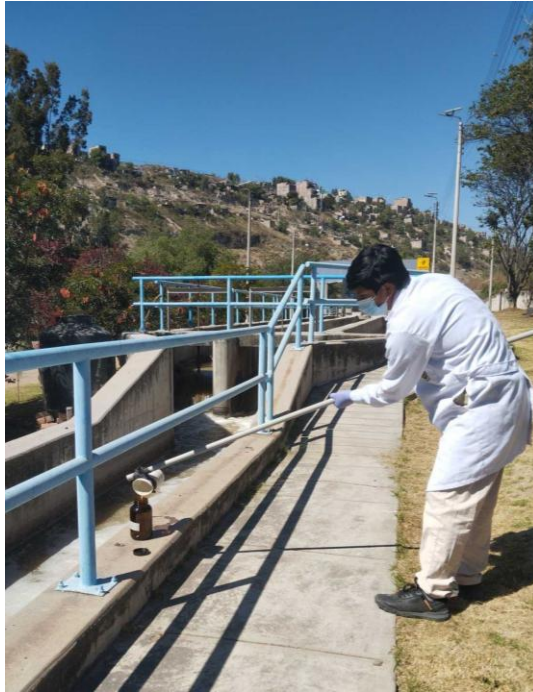
- American Public Health Association [APHA], American Water Works Association [AWWA], & Water Pollution Control Federation [WPCF]. (2023). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (24.^a ed.).
- Arbaiza Rojas, J. C. (2021). *Determinación de la eficiencia de remoción de contaminantes en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Jepelacio, 2019* [Tesis para optar Título Profesional, Universidad Nacional de San Martín]. <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/4390/1/ING.%20SANITARIA%20-%20Julio%20Cesar%20Arbaiza%20Rojas.pdf>
- Biobase Biodustry. (2016). *Fat Analyzer BFA-2 User Manual*. Scribd. <https://es.scribd.com/document/637694218/BIODBASE-BFA-2-Fat-Analyzer-User-Manual>
- Chuchón Martínez, S. A., & Aybar Escobar, C. A. (2008). Evaluación de la capacidad de remoción de bacterias coliformes fecales y demanda bioquímica de oxígeno de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales “La Totorá”, Ayacucho, Perú. *Ecología Aplicada*, 7(1-2), 165-171. <https://doi.org/10.21704/rea.v7i1-2.372>
- Comité Técnico de Normalización Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales [COTEMARNAT]. (2014, 11 abril). *Análisis de agua – Medición de grasas y aceites recuperables en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – Método de prueba (cancela a la NMX-AA-005-2000)*. Gobierno de México. <https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nmx-aa-005-scfi-2013/>
- Dirección de Normalización - INACAL. (2016). Aguas residuales, protocolo de muestreo de aguas residuales no domestica que se descargan en la red de alcantarillado. [Archivo PDF]. <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siarpuno/archivos/public/docs/monografico3.pdf>
- Escobar, E. N. C., Correa, J. G. A., Cueva, W. P. L., Armijos, L. E. Z., & Valle, E. D. A. (2024). Extracción líquido-líquido: principios fundamentales y su aplicación en tratamiento de aguas residuales. revisión bibliográfica. *Revista Conocimiento Global*, 9(2), 388-395. <https://doi.org/10.70165/cglobal.v9i2.430>
- Fidelia, T. T. (2019). *Comparación de métodos de extracción de aceite por soxhlet y ultrasonido a partir del nogal andino (Junglans regia L.)*. <https://hdl.handle.net/20.500.14168/871>
- Flores Soto, R. R., & Jara Ambrosio, G. M. (2024). *Evaluación de la eficiencia del biocarbón de bagazo de caña de azúcar como adsorbente en la remoción de coliformes termotolerantes, aceites y grasas*. [Tesis de Pregrado, Universidad San Ignacio de Loyola]. <https://hdl.handle.net/20.500.14005/14818>
- Humanante, J., Moreno, L., Grijalva, A., Saldoya, R., & Suárez, J. (2022). Removal Efficiency and impact of wastewater treatment system in the urban and rural sector of the Santa Elena Province. *Manglar*, 19(2), 177-187. <https://doi.org/10.17268/manglar.2022.022>
- Lagos Estrella, A. S. (2023, 19 junio). *Evaluación de un método de extracción verde para la remoción de aceites y grasas en aguas residuales urbanas*. [Tesis de Maestría, Universidad Andina Simón Bolívar]. <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/9371/1/T4116-MCCSD-Lagos-Evaluacion.pdf>
- Leyva Castellanos, C. I. (2013). *Contaminación del agua por descargas de aguas residuales* [Tesina para optar grado de especialista, Universidad Veracruzana]. <https://cdigital.uv.mx/server/api/core/bitstreams/2780ca56-63b8-4b41-a3ab-dbd2888a47f7/content>

