

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



**EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES FISICOQUÍMICAS Y
MICROBIOLÓGICAS DE LAS AGUAS GRISAS DE LA COCINA DEL COMEDOR
DE LA UNAS – TINGO MARÍA**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

YULY CAROLINA RAYMUNDO MODESTO

Tingo María – Perú

2025



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°069-2025-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 23 de mayo de 2025, a horas 4:20 p.m. en la Escuela Profesional de Ingeniería en Ambiental de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

**“EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS
DE LAS AGUAS GRISES DE LA COCINA DEL COMEDOR DE LA UNAS - TINGO
MARÍA”**

Presentado por la Bachiller: **RAYMUNDO MODESTO, YULY CAROLINA**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENA”**.

En consecuencia, la sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 29 de mayo de 2025


Dr. CÉSAR SAMUEL LÓPEZ LÓPEZ
PRESIDENTE


Blgo. MSc. CÉSAR AUGUSTO GOZME SULCA
MIEMBRO


Ing. MSc. PATRICIA P. ROMERO USHUÑAHUA
MIEMBRO


Ing. MSc. SANDRA L. ZAVALA GUERRERO
ASESOR


Ing. MSc. DELIA YOLANDA SIAS BAYLON
ASESOR





“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 173 - 2025 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería Ambiental

Tipo de documento:

Tesis

X

Trabajo de Suficiencia Profesional

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LAS AGUAS GRISES DE LA COCINA DEL COMEDOR DE LA UNAS – TINGO MARIA	Yuly Carolina Raymundo Modesto	17 % Diecisiete

Tingo María, 05 de junio de 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dr. Tomás Menacho Mallqui
JEFE

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LAS AGUAS GRISES DE LA COCINA DEL COMEDOR DE LA UNAS – TINGO MARÍA

Autor	: Yuly Carolina Raymundo Modesto
Asesor	: Ing. MSc. Sandra Lorena Zavala Guerrero
Coasesor	: Ing. MSc. Delia Yolanda Sias Baylon
Programa de Investigación	: Gestión ambiental
Línea de Investigación	: Gestión ambiental
Eje temático	: Gestión de aguas contaminadas
Lugar de Ejecución	: Tingo María, Leoncio Prado, Huánuco
Duración del Trabajo	: 07 meses
Financiamiento	: Propio
Presupuesto	: S/. 5 090,27

Tingo María – Perú

2025

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, ser mi luz y fortaleza, en mi largo camino siempre he sentido su presencia y nunca ha soltado mi mano.

A mi amada madre Amanda que está en el cielo, y que con su humildad, cuidado, amor y sabios consejos me enseñó a ser fuerte y perseverar. A mi padre Viviano por creer en mí y ser un ejemplo de amor incondicional, perseverancia y fortaleza.

A mis amados hijos Zayra y Thiago, que son mi fortaleza, motivación y alegría, con su amor me han enseñado a dar desinteresadamente y ahora les enseño que a pesar de los tropiezos siempre podemos levantarnos y seguir.

A mi amado sobrino Diego, por su amor, cariño y alegría que siempre me brinda. A mis queridas hermanas Yanina, Mónica y Violeta, por su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios por iluminarme, guiarme, protegerme y apoyarme para lograr la finalización de esta investigación, y a la Virgen María que siempre intercede por mí.
- A mis padres Viviano Raymundo y Amanda Modesto, quienes con esfuerzo, sacrificio y dedicación me permitieron estudiar y me apoyaron en el logro mis metas.
- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva por ser mi alma mater, así como también a los docentes que me brindaron sus conocimientos y apoyo en mi formación profesional.
- A mis asesoras Ing. MSc. Sandra Lorena Zavala Guerrero y Ing. MSc. Delia Yolanda Sias Bailón, con su experiencia, paciencia y profesionalismo guiaron oportunamente el desarrollo de esta tesis.
- Al Dr. César Samuel López López, jurado y jefe del laboratorio de Microbiología General; su generosidad, sencillez y sabiduría, me ha incentivado a lograr culminar mi tesis.
- A los demás miembros del jurado Ing. Msc. Patricia Pilar Romero Ushuñahua, Ing. Msc. Angie Tatyana Fernández Escobar y Bgo. Msc. Cesar Augusto Gozme Sulca, por sus oportunas correcciones y compartir sus conocimientos.
- Al Ing. Richard Sías Rodríguez, por su amistad, amabilidad y valioso apoyo en los análisis realizados en el laboratorio de Microbiología General durante la investigación; así como a los practicantes Stiven Carranza y Nick Chacón por su colaboración.
- Al Tec. Celidonio Yacha Melgarejo, por su apoyo en el laboratorio de Química.
- Al Ing. Franco Soto Torres, por su apoyo y amistad incondicional, y a mis demás compañeros de la promoción 2006, con quienes compartí valiosos momentos en las aulas.
- A todas las personas que creyeron en mí, brindándome sus consejos y palabras de motivación.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Antecedentes de la investigación.....	3
2.1.1. Internacionales	3
2.1.2. Nacionales.....	4
2.1.3. Locales	5
2.2. Marco teórico.....	6
2.2.1. Aguas residuales	6
2.2.2. Aguas negras.....	6
2.2.3. Aguas grises.....	7
2.2.4. Composición y características de aguas grises	7
2.2.5. Tratamiento y reutilización de aguas grises.....	8
2.2.6. Parámetros fisicoquímicos del agua	10
2.2.7. Parámetros microbiológicos del agua.....	14
2.2.8. Caudal	15
2.2.9. Comedor universitario de la UNAS.....	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS	17
3.1. Ubicación.....	17
3.1.1. Ubicación política	17
3.1.2. Ubicación geográfica	17
3.1.3. Características climáticas.....	17
3.2. Materiales y equipos	18
3.2.1. Materiales.....	18
3.2.2. Equipos	18
3.2.3. Software	18
3.3. Métodos	18
3.3.1. Descripción del proceso de generación de aguas grises en el comedor	18

3.3.2.	Determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas grises generados en la cocina del comedor de la UNAS	19
3.3.3.	Comparación de los parámetros fisicoquímicos con los Límites Máximos Permisibles.....	22
	Tabla 4. Límites Máximos Permisibles de los parámetros a comparar	22
3.4.	Técnicas de investigación.....	22
3.4.1.	Tipo de investigación.....	22
3.4.2.	Nivel de investigación	23
3.4.3.	Diseño de investigación.....	23
3.4.4.	Población y muestra.....	23
3.4.5.	Variables experimentales.....	23
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1.	Descripción del proceso de generación de aguas grises en el comedor.....	25
4.1.1.	Fuente de generación	25
4.1.2.	Sistema de recolección y transporte.....	27
4.1.3.	Disposición final.....	28
4.2.	Determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas grises generados en la cocina del comedor de la UNAS.....	30
4.2.1.	Parámetros fisicoquímicos.....	30
4.2.2.	Parámetros Microbiológicos	35
4.3.	Comparación de los parámetros con los Límites Máximos Permisibles para efluentes de PTAR.....	36
V.	CONCLUSIONES	42
VI.	PROPUESTAS A FUTURO.....	43
VII.	REFERENCIAS.....	44
VIII.	ANEXOS.....	50

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Caracterización parcial del agua gris (agua residual).....	8
2. Codificación de las muestras de agua.....	20
3. Codificación de las muestras de agua con sus repeticiones.....	21
4. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos analizados.....	21
5. Límites Máximos Permisibles de los parámetros a comparar	22
6. Operacionalización de variables.....	24
7. Resultados de evaluación de coliformes termotolerantes para el agua gris	35
8. Resultados de evaluación de coliformes termotolerantes para el agua de caño	36
9. Resultados de coliformes termotolerantes comparado con el LMP	40
10. Resultados del análisis en el primer punto de monitoreo M01 (Punto de descarga) en tres repeticiones	53
11. Resultados del análisis en el segundo punto de monitoreo M02 (Agua del caño) en tres repeticiones	54

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Fuentes de generación de aguas residuales	6
2. Fuente de agua gris y posibles contaminantes.....	7
3. Sistema de tratamiento desarrollado por la UCSM	9
4. Clasificación de los sólidos totales.....	11
5. Comedor universitario de la UNAS	16
6. Ubicación del comedor universitario de la UNAS	17
7. Ubicación del primer punto de monitoreo.....	19
8. Ubicación del segundo punto de monitoreo	20
9. Comedor universitario.....	25
10. Recepción de tarjetas de los estudiantes y área de lavado de manos para el ingreso al comedor.....	26
11. Área de lavado de frutas y de charolas.....	26
12. Área de lavado de utensilios.....	27
13. Rejillas de traslado de aguas grises hacia el punto de descarga.....	27
14. Punto de descarga común de aguas grises.....	28
15. Punto de descarga de aguas grises que después se une con agua negra.....	28
16. Flujograma de procesos de aguas grises en la UNAS	29
17. Temperatura del agua de caño (M02) y aguas grises (M01)	31
18. pH del agua de caño (M02) y aguas grises (M01).....	31
19. Demanda Bioquímica de Oxígeno del agua de caño (M02) y aguas grises (M01).....	32
20. Demanda Química de Oxígeno (DQO) del agua de caño (M02) y aguas grises (M01) ...	33
21. Turbidez del agua de caño (M02) y aguas grises (M01)	34
22. Sólidos totales suspendidos del agua de caño (M02) y aguas grises (M01)	34
23. Aceites y grasas del agua de caño (M02) y aguas grises (M01)	35
24. Temperatura del agua gris del comedor de la UNAS comparado con el LMP	36
25. pH del agua gris del comedor de la UNAS comparado con el LMP.....	37
26. DBO ₅ del agua gris del comedor de la UNAS comparado con el LMP.....	38
27. DQO del agua gris del comedor de la UNAS comparado con el LMP.....	38
28. Sólidos Totales Suspendidos del agua gris del comedor de la UNAS comparado con el LMP.....	39
29. Aceites y grasas del agua gris del comedor de la UNAS comparado con el LMP.....	40
30. Actividades en el comedor universitario de la UNAS.....	55

31. Evaluación de parámetros in-situ	55
32. Traslado de muestras al laboratorio de microbiología	56
33. Evaluación de parámetros fisicoquímicos	56
34. Evaluación de parámetros fisicoquímicos	57
35. Evaluación de parámetros fisicoquímicos	57
36. Evaluación de parámetros microbiológicos.....	57
37. Trabajo en el laboratorio	58
38. Área de almacenamiento de agua para abastecimiento al comedor	59
39. Área de almacenamiento de alimentos en el comedor	59

RESUMEN

El objetivo general de la presente investigación fue evaluar las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas en las aguas grises de la cocina del comedor de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María. Para ello se realizó visitas al comedor para identificar las fuentes de generación de aguas grises y posteriormente recolectar el agua gris, así mismo, también se identificó que no posee tratamiento y metros abajo se une al colector principal. Se seleccionó dos puntos de monitoreo siendo éstos el punto de descarga del agua residual y también el agua de caño que utilizan en el establecimiento, se realizaron tres repeticiones en los meses de junio, julio y agosto, posteriormente se analizaron los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos y se comparó con los Límites Máximos Permisibles para efluentes de PTAR. Se evaluaron los valores medios del agua gris siendo éstos: pH (8.15), temperatura (24.93°C), DBO₅ (3.86 mg/L), DQO (711.67 mg/L), Turbidez (79.33 NTU), sólidos totales suspendidos (486 mg/L), aceites y grasas (74.50 mg/L), los coliformes termotolerantes obtuvieron un valor de 0 NMP/100mL. Se determinó que los parámetros de demanda químicas de oxígeno, sólidos totales suspendidos y aceites y grasas no cumplen con lo establecido en la normativa de LMP para efluentes de PTAR.

Palabras clave: Efluente, aguas grises, orgánicos, comedor, aceites y grasas

ABSTRACT

The general objective of the present research was to evaluate the physicochemical and microbiological conditions of the grey water from the kitchen in the Universidad Nacional Agraria de la Selva's cafeteria in Tingo María, [Peru]. To do so, visits were made to the cafeteria in order to identify the sources that generate the grey water, and later to collect the grey water; at the same time, it was identified that there was no treatment for the grey water and some meters below [the kitchen], it joins a main collection point. Two monitoring points were selected, with these points being the point of discharge for the waste water, as well as, the water from the faucet that is used in the establishment; three repetitions were done in the months of June, July and August. Later the physicochemical and microbiological parameters were analyzed and compared to the maximum allowable limits for PTAR (acronym in Spanish) effluents. The averages values of the grey water were evaluated, which were: pH (8.15), temperature (24.93°C), BOD5 (DBO5 in Spanish) (3.86 mg/L), COD (DQO in Spanish) (711.67 mg/L), turbidity (79.33 NTU), total suspended solids (486 mg/L), oils and fats (74.50 mg/L), [and] the thermotolerant coliforms which had a value of 0 NMP/100mL. it was determined that the parameters for the chemical oxygen demand, total suspended solids and oils and fats did not meet the standards established in the LMP (acronym in Spanish) for PTAR effluents.

Keywords: effluent, grey water, organic, cafeteria, oils, fats

I. INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso vital para la existencia en la Tierra, siendo crucial para la supervivencia de todos los seres vivos, el equilibrio de los ecosistemas, ya que forma parte esencial de los ciclos naturales, así como para el avance de las actividades humanas. De acuerdo con lo mencionado, la UNESCO en el año 2017 indicó que el 80% de las aguas residuales que se generan se vierten directamente a los cuerpos de agua naturales, representando un serio problema para el ambiente natural y para la salud de la población. La situación de las aguas grises a nivel mundial es un tema de creciente preocupación debido al aumento de la urbanización y la escasez de los recursos hídricos, estas aguas que provienen de actividades domésticas como el lavado de alimentos, ropa, aseo personal, entre otros, representa una fuente importante de agua que podría reutilizarse si fuera tratada bajo los procesos adecuados.

En Perú, la situación de las aguas grises es un desafío significativo, se estima que solo alrededor del 5% de las mismas se reutilizan y menos del 30% de aguas residuales tienen algún tipo de tratamiento, lo que significa el 70% es vertido a los cuerpos de agua sin ningún tratamiento previo lo que genera un ciclo de contaminación (SUNASS, 2022). En general, las universidades peruanas generan una cantidad significativa de aguas residuales que va a depender del tamaño de la institución y del número de estudiantes, sin embargo, las principales fuentes son los servicios higiénicos, comedores, áreas residenciales, laboratorios y en algunos casos áreas productivas, aunque todavía muchas universidades carecen de infraestructuras adecuadas para el tratamiento de sus aguas residuales, sin embargo, con el enfoque de sostenibilidad iniciado por el Ministerio del Ambiente con el Ministerio de Educación se han ido adoptando políticas de ecoeficiencia que ayudan a reducir el consumo y por lo tanto la generación de aguas residuales.

De acuerdo con la SUNASS (2022), en la región Huánuco existen algunas PTAR que tratan un caudal mínimo, por ejemplo, en todo el distrito del mismo nombre solo se trata 1.1 L/s, el cual representa apenas el 0.39% del total de las aguas residuales generadas, es decir, de forma anual existen 8 684 320 m³ de agua que no posee ningún tipo de tratamiento y por lo tanto afectarían la calidad del agua en la zona, actualmente se encuentra en proceso de factibilidad el proyecto denominado “PTAR Huánuco” del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento que espera atender hasta tres distritos y un centro poblado.

