



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Evaluación de la eficiencia de trampas de grasa con microorganismos  
eficientes para el tratamiento de efluentes proveniente de  
restaurantes, Tarapoto, 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Ambiental

**AUTOR:**

Gonzales Ramirez, Karl Junior ([orcid.org/0000-0002-3352-0235](https://orcid.org/0000-0002-3352-0235))

**ASESOR:**

MSc. Ugarte Alvan, Carlos Alfredo ([orcid.org/0000-0001-6017-1192](https://orcid.org/0000-0001-6017-1192))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TARAPOTO - PERÚ

2023

## **Dedicatoria**

Dedico con todo mi corazón a mis hijos Daniella Mackenzie y Gael Matheo por ser mi gran motivación en salir adelante día a día, donde me tuvieron la tolerancia e infinita paciencia y permitirme así llevar adelante un proyecto paso a paso de ser una meta personal. A ellos mi infinito cariño y gratitud.

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mis padres pues sin ellos, sin su esfuerzo no lo había logrado esta gran meta personal. Sus bendiciones a diario a lo largo de mi vida me protegen y me lleva por el camino del bien. Por eso les doy mi trabajo en ofrenda por sus paciencia y amor, los amo.

Más que mis abuelos, fueron las personas después de mis padres que más se preocuparon por mí. Sus canas fueron sinónimo de fuerza y dedicación, me enseñaron muchas cosas vitales para la vida y me encaminaron por el buen camino, los amo mucho y los extraño demasiado, este logro fueron enmarcados por ustedes.

***“Karl Junior Gonzales Ramírez”***

## **Agradecimiento**

A dios por fortalecer mi mente y mi corazón. A mi familia por ser inspiración para mí. A mi madre adorada y a mi hermana por su amor y apoyo incondicional.

A la Universidad César Vallejo.

***“Karl Junior Gonzales Ramirez”***

## Índice de contenidos

|   |      |
|---|------|
| Carátula .....  | i    |
| Dedicatoria.....  | ii   |
| Agradecimiento .....                                      | iii  |
| Índice de contenidos .....                                | iv   |
| Índice de tablas.....                                     | v    |
| Índice de figuras.....                                    | vi   |
| Resumen .....   | vii  |
| Abstract.....   | viii |
| I. INTRODUCCIÓN .....                                     | 1    |
| II. MARCO TEÓRICO .....                                   | 5    |
| III. METODOLOGÍA .....                                    | 28   |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación .....                 | 28   |
| 3.2. Variables y operacionalización .....                 | 28   |
| 3.3. Población, muestra y muestreo .....                  | 29   |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 30   |
| 3.5. Procedimientos.....                                  | 31   |
| 3.6. Método de análisis de datos .....                    | 34   |
| 3.7. Aspectos éticos .....                                | 34   |
| IV. RESULTADOS .....                                      | 35   |
| V. DISCUSIÓN.....   | 51   |
| VI. CONCLUSIONES .....                                    | 54   |
| VII. RECOMENDACIONES.....                                 | 55   |
| REFERENCIAS .....   | 56   |
| ANEXOS  |      |

## Índice de tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1: Antecedentes de la investigación .....  | 12 |
| Tabla 2: Valores Máximos Admisibles.....   | 26 |
| Tabla 3: Dosis de ME suministradas en trampas de grasa.....  | 40 |
| Tabla 4: Análisis de varianza de A y G según trampas de grasa con ME y trampas de grasa estándar. .... | 41 |
| Tabla 5: Análisis de varianza de DBO según trampas de grasa con ME y trampas de grasa estándar .....   | 42 |
| Tabla 6: Análisis de varianza de DQO según trampas de grasa con ME y trampas de grasa estándar .....   | 44 |
| Tabla 7: Eficiencia de disminución de SST según trampa de grasa .....                                  | 46 |
| Tabla 8: Porcentaje de reducción en trampas de grasa estándar .....                                    | 48 |
| Tabla 9: Porcentaje de reducción en trampas de grasa con microorganismos eficientes.....               | 49 |

## Índice de figuras

|   |           |
|---|-----------|
| Figura 1: Aguas residuales no domésticas.....   | 23        |
| Figura 2: Trampas de grasa .....  | 24        |
| Figura 3: Microorganismos eficientes .....  | 25        |
| Figura 4: Ubicación de restaurantes elegidos para la investigación .....  | 29        |
| Figura 5: Distrito de Tarapoto.....   | 31        |
| Figura 6: Proceso de instalación de trampas de grasas .....   | 32        |
| Figura 7: Bacterias MegaMicrobes.....   | 32        |
| Figura 8: Valores iniciales en aceites y grasas.....  | 35        |
| Figura 9: Valores iniciales en demanda química de oxígeno .....   | 36        |
| Figura 10:Valores iniciales en demanda bioquímica de oxígeno .....  | 37        |
| Figura 11: Valores iniciales de solidos suspendidos totales .....   | 38        |
| <i>Figura 12: Eficiencia de disminución de A y G según trampas de grasa con ME y trampa de grasa estándar .....</i> | <i>41</i> |
| <i>Figura 13: Eficiencia de disminución de DBO según trampas de grasa con ME y trampas de grasa estándar .....</i>  | <i>43</i> |
| Figura 14: Eficiencia de disminución de DQO según trampas de grasa con ME y trampas de grasa estándar .....         | 45        |
| Figura 15: Eficiencia de disminución de SST según trampas de grasa con ME y trampas de grasa estándar .....         | 47        |
| Figura 16: Porcentajes de reducción de VMA con trampas de grasa estándar ....                                       | 48        |
| Figura 17: Porcentajes de reducción de VMA con trampas de grasa con microorganismos eficientes.....                 | 49        |

## Resumen

El trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de las trampas de grasa en comparación con las trampas de grasa con microorganismos eficientes para efluentes de restaurantes en el distrito de Tarapoto. El tipo de investigación aplicada, el diseño fue experimental. Los resultados de valores iniciales de DQO fue 1616.85 mg/L superior al VMA de descarga a al sistema de alcantarillado de 1000 mg/L, DBO5 de 850 mg/L, superior descarga a al sistema de alcantarillado de 500 mg/L, SST de 559.9 mg/L superior a la descarga al sistema de alcantarillado de 500 mg/L, aceites y grasas de 1394.74 mg/L superior a la descarga al sistema de alcantarillado de 100 mg/L. La concentración mínima de ME aplicados en la trampa de grasa fue de 250 ml/L. Se tuvo una mejor eficiencia en la trampa de grasa con microorganismos eficientes con mayor porcentaje de A y G con un 98.39 %, DQO con un 92.36 %, DBO con un 88.24 % y el menor porcentaje SST con un 81.25 % presentes en efluentes provenientes de restaurantes del distrito de Tarapoto. Se concluyó que 250 ml/L de ME en trampas de grasas disminuyeron mejores porcentajes que las trampas de grasa estándar.

**Palabra clave:** Trampas de grasas, microorganismos eficientes, efluentes.

## **Abstract**

The objective of the research work was to evaluate the efficiency of grease traps in comparison with grease traps with efficient microorganisms for restaurant effluents in the Tarapoto district. The type of applied research, the design was experimental. The results of initial COD values were 1616.85 mg/L higher than the VMA of discharge to the sewerage system of 1000 mg/L, BOD5 of 850 mg/L, higher discharge to the sewerage system of 500 mg/L, SST of 559.9 mg/L higher than the discharge to the sewerage system of 500 mg/L, oils and fats of 1394.74 mg/L higher than the discharge to the sewerage system of 100 mg/L. The minimum concentration of ME applied in the grease trap was 250 ml/L. There was a better efficiency in the grease trap with efficient microorganisms with a higher percentage of A and G with 98.39%, COD with 92.36%, BOD with 88.24% and the lowest percentage TSS with 81.25% present in effluents from restaurants in the Tarapoto district. It was concluded that 250 ml/L of ME in grease traps decreased better percentages than standard grease traps.

Keywords: Grease traps, efficient microorganisms, effluents.



## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la mayoría de los centros comerciales en el mundo no cuentan con métodos de pretratamiento de aguas residuales domésticas, ya que solamente el 50% de las aguas residuales son recolectadas por PTAR (Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales), la mayoría de estas no se mantienen y no han completado sus funciones de tratamiento, ocasionando que las aguas residuales se viertan directamente a cuerpos hídricos, provocando la contaminación en el agua (Ayquipa, 2021). Por otro lado, también puede causar molestias al hogar y sus habitantes por el olor desagradable en los desagües obstruidos por la producción diaria de grasa, aceite y restos de comida (Ghasemi et al., 2019). Además, Los aceites y las grasas al ser desechados producen malos olores, difícil limpieza y el posterior desperfecto de las tuberías de los drenajes siendo así uno de los principales problemas de toda la industria gastronómica (Mujundar et al., 2020).

En la actualidad en el Perú existen miles de restaurantes, de los cuales ninguno les da tratamiento a sus aguas residuales, afectando grandemente la red de alcantarilla y posteriormente al tratamiento del agua residual que debe recibir (Carhuamaca y Mejía, 2020). De acuerdo a las normas sobre disposición de aguas servidas, entre otras, encontramos los siguientes decretos: DS N° 021 -2009 - VIVIENDA, que regula mediante Valores Máximos Admisibles (VMA) las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario con la finalidad de evitar el deterioro de las instalaciones y el posterior tratamiento de las aguas residuales, garantizando así la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y de las aguas residuales. En el parámetro de aceites y grasas (A y G) Anexo N° 01, el Valor Máximo Admisible es de 100(mg/L) para el sistema de alcantarillado (MINISTERIO DE VIVIENDA, 2009).

En la zona de Tarapoto en la provincia de San Martín, la disposición final de las aguas residuales de diversas acciones humanas como la industria y el comercio es un problema importante, ya que afecta el medio ambiente al ser descargadas directamente a los canales de riego sin tratamiento previo. (Jaramillo y Paredes, 2019) El agua que utiliza el pueblo de Tarapoto es captada de las aguas superficiales de la reserva Cerro Escalera, la cual es enviada directamente a las plantas potabilizadoras (SUNASS, 2021). Otro problema es la insuficiente cobertura

de los prestadores de servicios, de los cuales 9 registran niveles de cobertura de tratamiento de aguas residuales superior al 90%, 18 registrados tienen coberturas entre 80% y 90%, y los 23 restantes registran bajas coberturas de 80% (SUNASS, 2020).

Las aguas residuales no domésticas se determinan por altos volúmenes de descarga, especialmente aguas residuales industriales, con concentraciones altas de sólidos en suspensión y contaminantes, incluidos elementos como fósforo y nitrógeno, y además pueden contener metales pesados, pesticidas, aceites y grasas (Tuesta, 2020). Las aguas residuales no domésticas también tienen concentraciones altas de color, DQO, DBO5, sólidos, nitratos, nitritos lo que genera problemas de toxicidad en varios niveles tróficos y eutrofización en los ecosistemas acuáticos, lo que lleva a su transformación (Réspedes, 2019).

Uno de los tratamientos como solución alternativa para las aguas residuales no domésticas es la trampa de grasa, una tecnología común en Centroamérica y Latinoamérica, se hace más uso de la trampa de grasa metálica, porque su principal función es la de eliminar grasas, aceites y residuos orgánicos, acreditados como "residuos de alimentos", antes de que se viertan al alcantarillado, ya que las aceites y grasas cambian de viscosidad al enfriarse. De esta forma, pueden adherirse a las paredes internas de la tubería, restringiendo el flujo y provocando potencialmente una fuga (Ghasemi et al. 2019).

Por otro lado, los microorganismos eficientes (ME), como las bacterias aisladas de tipo *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter agglomerans*, *Staphylococcus* spp. y *Bacillus* spp., bajo condiciones aeróbicas controladas presentan una capacidad degradadora de grasa y aceites considerados depuradores de las aguas residuales no domésticas, Bajo dosis establecida de 5% en volumen (Vargas et al. 2020).

Por ello, en esta investigación se busca evaluar la eficiencia de dos tratamientos entre ellos la trampa de grasa y ME para el manejo y control de aguas residuales no domésticas con tal de contribuir al mejoramiento de la calidad de las aguas residuales de los restaurantes del distrito de Tarapoto.

Por lo todo lo expuesto, la presente investigación plantea como problema general, ¿Cuál es la eficiencia de las trampas de grasa en comparación con las trampas de grasa con microorganismos eficientes para efluentes de restaurantes en el distrito de Tarapoto, 2022?, presentando los siguientes problemas específicos,

PE1: ¿Cuáles serán los valores iniciales (sin el tratamiento propuesto) de los parámetros demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), sólidos suspendidos totales (SST), aceites y grasas, de los efluentes provenientes de los restaurantes del distrito de Tarapoto?

PE2: ¿Cuál es la concentración mínima de microorganismos eficientes usados en la trampa de grasa en comparación con trampas de grasa estándar para disminuir DQO, DBO5, SST, aceites y grasas presentes en efluentes provenientes de restaurantes del distrito de Tarapoto?

PE3: ¿Cuál es la eficiencia de la trampa de grasa con microorganismos eficientes en relación con una trampa de grasa estándar respecto a la disminución de DQO, DBO5, SST, aceites y grasas presentes en los efluentes provenientes de restaurantes del distrito de Tarapoto?

La justificación práctica; esta investigación buscó mejorar u optimizar las trampas de grasa estándar, agregando a esta trampa convencional microorganismos eficientes que ayudaron a disminuir los contaminantes presentes en efluentes provenientes de restaurantes del distrito de Tarapoto.

La justificación ambiental, mediante el uso de estos dos tratamientos se buscó reducir el nivel de contaminantes presentes en aguas residuales no domésticas por lo cual perjudican al ambiente, deterioran de la calidad del agua, flora y fauna acuática en el que se realiza la descarga volviéndolo inservible para posteriores usos, además que representan una alternativa ecológica y económica a comparación de los tratamientos convencionales que suelen usarse a menudo.

El objetivo general de la investigación es: Evaluar la eficiencia de las trampas de grasa en comparación con las trampas de grasa con microorganismos eficientes para efluentes de restaurantes en el distrito de Tarapoto, 2022, seguido de esto se formuló los objetivos específicos como:

OE1: Identificar los valores iniciales (sin el tratamiento propuesto) de los parámetros demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), sólidos suspendidos totales (SST), aceites y grasas, de los efluentes provenientes de los restaurantes del distrito de Tarapoto.

OE2: Determinar la concentración mínima de microorganismos eficientes usados en la trampa de grasa en comparación con trampas de grasa estándar para

disminuir DQO, DBO5, SST, aceites y grasas presentes en efluentes provenientes de restaurantes del distrito de Tarapoto.

OE3: Determinar la eficiencia de la trampa de grasa con microorganismos eficientes en relación con una trampa de grasa estándar respecto a la disminución de DQO, DBO5, SST, aceites y grasas presentes en los efluentes provenientes de restaurantes del distrito de Tarapoto.

Asimismo, se muestra la hipótesis general: El uso de trampas de grasa con microorganismos serán más eficientes con respecto a las trampas de grasa estándar en el tratamiento de los efluentes provenientes de restaurantes del distrito de Tarapoto, 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Se encuentran diversas investigaciones enfocadas en el manejo y control de aguas residuales no domésticas, a través del empleo de microorganismos eficientes, trampas grasas, entre otras tecnologías; siendo estas tomadas como antecedentes para el trabajo que servirán de apoyo y aporte en el desarrollo del objetivo de estudio; los cuales se muestran a continuación:

Velazco et al. (2019), tuvieron como propósito evaluar un sistema para manejar agua residual procedente de una industria de bebidas no alcohólicas. El tratamiento lo realizaron en un periodo de 3 meses, evaluando la DQO y DBO antes y después del tratamiento. Los resultados adquiridos en la etapa de pretratamiento existen estabilidad en el pH y temperatura, mientras tanto el DQO demostró valor máximo de 2662.4 mg/L en el primer muestreo y mínimo con 902.4 mg/L, y en DBO con su máximo valor de 936 mg/L en el segundo muestreo y valor mínimo con 450 mg/L en el tercer muestreo. Concluyeron que los microorganismos eficientes son muy eficaces para tratar aguas residuales industriales.

Vanegas (2020), el objetivo es evaluar un método de tratamiento de aguas residuales domésticas en una lavandería industrial. Los resultados estuvieron relacionados con las características de las aguas residuales antes de la introducción de la nueva transformación, se violaron las normas por los valores más altos de algunos parámetros analíticos, aunque luego de agregar el proceso al sistema de tratamiento su concentración disminuyó, aunque en algunos casos los parámetros aún no cumplían con la especificación. Se concluyó que el método propuesto mejora la eficacia del método de tratamiento de aguas residuales no domésticas.

Ke et al. (2021), tuvo como objetivo evaluar a consorcios bacterianos de *Pseudomonas putida* y *Bacillus amyloliquefaciens*. Los resultados fueron que la tasa de degradación alcanzó el 58,96 % en 48 h cuando la concentración inicial de aceite KW era del 8,0 %. La digestión aeróbica in situ de KW se realizó además en un reactor de tanque agitado de 20 L, el contenido de aceite de KW ( $34,72 \pm 2,05$  % de sólidos totales, p/p) se redujo rápidamente con un aumento simultáneo en la actividad de la lipasa y en el número de células microbianas, y la tasa de degradación alcanzó el 57,38%. Se concluyeron que las dos cepas, incluidas *B. amyloliquefaciens* y *P. putida*, disminuyeron la descomposición del aceite KW.

Gurd et al. (2019), tuvieron como objetivo caracterizar la integral de las aguas residuales de tres establecimientos de servicio de alimentos para generar datos que respaldaran la selección de métodos apropiados de mitigación de aceites y grasas (FOG). Se utilizaron dos técnicas para cuantificar la proporción de FOG emulsionado y el tamaño de gota asociado de diferentes efluentes de lavado de cocina. Los resultados mostraron que más del 90 % del FOG del efluente del lavavajillas y alrededor del 35 % del fregadero estaba emulsionado, con tamaños de gota inferiores a 100  $\mu\text{m}$ , muy por debajo de las capacidades de eliminación de los interceptores de grasa convencionales. Concluyeron que la eliminación de los contaminantes evaluados fue fácilmente controlada por medios biológicos.

Hendrasarie y Hana (2021), tuvo como objetivo disminuir la congregación de grasas y aceites, fósforo y MO en las aguas residuales. Exploraron el uso de *Moringa oleifera* activada como un adsorbente alternativo para disminuir la concentración de fosfato y materia orgánica como DBO 5 a través del proceso de adsorción. Se utilizó una trampa de grasa para atrapar grasas y aceites, separada en tres compartimentos. Los hallazgos de este estudio mostraron la capacidad de la trampa de grasa en la que podría eliminar el 89,83% de las grasas y aceites mediante el uso de tres compartimentos. Concluyeron que la *moringa oleifera* como adsorbente, con el 85% tanto de DBO 5 como de fosfato pudo eliminar con una altura de adsorbente de 15 cm y un diámetro de tubo de adsorción de 15 cm.