- Manuela, S. B. (2022). *Evaluación de alternativas de mejora para la determinación de grasas y aceites en aguas residuales con el método de extracción Soxhlet SM 5520 D utilizando n-hexano como solvente*. <http://hdl.handle.net/10495/28741>
- Medina Martínez, Y. (2011). *Capacidad de remoción de grasas en aguas residuales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá. Ayacucho - 2010* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5369>
- Mendoza Castillo, J. S., & Soto Zelaya, R. O. (2022). *Técnicas de biodegradación de grasas y aceites en aguas residuales*. [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/101098>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2013, 30 octubre). *Resolución que aprueba el Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas Residuales Domésticas o municipales, R.M. N° 273-2013-VIVIENDA*. SINIA. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/resolucion-que-aprueba-protocolo-monitoreo-calidad-efluentes-las-plantas>
- Ministerio del Ambiente. (2010, 17 marzo). *Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR), para el sector Vivienda*. SINIA. [https://sinia.minam.gob.pe/normas/limites-maximos-permisibles-lmp-efluentes-plantas-tratamiento-aguas#:~:text=el%20sector%20Vivienda.-,L%20C%20Admites%20M%20C%20A1ximos%20Permisibles%20\(LMP\)%20para%20los%20efluentes%20de%20Plantas%20de,\)%2C%20para%20el%20sector%20Vivienda.&text=Con%20la%20finalidad%20de%20controlar,\)%2C%20para%20el%20sector%20Vivienda](https://sinia.minam.gob.pe/normas/limites-maximos-permisibles-lmp-efluentes-plantas-tratamiento-aguas#:~:text=el%20sector%20Vivienda.-,L%20C%20Admites%20M%20C%20A1ximos%20Permisibles%20(LMP)%20para%20los%20efluentes%20de%20Plantas%20de,)%2C%20para%20el%20sector%20Vivienda.&text=Con%20la%20finalidad%20de%20controlar,)%2C%20para%20el%20sector%20Vivienda).
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA. (2014). *Fiscalización ambiental en aguas residuales*. Gob.pe, Plataforma Digital Única Del Estado Peruano. https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
- Pocco Porras, M. M. (2019). *Comparación de métodos de extracción de aceite por soxhlet y ultrasonido a partir del nogal andino (Junglans Regia L.)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José María Arguedas]. https://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14168/871/Mar%20%20Margarita_Tesis_Bachiller_2019.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Riccio Yauri, L. F. (2010). *Remoción de aceites y grasas de aguas residuales de la Universidad Nacional del Centro del Perú, por electrocoagulación, a nivel de laboratorio* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a579c657-3a6f-4429-9f4c-41da5d1e9897/content>
- Riccio Yuari, L. F. (2015). *Remoción de contaminantes de aguas residuales urbanas del colector Agua de las Vírgenes por electrocoagulación, a nivel de laboratorio, utilizando como fuente energética un panel fotovoltaico* [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4171/Riccio%20Yauri.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Romero Rojas, J. A. (2004). *Tratamiento de aguas residuales: teoría y principios de diseño* (3.ª ed.). Escuela Colombiana de Ingeniería. https://institutoambiental.pe/wp-content/uploads/2024/08/Tratamiento_de_Aguas_Residuales_Romero_R.pdf
- Seda Ayacucho. (2022, 13 abril). *#Importante En la siguiente infografía podrás conocer cómo es el proceso de tratamiento de aguas servidas en la PTAR Totorá*. [Imagen adjunta] [Publicación de estado]. Facebook. <https://www.facebook.com/photo/?fbid=2594520570685209&set=a.888014121335871>

- Sistema Nacional de Información Ambiental - SINIA. (2008, 21 noviembre). *Manual de Depuración de Aguas Residuales Urbanas*. [Archivo PDF]. <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siarpuno/archivos/public/docs/monografico3.pdf>
- Soto Pretel, C. F. (2024). *Efecto de la granulometría del sustrato en la remoción de contaminantes en humedales de flujo sub superficial horizontal, planta de tratamiento de aguas residuales "La Totorá" - Ayacucho 2023*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.14612/6846>
- Toro Henao, C. P. (2022). *Propuesta de un método alterno para la determinación de grasas y/o aceites en matriz de agua residual doméstica y no doméstica para la empresa HidroQuímica Laboratorio Ambiental S.A.S.* [Tesis de Grado, Universidad de Antioquia]. <http://hdl.handle.net/10495/26044>
- UNESCO. (2017). Aguas residuales: el recurso desaprovechado. En *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos*. <https://doi.org/10.18356/86dc8e1b-es>
- Vidales Olivo, A., Leos Magallanes, M. Y., & Campos Sandoval, M. G. (2010). Extracción de grasas y aceites en los efluentes de una industria automotriz. *Conciencia Tecnológica*, 40, 29-34. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94415759007>

ANEXOS**ANEXO I: PANEL FOTOGRÁFICO****Figura 8**

Toma de muestra del afluente.