En la provincia de Leoncio Prado tampoco existe un sistema de tratamiento de aguas residuales, por lo que, las aguas generadas por diferentes actividades son vertidas directamente hacia el río Huallaga y cuerpos naturales cercanos a las viviendas, afectando la calidad de los

mismos. La Universidad Nacional Agraria de la Selva no es ajena a esta problemática, de forma diaria realiza actividades administrativas, académicas y productivas, por ejemplo, diariamente el comedor universitario brinda el servicio a más de 1000 estudiantes incrementando el volumen de generación de las aguas grises y sin un tratamiento tienen la misma disposición final que en la provincia.

Por lo antes mencionado, se plantea la siguiente interrogante ¿Cuáles son las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas grises de la cocina del comedor de la UNAS – Tingo María?, planteándose la siguiente hipótesis: Las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas de las aguas grises de la cocina del comedor de la UNAS – Tingo María no cumplen con la normativa vigente.

1.1. Objetivo general

Evaluar las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas en las aguas grises de la cocina del comedor de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo Maria.

1.2. Objetivos específicos

- Describir el proceso de generación de aguas grises en el Comedor Universitario.
- Determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas grises generadas en la cocina del comedor de la UNAS.
- Comparar los parámetros fisicoquímicos de las aguas grises de la cocina del comedor de la UNAS con los Límites Máximos Permisibles.
- Establecer propuestas para la correcta gestión de las aguas grises de la cocina del comedor de la UNAS.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Internacionales

Figueroa, et al. (2024), identificó en la comunidad El Cortijo, ubicada en el municipio de Ayutla de los Libres, en la región Costa Chica del estado de Guerrero (México), un incremento en las descargas de aguas grises domésticas directamente al río, principalmente provenientes de viviendas cercanas a este cuerpo de agua. Un estudio con enfoque cualitativo, que utilizó entrevistas y talleres comunitarios como herramientas de recolección de datos, tuvo como finalidad indagar el nivel de conocimiento sobre el saneamiento de aguas grises en la población. Los resultados revelaron que la mayoría de los habitantes desconocen la existencia de métodos sencillos, económicos y ecológicos para tratar las aguas grises generadas en sus hogares. Asimismo, se observó que muchas viviendas vierten directamente tanto aguas grises como negras al río, lo que ha generado preocupación en la comunidad. Los entrevistados manifestaron interés en aprender alternativas de tratamiento. Se concluye que esta problemática está vinculada a la escasa difusión de tecnologías apropiadas y a una visión arraigada de dependencia hacia proyectos gubernamentales, además de una limitada participación de las autoridades locales en la protección del recurso hídrico.

Salinas (2021), en su investigación tuvo como finalidad evaluar la composición fisicoquímica de las aguas grises del Comedor Universitario de la Universidad Nacional Cuyo en Argentina, se evaluaron parámetros in situ como pH, conductividad eléctrica, DBO, DQO, sólidos en diferentes condiciones, algunos compuestos orgánicos como K⁺, P⁺, N⁺, y también se realizó un análisis de los insumos utilizados en la cocina, además se realizaron mediciones de caudal. La muestra se obtuvo de la cámara ubicada en el estacionamiento del comedor, en donde todas las tuberías del lugar desembocan, y son de uso exclusivo de esta área, y no se vierte agua de los servicios higiénicos. Se concluye que la problemática principal para el diseño de la PTAR son los sólidos sedimentables ya que éstos dependen exclusivamente del tipo de alimentación que se prepara dentro de las instalaciones, así mismo, la autora propuso un sistema de tratamiento el que incluye como primera etapa del proceso esquemas de sedimentadores, decantadores y filtradores.

Moreno (2020), llevó a cabo una investigación para determinar las características del agua residuales de la cocina del comedor de la empresa eléctrica Villa Clara, para ello, analizó los parámetros fisicoquímicos y el caudal que se producía para de esa forma proponer mejoras en el diseño de su PTAR. Como resultados se obtuvo que el caudal medio

generado en la empresa fue de 76 L/h y la PTAR operativa estuvo removiendo hasta el 95% de sólidos sedimentables, y en grasas, aceites e hidrocarburos hasta un 99%, el sistema consta de un tratamiento primario para disminuir el principal contaminante de este tipo de aguas residuales, los sólidos. El autor hizo la propuesta de un humedal subsuperficial horizontal como tratamiento secundario para la mejora de otros compuestos orgánicos como las concentraciones de K, P, N, DBO y DQO que no son fácilmente removibles con un tratamiento primario, obtuvo remociones de 60-70% pero no alcanzó para lograr cumplir con la normativa cubana de características de aguas residuales.

2.1.2. Nacionales

Alegre (2024), realizó una investigación cuyo propósito fue analizar la viabilidad de incorporar mamparas en una laguna de maduración como estrategia para mejorar el tratamiento de aguas residuales en la PTAR de la Central Hidroeléctrica Machupicchu. Durante un periodo de tres meses, se evaluaron parámetros físico-químicos y bacteriológicos, y se emplearon análisis estadísticos como la prueba T de Student y ANOVA para validar la significancia de los resultados. Los resultados mostraron una disminución del 25.7 % en la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y del 92.9 % en coliformes termotolerantes, logrando cumplir con los límites establecidos por la normativa. Además, se alcanzó una remoción de coliformes termotolerantes entre 1.18 y 1.81 ciclos logarítmicos, con tiempos de retención hidráulica que oscilaron entre 2.2 y 3.5 días. Estos resultados respaldan la eficacia, sostenibilidad y posibilidad de replicación de las mamparas como una solución eficiente para optimizar el tratamiento de aguas residuales en sistemas similares, garantizando un efluente seguro para su vertido.

Vera, et al. (2023), tuvieron como finalidad analizar la generación de GEI en el comedor universitario de la UNMSM para posteriormente hacer la propuesta de mecanismos de reducción. Se utilizó como instrumento de investigación a la encuesta, observación directa. Se estima un consumo de agua del comedor la UNMSM de más de 180 mil m³, representando el 43% del total de agua consumida en el área para la cocina, así mismo, del total de participantes el 61.5% indicó que si conoce sobre algunas políticas para el manejo de aguas grises y el 100% manifestó que las aguas grises que se generan en el comedor se disponen directamente a través de la red normal de desagüe. Se concluyó que el consumo de agua y por lo tanto la generación de aguas residuales es la actividad que menos GEI genera, cerca del 1.1% del total, a comparación del consumo de combustible y la generación de residuos sólidos.

Para Anaya, et al. (2022), quiénes realizaron un estudio en la Facultad de Química e Ingeniería Química de la UNMSM, se propuso un diseño eficaz para el tratamiento de aguas grises claras, diferenciándolas de otros tipos de aguas residuales como las negras y las grises oscuras, según su nivel de impurezas. El sistema planteado permite el tratamiento in situ de las aguas grises recolectadas en servicios higiénicos ubicados en el quinto piso de dicha facultad. La investigación incluyó etapas de recolección, cuantificación, caracterización y tratamiento de un caudal promedio de 26.12 L/h (equivalente a 2.00 m³/día). Se midieron parámetros como temperatura, pH, conductividad, turbidez, sólidos suspendidos sedimentables, dureza total, alcalinidad, DBO y DQO. La baja relación DBO/DQO (0.05) indicó la necesidad de un tratamiento fisicoquímico en lugar de biológico. A nivel de laboratorio, mediante filtración con diferentes medios, se logró una reducción del 89 % en la DQO, alcanzando niveles que cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para uso en riego.

Cueva y Garcia (2021), evaluaron la eficiencia de una PTAR doméstica de una empresa minera en Cajamarca, considerando servicios higiénicos y comedor, se utilizó la información de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la entrada y salida de la PTAR, considerando dos puntos en cada zona de muestreo, los resultados fueron comparados posteriormente con los Límites Máximos Permisibles. Los parámetros físicos evaluados fueron sólidos totales y suspendidos, así como DBO, DQO, S.A.A.M y microbiológicos fueron coliformes totales y termotolerantes, otros parámetros evaluados también fueron aceites y grasas, cianuro, metales totales, nitrato, nitrito y sulfato. Se concluye que, las aguas residuales cumplen con lo indicado en la normativa, así mismo se precisa que además de un tratamiento primario, la PTAR posee un tratamiento biológico a través de un sistema de lodos activados por aeración, lo que contribuye en la disminución de la carga orgánica, reduciendo hasta en un 99.21% la concentración de DBO y en 100% la de DQO

Para Cueva (2019), quien tuvo como objetivo analizar los procesos de tratamiento de las aguas residuales de los comedores de las empresas mineras, identificó que los parámetros que más se deben cuidar son DBO, DQO5, NKT y fosfatos, así mismo, indicó que la mayoría de los tratamientos que se realizan para las aguas grises con este origen poseen el acompañamiento de procesos biológicos como la bioadsorción que se realiza con biomasa viva, por otro lado, también se hace hincapié en el monitoreo de los sólidos suspendidos.

2.1.3. Locales

En la provincia de Leoncio Prado no se ha reportado investigaciones de este tipo.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Aguas residuales

Son aquellas aguas que han sido contaminadas tras su uso en actividades domésticas, industriales o comerciales, y que contienen una mezcla de agua y diversos contaminantes, como la materia orgánica, microorganismos y productos químicos. (Osorio, et al., 2021)

Las aguas residuales, al ser un subproducto inevitable de la actividad humana, requiere una atención permanente para garantizar un manejo adecuado. Cuando estas aguas se acumulan sin tratamiento efectivo, puede resultar en problemas graves de salud pública y deterioro ambiental, como la contaminación de fuentes de agua potable y la proliferación de enfermedades, lo que ha llevado al desarrollo de tecnologías que permitan el reúso del agua, cuando el tratamiento así lo permite (Instituto del Agua, 2023).

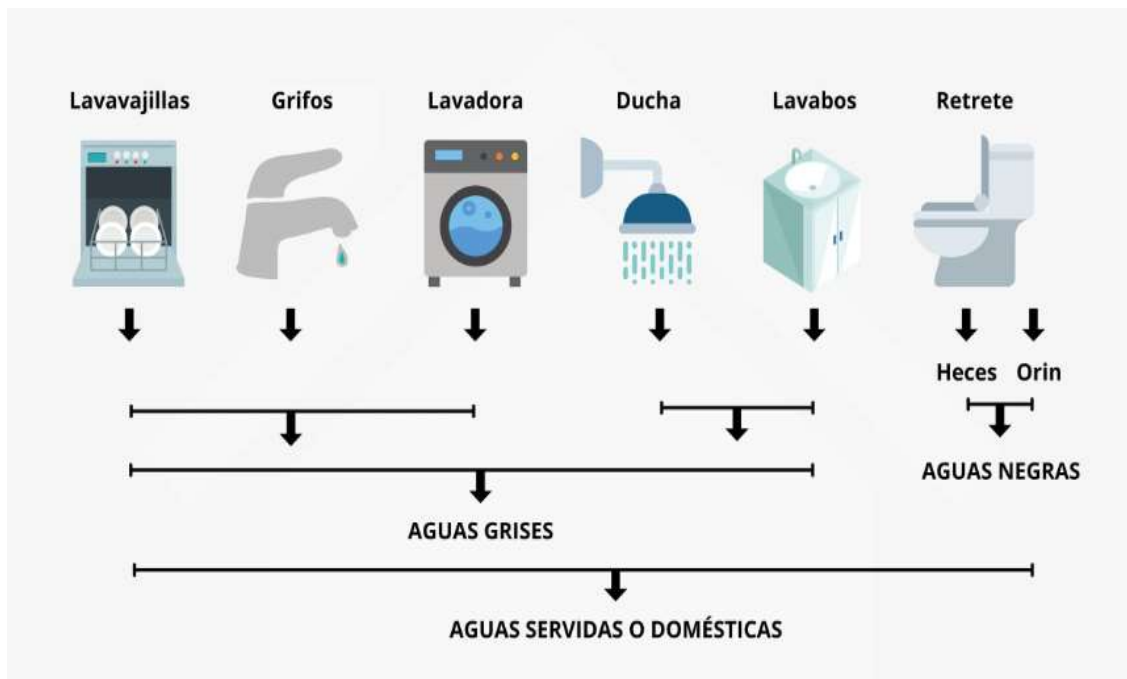


Figura 1. Fuentes de generación de aguas residuales

Fuente: Instituto del Agua (2023)

2.2.2. Aguas negras

Son un tipo de aguas residuales que provienen directamente de servicios higiénicos o inodoros aislados, contienen desechos humanos, así como otro tipo de contaminantes además de papel higiénico y productos de cuidado personal. Por su alta carga de materia orgánica y microorganismos patógenos, este tipo de aguas son consideradas altamente contaminantes y requieren de un tratamiento específico antes de que puedan ser desechadas de

manera segura. Por el alto número de m.o patógenos requiere un tratamiento especializado que evite la infección o contagio con alguno de ellos, para eso se utilizan una combinación de procesos físicos, químicos y biológicos (García, 2022).

El manejo inadecuado de las aguas negras puede poner en riesgo la vida de muchas personas, especialmente niños, quienes reportan altas tasas de enfermedades gastrointestinales por consumo o contacto directo.

2.2.3. Aguas grises

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (2024) las aguas grises son aquellas que provienen de actividades domésticas como el lavado de ropa, el aseo personal o actividades en la cocina. A diferencia de las aguas negras, que contienen desechos humanos y son más contaminantes, las aguas grises son relativamente más limpias y se podrían reutilizar para riego o incluso para almacenarlos en los tanques de inodoros. Este tipo de agua representa una alternativa sostenible ya que su tratamiento y reutilización ayudan a conservar el recurso hídrico y a reducir la presión sobre las instalaciones de saneamiento.

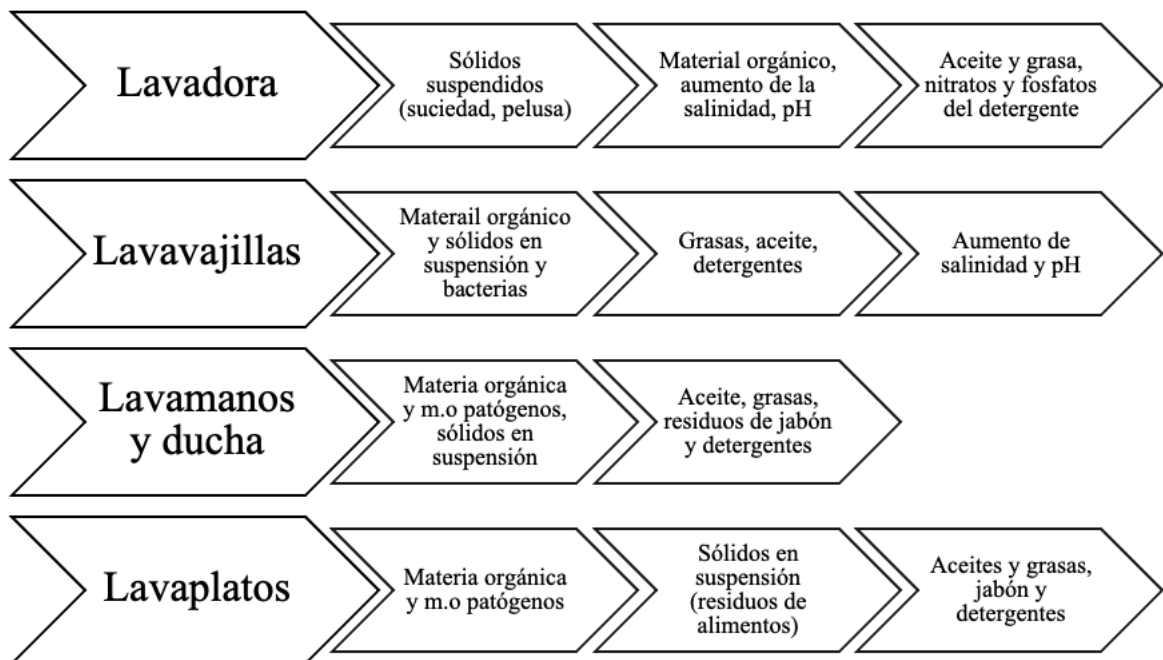


Figura 2. Fuente de agua gris y posibles contaminantes

Fuente: OMS (2024)

2.2.4. Composición y características de aguas grises

Como ya se mencionó anteriormente, las aguas grises son aquellas que provienen de actividades domésticas y comerciales, sin considerar aquellas que contengan desechos humanos, por lo que su composición generalmente incluye (Bautista, et al., 2023):

Detergentes, que provienen de jabones y productos de limpieza, grasas y aceites, de la cocina y productos de cuidado personal; materiales orgánicos, que pueden ser restos de alimentos, cabello u otro tipo de residuos. Sales y minerales, provenientes de productos de limpieza y el agua dura, y nutrientes, como nitrógeno y fósforo, que pueden ser beneficiosos o perjudiciales en el ambiente (Bautista, et al., 2023).