Acuña et al. (2021), Su objetivo es determinar la mejor dosis efectiva de microorganismos además de la retención hidráulica para la planta de procesamiento de aguas residuales Yauli, Huancavelica. Se recopilaron dos datos sobre los datos: la primera etapa analizó la prueba del modelo y luego se convirtió el segundo parámetro del segundo dispositivo experimental. Los principales resultados mostraron que la dosis óptima fue de 20 ml con TRH por 33 días, lo que maximizó la eliminación de materia orgánica; 65,52% de eliminación de DBO y 66,88% de alejamiento de DQO. Llegaron a la conclusión de que una dosis de 20 ml de microorganismos altamente eficaces fue eficaz en la exclusión de contaminantes de las aguas residuales.

Kadi et al. (2020), tuvo como objetivo estudiar la reacción de esterificación de trampa de grasa (FTG) con alto contenido de ácidos grasos libres (FFA) (166 mgKOH/g). Utilizaron metanol como reactivo y ácido sulfúrico como catalizador, en

un reactor-mezclador caótico continuo. Los resultados muestran que el 5,4% p/p de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y un caudal másico de 8 g/s, se logró una tasa de conversión máxima del 97%. Concluyeron que se comprobó que la eliminación de contaminantes del agua mejoró la velocidad de reacción. La remoción total de agua redujo el tiempo de reacción de 1 h a 35 min en reactor continuo.

Nur et al. (2021), este estudio se centró en el desempeño de las Trampa FOG de doble función para optimizar el proceso de separación de contaminantes FOG. Los parámetros medidos para evaluar la eficacia del proceso fueron la concentración de, pH, DQO, DBO, turbidez y sólidos en suspensión. Los hallazgos muestran que la eficiencia de FOG en movimiento es superior a 50.00%. Las cualidades generales de las aguas residuales mejoran significativamente. Durante el ciclo de tratamiento, los contaminantes FOG de las cocinas las aguas residuales son absorbidas por la trampa FOG de doble función. La eficacia de eliminación de aceites y grasas fue del 66.67%.

Tzirita et al. (2018), las pruebas de presencia de grasas, aceites (FOG) en las aguas residuales pueden causar muchos problemas, incluida la obstrucción. Se estudió un producto biofortificado que constaba de especies de *Bacillus* para remover la mantequilla (1 %, P/V) y el aceite de oliva (1 %, V/V) en cultivos aeróbicos por lotes durante un período de incubación de 13 días. Añadir la cepa CP1 de *Pseudomonas putida* a *Bacillus*. Después de 7 días en cultivo, los residentes promovieron rápidamente la degradación de ambas grasas. La acumulación masiva de grasa revela el uso potencial de nuevas mezclas bacterianas para producir compuestos de valor agregado. La lipasa solo puede ser producida por *Bacillus*, junto con el análisis de lípidos residuales por cromatografía en capa fina y cromatografía de gases, *Bacillus* sp. Principalmente solo hidroliza la grasa. Los productos de degradación son metabolizados por *Pseudomonas putida* CP1, utilizando principalmente ácidos grasos insaturados.

Carhuamaca y Mejía (2020), se evaluaron los resultados del número de particiones y el tiempo de contacto del efluente del gallinero en el receptor para determinar su capacidad para eliminar grasa y aceite. Se monitorearon cuatro aviaros en la zona de Huancayo y se tomaron 12 muestras de agua restantes para su recolección. Se determinó que la concentración media de grasa en el agua residual de los gallineros era de 309 mg/l. Después se elaboró una muestra sintética con una concentración

de 331.9 mg/L y se usó para realizar experimentos en la trampa de grasa para medir el tiempo requerido para que el agua fluya desde el inicio de entrada hasta la salida. Se determinó que el mayor porcentaje de remoción de grasa y aceite de 80.10% se logró utilizando una malla con un tiempo de contacto de 0.42 minutos. Concluyeron que el número de particiones era 1 y trabajaron con el menor caudal posible porque esto aumentaría el tiempo de contacto del agua remanente en el interceptor.

Pakvilai (2018), tuvo como objetivo investigar las propiedades de residuos de grasa del tratamiento de aguas residuales de la trampa de grasa y para la comprobación del rendimiento de las velas a partir de residuos de grasa. Procesamiento de grasa en la fuente como casas y restaurantes no es adecuado para los tipos comunes de contaminantes, que son relativamente pequeños. La cantidad promedio del residuo de grasa de la trampa de grasas fue de 200 gramos/día. El hogar promedio era de 2,6 kilogramos por día. Los resultados mostraron que las propiedades físicas de la grasa almacenada durante más de 2 semanas fueron grises, de alta viscosidad y mal olor, para nueva grasa, es de color amarillo claro, de textura blanda e inodoro. Este estudio utiliza una nueva densidad de grasa de 1.002 g/mL, el contenido de humedad 58.04%, y el poder calorífico fue de 8148,63 kcal/kg.

Ayala y Moreno (2020), su objetivo fue evaluar la separación de grasa de aguas residuales de la primera etapa de la industria cárnica mediante la inoculación de microorganismos utilizando microorganismos autóctonos incluyendo Bacillus; del mismo modo que DQO, DBO5 y TSS. El tratamiento se realizó a 3 dosis y tiempos de evaluación diferentes, 15 ml/l, 30 ml/l y 50 ml/l, evaluados a las 24, 48 y 72 horas; para ello se tomaron muestras de 1 L en 3 repeticiones por tratamiento. Después de 72 horas, los parámetros considerados en el caso D.S 010-2009 fueron significativamente efectivos, resultando en la remoción de 60% de grasa, 80% de DBO5, 76% de DQO y 85% de SST. Concluyeron que los microorganismos naturales como Bacillus spp., se comportaron mejor a las 72 horas.

Ubalde (2021), el objetivo fue caracterizar las aguas residuales de la empresa Inversiones Turísticas AQP S.A.C. separador de grasas y presentar un plan de tratamiento. Luego del análisis de laboratorio, se encontró que el valor del parámetro de azufre fue de 6 mg/l, el cual supera los 5 mg/l indicados por el VMA. Además, el valor del potencial de hidrógeno es de 7,3 unidades, superior a las 6 unidades especificadas por VMA. Otros parámetros son más bajos que VMA. Por



lo tanto, se recomienda el tratamiento y la reducción de estos dos parámetros. Se concluyó que se propuso la concentración de sulfuros por oxidación química y reducción de pH utilizando dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Camacho et al. (2018), se utilizó una planta piloto de tratamiento de aguas residuales para evaluar el tratamiento conjunto de residuos de tinción biológica y aguas residuales domésticas en condiciones no estériles. Usaron un nuevo consorcio microbiano que fue inoculó en un biorreactor del tipo de aireación extendida. Las concentraciones de DQO, DBO, Unidades de Color, Sólidos Totales en Suspensión y el valor de pH fueron 1695 mg/L, 105 mg/L, 106 CU, <0.001 mg/L y 5.8 respectivamente. Los valores iniciales de las aguas residuales fueron 6755 mg/L (DQO), 2005 mg/L (DBO 5), 1367 (CU), 566 mg/L (TSS) y 7,0 (pH) respectivamente. Concluyeron que la reducción de la carga de contaminantes estuvo vinculada con la relación de los dos tipos de aguas residuales (3,5:0,5) combinadas para aumentar la biodegradabilidad, la concentración de hongos y bacterias.

Duran (2019), tuvo como objetivo analizar la eficiencia de los microorganismos eficaces (ME) en el tratamiento de agua residual no doméstica generado en una empresa pastelera. Los resultados demostrados fueron que la calidad del agua residual no doméstica disminuyó en cuanto a los olores fétidos y concentraciones de contaminantes, además, evidenciaron que los microorganismos eficaces removieron las concentraciones para DBO<sub>5</sub> (86%), DQO (65%), AyG (90%). Concluyeron que los ME fueron muy eficientes en el manejo de agua residual no doméstica generado en una empresa pastelera.

Narváez et al. (2019), en su investigación tuvieron como propósito valorar los valores admisibles máximos de vertimiento de aguas residuales no domesticas vertidas en una red de alcantarilla, evaluando los parámetros de DBO<sub>5</sub>, DQO, SST, aceites y grasas. En los resultados evaluados las concentraciones de los parámetros superan los VMA de acuerdo a la normativa, con un valor promedio de 3430 mg/L en DBO<sub>5</sub>, 5716.5 mg/L de DQO, 3104.85 en aceites y grasas, 2108.75 mg/L en SST. Concluyeron que por la instalación de las trampas de grasas en la salida de depósitos de aguas residuales no domésticas para impedir el ingreso de aceites y grasas al sistema de alcantarillado fueron muy eficientes en la remoción de los contaminantes evaluados.

Quispe y Casimiro (2019), en su investigación tuvieron como propósito evaluar la eficiencia de dos pilotos de biofiltros a través del análisis de parámetros microbiológicos y fisicoquímicos para tratar y reaprovechar aguas residuales con fines de riego agrícola, aplicaron biofiltros para comparar estos sistemas (SB1 y SB2), basándose en el modelo de humedales de flujo subsuperficial y superficial. Los resultados de la DBO5 mediante el humedal superficial de flujo vertical (M2) mostró una eficiencia de remoción de 86.02%, para SST una eficiencia de remoción de 94.67% respecto al efluente del tanque séptico (M1). Concluyeron que dichos tratamientos fueron muy eficientes para remover contaminantes en las aguas residuales.

Ortega (2018), el objetivo es evaluar el uso de colectores de aceite y grasa en aguas residuales domésticas de empresas comerciales y de servicios homologadas. Solo se encontró que 14 tenían trampas de aceite y grasa instaladas. Se encontró que el valor de DBO5 a la entrada de la trampa superó los 600 mg/L, el valor máximo fue de 1052,32 mg/L y el valor mínimo de 682,05 mg/L. Al pasar por la trampa, el valor de DBO5 disminuyó, pero la disminución no fue significativa, al igual que la DQO. Por lo tanto, la DBO5/DQO de este tipo de muestra está entre 0,503 y 0,57. Llegaron a la conclusión de que solo un poco más del 50% de la MO en las aguas residuales se biodegrada durante el tratamiento.

Ayquipa (2021), el objetivo principal es evaluar la eficiencia de los separadores de grasas (trampas de grasas hidráulico-mecánicas) para el pre-tratamiento de aguas residuales de viviendas unifamiliares en el distrito de Lares-Cusco-2021. Él cree que el prototipo de vidrio fue elaborado para pruebas y observación; se realizaron un total de 32 pruebas de laboratorio por causa de cuatro parámetros (aceite, grasa, STS, DBO5 y DQO). Durante el estudio se observó cómo se relacionan el caudal y la duración de retención hidráulica y cómo afectan la remoción de aceite, grasa, STS, DBO5 y DQO de un separador de grasa. Concluyó demostrando la altura y la eficiencia de la grasa recolectada como sólidos sedimentados que lograron la tasa de flujo óptima para la eliminación de grasa del 99 %.

Vizcardo (2019), tiene como principal propósito suscitar el adecuado manejo de las aguas residuales de los usuarios externos, en especial de Las compañías de alimentos situados en centros comerciales, instalar colectores de grasas, controlar su limpieza y mantenimiento. Para medir la efectividad del plan de implementación

se realizó un seguimiento de 5 meses, captando muestras de los parámetros del lubricante, DBO, DQO y SST especificados en los valores máximos permisibles, los cuales mostraron una disminución del 85.70%, 73.75%, 70,87% y 52,11%, equitativamente. Se concluyó que el tratamiento biológico de bacterias Megamicrobio líquidas y sólidos logró un alto porcentaje de separación de grasa de 99.59% y sólidos suspendidos totales de 71.64%.

Mujumdar et al. (2020), tuvieron como objetivo decidir el tratamiento de aguas residuales del centro de servicio y reutilizar el agua tratada para lavado de autos y así reducir el consumo de agua dulce. Para estudio, el centro de servicio, The Exotica Car Detailing Studio, Ruikar Coloney, Kolhapur ha sido seleccionado. Se recogieron muestras de aguas residuales y la concentración de parámetros como pH, BoD, COD, TS, TDS, TSS, O & G, se ha comprobado para conocer la concentración media de estos contaminantes en aguas residuales de lavado de autos. La floculación y coagulación se llevó a cabo utilizando diferentes dosis y los mejores resultados se obtienen con la dosificación 5, 10, 1,7 mg/litro de alumbre, cal y poli respectivamente. Después de pasar las aguas residuales a través de un modelo a escala de laboratorio tratado.

Garzón et al. (2018), el objetivo fue evaluar el tratamiento de la trampa de grasas de la Empresa de Acueductos y Alcantarillados de Bogotá (EAAB) con cepas bacterianas locales para un estudio piloto de degradación. Se realizó aislamiento de cepas y bioaumento para eliminación de grasa. La separación de grasas en el primer tratamiento fue efectiva porque la cepa ya natural (100 ml de muestra de agua del separador de grasas de la EAAB) se complementó biológicamente con una cepa pura producida in vitro. Se procesaron como se seleccionaron para las cepas de *Pseudomonas aeruginosa* en agar alto en grasa, que degrada eficientemente los ácidos grasos libres en las muestras.

Nieve (2019), el objetivo fue mejorar el diseño de recolección de aceites y grasas para ejercicio continuo en la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Para ello se computó el total de desgaste de las variables citadas para un diseño extremado del separador de grasas, donde se obtuvieron los valores de eficiencia de diseño propuestos para separar la grasa a 30 ppm (87,5%), 60 ppm (85,71%). y 90 ppm (86,96%). Finalmente, se compara la eficacia del diseño optimizado del separador

de grasas con otros sistemas, y aunque algunos son mejores, el sistema que hemos desarrollado es más práctico, económico y eficiente que otros.

Guzmán (2019), orientado a NAPORTEC S.A. reducción de los LMP de parámetros de los lubricantes vertidos a las conducciones de alcantarillado de la red pública de empresas. Los efectos de los estudios de laboratorio del separador de grasas de concreto mostraron que aumentó en un 30%, contrario a las normas ambientales, se examinó el método de obtención del separador de grasas para el área del fregadero y el método del plato de postre con un contenido de grasa del 70%, reducción, electrocoagulación 97% reducción con el primer método, donde el beneficio/costo del primer método es 5,93 y el beneficio/costo del segundo método es 4,28, el primer método da más rentabilidad.

Cabrera, Montenegro y Jiménez (2021), el objetivo es evaluar el desarrollo del tratamiento de aguas residuales en la industria de embutidos en base a trampas de grasa. En la determinación de aguas residuales crudas de la industria productora de embutidos se encontró que DBO5, DQO, partículas en suspensión y aceite no cumplieron con los estándares, siendo los valores de 2314 mg/L; 3046mg/l; 3131 mg/l y 2159 mg/l, individualmente. Se logró una trampa de grasa con una eficiencia de eliminación del 97 %, una eficiencia del 87 % para una retención de 14 horas en el filtro de gusano y un porcentaje de eficiencia del 89 % para una retención de 20 minutos en el sistema de flotación aireado. Concluyeron que las trampas de grasa son muy efectivas para combatir los contaminantes.

*Tabla 1: Antecedentes de la investigación*

| AUTOR                | AÑO  | TRAMPAS DE GRASA  | TRAMPAS DE GRASA CON MICROORGANISMOS EFICIENTES | CONCENTRACIÓN INICIAL |            |            |                  | CONCENTRACIÓN FINAL TRAMPAS DE GRASA |      |     |                  | CONCENTRACIÓN FINAL ME |            |           |                  |
|----------------------|------|-------------------|---|-----------------------|------------|------------|------------------|--------------------------------------|------|-----|------------------|------------------------|------------|-----------|------------------|
|                      |      |                   |   | DQO                   | DBO5       | SST        | Aceites y Grasas | DQO                                  | DBO5 | SST | Aceites y Grasas | DQO                    | DBO5       | SST       | Aceites y Grasas |
| Velazco, et al.      | 2019 | Trampas de grasas | ---   | 2662.4 mg/L           | 936 mg/l   | 2063 mg/L  | 3845 mg/L        | ---                                  | ---  | --- | ---              | 450 mg/L               | 111mg/l    | 1527 mg/L | 654.4 mg/L       |
| Vanegas et al        | 2020 | Trampas de grasas | ---   | 316 mg/L              | 123 mg/L   | 58 mg/L    | 33.5 mg/L        | ---                                  | ---  | --- | ---              | 317 mg/L               | 118 mg/L   | 56 mg/L   | 12 mg/L          |
| Ke et al.            | 2021 | ---               | Trampas de grasa con microorganismos eficientes | ---                   | ---        | ---        | 60.53 mg/L       | ---                                  | ---  | --- | ---              | ---                    | ---        | ---       | 33.49 mg/L       |
| Gurd et al.          | 2019 | Trampas de grasa  | ---   | 21300 mg/L            | 7400 mg/L  | ---        | 450 mg/L         | ---                                  | ---  | --- | ---              | 13997 mg/L             | 5363 mg/L  | ---       | 250 mg/L         |
| Hendrasari e y Maria | 2021 | Trampas de grasa  | ---   | ---                   | ---        | ---        | 947 mg/L         | ---                                  | ---  | --- | ---              | ---                    | ---        | ---       | 89.83 mg/L       |
| Acuña et al.         | 2021 | ---               | Trampas de grasa con microorganismos eficientes | 181.60 mg/L           | 7 mg/L     | 100mg/L    | ---              | ---                                  | ---  | --- | ---              | 108.193 mg/L           | 83.22 mg/L | ---       | ---              |
| Kadi et              | 2020 | Trampas de grasa  | ---   | ---                   | ---        | ---        | 323 mg/L         | ---                                  | ---  | --- | ---              | ---                    | ---        | ---       | 109 mg/L         |
| Nur et al.           | 2021 | Trampas de grasa  | ---   | 470 mg/L              | 220.6 mg/L | 210.5 mg/L | 168.0 mg/L       | -                                    | -    | -   | -                | 159.6 mg/L             | 105 mg/L   | 43.2 mg/L | 56 mg/L          |

|                    |      |                  |   |           |           |          |             |           |            |          |          |           |             |             |            |
|--------------------|------|------------------|---|-----------|-----------|----------|-------------|-----------|------------|----------|----------|-----------|-------------|-------------|------------|
| Tzirita et al.     | 2018 | ---              | Trampas de grasa con microorganismo eficientes  | ---       | ---       | ---      | 8 gr/L      | ---       | ---        | ---      | ---      | ---       | ---         | ---         | 0.05 gr/L  |
| Carhuamaca y Mejía | 2020 | Trampas de grasa | ---   | ---       | ---       | ---      | 331.9 mg/L  | ---       | ---        | ---      | ---      | ---       | ---         | ---         | 309 mg/L   |
| Pakvilai           | 2018 | Trampas de grasa | ---   | ---       | ---       | ---      | 1002 g/mL   | ---       | ---        | ---      | ---      | ---       | ---         | ---         | 200 g/mL   |
| Ayala y Moreno     | 2020 | ---              | Trampas de grasa con microorganismos eficientes | ---       | ---       | ---      | ---         | 926 mg/L  | 700 mg/L   | 446 mg/L | 885 mg/L | 214 mg/L  | 139.10 mg/L | 62.7 mg/L   | 353 mg/L   |
| Ubalde             | 2021 | Trampas de grasa | ---   | 125 mg/L  | 67 mg/L   | 17 mg/l  | 37.1 mg/l   | ---       | ---        | ---      | ---      | ---       | ---         | ---         | ---        |
| Camacho et al.     | 2018 | ---              | Trampas de grasa con microorganismos eficientes | ---       | ---       | ---      | ---         | 6755 mg/L | 2005 mg/L  | 566 mg/L | ---      | 1695 mg/L | 105 mg/L    | <0.001 mg/L | ---        |
| Durán              | 2019 | ---              | Trampas de grasa con microorganismos eficientes | 8         | ---       | ---      | ---         | 650 mg/L  | 860 mg/L   | ---      | 900 mg/L | 235 mg/L  | 102 mg/L    | ---         | 100.2 mg/L |
| Narváez et al.     | 2019 | Trampas de grasa | ---   | 4458 mg/L | 2675 mg/L | 885 mg/L | 132.40 mg/L | ---       | ---        | ---      | ---      | 1053 mg/L | 597 mg/L    | 858 mg/L    | 153 mg/L   |
| Quispe y Casimiro  | 2019 | ---              | Trampas de grasa con                            | ---       | ---       | ---      | ---         | ---       | 132.3 mg/L | 132.3    | ---      | ---       | 95 mg/L     | 91.55 mg/L  | ---        |

|                                     |      |                     | microorganismos<br>eficientes                            |                  |                   |                  |                   |     |     | mg/<br>L |             |                 |                |                    |                 |
|-------------------------------------|------|---------------------|--|------------------|-------------------|------------------|-------------------|-----|-----|----------|-------------|-----------------|----------------|--------------------|-----------------|
| Ortega                              | 2018 | Trampas<br>de grasa | ---  | 1966,2<br>9 mg/L | 600<br>mg/L       | 1000<br>mg/L     | 956<br>mg/L       | --- | -   | -        | ---         | 1100<br>mg/L    | 471,84<br>mg/L | 900<br>mg/L        | 956<br>mg/L     |
| Ayquipa                             | 2021 | Trampas<br>de grasa | ---  | 1728,0<br>0 mg/L | 1347,94<br>mg/L   | 3840,0<br>0 mg/L | 10254,0<br>0 mg/L | --- | --- | ---      | ---         | 1500,80<br>mg/L | 772,15<br>mg/L | 338,0<br>0<br>mg/L | 658,27<br>mg/L  |
| Vizcardo                            | 2019 | Trampas<br>de grasa | ---  | 3231,4<br>mg/L   | 2752,50<br>7 mg/L | 2288,0<br>mg/L   | 2218,4<br>mg/L    | --- | --- | ---      | ---         | 18682,3<br>mg/L | 1907,5<br>mg/L | 400,9<br>5<br>mg/L | 1664,3<br>mg/L, |
| Mujumdar<br>et al.                  | 2020 | Trampas<br>de grasa | ---  | 800<br>mg/L      | 110<br>mg/L       | 600<br>mg/L      | 30 mg/L           | --- | --- | ---      | ---         | 500<br>mg/L     | 100<br>mg/L    | 460<br>mg/L        | 15<br>mg/L      |
| Garzón et<br>al.                    | 2018 | ---                 | Trampas de grasa<br>con<br>microorganismos<br>eficientes | ---              | ---               | ---              | ---               | --- | --- | ---      | 100<br>mg/L | ---             | ---            | ---                | 50<br>mg/L      |
| Nieve                               | 2019 | Trampas<br>de grasa | ---  | ---              | ---               | ---              | 41 mg/L           | --- | --- | ---      | ---         | ---             | ---            | ---                | 30<br>mg/L      |
| Guzmán                              | 2019 | Trampas<br>de grasa | ---  | ---              | ---               | ---              | 180<br>mg/L       | --- | --- | ---      | ---         | ---             | ---            | ---                | 80<br>mg/L      |
| Cabrera,<br>Montenegro<br>y Jiménez | 2021 | ---                 | Trampas de grasa<br>con<br>microorganismos<br>eficientes | 3054,5<br>mg/L   | 2314,2<br>mg/L    | ---              | 2159<br>mg/L      | --- | --- | ---      | ---         | 161,9<br>mg/L   | 122,7<br>mg/L  | ---                | 59<br>mg/L      |

Las aguas residuales son productos del ejercicio y consecuencia en el que las personas añaden materiales contaminantes, formas de inducir energía en el agua directa o indirectamente situaciones nocivas en su calidad en correlación a posteriores empleos o con su ocupación ambiental estas aguas son aquellas que proceden de las actividades antropogénicas en su vida diaria, las que se recolectan en los sistemas de alcantarillado o vertidas directamente al ambiente (Acuña y Toribio, 2021). También son flujos de agua que están constituidas por combinación de excretas eliminadas por las personas que provienen de viviendas o instalaciones comerciales, por ello, las aguas residuales, provocan un impacto estético al ambiente y aportan sustancias contaminantes con altas concentraciones de DQO los que afectan en medida considerable el intercambio gaseoso en el agua, así estos elementos cuando se encuentran en las aguas superficiales reducen la oxigenación a través de la interface aire agua y la acción fotosintética, porque absorben la radiación lo que hace que se reduzca la producción interna de oxígeno disuelto (Ayala y Moreno, 2020).



*Figura 1: Aguas residuales no domesticas*

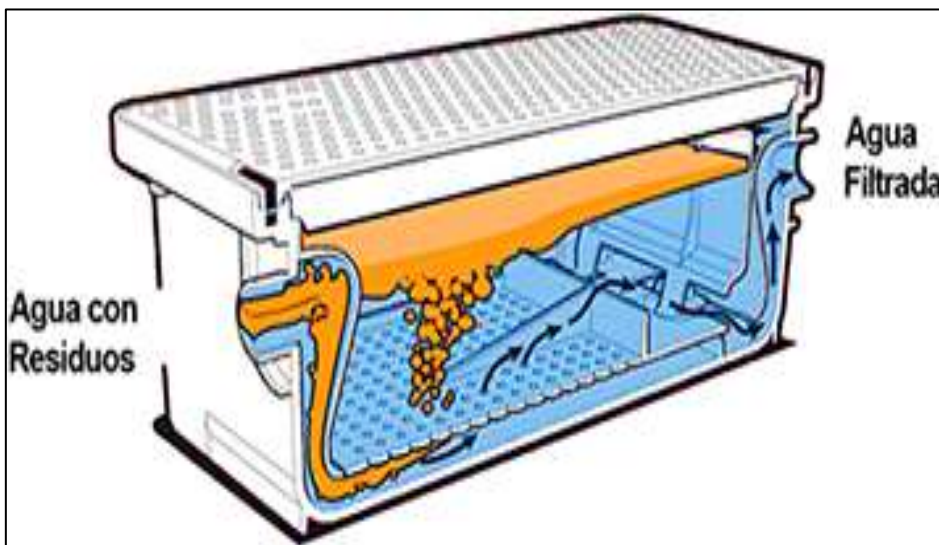
*Fuente: Rosales, 2019*

También se hace referencia a la eficacia de separación del total de contaminante es el vínculo entre la concentración removida y la masa o concentración del efluente del proceso de tratamiento y un parámetro específico, generalmente expresado en porcentaje, por lo que es importante establecerlo como base comprobada o método de tratamiento de aguas residuales, como operación normal para la remoción de



cargas orgánicas en algunos procedimientos de tratamiento para que sean efectivos en la remoción de contaminantes (Cespedes, 2019).

Las Trampas de grasas, son mecanismos que se emplean para el tratamiento de efluentes con altas concentraciones de elementos contaminantes grasos (Garzón et al. 2018). Es una técnica de aislamiento que ayuda a degradar y remover los aceites y grasas que afectan los sistemas de alcantarillado y de esta forma minimizar los problemas de salud pública y los impactos ambientales negativos que genera esta problemática, también son definidos como pequeños tanques de flote donde la grasa surge a la superficie y es detenida mientras el agua clarificada sale por una descarga menor (Bautista y Pramparo, 2022). No está conformada por una parte mecánica y el diseño es similar al de un tanque séptico (Narvaéz y Sánchez, 2019).



*Figura 2: Trampas de grasa*

Fuente: Ortega, 2018

Los tipos de separadores de grasas pueden ser por gravedad, que se construyen en hormigón, prefabricados o por su gran tamaño, construidos en determinados lugares, los separadores de grasas hidromecánicos, que son agregados fabricados en acero, se colocan especialmente bajo techo cerca de la extensión, sirven. o en el punto de descarga, en ciertas localidades hay decisiones que puedan requerir del visto bueno de las instituciones o entidades, temas que son del conocimiento y dominio del especialista mecánico y es quien debe dar las recomendaciones o lineamientos adecuados al respecto (Benavides et al. 2019).

Con lo que respecta a los microorganismos, se agregan en dos categorías, procarióticos, acá se encuentran las archaeas y bacterias, mientras en las eucarióticos se encuentran los hongos, algas y protozoarios (Montaño, et al., 2010), no obstante, de forma especial los virus, viroides y priones también se consideran microorganismos (Ramos, 2020).

Microorganismos eficientes residen en productos de fórmula líquida que inmovilizan más de 80 tipos de microorganismos, algunos de los cuales son aerobios, anaerobios e incluso fotosintéticos. El avance más importante es que pueden coexistir como una comunidad microbiana e incluso complementarse entre sí. (Bolton y Randall, 2019). Los ME ha confirmado tener buenos efectos en el manejo y control de aguas residuales, disminución de olores, elaboración de alimentos sin agroquímicos, método de manejos de residuos sólidos y líquidos de la fabricación agrícola, manufactura de procesamiento de alimentos, papeleras, mataderos y municipios. (Santillán y Paredes, 2018).

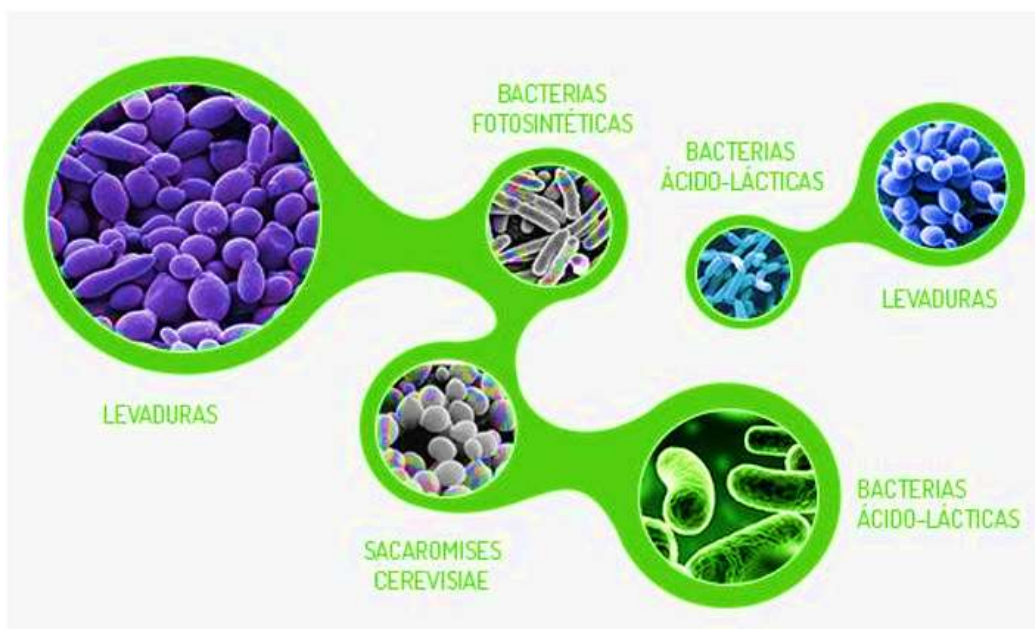


Figura 3: Microorganismos eficientes

Fuente: FOSAC, 2018

También los aceites y grasas, pueden ser productos de origen vegetal, animal o sus mixturas cuyos principales componentes son los glicéridos de los ácidos grasos, pudiendo estar constituidos por otras sustancias en proporciones menores (David et al. 2018). Estos aceites y grasas tienen propiedades aireadoras, y agregar grasa plástica introduce aire en la masa porque la masa tarda más en subir en el

horno con más grasa en comparación con la masa sin plástico. (Domingos, 2018). Como tal, los compuestos orgánicos compuestos por C, H y O son la fuente de energía más reducida en los alimentos y conciernen a un grupo de sustancias llamadas lípidos, que son líquidos o sólidos. (Quispe y Casimiro, 2019). Las grasas en general son combinaciones de los ácidos grasos saturados y no saturados (Rodríguez, 2019).

Sólidos suspendidos totales, se consideran residuales retenidos en filtros de fibra de vidrio con un volumen de poro nominal de 0,45  $\mu\text{m}$  y se refieren a partículas retenidas en la superficie y/o suspendidas en flujos de agua residual (Álvarez, 2020). Se mide como la cantidad de sólidos en suspensión por unidad de volumen de agua y se formula en mg/l. El inconveniente de esta técnica es que es un método lento (varias horas para el análisis) y debe realizarse en el laboratorio (Ayquipa, 2021).

DQO, es una medida que calcula el total de sustancias disueltas o suspendidas en una muestra líquida que son susceptibles de oxidación química (Gathoni, 2019). Es una medida de los niveles de contaminación expresados en mg O<sub>2</sub>/l. No obstante, esta técnica se utiliza primariamente para medir la reunión de sustancias orgánicas, se ve obstaculizado por la presencia de material inorgánico fácilmente oxidable (sulfuro, sulfito, yoduro), que también se refleja en la medición. (Bitsch et al. 2021).

DBO, es el total de oxígeno que usan los microorganismos para afianzar la materia orgánica biodegradable en circunstancias aeróbicas por cinco días a 20 °C (Ghasemi et al., 2019). En las aguas residuales domésticas, la DBO de cinco días intermedió entre el 65 % y el 70 % de la materia orgánica oxidable total (Mujumdar et al., 2020). La DBO, como todo análisis biológico, requiere una especial atención a su realización, así como el conocimiento de las características básicas que deben observarse para obtener valores representativos fiables (Cutipa y Ramos, 2021).

Los Valores Máximos Admisibles (VMA), es la conglomración de los parámetros determinados en los anexos uno y dos del D. S. N° 010-2019-VIVIENDA, donde se hace referencia a los afluentes no domésticos que se descargan a los sistemas de alcantarillado que influyen de manera negativa los procesos de tratamiento (D. S. N° 010-2019-VIVIENDA).

*Tabla 2: Valores Máximos Admisibles*

| <b>PARÁMETRO</b>                 | <b>UNIDAD</b> | <b>SIMBOLOGÍA</b> | <b>VMA PARA<br/>DESCARGAS AL<br/>SISTEMA DE<br/>ALCANTARILLADO</b> |
|----------------------------------|---------------|-------------------|--|
| Demanda Bioquímica<br>de Oxígeno | mg/l          | DBO5              | 500  |
| Demanda Química de<br>Oxígeno    | mg/l          | DQO               | 1000   |
| Sólidos Suspendidos<br>Totales   | mg/l          | S.S.T.            | 500  |
| Aceites y Grasas                 | mg/l          | A y G             | 100  |

*FUENTE: D.S. N°010-2019-VIVIENDA*

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### **Tipo de investigación**

La investigación es aplicada, porque tiene como propósito la resolución de una dificultad o de un determinado método, concentrándose en la búsqueda y afianzamiento de saberes para su atención, ennobleciendo así el desarrollo de la ciencia y la cultura (Tamayo y Silva, 2011).

##### **Diseño de la investigación**

Diseño de investigación experimental, su propósito es investigar el vínculo causal entre las condiciones de operación y los resultados obtenidos (Bedoya, 2020). Usando esta técnica, los investigadores modificaron deliberadamente la variable independiente, que es el microorganismo eficiente, para cuantificar su efecto sobre la variable dependiente, como una disminución en el valor máximo permitido, para que pueda demostrarse que la variable independiente está cambiando para lograr la eficiencia (Monje, 2011). Además, tiene un tipo cuasi experimental porque identifica al grupo de comparación más parecido posible al tratamiento en cuanto a características de referencia previas a la intervención (White y Sabarwal, 2014).

#### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable Independiente:** Microorganismos eficientes.

Los microorganismos eficientes para la trampa de grasas contribuyen a disminuir aceites, grasas y demás combinados orgánicos biológicamente del agua (Vizcardo, 2019)

**Variable dependiente:** Disminución de los valores máximos admisibles

Es el nivel de eliminación de agentes tóxicos o puede precisarse como la disminución porcentual de los parámetros de control establecidos en la normativa nacional vigente (VMA) (Narvaéz y Sánchez, 2019).

Matriz de operacionalización de variables véase en el anexo 5.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### Población.

La población estuvo representada por los efluentes de aguas residuales provenientes de los restaurantes que se encontraron en el centro del distrito de Tarapoto – San Martín. Que según Hernández, Fernández y Baptista (2014), se refieren a la población como el conjunto de todos los temas que coinciden con ciertas descripciones.

#### Muestra.

Estuvo conformada por 20 restaurantes que fueron elegidos en representación a los de mayor obstrucción en sus drenajes debido a la presencia de aceites y grasas, las cuales son descargadas sin tratamiento previo; según como se muestra en la figura 4. Por lo tanto, la muestra viene a ser el conjunto que se llevan a cabo para realizar estudios de distribución de determinadas características de un universo, por lo que es necesario partir de la observación de una parte de la población estimada (Tamayo y Silva, 2011).

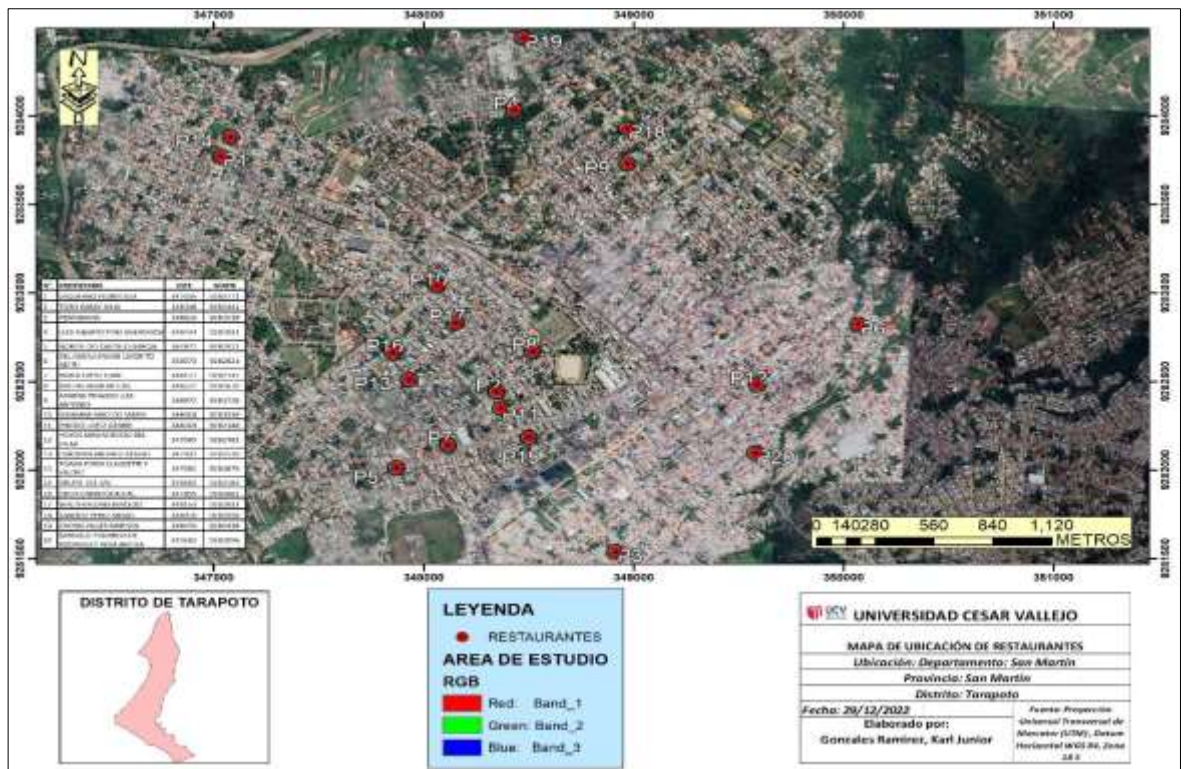


Figura 4: Ubicación de restaurantes elegidos para la investigación

## **Muestreo.**

El muestreo de estudio es no probabilístico porque es un método de muestreo en el que da a todos los sujetos igual de oportunidad de selección (Nicomedes, 2018).

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnicas de recolección de datos.**

- Observación: se usó para observar el procedimiento de tratamientos de los posibles cambios que pudieron ocurrir de inicio a final. Además, los investigadores procesan datos en condiciones relativamente controladas, especialmente porque estos últimos pueden manipular variables (Tamayo y Silva, 2011).
- pHmetro; se empleó para la toma de datos de los cambios de pH del agua durante los tratamientos. Es considerado un sensor usado en el método electroquímico para medir el pH de una disolución (Salomón y Miatello, 2010).
- Termómetro: se utilizó para medir la temperatura con un vaso de expansión de vidrio que sea recto y haga contacto directo con el agua que se está midiendo y que sea rastreable hasta un termómetro de vidrio de laboratorio certificado (Salomón y Miatello, 2010).
- Vasos de precipitación: fueron utilizados para medir las diversas concentraciones de microorganismos eficientes las cuales fueron aplicadas en las trampas de grasa.

#### **Formatos de recolección de datos.**

- Ficha nº1: es matriz como instrumento que sirvió para la recolección de los datos de las concentraciones iniciales de los contaminantes del agua de efluentes provenientes de restaurantes. (Ver anexo 2)
- Ficha nº2: es matriz como instrumento que facilitó la recolección de los datos de las concentraciones finales de los contaminantes del agua tratada por trampas de grasa de efluentes provenientes de restaurantes. (Ver anexo 3)



- Ficha n°3: es matriz como instrumento que se utilizó para recolección de los datos de las concentraciones finales de los contaminantes del agua tratada con trampas de grasa con microorganismo eficientes de efluentes provenientes de restaurantes. (Ver anexo 4).
- La validez y confiabilidad de los instrumentos fueron hechas por tres especialistas, estos se encontrarán en los anexos.

### 3.5. Procedimientos

#### 3.5.1. Ubicación:

La ejecución de la investigación se realizó en los centros comerciales en tal caso los restaurantes que se encuentran ubicados en el distrito de Tarapoto, Provincia de San Martín, Departamento de San Martín.



*Figura 5: Distrito de Tarapoto*

*Fuente: Google earth, 2022*

#### 3.5.2. Proceso de tratamiento

- Reconocimiento de los restaurantes en donde se realizó la ejecución de la investigación.
- Coordinaciones para las visitas con los administradores de cada establecimiento.



- Recojo de muestras de agua residual provenientes de los efluentes de restaurantes para posterior análisis en laboratorio de las concentraciones iniciales de los valores máximos admisibles.
- Se rotularon cada muestra, punto, fecha y hora de toma de muestra para él envió correspondiente al laboratorio acreditado por el INACAL.
- Posteriormente se instalaron las 20 trampas de grasa en cada establecimiento identificado, dividido con 10 establecimientos con trampas de grasa estándar y 10 trampas con microorganismos eficientes.



*Figura 6: Proceso de instalación de trampas de grasas*

- Seguidamente se obtuvieron los microorganismos eficientes en cuanto a bacterias MegaMicrobes; el producto MegaMicrobes cuenta con 1000 millones UFC/bacterias amigables que se adhieren en las paredes laterales de la trampa de grasa que valen para la digestión de residuos orgánicos y posterior limpieza de trampas de grasas.



*Figura 7: Bacterias MegaMicrobes*

- Para los tratamientos se usaron 250 ml/L de MegaMicrobes que se aplicaron a la trampa de grasas.
- Se realizó un monitoreo al comportamiento del agua dentro de la trampa de grasa por un tiempo de 15 días. Posteriormente se evaluó la eficiencia del tratamiento de la disminución de los valores máximos admisibles.
- Seguidamente se tomó las muestras de agua de las trampas de grasas estándar y las trampas de grasa con microorganismos eficientes (bacterias MegaMicrobes).

### **3.5.3. Análisis de laboratorio**

- Se determinó la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) mediante la atracción de oxígeno disuelto por oxidación bioquímica de la materia orgánica.
- Se determinó la DQO, mediante el método de reflujo cerrado para evaluar y obtener los contenidos de material oxidados químicamente en las aguas residuales.
- Posteriormente los SST, mediante el método gravimétrico, en el cual se obtuvo los diferentes tipos de materiales sólidos.
- Por ultimo los aceites y grasas (A y G), se realizó por el método de partición-gravimetría el cual se determinó la cantidad de aceites y grasas presentes en las aguas residuales.
- Posteriormente al obtener los datos de laboratorio se compararon con los VMA del D.S. N°010-2019-VIVIENDA, que es el Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, nos menciona los parámetros que se necesita analizar.
- Los datos adquiridos se procesaron por el programa estadístico SSPS para determinar la relación que existe entre las trampas de grasa estándar y trampas de grasa con microorganismos eficientes.
- Se elaboraron tablas y figuras para la comparación de valores obtenidos por cada contaminante antes y después del tratamiento.
- Además de la producción del informe final.
- Exposición del informe final

- Levantamiento de observaciones.
- Sustentación final.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Se utilizó un método de análisis estadístico mediante un modelo de regresión múltiple, que en este caso estimo el rendimiento o eficiencia de eliminación de grasa (la variable dependiente), la diferencia porcentual entre la grasa que entra y la que sale de la trampa. Dependiente de variables predictoras, caudal y días de operación, altura de grasa acumulada y altura de sólidos sedimentados.

Los valores que se introdujeron en el programa como eficiencias, tales como:

- Disminución de grasas y aceites, en miligramos por litro, disminución de DBO5, en mg/L, disminución de DQO, en miligramos por litro, eficacia de remoción de SST en miligramos por litro

Los valores de cada parámetro evaluado fueron vinculados a análisis de varianza (ANOVA) y también se analizaron mediante la comparación de Tukey con el hecho medio; esto se hará utilizando estadísticas SAS, además de elaborar gráficos y tablas utilizando el software Microsoft Excel.

### **3.7. Aspectos éticos**

Éticamente, la información de la investigación se obtuvo de fuentes confiables a nivel internacional y nacional que se encarga de los derechos de posesión intelectual individuales. El resumen de la tesis se basó en el encargo de la Universidad César Vallejo, de acuerdo con la norma No.-011 Lineamientos para la redacción de tesis respecto a las referencias de documentos elaborados según la norma internacional ISO 690 formatos de estudios relacionados con la propiedad intelectual.

#### IV. RESULTADOS

De los análisis correspondientes al agua de los efluentes provenientes de los restaurantes de Tarapoto se obtuvieron los siguientes resultados en base a los objetivos planteados en la investigación:

4.1. Valores iniciales (sin el tratamiento propuesto) de los parámetros demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), sólidos suspendidos totales (SST), aceites y grasas, de los efluentes provenientes de los restaurantes del distrito de Tarapoto.

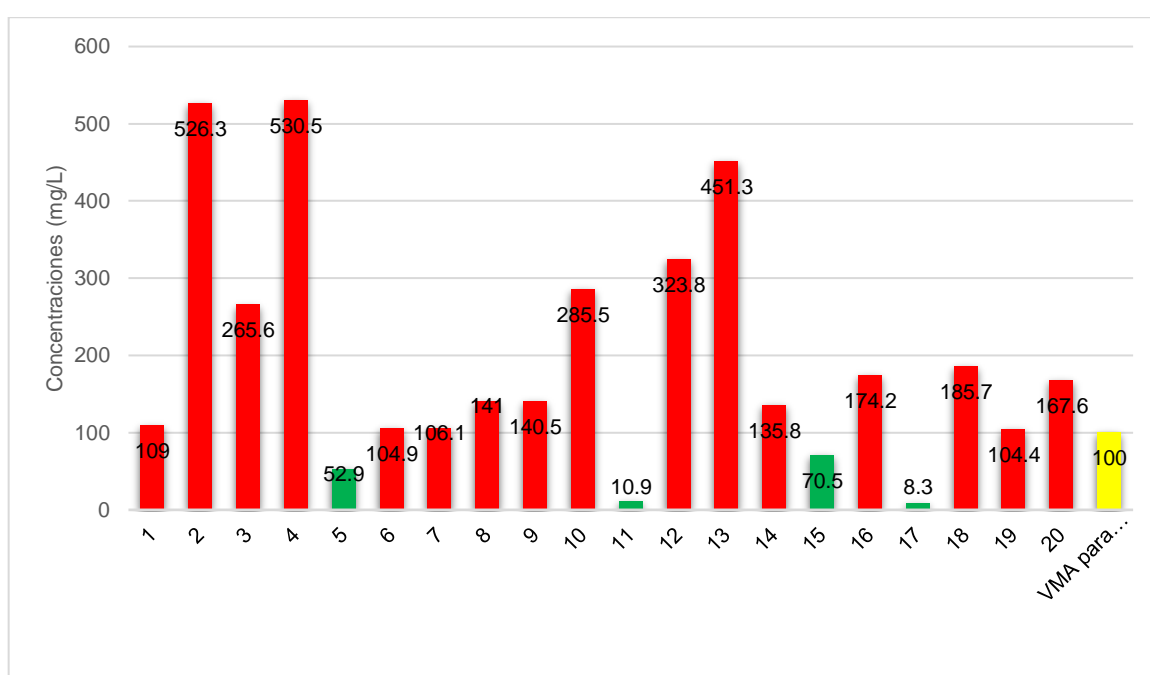


Figura 8: Valores iniciales en aceites y grasas

De acuerdo a la figura 8, el total de valores iniciales que tuvieron cada restaurante antes del uso de trampas de grasa y trampas de grasa con microorganismos eficientes, donde según los VMA para descargas al sistema de alcantarillado (mg/L), este no debe sobrepasar de 100 mg/L, pero sin embargo en su mayoría de los establecimientos se identificó que sobrepasan los valores establecidos. Siendo los resultados de los establecimiento como: El Restobar El Huayco con 109 mg/L, Restaurante Turístico Amazónica Zully S.A.C, con 526.6 mg/L, Pollería Sobre Brasa con 265.6 mg/L, Station Burger, que tuvo un valor de 530.5 mg/L, Antony Velayarce

Chuquizuta con 104.9 mg/L, Chifa Carrefour con 106.1 mg/L, Chifa Dim Sum con 141 mg/L, Cevichería Tesoro Marino con 140.5 mg/L, Restaurant Di Lonche con 285.5 mg/L, Amazónica Restaurant con 323.8 mg/L, Restaurante Matambre con 451.3 mg/L, Restaurante Sabor a Selva con 135.8 mg/L, Pollería Elizabeth con 174.2 mg/L, Pollería Camilita con 185.7 mg/L, Pollería Tropi Pollo con 104 mg/L y Zara's Cocina Natural con 167.6 mg/L., restaurantes que sobrepasaron los VMA para descargas al sistema de alcantarillado. Asimismo, se logró identificar que los establecimientos como Kings Pizza con 52.9 mg/L, Eviscerado El Gringo con 10.9 mg/L, Restaurante Sabor del Bueno con 70.5 mg/L, Picantería La Morropanita con 8.3 mg/L, esto establecimiento los valores obtenidos se encontraron por debajo de los VMA para descargas al sistema de alcantarillado de 100 mg/L, respectivamente.

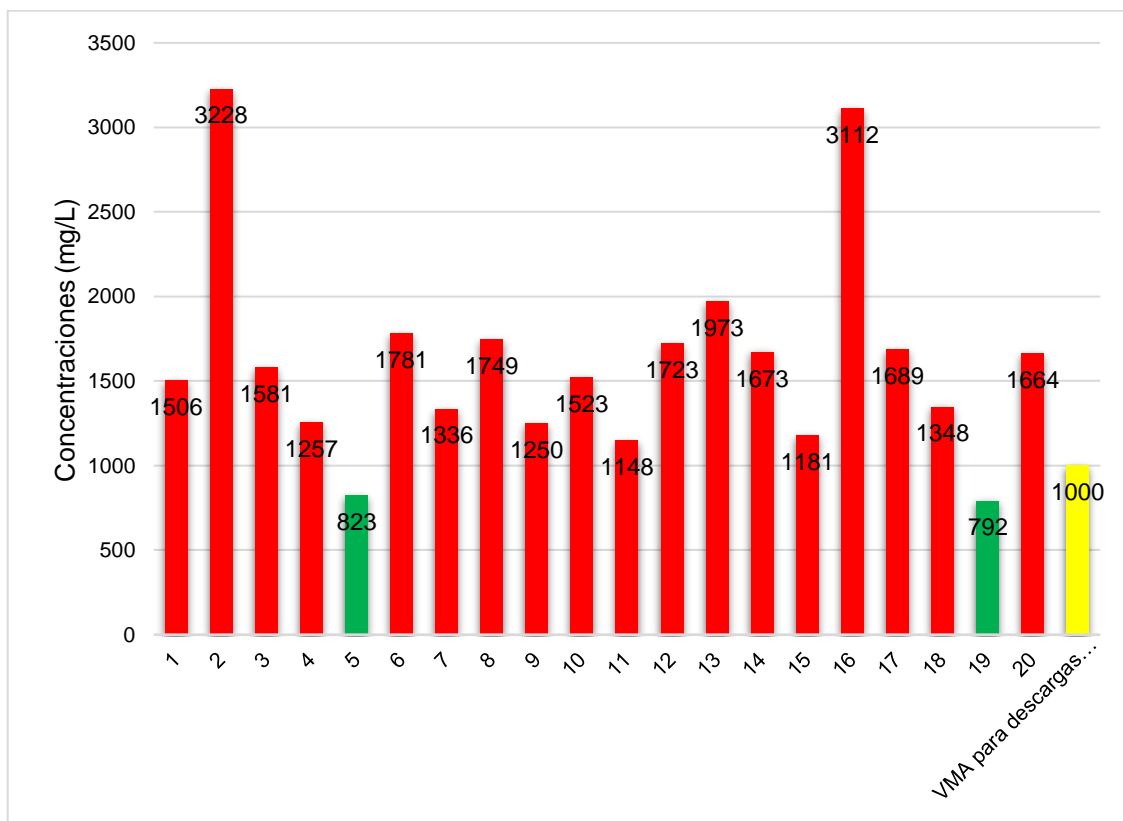


Figura 9: Valores iniciales en demanda química de oxígeno

Seguidamente según la figura 9, el total de valores iniciales que tuvieron cada restaurante antes del uso de trampas de grasa y trampas de grasa con microorganismos eficientes, que de acuerdo a al parámetro de la DQO de los VMA para descargas al sistema de alcantarillado (mg/L) no debe sobrepasar de 1000

mg/L, pero sin embargo en su mayoría de los establecimientos se identificó que sobrepasan los valores establecidos. Siendo los resultados de los establecimiento como: El Restobar El Huayco con 1506 mg/L, Restaurante Turístico Amazónica Zully S.A.C, con 3228 mg/L, Pollería Sobre Brasa con 1581 mg/L, Station Burger, que tuvo un valor de 1257 mg/L, Antony Velayarce Chuquizuta con 1781 mg/L, Chifa Carrefour con 1336 mg/L, Chifa Dim Sum con 1749 mg/L, Cevichería Tesoro Marino con 1250 mg/L, Restaurant Di Lonche con 1523 mg/L, Eviscerado El Gringo con 1148 mg/L, Amazónica Restaurant con 1723 mg/L, Restaurante Matambre con 1973 mg/L, Restaurante Sabor a Selva con 1673 mg/L, Restaurante Sabor del Bueno con 1181 mg/L, Pollería Elizabeth con 3112 mg/L, Picantería La Morropanita con 1689 mg/L, Pollería Camilita con 1348 mg/L y Zara's Cocina Natural con 1664 mg/L., restaurantes que sobrepasaron los VMA para descargas al sistema de alcantarillado. Asimismo, se logró identificar que los establecimientos como Kings Pizza con 823 y Pollería Tropi Pollo con 792 mg/L, esto establecimiento los valores obtenidos se encontraron por debajo de los VMA para descargas al sistema de alcantarillado de 100 mg/L, respectivamente.

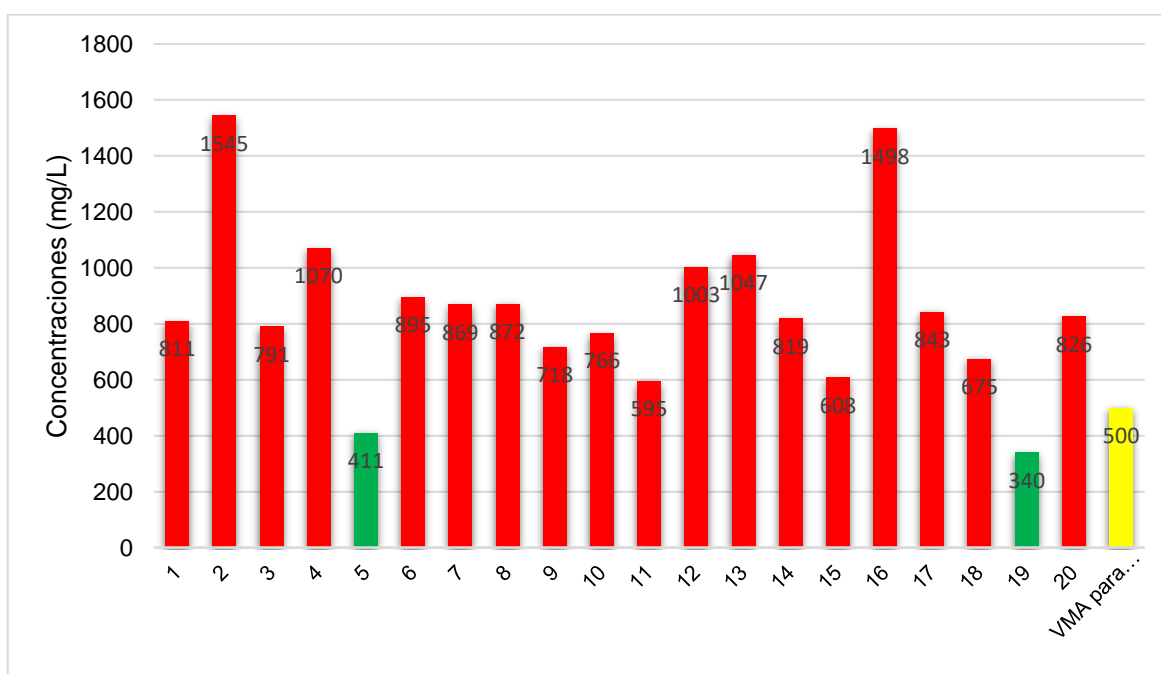


Figura 10: Valores iniciales en demanda bioquímica de oxígeno

Posteriormente según la figura 10, el total de valores iniciales que tuvieron cada restaurante antes del uso de trampas de grasa y trampas de grasa con

microorganismos eficientes, que de acuerdo a al parámetro de la DBO de los VMA para descargas al sistema de alcantarillado (mg/L) no debe sobrepasar de 500 mg/L, pero sin embargo en su mayoría de los establecimientos se identificó que sobrepasan los valores establecidos. Siendo los resultados de los establecimiento como: El Restobar El Huayco con 811 mg/L, Restaurante Turístico Amazónica Zully S.A.C, con 1545 mg/L, Pollería Sobre Brasa con 791 mg/L, Station Burger, que tuvo un valor de 1070 mg/L, Antony Velayarce Chuquizuta con 895 mg/L, Chifa Carrefour con 869 mg/L, Chifa Dim Sum con 872 mg/L, Cevichería Tesoro Marino con 718 mg/L, Restaurant Di Lonche con 766 mg/L, Eviscerado El Gringo con 595 mg/L, Amazónica Restaurant con 1003 mg/L, Restaurante Matambre con 1047 mg/L, Restaurante Sabor a Selva con 819 mg/L, Restaurante Sabor del Bueno con 608 mg/L, Pollería Elizabeth con 1498 mg/L, Picantería La Morropanita con 843 mg/L, Pollería Camilita con 675 mg/L y Zara's Cocina Natural con 826 mg/L., restaurantes que sobrepasaron los VMA para descargas al sistema de alcantarillado. Asimismo, se logró identificar que los establecimientos como Kings Pizza con 411 mg/L y Pollería Tropi Pollo con 340 mg/L, esto establecimiento los valores obtenidos se encontraron por debajo de los VMA para descargas al sistema de alcantarillado de 100 mg/L, respectivamente.

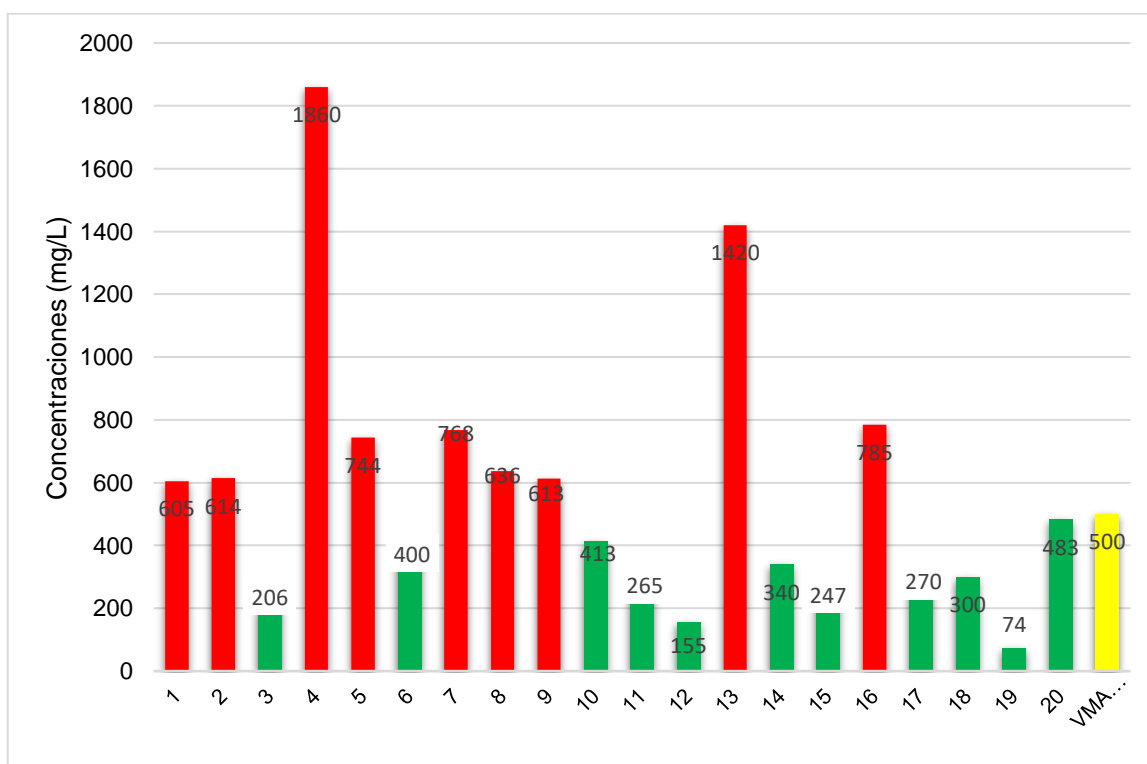


Figura 11: Valores iniciales de solidos suspendidos totales

Posteriormente según la figura 11, el total de valores iniciales que tuvieron cada restaurante antes del uso de trampas de grasa y trampas de grasa con microorganismos eficientes, que de acuerdo a al parámetro de los sólidos suspendidos totales (SST) de los VMA para descargas al sistema de alcantarillado (mg/L) no debe sobrepasar de 500 mg/L, pero sin embargo se tuvo minoría de los establecimientos que sobrepasaron los valores establecidos. Siendo los resultados de los establecimientos como: El Restobar El Huayco con 605 mg/L, Restaurante Turístico Amazonica Zully S.A.C, con 614 mg/L, Station Burger, que tuvo un valor de 1860 mg/L, Kings Pizza con 744 mg/L, Chifa Carrefour con 768 mg/L, Chifa Dim Sum con 636 mg/L, Cevicheria Tesoro Marino con 613 mg/L, Restaurante Matambre con 1420 mg/L, Pollería Elizabeth con 785 mg/L., restaurantes que sobrepasaron los VMA para descargas al sistema de alcantarillado. Asimismo, se logró identificar que los establecimientos como: Polleria Sobre Brasa con 206 mg/L, Antony Velayarce Chuquizuta con 400 mg/L, Restaurant Di Lonche con 413 mg/L, Eviscerado El Gringo con 265 mg/L, Amazonica Restaurant con 155 mg/L, Restaurante Sabor a Selva con 340 mg/L, Restaurante Sabor del Bueno con 247 mg/L, Picantería La Morropanita con 270 mg/L, Polleria Camilita con 300 mg/L, Pollería Tropi Pollo con 74 mg/L y Zara's Cocina Natural con 483 mg/L, esto establecimiento los valores obtenidos se encontraron por debajo de los VMA para descargas al sistema de alcantarillado de 100 mg/L, respectivamente.

4.2. Concentración mínima de microorganismos eficientes usados en la trampa de grasa en comparación con trampas de grasa estándar para disminuir DQO, DBO5, SST, aceites y grasas presentes en efluentes provenientes de restaurantes del distrito de Tarapoto.

Se establecieron las concentraciones mínimas de los ME de 250 ml/L en cada trampa de grasa de los restaurantes como: Pollería Camilita, Picantería La Morropanita, Pollería Elizabeth, Restaurante Sabor del Bueno, Restaurant Sabor a Selva, Restaurante Matambre, Eviscerado El Gringo, Amazónica Resturant, Zara's Cocina Natural y Pollería Tropi Pollo. (tabla 3)



Tabla 3: Dosis de ME suministradas en trampas de grasa

| Ítem | Restaurantes              | Dosis de ME por trampas de grasa (ml/L) |
|------|---------------------------|---|
| 1    | Pollería Camilita         | 250                                     |
| 2    | Picantería La Morropanita | 250                                     |
| 3    | Pollería Elizabeth        | 250                                     |
| 4    | Resturant Sabor del Bueno | 250                                     |
| 5    | Restaurant Sabor a Selva  | 250                                     |
| 6    | Restaurante Matambre      | 250                                     |
| 7    | Eviscerado El Gringo      | 250                                     |
| 8    | Amazónica Resturant       | 250                                     |
| 9    | Zara's Cocina Natural     | 250                                     |
| 10   | Pollería Tropi Pollo      | 250                                     |
|      | Total                     | 2500                                    |
|      | Promedio                  | 250                                     |

4.3. Eficiencia de la trampa de grasa con microorganismos eficientes en relación con una trampa de grasa estándar respecto a la disminución de DQO, DBO5, SST, aceites y grasas presentes en los efluentes provenientes de restaurantes del distrito de Tarapoto.

En el siguiente cuadro se da a conocer los valores de eficiencia de disminución de aceites y grasas en los 20 restaurantes elegidos para esta investigación, para ello se dividió en dos grupos de 10 para realizar dicha técnica y así comparar cual es más eficiente.

Tabla 4: Análisis de varianza de A y G según trampas de grasa con ME y trampas de grasa estándar.

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F Valor | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|--------|
| Tratamientos        | 3                  | 312.2436          | 103.2218         | 10.123  | 0.536  |
| Error               | 17                 | 1733.1512         | 354.2563         |         |        |
| SUMA TOTAL          | 20                 | 2045.3998         |                  |         |        |

En la tabla 4 según el análisis de varianza realizado en ANOVA, donde se determinó la cantidad de aceites y grasas de las aguas tratadas provenientes de los restaurantes del distrito de Tarapoto, durante un periodo de 15 días, posterior a la adecuación de trampas de grasas con microorganismos eficientes y trampas de grasas estándar; exponiendo que si se encontró significación basada en el efecto.

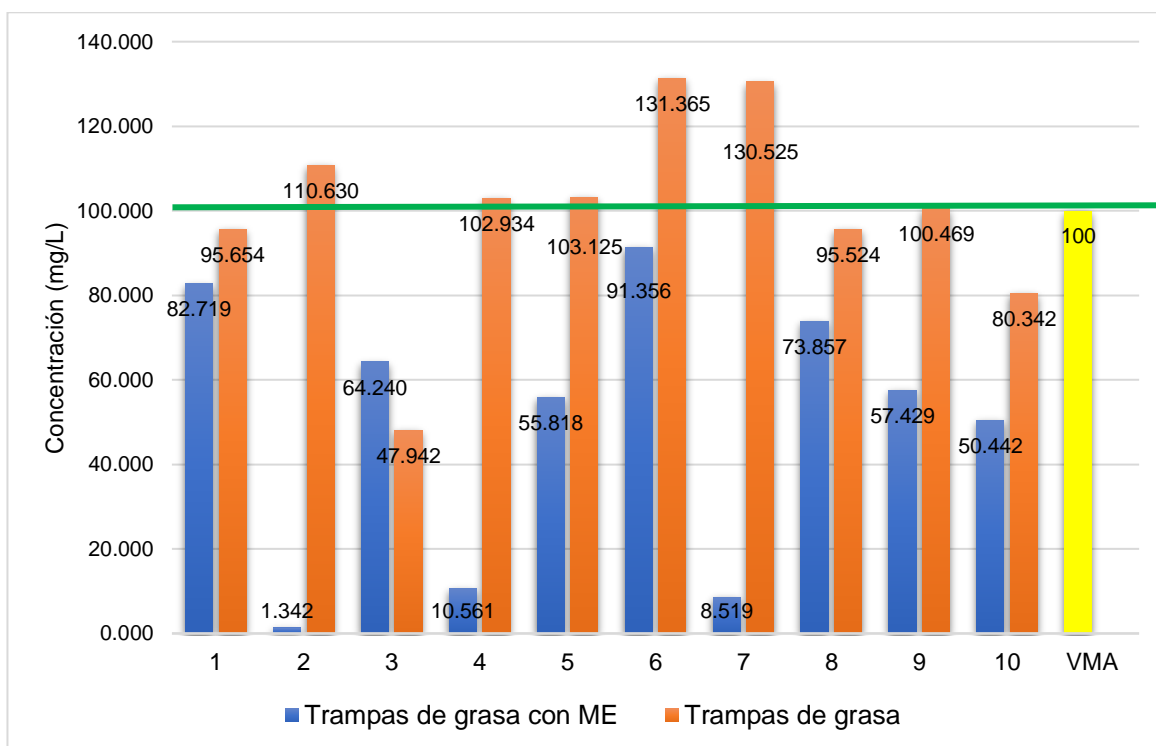


Figura 12: Eficiencia de disminución de A y G según trampas de grasa con ME y trampa de grasa estándar

De acuerdo con el análisis de comparación de medias con Tukey ( $p \leq 0.05$ ), el promedio establecido de la cantidad de aceites y grasas en el agua proveniente de

los restaurantes del distrito de Tarapoto con tratamiento con trampas de grasas y microorganismos eficientes se presentó en la figura 12. Obteniendo las siguientes concentraciones promedio de aceites y grasas que en algunos establecimientos superaron el valor máximo admisible de 100 mg/L. Como los establecimientos de Station Burger con 110.6 mg/L, Anthony Velayarce Chuquizuta con 102.9 mg/L, Chifa Carrefour con 103.1 mg/L, Chifa Dim Sum con 131.0 mg/L, Tesoro Marino con 130.5 mg/L. Los establecimientos como Pollería Sobre Brasa 95.6 mg/L, Kings Pizza con 47.9 mg/L, Di Lonche con 95.5 mg/L y Restaurante Turístico Amazónica Zully S.A.C., con 80.3 mg/L lograron disminuir las concentraciones de aceites y grasas según como lo establecen los VMA para descargas al sistema de alcantarillado en base al D.S. N°010-2019-VIVIENDA. En cuanto al uso de trampas de grasa con microorganismos eficientes en comparación de las trampas estándar se logró tener un efecto positivo al 100 % en los restaurantes como: Pollería Camilita con 82.7 mg/L, Picantería La Morropanita con 1.3 mg/L, Pollería Elizabeth con 64.2 mg/L, Resturant Sabor del Bueno con 10.5 mg/L, Restaurant Sabor a Selva con 55.8 mg/L, Resturante Matambre con 91.3 mg/L, Eviscerado El Gringo con 8.5 mg/L, Amazonica Resturant con 73.8 mg/L, Zara´s Cocina Natural con 57.4 mg/L y Pollería Tropi Pollo con 50.4 mg/L. Se quedo de mostrado que las trampas de grasa con microorganismos tuvieron mejores efectos en la disminución de las concentraciones de aceites y grasas como lo establece los VMA para descargas al sistema de alcantarillado en base al D.S. N°010-2019-VIVIENDA

En la siguiente tabla se muestra la eficiencia de disminución de la demanda bioquímica de oxígeno, esto de acuerdo al uso de trampas de grasa con microorganismos eficientes y trampas de grasa estándar o convencionales.

*Tabla 5: Análisis de varianza de DBO según trampas de grasa con ME y trampas de grasa estándar*

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F Valor | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|--------|
| Tratamientos        | 3                  | 384.5623          | 135.1113         | 10.123  | 0.546  |
| Error               | 17                 | 5763.1211         | 435.3334         |         |        |
| SUMA TOTAL          | 20                 | 6147.6834         |                  |         |        |

En la tabla 5 según el análisis de varianza realizado en ANOVA, donde se determinó la cantidad de demanda biológica de oxígeno (DBO) de las aguas tratadas provenientes de los restaurantes del distrito de Tarapoto, durante un periodo de 15 días, posterior a la adecuación de trampas de grasas con microorganismos eficientes y trampas de grasas estándar; exponiendo que si se encontró significación basada en el efecto.

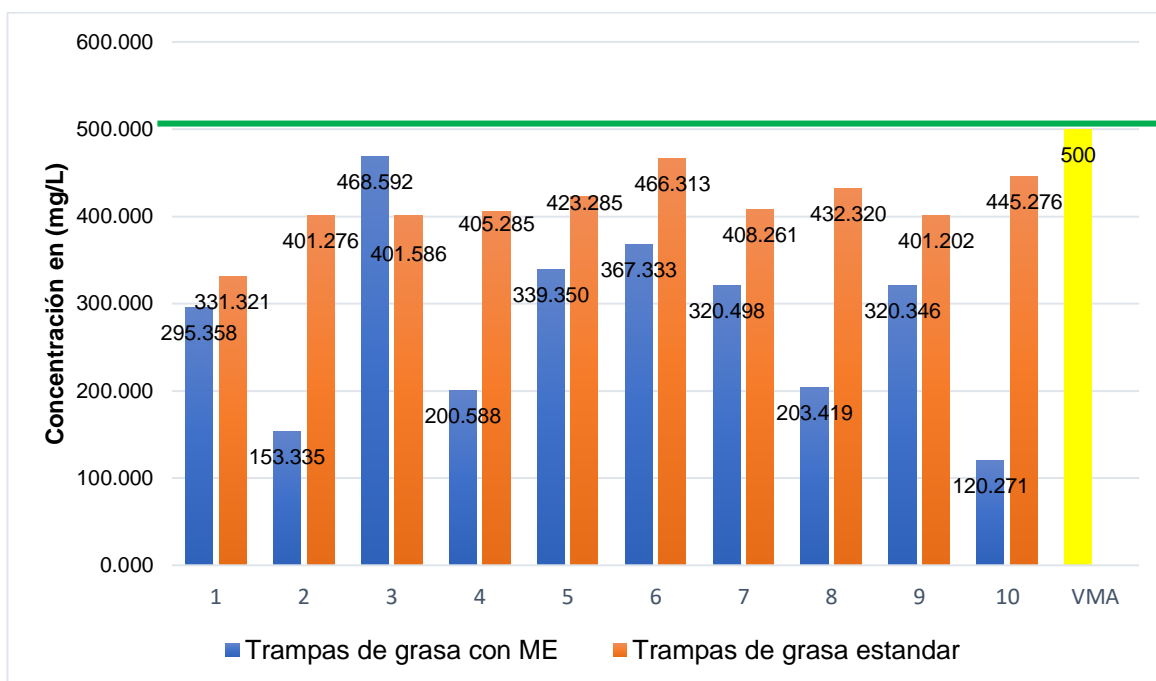


Figura 13: Eficiencia de disminución de DBO según trampas de grasa con ME y trampas de grasa estándar

De acuerdo con el análisis de comparación de medias con Tukey ( $p \leq 0.05$ ), el promedio establecido de la cantidad de DBO en el agua proveniente de los restaurantes del distrito de Tarapoto con tratamiento con trampas de grasas y microorganismos eficientes se presentó en la figura 13. Se determinó que en todos los establecimientos disminuyeron los valores máximo admisible de 500 mg/L de la demanda biológica de oxígeno (DBO). Los establecimientos fueron: La Pollería Sobre Brasa con 331 mg/L, Station Burger con 401 mg/L, Kings Pizza con 401 mg/L, Anthony Velayarce Chuquizuta con 405 mg/L, Chifa Carrefour con 423 mg/L, Chifa Dim Sum con 466 mg/L, Tesoro Marino con 408 mg/L, Di Lonche con 408 mg/L, Restobar El Huayco con 401 mg/L y Restaurante Turístico Amazónica Zully S.A.C.,

con 455 mg/L lograron disminuir moderadamente las concentraciones de DBO según como lo establecen los VMA para descargas al sistema de alcantarillado en base al D.S. N°010-2019-VIVIENDA. Sin embargo con el uso de trampas de grasa con microorganismos eficientes en comparación de las trampas estándar se logró un efecto positivo al 100 % por debajo de las concentraciones de trampas de grasa estándar en los restaurantes como: Pollería Camilita con 295 mg/L, Picantería La Morropanita con 153 mg/L, Pollería Elizabeth con 468 mg/L, Resturant Sabor del Bueno con 200 mg/L, Restaurant Sabor a Selva con 339 mg/L, Resturante Matambre con 367 mg/L, Eviscerado El Gringo con 320 mg/L, Amazonica Resturant con 203 mg/L, Zara´s Cocina Natural con 320 mg/L y Pollería Tropi Pollo con 120 mg/L. Se quedó demostrado que las trampas de grasa con microorganismos eficientes tuvieron mejores efectos en la disminución de las concentraciones de DBO como lo establece los VMA para descargas al sistema de alcantarillado en base al D.S. N°010-2019-VIVIENDA.

En la tabla 6, se muestra los valores de eficiencia de disminución de la demanda química de oxígeno en miligramos por litros, esto de acuerdo al tipo de trampa de grasa empleado. Para demostrar la eficiencia de cada trampa se dividió en dos grupos de 10 establecimientos, estos valores se muestran a continuación:

*Tabla 6: Análisis de varianza de DQO según trampas de grasa con ME y trampas de grasa estándar*

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F Valor | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|--------|
| Tratamientos        | 3                  | 786.2555          | 742.3652         | 38.125  | 0.586  |
| Error               | 17                 | 13940.6554        | 936.5441         |         |        |
| SUMA TOTAL          | 20                 | 14726.9109        |                  |         |        |

En la tabla 6 según el análisis de varianza realizado en ANOVA, donde se determinó la cantidad de demanda biológica de oxígeno (DQO) de las aguas tratadas provenientes de los restaurantes del distrito de Tarapoto, durante un periodo de 15 días, posterior a la adecuación de trampas de grasas con microorganismos

eficientes y trampas de grasas estándar; exponiendo que si se encontró significación basada en el efecto.

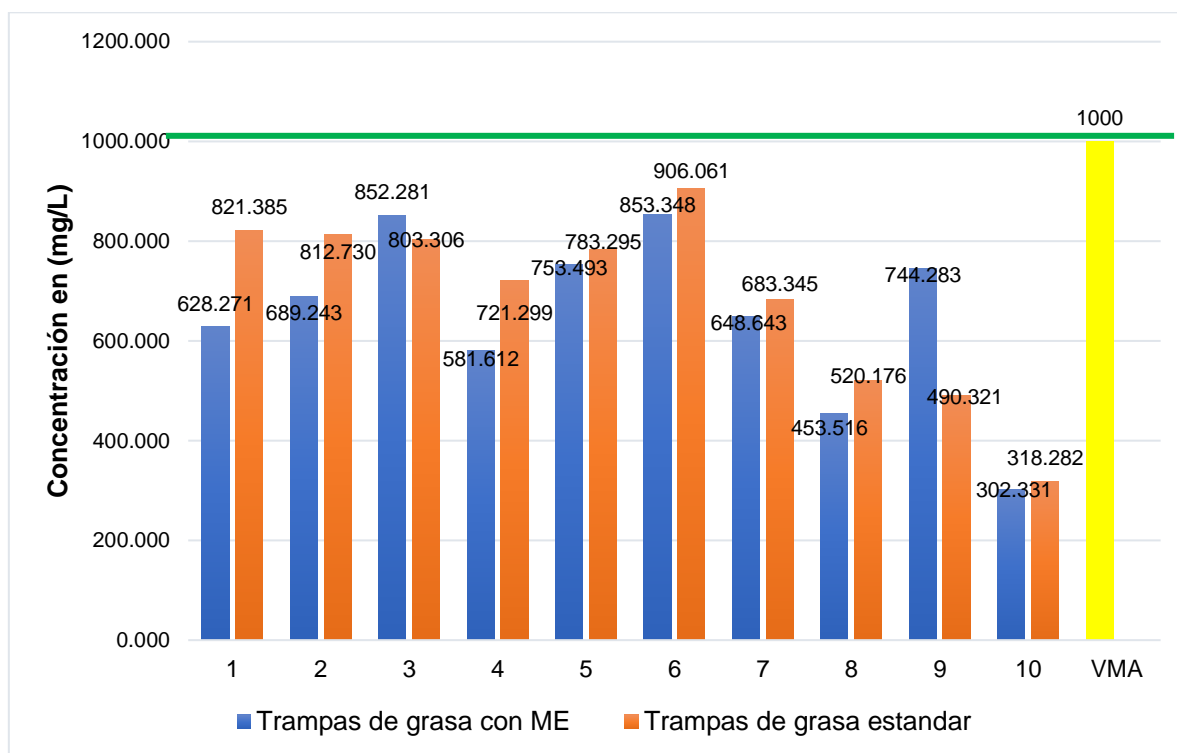


Figura 14: Eficiencia de disminución de DQO según trampas de grasa con ME y trampas de grasa estándar

De acuerdo con el análisis de comparación de medias con Tukey ( $p \leq 0.05$ ), el promedio establecido de la cantidad de DQO en el agua proveniente de los restaurantes del distrito de Tarapoto con tratamiento con trampas de grasas y microorganismos eficientes se presentó en la figura 14. Se determinó que en todos los establecimientos disminuyeron los valores máximo admisible de 1000 mg/L de la demanda química de oxígeno (DQO). Los establecimientos fueron: La Pollería Sobre Brasa con 821 mg/L, Station Burger con 812.7 mg/L, Kings Pizza con 803 mg/L, Anthony Velayarce Chuquizuta con 721 mg/L, Chifa Carrefour con 783 mg/L, Chifa Dim Sum con 906 mg/L, Tesoro Marino con 683 mg/L, Di Lonche con 520 mg/L, Restobar El Huayco con 490 mg/L y Restaurante Turística Amazónica Zully S.A.C., con 318 mg/L lograron disminuir moderadamente las concentraciones de DQO según como lo establecen los VMA para descargas al sistema de

alcantarillado en base al D.S. N°010-2019-VIVIENDA. Sin embargo con el uso de trampas de grasa con microorganismos eficientes en comparación de las trampas estándar se logró un efecto positivo al 100 % por debajo de las concentraciones de trampas de grasa estándar en los restaurantes como: Pollería Camilita con 628 mg/L, Picantería La Morropanita con 689 mg/L, Pollería Elizabeth con 852 mg/L, Resturant Sabor del Bueno con 581 mg/L, Restaurant Sabor a Selva con 753 mg/L, Restaurante Matambre con 853 mg/L, Eviscerado El Gringo con 648 mg/L, Amazonica Resturant con 453 mg/L, Zara's Cocina Natural con 744 mg/L y Pollería Tropi Pollo con 302 mg/L. Se quedó demostrado que las trampas de grasa con microorganismos eficientes tuvieron mejores efectos en la disminución de las concentraciones de DQO como lo establece los VMA para descargas al sistema de alcantarillado en base al D.S. N°010-2019-VIVIENDA

En la siguiente tabla 7 se muestra la disminución de valores de concentración de solidos suspendidos totales en mg/L, para ello se dividió 10 establecimientos con el uso de trampas de grasa con microorganismos eficientes y 10 establecimientos con trampas de grasa estándar, estos valores se muestran a continuación:

*Tabla 7: Eficiencia de disminución de SST según trampa de grasa*

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | F Valor | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|---------|--------|
| Tratamientos        | 3                  | 294.9975          | 242.112          | 12.510  | 0.516  |
| Error               | 17                 | 2346.2565         | 198.3144         |         |        |
| SUMA TOTAL          | 20                 | 2641.2540         |                  |         |        |

En la tabla 7 según el análisis de varianza realizado en ANOVA, donde se determinó la cantidad de solidos suspendidos totales (SST) de las aguas tratadas provenientes de los restaurantes del distrito de Tarapoto, durante un periodo de 15 días, posterior a la adecuación de trampas de grasas con microorganismos eficientes y trampas de grasas estándar; exponiendo que si se encontró significación basada en el efecto.

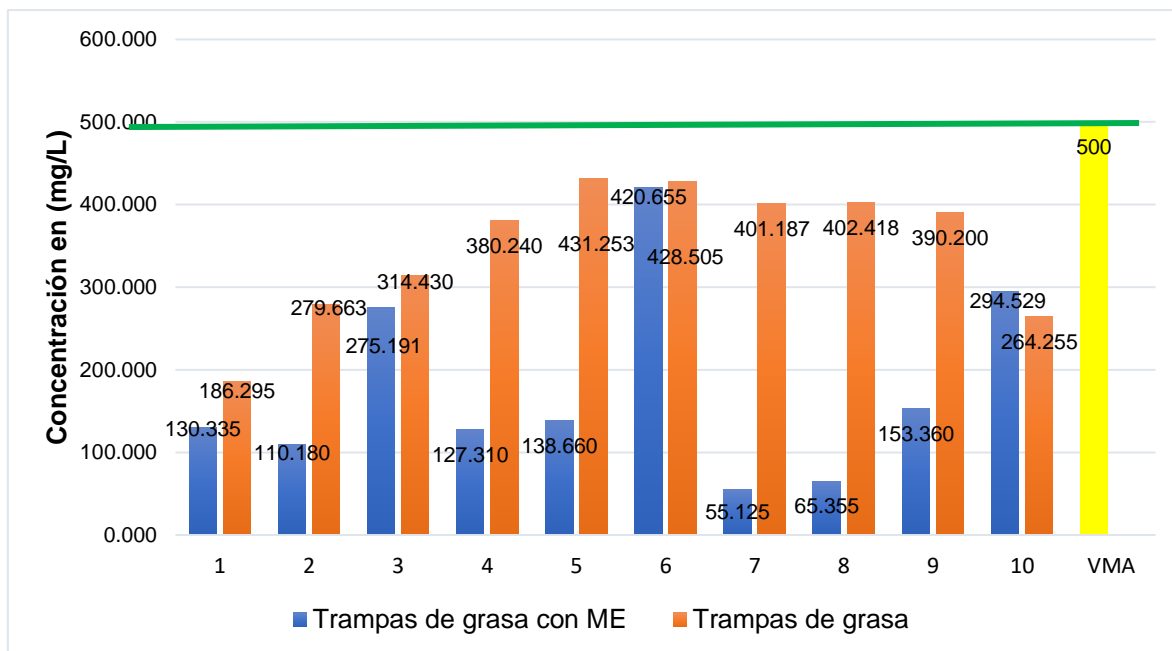


Figura 15: Eficiencia de disminución de SST según trampas de grasa con ME y trampas de grasa estándar

De acuerdo con el análisis de comparación de medias con Tukey ( $p \leq 0.05$ ), el promedio establecido de la cantidad de SST en el agua proveniente de los restaurantes del distrito de Tarapoto con tratamiento con trampas de grasas y microorganismos eficientes se presentó en la figura 15. Donde se determinó que un establecimiento superó el valor máximo admisible de 500 mg/L. En cuanto al establecimientos Kings Pizza con 714 mg/L. Sin embargo, se determinó que en 9 establecimientos disminuyeron los valores máximo admisible de los sólidos suspendidos totales (SST). Los establecimientos fueron: La Pollería Sobre Brasa con 186 mg/L, Station Burger con 279 mg/L, Anthony Velayarce Chuquizuta con 380 mg/L, Chifa Carrefour con 431 mg/L, Chifa Dim Sum con 428 mg/L, Tesoro Marino con 401 mg/L, Di Lonche con 402 mg/L, Restobar El Huayco con 390 mg/L y Restaurante Turístico Amazónica Zully S.A.C., con 264 mg/L lograron disminuir moderadamente las concentraciones de SST según como lo establecen los VMA para descargas al sistema de alcantarillado en base al D.S. N°010-2019-VIVIENDA.

Sin embargo con el uso de trampas de grasa con microorganismos eficientes en comparación de las trampas estándar se logró un efecto positivo al 100 % por debajo de las concentraciones de trampas de grasa estándar en los restaurantes

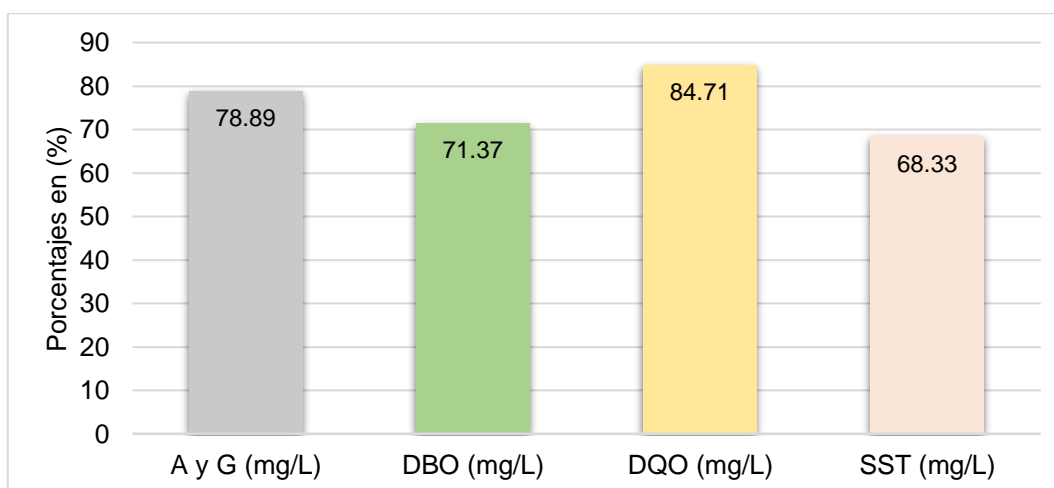


como: Pollería Camilita con 130 mg/L, Picantería La Morropanita con 110 mg/L, Pollería Elizabeth con 275 mg/L, Resturant Sabor del Bueno con 127 mg/L, Restaurant Sabor a Selva con 138 mg/L, Restaurante Matambre con 420 mg/L, Eviscerado El Gringo con 55 mg/L, Amazonica Resturant con 65 mg/L, Zara's Cocina Natural con 153 mg/L y Pollería Tropi Pollo con 294 mg/L. Se quedó demostrado que las trampas de grasa con microorganismos eficientes tuvieron mejores efectos en la disminución de las concentraciones de SST como lo establece los VMA para descargas al sistema de alcantarillado en base al D.S. N°010-2019-VIVIENDA.

En la tabla 8 se muestra los resultados en promedios de las concentraciones iniciales y finales en base a una diferencia dando como porcentaje de reducción al monitoreo y resultado de las trampas de grasa estándar.

*Tabla 8: Porcentaje de reducción en trampas de grasa estándar*

| Parámetros   | Concentración inicial | Concentración final | Diferencia | % de reducción |
|--------------|-----------------------|---------------------|------------|----------------|
| A y G (mg/L) | 194.74                | 99.74               | 95         | 78.89          |
| DBO (mg/L)   | 850.1                 | 411.3               | 438.8      | 71.37          |
| DQO (mg/L)   | 1616.85               | 685.77              | 931.08     | 84.71          |
| SST (mg/L)   | 559.9                 | 387.5               | 172.4      | 68.33          |



*Figura 16: Porcentajes de reducción de VMA con trampas de grasa estándar*

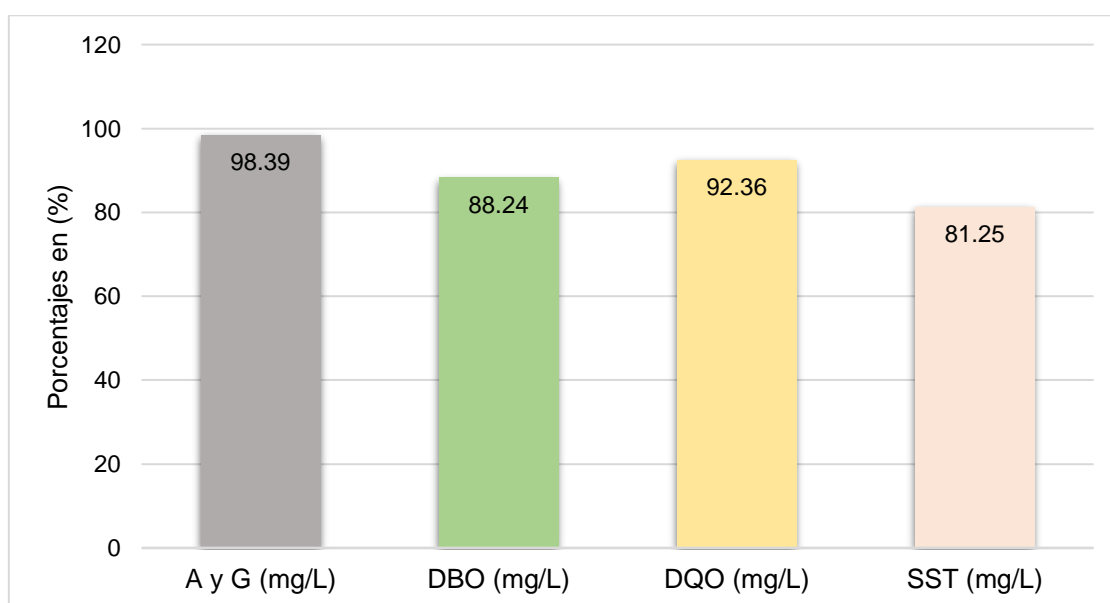
Según la figura 16, el mayor porcentaje de reducción se obtuvo en DQO con un 84,81 %, seguido de los A y G con un 78.89 %, los DBO con un 71.37 % y el menor

porcentaje fue para SST con un 68.33 %. Comparando estos resultados con los de la Tabla 10 que fueron con tratamiento con trampas de grasa con microorganismo eficientes, se aprecia que se obtuvo menor eficiencia con el tratamiento con trampas de grasa estándar, y se consiguió algunos valores un poco mayores a los establecidos en los VMA, de manera rápida. Sin embargo, este método requiere de mayor atención y un mayor presupuesto por parte de los propietarios de los establecimientos evaluados.

En la tabla 9 se muestra los resultados en promedios de las concentraciones iniciales y finales en base a una diferencia dando como porcentaje de reducción al monitoreo y resultado de las trampas de grasa con microorganismos eficientes.

*Tabla 9: Porcentaje de reducción en trampas de grasa con microorganismos eficientes*

| Parámetros   | Concentración inicial | Concentración final | Diferencia | % de reducción |
|--------------|-----------------------|---------------------|------------|----------------|
| A y G (mg/L) | 194.74                | 49.9                | 144.84     | 98.39          |
| DBO (mg/L)   | 850.1                 | 278.5               | 571.6      | 88.24          |
| DQO (mg/L)   | 1616.85               | 650.3               | 966.55     | 92.36          |
| SST (mg/L)   | 559.9                 | 176.7               | 383.2      | 81.25          |



*Figura 17: Porcentajes de reducción de VMA con trampas de grasa con microorganismos eficientes.*

Según la figura 17, el mayor porcentaje de reducción se obtuvo en A y G con un 98.39 %, seguido de los DQO con un 92.36 %, los DBO con un 88.24 % y el menor porcentaje fue para SST con un 81.25 %. Comparando estos resultados con los de la Tabla 9 que fueron con tratamiento con trampas de grasa estándar moderadamente eficientes, se aprecia que se obtuvo una mayor eficiencia con el tratamiento con trampas de grasa con microorganismos eficientes, y se consiguió que todos los valores establecidos estuvieran por debajo de los VMA para descargas al sistema de alcantarillado en base al D.S. N°010-2019-VIVIENDA, de manera rápida. Sin embargo, este método también requiere de mayor atención y un mayor presupuesto por mejorar la implementación por los propietarios de los establecimientos evaluados.

## V. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos de los valores iniciales antes de los tratamientos con las trampas de grasa y las trampas de grasa con microorganismos eficientes en los parámetros aceites y grasas (AyG), fueron los que sobrepasaron valores de 109 mg/L a 530 mg/L., además de los restaurantes que no sobrepasaron los VMA para descargas al sistema de alcantarillado fueron de valores de 8.3 mg/L a 70.5 mg/L. Al comparar con su investigación de Narváez et al. (2019), tuvieron como propósito valorar los valores admisibles máximos de vertimiento de aguas residuales no domesticas vertidas en una red de alcantarilla donde lograron determinar mediante evaluaciones iniciales de 3104.85 mg/L de aceites y grasas en las aguas de los establecimientos comerciales.

Seguido de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), se obtuvieron los resultados de 1148 mg/L a 3228 mg/L, además se determinaron restaurantes que no sobrepasaron los VMA para descargas al sistema de alcantarillado de 823 y 792 mg/L. Al compara con su investigación de Ortega (2018), que evaluaron el uso de colectores de aceite y grasa en aguas residuales domésticas de empresas comerciales y de servicios homologadas, que por medio de evaluaciones encontraron el valor de DBO5 a la entrada de la trampa superando los 600 mg/L, datos semejantes a la investigación.

También la demanda química de oxígeno (DQO), se obtuvieron los datos que sobrepasaron los VMA de 595 mg/L a 1545 mg/L, además de restaurantes que no sobrepasaron los VMA para descargas al sistema de alcantarillado de 411 mg/L y 340 mg/L. Comparando con su investigación de Cabrera, Montenegro y Jiménez (2021), evaluaron el desarrollo del tratamiento de aguas residuales en la industria de embutidos en base a trampas de grasa. Donde determinaron que las aguas residuales crudas de la industria productora de embutidos se encontraron DQO que no cumplieron con los estándares, siendo de 3046 mg/l, datos similares a la investigación desarrollada.

Igualmente, los sólidos suspendidos totales (SST) Siendo los resultados de los establecimientos de 605 mg/L a 1860 mg/L, restaurantes que sobrepasaron los VMA para descargas al sistema de alcantarillado. Asimismo, se logró identificar que los establecimientos que no sobrepasaron con valores de 74 mg/L a 483 mg/L. Comparando con su investigación de Cabrera, Montenegro y Jiménez (2021),

evaluaron el desarrollo del tratamiento de aguas residuales en la industria de embutidos en base a trampas de grasa. Donde determinaron que el agua residual cruda de la industria productora de embutidos se encontró SST que no cumplieron con los estándares, siendo el valor de 2159 mg/l, datos semejantes a la evaluación de las aguas provenientes de los efluentes de los restaurantes del distrito de Tarapoto.

Posteriormente se estableció la concentración mínima de los microorganismos eficientes siendo de 250 ml/L en cada trampa de grasa de los restaurantes como: Pollería Camilita, Picantería La Morropanita, Pollería Elizabeth, Restaurante Sabor del Bueno, Restaurant Sabor a Selva, Restaurante Matambre, Eviscerado El Gringo, Amazónica Resturant, Zara´s Cocina Natural y Pollería Tropi Pollo. Usados en la trampa para disminuir las concentraciones de DQO, DBO5, SST, aceites y grasas presentes en efluentes provenientes de restaurantes del distrito de Tarapoto. Al realizar comparación con su investigación de Acuña et al. (2021), determinaron la mejor dosis efectiva de microorganismos además de la retención hidráulica para la planta de procesamiento de aguas residuales Yauli, Huancavelica, donde usaron una dosis óptima de 20 ml/L, que al relacionar con nuestra investigación se tuvo mejor eficiencia que el investigador Acuña.

Consecutivamente se determinó la eficiencia de la trampa de grasa con microorganismos eficientes en relación con una trampa de grasa estándar respecto a la disminución de DQO, DBO5, SST, aceites y grasas presentes en los efluentes provenientes de restaurantes del distrito de Tarapoto. Donde el tratamiento con trampas estándares el mayor porcentaje de reducción se obtuvo en DQO con un 84,81 %, seguido de los A y G con un 78.89 %, los DBO con un 71.37 % y el menor porcentaje fue para SST con un 68.33 %. Por lo tanto, las trampas con microorganismos eficientes el mayor porcentaje de reducción se obtuvo en A y G con un 98.39 %, seguido de los DQO con un 92.36 %, los DBO con un 88.24 % y el menor porcentaje fue para SST con un 81.25 %. Comparando estos resultados con trampas de grasa estándar que tuvieron una ligeramente eficiencia, apreciando que se obtuvo una mayor eficiencia con el tratamiento con trampas de grasa con microorganismos eficientes, y se consiguió que todos los valores establecidos

estuvieron por debajo de los VMA para descargas al sistema de alcantarillado en base al D.S. N°010-2019-VIVIENDA

## **VI. CONCLUSIONES**

Los valores iniciales sin el tratamiento propuesto de los parámetros demanda química de oxígeno (DQO) fue 1616.85 mg/L superior al VMA de descarga a al sistema de alcantarillado de 1000 mg/L, demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) de 850 mg/L, superior descarga a al sistema de alcantarillado de 500 mg/L, solidos suspendidos totales (SST) de 559.9 mg/L superior a la descarga al sistema de alcantarillado de 500 mg/L, aceites y grasas de 1394.74 mg/L superior a la descarga al sistema de alcantarillado de 100 mg/L, de los efluentes provenientes de los restaurantes del distrito de Tarapoto.

La concentración mínima de microorganismos eficientes usados en la trampa de grasa fue de 250 ml/L en los restaurantes como: Pollería Camilita, Picantería La Morropanita, Pollería Elizabeth, Restaurante Sabor del Bueno, Restaurant Sabor a Selva, Restaurante Matambre, Eviscerado El Gringo, Amazónica Resturant, Zara´s Cocina Natural y Pollería Tropi Pollopara, donde se logró disminuir DQO, DBO5, SST, aceites y grasas presentes en efluentes provenientes de restaurantes del distrito de Tarapoto.

La eficiencia de la trampa de grasa con microorganismos eficientes fue mejor en relación con una trampa de grasa estándar, respecto a la disminución de mayor porcentaje se obtuvo en A y G con un 98.39 %, seguido de los DQO con un 92.36 %, los DBO con un 88.24 % y el menor porcentaje fue para SST con un 81.25 % presentes en los efluentes provenientes de restaurantes del distrito de Tarapoto.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Los mayores inconvenientes encontrados a lo largo del tratamiento, fueron la determinación de los establecimientos en la ubicación de puntos de toma de muestra en los análisis iniciales antes de las instalaciones de las trampas de grasa y trampas de grasa con microorganismos eficientes, considerados que las concentraciones superen lo establecido por los VMA de la descarga al sistema de alcantarillado, por lo que es necesario llevar un mayor control en todos los aspectos.

Seguir desarrollando trabajos de investigación con diferente concentración mínima de microorganismos eficientes en trampa de grasa para disminuir DQO, DBO5, SST, aceites y grasas presentes en efluentes provenientes de establecimientos comerciales.

Las autoridades encargadas de vigilar el control de VMA impulsar a los dueños de establecimientos comerciales a utilizar trampas de grasa con microorganismos eficientes, ya que son muy eficientes porque se ha demostrado en el tratamiento, logrando la reducción de DQO, DBO5, SST, aceites y grasas presentes en los efluentes.



## REFERENCIAS

- Acosta-Cárdenas, A., Alcaraz-Zapata, W. y Cardona-Betancur, M. (2018) “Sugarcane molasses and vinasse as a substrate for polyhydroxyalkanoates (PHA) production,” *DYNA*, 85(206), pp. 220–225. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n206.68279>
- Acuña Montañez, N., Huamaní Quispe, N. M., & Toribio Román, F. M. (2022). “Evaluación de la remoción de materia orgánica por medio de microorganismos eficientes en el tratamiento de aguas residuales” *Universidad Y Sociedad*, 14(S1), 417-427. Disponible en: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2644>
- Álvarez, A. (2020). Clasificación de las investigaciones. Universidad de Lima. [Consultado: 07-10-2022]. Disponible en: <https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10818/Nota%20Acad%C3%A9mica%202020%2818.04.2021%29%20-%20Clasificaci%C3%B3n%20de%20Investigaciones.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Ayala Blas, C. and Moreno Verde, G. (2020) “Inoculación de microorganismos para la remoción de aceites y grasas del efluente en la primera etapa de la industria cárnica” Universidad Cesar Vallejo - Lima Tesis
- Ayquipa Conde, N. (2021). “Evaluación de la eficiencia de una trampa de grasa (interceptor de grasa hidromecánico) para el pretratamiento de aguas residuales grises en viviendas unifamiliares del distrito de Lares-Cusco-2021”. Universidad Continental, 1-163
- Bautista Duarte, P., & Pramparo, L. (2022). Use of native microorganisms as an alternative for biological removal of organic matter in wastewater from the pharmaceutical industry. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*, 66(2), 239–247. Disponible en: <https://doi.org/10.3311/PPch.18222>

- Bedoya, Victor Hugo Fernández. Tipos de justificación en la investigación científica. Espíritu emprendedor TES, 2020, vol. 4, no 3, p. 65-76. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.33970/eetes.v4.n3.2020.207>
- Benavides L, Avellán T, Caucci S, Hahn A, Kirschke S, Müller A. "Assessing Sustainability of Wastewater Management Systems in a Multi-Scalar, Transdisciplinary Manner in Latin America" Water. 2019; 11(2):249. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/w11020249>
- Bitsch, B., Raymond, S. N., Buchhave, L. A., Bello-Arufe, A., Rathcke, A. D., & Schneider, A. D. (2021). Dry or water world? How the water contents of inner sub-Neptunes constrain giant planet formation and the location of the water ice line. Astronomy & Astrophysics, 649, L5. <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202140793>.
- Bolton, C. R., & Randall, D. G. (2019)." Development of an integrated wetland microbial fuel cell and sand filtration system for greywater treatment" Journal of Environmental Chemical Engineering, 7(4), 103249. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2019.103249>
- Cabrera, M., Montenegro, L., Jiménez, A., (2021) "Análisis de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de una Industria de Embutidos" Revista Politécnica, Mayo – Julio 2022, Vol. 49, No. 2. Disponible en: <https://doi.org/10.33333/rp.vol49n2.05>
- Carhuamaca, Christ y Mejía, José. (2020). "Efecto del número de mamparas y el tiempo de contacto en la trampa de grasas para evaluar su capacidad de remoción" Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Céspedes Bernal, D. (2019). Tratamiento terciario de aguas residuales no domésticas empleando a *Chlorella* sp. y conversión de la biomasa microbiana por pirólisis lenta. Pontificia Universidad Javeriana Colombia. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10554/43200>.
- Cutipa, E. C. Y Ramos, G. S. (2021), Propuesta de un sistema de tratamiento biológico para agua residual no doméstica de centro comercial Arequipa. Universidad Nacional de San Agustín.

- David, P.-C.L., Camilo, L.-A.J., Farid, R.-E.J., Felipe, M.-M.J., Stephanie, P.C., Julio, R.-R., Janeth, M.-C.F., Carlos, S.-R.J., Ana, D.-A.L., Santiago, L.-P.H. and Marina, P.-R.A. (2018) Effect of Domestic Wastewater as Co-Substrate on Biological Stain Wastewater Treatment Using Fungal/Bacterial Consortia in Pilot Plant and Greenhouse Reuse. *Journal of Water Resource and Protection*, 10, 369-393. Disponible en: <https://doi.org/10.4236/jwarp.2018.103020>
- Decreto Supremo 010 (2019). Aprueban el reglamento de los Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/272120-010-2019-vivienda>.
- Duran, A. P. (2019). Microorganismos eficaces para el tratamiento de aguas residuales no domésticas de la empresa pastelería Astoria SRL. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa
- Garcia, M., Sánchez, F. D., Marín, R., Guzman, H., Verdugo, N., Domínguez, E., Vargas, O., Panizzo, L., Sánchez, N., Gómez, J. Y Cortés, G. (2021), El agua. Universidad Católica de Colombia. Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap4.pdf>.
- Garzón, D. F., Martínez, A. L., Pérez, L. T., Echevarría, M. C. & Reyes, A. (2018). Tratamiento de rampas de grasas de la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá (EAAB), con cepas nativas para el estudio piloto de degradación. *Gestión, Calidad y Desarrollo en las Facultades de Ingeniería*. [ON LINE]. Colombia. Disponible en: <https://acofipapers.org/eiei/article>
- Gathoni, B. (2019) Factors Affecting Efficiency Of Industrial Wastewater Treatment: Case Study Of Njoro Industrial Sewage Works, Nakuru County, Kenya. Egerton University.
- Ghasemi, S., Mirzaie, M., Hasan-Zadeh, A., Ashrafnejad, M., Hashemian, S. J., & Shahnemati, S. R. (2019). Design, operation, performance evaluation and mathematical optimization of a vermifiltration pilot plan for domestic wastewater treatment. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 103587. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2019.103587>

- Guananga, N et al. (2022). Influence of geomorphology and flow on the water quality of Guano river, Ecuador. *Novasinerгия* [online]. Ecuador, vol.5, n.2 [citado 2022-08-31], pp.174-192. Disponible en: <https://doi.org/10.37135/ns.01.10.10>
- Gurd, C., Jefferson, B., & Villa, R. (2019). Characterisation of food service establishment wastewater and its implication for treatment. *Journal of Environmental Management*, 252, 109657. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109657>
- Hendrasarie, N., & Maria, S. H. (2021) Combining grease trap and Moringa Oleifera as adsorbent to treat wastewater restaurant. *South African Journal of Chemical Engineering*, 37, 196–205. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.saice.2021.05.004>
- Hernández, R., Fernández, C. Y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. Sexta edición. Editorial McGraw Hill. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Kadi, M.E.A., Awad, S., Loubar, K. et al. (2020) Experimental Study on the Esterification of Fat Trap Grease in a Continuous Reactor. *Waste Biomass Valor* 11, 6697–6707 Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12649-019-00905-5>
- Ke, X., Hua, X., Sun, J.-C., Zheng, R.-C., & Zheng, Y.-G. (2021). Synergetic degradation of waste oil by constructed bacterial consortium for rapid in-situ reduction of kitchen waste. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 131(4), 412–419. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2020.12.005>
- Mujumdar, Sukanya Prakash Rajagolkar, Pramod Jadhav. Treatment of Vehicle Washing Waste Water for Maximum Reuse of Treated Water and Reduce Fresh Water Consumption. *International Journal of Recent Research Aspects* ISSN: 2349-7688, Vol. 7, Issue 2, June 2020, pp. 1-5. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/64080994/IJRA-07-02-01-libre.pdf?1596420905=&response-content>
- M P Pangestu et al 2022. Performance Effectiveness of Communal Wastewater Treatment Plant as an Effort to Control Pollution of the Gajah Wong River,

Yogyakarta. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1118 (2022) 012051. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1118/1/012051/meta#references>

Ministerio De Vivienda Construcción Y Saneamiento-Mvcs (2019).\_Aprueba el reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de agua residuales en el sistema de alcantarillado sanitario. Disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-el-reglamento-de-valores-maximos-decreto-supremo-n-010-2019-vivienda-1748339-3/>

Mofokeng S., Oberholster P y Hill. 2022. Seasonal influence on the nutrient removal efficiency of a SPRAS wastewater treatment plant in the Free-State Province, South Africa. West African Journal of Applied Ecology, vol. 30(2), 2022: 32 – 46. Disponible en: <https://www.ajol.info/index.php/wajae/article/view/238851>

Monje, C. A. (2011). Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa: Guía didáctica. Universidad Surcolombiana. Disponible en: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>.

Mozzato, Anelise Rebelato; Grzybovski, Denize; Fritz Filho, Luiz Fernando. (2020) As relações interorganizacionais na perspectiva da estratégia como prática social. *Cadernos EBAPE. BR*, vol. 20, p. 179-192. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/1679-395120210019>

Mu'azu, N. D., Abubakar, I. R., & Blaisi, N. I. (2020). Public acceptability of treated wastewater reuse in Saudi Arabia: Implications for water management policy. *Science of The Total Environment*, 721, 137659. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137659>

Narvaez, C. E.; Y Sánchez, W. (2019). Evaluación de los valores máximos admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el rubro pollería en la ciudad de Cajamarca.

- Nicodemes, E. N. (2018). Tipos de investigación. [Consultado 01-10-2022]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/250080756.pdf>
- Nieve, G: A: (2019). "Optimización de trampas de grasas y aceites con operación continua por efecto del calor en condiciones de calor". Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA, (2019). Memoria Institucional OEFA 2018. 2019.
- Ortega, O. E. (2018). "Uso de trampas de aceites y grasas para efluentes no domésticos de los establecimientos comerciales y de servicios en Tingo María". Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Pakvilai, Nisa (2018) "Efficiency of Grease Residue from Grease Trap Waste Water Treatment for Candles Production". International Journal of Environmental Science and Development, Vol. 9, No. 12. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Nisa-Pakvilai/publication/329838729\\_Efficiency\\_of\\_Grease\\_Residue\\_from\\_Grease\\_Traps\\_Waste\\_Water\\_Treatment\\_for\\_Candles\\_Production/links/5c404c5592851c22a37b13ee/Efficiency-of-Grease-Residue-from-Grease-Trap-Waste-Water-Treatment-for-Candles-Production.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Nisa-Pakvilai/publication/329838729_Efficiency_of_Grease_Residue_from_Grease_Traps_Waste_Water_Treatment_for_Candles_Production/links/5c404c5592851c22a37b13ee/Efficiency-of-Grease-Residue-from-Grease-Trap-Waste-Water-Treatment-for-Candles-Production.pdf)
- P. M. Domingos Serra, A. Esoírito-Santo and M. Magrinho (2018) "Energy Harvesting from Wastewater with a Single-Chamber Air-Cathode Microbial Fuel Cell," IECON 2018 - 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Washington, DC, USA, pp. 3847-3851, Disponible en: <https://doi.org/10.1109/IECON.2018.8592827>
- Quispe, A. E. Y Casimiro, W. B. (2019). "Evaluación de la eficiencia entre dos sistemas de biofiltros para el tratamiento de las aguas residuales domésticas de la localidad de Carapongo, Lurigancho – Chosica". Disponible en: DOI: <http://dx.doi.org/10.24039/cv201971325>
- Raghav, Nupur And Vijay, Aniruddh And Bhushan, Sanjay And Shrivastava, J. N. (2019) Integrating System Dynamics Modeling to Explore the Role of EM

Technology for Sustainable Development with respect to Water Resources  
Emerald Paper Series 2019. Disponible en: SSRN:  
<https://ssrn.com/abstract=3872445>

- Ramalho, Rubens Sette. “*Tratamiento de aguas residuales*”. Reverté, 2021.
- Ramos, C. (2020). Los alcances de una investigación. Revista CienciAmérica. [ON LINE]. México. Vol. 9, N° 3. ISSN: 1390-9592. ISSN: 1390-681X. [Consultado 07-10-2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i3.336>
- Robledo, Cesar (2010) “Recolección De Datos”. Tomado del libro Técnicas y Proceso de Investigación. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Médicas. U.S.A.C Unidad Didáctica de Investigación 1 Pags. 63-73
- Rodriguez Tuesta, N. (2019). “Evaluación de la eficiencia de un sistema de filtro biológico en la remoción de los contaminantes de las aguas residuales domésticas, Sector Las Lomas, Moyobamba, 2015 – 2016”. Universidad Nacional de San Martín.
- Rosales-Ayala, F; Rovira-Quezada, D; Campos-Rodríguez, R. (2019) Calidad de las aguas residuales de tipo especial en la ciudad La Libertad, El Salvador. Tecnología en Marcha. Vol. 32-3. Pág. 135-145. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.18845/tm.v32i3.4504>
- S. Núñez, E.A. Zuluaga-Hernández, N. Teran, J. Puello, L. Ramírez, L. Bossa (2022) “Design and implementation of a treatment plant for the disposal of wastewater from portable toilets”, Ing-NOVA, vol. 1, no. 2, pp.195-204. Disponible en: <https://doi.org/10.32997/rin-2022-4004>
- Santillan Quiroga, Luis Miguel y Paredes Pacheco, Lorena Paola. Remoción De Ácido Sulfhídrico Por Microorganismos Sobre Lodos Activados En Aguas Residuales De La Industria Alimenticia. *La Granja* [en línea]. 2018, vol.27, n.1 pp.112-123. Disponible en: <https://doi.org/10.17163/lgr.n27.2018.09>
- Siti Nur Fatehah Ibrahim Idham, Nor Maizzaty Abdullah (2021) “Efficiency of Dual Functional Fat, Oil and Grease(FOG) Trap in Treating Kitchen Wastewater”.



Progress in Engineering Application and Technology Vol. 2No. 1, p. 102-111.  
Disponible en: <https://doi.org/10.30880/peat.2021.02.01.010>

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. SUNASS (2020), Informe 041 – 2020 - SUNASS/DAN. <https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2021/01/Informe-N.o-041-2020-SUNASS-DPN.pdf>

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. SUNASS (2021), Informe 010 – 2021 SUNASS/DAP

Tamayo Y Silva, M. (2011). Técnicas de investigación. Segunda edición. México. Editorial McGraw – Hill.

Tuesta, J. (2020). “Diseño de un proceso físico para la reducción de contaminantes generados por aguas residuales de los usuarios no domésticos en la ciudad de Moyobamba” Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario. Universidad Nacional de San Martín

Tzirita, M., Papanikolaou, S., & Quilty, B. (2018)” Enhanced fat degradation following the addition of a Pseudomonas species to a bioaugmentation product used in grease traps” Journal of Environmental Sciences. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jes.2018.07.008>

Ubalde, B. J. (2021). “Caracterización de las aguas residuales de la trampa de grasa de la empresa Inversiones Turísticas AQP SAC y propuesta de tratamiento”. Arequipa, 2021.

Ustaoğlu, F., Tepe, Y., & Taş, B. (2020). “Assessment of stream quality and health risk in a subtropical Turkey river system: A combined approach using statistical analysis and water quality index”. Ecological Indicators, 113, 105815. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2019.105815>

Vanegas, Z. (2020). “Evaluación de un sistema de tratamiento para aguas residuales no domésticas en una lavandería industrial” Disponible en: [https://ridum.umanizales.edu.co/bitstream/handle/20.500.12746/4048/Vanegas\\_Forero\\_Zulelly\\_2019.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ridum.umanizales.edu.co/bitstream/handle/20.500.12746/4048/Vanegas_Forero_Zulelly_2019.pdf?sequence=2&isAllowed=y).



- Vargas, Adriana K.N. et al. Análisis de los principales sistemas biológicos de tratamiento de aguas residuales domésticas en Colombia. *Ingeniare. Rev. chil. ing.* [online]. 2020, vol.28, n.2, pp.315-322. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052020000200315>.
- Velasco, F.; Molano, A.; Pramparo, L. (2019). Evaluación de un sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas para la remoción de carga orgánica en industria de bebidas no alcohólicas. *Entre Ciencia e Ingeniería, Colombia*: vol. 13, no 26, p. 17-26. Disponible en: <https://doi.org/10.31908/19098367.1150>
- Velázquez, A. (2018, septiembre 27). Investigación experimental: Qué es, tipos y cómo realizarla. QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-experimental/>
- Villa, F., Vinti, G. & Vaccari, M. Appropriate solid waste management system in Quelimane (Mozambique): study and design of a small-scale center for plastic sorting with wastewater treatment. *Waste Dispos. Sustain. Energy* 4, 49–62 (2022). Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s42768-022-00091-6>
- Vítězová, Monika, Anna Kohoutová, Tomáš Vítěz, Nikola Hanišáková, and Ivan Kushkevych. 2020. "Methanogenic Microorganisms in Industrial Wastewater Anaerobic Treatment" *Processes* 8, no. 12: 1546. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/pr8121546>
- Vizcardo, Y. (2019). Desarrollo De Un Programa Integral De Disminución De Valores Máximos Admisibles En Aguas Residuales De Establecimientos De Comida En Un Centro Comercial De Lima. Tesis presentada para optar el Grado Académico de Maestra en Ciencias, con mención en Gerencia, Auditoría y Gestión Ambiental. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA.
- Yu, J., Park, Y., Widyaningsih, E., Kim, S., Kim, Y., & Lee, T. (2021). Microbial fuel cells: Devices for real wastewater treatment, rather than electricity production. *Science of The Total Environment*, 775, 145904. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145904>

Zarza, L. (2021), Agua respuestas: Calidad del agua. [Recuperado 30 de setiembre del 2022], disponible en: <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-contaminacion-agua>.







**Anexo 5: Matriz de operacionalización de variables**

| <b>Variables</b>   | <b>Definición conceptual</b>  | <b>Definición operacional</b>  | <b>Dimensión</b>  | <b>Indicadores</b>  | <b>Unidad de medida</b> |
|--|---|--|---|---|-------------------------|
| <b>VI:</b><br>Microorganismos eficientes                       | Los microorganismos eficientes para la trampa de grasas contribuyen a disminuir aceites, grasas y demás combinados orgánicos biológicamente del agua (Vizcardo, 2019)                                       | Se aplicarán concentraciones de microorganismos eficientes en las trampas de grasas, con la finalidad de disminuir los valores máximos admisibles.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trampas de grasa estándar</li> <li>• Concentración de microorganismos en trampas de grasas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 trampa de grasas estándar.</li> <li>• 10 trampas de grasa con 250 ml/L de microorganismos eficientes.</li> </ul>  | Nominal                 |
| <b>VD:</b> Disminución de los valores máximos admisibles (VMA) | Es el nivel de eliminación de agentes tóxicos o puede precisarse como la disminución porcentual de los parámetros de control establecidos en la normativa nacional vigente (VMA) (Narvaéz y Sánchez, 2019). | Capacidad de la trampa grasa y dosis de microorganismos eficientes para remover la DBO, DQO, SST, aceites y grasas de un efluente no doméstico para su descarga al alcantarillado sanitario. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Concentración inicial de VMA</li> <li>- Concentración final de VMA</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceites (mg/L)</li> <li>• Grasas (mg/L)</li> <li>• SST (mg/L)</li> <li>• DQO (mg/L)</li> <li>• DBO (mg/L)</li> </ul> | Razón                   |

**Anexo 6:** Resultado de análisis de laboratorio en aceites y grasa

| Restaurantes                                     | Aceites y Grasas (mg/L) | VMA para descargas al sistema de alcantarillado (mg/L) |
|--|-------------------------|--|
| R1: Restobar El Huayco                           | 109                     | 100  |
| R2: Restaurante Turístico Amazonica Zully S.A.C  | 526.3                   |  |
| R3: Polleria Sobre Brasa                         | 265.6                   |  |
| R4: Station Burguer - Restaurante Hamburgueseria | 530.5                   |  |
| R5: Kings Pizza                                  | 52.9                    |  |
| R6: Antony Velayarce Chuquizuta                  | 104.9                   |  |
| R7: Chifa Carrefour                              | 106.1                   |  |
| R8: Chifa Dim Sum                                | 141                     |  |
| R9: Cevicheria Tesoro Marino                     | 140.5                   |  |
| R10: Restaurant Di Lonche                        | 285.5                   |  |
| R11: Eviscerado El Gringo                        | 10.9                    |  |
| R12: Amazonica Restaurant                        | 323.8                   |  |
| R13: Restaurante Matambre                        | 451.3                   |  |
| R14: Restaurante Sabor a Selva                   | 135.8                   |  |
| R15: Restaurante Sabor del Bueno                 | 70.5                    |  |
| R16: Pollería Elizabeth                          | 174.2                   |  |
| R17: Picantería La Morropanita                   | 8.3                     |  |
| R18: Polleria Camilita                           | 185.7                   |  |
| R19: Pollería Tropi Pollo                        | 104.4                   |  |
| R20: Zara's Cocina Natural                       | 167.6                   |  |
| <b>Total</b>                                     | <b>3894.8</b>           |  |
| <b>Promedio</b>                                  | <b>194.74</b>           |  |

**Anexo 7: Resultado de análisis de laboratorio en DQO**

| Restaurantes                                     | DQO (mg/L) | VMA para descargas al sistema de alcantarillado (mg/L) |
|--|------------|--|
| R1: Restobar El Huayco                           | 1506       | 1000   |
| R2: Restaurante Turístico Amazonica Zully S.A.C  | 3228       |  |
| R3: Polleria Sobre Brasa                         | 1581       |  |
| R4: Station Burguer - Restaurante Hamburgueseria | 1257       |  |
| R5: Kings Pizza                                  | 823        |  |
| R6: Antony Velayarce Chuquizuta                  | 1781       |  |
| R7: Chifa Carrefour                              | 1336       |  |
| R8: Chifa Dim Sum                                | 1749       |  |
| R9: Cevicheria Tesoro Marino                     | 1250       |  |
| R10: Restaurant Di Lonche                        | 1523       |  |
| R11: Eviscerado El Gringo                        | 1148       |  |
| R12: Amazonica Restaurant                        | 1723       |  |
| R13: Restaurante Matambre                        | 1973       |  |
| R14: Restaurante Sabor a Selva                   | 1673       |  |
| R15: Restaurante Sabor del Bueno                 | 1181       |  |
| R16: Pollería Elizabeth                          | 3112       |  |
| R17: Picantería La Morropanita                   | 1689       |  |
| R18: Polleria Camilita                           | 1348       |  |
| R19: Pollería Tropi Pollo                        | 792        |  |
| R20: Zara's Cocina Natural                       | 1664       |  |
| Total  | 32337      |  |
| Promedio   | 1616.85    |  |



**Anexo 8: Resultado de análisis de laboratorio en DBO**

| Restaurantes                                     | DBO (mg/L)   | VMA para descargas al sistema de alcantarillado (mg/L) |
|--|--------------|--|
| R1: Restobar El Huayco                           | 811          | 500  |
| R2: Restaurante Turístico Amazonica Zully S.A.C  | 1545         |  |
| R3: Polleria Sobre Brasa                         | 791          |  |
| R4: Station Burguer - Restaurante Hamburgueseria | 1070         |  |
| R5: Kings Pizza                                  | 411          |  |
| R6: Antony Velayarce Chuquizuta                  | 895          |  |
| R7: Chifa Carrefour                              | 869          |  |
| R8: Chifa Dim Sum                                | 872          |  |
| R9: Cevicheria Tesoro Marino                     | 718          |  |
| R10: Restaurant Di Lonche                        | 766          |  |
| R11: Eviscerado El Gringo                        | 595          |  |
| R12: Amazonica Restaurant                        | 1003         |  |
| R13: Restaurante Matambre                        | 1047         |  |
| R14: Restaurante Sabor a Selva                   | 819          |  |
| R15: Restaurante Sabor del Bueno                 | 608          |  |
| R16: Pollería Elizabeth                          | 1498         |  |
| R17: Picantería La Morropanita                   | 843          |  |
| R18: Polleria Camilita                           | 675          |  |
| R19: Pollería Tropi Pollo                        | 340          |  |
| R20: Zara's Cocina Natural                       | 826          |  |
| <b>Total</b>                                     | <b>17002</b> |  |
| <b>Promedio</b>                                  | <b>850.1</b> |  |

**Anexo 9: Resultado de análisis de laboratorio en SST**

| Restaurantes                                     | SST (mg/L) | VMA para descargas al sistema de alcantarillado (mg/L) |
|--|------------|--|
| R1: Restobar El Huayco                           | 605        | 500  |
| R2: Restaurante Turístico Amazonica Zully S.A.C  | 614        |  |
| R3: Pollería Sobre Brasa                         | 206        |  |
| R4: Station Burguer - Restaurante Hamburguesería | 1860       |  |
| R5: Kings Pizza                                  | 744        |  |
| R6: Antony Velayarce Chuquizuta                  | 400        |  |
| R7: Chifa Carrefour                              | 768        |  |
| R8: Chifa Dim Sum                                | 636        |  |
| R9: Cevicheria Tesoro Marino                     | 613        |  |
| R10: Restaurant Di Lonche                        | 413        |  |
| R11: Eviscerado El Gringo                        | 265        |  |
| R12: Amazonica Restaurant                        | 155        |  |
| R13: Restaurante Matambre                        | 1420       |  |
| R14: Restaurante Sabor a Selva                   | 340        |  |
| R15: Restaurante Sabor del Bueno                 | 247        |  |
| R16: Pollería Elizabeth                          | 785        |  |
| R17: Picantería La Morropanita                   | 270        |  |
| R18: Polleria Camilita                           | 300        |  |
| R19: Pollería Tropi Pollo                        | 74         |  |
| R20: Zara's Cocina Natural                       | 483        |  |
| <b>Total</b>                                     | 11198      |  |
| <b>Promedio</b>                                  | 559.9      |  |



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, CARLOS ALFREDO UGARTE ALVAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, asesor de Tesis titulada: "Evaluación de la eficiencia de trampas de grasa con microorganismos eficientes para el tratamiento de efluentes proveniente de restaurantes, Tarapoto, 2022", cuyo autor es GONZALES RAMIREZ KARL JUNIOR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 21 de Marzo del 2023

| <b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>   | <b>Firma</b>   |
|--|--|
| CARLOS ALFREDO UGARTE ALVAN<br><b>DNI:</b> 10473562<br><b>ORCID:</b> 0000-0001-6017-1192 | Firmado electrónicamente<br>por: CUGARTEA el 27-03-<br>2023 08:59:16 |

Código documento Trilce: TRI - 0537684