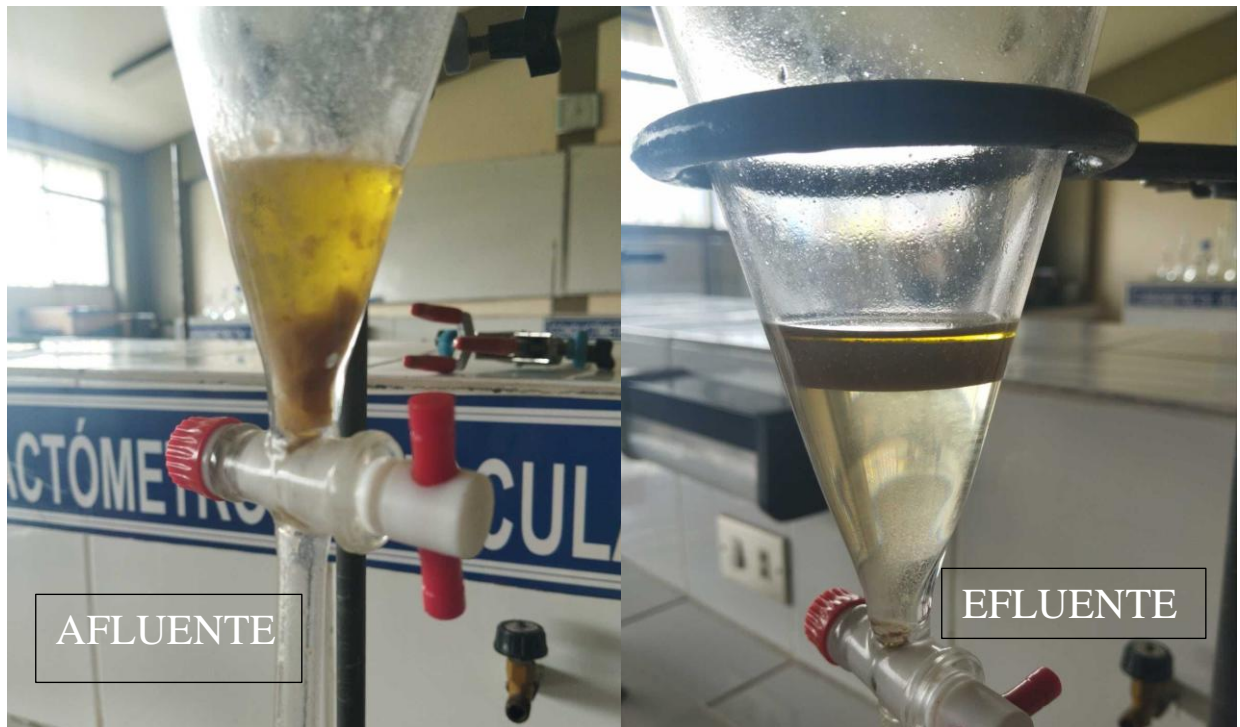
**Figura 9**

Toma de muestra del efluente.



Figura 10

Proceso de extracción líquido-líquido de la muestra del afluyente y efluente.

**Figura 11**

Destilación de aceites y grasas antes y después del bañomaría.



ANEXO II: FORMATO DE LA CADENA DE CUSTODIA DEL ENVIO DE MUESTRA

Figura 12
Cadena de Custodia.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA		PARAMETROS DE ENSAYO												PARAMETRO IN SITU		OBSERVACIONES								
Item	Punto de muestreo/Estacion	Codigo de laboratorio	Muestra	clasificación	Ubicación	N° Frascos	Métodos Totales	Aciditas y Cloruro	Coliformes Fermentantes	DOB	DQO SOLUBLE	DQO	DQO SOLUBLE	S1E	Necesidades Intelectuales		T° Agua (°C)	pH (Unidad de pH)	CE (us/cm)	Salinidad (ppt)	CO (mg/L)	Carga Línea (mg/L)	Carga Total (mg/L)	
																1								AFLUENTE PTAR TOTORA
2	EFLUENTE PTAR TOTORA	19397	17.03.25 H: 16:30	AR	DOMESTICA	79					X	X	X											PARA DQO SOLUBLE SE ENVIA MUESTRA FILTRADA CON PAPEL WHATMAN, NO CONTAMOS CON EQUIPO DE FILTRACION PARA AGUA RESIDUAL
3																								
4																								

Descripción de equipos utilizados:		
Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo
1		
2		
3		
4		

Leyenda	
F: Fecha	N: Norte
H: Hora	E: Este
V: Vidrio	T° Mra: Temperatura de Muestra
P: Plástico	T° Amb: Temperatura ambiente
CE: Conductividad Eléctrica	CO: Oxígeno Disuelto

Muestreado por:	Cliente:
Ing. Walter Flores Rivera	Seda Ayacucho
Fecha: 12.03.25	
Firma:	

Clasificación de la Matriz Agua, Ref: NTP 214.042	
GRUPO	SUB-GRUPO
AR: Aguas Naturales	SUBTERRANEA (Microsil - Termal)
AR: Aguas Residuales	DOMESTICA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL
AR: Aguas para Uso y Consumo Humano	PROPIA Y LOCAL (ARTESIAL - BENICA (Piscina, Mera, Invernal))
AR: Aguas Salinas	WAR - GALDRES - SALINERA AGUA INYECCION Y REINYECCION DESALACION O DESALMINADO - AGUA DE CALDERAS ALIMENTACION DE CALDERAS - AGUA DE LAVACION AGUA PURIFICADA - AGUA DE INYECCION Y REINYECCION
AP: Aguas de Proceso	

Muestreado por: ALAB. CLIENTE

ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.
RECEPCION DE MUESTRAS
13 MAR 2025
ALAB
- CALLAO -

Observaciones / Comentarios




ANEXO III: RESULTADOS DEL LABORATORIO ACREDITADO DEL MES DE MARZO – JULIO SOLICITADO POR SEDA AYACUCHO.

Figura 13

Resultado del mes de marzo.