En cuanto a las características de las aguas grises, pueden variar de acuerdo a las fuentes de contaminación o el número de vertimientos, así como el número de habitantes de una determinada población, pero, las características más evaluadas son (Anaya, et al., 2022):

pH, que posee uno generalmente neutro o ligeramente ácido, el color que puede ser transparente o pasar a uno turbio, dependiendo de la cantidad de sólidos suspendido que tenga el agua residual, así como el olor, que puede ser un olor leve, pero en caso el agua lleve algunos días estancado puede volverse desagradable, por otro lado, tenemos a la temperatura, que, generalmente es similar al agua utilizada en las actividades que lo generan, también es importante evaluar parámetros microbiológicos, para la identificación temprana de alguna fuente de contaminación (Anaya, et al., 2022):

A continuación, se presentan algunos valores de aguas grises reportados:

Tabla 1. Caracterización parcial del agua gris (agua residual)

Parámetros	Unidad	Valor obtenido
Temperatura	°C	20.5
pH		7.6
Turbiedad	NTU	61.5
Conductividad	uS/cm	975
Alcalinidad	CO ₃ mg/L	No detectable
Alcalinidad	HCO ₃ mg/L	136
Dureza total	CaCO ₃ mg/L	389
SSS	mL/L	1
DQO	mgO ₂ /L	163
DBO5	mgO ₂ /L	8
Tensoactivos	mg/L (SAAM)	0.02

Fuente: Anaya, et al. (2022)

2.2.5. Tratamiento y reutilización de aguas grises

De acuerdo con Aguirre, et al. (2023), el tratamiento y reúso de aguas grises es una práctica cada vez más común y necesaria en la gestión sostenible del agua, ya que

pueden ser aprovechadas en diversas aplicaciones, las más comunes a nivel internacional, es el uso en el riego de jardines, la limpieza de espacios exteriores o incluso para el uso en inodoros, este enfoque no solo ayuda a conservar el agua potable, sino también, reduce la carga sobre los sistemas de alcantarillado y las PTAR contribuyendo a la sostenibilidad ambiental.

Por otro lado, el tratamiento implica varias etapas, ya que, para que pueda ser utilizado con otros fines requiere cumplir con ciertos parámetros, esta secuencia dentro del tratamiento puede incluir la filtración, la sedimentación y la desinfección. En la primera etapa, se eliminan los sólidos y partículas grandes mediante filtros, posteriormente, en la sedimentación, las partículas más pequeñas se asientan en el fondo, permitiendo que el agua más clara se extraiga. Finalmente, la desinfección, que puede realizarse con cloro, ozono o luz ultravioleta, se asegura de que se eliminen patógenos y microorganismos nocivos, haciendo que el agua sea segura para su reutilización, además, dentro del proceso, también se pueden incorporar tratamientos biológicos que ayudan al proceso de consumo de la materia orgánica (Díaz, et al., 2021).

El reuso de aguas grises no solo ofrece beneficios ambientales y económicos, sino que también puede ser una solución efectiva para regiones que tienen problemas de déficit de agua. Al implementar sistemas de recolección y tratamiento en hogares y comunidades, se fomenta una cultura de conservación y responsabilidad hídrica (Díaz, et al., 2021).



Figura 3. Sistema de tratamiento desarrollado por la UCSM

Fuente: UCSM (2020)

De acuerdo con la Figura 3, la Universidad Católica de Santa María (UCSM), como parte del proyecto global INNOQUA financiado por la Comisión Europea, realizó el diseño innovador de un sistema de tratamiento de agua, el cual está compuesto en primer lugar por un tanque de sedimentación seguido de un lumbrifiltro utilizado para la degradación de la materia orgánica en el que participan lombrices y algunos microorganismos, posteriormente se encuentra el daphniafiltro que es un sistema compuesto por crustáceos plactónicos que pueden remover partículas en suspensión de mínimos tamaños y también contribuyen a la eliminación de contaminantes y la desinfección bacteriana. Finalmente pasa por el sistema de purificación UV para la eliminación de microorganismos patógenos (UCSM, 2020).

2.2.6. Parámetros fisicoquímicos del agua

Para Escobar, et al. (2021), los parámetros fisicoquímicos permiten evaluar su calidad y determinar su idoneidad para diversos usos, desde el principal que es el consumo humano, agricultura, industria, preservación de ecosistemas, así como el reúso de las aguas residuales. Estos parámetros incluyen aspectos físicos como la temperatura, color, turbidez, nitrógeno, fósforo, metales pesados, que permiten determinar niveles de contaminación. En conjunto, el análisis de estos parámetros permite identificar problemas de contaminación y determinar medidas necesarias para asegurar que el tratamiento que se otorgue, sea efectivo. A continuación, se describe alguno de ellos:

2.2.6.1. Sólidos totales suspendidos

Los sólidos suspendidos totales (SST) son una medida de la cantidad de partículas sólidas presentes en un líquido, que no se sedimentan ni se disuelven en él. Estos sólidos pueden incluir una amplia variedad de materiales, como sedimentos, materia orgánica, microorganismos y otros contaminantes. La medición de los SST es un parámetro clave en el análisis de la calidad del agua, ya que puede influir en diversos procesos ecológicos y en la salud de los ecosistemas acuáticos (Rondinel & Sanchez, 2022).

La presencia de sólidos suspendidos totales en el agua puede tener efectos significativos en la calidad del agua y en la vida acuática. Un alto nivel de SST puede reducir la penetración de luz en los cuerpos de agua, afectando la fotosíntesis de las plantas acuáticas y alterando la cadena alimentaria. Además, los sólidos suspendidos pueden actuar como transportadores de contaminantes, como metales pesados y nutrientes, lo que puede llevar

a la eutrofización de los cuerpos de agua y a la degradación de los ecosistemas. Por lo tanto, el monitoreo de SST es crucial para la gestión y conservación de recursos hídricos (Rondinel & Sanchez, 2022).

Además, Orellana (2005), menciona que, el análisis de los sólidos suspendidos totales se realiza comúnmente mediante un proceso de filtración y pesaje, los resultados permiten evaluar la carga de contaminación en el agua y determinar su idoneidad para diferentes usos.

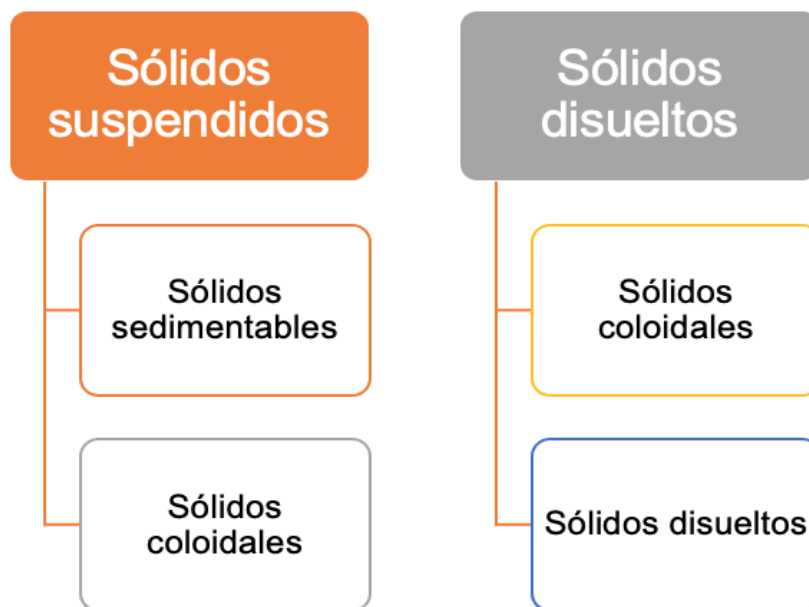


Figura 4. Clasificación de los sólidos totales

Fuente: Orellana (2005)

2.2.6.2. Temperatura

Para Avila y Argueda (2024), la temperatura es una medida que indica el grado de calor de una sustancia, en este caso del agua, es fundamental su evaluación, ya que puede influir en diversas propiedades físicas y químicas, así como en la actividad biológica de los organismos acuáticos. Por ejemplo, el aumento de la temperatura puede acelerar las reacciones químicas y la descomposición de la materia orgánica y también puede afectar de forma negativa la solubilidad del oxígeno, que es fundamental para la vida acuática.

En el contexto de las aguas residuales, la temperatura puede variar considerablemente dependiendo de su origen y de las condiciones ambientales, el agua de desechos domésticos generalmente tiene temperaturas moderadas muy parecidas a la temperatura ambiente. Es importante monitorear y controlar este parámetro antes del

tratamiento del agua residual, ya que temperaturas no adecuadas pueden afectar los procesos de tratamiento y ocasionar problemas de mantenimiento o funcionamiento (Ramírez, 2021).

2.2.6.3. pH

El pH es una medida que indica la acidez o alcalinidad de una solución, y se expresa en una escala que va de 0 a 14, en el contexto de las aguas residuales, el pH es crucial porque afecta tanto a los procesos de tratamiento como a la calidad del agua. Un pH de 7 se considera neutro; valores por debajo indican acidez y por encima alcalinidad, en las aguas residuales puede variar significativamente dependiendo de su origen, en el caso particular de las aguas grises la presencia de detergentes y algunos productos químicos usados en el hogar, el pH puede ser alcalino (Marce y Caqui, 2024).

De igual manera, las autoras mencionadas líneas arriba mencionan que la importancia del pH en aguas residuales radica en su influencia en la solubilidad de los contaminantes y en la actividad de los microorganismos utilizados en los procesos de tratamiento. Por ejemplo, un pH demasiado ácido o básico podría inactivar la función de las bacterias, o afectar la precipitación de metales pesados u otros compuestos pudiendo convertir al proceso en uno más difícil.

2.2.6.4. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

La DBO es un indicador que mide la cantidad de oxígeno requerido por los microorganismos para descomponer la materia orgánica presente en las aguas residuales durante un período específico, generalmente cinco días a 20°C, la DBO es un parámetro clave en la evaluación de la calidad del agua, ya que proporciona una estimación de la carga orgánica que debe ser tratada, es así que, una alta concentración sugiere que está contaminada y podría ser perjudicial para los ecosistemas acuáticos (Burga, 2018).

La importancia de medir DBO radica en su relación directa con la salud de los cuerpos de agua y la eficacia de los procesos de tratamiento, el incremento de los valores de este parámetro puede llevar a la disminución del oxígeno disuelto en el agua, además, es fundamental para el diseño y operación de sistemas de tratamiento de AR, ya que ayuda a determinar la capacidad necesaria de los sistemas biológicos para eliminar la materia orgánica y prevenir la contaminación del ambiente. Monitorear la DBO permite a las PTAR ajustar sus procesos y asegurar que el agua tratada cumpla con las normativas de calidad antes de su liberación o de su posible reúso (Burga, 2018).

2.2.6.5. Demanda química de oxígeno (DQO)

De acuerdo con Ccente y Huayllani (2021), la DQO es un parámetro que se utiliza para medir la cantidad total de oxígeno necesario para oxidar químicamente la materia orgánica e inorgánica presente en las aguas residuales. A diferencia de la DBO, que solo considera materia orgánica biodegradable, la DQO incluye, además, aquella materia orgánica que no es susceptible de ser degradado biológicamente, además este parámetro es un indicador esencial para evaluar el nivel de contaminación en el agua.

Así mismo, Alegre (2024), menciona que la importancia de la DQO radica en su capacidad para proporcionar una estimación más completa de la carga contaminante en las aguas residuales, medir la DQO permite a los operadores de PTAR's identificar la cantidad total de materia orgánica, lo que ayuda a facilitar el proceso de diseño y la gestión de procesos adecuados. Un valor elevado de DQO puede indicar una alta carga de contaminantes, afectando negativamente la calidad del agua en los cuerpos que van a recibir el AR tratada, y por lo tanto, comprometería la vida acuática o el posible reúso de la misma. También, la DQO es útil para evaluar la eficacia de los tratamientos aplicados, ya que se puede comparar con el valor anterior y el posterior determinando el porcentaje de eliminación de la m.o.

2.2.6.6. Aceites y grasas

Los aceites y grasas son compuestos lipídicos que pueden encontrarse en las AR, especialmente en aquellas que se generan por actividades en las viviendas o en aquellas comerciales e incluso industriales. Su presencia puede deberse a los desechos de cocina, productos de limpieza, entre otros; es importante considerar su monitoreo porque pueden tener un impacto significativo en la calidad del agua y en los procesos de tratamiento. Los aceites y grasas tienden a formar capas en la superficie del agua y con ellos obstruir la transferencia de oxígeno y afectar a los organismos acuáticos, o en el caso de las AR, puede interferir con el proceso de tratamiento (Estrella y Pruna, 2022).

Además, Delattibodier (2024), indica que, de lo mencionado anteriormente, es fundamental considerar un monitoreo permanente ya que su acumulación puede generar problemas en los sistemas de tratamiento, como la obstrucción de tubería y la reducción de la eficiencia de los tratamientos biológicos, así mismo, pueden actuar como transportadores de algunos contaminantes, concentrándose en sedimentos y afectando la fauna acuática. Un alto contenido de aceites y grasas en el agua puede comprometer su reúso en actividades agrícolas o de riego incluso de bebida para animales, por eso, es fundamental, implementar estrategias de control y tratamiento que reduzcan la cantidad de aceites y grasas antes de que el agua sea liberada en ambiente o reutilizada.

2.2.7. Parámetros microbiológicos del agua

Para Basilio y Vega (2021), la evaluación de los parámetros microbiológicos es fundamentales para garantizar la seguridad y calidad del agua, especialmente cuando se trata de aguas residuales grises. Estas evaluaciones permiten identificar la presencia de microorganismos patógenos, como bacterias, virus y protozoos, que pueden representar un riesgo significativo para la salud pública. Dado que las aguas grises provienen de fuentes como duchas, lavabos, lavadores, su tratamiento y disposición deben ser monitoreadas de cerca para prevenir la contaminación de fuentes de agua potable y proteger a las personas que utilizan esta agua para riego u otras actividades.

Además, Acosta y Guaita (2023), indican que, el análisis de los parámetros proporciona información crucial sobre la eficacia de los procesos de tratamiento, al evaluar estos indicadores se puede determinar si los sistemas de TAR están funcionando adecuadamente y si están eliminando efectivamente los contaminantes biológicos. Esto es especialmente importante para garantizar que el agua tratada cumpla con las normativas de calidad y sea segura para el uso posterior.