ALAB		IAS		LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE - 096		INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado			
ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.L.		ACCREDITED Testing Laboratory TL - 833		REGISTRO N° LE - 096		Registro N° LE - 096			
INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-8122									
N° Id.: 0000149089									
V.- RESULTADOS									
ITEM				1	2				
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-25-19396	M-25-19397				
CÓDIGO CLIENTE ^(A)				AFLUENTE PTAR TOTORA	EFLUENTE PTAR TOTORA				
PRODUCTO ^(A)				Agua Residual	Agua Residual				
SUB PRODUCTO ^(A)				Agua Residual Doméstica	Agua Residual Doméstica				
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(A)				12-03-2025 16:00	12-03-2025 16:30				
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS					
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	█	█				
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,8	2,0	█	-				
Demanda Bioquímica de Oxígeno Soluble ²	mg/L	0,4	2,0	-	█				
Aceites y Grasas (*)	mg/L	1,40	5,00	35,20	8,00				
Sólidos Suspendidos Totales (*)	mg/L	2,00	5,00	█	█				
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	█	-				
Demanda Química de Oxígeno Soluble ²	mg/L	2,0	5,0	-	█				
<p>⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA</p> <p>² Ensayo acreditado por el IAS</p> <p>L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "$<$"= Menor que el L.C.M.</p> <p>L.D.M.: Límite de detección del método, "$<$"= Menor que el L.D.M.</p> <p>"-": No ensayado</p> <p>NA: No Aplica</p> <p>^(A)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.</p>									
VI.- OBSERVACIONES									
Los resultados se aplican a la muestra como se recibió.									
"FIN DE DOCUMENTO"									
Pág.3 de 3									
SEDE PRINCIPAL Av. General D. Velasco N° 2877, Delicias, Callao Telf: (+51) 713 0755 / 713 3026 Cel: 977 516 075 / 907 311 279		SEDE ZARUMILLA Prolongación Zarumilla Ma D2 U 3, Bellavista, Ca. 34, Cel: 977 516 075 / 902 646-460		SEDE AREQUIPA COOP. RESUR Mz. E.L.L. 9, Arequipa Telf: (+51) 855 943 Cel: 922 246 642		SEDE PUNO DR. Sanjiban 8, Depto. Uc. D3 U. 02, Casilla - Puno Telf: (+51) 723 0206 Cel: 927 912 323		SEDE TRUJILLO Urb. Sol del Trujillo No. 411 2A, Alto Selvaux - Trujillo Telf: (+51) 723 0626 Cel: 929 475 123	
www.alab.com.pe									

Figura 14
Resultado del mes de abril.

				LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE - 096			
				Registro N° LE - 096			
INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-13046							
N° Id.: 0000154013							
V.- RESULTADOS							
ITEM				1		2	
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-25-32589		M-25-32590	
CÓDIGO CLIENTE ^(A)				AFLUENTE PTAR TOTORA		EFLUENTE PTAR TOTORA	
PRODUCTO ^(A)				Agua Residual		Agua Residual	
SUB PRODUCTO ^(A)				Agua Residual Doméstica		Agua Residual Doméstica	
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(A)				15-04-2025 16:00		15-04-2025 16:30	
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1.8	██████████		██	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0.8	2.0	██		-	
Demanda Bioquímica de Oxígeno Soluble ²	mg/L	0.4	2.0	-		██	
Acetatos y Grasas (*)	mg/L	1.40	5.00	33.80		<5.00	
Sólidos Suspendedos Totales (*)	mg/L	2.00	5.00	██████████		██████████	
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2.0	5.0	██████████		-	
Demanda Química de Oxígeno Soluble ²	mg/L	2.0	5.0	-		██	

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

⁽²⁾ Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.




"-": No ensayado

NA: No Aplica

^(A) Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

VI- OBSERVACIONES									
Los resultados se aplican a la muestra como se recibió.									
"FIN DE DOCUMENTO"									
Pág.3 de 3									
SEDE PRINCIPAL: Av. Ciudad Chicla N° 3077, Delvalle, Callao. Tel: (+51) 712 0750 / 712 3028 Cel: 977 516 672 / 932 949 465 Cul: 977 516 672 / 932 332 379		SEDE ZARUMILLA: Prologador Zarumilla Mo D3 U 2, Delvalle, Callao. Cel: 977 516 672 / 932 949 465		SEDE AREQUIPA: COOP DESAR-MO, E.L.L.S., Arequipa Tel: (+51) 822 620 943 Cel: 925 246 642		SEDE PUNO: Urb. San Pedro II Dpto. Mo. D3 U. 05, Cuzco - Puno Tel: (+51) 723 2028 Cel: 909 472 123		SEDE TROBILLO: Urb. Sol de Tropic Mo. ALL 23, Alo Salaverry - Trobillo Tel: (+51) 722 0028 Cel: 909 472 123	
www.alab.com.pe									

Figura 15
Resultado del mes de mayo.

				LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE - 096			
						Registro N° LE - 096	
INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-18185							
N° Id.: 0000159246							
V.- RESULTADOS							
ITEM				1	2		
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-25-44763	M-25-44764		
CÓDIGO CLIENTE ^(A)				AFLUENTE PTAR TOTORA	EFLUENTE PTAR TOTORA		
PRODUCTO ^(A)				Agua Residual	Agua Residual		
SUB PRODUCTO ^(A)				Agua Residual Doméstica	Agua Residual Doméstica		
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(A)				22-05-2025 16:00	22-05-2025 16:30		
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	██████████		████	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,8	2,0	████		-	
Demanda Bioquímica de Oxígeno Soluble ²	mg/L	0,4	2,0	-		████	
Aceites y Grasas (*)	mg/L	1,40	5,00	33,40		6,40	
Sólidos Suspendidos Totales (*)	mg/L	2,00	5,00	██████████		██████████	
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	██████████		-	
Demanda Química de Oxígeno Soluble ²	mg/L	2,0	5,0	-		██████████	

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, " $<$ "= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, " $<$ "= Menor que el L.D.M.

"-": No ensayado

NA: No Aplica

^(A)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

VL- OBSERVACIONES									
Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.									
"FIN DE DOCUMENTO"									
Pág.3 de 3									
SEDE PRINCIPAL Av. Guardia Chacra N° 2877, Delicias, Callao. Tel: (+51) 713 0155 / 713 3026 Cel: 977 516 012 / 937 141 379		**SEDE ZARUMILLA** Prologación Zarumilla Mo 03 U.S., Delicias, Callao. Tel: 977 516 675 / 932 645 460		**SEDE AREQUIPA** DOOP SCSUR Mo. C.U.S. Arequipa Tel: (+51) 855 043 Cel: 922 246 642		**SEDE PUNO** Urb. San Isidro 8 Depto. Mo. 03 U. 02, Cuzco - Puno Tel: (+51) 723 8206 Cel: 927 470 133		**SEDE TRUJILLO** Urb. Sol de Trujillo Mo. ALL 23, Alo Selaverry - Trujillo Tel: (+51) 713 0626 Cel: 929 470 133	
www.alab.com.pe									

Figura 16
Resultado del mes de junio.

ALAB		IAS		LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE - 096		INACAL	
ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.		ACCREDITED Testing Laboratory TL - 833		Registro N° LE - 096		DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado	
INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-23992							
N° Id.: 0000165053							
V.- RESULTADOS							
ITEM				1	2		
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-25-56551	M-25-56552		
CÓDIGO CLIENTE ^(A)				AFLUENTE PTAR TOTORA	EFLUENTE PTAR TOTORA		
PRODUCTO ^(A)				Agua Residual	Agua Residual		
SUB PRODUCTO ^(A)				Agua Residual Doméstica	Agua Residual Doméstica		
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(A)				19-06-2025 15:00	19-06-2025 15:30		
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) ⁽¹⁾	NMP/100mL	NA	1.8	■■■■■			
Larvas (Nematodos) ²	Larvas/L	NA	1.00	-			
Demanda Bioquímica de Oxígeno ⁽¹⁾	mg/L	0.8	2.0	■■■■■			
Demanda Bioquímica de Oxígeno Soluble ²	mg/L	0.4	2.0	-			
Acidulantes y Grasas ⁽¹⁾	mg/L	1.40	5.00	33.80			
Sólidos Suspendedos Totales ⁽¹⁾	mg/L	2.00	5.00	■■■■■			
Demanda Química de Oxígeno ⁽¹⁾	mg/L	2.0	5.0	■■■■■			
Demanda Química de Oxígeno Soluble ²	mg/L	2.0	5.0	-			
Metales Totales ICP-MS							
Aluminio ⁽¹⁾	mg/L	0.0010	0.0030	-			
Antimonio ⁽¹⁾	mg/L	0.0005	0.0020	■■■■■			
Arsénico ⁽¹⁾	mg/L	0.00020	0.00100	■■■■■			
Bario ⁽¹⁾	mg/L	0.00008	0.00030	■■■■■			
Berilio ⁽¹⁾	mg/L	0.00010	0.00030	■■■■■			
Bismuto ⁽¹⁾	mg/L	0.003	0.010	■■■■■			
Boro ⁽¹⁾	mg/L	0.0003	0.0010	■■■■■			

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, " $<$ "= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, " $<$ "= Menor que el L.D.M.

"-": No ensayado

NA: No Aplica




^(A) Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

Pág.4 de 6

SEDE PRINCIPAL Av. Guardia Chacabuco N° 1877, Delvalera, Callao. Telf: (+51) 712 0795 / 712 3026 Cel: 977 516 675 / 927 312 379	SEDE ZARUMILLA Propagador Zarumilla Mo. D3 U.3, Delvalera, Callao. Cel: 977 516 675 / 927 645 460	SEDE AREQUIPA COOP SERVICIO N.º E.L.L. S., Arequipa. Telf: (+51) 855 943 Cel: 923 946 642	SEDE PUNO Urb. San Isidro II Depto. Mo. D3 U.02, Casilla - Puno Telf: (+51) 723 3026 Cel: 929 475 233	SEDE TRUJILLO Urb. Sol de Trujillo Mo. A11 23, Alto Selvalery - Trujillo Telf: (+51) 723 3026 Cel: 929 475 233
--	---	--	---	---

www.alab.com.pe

Figura 17
Resultados del mes de julio.

				LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE - 096			
						Registro N° LE - 096	
INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-28377							
N° Id.: 0000169438							
V.- RESULTADOS							
ITEM		1		2			
CÓDIGO DE LABORATORIO		M-25-05582		M-25-05583			
CÓDIGO CLIENTE ^(A)		AFLUENTE PTAR TOTORA		EFLUENTE PTAR TOTORA			
PRODUCTO ^(A)		Agua Residual		Agua Residual			
SUB PRODUCTO ^(A)		Agua Residual Doméstica		Agua Residual Doméstica			
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(A)		10-07-2025 15:00		10-07-2025 15:30			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	[REDACTED]		[REDACTED]	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,8	2,0	[REDACTED]		-	
Demanda Bioquímica de Oxígeno Soluble ²	mg/L	0,4	2,0	-		[REDACTED]	
Aceites y Grasas (*)	mg/L	1,40	5,00	42,70		12,40	
Sólidos Suspendidos Totales (*)	mg/L	2,00	5,00	[REDACTED]		[REDACTED]	
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	[REDACTED]		-	
Demanda Química de Oxígeno Soluble ²	mg/L	2,0	5,0	-		[REDACTED]	

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "c"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "c"= Menor que el L.D.M.