2.2.7.1. Coliformes termotolerantes

Son también conocidos como coliformes fecales, son un grupo de bacterias que se encuentran comúnmente en el intestino de los humanos y otros seres vivos de sangre caliente, su presencia en aguas residuales es un indicador importante de contaminación fecal, y por lo tanto un posible riesgo para la salud pública, siendo complicado o casi imposible considerar un reúso. Un alto recuento de coliformes, sugiere que el agua puede tener patógenos, que sería importante reconocer e implementar medidas de tratamiento de dichas AR (Caceda, 2016).

Su medición en AR indica un fallo en los sistemas de saneamiento y tratamiento de las aguas, lo que puede llevar a la contaminación de fuentes de agua potable y aumentar el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua. Además, monitorear estos microorganismos permite a las PTAR evaluar la eficacia de sus procesos y hacer ajustes necesarios para garantizar que el agua tratada cumpla con las normativas de calidad, por lo tanto, controlar los niveles de c. termotolerantes es esencial para proteger la salud pública y asegurar la seguridad del agua antes de su liberación en cuerpos de agua receptores o de su reúso (Rompré et al., 2002).

2.2.8. Caudal

De acuerdo con Jaco, et al. (2022), evaluar el caudal de las aguas residuales grises es fundamental para una gestión efectiva y sostenible del agua, debido a que el caudal nos dará el valor del volumen de agua que fluye a través de un punto específico en un periodo de tiempo determinado, y su medición permite entender la cantidad de agua que se genera en una comunidad o instalación. Conocer el caudal es esencial para dimensionar adecuadamente los sistemas de tratamiento y asegurar que sean suficientes para manejar el flujo de aguas residuales. Esto ayuda a prevenir problemas como desbordamientos y obstrucciones en las infraestructuras de saneamiento, lo que podría causar contaminación ambiental y riesgos en la salud pública.

Además, el monitoreo del caudal de las AR permite realizar un mejor análisis de la carga contaminante que se debe tratar, al relacionar el caudal con otros parámetros, como la concentración de contaminantes, se puede estimar la carga total de materia orgánica y patógenos que ingresan al sistema de tratamiento. Esta información es crucial para optimizar los procesos y garantizar que se cumpla la normativa ambiental vigente, facilitando así su reuso y disposición segura. El método más utilizado es el que se detalla a continuación (Noguera, 2024):

a) Método volumétrico

Encause del agua, tome el tiempo que demora en llenar un envase de volumen conocido, obteniéndose de esta manera el caudal.

$$Q = V / T$$

Dónde:

Q = caudal en L / s

V = Volumen del recipiente en litros

T = tiempo promedio en segundos

2.2.9. Comedor universitario de la UNAS

El comedor universitario de la UNAS, brinda servicios de alimentación a las ocho facultades y 12 escuelas profesionales con que contaba la institución hasta el 2024, a partir de este año, la demanda también cubrirá a las tres nuevas profesiones. El servicio ha sido brindado desde la creación de la universidad, en conjunto con el resindentado estudiantil y busca cubrir las necesidades básicas de alimentación y vivienda para los estudiantes que no vivan en

la ciudad de Tingo María y cumplan con ciertos requisitos establecidos por la Dirección de Bienestar Universitario (Rivas, 2021).

En el comedor de la UNAS se preparan desayuno, almuerzo y cena durante todos los días de acuerdo al calendario académico para más de 1000 comensales. Durante la pandemia por la covid-19 dejó de funcionar por 2 años, desde el 2020 y reaperturándose en el año 2022.



Figura 5. Comedor universitario de la UNAS

Fuente: UNAS (2022)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

3.1.1. Ubicación política

El trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del comedor y el procesamiento y análisis de las muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Microbiología de la UNAS:

Región : Huánuco
Provincia : Leoncio Prado
Distrito : Rupa Rupa

3.1.2. Ubicación geográfica

La zona de estudio se ubica bajo las siguientes coordenadas:

Este : 390283 m
Norte : 8970638 m



Figura 6. Ubicación del comedor universitario de la UNAS

3.1.3. Características climáticas

Según SENAMHI (2020), el Mapa Climático del Perú, clasifica a la zona de estudio como bosque húmedo premontano tropical por lo tanto las condiciones climáticas se

consideran cálido y húmedo, con una temperatura media de 25.5°C, precipitación de 3700 mm y una humedad relativa mayor de 80%.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales

Se utilizaron guantes quirúrgicos, mascarilla KN95, cronómetro, balde con volumen de 4L, botellas de plástico y de vidrio de 1 L, 250 ml y de 100 mL., así como, preservantes para muestreo microbiológico. Además, se usaron las fichas de recolección de información, sobres manila, tablero, libreta de apuntes y lapiceros.

3.2.2. Equipos

Se utilizaron oxímetro, turbidímetros, cámara digital (CANON 52S) y computadora (Sony).

3.2.3. Software

Se utilizó Microsoft Excel y Word y Google Earth.

3.3. Métodos

3.3.1. Descripción del proceso de generación de aguas grises en el comedor

3.3.1.1. Observación directa

Se llevó a cabo una inspección del comedor en horario de funcionamiento para identificar las diferentes fuentes de generación de aguas grises, como:

1. Lavado de utensilios y platos.
2. Lavado de superficies y pisos.
3. Uso de lavabos en áreas de cocina y servicios.

Se observó el proceso diario de generación de aguas grises durante diferentes horarios (horario donde se sirven los alimentos, y fuera de ello).

3.3.1.2. Entrevista

Se realizaron entrevistas con el personal que trabaja en el comedor y así también con el área encargada de su administración en la universidad, algunas preguntas realizadas fueron las siguientes:

- ¿En qué horario se lleva a cabo el lavado de los utensilios?
- ¿En qué horario ingresa el personal para empezar la preparación de alimentos?
- ¿Se ha designado áreas de lavado por el tipo de materia prima?
- ¿De dónde proviene el agua que se utiliza para el lavado y cocina del comedor?
- ¿Dónde desemboca el agua del comedor?

- ¿Cuenta con áreas exclusivas de uso de los estudiantes?
- ¿El agua gris del comedor se mezcla con el agua residual que se genera en los servicios higiénicos?
- ¿Existe algún tratamiento del agua gris y/o agua residual?
- ¿Cuentan con un plano del sistema hidráulico del comedor?

3.3.2. Determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas grises generados en la cocina del comedor de la UNAS

Para determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de aguas grises del comedor se procedió de la siguiente forma:

3.3.2.1. Puntos de monitoreo

Las aguas grises proveniente de la cocina del comedor evacuan mediante una tubería a un buzón, donde también desembocan las aguas residuales de otros ambientes. El primer punto de muestreo se estableció en dicho buzón, algunas consideraciones fueron:

- Tomar la muestra antes que caiga las aguas grises y se mezcle con aguas residuales de otros ambientes.
- El punto de monitoreo fue representativo del flujo.
- Acceso fácil y seguro.



Figura 7. Ubicación del primer punto de monitoreo

El segundo punto de monitoreo se ha considerado la salida del agua directamente desde uno de los caños del comedor, las condiciones consideradas para escoger el segundo punto fueron:

- Fácil acceso y representativo.
- Verificación de las condiciones iniciales del agua usada en el comedor.



Figura 8. Ubicación del segundo punto de monitoreo

La frecuencia de monitoreo será de una muestra mensual durante tres meses (18 de junio, 04 de julio y 05 de agosto del 2024), teniendo un total de tres repeticiones. Las consideraciones para la toma de muestra y el registro de campo se encuentran en el Anexo 1 y 2, respectivamente.

3.3.2.2. Toma de muestras de agua

Las tomas de muestras se realizaron de acuerdo con el APHA (1999), que consistió en el uso de frasco de vidrio esterilizados de boca ancha con tapa capacidad de 1.2 L debidamente limpias y rotuladas. Para la recolección de las muestras, el recipiente se enjuagó con agua de la misma fuente y seguidamente se sumergió. Luego, se etiquetó y acondicionó adecuadamente para su traslado al laboratorio de microbiología general de la UNAS.

3.3.2.3. Codificación de las muestras

Las muestras fueron codificadas para una mejor interpretación de acuerdo con el detalle siguiente:

Tabla 2. Codificación de las muestras de agua

Código	Descripción
M01	Primer punto de muestreo
M02	Segundo punto de muestreo

Así mismo, se asignará el código R1, R2 o R3 en función de la repetición.

Tabla 3. Codificación de las muestras de agua con sus repeticiones

Código	Fecha de muestreo	Horario de muestreo
M01-R1	18 de junio del 2024	
M01-R2	04 de julio del 2024	
M01-R3	05 de agosto del 2024	9:30-10:30 am
M02-R1	18 de junio del 2024	
M02-R2	04 de julio del 2024	
M02-R3	05 de agosto del 2024	

3.3.2.4. Determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

La determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se basó en el “D.S N°003-2010-MINAM” la metodología de cada parámetro se describe a continuación (APHA AWWA-WEF 1989).

Se clasificaron por parámetros in situ y ex situ.

Parámetros evaluados in situ: pH y temperatura

Parámetros evaluados ex situ: DBO, DQO, aceites y grasas, sólidos totales suspendidos y coliformes termotolerantes fueron realizados en el laboratorio de microbiología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tabla 4. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos analizados

Parámetro	Metodología
Coliformes termotolerantes	APHA AWWA-WEF Fecal Coliform Membrane Filter Procedure.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW APHA AWWA WEF, 5210 B, 22nd edition. 2012, Biochemical oxygen demand (BOD), 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW APHA AWWA WEF, 5210 B, 22nd edition. 2012, Biochemical oxygen demand (BOD), 5-Day BOD Test
pH	pH, Conductividad – Método Instrumental Potenciométrico.
Sólidos Totales Suspendidos	SMEWW APHA AWWA WEF, 2540C, 22nd edition, 2012, Total Dissolved Solids Dried at 180°C.
Temperatura	Método Instrumental

Parámetro	Metodología
Turbidez	Método Instrumental
Aceite y grasa	SMEWW 20th Ed. Part 5520 B, pag. 5-37 APHA – AWWA – WEF. Determinación de aceites y grasas por Partición – Gravimetría.

Fuente: APHA/WWA-WEF (1989)

3.3.3. Comparación de los parámetros fisicoquímicos con los Límites Máximos Permisibles

Con los valores obtenidos en el inciso 3.3.2, y considerando lo establecido en la caracterización de las aguas grises provenientes de la cocina del comedor universitario, se comparará con los Límites Máximos Permisible para efluentes de PTAR establecido en el D.S N°003-2010-MINAM.

Tabla 5. Límites Máximos Permisibles de los parámetros a comparar

Parámetro	Unidad	Límite Máximo Permisible
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 Suspendidos	mL/L	150
Temperatura	°C	<35
Aceites y grasas	mg/L	20

Fuente: DS N°003-2010-MINAM

3.3.4. Establecer propuestas para la correcta gestión de las aguas residuales de la cocina del comedor de la UNAS

Con la información recolectada de los incisos anterior se ha realizado una propuesta de algunas medidas para una correcta gestión de las aguas residuales considerando los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos identificados, así como el flujograma de generación de aguas grises.

3.4. Técnicas de investigación

3.4.1. Tipo de investigación

Aplicada, porque se recurrió a la ciencia física y química, así como a la microbiología para determinar las condiciones del agua gris de la cocina del comedor

universitario. De acuerdo con Lozada (2014), quien indica que este tipo de investigaciones permiten crear conocimientos que puedan utilizarse en la sociedad.

3.4.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo porque se evaluaron parámetros y posteriormente se compararon con la normativa vigente. Obando, et al. (2019), quienes indican que es fundamental realizar este tipo de investigaciones para caracterizar y describir a las fuentes de agua tal como se encuentran.

3.4.3. Diseño de investigación

El presente trabajo de investigación tiene un diseño de investigación No Experimental de tipo transversal, debido a que observa a la variable en su medio natural sin modificaciones. (Hernández et al., 2010).

3.4.4. Población y muestra

La población representa las aguas grises generadas en la cocina del comedor de la UNAS en Tingo María.

La muestra es la selección representativa y se tomó en el punto de descarga de aguas grises de la cocina del comedor.

3.4.5. Variables experimentales

Univariable

Agua gris

Parámetros intervinientes

Comedor de la UNAS

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del proceso de generación de aguas grises en el comedor

A continuación, se describe el proceso de generación de aguas grises en el comedor de la UNAS.



Figura 9. Comedor universitario

4.1.1. Fuente de generación

Las actividades del comedor universitario empiezan con el ingreso del personal a las 5 horas, horario en el cual se empieza con la preparación del desayuno hasta las 7 horas, donde los estudiantes ingresan y pueden servir sus alimentos hasta las 9 horas. Mientras los alumnos van degustando su desayuno el personal de lavado empieza con la tarea de dejar los utensilios listos para volver a ser usados ya que la preparación de alimentos para el almuerzo es de 10 a 12 horas. A las 12 horas los alumnos nuevamente pueden ingresar para degustar su almuerzo hasta las 14 horas. Se repite el procedimiento de que, en el horario de uso del servicio por la población estudiantil, el personal del comedor va lavando los utensilios para preparar la cena. El último plato del día se prepara de 16 a 18 horas y los alumnos degustan sus alimentos de 18 a 20 horas, mientras el personal continúa con el lavado de utensilios hasta las 21 horas, donde también realizan la limpieza de las áreas usadas durante el día.

El personal del comedor trabaja en dos turnos, de 5 a 14 horas y de 13 a 21 horas.



Figura 10. Recepción de tarjetas de los estudiantes y área de lavado de manos para el ingreso al comedor

Las aguas grises se originan en los caños de lavado y aseo, que comprenden un total de 10 conductos que se destinan a la limpieza de utensilios, insumos, productos, superficies y actividades de higiene personal.



Figura 11. Área de lavado de frutas y de charolas

Estas aguas contienen residuos orgánicos leves, detergentes y productos de limpieza que provienen del área de lavados de manos, de frutas, verduras, carnes, utensilios, así como del aseo de las áreas utilizadas.



Figura 12. Área de lavado de utensilios

4.1.2. Sistema de recolección y transporte

Las salidas de los 10 caños de lavado se conectan mediante una red de tuberías de polietileno de alta densidad de 5 cm de diámetro, hacia un punto de descarga único.



Figura 13. Rejillas de traslado de aguas grises hacia el punto de descarga



Figura 14. Punto de descarga común de aguas grises



Figura 15. Punto de descarga de aguas grises que después se une con agua negra

4.1.3. Disposición final

A una distancia aproximada de 5 metros de la zona de descarga de aguas grises, las aguas negras que provienen de los servicios higiénicos que también se encuentran en

el comedor se descargan en un conducto separado, terminan mezclándose, generando un punto de vertido hacia el sistema general de desagüe de la universidad.

El sistema general de procesos de aguas grises de la UNAS se presenta en la siguiente imagen, donde también se observa que tanto las aguas grises y las aguas negras se unen en un único punto de disposición final de aguas residuales y este a la matriz principal de la casa superior de estudios. No se cuenta con ningún tratamiento antes o después de ingresar al colector principal.