"-": No ensayado

NA: No Aplica

^(A)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

VL- OBSERVACIONES									
Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.									
"FIN DE DOCUMENTO"									
Pág.3 de 3									
SEDE PRINCIPAL Av. Guardia Chica N° 3077, Bellavista, Callao Telf: (011) 713 0155 / 713 3038 Cel: 977 216 074 / 927 143 379		**SEDE ZARUMILLA** Prolongación Zarumilla Mo 03 U.S., Bellavista, Callao Tel: 977 216 675 / 902 645 460		**SEDE AREQUIPA** COOP SICOAR Mo, C.U. 5, Arequipa Tel: (084) 825 943 Cel: 922 296 642		**SEDE PUURA** Urb. San Isidro 8 Dpto. Mo. 03 U. 02, Campaña - Piura Tel: (043) 123 8206 Cel: 953 470 333		**SEDE TRUJILLO** Urb. Sol de Trujillo Mo. ALL 23, Alto Selvaury - Trujillo Tel: (014) 723 0506 Cel: 958 470 333	
www.alab.com.pe									

ANEXO IV: RESULTADO ENVIADOS DEL LABORATORIO S.G.S.**Figura 18***Resultado del afluente.*

<p style="text-align: center;">INFORME DE ENSAYO MA2518437-AC-0</p> <hr/> <p style="text-align: center;">KEVIN SMITH SURICHAQUI PARHUAY JR LOS NOGALES N 02 - AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO ENV / LB-356482-003 PROCEDENCIA : PTAR TOTORA AYACUCHO</p> <hr/> <p>Fecha de Recepción SGS : 24-05-2025 Fecha de Ejecución : Del 24-05-2025 al 30-05-2025 Muestreo Realizado Por : CLIENTE</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"><tr><td style="text-align: center;">Estación de Muestreo</td></tr><tr><td style="text-align: center;">ENTRADA PTAR (EFLUENTE)</td></tr></table> <p style="font-size: small;">*Este Informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC* Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.</p> <p style="text-align: right; font-size: x-small;">Página 1 de 5</p> 	Estación de Muestreo	ENTRADA PTAR (EFLUENTE)
Estación de Muestreo		
ENTRADA PTAR (EFLUENTE)		

**INFORME DE ENSAYO
MA2518437-AC-0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					ENTRADA PTAR (EFLENTE) 8546721N / 585893E 2105/2025
FECHA DE MUESTREO					05-05-2025
HORA DE MUESTREO					09:46:00
CATEGORÍA					AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORÍA					AGUA RESIDUAL MUNICIPAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Acidez General					
Acidos y Grasas	EW_ASTMD3921	mg/L	0.2	0.4	85.8 ± 10.10

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 2 de 5

INFORME DE ENSAYO MA2518437-AC-0

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery
Acetatos y Grasas	mg/L	0.4	<0.4	1%	99%	99%

**INFORME DE ENSAYO
MA2518437-AC-0****REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO**

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_ASTMD3921	Callao	Aceites y Grasas	ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011). Standard Test Method for Oil and Grease and Petroleum Hydrocarbons in Water. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2015.

INFORME DE ENSAYO MA2518437-AC-0

NOTAS

- El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
- Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.
- La incertidumbre expandida de medición reportada se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/da-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s); 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. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 5 de 5

**INFORME DE ENSAYO
MA2518438-AC-0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					SALIDA PTAR (EFLUENTE)	
FECHA DE MUESTREO					8547145N / 583661E	
HORA DE MUESTREO					21/05/2025	
CATEGORIA					10:04:00	
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	
					AGUA RESIDUAL	
					MUNICIPAL	
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	
Análisis General						
Aceites y Grasas	EW_ASTMD3921	mg/L	0.2	0.4	4.8 ± 1.0	

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

**INFORME DE ENSAYO
MA2518438-AC-0****CONTROL DE CALIDAD**

LC: Límite de cuantificación
MS: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MS	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery
Acidos y Grasas	mg/L	0.4	<0.4	1%	99%	99%

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

**INFORME DE ENSAYO
MA2518438-AC-0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_ASTMD3921	Callao	Aceites y Grasas	ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011). Standard Test Method for Oil and Grease and Petroleum Hydrocarbons in Water. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2015.

INFORME DE ENSAYO MA2518438-AC-0

NOTAS

- El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
- Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.
- La incertidumbre expandida de medición reportada se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

"Este Informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/pe-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s); 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. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 5 de 5

ANEXO V: PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS EFLUENTES DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTOS DE AGUAS DOMÉSTICAS O MUNICIPALES (R.M. N° 273-2013-VIVIENDA)

Determinación/Parámetro	Recipiente	Volumen mínimo de muestra (1)	Preservación y concentración	Tiempo máximo de duración
Fisicoquímico				
Temperatura	P,V	1000 mL	No es posible	15 min
pH (2)		50 mL	No es posible	15 min
DBO ₅ (3)	P,V	1000 mL	Refrigerar a 4°C	48 horas
DQO (3)	P,V	100 mL	Analizar lo más pronto posible, o agregar H ₂ SO ₄ hasta pH<2; refrigerar a 4°C	28 días
Aceites y grasas	V, ámbar boca ancha calibrado	1000 mL	Agregar HCl hasta pH<2, refrigerar a 4°C	28 días
Sólidos suspendidos Totales (SST)	P,V	100 mL	Refrigerar a 4°C	7 días
Microbiológico				
Coliformes termotolerantes (NMP)	V, esterilizado	250 mL	Refrigerar a 4°C Agregar tiosulfato en plantas con cloración	6 horas

ANEXO VI: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS O MUNICIPALES (D.S. N° 003-2010-MINAM)

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceltes y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

**ANEXO VII: TIPO DE MUESTREO PARA LOS PARÁMETROS CONSIDERADOS
(R.D. N° 036-2016-INACAL/DN)**

N°	Parámetros	Muestreo*	
		Puntual	Compuesto
1	DBO	Si	Si
2	DQO	Si	Si
3	Sólidos Suspendidos Totales	Si	Si
4	ACEITES Y GRASAS (MATERIAL EXTRAÍBLE EN HEXANO)	SI	NO
5	pH (en campo)	Si	No
6	Nitrógeno Amoniacal	Si	Si
7	Sólidos Sedimentables	Si	No
8	Sulfatos	Si	Si
9	Sulfuros	Si	Si
10	Cromo VI	Si	No
11	Cianuro total	Si	Si
12	Temperatura (campo)	Si	No
13	Aluminio	Si	Si
14	Arsénico	Si	Si
15	Boro	Si	Si
16	Cadmio	Si	Si
17	Cobre	Si	Si
18	Cromo	Si	Si
19	Manganeso	Si	Si
20	Mercurio	Si	Si
21	Níquel	Si	Si
22	Plomo	Si	Si
23	Zinc	Si	Si

Puntual: Representa solo la composición de la matriz en el momento y lugar de recolección.
Compuesta: Muestra más representativa para matrices heterogéneas.

ANEXO VIII: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Porcentaje de remoción de aceites y grasas en la Planta de Tratamiento de Agua Residual Totorá, Ayacucho.

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variable e Indicadores	Metodología
<p>Problema General ¿Cuál es el porcentaje de remoción de aceites y grasas en la Planta de Tratamiento de Agua Residual Totorá, Ayacucho?</p> <p>Problemas Específicos - ¿Cuál es el método para cuantificar aceites y grasas en aguas residuales domésticas con disponibilidad de materiales, reactivos y equipos en los laboratorios de la universidad y PTAR Totorá? - ¿Cuáles son las concentraciones de aceites y grasas en el afluente y efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, Ayacucho? - ¿Los valores de la concentración de aceites y grasas en el efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, Ayacucho están dentro de lo establecido por el Decreto Supremo N° 003-2010- MINAM?</p>	<p>Objetivo General Determinar el porcentaje de remoción de aceites y grasas en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, Ayacucho.</p> <p>Objetivos Específicos - Seleccionar el método para cuantificar aceites y grasas en aguas residuales domésticas, teniendo en cuenta la disponibilidad de materiales, reactivos y equipos en los laboratorios de la universidad y PTAR Totorá. - Determinar las concentraciones de aceites y grasas en el afluente y efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, Ayacucho. - Comparar los valores de la concentración de aceites y grasas del efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, Ayacucho, con lo establecido por el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM.</p>	<p>Hipótesis General El porcentaje de remoción de aceites y grasas en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, Ayacucho, es mínimo.</p> <p>Hipótesis Específicas - El método para cuantificar aceites y grasas en aguas residuales domésticas, con disponibilidad de materiales, reactivos y equipos, en los laboratorios de la universidad y la PTAR Totorá, es el método por partición gravimétrica líquido-líquido. - Las concentraciones de aceites y grasas en el afluente y efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, Ayacucho, son altas. - La concentración de aceites y grasas en el efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, Ayacucho, está por encima de lo establecido por el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM.</p>	<p>Variable de Interés Porcentaje de remoción de aceites y grasas en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá.</p> <p>Indicadores - Concentración de aceites y grasas en el afluente y efluente. - Límite Máximo Permisible (D.S. N° 003-2010-MINAM).</p>	<p>Tipo de Investigación: Básica Nivel de Investigación: Descriptivo de enfoque cuantitativo. Población: Las aguas residuales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, Ayacucho. Muestra: 1 muestra mensual de aguas residuales del afluente y efluente, respectivamente, de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Totorá, Ayacucho, durante 5 meses. Técnicas e instrumentos de recolección de datos Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamientos de Aguas Domésticas o Municipales establecidos en la Resolución Ministerial N° 273-2013-VIVIENDA. Registros de resultados de aceites y grasas del afluente y efluente de la PTAR Totorá, Ayacucho. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos Los resultados de la concentración del aceite y grasa de la PTAR Totorá, Ayacucho, se comparará con el Límite Máximo Permisible establecido en el D.S. N° 003-2010-MINAM. Análisis de precisión del resultado para determinar el porcentaje de remoción de aceites y grasas.</p>

**UNSCH**FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y
METALURGIA

ACTA DE SUSTENCIÓN DE LA TESIS:

(Reglamento de grados y títulos, aprobado con RCU N° 341-2021-UNSCH-CU)

Porcentaje de remoción de aceites y grasas en la planta de tratamiento de agua residual titora, Ayacucho

Expositor: Kevin Smith Surichaqui Parhuay
Bachiller en Ingeniería Química

Expediente N° 2553892

Resolución Decanal N° 153-2025-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 05-10-2025

En la Sala de Conferencia “Pedro Villena Hidalgo” de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, ubicada en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (H-121), siendo las diez de la mañana con cinco minutos del día miércoles quince de octubre del año dos mil veinticinco, se reunieron el Bachiller en Ingeniería Química **Kevin Smith Surichaqui Parhuay**, los Docentes Miembros del Jurado de Sustentación Ingenieros: Dra. Alcira Irene CORDOVA MIRANDA, Mg. Gloria Inés BARBOZA PALOMINO y Mg. Anibal Pablo GARCIA BENDEZU, bajo la Presidencia de la Dra. Alcira Irene CORDOVA MIRANDA (Encargado la presidencia con Memorando N° 498-2025-UNSCH-FIQM/D), Mg. Tarcila ALCARRAZ ALFARO (Docente Asesor de la Tesis), el Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE (Secretario-Docente).