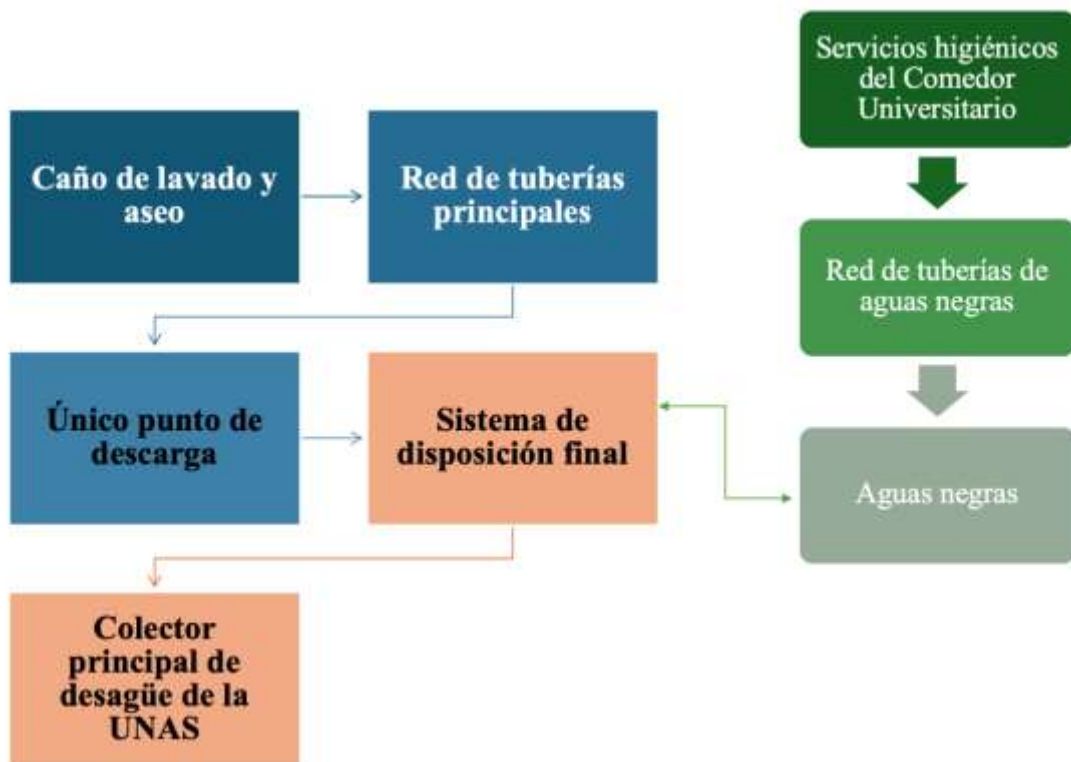


Figura 16. Flujograma de procesos de aguas grises en la UNAS

Este esquema refleja una gestión que no contempla procesos de depuración, lo que puede aumentar el riesgo de contaminación en los cuerpos receptores y dificultar el cumplimiento de normativas ambientales. Para Figueroa y González (2025), la unión de aguas grises y negras en un solo punto de descarga sin tratamiento previo también indica una posible subestimación del impacto ambiental, ya que las aguas negras contienen mayor carga de materia orgánica, patógenos y contaminantes que, si no se gestionan adecuadamente, pueden afectar la calidad del agua en el entorno.

De acuerdo con Copa (2023) las aguas grises que se generan en un comedor universitario o una asociación de viviendas suelen tener un nivel moderado a alto de materia orgánica, evidenciado en parámetros como la DBO y la DQO, debido a residuos de alimentos, grasas, aceites y detergentes utilizados en la limpieza de utensilios y superficies. Además, puede

contener sólidos en suspensión, que afectan su turbidez y representan partículas de restos alimenticios, residuos de grasas y otros sólidos derivados de las actividades de preparación y limpieza. La presencia de grasas y aceites suele ser significativa, reflejando actividades culinarias, y su pH puede variar ligeramente, generalmente cercano al neutro.

Para Salinas (2021), el uso de aguas grises tratadas puede ser importante para la universidad ya que reduciría los costos que se utilizan en el riego de áreas verdes u otras actividades que usan agua potable y que podrían reemplazarse por agua gris tratada, en la Universidad Nacional de Cuyo, la autora menciona el ahorro de 5.92 m³ de agua potable diario, en la UNAS no existe un tratamiento de aguas grises lo que podría contribuir significativamente al ahorro en el consumo de agua, esto considerando que las fuentes principales de abastecimiento del centro de estudios son fuentes superficiales (quebradas naturales), que en los últimos años han experimentado variaciones en su caudal tal como lo mencionan Bustamante (2005) y Fernandez (2020).

4.2. Determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas grises generados en la cocina del comedor de la UNAS

La evaluación de los parámetros se realizó tanto para el punto de colecta en el caño (M02) y el punto de descarga único de aguas grises (M01), es importante analizar ambos escenarios para realizar la comparación de la calidad del agua que se utiliza para preparación de los alimentos, lavado de utensilios, entre otras actividades que se realizan en el comedor universitario, así como la calidad del agua que va hacia la zona de descarga única.

4.2.1. Parámetros fisicoquímicos

Los parámetros fisicoquímicos evaluados fueron, DBO, DQO, pH, turbidez, sólidos totales suspendidos, temperatura y aceites y grasas.

En cuanto a la evaluación de la temperatura en promedio se registró un valor de 25.30°C en el agua de caño (M02), mientras que el agua gris evaluada en el punto de descarga fue ligeramente más baja con 24.93°C, así mismo los valores analizados poseen un C.V de 9.59 y 9.20% , respectivamente, lo que indica que los valores son representativos ya que posee valores homogéneos (C.V \leq 30%). La disminución de la temperatura puede asociarse a la fuente de agua, en el caso particular de la UNAS, el agua proviene de una quebrada natural, además se debe considerar, el contacto que tiene el agua con la tubería o la caja colectora de concreto, así como, la mezcla con fuentes de agua con una temperatura más baja, como productos almacenados en refrigeradoras que deben ser lavados o descongelamiento de carnes.

Así mismo, Anaya (2022), en su investigación identifico que el agua gris poseía una temperatura que varía de 21.5 a 23°C, pero ésta fue realizada en la ciudad de Lima, cuya temperatura del ambiente y del agua suele ser más bajo.

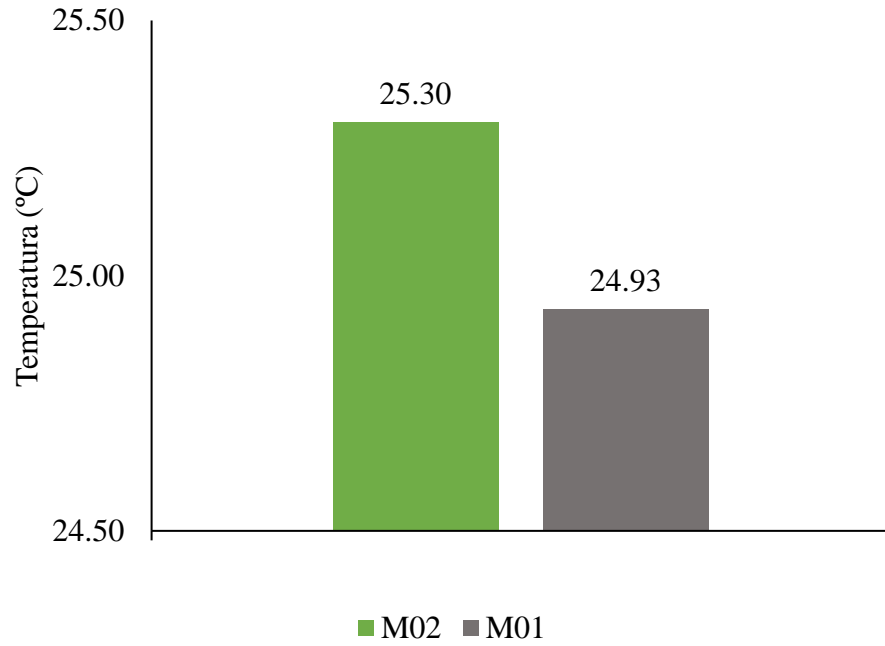


Figura 17. Temperatura del agua de caño (M02) y aguas grises (M01)

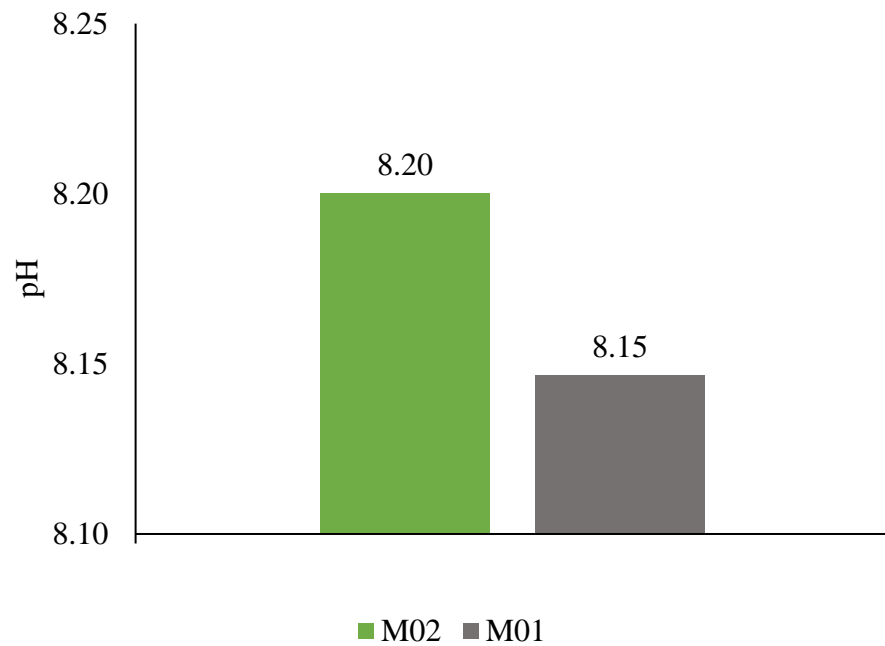


Figura 18. pH del agua de caño (M02) y aguas grises (M01)

En la figura 18 se pueden observar los resultados de la evaluación del pH, el mismo, que en aguas grises posee un pH ácido a neutro, típicamente entre 6.5 y 8.5, en las aguas grises del comedor de la UNAS se identificó un pH promedio de 8.15 ligeramente más bajo que el agua de caño del mismo establecimiento, ambos poseen un C.V menor a 7%, lo que indica muestras homogéneas, para Gidi (2022), el pH oscila entre 7.5 y 7.8 en todas las evaluaciones que realizó, el pH se relaciona directamente con la composición de los residuos, detergentes u otros productos utilizados que pueden influir en la acidez o alcalinidad del agua.

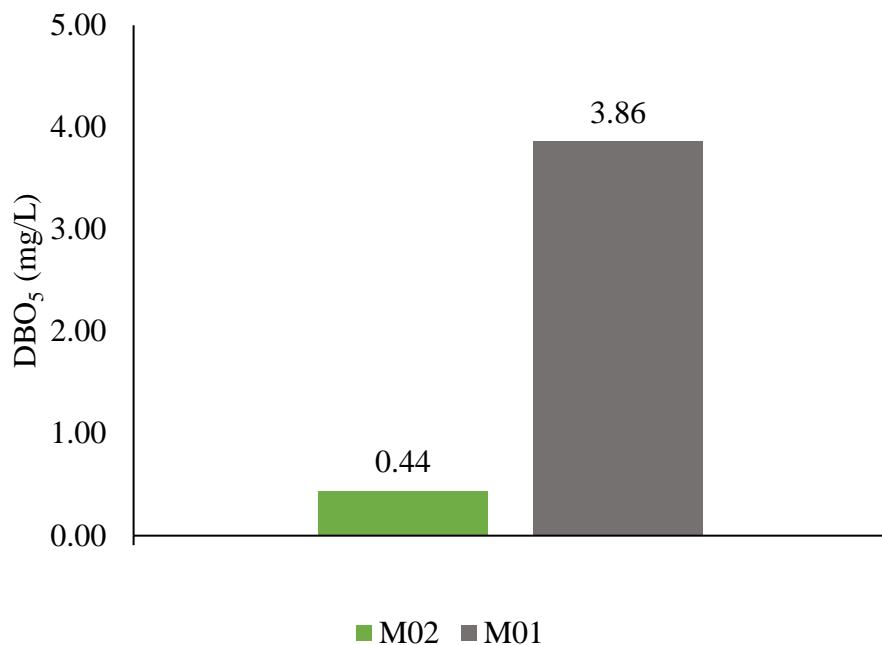


Figura 19. Demanda Bioquímica de Oxígeno del agua de caño (M02) y aguas grises (M01)

De acuerdo con la Figura 19, la DBO₅ del agua gris del comedor universitario fue de 3.86 mg/L en promedio (CV de 9.80%), lo que indica una carga orgánica relativamente baja, es decir la presencia de materia orgánica en el agua es limitada, sin embargo, el valor de 0.44 mg/L en el agua de caño significa que la materia orgánica aumenta tras su uso en actividades propias del área como lavado o limpieza. Los valores de DBO en aguas grises son muy variados y va a depender del uso que se dé al agua, en la investigación realizada por De León (2023), se obtuvo valores de DBO de 25 mg/L hasta 135 mg/L, en este caso particular, el agua proviene de zonas rurales que no poseen sistema de drenaje y que provienen principalmente de lavado de ropa y aseo personal.

En el caso de la DQO en el agua de caño no se registró ningún valor en ninguna de las repeticiones realizadas, sin embargo, en el agua gris el valor promedio fue de 711.67 mg/L (CV=7.02%), valores altos en el agua indican una carga alta de materia orgánica e inorgánica, principalmente aquellos que provienen de los residuos alimenticios y del lavado

de los mismo. En el trabajo realizado por Aguirre, et al. (2023), donde se analizó aguas grises ligeras por contener solo agua que proviene del aseo personal o con un uso menos frecuente se determinó un valor promedio de DQO de 549 mg/L, así mismo para Anaya, et al. (2022), en su evaluación de aguas grises se determinó un valor de 163 mg/L para la DQO, cabe precisar que el agua proviene directamente de actividades domésticas.

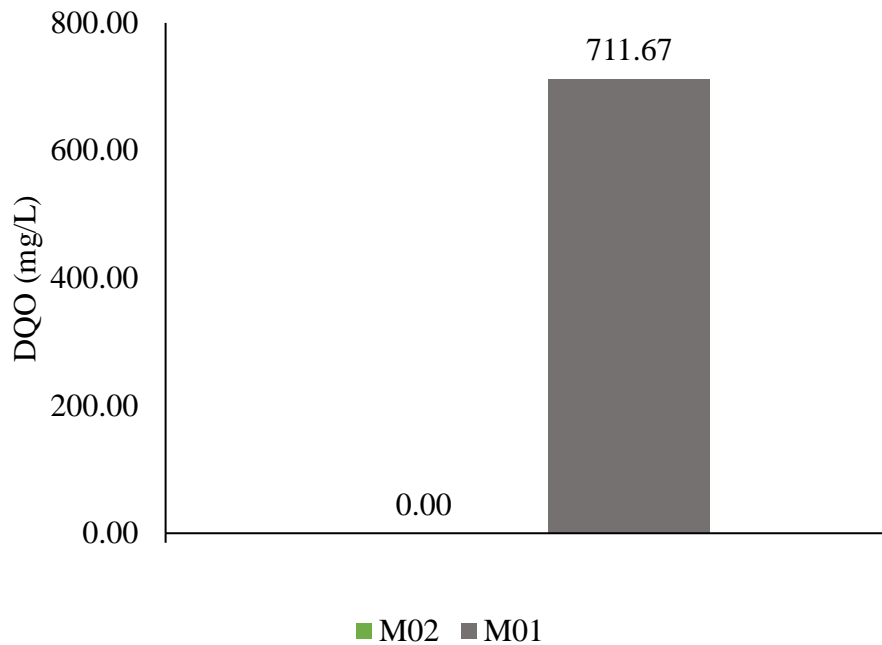


Figura 20. Demanda Química de Oxígeno (DQO) del agua de caño (M02) y aguas grises (M01)

Para la figura 21, donde se analizó la turbidez del agua gris, se identificó que el valor promedio fue 79.33 NTU (CV=28.88%), lo que indica la presencia de sólidos en suspensión en el agua y al compararlo con la figura 22, también se obtuvo el valor de 486 mg/L para SST (CV=22.86%). Así mismo, el agua de ingreso que proviene de caño se tuvo un valor más bajo de turbidez de 15.63 NTU (CV=18.25%), mientras que, para los SST el valor promedio fue de 241.33 mg/L (CV=26.29%).

La alta turbidez en el agua gris refleja la presencia de partículas finas y sólidos suspendidos que dispersan la luz y contribuye a la opacidad del agua, la presencia de SST y de turbidez en la muestra de agua se relaciona con la fuente de agua superficial que usa la universidad para abastecer esta área, de acuerdo con Fernandez, et al. (2022), la quebrada Naranjal que abastece al comedor presentaba valores de STD de 70-98 mg/L. Sin embargo, el valor se incrementa por el uso que se le da al agua, para Gabriel y Maquera (2024) en su investigación de aguas grises que provienen de actividades principalmente de lavado el valor de turbidez fue de 256.21 NTU

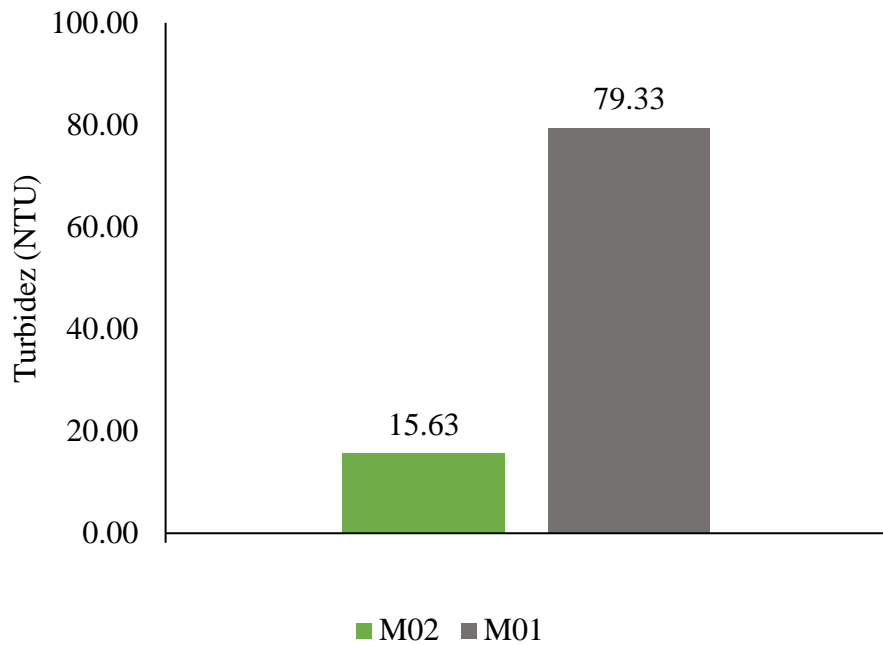


Figura 21. Turbidez del agua de caño (M02) y aguas grises (M01)

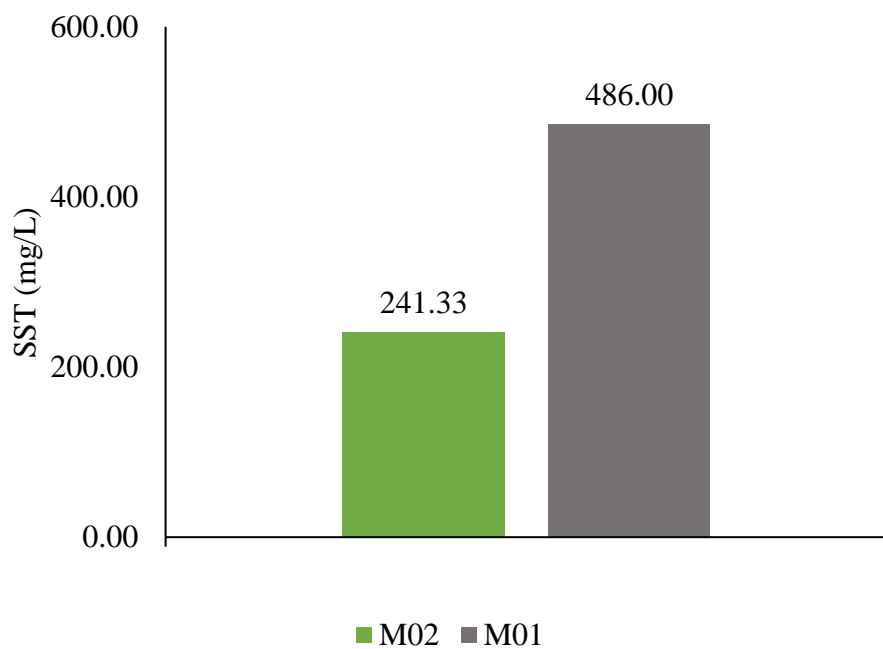


Figura 22. Sólidos totales suspendidos del agua de caño (M02) y aguas grises (M01)

Así mismo, para Gidi (2022), quien realizó su evaluación en una vivienda unifamiliar donde además se realizan actividades relacionadas con lavado de alimentos y preparación de los mismos, el valor de turbiedad fue desde 50 hasta 111 NTU, si bien el valor es menor que el identificado en el presente trabajo, se puede relacionar con el número de personas que ocupan el agua, la cantidad de veces que se usa y la cantidad de alimento que se requiere lavar y preparar y también las actividades de limpieza del espacio y los utensilios.

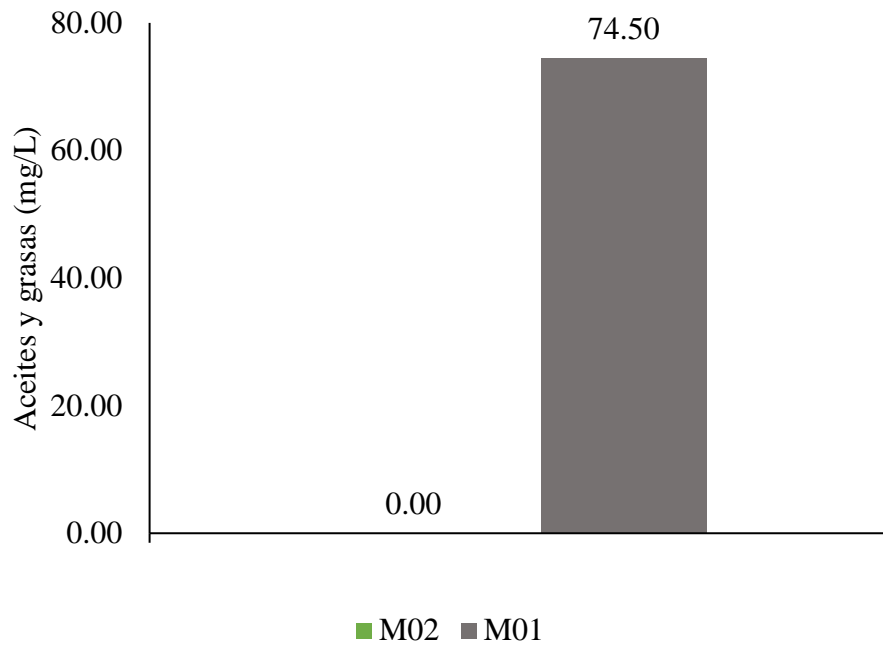


Figura 23. Aceites y grasas del agua de caño (M02) y aguas grises (M01)

En el caso de los aceites y grasas no se detectó la presencia de estos en el agua de caño, sin embargo, en el agua gris el valor fue de 74.50 mg/L (CV=16.65%), lo que se relaciona con las actividades propias del comedor universitario. La presencia de aceites y grasas en el agua gris es el resultado directo de la manipulación de alimentos y utensilios detectándose la presencia de sustancias grasas y oleosas al sistema de colector. Para Delattibodier (2024), quien en su evaluación identificó valores de aceites y grasas menores a 50 mg/L para una primera evaluación y de 70 mg/L para una segunda evaluación en aguas grises que provienen de restaurantes, lo que coincide con la presente evaluación.

4.2.2. Parámetros Microbiológicos

El único parámetro microbiológico evaluado fueron los coliformes totales, tal como se presenta en la siguiente tabla no se detectó la presencia en ninguna de las repeticiones ni para el agua de caño y tampoco para el agua gris, lo que se relaciona con lo descrito en el ítem 4.1, donde se destacó que las aguas que provienen del uso de servicios higiénicos tienen otro sistema de colección y que unos metros más abajo recién se une con las aguas grises.

Tabla 7. Resultados de evaluación de coliformes termotolerantes para el agua gris

Parámetro	U.Medida	M01-R1	M01-R2	M01-R3	Promedio
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	0	0	0	0.00

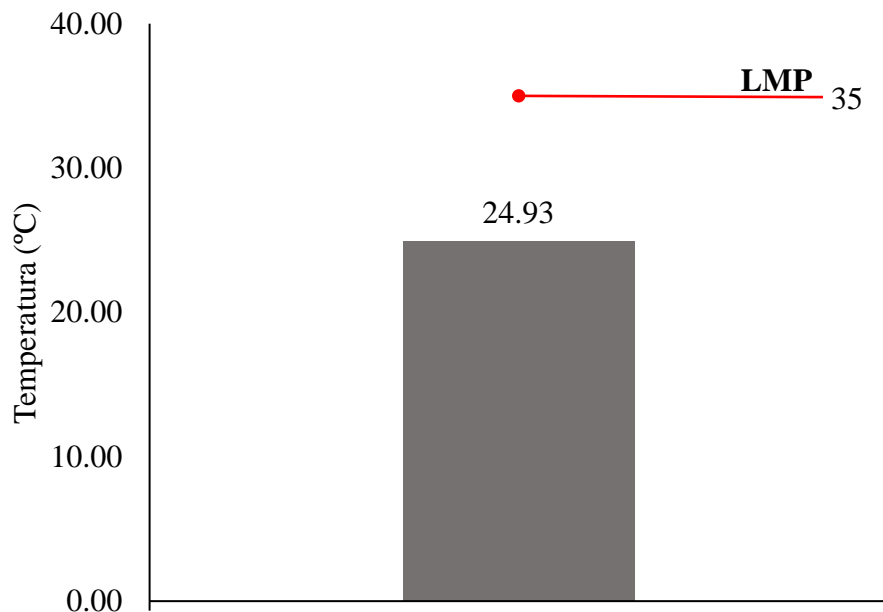
Tabla 8. Resultados de evaluación de coliformes termotolerantes para el agua de caño

Parámetro	U.Medida	M02-R1	M02-R2	M02-R3	Promedio
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	0	0	0	0.00

Según Alegre (2024), en la investigación que realizó, identificó que la presencia de coliformes termotolerantes es un indicador de restos fecales, siendo común identificar en aguas residuales donde hay conexión de tuberías con servicios higiénicos. Así mismo, es importante resaltar que tampoco se identificó la presencia de coliformes termotolerantes en el agua de caño, contrario a lo encontrado por Fernández et al. (2022), quienes identificaron la presencia de 9 y 13 UFC/100 mL en aguas de la quebrada Naranjal en la zona baja, lo que significa que se ha podido eliminar la fuente de contaminación.

4.3. Comparación de los parámetros con los Límites Máximos Permisibles para efluentes de PTAR

La comparación de los resultados obtenidos en el ítem anterior se realizó con los Límites Máximos Permisibles para efluentes de PTAR establecido en el D.S N°003-2010-MINAM:

**Figura 24.** Temperatura del agua gris del comedor de la UNAS comparado con el LMP

En cuanto a los valores medios de temperatura y pH de las aguas grises éstos se encuentran dentro de lo establecido por la normativa (Límite Máximo Permissible), en

el caso de la temperatura el valor es menor a 35°C (24.93°C) y para el pH el valor medio fue de 8.15 (encontrándose entre 6.5 – 8.5), el valor más alto reportado en el mes de junio fue de 8.4, sin embargo, se encuentra dentro de lo solicitado por el Decreto Supremo.

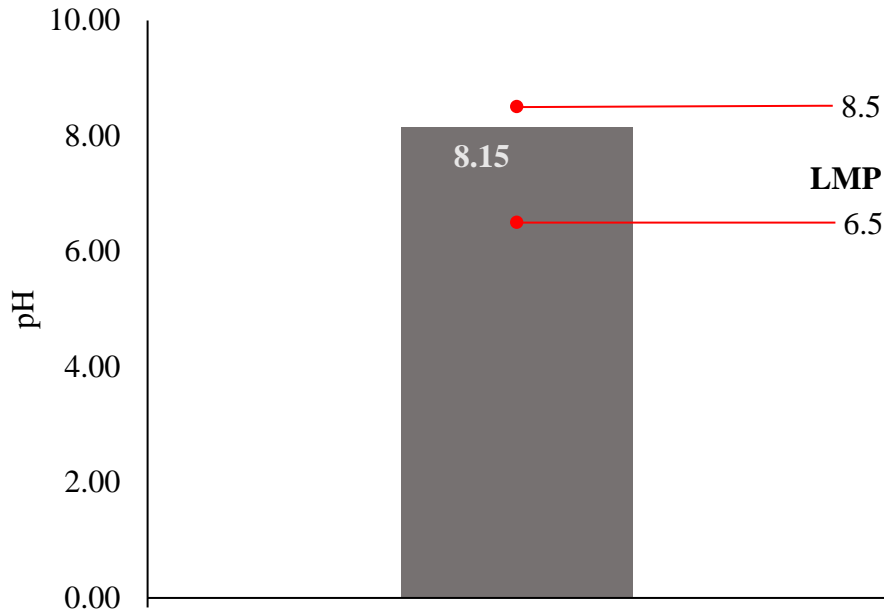


Figura 25. pH del agua gris del comedor de la UNAS comparado con el LMP

En la investigación realizada por Hernández, et al. (2023), las aguas grises que utilizó provenían exclusivamente de lavanderías obteniendo un pH de 9.94 con una temperatura de 26°C, valor ligeramente más alto por la actividad que realiza ya que el uso de detergentes, jabones y enjuagues puede alcalinizar el agua. Así mismo, para Ordoñez (2022), quien evaluó el agua gris de una institución educativa en Colombia, obtuvo como resultado valores de pH que oscilan entre 7.2 y 8.5 con valores de temperatura de 25-28°C.

El valor medio de la DBO₅ fue de 3.86 mg/L, encontrándose el valor más alto de 4.3 mg/L, ninguno de los valores identificados supera el límite establecido por la normativa de 100 mg/L, lo que indica que el agua gris del comedor no posee una alta carga de materia orgánica. Sin embargo, la situación es diferente cuando se analiza la DQO cuyo valor medio fue de 711.67 mg/L, el valor más alto fue de 742 mg/L y el más bajo de 654 mg/L, en las tres muestras analizadas, el valor supera lo establecido por la normativa (200 mg/L). En comparación con la investigación de León (2021) quien determinó que la DBO₅ fue de 343-589 mg/L y la DQO varía entre 695 y 1011 mg/L en aguas grises que provienen de actividades domésticas, a diferencia de nuestra investigación cuyo valor de DBO fue muy bajo.

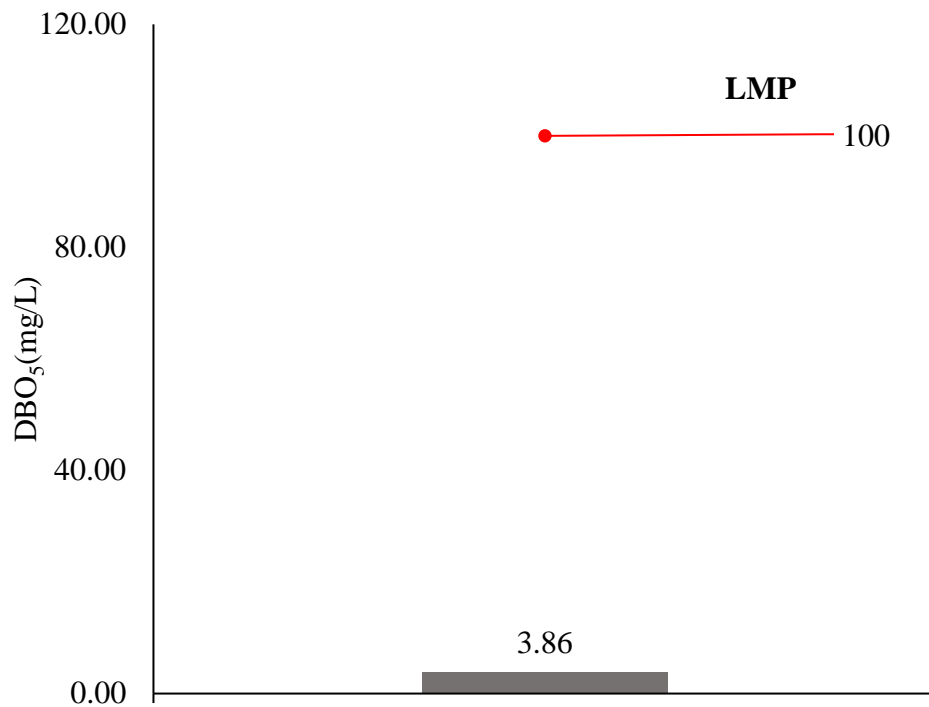


Figura 26. DBO₅ del agua gris del comedor de la UNAS comparado con el LMP

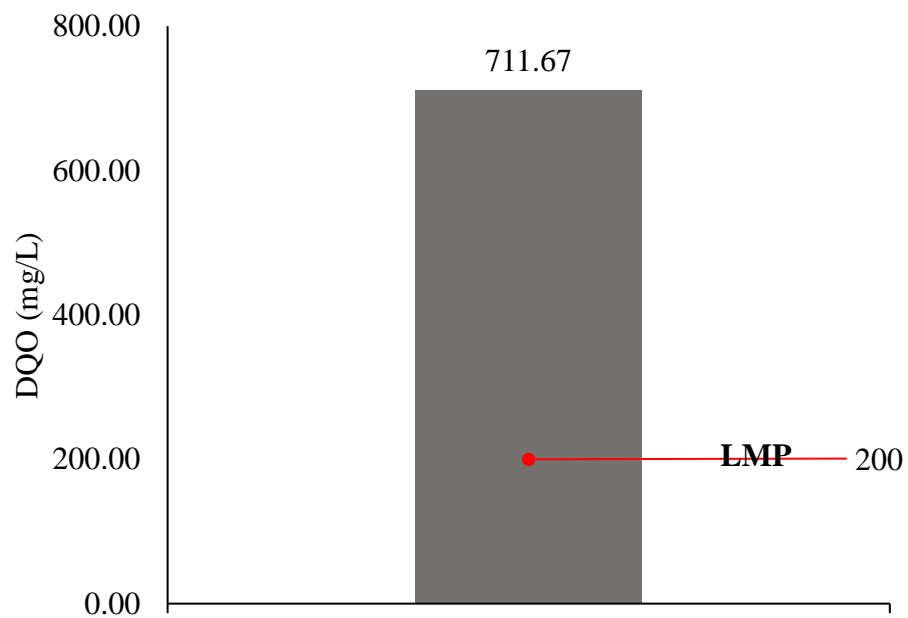


Figura 27. DQO del agua gris del comedor de la UNAS comparado con el LMP

La diferencia entre los valores de DBO₅ y DQO en las muestras de agua gris del comedor revela que, aunque la carga de materia orgánica biodegradable es relativamente baja (con un valor medio de 3.86 mg/L y sin superar los límites normativos), la cantidad total de materia orgánica potencialmente oxidable (medida por la DQO) es

significativamente alta, con un promedio de 711.67 mg/L que supera ampliamente el límite permitido de 200 mg/L. Para Aguirre (2024), esto indica que, aunque la materia orgánica biodegradable en el agua no representa un problema inmediato, existe una gran cantidad de materia orgánica total que no se degrada fácilmente en condiciones naturales o en procesos biológicos simples.

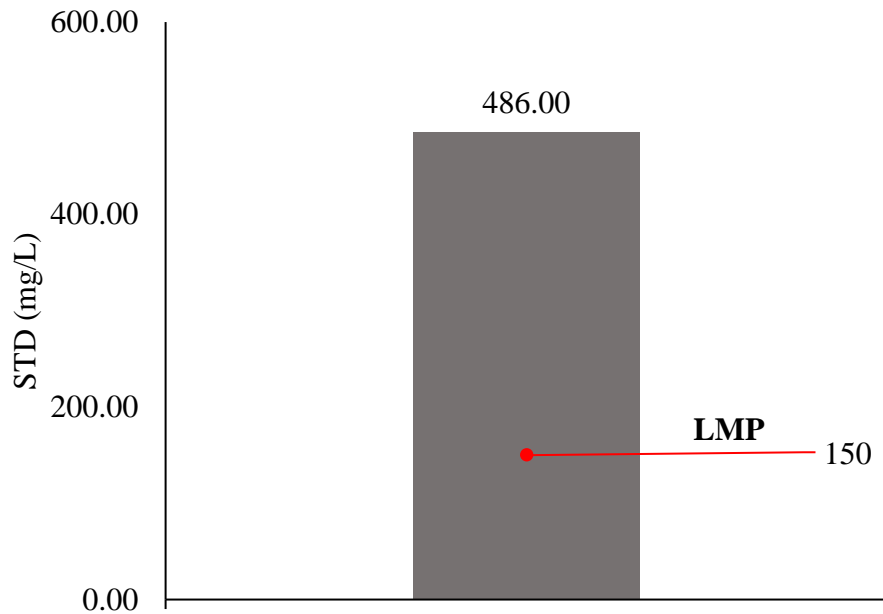


Figura 28. Sólidos Totales Suspendidos del agua gris del comedor de la UNAS comparado con el LMP

En la evaluación realizada a los sólidos totales suspendidos éstos presentaron valores de 378 a 600 mg/L, siendo el promedio de 486 mg/L, es decir, en cada repetición evaluada el valor superaba lo establecido por los LMP, esto se relaciona también con la alta carga de sólidos suspendidos y los valores altos de turbidez (ver figura 21). En el trabajo realizado por Jaco, et al. (2022), para el análisis de las características del agua gris que provenía de un domicilio ubicado en Lima, Perú; los valores de turbidez fueron de 625 UNT y de SST fue de 572 mg/L, es decir la relación que presentan estos parámetros es directamente proporcional, así mismo, para León (2021), del agua gris de actividades domésticas los valores de sólidos suspendidos totales promediaron entre 69 y 222 mg/L.

Por otro lado, la evaluación de aceites y grasas es un parámetro importante al momento de considerar un posible tratamiento del agua gris, en el caso particular del que se genera por las actividades del comedor universitario, el valor promedio supera lo establecido en la normativa (20 mg/L), para el presente trabajo se obtuvieron valores que oscilan entre 60

y 80 mg/L. Para Ramírez, et al. (2021) en su investigación sobre aguas grises domésticas, el valor de aceites y grasas fue de 833 mg/L superando también lo establecido en los LMP.

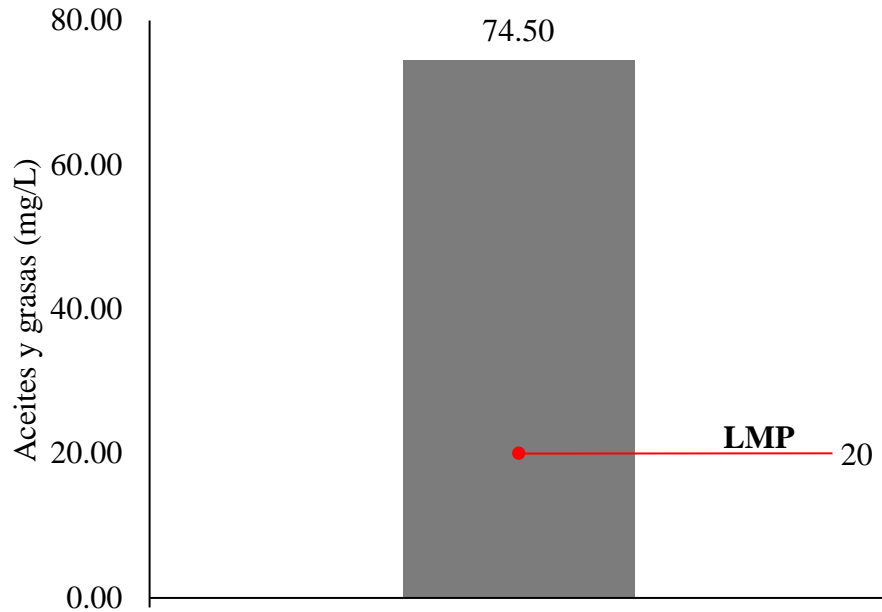


Figura 29. Aceites y grasas del agua gris del comedor de la UNAS comparado con el LMP

Los aceites y grasas presentes en el agua tienen un impacto ambiental considerable. Crean capas en la superficie que limitan el intercambio de oxígeno entre el agua y el aire, lo que perjudica a la flora y fauna en los ecosistemas. Además, estos contaminantes tienden a solidificarse y adherirse a las tuberías, causando obstrucciones en el sistema de alcantarillado público. Para Jiménez (2012), debido a su baja densidad, los aceites y grasas se dispersan en la superficie del agua, formando barreras que alteran los procesos biológicos acuáticos. Esta situación deteriora la calidad del agua y pone en riesgo la vida acuática, afectando la salud de los ecosistemas.

En el caso particular del único parámetro microbiológico evaluado, como el valor fue 0 en todas las repeticiones evaluadas, este no supera el valor del LMP establecido (10 000 NMP/100 mL).

Tabla 9. Resultados de coliformes termotolerantes comparado con el LMP

Parámetro	M01	LMP
Coliformes termotolerantes NMP/100 mL	0.00	10 000

4.4. Establecimiento de propuestas para la correcta gestión de las aguas grises de la cocina del comedor de la UNAS

A continuación, se detallan algunas propuestas para una correcta gestión de aguas grises en el comedor universitario:

1. Implementación de rejillas y trampas en la cocina para retener sólidos gruesos y aceites, considerando la cantidad de alimentos que se lavan, los productos de limpieza utilizados entre otros, es oportuno la implementación de al menos un sistema de tratamiento primario, además eso podría reducir el uso de sistemas de tratamiento más complejos.
2. Separación definitiva de colectores de aguas grises y negras, evitar la mezcla sería fundamental para poder implementar un tratamiento adecuado según la caracterización del agua residual y con ellos reducir el riesgo sanitario y ambiental y buscar el reuso del agua.
3. Una vez tratadas, las aguas grises pueden utilizarse en el mantenimiento de áreas verdes del campus lo que contribuye al ahorro del agua y fomenta las prácticas adecuadas de ecoeficiencia en la gestión hídrica.
4. La implementación de un programa de monitoreo debería ser permanente para las aguas residuales que genera la universidad, esto permitiría darle seguimiento a parámetros como DBO, DQO, SST, aceites y grasas y coliformes, de tal manera que la universidad cumpla con la normativa vigente y pueda tomar decisiones correctivas oportunas.
5. La educación ambiental y la formación técnica tanto para el personal como los estudiantes es indispensable para generar una cultura responsable del agua, así como un manejo adecuado de residuos, por ello se considera como propuesta el desarrollo de campañas de sensibilización y capacitación.

V. CONCLUSIONES

1. Las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas en las aguas grises de la cocina del comedor de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María no cumplen con los Límites Máximos Permisibles para efluentes de PTAR establecido en el D.S N°003-2010-MINAM.
2. La generación de aguas grises proviene del lavado de materias primas, utensilios, limpieza de áreas donde se preparan los alimentos y aseo personal, los mismos que se transportan por rejillas hasta un sistema de colección único sin tratamiento previo.
3. La evaluación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras recolectadas evidenció que existe un aumento de valores en DBO, DQO, SST y aceites y grasas, no se identifica la presencia de coliformes termotolerantes. Estos resultados reflejan una alta concentración de materia orgánica e inorgánica.
4. Al comparar los resultados obtenidos con los LMP establecidos D.S. N° 003-2010-MINAM para efluentes de PTAR, se determinó que los parámetros de demanda química de oxígeno, sólidos totales suspendidos y aceites y grasas superan los límites permitidos, lo que representa un riesgo para el medio ambiente y la salud pública si no se trata adecuadamente.
5. Se han propuesto cinco acciones para un correcto manejo de aguas grises del comedor los que incluyen la implementación de un sistema primario, programas de monitoreo y capacitación.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Realizar una futura investigación sobre los cambios que ocurren cuando se une al punto de descarga de aguas negras.
2. A las autoridades universitarias, gestionar la implementación de un sistema separador de aceites y grasas, porque podrían dañar las tuberías.
3. Para una futura investigación, realizar monitoreos durante todo el día para comparar los resultados por frecuencia de uso del agua.
4. Para una futura investigación, hacer un diagnóstico de las características del sistema de agua potable, puesto que se ha identificado la presencia de sólidos suspendidos y turbidez en el agua de caño.
5. A las autoridades universitarias, gestionar la instalación de un sistema de tratamiento de aguas grises que posteriormente podrían ser reutilizadas.

VII. REFERENCIAS

- Acosta, J. & Guaita, F. (2023). Obtención de abono orgánico mediante lodos activados y desechos orgánicos de los procesos de tratamiento de aguas residuales (grises-negras) de las plantas portátiles tipo paquete de la empresa peisol S.A. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. DSPACE ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/22119>
- Aguirre, E. (2024). Aplicación de una solución basada en la naturaleza al tratamiento de aguas grises domiciliarias. [Tesis de posgrado, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo]. DSpace UAEH <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/jspui/handle/231104/4895>
- Aguirre, E., Lizárraga, L., Coronel, C., Tavizón, J., & Vázquez, G. (2023). Evaluación de una papleta vegetal apta para el tratamiento de aguas grises ligeras en soluciones basadas en la naturaleza. *Ingeniería del Agua*. 27(3), 183-196.
- Alegre, C. (2024). Remoción de Demanda Bioquímica de Oxígeno y Coliformes Termotolerantes en aguas residuales mediante mamparas: caso de estudio en la PTAR Machupicchu. *Cantua*. 21(1),28-31.
- Anaya, F., Espinosa, E., Loayza, J., Zamudio, R., Yañez, M. (2022). Diseño de un sistema de tratamiento de aguas grises claras para reuso como agua de regadío. *Rev Soc Quím Perú*. 88(1)2022.
- Avila, M., Argueta, D. (2024). Cambio climático y los sistemas de tratamiento de aguas residuales. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*. 8(1), 1115-11126.
- APHA-AWWA-WEF (American Public Health Association - American Water Works Association - Water Environment Federation, Estados Unidos). 1989. *Standard methods for examination of water and wastewater*. 17ava Ed.
- Basilio, C., & Vega, D. (2021). Evaluación de un ecosistema de biofiltración y humedal para aguas grises del recinto “La Cabuya”, Cantón Balzar. [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. CIA UGRARIA <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BASILIO%20MACIAS%20CAROL%20NICOL%20E.pdf>
- Bautista, M., Rodríguez, D., Castañeda, I., González, M. & Escalante, J. (2023). Tratamiento de aguas grises para viviendas de interés social popular. *Padi Boletín científico de ciencias básicas e ingenierías del ICBI*. 11(Especial3),151-156.

- Burga R. (2018). Coliformes fecales y su relación con la demanda bioquímica de oxígeno de aguas residuales de la planta de tratamiento de aguas residuales Sicaya-Huancayo 2018. Huancayo.
- Bustamante, E. (2005). Balance hídrico de la parte alta de las microcuencas de abastecimiento de agua del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tesis Ing. Tingo María, Perú, UNAS. 113 p.
- Cabrera, M., Montenegro, L., & Jiménez, A. (2022). Análisis de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de una Industria de Embutidos. *Revista Politécnica*. 49(2),47-54.
- Caceda, M. (2016). Coliformes totales, del motor era antes y Echerichacoli en relación a la temperatura, pH y demanda bioquímica de oxígeno en la playa de Puerto Malabrigo. Trujillo, Ascope, Perú.
- Ccente, A., & Huayllani, I. (2021). Eficiencia en la remoción de la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno en la planta de tratamiento de aguas residuales de filtro percolador del distrito de Paucará. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio UNH. <https://repositorio.unh.edu.pe/items/3e1aa88e-06f4-4679-8e12-a84491353e87>
- Copa, K. (2023). Diseño de un sistema de reutilización de aguas grises para disminuir el consumo de agua potable aplicado en una asociación de vivienda en la ciudad de Tacna 2022. [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio UPT. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/3588>
- Cueva, C., & Garcia, R. (2021). Evaluación de la eficiencia de una Planta de Tratamiento de aguas domésticas en una empresa minera, Cajamarca 2020. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana del Norte]. Repositorio UPN. https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/29775/Tesis_Carolita%20Margot%20Cueva%20Olano%20-%20Raquel%20Emelina%20Garcia%20Diaz.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Cueva, C. (2019). Tratamiento microbiológico de aguas residuales provenientes de los comedores. [Trabajo de investigación, Universidad Peruana del Norte]. Repositorio UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26298/Trabajo%20de%20investigaci%3b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Delattibodier, M. (2024). Diseño y validación de un biofiltro para el manejo de aguas grises de restaurantes en el lago de Yojoa, Honduras. [Tesis de pregrado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano]. BDIGITAL ZAMORANO.

<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/13ebbf1-a1cc-44d1-a2bb-f121134c814e/content>

- De León, J. (2023). Análisis comparativo de filtros artesanales para tratamiento de aguas grises en áreas rurales. *Agua, Saneamiento & Ambiente*. 18(2), Artículo e1613.
- Díaz, M., Decinti, A., Blanco, D., & Vásquez, K. (2021). Metodología para la reutilización de aguas grises en viviendas ubicadas en áreas de estrés hídrico y estrés hídrico extremo - Caracterización, calidad y opciones de tratamiento para su reúso en Chile. *Informes de la construcción*. 73(563), e408.
- Escobar, S., Albuja, A., & Andueza, F. (2021). Calidad fisicoquímica del agua de la laguna Colta. Chimborazo. Ecuador. *FIGEMPA Investigación y Desarrollo*. 11(1), 76-81.
- Estrella, M., & Pruna, D. (2022). Implementación de un sistema de tratamiento y reutilización de aguas grises domésticas para uso agrícola. [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional]. BDIGITAL EPN. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22066>
- Fernández, A., Romero, P., & Evangelista, E. (2022). Eco-efficiency in the use of water: Diagnosis, analysis, indicators and experiences at the National Agrarian University of La Selva. *Journal Scientific International Environmental Green Horizon*. 1(1), 13-24.
- Fernández, A. (2020). Ecoeficiencia en el uso del agua en el campus de la Universidad Nacional Agraria de la Selva de julio a diciembre del 2019. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d39ffb4b-82e0-4f19-9024-0ba47c64d33e/content>
- Figuroa, O., & González, H. (2024). Saneamiento de agua gris doméstica, falta de conocimiento en El Cortijo, municipio de Ayutla de los Libres, Guerrero; México. *RIDE Revista Iberoamericana de Investigación y Desarrollo*. 15(29),e754.
- García, E., & Sanchez, D. (2022). Eficiencia de fitorremediación por *Chrysipogon zizanioides* y *Eichhornia crassipes* para el tratamiento de aguas grises domésticas en Cantoral, Ica. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/99403>
- Gidi, E. (2022). Reutilización de aguas grises en proyectos de mejoramiento urbano: aplicación de un prototipo modular de un sistema de humedal construido en una vivienda unifamiliar. [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. Repositorio UChile. https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/196415/2022_Eduardo_Gidi_Garc%c3%ada.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Hernández, L., Romo, C., Alvarado, A., Acevedo, O., Herneandez, G., Ramírez, E., Sánchez, N., & López, Y. (2023). Fitorremediación de aguas grises por medio de Islas Flotantes Artificiales con *Eichhornia crassipes*. *Tendencias en Energías Renovables y Sustentabilidad (TERYS)*. 2(1), 21.
- Instituto del Agua. (2023). Tratamiento de aguas residuales casero: guía práctica para reciclar el agua en casa. [En línea]: Instituto del Agua (<https://institutodelagua.es/aguas-residuales/tratamiento-de-aguas-residuales-caseroaguas-residuales/>)
- Jaco, E., Gómez, W., Loroña, F., Zamora, N., & Huaman, N. (2022). Eficiencia de la *Opuntia ficus* indica como coagulante para el tratamiento de las aguas residuales grises y su aplicación en un sistema piloto. *Ingeniería del Agua*. 26(3),157-171.
- Jacobo, S; Gonzales, F; Perez, E; Rojas, R. (2013). Fundamentos teóricos y metodológicos para la investigación científica en ciencias agrarias. Huánuco, Perú. 204 p.
- León, M. (2021). Oportunidades para el uso de geotextiles para el tratamiento de aguas grises. *Agua, Saneamiento & Ambiente*. 16(2),23-29.
- Lozada, J. (2014). Investigación aplicada: definición, propiedad intelectual e industria. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*. 3(1), 47-50.
- Marce, N., & Caqui, M. (2024). Análisis comparativo del aprovechamiento del carrizo y lirio acuático en la fitorremediación sobre aguas grises. *Sciencevolution*. 4(12), 107-113
- Moreno, N. (2020). Propuesto de tratamiento natural para las aguas residuales de la UEB Cocina Comedor Empresa Eléctrica Villa Clara. [Tesis de pregrado, Universidad Central Marta Abreu de las Villas]. Dspace UCLV. <https://dspace.uclv.edu.cu/server/api/core/bitstreams/da474ba2-4c4e-4aea-a1d0-ceffc92c4a40/content>
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2010). Decreto Supremo N°003-2010-MINAM, Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR), para el sector Vivienda. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/limites-maximos-permisibles-lmp-efluentes-plantas-tratamiento-aguas>
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2019). Decreto Supremo N°010-2019-VIVIENDA Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario. Diario Oficial El Peruano. Perú, 11 marzo. 2019

- Obando, J., Mora, E., Lievano, L., Hernandez, M., & Cardenas, D. (2019). La calidad del agua y su impacto social. *Revista ESPACIOS*. 40(43), 13-28.
- Ordoñez, S. (2022). Evaluación de remoción de contaminantes en el tratamiento de aguas grises, con la siembra de buchón de agua en la institución educativa Guillermo León Valencia la vereda Loma Grande en el Municipio de Rosas Cauca. [Tesis de posgrado, Universidad Libertadores de Bogotá]. Repositorio LIBERTADORES. <https://repository.libertadores.edu.co/server/api/core/bitstreams/4705ad3d-2458-4e5f-aa45-099baef47773/content>
- Orellana, J. (2005). Características de los líquidos residuales. Ingeniería Sanitaria – UTN-FRRO. [En línea]: FRRO UTN (https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_08_Caracteristicas_de_Liquidos_Residuales.pdf).
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2024). Saneamiento. [En línea]: WHO INT. (<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>)
- Osorio, M., Carrillo, W., Negrete, J., Loor, X., & Riera, E. (2021). La calidad de las aguas residuales domésticas. *Polo de conocimiento: Revista científico-profesional*. 6(3), 228-145.
- Perez, C., & Maquera, C. (2024). Tratamiento de aguas grises automotrices con lechos filtrantes de cáscara de maíz y bagazo. *Scienceevolution*. 4(12),170-180.
- Ramírez, D. (2021). Sistema de medición y control de temperatura para un prototipo de planta de tratamiento de aguas residuales. *Investigación e Innovación en Ingenierías*. 9(1),100-113.
- Ramírez, V., Garrido, A., Caviedes, L., & Munares, A. (2021). Evaluación de la eficiencia de biofiltros artesanales para la remoción de la carga contaminante en aguas grises. *Desarrollo e innovación en ingeniería*. 2(6), 25-35.
- Rivas, V. (2021). Educación ambiental para mejorar la gestión de residuos sólidos domésticos en los estudiantes del comedor universitario de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - UNAS, Tingo María, 2017. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio UNHEVAL. <https://repository.unheval.edu.pe/item/5d6439a0-8c80-4445-b033-0d5a8448be54>
- Rompré, A., Servais, P., Baudart, J., de Roubin, M., & Laurent, P. (2002). Detection and enumeration of coliforms in drinking water: current methods and emerging approaches. *ScienceDirect*, 31-54.

- Ron, P., & Noguera, B. (2024). Diseño de la etapa de electro floculación para el sistema de tratamiento de aguas residuales grises en un laboratorio universitario. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica Indoamérica]. Repositorio UTI. <https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/6687>
- Rondinel, C., & Sánchez, N. (2022). Uso de quitosano en la remoción de sólidos suspendidos totales presentes en aguas residuales: revisión sistemática. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/123844>
- Salinas, L. (2021). Propuesta de tratamiento de las aguas grises generadas en la cocina del comedor universitario de la Universidad Nacional de Cuyo para su reúso en el riego de los espacios comunes del campus. [Tesis pregrado, Universidad Nacional de Cuyo]. Biblioteca digital UNCuyo. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/16308/salinas-luciana-tesis.pdf.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, Perú (SENAMHI). (2020). SENAMHI: *Mapa climático del Perú*. (06 de marzo del 2025). Disponible en [<https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>]
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS). (2012). Diagnóstico de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en el Ámbito de las empresas prestadoras 2022. Lima, Perú.
- Universidad Católica de Santa María (UCSM). (2020). UCSM presenta innovadora planta de tratamiento de aguas residuales, única en su tipo en el Perú. [En línea]: UCSM (<https://ucsm.edu.pe/ucsm-presenta-innovadora-planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales-unica-en-su-tipo-en-el-peru/>)
- Vera, M., López, J., & Arévalo, W. (2023). Reducción de los gases de efecto invernadero (GEI) en el comedor universitario de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. 26(51), e25314.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Requisitos para toma de muestra de agua residual y preservación de la muestra para monitoreo

Parámetro	Recipiente	Volumen mínimo requerido	Preservación y concentración	Tiempo máximo de duración
Fisicoquímico				
Temperatura	P,V	1000 mL	No es posible	15 min
pH		50 mL	No es posible	15 min
DBO ₅	P,V	1000 mL	Refrigerar a 4°C	48 horas
DQO	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	6 horas

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2010)

Anexo 2. Registro de datos de campo

Punto de monitoreo: Nombre

Fecha Hora pH Temperatura

Observaciones:

Características:

Anexo 3. Resultados de análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos**Tabla 10.** Resultados del análisis en el primer punto de monitoreo M01 (Punto de descarga) en tres repeticiones

Parámetro	U.Medida	M01-R1	M01-R2	M01-R3	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación (%)
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	0	0	0	0.00	0.0	0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	4.3	3.63	3.66	3.86	0.4	9.80
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	654	742	739	711.67	50.0	7.02
pH	-	8.4	8.02	8.02	8.15	0.2	2.69
turbidez	NTU	61.6	105.2	71.2	79.33	22.9	28.88
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	600	480	378	486.00	111.1	22.86
Temperatura	°C	22.3	26	26.5	24.93	2.3	9.20
Aceites y grasas	mg/L	82.4	80.9	60.2	74.50	12.4	16.65

Tabla 11. Resultados del análisis en el segundo punto de monitoreo M02 (Agua del caño) en tres repeticiones

Parámetro	U.Medida	M02-R1	M02-R2	M02-R3	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación (%)
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	0	0	0	0.00	0.0	0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	0.41	0.53	0.37	0.44	0.1	19.07
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	0	0	0	0.00	0.0	0.00
pH	-	7.8	8.8	8	8.20	0.5	6.45
turbidez	NTU	12.4	16.7	17.8	15.63	2.9	18.25
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	300	250	174	241.33	63.4	26.29
Temperatura	°C	22.6	26	27.3	25.30	2.4	9.59
Aceites y grasas	mg/L	0	0	0	0.00	0.0	0.00

Anexo 5. Panel fotográfico**Figura 30.** Actividades en el comedor universitario de la UNAS**Figura 31.** Evaluación de parámetros in-situ



Figura 32. Traslado de muestras al laboratorio de microbiología



Figura 33. Evaluación de parámetros fisicoquímicos



Figura 34. Evaluación de parámetros fisicoquímicos



Figura 35. Evaluación de parámetros fisicoquímicos



Figura 36. Evaluación de parámetros microbiológicos.



Figura 37. Trabajo en el laboratorio



Figura 38. Área de almacenamiento de agua para abastecimiento al comedor



Figura 39. Área de almacenamiento de alimentos en el comedor

Anexo 6. Constancia del Laboratorio de Microbiología



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
 LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA GENERAL



"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"

CONSTANCIA N°002-2025-LM-EPIA-FRNR

El jefe del laboratorio de Microbiología de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva,

HACE CONSTAR:

Que, la **Br. YULY CAROLINA RAYMUNDO MODESTO**, ha ejecutado su trabajo de tesis **EVALUACION DE LAS CONDICIONES FISICO QUIMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE LAS AGUAS GRISAS DE LA COCINA DEL COMEDOR DE LA UNAS – TINGO MARIA** durante el periodo comprendido de junio del 2024 a enero del 2025, realizando pruebas analíticas para la determinación de parámetros microbiológicos y caracteres fisicoquímicos según se indican a continuación:

PARAMETROS FISICOQUIMICOS	PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS
Temperatura	Coliformes Termotolerantes
pH	
Turbiedad	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	
Aceites y Grasas	

La Br. YULY CAROLINA RAYMUNDO MODESTO ha demostrado alta responsabilidad, eficiencia y eficacia en la realización de su investigación siguiendo con los protocolos establecidos.

Se expide la presente para los fines que estime conveniente.

Tingo María, 05 de mayo del 2025



César Samuel López López
 Dr. César Samuel López López

JEFE

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA GENERAL