Acto seguido, la Presidenta (e) del Jurado de Sustentación dispuso que el Secretario Docente dé lectura a los antecedentes tramitados para el presente Acto Público de Sustentación de la Tesis: **Porcentaje de remoción de aceites y grasas en la planta de tratamiento de agua residual titora, Ayacucho**, presentado por el Bachiller **Kevin Smith Surichaqui Parhuay**. A continuación, el Secretario-Docente procedió a dar lectura a la Resolución Decanal N° 153-2025-UNSCH-FIQM/D.

Luego, la Presidenta(e) del Jurado invitó al Bachiller **Kevin Smith Surichaqui Parhuay**, a pasar al estrado y exponer su trabajo de Tesis en un tiempo máximo de treinta y cinco minutos.

Finalizado la exposición del Bachiller, la presidenta (e) invitó a los Señores Miembros del Jurado de Sustentación a que formulen sus preguntas y señalen sus observaciones, en el siguiente orden: Mg. Anibal Pablo GARCIA BENDEZU, Mg. Gloria Inés BARBOZA PALOMINO y Dra. Alcira Irene CORDOVA MIRANDA. Luego la Presidenta (e) invitó a la Mg. Tarcila ALCARRAZ ALFARO para que, en su condición de Docente Asesor, se sirva levantar las observaciones del Jurado y efectuar las aclaraciones que considere conveniente.

A continuación, la presidenta (e) del jurado invito al sustentante y al público para que se sirva abandonar la sala de conferencia con la finalidad de permitir al jurado de sustentación deliberar sobre la evaluación a otorgar. Se alcanzó el siguiente resultado. **APROBADO POR UNANIMIDAD PROMEDIO CATORCE (14)**.



UNSCH

FACULTAD DE INGENIERÍA
QUÍMICA Y
METALURGIA

ACTA DE SUSTENCIÓN DE LA TESIS:

(Reglamento de grados y títulos, aprobado con RCU N° 341-2021-UNSCH-CU)

Porcentaje de remoción de aceites y grasas en la planta de tratamiento de agua residual totora, Ayacucho

Expositor: Kevin Smith Surichaqui Parhuay
Bachiller en Ingeniería Química

Expediente N° 2553892

Resolución Decanal N° 153-2025-UNSCH-FIQM/D

Fecha: 05-10-2025

Finalmente, la Presidenta (e) del Jurado dispuso que se invite al Sustentante y al público asistente a que se sirvan ingresar a la sala de conferencias y anunció que, el Bachiller **Kevin Smith Surichaqui Parhuay**, ha resultado **APROBADO POR UNANIMIDAD**, y por lo tanto a partir de la fecha la Universidad y la Facultad cuenta con un flamante **INGENIERO QUIMICO** y le augura éxitos en su desempeño profesional.

Siendo las once de la mañana con cincuenta y cinco minutos se dio por finalizado este acto académico de Sustentación de Tesis. En fe de lo cual firmamos:

.....
Dra. Alcira Irene CORDOVA MIRANDA
Presidenta (e)

.....
Mg. Gloria Inés BARBOZA PALOMINO
Miembro

.....
Mg. Aníbal Pablo GARCIA BENDEZU
Miembro

.....
Mg. Fredy Rober PARIONA ESCALANTE
(Secretario Docente)



UNSCH

FACULTAD DE
INGENIERÍA QUÍMICA Y
METALURGIA

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA QUÍMICA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD N° 011-2025-UNSCH-FIQM/EPIQ

El que suscribe, Director de la **Escuela Profesional de Ingeniería Química** de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, emite la siguiente:

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Que, habiendo recibido el requerimiento de Constancia de Originalidad por parte del Bachiller **Kevin Smith SURICHAQUI PARHUAY**, se procedió a la evaluación y regularización de originalidad del archivo adjunto con el **TURNITIN - UNSCH**, de acuerdo a los criterios establecidos en el **Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH**, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU; cuyos resultados son:

Porcentaje de remoción de aceites y grasas en la planta de tratamiento de agua residual Tотора, Ayacucho.

Autor Bach. : Kevin Smith SURICHAQUI PARHUAY
Identificado : 2829233380
Fecha : 27 de noviembre de 2025
Archivo : Tesis

Se expide la presente constancia de originalidad, con reporte del **12 (doce) % de ÍNDICE DE SIMILITUD** realizado con **Depósito de trabajos estándar**, a fin de proseguir con los trámites pertinentes; cabe señalar que, los documentos del procedimiento se archivan en el repositorio documental de la Escuela.

Ayacucho, 01 de diciembre de 2025

Adjunto Reporte de Índice de Similitud
cc. archivo

ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA QUÍMICA
Av. Independencia S/N - Ayacucho
Telf. 066-312510 Anexo. 152
Correo:
ep.quimica@unsch.edu.pe

Porcentaje de remoción de aceites y grasas en la planta de tratamiento de agua residual Totora, Ayacucho

por Kevin Smith SURICHAQUI PARHUAY

Fecha de entrega: 27-nov-2025 09:28p. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2829233380

Nombre del archivo: TESIS_SURICHAQUI_Kevin.pdf (17.76M)

Total de palabras: 9773

Total de caracteres: 51466

Porcentaje de remoción de aceites y grasas en la planta de tratamiento de agua residual Totora, Ayacucho

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%	12%	6%	9%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	2%
2	www.webcolegios.com Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uasb.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	vdocumento.com Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana Trabajo del estudiante	1%
9	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
10	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1%
11	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1%

12 repositorio.unsm.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

13 Submitted to Universidad Católica de Santa
María <1 %
Trabajo del estudiante

14 moam.info <1 %
Fuente de Internet

15 Submitted to CONACYT <1 %
Trabajo del estudiante

16 repositorio.unsch.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo