



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



**EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD FLOCULANTE DEL (*Malva
Sylvestris*) Y (*Moringa Oleífera*)
EN TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL COMEDOR
DE LA UNA-PUNO**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. ARGOTE CALLA PRHISKA RAILY

Bach. MAMANI ROSAS JOSIAS SAMUEL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

PUNO – PERÚ

2024



NOMBRE DEL TRABAJO

**EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD FLOCU
LANTE DEL (Malva Sylvestris) Y (Moring
a Oleífera) EN TRATAMIENTO DE**

AUTOR

PRHISKA RAILY ARGOTE CALLA

RECuento DE PALABRAS

14397 Words

RECuento DE CARACTERES

74651 Characters

RECuento DE PÁGINAS

117 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

6.4MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 7, 2024 12:39 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 7, 2024 12:41 PM GMT-5

● **17% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)



Firmado digitalmente por DONAIRES
FLORES Testigo FAU 20145496170
soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 08.09.2024 19:37:31 -05:00



Firmado digitalmente por QUILLE
CALIZAYA German FAU
20145496170 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 07.09.2024 12:47:26 -05:00



DEDICATORIA

A Dios por la sabiduría, y por fortalecerme día a día para alcanzar mis objetivos.

A mi familia por su apoyo incondicional en el logro de mis metas, gracias a ellos soy la persona que soy y especialmente a mis padres Aquiles Argote y Norma Calla ya que son quienes con su ejemplo me formaron para asumir y enfrentar los retos que se me presenten y en memoria de la persona que siempre me impulsó a seguir adelante Simón Argote.

Argote Calla Prhiska Raily

A Dios por siempre sentir su presencia y cuidado.

A mi familia, en especial a mi madre Victoria Rosas Quispe y mi padre Abram Mamani Condori por su apoyo permanente en todo momento y hermanos Lizbeth y Jonatán ya que sin ellos no hubiera podido lograr mis objetivos, a mis amigos y colegas de planta CALCESUR.

Mamani Rosas Josias Samuel



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano que es nuestra alma mater, en especial a la Facultad de Ingeniería Química, a sus docentes por su gran profesionalismo, por su apoyo y orientación brindada.

A nuestros jurados y Dr. Teófilo Donaires, por su orientación, paciencia y apoyo que contribuyeron en la realización de este proyecto a lo largo de todo el proceso de investigación.

Argote Calla Prhiska Raily

Mamani Rosas Josias Samuel



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	15
ABSTRACT.....	17
CAPITULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. OBJETIVOS.....	18
1.1.1. Objetivo general	18
1.1.2. Objetivo específico	19
1.2. JUSTIFICACIÓN	19
1.2.1. Justificación Ambiental.....	19
1.2.2. Justificación Social	19
1.2.3. Justificación Científica y Tecnológica	20
CAPITULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO	21
2.1.1. Antecedentes internacionales	21
2.1.2. Antecedentes nacionales	24



2.2. MARCO TEÓRICO	26
2.2.1. Aguas Grises	26
2.2.2. Origen de la composición y características generales de las aguas grises	27
2.2.3. Composición de aguas grises según origen.....	27
2.2.4. Características de aguas grises según origen	28
2.2.5. <i>Moringa Oleífera</i>	30
2.2.6. Clasificación taxonómica de la <i>Moringa Oleífera</i>	32
2.2.7. <i>Malva sylvestris</i>	32
2.2.8. Clasificación taxonómica de la <i>Malva Sylvestris</i>	33
2.2.9. Composición Química.....	33
2.2.10. Marco Legal	34

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO	36
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	37
3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	38
3.4. DISEÑO DEL ANÁLISIS DE DQO.....	38
3.4.1. Diseño Experimental del DQO	39
3.5. DISEÑO DEL ANÁLISIS DE DBO	40
3.5.1. Procedimiento	40
3.5.2. Diseño de la tabla para los Resultados de DBO ₅	41
3.6. MATERIALES Y MÉTODOS	41
3.6.1. Para el Desengrasado de <i>Moringa Oleífera</i>	41
3.6.2. Para la Obtención de la <i>Malva Sylvestris</i> en polvo.....	42
3.6.3. Para el análisis de Turbiedad, pH, TDS	42



3.6.4. Para el análisis de DQO	43
3.6.5. Para el análisis de DBO	43
3.7. MÉTODOS DE ANÁLISIS Y/O EVALUACIÓN	44
3.7.1. Desengrasado de la <i>Moringa Oleífera</i> para floculante	44
3.7.2. Obtención de <i>Malva Sylvestris</i> para floculante.....	47
3.7.3. Análisis de turbiedad, pH, TDS	47
3.7.4. Metodología empleada.....	48
3.8. ANÁLISIS ANOVA	49

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS.....	53
4.2. COMPORTAMIENTO POST TRATAMIENTO DEL DQO Y DBO EN LAS MUESTRAS.....	53
4.2.1. Resultados de DQO para la <i>Malva Sylvestris</i>	54
4.2.2. Resultados de DQO Para la <i>Moringa Oleífera</i>	57
4.2.3. Resultados de las muestras de DBO ₅	60
4.2.4. Análisis del resultado del DQO y DBO post tratamiento de la <i>Malva Sylvestris</i>	61
4.2.5. Análisis del resultado del DQO y DBO post tratamiento de la <i>Moringa Oleífera</i>	63
4.3. DATOS DE REMOCIÓN DE TURBIDEZ.....	64
4.3.1. Muestra 1.....	64
4.3.2. Muestra 2.....	66
4.3.3. Muestra 3.....	68
4.3.4. Muestra 4.....	71



V. CONCLUSIONES	73
VI. RECOMENDACIONES	74
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
ANEXOS.....	79

AREA: Tecnologías Ambientales Sostenibles

TEMA: Reducción de Turbidez

FECHA DE SUSTENTACION: 19 de septiembre 2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Características de Aguas Grises según su origen <i>Moringa Oleífera</i>	29
Tabla 2 Clasificación taxonómica de la <i>Moringa Oleífera</i>	32
Tabla 3 Clasificación taxonómica de la <i>Malva Sylvestris</i>	33
Tabla 4 Composición química de la <i>Malva Sylvestris</i>	34
Tabla 5 Parámetros para descargas de aguas residuales no domésticas	35
Tabla 6 Detalle del diseño de investigación factorial	38
Tabla 7 Diseño de la tabla experimental de DQO	39
Tabla 8 Intervalos para el factor, también del Inhibidor de nitrificación	40
Tabla 9 Diseño de la tabla experimental de DBO ₅	41
Tabla 10 Clasificación de las 4 zonas de muestreo.....	47
Tabla 11 Caracterización de las muestras.....	53
Tabla 12 Datos de la muestra 1 de DQO para la <i>Malva Sylvestris</i>	54
Tabla 13 Datos de la muestra 2 de DQO para la <i>Malva Sylvestris</i>	55
Tabla 14 Datos de la muestra 3 de DQO para la <i>Malva Sylvestris</i>	55
Tabla 15 Datos de la muestra 4 de DQO para la <i>Malva Sylvestris</i>	56
Tabla 16 Datos de la muestra 1 de DQO para la <i>Moringa Oleífera</i>	57
Tabla 17 Datos de la muestra 2 de DQO para la <i>Moringa Oleífera</i>	58
Tabla 18 Datos de la muestra 3 de DQO para la <i>Moringa Oleífera</i>	58
Tabla 19 Datos de la muestra 4 de DQO para la <i>Moringa Oleífera</i>	59
Tabla 20 Resultados de la muestra de DBO de la <i>Moringa Oleífera</i> a baja concentración.	60
Tabla 21 Resultados de la muestra de DBO de la <i>Moringa Oleífera</i> a alta concentración.	60



Tabla 22 Resultados de la muestra de DBO de la <i>Moringa Oleífera</i> a alta concentración.	61
Tabla 23 Resultados de la muestra de DBO de la <i>Malva Sylvestris</i> a alta concentración	61
Tabla 24 Resultados del DQO a baja y alta concentración con la <i>Malva Sylvestris</i>	62
Tabla 25 Resultados del DBO a baja y alta concentración con la <i>Malva Sylvestris</i>	62
Tabla 26 Resultados del DQO a baja y alta concentración con la <i>Moringa Oleífera</i> ...	63
Tabla 27 Resultados del DBO a baja y alta concentración con la <i>Moringa Oleífera</i> DBO a baja y alta concentración	64
Tabla 28 Resultados de la remoción de turbidez de la muestra 1 a 1.25%	65
Tabla 29 Resultados de la remoción de turbidez de la muestra 1 a 5.00%	65
Tabla 30 Resultados de la remoción de turbidez de la muestra 2 a 1.25%	67
Tabla 31 Resultados de la remoción de turbidez de la muestra 2 a 5.00%	67
Tabla 32 Resultados de la remoción de turbidez de la muestra 3 a 1.25%	69
Tabla 33 Resultados de la remoción de turbidez de la muestra 3 a 5.00%	69
Tabla 34 Resultados de la remoción de turbidez de la muestra 4 a 1.25%	71
Tabla 35 Resultados de la remoción de turbidez de la muestra 4 a 5.00%	71



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Composición de aguas grises según origen.....	28
Figura 2 Planta de <i>Moringa Oleífera</i> de dos meses.....	30
Figura 3 Partes de la <i>Moringa Oleífera</i>	31
Figura 4 <i>Malva Syvestris</i> en pleno florecimiento.	33
Figura 5 Ubicación del comedor universitario.....	37
Figura 6 Curva de Calibración.....	39
Figura 7 Diagrama de Bloques del desengrasado de la <i>Moringa Oleífera</i>	46
Figura 8 Grafica de intervalos de %Turbiedad vs. Concentración para la <i>Malva Silvestrys</i>	49
Figura 9 Grafica de intervalos de %Turbiedad vs. Concentración para la <i>Moringa Oleífera</i>	50
Figura 10 Grafica de Dispersión de Concentración vs %turbiedad para el Sulfato de Aluminio.....	51
Figura 11 Resultado de la muestra 1.....	64
Figura 12 Resultado de la muestra 2.....	66
Figura 13 Resultado de la muestra 3.....	68
Figura 14 Resultado de la muestra 4.....	72



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág
ANEXO 1. PANEL FOTOGRÁFICO	79
Figura A1. Sulfato de Aluminio.	79
Figura A2. Pelado y molido de Moringa.	79
Figura A3. Moringa ya pelada.	79
Figura A4. Secado de la Moringa.	79
Figura A5. Molido de la Moringa	80
Figura A6. Tamizado de la Moringa	80
Figura A7. Pesado de la moringa, cuando ya pasó por un tamiz.	80
Figura A8. Envolviendo la materia prima (Moringa) en papel filtro para desengrasar.	80
Figura A9. Medida del Éter de Petróleo.	81
Figura A10. Proceso de desengrasado.	81
Figura A11. Aceite de Moringa obtenido luego del desengrasado.	81
Figura A12. Recolección de la materia prima (Malva).	82
Figura A13. Lavado de la materia prima (Malva).	82
Figura A14. Separación de tallos y hojas.	82
Figura A15. Secado de la materia prima (Malva)	82
Figura A16. La materia prima ya secada.	83
Figura A17. Pesado de la materia prima, luego de su molido y tamizado.	83
Figura A18. Recolección de muestra 1	83
Figura A19. Muestra en laboratorio	83
Figura A20. Uso del turbidímetro para la medida de la turbiedad.	84



Figura A21. Medida de muestra para el test de jarras.	84
Figura A22. Haciendo uso del test de jarras.	84
Figura A23. Medida del pH.	84
Figura A24. Recolección de las muestras 2 y 3.	85
Figura A25. Muestras provenientes del comedor universitario.	85
Figura A26. Las cuatro muestras en el test jarras para Malva AC.	85
Figura A27. Regulación del pH en la muestra 2 para el DBO ₅	86
Figura A28. Calibración de sensores para la medida de DBO ₅	86
Figura A29. Filtración de muestras, luego del test de jarras.	86
Figura A30. DBO ₅ para las muestras de Malva AC.	87
Figura A31. Preparación del ácido Sulfúrico para el DQO.	87
Figura A32. Proceso en el digestor para encontrar el DQO.	87
Figura A33. Muestras extraídas del digestor.	88
Figura A34. Medida de la transmitancia en el espectrofotómetro.	88
ANEXO 2. CONSTANCIAS	89
Constancia B1. Constancia de uso de laboratorio.	89
ANEXO 3. MARCO NORMATIVO	90
D.1 Decreto Supremo N°010-2019-Vivienda.....	90
ANEXO 4. Declaración jurada de autenticidad de tesis.	114
ANEXO 5. Declaración jurada de autenticidad de tesis	115
ANEXO 6. Autorización para el depósito de tesis o trabajo de investigación en el repositorio institucional.....	116



ANEXO 7. Autorización para el depósito de tesis o trabajo de investigación en el
repositorio institucional..... 116



ACRÓNIMOS

DQO:	Demanda química de oxígeno
DBO:	Demanda bioquímica de oxígeno
TDS:	Total de Sólidos Disueltos
UNA:	Universidad Nacional del Altiplano
pH:	Potencial de Hidrógeno
VMA:	Valores máximo admisibles
AC:	Alta Concentración
BC:	Baja Concentración
MVCS:	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento
MINAM:	Ministerio del Ambiente
MINAGRI:	Ministerio de Agricultura
ANA:	Autoridad Nacional del Agua
g/L:	Gramo por litro
$\mu\text{s}/\text{cm}$:	Microsiemens por centímetro
mL:	Mililitros
NTU:	Unidad Nefelometría de Turbidez



RESUMEN

La investigación está encaminada hacia alternativas de tratamiento de aguas residuales con la base fundamental de dar uso de coagulantes naturales. En ese sentido planteamos el objetivo de evaluar la capacidad floculante de la *Malva Sylvestris* y *Moringa Oleífera* en las aguas residuales del comedor de la UNA-PUNO. Se inició con la recolección de la materia prima (*Malva Sylvestris*), el lavado y secado de la misma, una vez molida y tamizada seguimos con el pesado. Por otro lado, el pelado de semillas de *Moringa Oleífera* para su posterior trituración y desengrasado. La evaluación de la capacidad coagulante se efectuó por medio del método de coagulación y floculación en la prueba de jarras haciendo uso de vasos de precipitados de 800 mL, la mezcla rápida (coagulación) fue de 200 rpm durante el primer minuto, seguido por la mezcla lenta (floculación) de 40 rpm por los siguientes 20 min y con un tiempo de sedimentación de 1 h. Los resultados mostraron que tanto la *Malva Sylvestris* como la *Moringa Oleífera* fueron efectivas en la reducción de la turbidez del agua, pero la *Moringa Oleífera* obtuvo mejores resultados en el tipo de muestra 4 (fosa séptica) con una remoción del 91.57% , el mayor porcentaje de remoción en la turbidez se dio en muestras con una concentración de 5% con filtrado y un pH entre 4 -7, en cuanto al análisis de DQO y DBO₅, se encontró que la muestra 4 de *Moringa Oleífera* en BC no cumple con los límites permisibles de DQO con 1475 mg/L de concentración y nivel máximo dentro de la norma es 1000 mg/L, por otro lado el DBO₅ se obtuvo 1700 mg/L y el nivel máximo es de 500 mg/L. Esto permite concluir que la *Moringa Oleífera* es el floculante con mayor eficacia en comparación a la *Malva Sylvestris*, así mismo la concentración adecuada es un floculante al 5% con pH ácido.

Palabras clave: Aguas residuales, Floculante, *Malva Sylvestris*, *Moringa Oleífera*, Turbiedad.

ABSTRACT

The research is directed towards wastewater treatment alternatives with the fundamental basis of using natural coagulants. In this sense, our objective was to evaluate the flocculant capacity of *Malva Sylvestris* and *Moringa Oleifera* in the wastewater from the social lunchroom of the Universidad Nacional del Altiplano (areas: food preparation and utensil washing, septic tank). For this, it began with the collection of the raw material (*Malva Sylvestris*), washing and drying of the same, once ground and sieved, it continued with the weighing. On the other hand, the *Moringa Oleifera* seeds were peeled and then crushed and defatted. The evaluation of the coagulating capacity was carried out by means of the coagulation and flocculation method in the jar test using 800 mL beakers, the fast mixing (coagulation) was of 200 rpm, it was during the first minute, followed by the slow mixing (flocculation) of 40 rpm, it was for the next 20 min and with a sedimentation time of 1 h. The results showed that both *Malva Sylvestris* and *Moringa Oleifera* were effective in reducing water turbidity, but *Moringa Oleifera* obtained better results in sample type 4 (septic tank) with a removal of 91.57%. The highest percentage of turbidity removal occurred in samples with a concentration of 5% with filtration and a pH between 4-7. As for the analysis of COD and BOD₅, it was found that sample 4 of *Moringa Oleifera* in BC does not comply with the permissible limits of COD with a concentration of 1475 mg/L and the maximum level within the standard is 1000 mg/L. On the other hand, the BOD₅ obtained was 1700 mg/L and the maximum level is 500 mg/L. This leads to the conclusion that *Moringa Oleifera* is the most effective flocculant compared to *Malva Sylvestris*, and that the appropriate concentration is a 5% flocculant at acid pH.

Key words: Wastewater, Flocculant, *Malva Sylvestris*, *Moringa Oleifera*, Turbidity.



DR. LUIS ALBERTO SURO QUIPE
INGENIERO QUÍMICO
CIP. 169015



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El incremento industrial y el crecimiento de las poblaciones ha causado que los contaminantes de los residuos líquidos tanto industriales como domésticos van aumentando día a día, que al verterlas sobre cuerpos receptores generan incrementos en la contaminación y efectos nocivos a las distintas formas de vida que se encuentran en estas corrientes (Maldonado & Ramón, 2016).

El agua tiene que presentar algunas características de calidad como libre de turbidez y otros parámetros que son regulados conforme a normativas de cada país (Choque et al., 2018). Así mismo, los coagulantes químicos son sustancias que se adicionan en el agua para poder remover la carga orgánica, inorgánica y biológica contenida en la misma, todo esto mediante la precipitación, viendo una eliminación de olor, color y turbiedad (Arreola & Canepa, 2013).

Pese a los recientes avances acerca del estudio de metodologías alternativas para darle tratamiento al agua, todavía existe una necesidad de poder desarrollar nuevos estudios sobre coagulantes – floculantes efectivos, económicos, inocuos y para remover las cargas orgánicas contenidas en las aguas residuales (Arias et al., 2017).

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Evaluar la capacidad floculante de la Malva (*Malva sylvestris*) y semillas de Moringa (*Moringa oleífera*) en el tratamiento de aguas residuales del comedor de la UNA-Puno.



1.1.2. Objetivo específico

- Caracterizar la muestra de agua residual proveniente del comedor de la Universidad Nacional del Altiplano.
- Determinar si el agua post tratamiento cumple con las características de DQO, DBO₅ para la descarga al alcantarillado.
- Determinar la concentración y pH adecuado de los coagulantes para reducir el Turbidez en la evaluación de la capacidad floculante utilizando el diseño factorial.

1.2. JUSTIFICACIÓN

1.2.1. Justificación Ambiental

Mediante esta evaluación se pretende proponer una propuesta para la coagulación en aguas residuales, debido a que actualmente se usa sulfato de aluminio $(Al_2SO_4)_3 \cdot 18H_2O$. De acuerdo a los estudios, existe un riesgo mayor del Alzheimer en poblaciones donde la concentración media de aluminio residual excede a 0.1 mg/L (Suay & Ballester, 2020).

1.2.2. Justificación Social

Por intermedio de esta evaluación se procura evitar la escasez de agua en la sociedad todo esto a largo plazo y también a dar nuevos usos a los productos naturales. Garcés et al., (2004) indican que la protección y conservación de los recursos naturales constituyen hoy en día una de las principales preocupaciones sociales. Por otra parte, el consumo de agua sin un adecuado tratamiento ocasiona la muerte de miles de personas a nivel mundial (Salas et al., 2016).



1.2.3. Justificación Científica y Tecnológica

La situación vigente alude a aplicar y explorar nuevas tecnologías en torno al tratamiento de aguas residuales, ya que hay demanda por métodos de solución con floculantes naturales. ONU, (2017) menciona que la tendencia de ahora apunta a la implementación de nuevas tecnologías para remediar el nivel de depuración de aguas residuales y llevar a un aumento considerable en la reutilización de las mismas.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

2.1.1. Antecedentes internacionales

Anastasakis et al., (2009) evaluaron el comportamiento floculante de los mucílago de *Malva sylvestris* e *Hibiscus esculentus* en la remoción de turbidez de efluentes sintéticos y otros tratados biológicamente. Hicieron varios experimentos para evaluar la concentración óptima de las dos especies ya mencionadas. Para ello, se hizo una agitación de 200 rpm del agua residual, al añadir el coagulante dejaron una agitación de 45 rpm por 15 min y por último dejaron reposar entre 10 a 30 min. Finalmente concluyeron que la *Malva sylvestris* e *Hibiscus esculentus* tienen propiedades de floculación, ambos eliminan la turbidez.

Arreola & Canepa, (2013) compararon la eficiencia de coagulación entre tres tipos de soluciones ya obtenidas como *Moringa Oleífera* y el sulfato de aluminio mediante prueba de jarras, para ello tomaron muestras de agua del río Samaria la cual alimenta a la planta de tratamiento el Manguito. El tratamiento del agua con sulfato de aluminio les dio valores más altos de remoción de turbiedad (95,60%) y color (98,32%), por otro lado, los tratamientos realizados con *Moringa Oleífera* no cambiaron las propiedades químicas del agua tratada. Teniendo en cuenta cada una de las soluciones de *Moringa Oleífera*, la eficiencia de eliminación de turbidez fue mayor cuando usaron cloruro de sodio con 92,03% y con agua de mar 90,72% que cuando se usó agua destilada como disolvente (56,02%). Ellos concluyeron que las soluciones salinas con *Moringa Oleífera*



mantienen la turbiedad y el color en valores cercanos a los que están establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994.

Castillo, (2023) realizó una revisión bibliográfica de investigaciones acerca de tratamiento de aguas y la aplicación de la *Moringa Oleífera* en investigaciones publicadas en revistas indexadas en bases de datos de Latindex, Scielo, Scientific Research, Redalyc y repositorios académicos publicados especialmente en español y algunos en inglés y portugués. Citó métodos tradicionales de purificación de agua y los tratamientos naturales. Concluyó que la *Moringa* tiene un evidente potencial para el tratamiento de aguas residuales, y con la ventaja de no dejar residuos tóxicos en comparación con el sulfato de aluminio, el cual es el agente coagulante más usado en el tratamiento del agua.

Melo & Turriago, (2012) investigaron el efecto coagulante de *Moringa Oleífera* como alternativa de biorremediación para el tratamiento de aguas superficiales en su región. Para ello, trataron muestras de agua recolectadas de caño de cola en una zona rural de la parroquia Meta Acacias con una dosis de coagulante de 300 mg/L. Cuando probaron con la dosis óptima de coagulante, turbidez (230 NTU), encontraron que esta planta natural era altamente efectiva ya que producía cambios beneficiosos significativos en los sólidos totales de 140 mg/L a 80 mg/L. mg/L , lo que equivale a 42,85% de remoción de sólidos totales y turbidez de (230 NTU a 36 NTU), lo que equivale a 84,34% de remoción de turbidez, concluyeron que brinda una solución real y efectiva a las fuentes de agua contaminada en su país.

Oliveira et al., (2018) investigaron la manera de usar la *Moringa Oleífera* como coagulante natural. Para ello, revisaron artículos científicos en los que



trataban el agua con la moringa como coagulante, y finalmente ellos resaltan que se logra esto porque posee una proteína catódica, de alto peso molecular que desestabiliza a las partículas encontradas en agua y ayuda en la floculación de coloides.

Pritchard et al., (2019) establecieron el método de dosificación más adecuado para la dosificación óptima de la eliminación de la turbiedad, la influencia del pH y la temperatura; junto con la vida útil de las semillas oleífera. La dosis óptima de *Moringa Oleífera*, para valores de turbidez entre 40 y 200 NTU, osciló entre 30 y 55 mg/l. Con turbidez fijada en 130 NTU. La dosis *Moringa Oleífera* dentro del rango óptimo a 50 mg/l, los niveles de pH se variaron entre 4 y 9. Descubrieron que el rendimiento del coagulante no era demasiado sensible a las fluctuaciones de pH cuando las condiciones estaban dentro del rango óptimo. La coagulación más eficaz, determinada por la mayor reducción de la turbidez, se produjo a pH 6,5. Las condiciones alcalinas fueron en general más favorables que las condiciones ácidas.

Subramanium et al., (2011) reportaron el uso de las semillas de la planta local *Moringa oleífera* y algunas otras semillas locales, como maní (*Arachis hypogaea*), caupí (*Vigna unguiculata*), urad (*Vigna mungo*) y maíz (*Zea mays*) por su efectividad en clarificación de agua. Los polvos de semillas de Moringa lo prepararon justo antes de su uso. Para cada tratamiento prepararon una pasta de semilla en polvo con agua y lo agitaron durante 10-15 minutos para liberar los componentes activos de la semilla en agua, La muestra de agua de prueba lo trataron con extractos de semillas y fue agitada rápidamente durante unos 2 minutos y lentamente durante 10-15 minutos y luego dejaron en reposo durante 2 horas. Este proceso involucró la formación de flóculos y permitió que las



impurezas se hundieran hasta el fondo del vaso de precipitados, lograron demostrar que la clarificación del agua por Moringa semillas se debe principalmente a la acción de las proteínas de las semillas.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Acebedo, (2016) determinaron la efectividad de las semillas de Marango (*Moringa Oleífera*) como material absorbente para la remoción de plomo del agua del río Mantaro, recolectaron una muestra de agua representativa de 37 litros. En la primera fase, realizaron pre muestras en nueve puntos equidistantes cada 8,5 km con el objetivo de identificar el punto con mayor concentración de plomo en el agua. Para el análisis de condiciones óptimas de tratamiento, en este caso pH, donde utilizaron medidas de 2,5; 5 y 7,5; y peso de semilla 0,3; 0,5 y 0,7 g/L. Como 9 muestras de 0.5 L cada una con 3 repeticiones respectivamente. Trabajaron en el laboratorio con 27 muestras en total y adaptó las condiciones a los criterios de investigación. Luego agitaron las muestras para que las semillas queden en suspensión con plomo (Pb), favoreciendo así la adsorción de este metal, utilizando una máquina Test-Jars con un tiempo constante de 10 minutos a 100 rpm. Finalmente, filtraron la muestra usando una bomba de vacío para retener cualquier partícula de moringa presente en el agua, y la llevó al laboratorio para determinar la concentración de plomo en la muestra. El resultado final fue un porcentaje de remoción de plomo de 91% y 82% para Marango a una concentración de 0,3 g/L a pH 2,5 y 5, respectivamente.

Castillo & Avendaño, (2020) realizaron un tratamiento de clarificación en el río Sama con dosis de semillas de *Moringa oleífera* a 0,1 y 0,2 g/L con velocidad de floculación de 20 y 30 rpm y tiempo de floculación de 20 y 30 min.



Determinaron que las condiciones operativas óptimas requeridas para el tratamiento del agua son semilla de *Moringa oleífera* (coagulante) dosis 0,2 g/l, velocidad de floculación 30 rpm. minuto (rpm) y un tiempo de floculación de 30 minutos. Con un tiempo de sedimentación de 90 minutos, se lograron niveles de reducción de turbidez del 97,04 % utilizando agua del río Sama con niveles de turbidez de 132, 48,6 y 424 unidades nefelométricas de turbidez (NTU); 92,37% y 98,88%.

Moreno et al., (2023) investigaron el potencial de las semillas de la *Moringa Oleífera* para el tratamiento de aguas residuales en un centro de beneficio avícola, posteriormente el extracto fue sometido a testeos en el cual tomaron como indicador inicial a la turbidez, y según a esto determinaron la dosis óptima. Realizaron 4 muestras en laboratorio, de las cuales 3 contenían la moringa a distintas concentraciones (10 mg/L, 15 mg/L y 20 mg/L) y 1 era el blanco; e hicieron una evaluación de eficiencia en la remoción de DBO₅, DQO, SST, coliformes, amoníaco, aceites y grasas. Finalmente demostraron una buena eficiencia de remoción y la obtención de agua de calidad con esta planta como coagulante.

Quispe, (2018) evaluó la capacidad coagulante de la semilla *Moringa oleífera* como coagulante natural en el tratamiento de lacto suero para reducir la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST), para esto se utilizó el método de coagulación y floculación en la prueba de jarras, bajo un diseño factorial cuyos niveles fueron el pH (10,11) y concentración coagulante (5%, 10%). Obtuvo como resultados que la mayor remoción se logra aplicando una concentración de 5% y un pH de 10 removiéndose 55,99% de SST. Concluye que la semilla de la *Moringa oleífera* resultó ser una alternativa eficiente ya que los



resultados obtenidos en la reducción de DQO, SST y turbidez obtuvieron una remoción 39,59%, 55,99% y 73,27% respectivamente.

Robledo & Vargas, (2022) investigaron la sustitución del sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$ para clarificar el agua del Río Parapapura usando la Malva. Para ello tomaron 200 litros de agua superficial, a estas muestras se les realizó pruebas de temperatura, pH y turbiedad. Posteriormente hicieron la prueba de jarras por concentración de polvo y extracto de la Malva, con una mezcla de 240 rpm por 60 s y una mezcla lenta de 60 rpm por 30 min, para finalizar una sedimentación de 30 min. Concluyeron que el polvo y el extracto de la planta Malva es efectiva en el proceso de remoción de turbidez.

2.2. MARCO TEÓRICO

Los recursos naturales son parte fundamental para la sociedad ya que el ser vivo da uso de estas para la satisfacción de sus necesidades tales como la salud, la alimentación y necesidades económicas. No obstante, es necesario que el uso debe de ser en función a los tres ejes de la sostenibilidad, todo esto para que el uso de estos recursos no comprometa a largo plazo (Orellana & Lalvay, 2018).

2.2.1. Aguas grises

De manera general las aguas residuales son todas aquellas que tuvieron una modificación por causa de actividad humana, lo cual altera su calidad, por ende, requiere de un tratamiento para su reúso (López, 2016).

Según Sarmiento et. al. (2014) menciona que las aguas grises son las que provienen de lava manos, lavaplatos y lavaderos, los cuales representan un 75% de las aguas residuales domésticas.



2.2.2. Origen de la composición y características generales de las aguas grises

Toda la composición de las aguas grises está directamente relacionada con la actividad, e uso de productos químicos domésticos y varía en función al tiempo y lugar (Rodriguez & Medina, 2013).

Además de todo lo ya mencionado, Eriksson et. at., (2002) hace hincapié en que este tipo de aguas son las que presentan niveles bajos de materia orgánica en comparación a otros tipos de aguas residuales.

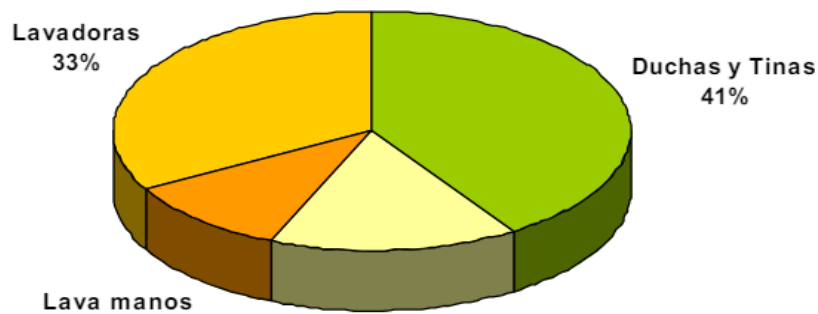
2.2.3. Composición de aguas grises según origen

Elementalmente se basa en la determinación de valores de los parámetros analizados, ya que la composición varía en función de las actividades las cuales se llevaron a cabo, porque las aguas residuales van desde las domésticas hasta las industriales (Orellana, 2005).

En la Figura 1 se muestra la composición de aguas grises según el origen.

Figura 1

Composición de aguas grises según origen.



Fuente: (Franco, 2007)

Claramente que la composición varía directamente en cada casa y según el lugar, la economía, el clima, época de año, etc. Pero la Figura 1 nos ayuda como referencia, del porcentaje de producción de aguas grises.

2.2.4. Características de aguas grises según origen

En el agua gris, se ven varias características, en función al empleo del mismo, en la tabla 1 se muestra algunas de las características según su origen.

Tabla 1

Características de Aguas Grises según su origen

Origen	Características
Lava vajillas	<ul style="list-style-type: none">• Altamente contaminada con partículas de comida, aceites y grasas.• Cantidades variables de coliformes.• Generalmente presenta mayor cantidad de SST que las aguas servidas.• Crecimiento de microorganismos, mal olor.• Contiene detergentes.• Alta demanda de oxígeno.
Duchas y Lava manos	<ul style="list-style-type: none">• Generalmente corresponde al agua menos contaminada (aguas grises claras).• Contiene productos de limpieza como jabón y otros.• Baja demanda de oxígeno.
Lavadora	<ul style="list-style-type: none">• Contiene coliformes.• Contiene detergentes (sodio, fósforo, boro, aluminio, nitrógeno).• Alto pH.• Alta Salinidad.• Alta cantidad de sólidos suspendidos.

Fuente: (Franco, 2007)

2.2.5. *Moringa Oleífera*

La Moringa es un árbol que proviene de la familia *Moringácea*, así mismo esta planta rebrota con facilidad luego de ser cortadas, ya que puede ser regada con aguas de desechos, y esto la convierte en una especie idónea para el aprovechamiento de aguas sin depurarlas. Una de sus características es que sus tallos en sus primeros años son rectos, delgados y flexibles, pero al pasar el tiempo se hacen leñosos y se fortalecen. Por otro lado, sus hojas tienen una forma elíptica, miden entre 1 y 2 cm de diámetro (Cedeño, 2020).

La *Moringa Oleífera* es denominado comúnmente como Marango, y se puede observar en la Figura 2, este cultivo es originario de la India, y se encuentra distribuido África, Arabia, Suramérica y en las Islas del Pacífico (Rodríguez & Iglesias, 2022).

Figura 2

Planta de Moringa Oleífera de dos meses.



Fuente: (Mora & Garnachá, 2015)

Según Mora & Garnachá, (2015) las partes de la semilla de Moringa Oleífera está conformada por:

- Trozo de rama floreciente
- Flor individual
- Flor individual (corte longitudinal)
- Fruto o vaina (corte transversal)
- Pieza de un fruto maduro
- Semilla

En la Figura 3, podemos observar las partes que la componen.

En los últimos años las investigaciones se han ido incrementando en donde mencionan que las hojas contienen aminoácidos y en ácido ascórbico.

También cuenta con presencia de pectinas que son muy nocivas para algunos insectos, y que sus semillas cumplen un papel protagónico en el tratamiento de aguas residuales por tener algunas propiedades muy parecidas a la del sulfato de aluminio, también que contienen propiedades antibacteriales (Mora & Garnachá, 2015).

Figura 3

Partes de la Moringa Oleífera.



Fuente: (Mora & Garnachá, 2015)

2.2.6. Clasificación taxonómica de la *Moringa Oleífera*

En la Tabla 2. se muestra la clasificación taxonómica de la *Moringa Oleífera*, en donde se especifica la familia, orden, clase y las 13 especies.

Tabla 2

Clasificación taxonómica de la Moringa Oleífera.

Taxonomía	
Familia	Moringaceas
Origen	Capparidales
Clase	Magnoleopsida
Género	Moringa
Especie	arbórea concanensis drocanensis drouhardii hildebrandtii pygmeae peregrina ovalaifolia rospoliana stenopetala rivae oleifera borziana

Fuente: (Liñan, 2010)

2.2.7. *Malva Sylvestris*

La *Malva Sylvestris* es una planta herbácea, un poco leñosa en la base, llega hasta una altura de 30 a 60 cm. Tiene tallos ramificados vellosos. Las flores son grandes y vistosas (Gimeno, 2019), así como se puede ver en la Figura 4.

También es una planta medicinal ampliamente utilizada como demulcente, cicatrizante, anti-hemorroidal, para mucosas o piel (Chiclana et al., 2009).

Figura 4

Malva Sylvestris en pleno florecimiento.



Fuente: (Gimeno, 2019)

2.2.8. Clasificación taxonómica de la *Malva Sylvestris*

En la Tabla 3. se muestra la clasificación taxonómica de la *Malva Sylvestris*, en donde se especifica la familia, orden, clase y género.

Tabla 3

Clasificación taxonómica de la Malva Sylvestris.

Taxonomía	
Familia	Malvaceae
Origen	Malvales
Clase	Magnoleopsida
Género	Malva

Fuente: (Chiclana et al., 2009)

2.2.9. Composición química

En la Tabla 4. se muestra la composición química de la *Malva Sylvestris*, en donde se especifica la humedad, Materia seca, Cenizas, etc.

Tabla 4*Composición química de la Malva Sylvestris*

Componente	Cantidad (%)
Humedad	81,34
Materia seca	18,66
Cenizas	2,43
Extracto Etéreo	0,57
Proteína	18,27
Fibra	2,94
E. L. N	8,19
Taninos	++
Flavonoides	+
Saponinas	+

Fuente: (Moya, 2016)

2.2.10. Marco legal

Según el Decreto Supremo N.º 010-2019-VIVIENDA decreto supremo que aprueba el reglamento de valores máximos admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domesticas en el sistema de alcantarillado sanitario

En la Tabla 5 se muestra los valores VMA para descargas al sistema de alcantarillado extraída del Decreto Supremo ya mencionado.

Tabla 5

Parámetros para descargas de aguas residuales no domésticas

Parámetros	Unidad de Medida	Simbología	VMA para descargas al sistema de alcantarillado
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	DBO ₅	500
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	DBO	1000
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	S. S. T.	500
Aceites y grasas	mg/L	A y G	100

Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2019)

Según este Decreto supremo el agua residual no doméstica sus valores máximos admisibles son DBO₅ es de 500 y el DQO es de 1000.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

En la Universidad Nacional del Altiplano donde se tomarán muestras de aguas residuales del comedor universitario en las zonas de lavado, preparado de comida y fosa residual.

El comedor universitario de la Universidad Nacional del Altiplano es uno de los servicios de la casa superior de estudios esta va dirigido a toda la comunidad universitaria, esta institución se encuentra en la ciudad de Puno, ubicado en las siguientes coordenadas: -15.823938, -70.015014, el cual da abasto a más de 1500 beneficiarios de todas las escuelas profesionales, tuvo una remodelación en el año 2019 que teniendo de 300 beneficiarios paso a tener más de 1500 comensales. Cuenta con un sistema de alcantarillado que tiene como destino final una fosa séptica la cual recibe una limpieza 2 veces cada año. El comedor está distribuido en zonas de lavado de utensilios, lavado de comida, preparación, etc.

Figura 5

Ubicación del comedor universitario.



Fuente: (<https://www.google.com/maps/search/Universidad+Nacional+Del+Altiplano/@-15.8239249,-70.0151206,20.21z?entry=ttu>)

La investigación se llevará a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación es experimental de tipo pre experimental ya que contemplamos variables independientes.

- Variable independiente: Concentración, pH.
- Variable dependiente: Reducción de turbidez.
- Variables intervinientes: DBO₅ y DQO.



3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de esta investigación es de factorial 2^k ya que se tomará como niveles de concentración de los coagulantes con dos niveles 1.25 y 5, también trabajaremos con el pH

En la Tabla 6 se muestra los detalles del diseño de investigación factorial.

Tabla 6

Detalle del diseño de investigación factorial

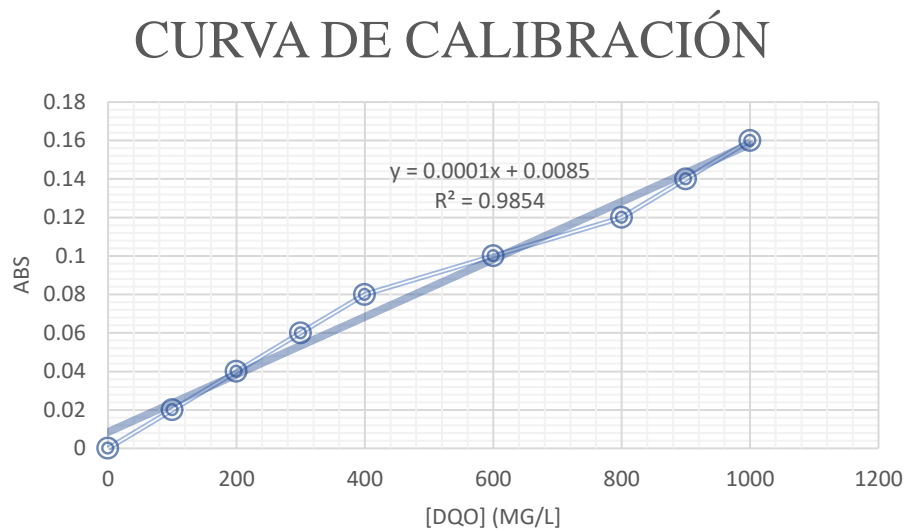
Muestra # - Tipo de Muestra BC o AC						
Parámetro	Malva Silvestres		Moringa Oleífera		Sulfato de Aluminio	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Turbiedad						
pH						
% Remoción						

3.4. DISEÑO DEL ANÁLISIS DE DQO

El análisis de DQO se hizo mediante el método DQO por digestión sellada y espectrometría (APHA 5220D, 2018). Las muestras de DQO se digitaron por 2 horas a 150 °C en un digestor VELP Scientifica DK6. Luego de la digestión, los viales fueron enfriados a temperatura ambiente. Para la lectura de absorbancias se empleó un espectrofotómetro. El método para el análisis de DQO fue previamente validado teniendo en cuenta la longitud de onda óptima (600 nm), y realizando una curva de calibración ($R^2 = 0.9854$).

Figura 6

Curva de Calibración.



De la cual salió la ecuación 1, con la cual hallaremos los diferentes DQO

$$y = 0.0001x + 0.0085 \quad \text{E.C. (1)}$$

3.4.1. Diseño experimental del DQO

En la Tabla 7 se muestra el diseño que usaremos para el análisis de DQO completando con la ABS encontrada en el espectrómetro y realizando los cálculos con la E.C. (1)

Tabla 7

Diseño de la tabla experimental de DQO

Muestra 1	[mg/L] Concentración	Abs
Blanco	0	
Malva	12500	
	50000	

$$y = 0.0001x + 0.0085$$



Donde x será la Absorbancia y despejaremos utilizando la E.C(1)

3.5. DISEÑO DEL ANÁLISIS DE DBO

3.5.1. Procedimiento

Primero, elegimos el volumen de muestra y la resistencia a la nitrificación. Dependiendo de este volumen, necesitaremos usar un multiplicador de lectura del sensor para obtener la DBO.

Tabla

Intervalos para el factor, también del Inhibidor de nitrificación.

Intervalos de medida, DBO (mg/L)	Volumen de muestra, (mL)	Factor	Inhibidor nitrificación, n° gotas
0 – 40	428	1	10
0 – 80	360	2	10
0 – 200	244	5	5
0 – 400	157	10	5
0 – 800	94	20	3
0 - 2000	56	40	3
0 - 4000	21.7	100	2

Fuente: Manual del BOD-Sensor de Aqualytic

Con la ayuda de una probeta 100 mL tomamos 100 mL de muestra y lo pasamos en los frascos acaramelados medidos el pH con un potenciómetro y ajustamos el pH de la muestra entre 6.5 y 7.5 con la ayuda de Ácido Clorhídrico (HCl) e Hidróxido de Sodio (NaOH) agregamos una barra magnética a cada bote junto a la junta de goma (seca y sin grasa), ajustamos el sensor de gases, cabe recalcar que es importante una limpieza escrupulosa de las botellas, junta de goma



y barra magnética para evitar contaminaciones por bacterias o materia orgánica.

Lavar con agua caliente, jabón de laboratorio y cepillo.

Se introducen las botellas en la cámara termostatzada a 20°C, y se conecta el agitador magnético. Después de 5 días las medidas, por día, están listas, se hace la lectura de cada sensor y se anota.

3.5.2. Diseño de la tabla para los resultados de DBO₅

En la Tabla 9 se muestra el diseño que completaremos con los datos para poder hallar el DBO₅.

Tabla 9

Diseño de la tabla experimental de DBO₅.

FLOCULANTE AC	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	VOLUMEN DE LA MUESTRA	FACTOR	DBO ₅ [mg/L]
O BC	1	2	3	4	5			
Muestra 1						100 mL	20	
Muestra 2						100 mL	20	
Muestra 3						100 mL	20	
Muestra 4						100 mL	20	

3.6. MATERIALES Y MÉTODOS

3.6.1. Para el desengrasado de *Moringa Oleífera*

- Extractor de Soxhlet
- Papel filtro
- Engrampadora
- Probeta de vidrio (250 mL)
- Mortero de ágata cerámica
- Cocina eléctrica de laboratorio
- Malla de 100 micras



- Éter de petróleo (98.0%)
- Alcohol (96°)
- Semillas de *Moringa Oleífera*.

3.6.2. Para la obtención de la *Malva Sylvestris* en polvo.

- Planta *Malva Sylvestris* (ramas y hojas)
- Lunas de reloj
- Mortero de ágata cerámica
- Estufa de laboratorio

3.6.3. Para el análisis de turbiedad, pH, TDS

- Matraz (100 mL)
- Probetas (100 mL)
- Fiolas aforadas (100 mL)
- Embudos
- Frascos herméticamente sellados de vidrio
- Papel filtro
- Equipo de prueba de jarras
- Turbidímetro (PCE-TUMB 20L NTU)
- Potenciómetro (Metrohm-swiss made)
- Conductímetro (HACHR sension7tm)
- Sulfato de Aluminio (16%)
- Solución de *Moringa Oleífera* Desengrasada (1,25g/100 mL y 5.0g/ 100 mL)
- Solución de *Malva Sylvestris* (1,25g/100 mL y 5.0g/ 100 mL)
- Solución de Cloruro de Sodio (0.5M).



3.6.4. Para el análisis de DQO

- Matraz (100 mL)
- Probetas (100 mL)
- Pipetas graduadas (5 mL)
- Tubos de ensayo para análisis de DQO
- Gradilla
- Picetas
- Espectrofotómetro (Spectronic 21D, MILTRON ROY)
- Biodigestor (VELP SCIENTIFICA DK6)
- Ácido sulfúrico (H_2SO_4 98.0%)
- Dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$ 99.0%)
- Sulfato de plata (Ag_2SO_4 99%)
- Sulfato de mercurio ($HgSO_4$ 98%)
- Agua destilada.

3.6.5. Para el análisis de DBO

- Probetas (250 mL)
- Potenciómetro (Metrohm-swiss made)
- Sensores de presión de gases (VELP SCIENTIFICA)
- Junta de goma (en el interior del sensor)
- Botella de cristal para la muestra
- Barra magnética
- Cámara termostarizada con agitador multipuesto
- Ácido Clorhídrico (HCl 0.021N)
- Hidróxido de Sodio (NaOH 0.01N)



3.7. MÉTODOS DE ANÁLISIS Y/O EVALUACIÓN

3.7.1. Desengrasado de la *Moringa Oleífera* para floculante

Las semillas de *Moringa Oleífera* se compraron 1kg en la ciudad de Juliaca, la cual se llevó al Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería Química, las semillas se lavaron y se les quito la cáscara, se pusieron en un mortero de ágata cerámica y se procedió a molerlas, posterior a este proceso se tamizó con una malla de 100 micras, se pesó una cápsula pequeña y se procedió a tarar, para poder pesar cuanta *Moringa Oleífera* triturada teníamos, se preparó los cartuchos con papel filtro y engrampadora y se procedió a llenarlos con la moringa triturada.

Con una probeta de 250 mL se llenó 200 mL de éter de petróleo en el balón del equipo de soxhlet, así mismo se preparó el equipo con un soporte universal y por debajo una cocina eléctrica de laboratorio, en la parte de cartucho de extracción de soxhlet se procedió a poner los cartuchos con moringa triturada.

Se conectaron mangueras para el tubo refrigerante tanto como de entrada y de salida y se procedió a abrir la llave de agua y se encendió la cocinilla, el disolvente procedió a evaporarse y por arrastre empezó a desengrasar la moringa, este procedimiento duro alrededor de 40-60 minutos.

Se hicieron 3 desengrasados:

1er desengrasado

- Peso de Moringa sin desengrasar: 35.0 g
- Volumen de Disolvente: Éter de Petróleo 200 mL
- Peso de Moringa desengrasada: 24.23 g



- Aceite Extraído: 8.2 mL

2do desengrasado

- Peso de Moringa sin desengrasar: 50.00 g
- Volumen de Disolvente: Éter de Petróleo 250 mL
- Peso de Moringa desengrasada: 40.00
- Aceite Extraído: 20 mL

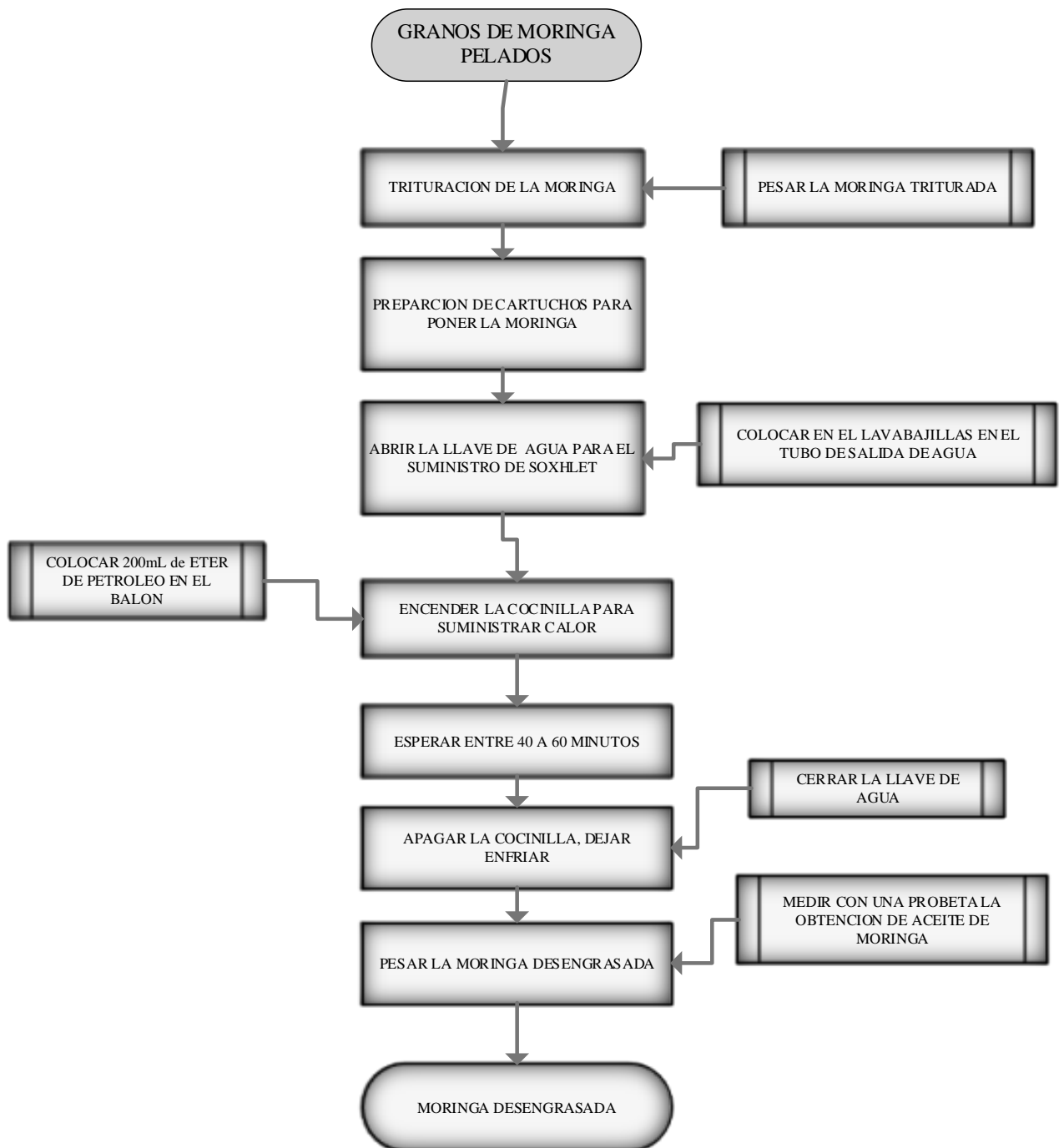
3er Desengrasado

- Peso de Moringa sin desengrasar: 15.00 g
- Volumen de Disolvente: Alcohol 400 mL
- Peso de Moringa desengrasada: 10.00 g
- Aceite Extraído: 5.32 mL

En la Figura 7 se explicará el diagrama de bloques este procedimiento.

Figura 7

Diagrama de bloques del desengrasado de la Moringa Oleífera



3.7.2. Obtención de *Malva Sylvestris* para floculante

La *malva sylvestris* se recogió del centro poblado Llachon y en la ciudad universitaria, se llevó al Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería Química, se procedió a lavar para poder deshojar y quitar las ramas para colocarlas en una luna de reloj, se colocó la luna de reloj con la malva en la estufa a 60°C durante 3 días.

Se uso un mortero de ágata cerámica y se procedió a moler la malva, se colocó una luna de reloj en la balanza y se procedió a tarar, se colocó la malva molida y se obtuvo un peso de 50g.

3.7.3. Análisis de turbiedad, pH, TDS

Se hizo la recolección de muestras en frascos de vidrios herméticamente sellados en 4 diferentes zonas del comedor universitario.

En la siguiente Tabla 10 se muestra la clasificación de los tipos de muestra.

Tabla 10

Clasificación de las 4 zonas de muestreo

# Muestra	Punto de muestreo	Descripción
Muestra 1	Preparación de comida	En esta zona se encontró agua de color rojo debido a que en el día de muestreo usaron betarraga
Muestra 2	Lavado zona 1	Zona donde se lava la comida
Muestra 3	Lavado zona 2	Zona donde se lava los utensilios
Muestra 4	Fosa séptica	El agua de todo el comedor llega a esta zona mezclándose las grasas, restos orgánicos y demás



Se hizo la toma de muestras en diferentes días para poder obtener variabilidad de aguas, estas muestras se llevaron al laboratorio de control de calidad, se tomaron 100 mL con la ayuda de una probeta y se pondrán en un matraz para obtener sus datos de entrada, se usó el equipo Conductímetro (HACHR SensION7TM) para obtener los datos de TDS, SAL, y Conductividad.

Después se utilizó el Potenciómetro (Metrohm-swiss made) para poder medir el pH y al último se procedió a calibrar el Turbidímetro (PCE-TUMB 20L NTU) para así medir la turbiedad de entrada. Esto se repitió en cada día de toma de muestra de las diferentes zonas.

3.7.4. Metodología empleada

Se preparó los 2 floculantes ya obtenidos en fiola de 100 mL se conocerá floculante con concentración alta esta contendrá 5% del floculante, las cuales se mezclarán en las jarras con la ayuda de una probeta de 100 mL se pondrán 25 mL de floculante con 100 mL de muestra.

Se preparó los 2 floculantes ya obtenidos en fiola de 100 mL se conocerá floculante con concentración baja esta contendrá 1.25% del floculante, las cuales se mezclarán en las jarras con la ayuda de una probeta de 100 mL se pondrán 25 mL de floculante con 100 mL de muestra.

Para los ensayos de trazabilidad, se tomarán 4 ensayos a partir de los muestreos realizados aleatoriamente y para ellos se usará el equipo de test de jarras, se medía el pH de entrada haciendo uso de jarras de plástico de 500 mL. Posteriormente, se iniciará la agitación a 200 rpm de la muestra más el floculante durante 5 minutos después se pondrá 15 minutos se agitará a 45 rpm y finalmente con un tiempo de sedimentación de 60 min y se procederá a medir el pH de salida,



se realizarán las comparaciones del comportamiento de los floculantes naturales (Feria et al., 2014).

3.8 ANÁLISIS ANOVA

El análisis estadístico de las variables Turbiedad vs Concentración se llevó a cabo mediante la gráfica de dispersión. Posteriormente, se realizó un análisis de intervalos para los tres tipos de floculantes utilizando el software Minitab, utilizando ANOVA para comparar los resultados.

Los resultados del análisis estadístico ANOVA se presentan en las Figuras 8, 9 y 10, donde se observan las diferencias significativas entre los tipos de floculantes en cuanto a su eficacia para reducir la turbiedad en función de la concentración utilizada. Estas figuras proporcionan una representación visual clara de cómo cada tipo de floculante afecta la turbiedad en diferentes concentraciones, permitiendo así identificar cuál es más efectivo en condiciones específicas de concentración.

ANOVA de un solo factor: %Turbiedad vs. Concentración

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Concentración	2	1.25; 5.00

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Concentración	1	837.8	837.8	5.81	0.052
Error	6	864.5	144.1		
Total	7	1702.3			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
12.0034	49.22%	40.75%	9.72%

Medias

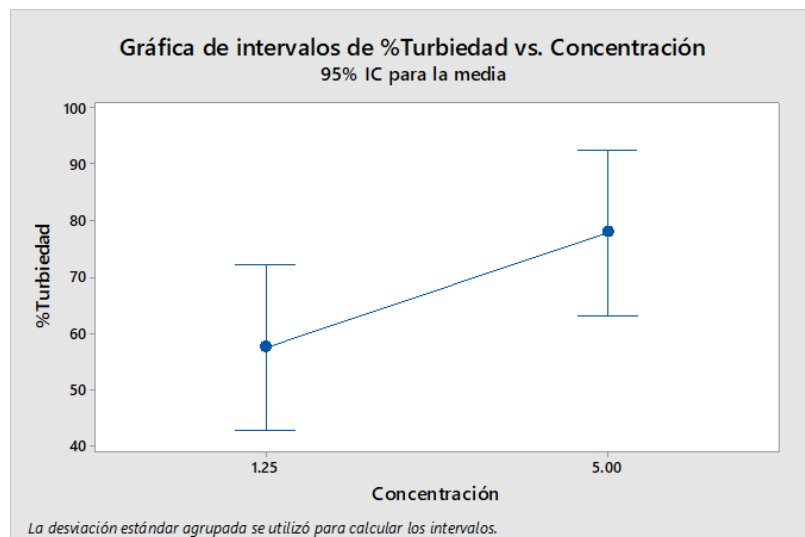
Concentración	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1.25	4	57.56	11.95	(42.87; 72.24)
5.00	4	78.02	12.06	(63.34; 92.71)

Desv.Est. agrupada = 12.0034

En la figura 8 tenemos la Gráfica de intervalos de %Turbiedad vs. Concentración la cual nos representan los resultados obtenidos según el análisis estadístico.

Figura 8

Gráfica de intervalos de %Turbiedad vs. Concentración para la Malva Silvestrys.



Tenemos los resultados obtenidos del análisis estadístico ANOVA para la

Moringa Oleífera.

ANOVA de un solo factor: Turbiedad vs. Concentración

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Concentración	2	1.25; 5.00

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Concentración	1	126.4	126.40	1.42	0.278
Error	6	533.9	88.99		
Total	7	660.3			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
9.43324	19.14%	5.67%	0.00%

Medias

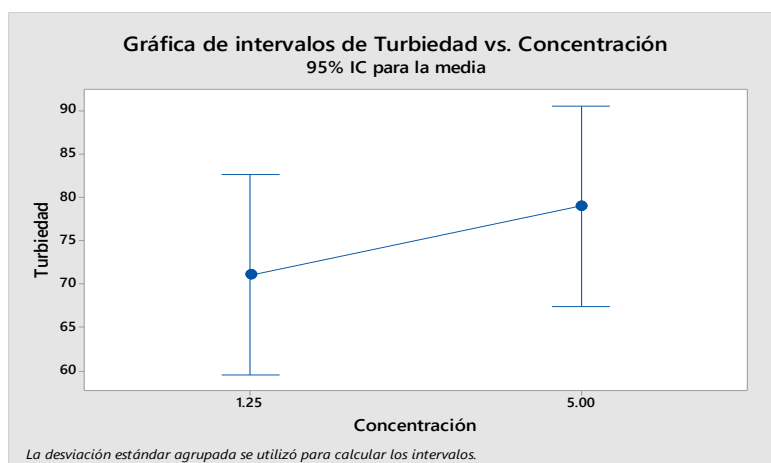
Concentración	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1.25	4	71.08	10.39	(59.54; 82.62)
5.00	4	79.03	8.36	(67.49; 90.57)

Desv.Est. agrupada = 9.43324

En la figura 9 tenemos la Gráfica de intervalos de % Turbiedad vs. Concentración la cual nos representan los resultados obtenidos según el análisis estadístico.

Figura 9

Gráfica de intervalos de %Turbiedad vs. Concentración para la Moringa Oleífera.



Tenemos los resultados obtenidos del análisis estadístico ANOVA para el Sulfato de Aluminio.

ANOVA de un solo factor: Turbiedad vs. Concentración

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Concentración	2	1.25; 5.00

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Concentración	1	46.61	46.61	0.67	0.446
Error	6	419.78	69.96		
Total	7	466.39			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
8.36438	9.99%	0.00%	0.00%

Medias

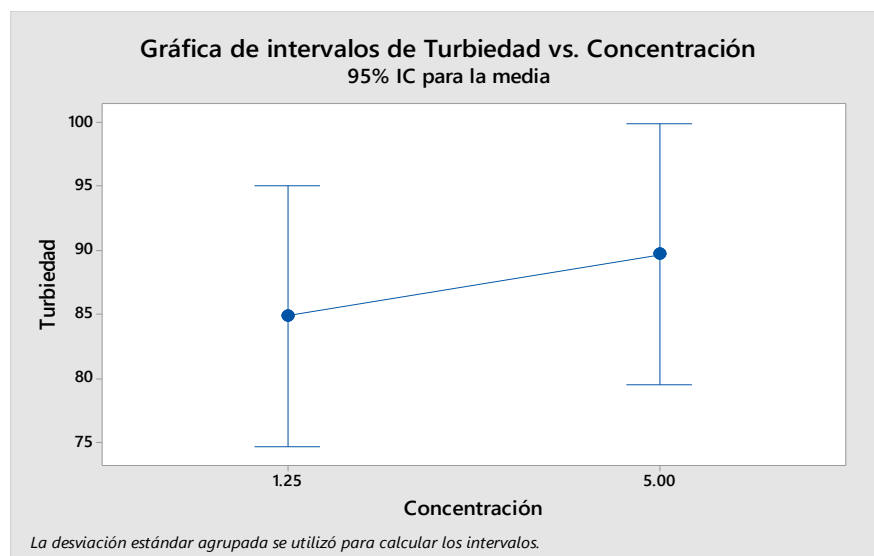
Concentración	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1.25	4	84.89	11.12	(74.66; 95.13)
5.00	4	89.72	4.04	(79.49; 99.95)

Desv.Est. agrupada = 8.36438

Gráfica de intervalos de Turbiedad vs. Concentración

Figura 10

Gráfica de Dispersión de Concentración vs %turbiedad para el Sulfato de Aluminio.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS

Objetivo 1: Caracterizar la muestra de agua residual proveniente del comedor de la Universidad Nacional del Altiplano.

Tabla 11

Caracterización de las muestras.

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
pH	6.90	8.00	7.90	4.01
Conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}$	1014	1162	1145	780
TDS mg/L	517	581	573	393
Salinidad	0.6	0.6	0.6	0.4
Turbiedad NTU	84	60	44.27	550

En la Tabla 11, ya realizada la caracterización, se muestra que el que mayor concentración de iones hidronio (pH) tiene es en la muestra 2. Por otra parte, con mayor conductividad tenemos a la muestra 2, así mismo en el TDS.

Sin embargo, en la turbiedad la muestra 4 es la que tiene mayor índice.

4.2. COMPORTAMIENTO POST TRATAMIENTO DEL DQO Y DBO EN LAS MUESTRAS

Objetivo 2: Determinar si el agua post tratamiento cumple con las características de DQO, DBO para la descarga al alcantarillado.



4.2.1. Resultados de DQO para la *Malva Sylvestris*

En la muestra N°1 la cual pertenece al área de Cocina/Comida se halló el siguiente DQO, gracias al a línea de calibración.

Tabla 12

Datos de la muestra 1 de DQO para la Malva Sylvestris

Muestra 1	[mg/L] Concentración	Abs
Blanco	0	0.024
Malva	12500	0.025
	50000	0.103

$$y = 0.0001x + 0.0085$$

DQO BAJA CONCENTRACIÓN

$$0.025 = 0.0001x + 0.0085$$

$$x = 165 \text{ mg/L}$$

DQO ALTA CONCENTRACIÓN

$$0.103 = 0.0001x + 0.0085$$

$$x = 945 \text{ mg/L}$$

En la muestra N°2 la cual pertenece al área lavado zona 1 se halló el siguiente DQO, gracias al a línea de calibración.

Tabla 13

Datos de la muestra 2 de DQO para la Malva Sylvestris.

Muestra 2	[mg/L] Concentración	Abs
Blanco	0	0.024
Malva	12500	0.025
	50000	0.027

$$y = 0.0001x + 0.0085$$

DQO BAJA CONCENTRACION

$$0.025 = 0.0001x + 0.0085$$

$$x = 165 \text{ mg/L}$$

DQO ALTA CONCENTRACION

$$0.027 = 0.0001x + 0.0085$$

$$x = 185 \text{ mg/L}$$

En la muestra N°3 la cual pertenece al área de lavado zona 2 se halló el siguiente DQO, gracias a la línea de calibración.

Tabla 14

Datos de la muestra 3 de DQO para la Malva Sylvestris.

Muestra 3	[mg/L] Concentración	Abs
Blanco	0	0.024
Malva	12500	0.040
	50000	0.050

$$y = 0.0001x + 0.0085$$



DQO BAJA CONCENTRACIÓN

$$0.040=0.0001x + 0.0085$$

$$x=315 \text{ mg/L}$$

DQO ALTA CONCENTRACIÓN

$$0.050=0.0001x + 0.0085$$

$$x=415 \text{ mg/L}$$

En la muestra N°4 la cual pertenece al área de agua residual poza séptica se halló el siguiente DQO, gracias al a línea de calibración.

Tabla 15

Datos de la muestra 4 de DQO para la Malva Sylvestris.

Muestra 4	[mg/L] Concentración	Abs
Blanco	0	0.024
Malva	12500	0.059
	50000	0.162

$$y = 0.0001x + 0.0085$$

DQO BAJA CONCENTRACIÓN

$$0.059=0.0001x + 0.0085$$

$$x=505 \text{ mg/L}$$

DQO ALTA CONCENTRACIÓN

$$0.162=0.0001x + 0.0085$$

$$x=1535 \text{ mg/L}$$



4.2.2. Resultados de DQO Para la *Moringa Oleífera*

En la muestra N°1 la cual pertenece al área de Cocina/Comida se halló el siguiente DQO, gracias a la línea de calibración

Tabla 16

Datos de la muestra 1 de DQO para la Moringa Oleífera

Muestra 1	[mg/L] Concentración	Abs
Blanco	0	0.024
Malva	12500	0.072
	50000	0.059

$$y = 0.0001x + 0.0085$$

DQO BAJA CONCENTRACIÓN

$$0.072 = 0.0001x + 0.0085$$

$$x = 635 \text{ mg/L}$$

DQO ALTA CONCENTRACIÓN

$$0.059 = 0.0001x + 0.0085$$

$$x = 505 \text{ mg/L}$$

En la muestra N°2 la cual pertenece al área lavado zona 1 se halló el siguiente DQO, gracias a la línea de calibración.



Tabla 17

Datos de la muestra 2 de DQO para la Moringa Oleífera.

Muestra 2	[mg/L] Concentración	Abs
Blanco	0	0.024
Malva	12500	0.043
	50000	0.094

$$y = 0.0001x + 0.0085$$

DQO BAJA CONCENTRACIÓN

$$0.043 = 0.0001x + 0.0085$$

$$x = 345 \text{ mg/L}$$

DQO ALTA CONCENTRACIÓN

$$0.094 = 0.0001x + 0.0085$$

$$x = 855 \text{ mg/L}$$

En la muestra N°3 la cual pertenece al área de lavado zona 2 se halló el siguiente DQO, gracias a la línea de calibración.

Tabla 18

Datos de la muestra 3 de DQO para la Moringa Oleífera

Muestra 3	[mg/L] Concentración	Abs
Blanco	0	0.024
Malva	12500	0.050
	50000	0.040

$$y = 0.0001x + 0.0085$$



DQO BAJA CONCENTRACIÓN

$$0.050=0.0001x + 0.0085$$

$$x=415 \text{ mg/L}$$

DQO ALTA CONCENTRACIÓN

$$0.040=0.0001x + 0.0085$$

$$x=315 \text{ mg/L}$$

En la muestra N°4 la cual pertenece al área de agua residual poza séptica se halló el siguiente DQO, gracias al a línea de calibración.

Tabla 19

Datos de la muestra 4 de DQO para la Moringa Oleífera.

Muestra 4	[mg/L] Concentración	Abs
Blanco	0	0.024
Malva	12500	0.156
	50000	0.053

$$y = 0.0001x + 0.0085$$

DQO BAJA CONCENTRACIÓN

$$0.156=0.0001x + 0.0085$$

$$x=1475 \text{ mg/L}$$

DQO ALTA CONCENTRACIÓN

$$0.053=0.0001x + 0.0085$$

$$x=445 \text{ mg/L}$$

4.2.3. Resultados de las muestras de DBO₅

En la tabla 20 se puede apreciar los resultados de DBO obtenidos de la *Moringa Oleífera* a baja concentración en un lapso de 5 días.

Tabla 20

Resultados de la muestra de DBO de la Moringa Oleífera a baja concentración.

<i>Moringa Oleífera</i>	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	VOLUMEN DE LA	FACTOR	DBO ₅ [mg/L]
BC	1	2	3	4	5	MUESTRA		
Muestra 1	0	0	0	0	0	100 mL	20	0
Muestra 2	32	32	37	37	32	100 mL	20	640
Muestra 3	0	0	3	1	1	100 mL	20	20
Muestra 4	0	59	96	96	85	100 mL	20	1700

En la tabla 21 tenemos los resultados de DBO obtenidos de la *Moringa Oleífera* a alta concentración en un tiempo de 5 días.

Tabla 21

Resultados de la muestra de DBO de la Moringa Oleífera a alta concentración.

<i>Moringa Oleífera</i>	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	VOLUMEN DE LA	FACTOR	DBO ₅ [mg/L]
AC	1	2	3	4	5	MUESTRA		
Muestra 1	118	263	257	236	182	100 mL	20	3640
Muestra 2	0	0	7	5	5	100 mL	20	100
Muestra 3	0	0	0	0	10	100 mL	20	200
Muestra 4	0	5	10	5	5	100 mL	20	100

En la Tabla 22 se pueden visualizar los resultados de DBO obtenidos de la *Malva Sylvestris* a baja concentración en un tiempo de 5 días.



Tabla 22

Resultados de la muestra de DBO de la Malva Sylvestris a baja concentración.

<i>Malva Sylvestris BC</i>	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	VOLUMEN DE LA MUESTRA	FACTOR	DBO ₅ [mg/L]
Muestra 1	0	0	0	0	0	100 mL	20	0
Muestra 2	0	0	0	0	0	100 mL	20	0
Muestra 3	5	4	10	16	10	100 mL	20	200
Muestra 4	10	16	21	21	21	100 mL	20	420

Por último, tenemos la Tabla 23 en donde se encuentran los resultados de DBO obtenidos de la *Malva Sylvestris* a alta concentración en un lapso de tiempo de 5 días.

Tabla 23

Resultados de la muestra de DBO de la Malva Sylvestris a alta concentración

<i>Malva Sylvestris AC</i>	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	VOLUMEN DE LA MUESTRA	FACTOR	DBO ₅ [mg/L]
Muestra 1	0	0	0	0	16	100 mL	20	320
Muestra 2	0	0	0	0	0	100 mL	20	0
Muestra 3	5	0	0	0	0	100 mL	20	0
Muestra 4	0	0	0	0	0	100 mL	20	0

4.2.4. Análisis del resultado del DQO y DBO post tratamiento de la Malva Sylvestris

En este apartado tenemos los resultados luego del test de jarras y la aplicación de los coagulantes naturales. Para la *Malva Sylvestris* tenemos en tabla 24 y 25 (baja concentración y alta concentración).

Tabla 24

Resultados del DQO a baja y alta concentración con la Malva Sylvestris

DQO [mg/L]	Concentración Baja	Concentración Alta
Muestra 1	165	945
Muestra 2	165	185
Muestra 3	315	415
Muestra 4	505	1535

Interpretación:

Según el Decreto Supremo N.º 010-2019-VIVIENDA decreto supremo que aprueba el reglamento de valores máximos admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domesticas en el sistema de alcantarillado sanitario, da los siguientes valores máximos admisibles en el agua residual no domestica sus valores máximos admisibles del DQO es de 1000, las 4 muestras están dentro del VMA.

Tabla 25

Resultados del DBO a baja y alta concentración con la Malva Sylvestris

DBO [mg/L]	Concentración Baja	Concentración Alta
Muestra 1	0	320
Muestra 2	0	0
Muestra 3	200	0
Muestra 4	420	0

Interpretación:

Según el Decreto Supremo N.º 010-2019-VIVIENDA decreto supremo que aprueba el reglamento de valores máximos admisibles (VMA) para las



descargas de aguas residuales no domesticas en el sistema de alcantarillado sanitario, da los siguientes valores máximos admisibles en el agua residual no domestica sus valores máximos admisibles son DBO₅ es de 500, las 4 muestras están dentro del VMA.

4.2.5. Análisis del resultado del DQO y DBO post tratamiento de la *Moringa Oleífera*

Por otro lado, acá en la Tabla 26 y 27 se puede visualizar los resultados en alta concentración y en baja concentración para la *Moringa Oleífera*.

Tabla 26

Resultados del DQO a baja y alta concentración con la Moringa Oleífera

DQO [mg/L]	Concentración Baja	Concentración Alta
Muestra 1	635	505
Muestra 2	345	855
Muestra 3	415	315
Muestra 4	1475	445

Interpretación:

Según el Decreto Supremo N.º 010-2019-VIVIENDA decreto supremo que aprueba el reglamento de valores máximos admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domesticas en el sistema de alcantarillado sanitario, da los siguientes valores máximos admisibles en el agua residual no domestica sus valores máximos admisibles del DQO es de 1000, la muestras 1,2 y 3 están dentro del VMA, la muestra 4 sobrepasa el VMA.

Tabla 27

Resultados del DBO a baja y alta concentración con la Moringa Oleífera

DBO [mg/L]	Concentración Baja	Concentración Alta
Muestra 1	0	3640
Muestra 2	640	100
Muestra 3	20	200
Muestra 4	1700	100

Interpretación:

Según el Decreto Supremo N.º 010-2019-VIVIENDA decreto supremo que aprueba el reglamento de valores máximos admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domesticas en el sistema de alcantarillado sanitario, da los siguientes valores máximos admisibles en el agua residual no domestica sus valores máximos admisibles son DBO₅ es de 500, las muestras 1 y 3 están dentro del VMA, las muestra 2 y 4 sobrepasan el VMA.

4.3. DATOS DE REMOCIÓN DE TURBIDEZ

Objetivo 3: Determinar la concentración y pH adecuado de los coagulantes para reducir el Turbidez.

4.3.1. Muestra 1

En la tabla 28 y 29 se muestran los resultados de la muestra 1 con todos los floculantes a 1.25% y 5%.

Tabla 28*Resultados de la remoción de turbidez de la muestra 1 a 1.25%*

Muestra 1 - Tipo de Muestra 1.25%						
Parámetro	Malva Silvestres		Moringa Oleífera		Sulfato de Aluminio	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Turbiedad	84	34.17	316	45.34	84.00	0.400
pH	5.60	6.84	5.97	6.71	4.90	3.48
% Remoción	59.32		85.65		99.52	

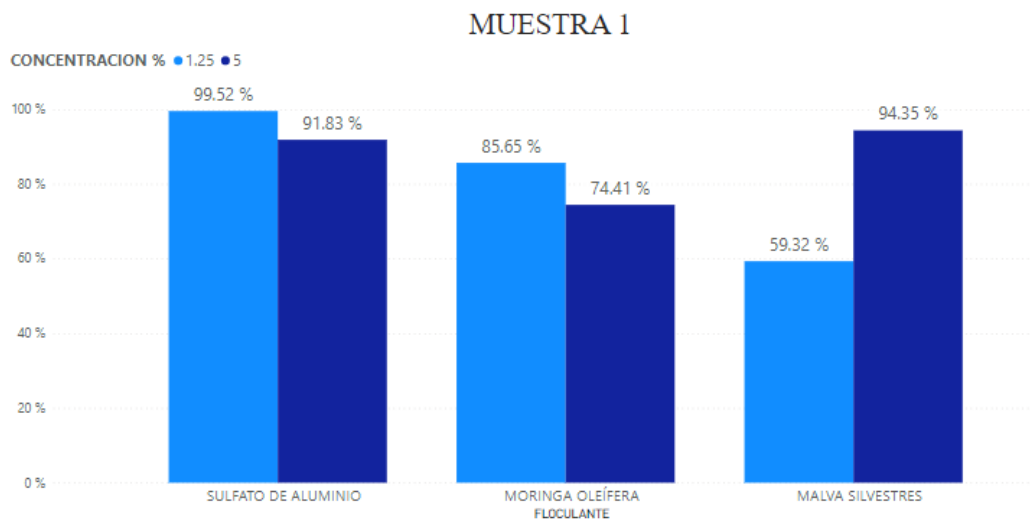
Tabla 29*Resultados de la remoción de turbidez de la muestra 1 a 5.00%*

Muestra 1 - Tipo de Muestra 5.00%						
Parámetro	Malva Silvestres		Moringa Oleífera		Sulfato de Aluminio	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Turbiedad	343.00	19.38	340	87.00	360.00	9.43
pH	4.38	4.35	4.02	4.43	4.15	4.11
% Remoción	94.35		74.41		91.83	

En la Figura 11 nos muestra en el eje Y el % de remoción, mientras que en el eje X está el tipo de floculante, las columnas de color celeste son con una concentración de 1.25% y las de color azul son de 5% de la muestra 1.

Figura 11

Resultados de la muestra 1



Discusión:

En la muestra 1, en el ensayo con concentración de 1.25% del Sulfato de aluminio con pH 4.90 se obtuvo una remoción de 99.52% representando una remoción total, por otro lado según Pérez, (2015) logró una remoción de 96.55%. También la *malva sylvestris* en el ensayo con una concentración de 5.00 y pH 5 obtuvo 94.35% remoción tratándose de una remoción alta. Por otra parte, tenemos con la *Moringa Oleífera* a una concentración de 5% y un pH de 5 se logró una remoción del 85.65%, a comparación de Melo & Turriago, (2012) que obtuvieron una remoción de 84.64% también haciendo uso del mismo coagulante. En general, se obtuvo resultados favorables para todos floculantes usados en cada uno de los ensayos para la muestra 1, destacando en la muestra la *Malva Silvestris*.

4.3.2. Muestra 2

En la tabla 30 y 31 se observa el resultado de la muestra 2 con todos los floculantes a 1.25% y 5.00%

Tabla 30*Resultados de la remoción de turbidez de la muestra 2 a 1.25%*

Muestra 2 - Tipo de Muestra 1.25%						
Parámetro	Malva Silvestres		Moringa Oleífera		Sulfato de Aluminio	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Turbiedad	60	34.25	60.00	19.97	60.00	14.91
pH	5.97	7.05	6.70	7.85	4.71	3.56
% Remoción	42.92		67.22		75.15	

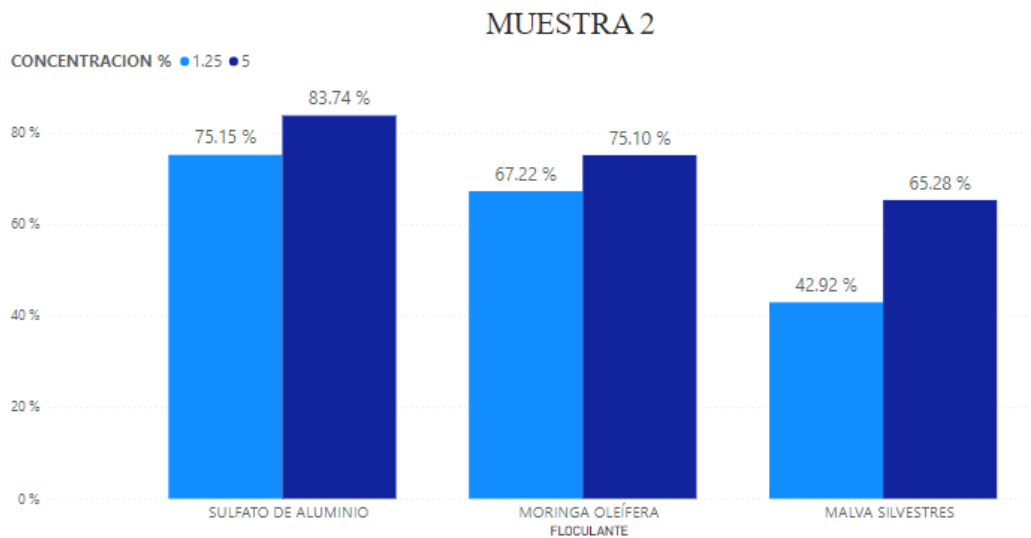
Tabla 31*Resultados de la remoción de turbidez de la muestra 2 a 5.00%*

Muestra 2 - Tipo de Muestra 5%						
Parámetro	Malva Silvestres		Moringa Oleífera		Sulfato de Aluminio	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Turbiedad	60	20.83	70.00	17.43	70.00	11.38
pH	5.45	4.84	7.88	6.73	4.10	4.04
% Remoción	65.28		75.10		83.74	

En la Figura 12 nos muestra en el eje Y el % de remoción, mientras que en el eje X está el tipo de floculante, las columnas de color celeste son con una concentración de 1.25% y las de color azul son de 5% de la muestra 2.

Figura 12

Resultados de la muestra 2



Discusión:

En la muestra 2, en el ensayo con concentración de 5.00% de Sulfato de aluminio con pH 4.10 se obtuvo una remoción de 83.74% representando una remoción parcial, por otro lado Pérez (2015), logró una remoción de 96.55%, así mismo con la *moringa oleífera* en el ensayo con una concentración de 5.00 y un pH de 7.2 obtuvo 75.10% de remoción tratándose de una remoción parcial, se obtuvo resultados favorables ya que Quispe (2018), en su proyecto de floculación con *Moringa Oleífera* obtuvo una remoción de 73.27%, siendo la *Malva Sylvestris* la que menor remoción tuvo.

4.3.3. MUESTRA 3

En la tabla 32 y 33 se puede visualizar el resultado de la remoción de turbidez en la muestra 3 a 1.25% y 5.00%

Tabla 32*Resultados de la remoción de turbidez de la muestra 3 a 1.25%*

Muestra 3 - Tipo de Muestra BC						
Parámetro	Malva Silvestres		Moringa Oleífera		Sulfato de Aluminio	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Turbiedad	44.00	19.37	44.00	16.73	44.00	9.92
pH	6.15	7.52	6.83	7.76	4.78	3.43
% Remoción	55.98		61.28		77.45	

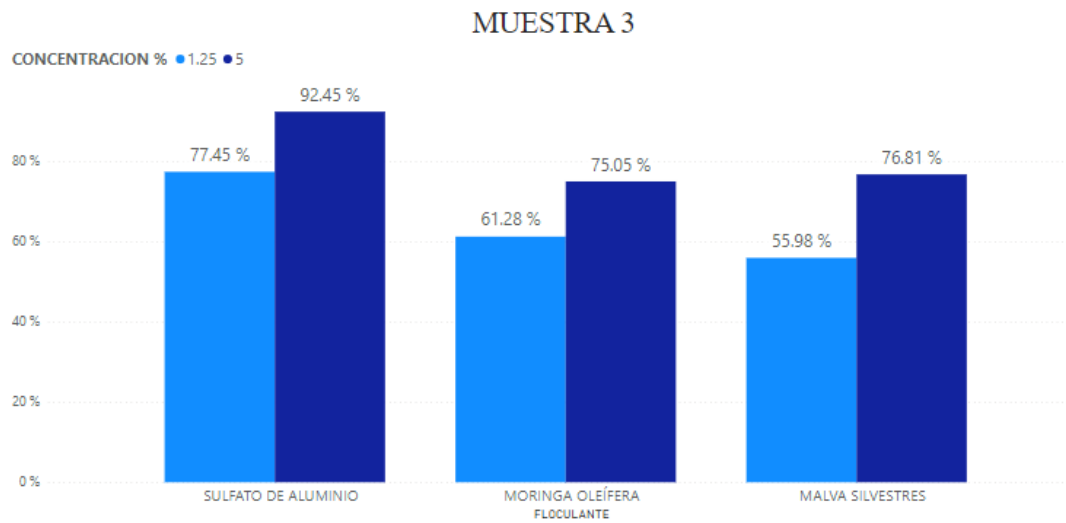
Tabla 33*Resultados de la remoción de turbidez de la muestra 3 a 5.00%*

Muestra 3 - Tipo de Muestra AC						
Parámetro	Malva Silvestres		Moringa Oleífera		Sulfato de Aluminio	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Turbiedad	40.66	9.43	55.00	13.72	58.00	4.53
pH	4.78	4.75	7.24	6.88	4.10	4.07
% Remoción	76.81		75.05		92.45	

En la Figura 13 nos muestra en el eje Y el % de remoción, mientras que en el eje X está el tipo de floculante, las columnas de color celeste son con una concentración de 1.25% y las de color azul son de 5% de la muestra 3.

Figura 13

Resultados de la muestra 3



Discusión:

En la muestra 3, en el ensayo con concentración de 5.00% de Sulfato de aluminio con pH 4.10 se obtuvo una remoción de 92.45% representando una remoción total, por otro lado Pérez (2015), logró una remoción de 96.55%, lo cual no se tiene una diferencia abismal en los resultados obtenidos.

De igual manera con la *malva sylvestris* en el ensayo con una concentración de 5.00 y pH 4.78 obtuvo 76.81% remoción tratándose de una remoción parcial, se obtuvo resultados favorables ya que Quispe (2018), en su proyecto de floculación con *Moringa Oleífera* obtuvo una remoción de 73.27%, se realizó la comparación con la *Moringa Oleífera* ya que no hay antecedentes similares con el tratamiento de la malva.

4.3.4. Muestra 4

En la tabla 34 y 35, tenemos el resultado de la remoción de turbidez de la muestra 4 a 1.25 y 5.00%.

Tabla 34

Resultados de la remoción de turbidez de la muestra 4 a 1.25%.

Muestra 4 - Tipo de Muestra BC						
Parámetro	Malva Silvestres		Moringa Oleífera		Sulfato de Aluminio	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Turbiedad	550.00	154.00	550.00	164.00	550.00	69.00
pH	4.90	4.59	4.75	4.17	4.65	2.97
% Remoción	72		70.18		87.45	

Tabla 35

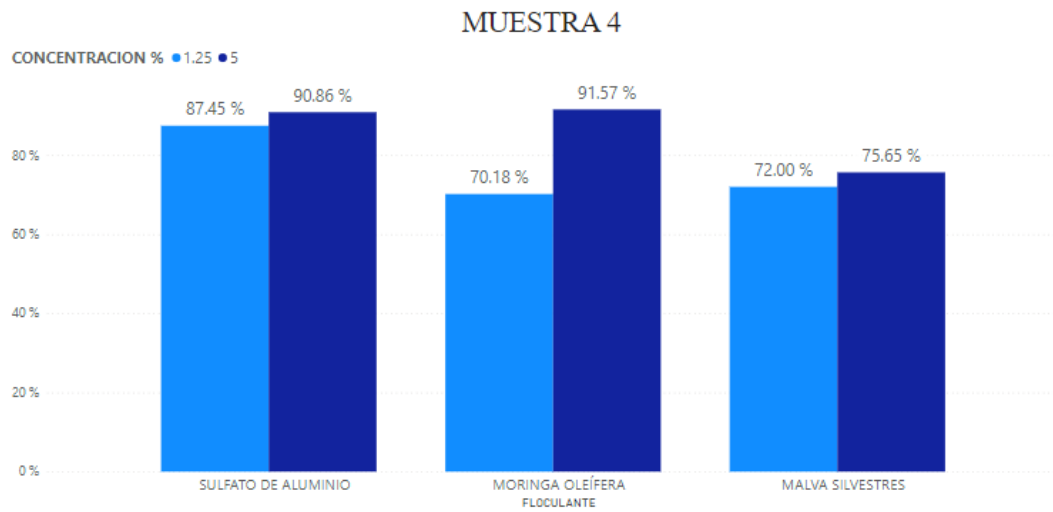
Resultados de la remoción de turbidez de la muestra 4 a 5.00%.

Muestra 4 - Tipo de Muestra AC						
Parámetro	Malva Silvestres		Moringa Oleífera		Sulfato de Aluminio	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Turbiedad	850.00	207.00	700.00	59.00	700.00	64.00
pH	4.50	4.41	4.03	5.45	3.86	3.80
% Remoción	75.65		91.57		90.86	

En la Figura 14 nos muestra en el eje Y el % de remoción, mientras que en el eje X está el tipo de floculante, las columnas de color celeste son con una concentración de 1.25% y las de color azul son de 5% de la muestra 4.

Figura 14

Resultados de la muestra 4



Discusión:

En la muestra 4, en el ensayo con concentración de 5.00% de *Moringa Oleífera* con filtrado y pH 5.45 se obtuvo una remoción de 91.57% representando una remoción total, en cambio, Castillo & Avendaño, (2020) obtuvieron una remoción del 92.37%, lo cual no tiene una diferencia significativa con los resultados obtenidos en este proyecto, así mismo, el sulfato de aluminio en el ensayo con una concentración de 5.00 y pH 3.80 obtuvo 90.86% remoción tratándose de una remoción total, siendo la *Malva Sylvestris* la que menor remoción obtuvo.



V. CONCLUSIONES

- Se evaluó la capacidad floculante de *Malva sylvestris* y *Moringa oleífera* en el tratamiento de aguas residuales del comedor de la UNA-Puno. Los resultados indican que *Moringa oleífera* demostró un rendimiento superior en comparación a la *Malva Sylvestris*, especialmente en la muestra 4 de agua residual con una remoción de turbiedad del 91.57%.
- Se caracterizó las muestras obtenidas en el comedor de la UNA – Puno en donde se pudo encontrar muestras con bajo porcentaje de turbiedad con excepción de la muestra 4, en donde se encontró 550 NTU. En cuanto a las características del agua del comedor, las muestras 1 a 3 muestran un pH ligeramente alcalino, mientras que la muestra 4 presenta un pH ácido de 4.01. Se proporcionaron datos detallados sobre conductividad, TDS, SAL y turbidez para cada muestra, ofreciendo una visión completa de la calidad del agua.
- Se determinó que la muestra 4 de Moringa en BC no cumple con los límites permisibles de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO). Esto señala la necesidad de ajustes en el proceso de tratamiento para cumplir con los estándares ambientales establecidos.
- Se determinó que la concentración óptima de floculante es del 5%, con filtrado y un rango de pH entre 4 y 7, siendo este último un factor crítico para la eficacia del tratamiento, ya que con estos parámetros se obtuvo hasta un 91.57% de remoción en la turbidez. Se sugiere que estas condiciones son ideales para maximizar la remoción de impurezas.



VI. RECOMENDACIONES

- A pesar de que el comedor universitario cuenta con una fosa séptica y se somete a mantenimiento dos veces al año el hecho de que no está directamente conectado al sistema de alcantarillado público, si se propondría conectar al sistema alcantarillado, se debe tener un pre-tratamiento debido a que una de las muestras de DBO y DQO de sus aguas supera los límites permisibles, lo que hace imprescindible implementar un tratamiento para reducir estos niveles.
- En aras de realizar análisis más detallados, se recomienda tomar al menos 3 litros de cada muestra, utilizando diferentes floculantes o métodos de análisis. Asimismo, se sugiere llevar a cabo una investigación exhaustiva para evaluar la viabilidad de ajustes específicos que puedan mejorar la eficacia del tratamiento. Esto es crucial para garantizar el cumplimiento de los límites permisibles de DBO y DQO, especialmente en la muestra 4.
- Adicionalmente, se destaca la importancia de cumplir con la normativa ambiental vigente. Esto no solo es fundamental para el resguardo del medio ambiente, sino también para asegurar la sostenibilidad a largo plazo del proceso de tratamiento de aguas residuales.
- La exploración de posibles mejoras y la adhesión rigurosa a las regulaciones ambientales son pasos esenciales para promover un entorno más saludable y sostenible en el ámbito universitario.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acebedo, Y. (2016). Eficiencia de la semilla marango (*Moringa Oleífera*) como material adsorbente para la remoción de plomo del río Mantaro, en el distrito Paccha, Jauja, Junín, 2016. *Universidad César Vallejo*.
- Anastasakis, K., Kalderis, D., & Diamadopoulos, E. (2009). Flocculation behavior of mallow and okra mucilage in treating wastewater. *Desalination*, 249(2), 786–791. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2008.09.013>
- Arias, A., Hernandez, J. luis, & Valencia, Andres fernando Castro, N. (2017). Waswater treatment from saughter house: using powder of *M. oleífera* as a natural coagulant. *Bioteconología Del Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 1(1), 29–39.
- Arreola, M., & Canepa, J. (2013). *Moringa oleifera* una alternativa para sustituir coagulantes metálicos en el tratamiento de aguas superficiales. *Ingeniería*, 17(2), 93–101.
- Bosch, J. R. (1999). La calidad de las aguas. *Revista de Obras Publicas*, 146(3388), 103–104.
- Castillo, M. (2023). Revisión sobre clarificación del agua y el uso de semillas de moringa, *Moringa oleífera* Lam. *Revista de La Sociedad Científica Del Paraguay*, 28(1), 169–189. <https://doi.org/10.32480/rscp.2023.28.1.169>
- Castillo, M., & Avendaño, E. (2020). Efecto de las semillas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) en las condiciones para la clarificación del agua del Río Sama. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 86(1), 47–57. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v86n1/2309-8740-rsqp-86-01-47.pdf>
- Cedeño, Á. (2020). Utilización de la *Moringa (Moringa Oleífera)* ensilada como fuente de proteína en la alimentación de pollo en la etapa de crecimiento en la comunidad Río Grande del Cantón Chone en el año 2019. 50.
- Chiclana, C. F., Enrique, A., & Consolini, A. E. (2009). Actividad Antiinflamatoria Local de *Malva sylvestris* L . (*Malvaceae*) en el Edema Inducido por Carragenina en Ratas. 28(2), 275–278.



- Choque, D., Choque, Y., Solano, A., & Ramos, B. (2018). Capacidad floculante de coagulantes naturales en el tratamiento de agua naturales en el tratamiento de agua. *Tecnología Química*, 38(2).
- Díaz, E., Alvarado, A., & Camacho, K. (2012). El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso de la técnica del sistema unitario de tratamiento de aguas, nutrientes y energía (SUTRANE) en San Miguel Almaya, México. 1–21. <https://www.redalyc.org/pdf/401/40123894005.pdf>
- Eriksson, E., Auffarth, K., Henze, M., y Ledin, A. (2002). Características de las aguas residuales grises. *Agua urbana*, 4 (1), 85-104
- FACSA. (2016). La dureza del Agua. *FACSA Ciclo Integral Del Agua*, 1, 2. <https://www.facsa.com/municipios/wp-content/uploads/2016/02/Facsa-dureza-del-agua-Alcora.pdf>
- Franco. (2007). Tratamiento y reutilización de aguas grises con aplicación acaso en Chile. Chile.
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. (2015). Agua. *N Engl J Med*, 14372, 1349–1358.
- Garcés, L. F., Mejía, E. A., & Santamaría, J. J. (2004). Photocatalysis as an alternative to treat waste water. *Revista Lasallista*, 1(1), 83–92.
- Gimeno, J. (2019). *Malva (Malva silvestris L.)*. 109–111.
- Liñan, F. (2010). *Moringa oleifera* el árbol de la nutrición *Moringa oleifera* the tree of nutrition. 2(1), 130–138.
- Maldonado, J. I., & Ramón, J. A. (2016). Sistema de tratamiento para aguas residuales industriales en mataderos. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*, 34–47.
- Melo, G., & Turriago, F. (2012). Evaluación de la eficiencia de la utilización de semillas de moringa oleifera como una alternativa de biorremediación en la purificación de aguas superficiales del caño cola de pato ubicado en el sector rural del municipio de acacias, *August*, 32.
- Ministerio del Ambiente [MINAN]. (2017). Estandares de calidad ambiental (ECA) para



- agua y establecen disposiciones complementarias. *El Peruano*, 6–9. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-estandares-de-calidad-ambiental-eca-para-agua-y-e-decreto-supremo-n-004-2017-minam-1529835-2/>
- Mora, J. S., & Garnachá, N. (2015). *Biodiversidad Colombia*. 1(5).
- Moreno, D., Lovera, D., & Villaca, J. (2023). Tratamiento de aguas residuales de un centro de beneficio avícola usando moringa oleífera. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 26(51), e25459. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v26i51.25459>
- Oliveira, N. T., Nascimento, K. P., Gonçalves, B. D. O., Lima, F. C. de, & Costa, A. L. N. da. (2018). Tratamento de água com moringa oleífera como coagulante/floculante natural. *Revista Científica FAEMA*, 9(1), 373. <https://doi.org/10.31072/rcf.v9i1.539>
- ONU. (2017). Informe Mundial sobre el desarrollo de los recursos hídricos.
- Orellana, J. (2005). Características de los líquidos residuales.
- Pérez, I. (2015). Optimización de la dosificación de sulfato de aluminio para el tratamiento de agua potable del distrito de Vilcacoto. 95.
- Pritchard, M., Mkandawire, T., Edmondson, A., O'Neill, J. G., & Kululanga, G. (2019). Potential of using plant extracts for purification of shallow well water in Malawi. *Physics and Chemistry of the Earth*, 34(13–16), 799–805. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2009.07.001>
- Quispe, V. (2018). Evaluación de la capacidad coagulante de la Moringa oleífera en la reducción de Demanda Química de Oxígeno y Sólidos Suspendidos Totales en lacto suero de la planta quesera Lacsur de la comunidad campesina de Posoconi, Región Puno, 2018 (Tesis de Pregrado. *Resolucion*, 13–30. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/503>
- Reyes, (2016). Uso de cloro en plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas: desinfección y formación de subproductos. Dissertation.
- Robledo, J., & Vargas, J. (2022). Clarificación de aguas haciendo uso del coagulante (*Malva neglecta*) como alternativa al $Al_2(SO_4)_3$ en el Río Parapapura –



Yurimaguas, 2022. 2.

- Rodríguez, J., & Iglesias, I. (2022). Efectos benéficos de la *Moringa oleífera* en la salud de las personas Effects of Moringa oleifera on Human Health. 38(1), 1–17.
- Rodriguez & Medina, (2013). Estudio de aguas grises domésticas en tres niveles socioeconómicos de la ciudad de Bogotá. Repositorio Institucional-Pontificia Universidad Javeriana. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/11139>
- Salas, D., García, O., & Gonzales, R. (2016). Environmental impacts, life cycle assessment and potential improvement measures for cement production: A literature review.
- Sánchez, F. D., Marín, R., Gúzman, H., Verdugo, N., Domínguez, E., Vargas, O., Panizzo, L., Sánchez, N., Cortés, G., García, M., & Gómez, J. (2001). *El agua*. 114–189. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/18771>
- Sánchez, M. L., Mendoza, E. L. R., Méndez, J. T., & Agua, E. L. (2015). *El agua*.
- Sarmiento et. al. (2014). Impacto de aguas grises en propiedades físicas. *TecnoLógicas*.
- Suay, L., & Ballester, F. (2020). Revisión de los estudios sobre exposición al aluminio y enfermedad de Alzheimer. *Revista Espanola de Salud Pública*, 76(6), 645–658. <https://doi.org/10.1590/S1135-57272002000600002>
- Subramanium, S., Nand, V., Maata, M., & Koshy, K. (2011). Moringa oleifera and other local seeds in water purification in developing countries. *Research Journal of Chemistry and Environment*, 15(2), 135–138.
- Valdivia, R., Valdés, P., & Laurel, M. (2015). Agua para uso de laboratorios. *Boletín Científico Técnico INIMET*, 2, 13–19. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223017807002>

ANEXOS

ANEXO 1. PANEL FOTOGRÁFICO

Figura A1. Sulfato de Aluminio.



Figura A2. Pelado y molido de Moringa.



Figura A3. Moringa ya pelada.



Figura A4. Secado de la Moringa.



Figura A5. Molido de la Moringa.



Figura A6. Tamizado de la Moringa.



Figura A7. Pesado de la moringa, cuando ya pasó por un tamiz.



Figura A8. Envolviendo la materia prima (Moringa) en papel filtro para desengrasar.



Figura A9. Medida del Éter de Petróleo.



Figura A10. Proceso de desengrasado.



Figura A11. Aceite de Moringa obtenido luego del desengrasado.



Figura A12. Recolección de la materia prima (Malva).



Figura A13. Lavado de la materia prima (Malva).



Figura A14. Separación de tallos y hojas.



Figura A15. Secado de la materia prima (Malva)



Figura A16. La materia prima ya secada.



Figura A17. Pesado de la materia prima, luego de su molido y tamizado.



Figura A18. Recolección de muestra 1



Figura A19. Muestra en laboratorio.



Figura A20. Uso del turbidímetro para la medida de la turbiedad.



Figura A21. Medida de muestra para el test de jarras.



Figura A22. Haciendo uso del test de jarras.



Figura A23. Medida del pH.



Figura A24. Recolección de las muestras 2 y 3.



Figura A25. Muestras provenientes del comedor universitario.



Figura A26. Las cuatro muestras en el test jarras para Malva AC.

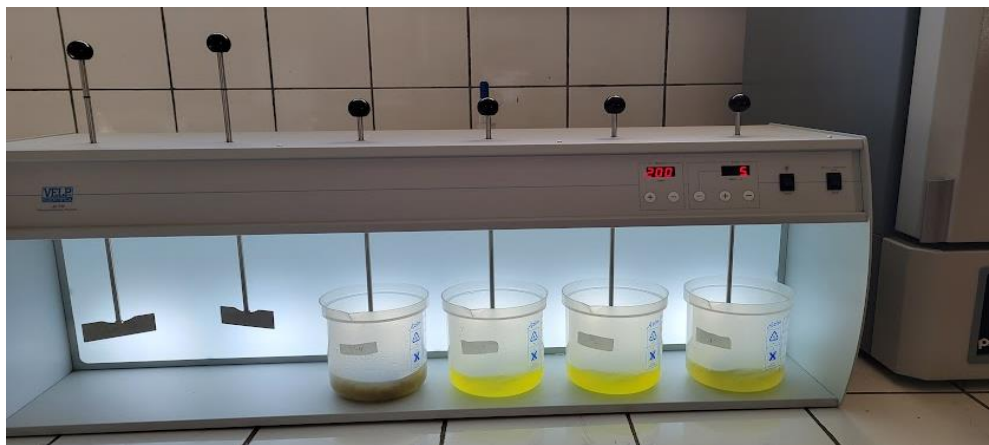


Figura A27. Regulación del pH en la muestra 2 para el DBO₅.



Figura A28. Calibración de sensores para la medida de DBO₅.



Figura A29. Filtración de muestras, luego del test de jarras.



Figura A30. DBO₅ para las muestras de Malva AC.



Figura A31. Preparación del ácido Sulfúrico para el DQO.



Figura A32. Proceso en el digestor para encontrar el DQO.



Figura A33. Muestras extraídas del digestor.

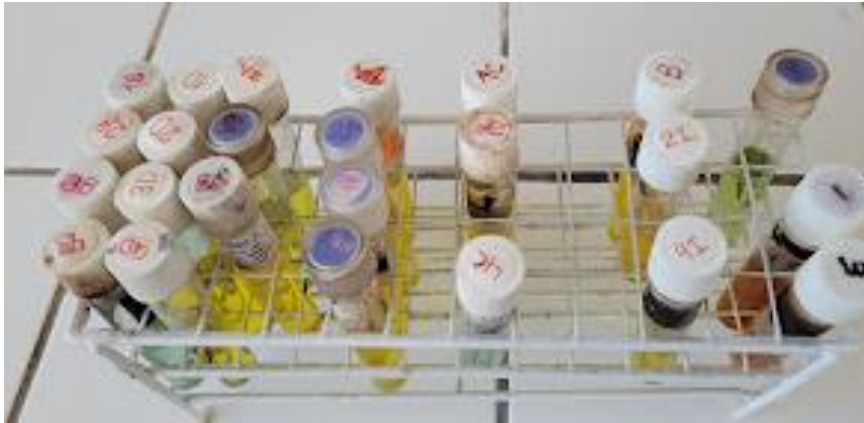


Figura A34. Medida de la transmitancia en el espectrofotómetro.





ANEXO 2. CONSTANCIAS

Constancia B1. Constancia de uso de laboratorio.



CONSTANCIA

EL DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO.

HACE CONSTAR:

Que, los Bachilleres: **JOSIAS SAMUEL MAMANI ROSAS Y PRHISKA RAILY ARGOTE CALLA**, Bachilleres en Ciencias de la Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, han realizado la ejecución de su proyecto de tesis titulada "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD FLOCULANTE DEL (Malva Silvestre) y (Moringa Oleifera) EN TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL COMEDOR DE LA UNA-PUNO", utilizando el equipo de jar-test (jarra), mediante velocidad de agitación de 200 rpm, Remoción de turbidez de agua con la adición del sulfato de aluminio de los porcentajes de 1.25 mg/L; ensayo de coagulación-floculación con malva y morinda para su disminución de turbidez con tiempos controlados de 5 minutos, 15 minutos y 60 minutos, además realizaron la medición de pH, DQO Y DBQ, para ello utilizó los equipos : pH marca Metrohm modelo 914, Tes de jarra, modelo VELP de seis vasos, materiales de vidrio, entre otras, a partir del 10 de julio del año 2023, hasta el 31 de agosto del año 2023, en el Laboratorio de Control de calidad de la Facultad de Ingeniería Química UNA-PUNO.

Así consta en el Informe Nro. 001-2024, presentado por la Ing. M.Sc. Luz Marina Teves Ponce, responsable del laboratorio de Control de Calidad de la FIQ-UNA.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para los fines que estimen por conveniente.

Puno C.U., 08 de enero de 2023



Dr. Teófilo Donaires Flores
DECANO DE LA FIQ
UNA-PUNI

C.c.
Archivo '24
TDF/rva

ANEXO 3. MARCO NORMATIVO

D.1 Decreto Supremo N°010-2019-Vivienda



Decreto Supremo

N° 010 -2019-VIVIENDA

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

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 6 de la Ley N° 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en concordancia con el artículo 5 del Decreto Legislativo N° 1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento, establece que este Ministerio es el Ente rector de las políticas nacionales y sectoriales dentro de su ámbito de competencia, las cuales son de obligatorio cumplimiento por los tres niveles de gobierno en el marco del proceso de descentralización, y en todo el territorio nacional;

Que, el artículo 25 del citado Decreto Legislativo, establece la prohibición de descargar en las redes de alcantarillado sanitario, sustancias o elementos extraños que contravengan las normas vigentes sobre la calidad de los efluentes; para ello, los usuarios del servicio de alcantarillado sanitario tienen prohibido descargar al sistema de alcantarillado sanitario, aguas residuales no domésticas que excedan los Valores Máximos Admisibles de los parámetros que establezca el Ente rector, excepto aquellos parámetros en los que el usuario no doméstico efectúe el pago adicional por exceso de concentración, conforme lo determinen las normas sectoriales y las normas de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. La contravención o incumplimiento de esta disposición ocasiona la suspensión de los servicios de saneamiento;

Que, mediante Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA se aprobaron los Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, a fin de evitar el deterioro de las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinarias, equipos y asegurar su adecuado funcionamiento; garantizando la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales;

Que, mediante Decreto Supremo N° 003-2011-VIVIENDA, modificado por los Decretos Supremos N° 010-2012-VIVIENDA y N° 001-2015-VIVIENDA, se aprobó el Reglamento del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, con el objeto de regular los procedimientos para controlar las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario;



Que, durante el proceso de implementación de los Valores Máximos Admisibles se ha identificado la necesidad de emitir un nuevo Reglamento que establezca el procedimiento para el adecuado cumplimiento de sus disposiciones, con el propósito de adecuarlas al marco normativo sectorial y a la realidad del país, de forma tal que permita a los prestadores de los servicios de saneamiento efectuar una apropiada implementación;

De conformidad con lo dispuesto por el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, el Decreto Legislativo N° 1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento; la Ley N° 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; su Reglamento de Organización y Funciones, aprobado por Decreto Supremo N° 010-2014-VIVIENDA, modificado por Decreto Supremo N° 008-2015-VIVIENDA; y, el Reglamento que establece disposiciones relativas a la Publicidad, Publicación de Proyectos Normativos y Difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS;

DECRETA:

Artículo 1.- Aprobación

Apruébese el Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario y sus Anexos, los cuales forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 2.- Publicación

Dispóngase la publicación del presente Decreto Supremo, del Reglamento y sus anexos, en el diario oficial El Peruano, y la difusión en el Portal Institucional del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (www.vivienda.gob.pe), el mismo día de su publicación.

Artículo 3.- Refrendo

El presente Decreto Supremo es refrendado por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIÓN TRANSITORIA FINAL

Única. - Aplicación de la norma

Los actos administrativos que hayan iniciado antes de la entrada en vigencia del presente Decreto Supremo se rigen por lo establecido en el Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario y sus Anexos, el Decreto Supremo N° 003-2011-VIVIENDA, Decreto Supremo que aprueba el Reglamento del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA y su modificatoria, que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el Sistema de Alcantarillado Sanitario, hasta su conclusión; salvo que las disposiciones del Reglamento aprobado con el presente Decreto Supremo le resulten más favorables al administrado.





Decreto Supremo

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA DEROGATORIA

Única. - Derogación

Derógase los siguientes dispositivos legales:

1. El Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario y sus Anexos; así como, sus disposiciones modificatorias.

2. El Decreto Supremo N° 003-2011-VIVIENDA, que aprueba el Reglamento del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, que aprueba los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el Sistema de Alcantarillado Sanitario; así como, sus disposiciones modificatorias.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los nueve días del mes de marzo del año dos mil diecinueve.



MARTÍN ALBERTO VIZCARRA CORNEJO
Presidente de la República

JAVIER FIQUÉ DEL POZO
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

REGLAMENTO DE VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES (VMA) PARA LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

TÍTULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1.- Objeto

El presente Reglamento tiene por objeto establecer los parámetros de los Valores Máximos Admisibles (VMA) y regular el procedimiento para controlar las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario.

Artículo 2.- Finalidad

El presente Reglamento tiene por finalidad preservar las instalaciones, la infraestructura sanitaria, maquinarias, equipos de los servicios de alcantarillado sanitario e incentivar el tratamiento de las aguas residuales para disposición o reúso, garantizando la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales; así como, la disminución del riesgo sobre el personal del prestador de los servicios de saneamiento que tenga contacto con las descargas de aguas residuales no domésticas.

Artículo 3.- Ámbito de aplicación

El presente Reglamento es de obligatorio cumplimiento por parte de los Usuarios No Domésticos (UND) que efectúan descargas de aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario bajo el ámbito de los prestadores de los servicios de saneamiento a nivel nacional. Asimismo, su cumplimiento es exigible por los prestadores de servicios de saneamiento.

Artículo 4.- Definiciones

Para efectos de la aplicación del presente Reglamento se tiene en cuenta las definiciones siguientes:

1. **Agua residual no doméstica:** Descarga de líquidos producidos por alguna actividad económica comercial e industrial, distinta a la generada por los usuarios domésticos, quienes descargan aguas residuales domésticas como producto de la preparación de alimentos, del aseo personal y de desechos fisiológicos.
2. **Balance hídrico:** Equilibrio del recurso hídrico entre lo que ingresa (afluente) y sale (efluente) en las instalaciones del UND, representado por un esquema general del recurso hídrico empleado en el proceso productivo o actividad económica, en un intervalo de tiempo determinado.
3. **Caso fortuito o fuerza mayor:** Causa no imputable, consistente en un evento extraordinario, imprevisible e irresistible, que impide la ejecución de la obligación o determina su cumplimiento parcial, tardío o defectuoso.
4. **Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU):** Clasificación internacional de referencia de las actividades económicas productivas, para facilitar un conjunto de categorías de actividad que pueda utilizarse para la elaboración de estadísticas por actividades.
5. **Contramuestra:** Muestra adicional que se toma en la misma oportunidad y bajo los mismos criterios que la muestra original a ser analizada.
6. **Dirimencia:** Procedimiento técnico iniciado a pedido de parte, sea por el interesado o su representante, a fin que, un laboratorio acreditado ante el Instituto Nacional de Calidad (Inacal), realice un nuevo análisis de la



muestra en custodia, por no estar de acuerdo con los resultados emitidos por el laboratorio acreditado.

7. **Laboratorio acreditado:** Laboratorio que ha obtenido el Certificado de Acreditación otorgado por el Inacal, para realizar el análisis de aguas residuales en los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento.
8. **Muestra de parte:** Muestra puntual realizada a través de laboratorio acreditado ante el Inacal, por cuenta y costo del UND, sin previo requerimiento, de forma voluntaria y bajo los procedimientos, criterios y disposiciones establecidos por el organismo competente.
9. **Muestra dirimente:** Muestra puntual tomada en la misma oportunidad que la muestra original a ser analizada y la contramuestra, bajo los mismos criterios, para analizar y/o compararla en el caso que existan eventuales reclamos sobre la validez de los resultados de la muestra, de acuerdo a lo dispuesto en el procedimiento de resolución de quejas establecido por el Inacal.

La muestra dirimente aplica a los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, a excepción de los siguientes parámetros: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Sulfuros (S^{2-}), Nitrógeno Amónico (NH_4^+), Potencial Hidrógeno (pH), Sólidos Sedimentables (SS) y Temperatura (T).

10. **Muestra inopinada:** Muestra puntual tomada por un laboratorio acreditado ante el Inacal, a solicitud y en presencia del representante del prestador de los servicios de saneamiento y sin previo aviso al UND. Para su realización no es necesario contar con la presencia del UND o de su representante.
11. **Muestra puntual:** Muestra original tomada al azar de la descarga de agua residual no doméstica del UND, que se utiliza para evaluar todos los parámetros contenidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento.
12. **Pago adicional por exceso de concentración:** Pago que debe ser requerido por el prestador de los servicios de saneamiento y que es aplicado a los UND, cuando superen los Valores Máximos Admisibles (VMA) establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, en base a la metodología elaborada y aprobada por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (Sunass).
13. **Prestador de los servicios de saneamiento:** Persona jurídica constituida según las disposiciones establecidas en la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento, aprobada con el Decreto Legislativo N° 1280 (Ley Marco) y su Reglamento, aprobado por el Decreto Supremo N° 019-2017-VIVIENDA, cuyo objeto es prestar los servicios de saneamiento a los usuarios, a cambio de la contraprestación correspondiente, en cuyo ámbito de responsabilidad existan servicios de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales para disposición final y reúso.
14. **Punto de toma de muestra:** Caja de registro o dispositivo similar de la conexión domiciliar de alcantarillado sanitario, ubicada fuera del predio, para descargas de aguas residuales no domésticas, en el que se realiza la toma de muestra de los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 y N° 2 del presente Reglamento y de ser necesario la medición del caudal.
15. **Reclamo:** Derecho de contradicción del que goza todo UND, cuando surge una controversia entre este y el prestador de los servicios de saneamiento, respecto a la aplicación del presente Reglamento y/o normas conexas.
16. **Registro de Usuario No Doméstico:** Base de datos implementada por el prestador de los servicios de saneamiento, en la que se identifican, clasifican y registran a los UND del servicio de alcantarillado sanitario, con información sobre la ubicación de punto de toma de muestra,



- características de las aguas residuales no domésticas, entre otros datos requeridos por el prestador de servicios de saneamiento.
17. **Subcontratación:** Mecanismo a través del cual aquel laboratorio que encontrándose acreditado ante el Inacal para realizar el análisis de aguas residuales en alguno de los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento y no alcanza la totalidad de estos, subcontrata a otro laboratorio acreditado ante el Inacal para que realice el análisis de aguas residuales respecto de aquellos parámetros en los que el laboratorio subcontratante se encuentra en proceso de acreditación. El muestreo debe ser realizado por el laboratorio acreditado que efectúe el análisis por el cual fue subcontratado.
 18. **Usuario No Doméstico (UND):** Persona natural o jurídica que realiza descargas de aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario.
 19. **Valores Máximos Admisibles (VMA):** Es la concentración de los parámetros, establecidos en el Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, contenidos en las descargas de las aguas residuales no domésticas a descargar en los sistemas de alcantarillado sanitario y que puede influenciar negativamente en los procesos de tratamiento de las aguas residuales, al exceder dichos valores.

TÍTULO II

GESTIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS

CAPÍTULO I

DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LOS PRESTADORES DE LOS SERVICIOS DE SANEAMIENTO



Artículo 5.- Derechos de los prestadores de los servicios de saneamiento

Para efectos de la aplicación del presente Reglamento, los prestadores de los servicios de saneamiento tienen derecho a:



1. Efectuar la toma de muestra inopinada y análisis del efluente residual generado por el UND, a través de un laboratorio acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (Inacal), considerando la actividad económica que desarrolla, las cuales se encuentran establecidas en el Anexo de la Resolución Ministerial N° 116-2012-VIVIENDA. En caso la actividad económica del UND no se encuentre comprendida en el Anexo de la Resolución Ministerial antes citada, el prestador de los servicios de saneamiento, previa evaluación técnica y el informe técnico que lo sustente, efectúa la toma de muestra inopinada y análisis de todos los parámetros del Anexo N° 1, y de algunos o todos los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento.
2. Participar en la toma de muestra de parte, programada por el UND.
3. Proponer al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) la modificación y/o actualización de los parámetros contenidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento. Dicha propuesta debe encontrarse sustentada con estudios de caracterización de los diferentes tipos de descargas no domésticas, además de otros documentos que el MVCS considere necesarios.

Artículo 6.- Obligaciones de los prestadores de los servicios de saneamiento

Para efectos de la aplicación del presente Reglamento, los prestadores de los servicios de saneamiento están obligados a:

1. Identificar, registrar y asignar un Código al UND.
2. Otorgar la factibilidad de servicios a los UND, siempre que cumpla con las condiciones técnicas necesarias para el cumplimiento de los VMA.
3. Cumplir con realizar el porcentaje de toma de muestra inopinada a los UND, consignado en el Registro de UND, de acuerdo a lo establecido con el artículo 23 del presente Reglamento.
4. Monitorear la concentración de parámetros de descargas de aguas residuales no domésticas en los sistemas de alcantarillado sanitario, a través de laboratorios acreditados ante el Inacal, para realizar los análisis de aguas residuales en los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento.
5. Solicitar la realización de la dirimencia a través de un laboratorio acreditado por el Inacal.
6. Pagar el importe correspondiente a la toma de muestra inopinada, análisis y cualquier otro gasto relacionado a la labor realizada por el laboratorio acreditado por el Inacal, siempre que el valor del(los) parámetro(s) analizado(s) no sobrepase los VMA. En caso de sobrepasar los VMA de uno o más parámetros, el UND asume el importe de la toma de muestra inopinada y del análisis de dichos parámetros, así como el costo proporcional adicional, de los parámetros que sobrepasen, por la labor realizada por el laboratorio acreditado por el Inacal.
7. Realizar el cobro a los UND respecto a: i) el pago adicional por exceso de concentración de los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento; ii) el costo de la instalación nueva o la reubicación de la caja de registro o dispositivo similar de la conexión domiciliar para aguas residuales no domésticas; y, iii) los costos establecidos en el artículo 27 del presente Reglamento, de acuerdo a las disposiciones que para dicho fin apruebe la Sunass.
8. Destinar los recursos recaudados, en el marco del cumplimiento del presente Reglamento, en la implementación de los VMA y en la mejora de la infraestructura de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales para disposición final o reúso.
9. Suspender temporalmente los servicios de agua potable y de alcantarillado sanitario por: i) el incumplimiento del Pago adicional por exceso de concentración de alguno de los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento; ii) exceder los VMA de algún parámetro del Anexo N° 2 del presente Reglamento; y, iii) los demás casos que establezca el presente Reglamento. El prestador de los servicios de saneamiento, comunica a la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el incumplimiento del UND al presente Reglamento, para que esta evalúe la cancelación de la licencia de uso.
10. Rehabilitar los servicios de agua potable y de alcantarillado sanitario, previo pago de los importes pendientes por exceso de concentración de alguno de los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 y/o la verificación del cumplimiento de los parámetros establecidos en el Anexo N° 2 del presente Reglamento; y la verificación de la instalación y operación del sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas, que permitan cumplir con los parámetros de los VMA, y en los casos que establezca el presente Reglamento. La Sunass establece el plazo y el procedimiento para que el prestador de los servicios de saneamiento rehabilite los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario.



11. Suspender el cobro del pago adicional por exceso de concentración al UND, previa verificación del cumplimiento de las concentraciones de los parámetros del Anexo N° 1 del presente Reglamento, mediante los resultados de un laboratorio acreditado por el Inacal, la verificación de la instalación y operación del sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas y/o la implementación de mejoras en los procesos productivos, que permitan cumplir con los parámetros de los VMA.
12. Comunicar a los UND las modificaciones y actualizaciones realizadas al marco normativo aplicable a los VMA, así como efectuar periódicamente campañas de sensibilización entre sus usuarios.
13. Evaluar si procede exonerar, temporalmente, al UND del pago adicional por exceso de concentración de parámetros o de la suspensión temporal de los servicios de agua potable y de alcantarillado sanitario, cuando las descargas de aguas residuales no domésticas superen los VMA por caso fortuito o fuerza mayor.
14. Presentar anualmente a la Sunass, con copia a la Dirección de Saneamiento de la Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento del MVCS, durante el primer trimestre de cada año, un informe sobre el proceso de implementación del marco normativo aplicable a los VMA y el grado de cumplimiento por parte de los UND.
15. Evaluar si procede el otorgamiento del plazo adicional solicitado por el UND para ejecutar las acciones de mejora para el cumplimiento de los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento.
16. Revisar, verificar y determinar la ubicación, acceso y características técnicas del punto de toma de muestra de las descargas de aguas residuales no domésticas.
17. Instalar, reubicar o reponer, la conexión domiciliar de alcantarillado sanitario del UND o punto de toma de muestra en la parte exterior del predio, a efectos de realizar las descargas de aguas residuales no domésticas.
18. Presenciar la toma de muestra inopinada y participar en dicha diligencia, de acuerdo a lo señalado en los artículos 23, 24 y 25 del presente Reglamento.
19. Levantar y suscribir, a través de su personal debidamente acreditado, el Acta de inspección y el Acta de toma de muestra inopinada, conforme a los formatos de los Anexos N° 3 y N° 4 del presente Reglamento, respectivamente.
20. Cumplir con las disposiciones establecidas en las normas aprobadas por la Sunass.
21. Cumplir con las demás obligaciones establecidas en el presente Reglamento, así como con las disposiciones sectoriales que se emitan para regular el cumplimiento de los VMA.



CAPÍTULO II

DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LOS USUARIOS NO DOMÉSTICOS

Artículo 7.- Derechos de los UND

Para efectos de la aplicación del presente Reglamento, los UND, tienen derecho a:

1. Recibir información sobre el marco normativo aplicable a los VMA, así como de sus modificaciones y actualizaciones.
2. Solicitar la exoneración del pago adicional por exceso de concentración de los parámetros o la suspensión temporal del servicio de agua potable y de alcantarillado sanitario, cuando por caso fortuito o fuerza mayor la descarga de agua residual no doméstica en el sistema de alcantarillado sanitario exceda los VMA, de acuerdo con el procedimiento establecido en el presente Reglamento.
3. Presenciar la toma de muestra inopinada y participar de dicha diligencia, así como suscribir el Acta de toma de muestra inopinada, según el formato aprobado en el Anexo N° 4 del presente Reglamento.
4. Solicitar la realización de la difrancia a través de un laboratorio acreditado por el Inacal.
5. Presentar reclamos, en caso consideren que se ha vulnerado alguno de sus derechos, de acuerdo a los procedimientos que para tal fin apruebe la Sunass.
6. Solicitar por escrito y por única vez al prestador de los servicios de saneamiento, el otorgamiento de un plazo para implementar acciones de mejora destinadas a la adecuación sus descargas no domésticas a los VMA, en los casos establecidos en el inciso 2 del párrafo 27.1 del artículo 27 del presente Reglamento.



Artículo 8.- Obligaciones de los UND

Para efectos de la aplicación del presente Reglamento, los UND que descargan aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario, están obligados a:

1. Implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales y/o las modificaciones del proceso productivo, cuando sus descargas excedan los VMA establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, para lo cual deben elaborar y presentar al prestador de los servicios de saneamiento, en la oportunidad que establezca el presente Reglamento, un diagrama de flujo de los procesos unitarios que involucra el tratamiento realizado al agua residual no doméstica y/o las modificaciones del proceso productivo.
2. Elaborar y presentar, en la oportunidad que establezca el presente Reglamento, un balance hídrico del proceso productivo o actividad económica que realiza, mediante un esquema general en el que se incluya el sistema de tratamiento de las aguas residuales no domésticas y la ubicación del punto de toma de muestra.
3. Brindar todas las facilidades, accesos e ingresos necesarios para que el personal debidamente acreditado por el prestador de los servicios de saneamiento efectúe la inspección necesaria para verificar el cumplimiento de los VMA establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento.
4. Pagar el costo de la conexión domiciliaria, instalación nueva, reubicación o reposición, al exterior del predio, a través del recibo de pago emitido por el



- prestador de los servicios de saneamiento, de acuerdo a las disposiciones que para dicho fin apruebe la Sunass.
5. Informar al prestador de los servicios de saneamiento, cuando la descarga de sus aguas residuales no domésticas presente alguna modificación derivada de la ampliación o variación de las actividades que realiza el UND, dentro de un plazo que no debe exceder los quince (15) días hábiles, contados desde la ampliación o variación de sus actividades.
 6. No suspender, diluir y/o regular, de cualquier forma, el flujo de sus descargas de aguas residuales no domésticas antes, durante o después de la toma de muestra inopinada, realizada por el personal del laboratorio acreditado por el Inacal.
 7. Pagar el importe correspondiente a la toma de muestra inopinada, análisis y cualquier otro gasto relacionado a la labor realizada por el laboratorio acreditado por el Inacal, siempre que el valor del(os) parámetro(s) analizado(s) sobrepase los VMA. En caso de no sobrepasar los VMA de uno o más parámetros, el prestador de los servicios de saneamiento asume el importe de la toma de muestra y del análisis de dicho(s) parámetro(s), así como el costo proporcional adicional por la labor realizada por el laboratorio acreditado por el Inacal.
 8. Efectuar el pago adicional por exceso de concentración de los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, de acuerdo a la metodología elaborada y aprobada por la Sunass y lo previsto en el artículo 26 del presente Reglamento.
 9. Cumplir con las normas sectoriales que se emitan para la regulación de la aplicación de los VMA.



CAPÍTULO III

SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO

Artículo 9.- Del pago adicional por exceso de concentración en la descarga de aguas residuales no domésticas

9.1. La Sunass, elabora y aprueba la metodología para determinar el pago adicional por exceso de concentración de los parámetros fijados en el Anexo N° 1 del presente Reglamento.

9.2. Los prestadores de los servicios de saneamiento, en aplicación de la metodología mencionada en el párrafo precedente, cobran a los UND el monto correspondiente al pago adicional por exceso de concentración de los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, cuando verifiquen el exceso de los VMA.



Artículo 10.- De la implementación, control y cumplimiento de los VMA

10.1. La Sunass, como parte de su función normativa, supervisora y fiscalizadora, incorpora y supervisa el cumplimiento de los VMA en sus respectivos Reglamentos, aprobados mediante Resolución de Consejo Directivo.

10.2. Adicionalmente, el prestador de los servicios de saneamiento presenta, como mínimo una vez al año y dentro del primer trimestre de cada año, un informe que contenga las actividades de implementación y control de los VMA y debe dar cuenta de las inversiones y costos de operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento de aguas residuales hasta su disposición final o reúso, efectuadas en aplicación de lo establecido en el inciso 8 del artículo 6 del presente Reglamento.

10.3. Acorde con lo dispuesto en la Ley N° 27332, Ley Marco de los Organismos Reguladores de la Inversión Privada en los Servicios Públicos y su modificatoria, la Sunass se encuentra facultada para tipificar infracciones y sanciones



aplicables a los prestadores de los servicios de saneamiento por el incumplimiento de las obligaciones detalladas en el presente Reglamento y las normas complementarias.

CAPÍTULO IV

LABORATORIOS ACREDITADOS

Artículo 11.- Acreditación del laboratorio para el alcance de aguas residuales

11.1. Los laboratorios acreditados por el Inacal están facultados a efectuar la toma de muestra y el análisis de las descargas de aguas residuales no domésticas, a fin de verificar el cumplimiento de los VMA establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento. Para dicho fin, deben obtener el certificado de acreditación emitido por la Dirección de Acreditación del Inacal.

11.2. Excepcionalmente, la subcontratación de laboratorios acreditados es permitida en: i) casos justificados sustentados por el laboratorio acreditado, evaluado y aceptado por el Inacal; y/o, ii) cuando el laboratorio subcontratante se encuentre en proceso de acreditación ante el Inacal respecto del(los) parámetro(s) que pretenda subcontratar, y que este proceso no se encuentre interrumpido por causas imputables al laboratorio. En los casos de subcontratación, el muestreo y análisis son realizados por el laboratorio acreditado subcontratado, sin excepción.

Artículo 12.- Toma de muestras

12.1. Los laboratorios acreditados por el Inacal son responsables de efectuar la toma de muestra puntual y de efectuar el análisis de los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, en las descargas de aguas residuales no domésticas, cumpliendo lo dispuesto en la Norma Técnica Peruana NTP 214.060.2016 "AGUAS RESIDUALES. Protocolo de muestreo de aguas residuales no domésticas que se descargan en la red de alcantarillado", en tanto no se contraponga con el presente Reglamento.

12.2. Los laboratorios acreditados ante el Inacal están obligados a informar al UND y al prestador de los servicios de saneamiento que contraten sus servicios, sobre la facultad de estos a solicitar la dirimencia, sus alcances y costos, así como la obligación de los laboratorios a tomar la muestra dirimencia. Esta información es comunicada antes y durante la realización de la toma de muestra de parte o inopinada.



TÍTULO III

VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES

CAPÍTULO I

DE LAS DESCARGAS

Artículo 13.- Descargas permitidas

13.1. Está permitida la descarga directa de aguas residuales no domésticas realizadas por el UND en el sistema de alcantarillado sanitario, siempre que estas no excedan los VMA establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento. Estas descargas no demandan el pago adicional o la suspensión temporal del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario.

13.2. Los UND cuyas descargas sobrepasen los VMA contenidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, efectúan el pago adicional por exceso de concentración, conforme a las disposiciones establecidas por la Sunass.



Artículo 14.- Descargas prohibidas

14.1. Los UND están prohibidos de descargar aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario que sobrepasen los VMA establecidos en el Anexo N° 2 del presente Reglamento.

14.2. Está prohibido descargar, verter, arrojar o introducir, directa o indirectamente, al sistema de alcantarillado sanitario:

1. Residuos sólidos, líquidos, gases o vapores, o la mezcla de estos.
2. Sustancias inflamables, radioactivas, explosivas, corrosivas, tóxicas y/o venenosas.
3. Gases procedentes de escapes de motores de cualquier tipo.
4. Disolventes orgánicos y pinturas, cualquiera sea su proporción y cantidad.
5. Carburo cálcico y otras sustancias sólidas potencialmente peligrosas, tales como hidruros, peróxidos, cloratos, percloratos, bromatos y sus derivados.
6. Materias colorantes.
7. Agua salobre.
8. Residuos que generen gases nocivos.
9. Otros que establezca la normativa sectorial.

CAPÍTULO II

SUSPENSIÓN DEL SERVICIO

Artículo 15.- Suspensión temporal del servicio

15.1. Los prestadores de los servicios de saneamiento, suspenden temporalmente el servicio de agua potable y de alcantarillado sanitario ante el incumplimiento, por parte del UND, de las obligaciones contenidas en los incisos 2, 4, 6, 7 y 8 del artículo 8, en el artículo 14, en el párrafo 19.4 del artículo 19, en el párrafo 25.2 del artículo 25, en el artículo 27 y en el artículo 31 del presente Reglamento, de acuerdo al procedimiento de suspensión temporal que apruebe la Sunass.



15.2. En caso el UND cuente con fuente de agua propia, autorizada por la autoridad competente, el prestador de los servicios de saneamiento informa a la ANA y a la Sunass, para que efectúen las acciones y medidas necesarias a fin de suspender dicha autorización.

Artículo 16.- Suspensión definitiva del servicio

16.1. Los prestadores de los servicios de saneamiento suspenden definitivamente los servicios de agua potable y de alcantarillado sanitario, cuando encontrándose suspendidos temporalmente dichos servicios, el UND, realice alguna de las siguientes acciones:



1. Se conecte clandestinamente a las redes del sistema de agua potable y alcantarillado sanitario.
2. Rehabilita la conexión del sistema de agua potable y/o alcantarillado sanitario suspendido sin autorización del prestador de los servicios de saneamiento.

16.2. La verificación, por parte del prestador de los servicios de saneamiento, de cualquiera de las acciones descritas en el párrafo precedente, genera el levantamiento físico de las conexiones de agua potable y de alcantarillado sanitario y la pérdida de su condición como UND, la cual debe ser efectuada por el prestador de los servicios de saneamiento, de acuerdo a las disposiciones que para dicho fin apruebe la Sunass.

Artículo 17.- Del cobro adicional por exceso de concentración

17.1. Cuando el prestador de los servicios de saneamiento verifique que el UND excede uno o más parámetros establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, efectúa, en el recibo del servicio de saneamiento, el cobro correspondiente a los siguientes conceptos:

1. Exceso de concentración de los parámetros que superen los VMA, de acuerdo a la metodología elaborada y aprobada por la Sunass.
2. El importe de la toma de muestra inopinada y análisis de dichos parámetros, así como el costo proporcional adicional, respecto a la cantidad de los parámetros que sobrepasan, por la labor realizada por el laboratorio acreditado por el Inacal.

17.2. La Sunass aprueba las normas complementarias correspondientes para tal efecto, precisando, entre otros, las disposiciones referidas a las fechas de pago, conceptos facturables y falta de entrega del recibo.

CAPÍTULO III

INSPECCIÓN

Artículo 18.- Inspección

18.1. La inspección que debe efectuar los prestadores de los servicios de saneamiento, sin ser limitativo, se realiza con la finalidad de:

1. Determinar la ubicación del punto de toma de muestra del UND.
2. Verificar el estado del punto de toma de muestra del UND.
3. Verificar la implementación y operación del sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas y/o las modificaciones al proceso productivo para adecuar las descargas que superan los VMA.
4. Efectuar la toma de muestra de parte y el análisis, a través de un laboratorio acreditado por el Inacal, de los parámetros correspondientes, de acuerdo a la actividad económica establecida en el Anexo de la Resolución Ministerial N° 116-2012-VIVIENDA, o en su defecto de lo dispuesto en el inciso 1 del artículo 5 del presente Reglamento.

18.2. La inspección, para la ejecución del inciso 3 del párrafo precedente, es de carácter inopinado y reservado, no requiere comunicación previa al UND.

18.3. La inspección, para la ejecución de los incisos 1 y 2 del párrafo precedente, requiere comunicación previa al UND. Dicha comunicación se realiza con cinco (5) días previos a la inspección a las instalaciones del UND.

18.4. La inspección para la toma de muestra de parte y el análisis establecido en el inciso 4 del párrafo 18.1 del presente artículo, requiere comunicación previa al prestador de los servicios de saneamiento, con al menos cinco (5) días hábiles de anticipación, para que, de considerarlo necesario, participe en ella, conforme lo dispone el artículo 26 del presente Reglamento, en lo que le corresponda.

18.5. La programación y ejecución de la inspección es responsabilidad del prestador de los servicios de saneamiento.

18.6. Los UND están facultados a presenciar y participar en la inspección, directamente o a través de un representante con la obligación de facilitar al personal del prestador de los servicios de saneamiento y al laboratorio acreditado por el Inacal,



la realización de dicha diligencia. La ausencia del UND o de su representante, no constituye impedimento para realizar la inspección, tampoco la invalida.

18.7. Realizada la inspección, el personal del prestador de los servicios de saneamiento elabora el Acta de inspección correspondiente.

18.8. El personal del prestador de los servicios de saneamiento está facultado a utilizar cualquier medio fehaciente complementario, que permita corroborar el lugar, fecha, hora y condiciones físicas en que se realiza la inspección.

Artículo 19.- Acta de inspección

19.1. El Acta de inspección a ser utilizada por el prestador de los servicios de saneamiento es el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento.

19.2. Durante el desarrollo de la inspección, el personal del prestador de los servicios de saneamiento solicita, bajo responsabilidad, al UND, la presentación del diagrama de flujo y balance hídrico a aquellos UND cuyos volúmenes y concentraciones de descarga de aguas residuales no domésticas afecten significativamente el sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales.

19.3. La información detallada en el párrafo precedente se adjunta al Acta de inspección, la misma que puede ser suscrita por el UND o su representante y el personal del prestador de los servicios de saneamiento. En caso el UND o su representante se niegue a suscribir el Acta de inspección, el personal del prestador de los servicios de saneamiento proceda a consignar dicho hecho, el cual de ninguna manera invalida el Acta. Una copia del acta es entregada al UND o a su representante.

19.4. La falta de presentación del diagrama de flujo y balance hídrico, no invalida el Acta de inspección. Sin perjuicio de ello, los prestadores de los servicios de saneamiento pueden otorgar al UND un plazo máximo de treinta (30) días hábiles, contados a partir del día siguiente de requerido, a efectos que este cumpla con presentarlos. El incumplimiento de este plazo determina la suspensión temporal establecida en el artículo 15 del presente Reglamento.

19.5. Durante el desarrollo de la inspección, el personal del prestador de los servicios de saneamiento puede además, requerir la información que considere necesaria que le permita actualizar los datos de UND.

CAPÍTULO IV

DEL REGISTRO Y/O ACTUALIZACIÓN DEL USUARIO NO DOMÉSTICO

Artículo 20.- Registro del UND

20.1. El registro del UND, bajo el ámbito de responsabilidad del prestador de los servicios de saneamiento, se efectúa con la información obtenida en la inspección realizada, de acuerdo a los incisos 1 y 2 del párrafo 18.1 del artículo 18 del presente Reglamento.

20.2. El prestador de los servicios de saneamiento, asigna al UND, un código del registro en la base de datos, en el cual puede incorporar los resultados de la caracterización de las aguas residuales no domésticas. El registro del UND se efectúa con fines informativos.

20.3. El prestador de los servicios de saneamiento está facultado para emplear el catastro comercial de usuarios u otra herramienta que facilite el registro del UND.



Artículo 21.- Actualización del registro de UND

La inspección realizada por los prestadores de los servicios de saneamiento permite, en caso lo requiera, el recojo de datos del UND para la actualización del registro mediante el Acta de inspección, según lo previsto en el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento.

Artículo 22.- Conexión domiciliaria

22.1. La instalación de la caja de registro de la conexión domiciliaria de aguas residuales no domésticas o dispositivo similar, ubicada en el exterior del predio del UND, está a cargo del prestador de los servicios de saneamiento correspondiente. El costo de la caja de registro de la conexión domiciliaria y su instalación es asumido por el UND.

22.2. El Ente Rector está facultado a aprobar la normativa complementaria, la cual comprende entre otros, las características y/o especificaciones técnicas de la caja de registro o dispositivo similar como conexión domiciliaria de aguas residuales no domésticas.

CAPITULO V

TOMA DE MUESTRA INOPINADA

Artículo 23.- Toma de muestra inopinada

23.1. El prestador de los servicios de saneamiento, como responsable del control de la concentración de parámetros de descargas de aguas residuales no domésticas en los sistemas de alcantarillado sanitario, realiza la toma de muestra inopinada, de dichas descargas. La toma de muestra inopinada no requiere comunicación previa al UND. La programación y ejecución de la toma de muestra inopinada es responsabilidad del prestador de los servicios de saneamiento.

23.2. El personal del prestador de los servicios de saneamiento conjuntamente con el personal del laboratorio acreditado por el Inacal se apersonan a las instalaciones del UND a fin de realizar la toma de muestra inopinada en el punto de toma de muestra previamente determinado por el prestador de los servicios de saneamiento, de los parámetros de los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, que correspondan, de acuerdo a la actividad económica establecida en el Anexo de la Resolución Ministerial N° 116-2012-VIVIENDA.

Excepcionalmente, en caso que la actividad económica del UND no se encuentre comprendida en el Anexo de la Resolución Ministerial N° 116-2012-VIVIENDA, el prestador de los servicios de saneamiento está facultado a solicitar la toma de muestra de todos los parámetros del Anexo N° 1, y de algunos o todos los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento, previa evaluación y el informe técnico que lo sustente.

23.3. De forma anual, el prestador de los servicios de saneamiento está obligado a realizar la toma de muestra inopinada, a través de un laboratorio acreditado por el Inacal, como mínimo del quince por ciento (15%) de los UND consignados en el Registro de UND, los que son seleccionados por el prestador de los servicios de saneamiento, priorizando a aquellos UND cuyos volúmenes y concentraciones de descarga de aguas residuales no domésticas afecten significativamente al sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales. El porcentaje antes mencionado puede ser variado por el Ente Rector mediante Resolución Ministerial.



Artículo 24.- Acta de toma de muestra inopinada

El Acta de toma de muestra inopinada es un documento emitido por el prestador de servicios en el que constan entre otros, las condiciones físicas en las que se realiza la toma de muestra inopinada, los datos del UND, su(s) actividad(es) económica(s), lugar, fecha y hora en la que se realizó, las personas que participan en ella, así como cualquier otra circunstancia en la que se realiza, conforme al formato aprobado en el Anexo N° 4 del presente Reglamento.

Artículo 25.- Realización de la toma de muestra inopinada

25.1. Para la toma de muestra inopinada, el personal del prestador de los servicios de saneamiento levanta el Acta de toma de muestra inopinada.

25.2. Si el UND impide u obstaculiza de alguna manera la realización de la toma de muestra inopinada, el prestador de los servicios de saneamiento procede a suspender temporalmente los servicios de agua potable y alcantarillado hasta la efectiva realización de la toma de muestra inopinada.

25.3. El UND o su representante está facultado a presenciar la toma de muestra inopinada y suscribir el Acta respectiva. La no suscripción de dicha Acta por parte del UND o su representante, no la invalida.

25.4. El personal del prestador de los servicios de saneamiento está facultado a utilizar cualquier medio fehaciente, distinto al Acta de toma de muestra inopinada, que permita corroborar el lugar, fecha, hora y condiciones físicas en que se realizó la toma de muestra inopinada, la misma que forma parte de los informes y procedimientos de supervisión, monitoreo e implementación de los prestadores de los servicios de saneamiento.

25.5. Luego de realizada la toma de muestra inopinada, y recibidos los resultados por parte del laboratorio acreditado por el Inacal, el prestador de los servicios realiza el procedimiento establecido en los artículos 28 y artículo 27 del presente Reglamento, según corresponda.



CAPÍTULO VI

EVALUACIÓN DE LOS VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES

Artículo 26.- Evaluación de los resultados de los parámetros del Anexo N° 1

26.1. Si los resultados de los análisis de la toma de muestra inopinada, superan los parámetros establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento efectúa las acciones siguientes:

1. Solicita al UND que ejecute la implementación de las acciones de mejora que permitan adecuar sus descargas de aguas residuales no domésticas a fin de no exceder los VMA; y,
2. Realiza el cobro del pago adicional por exceso de concentración, en tanto el UND implemente las acciones de mejora.

26.2. Si el UND implementa las acciones de mejora mencionadas en el inciso 2 del párrafo precedente, sea a través de la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas y/o la implementación de mejoras en los procesos productivos, este comunica al prestador de los servicios de saneamiento, con al menos cinco (5) días hábiles de anticipación, la fecha de realización de la toma de muestra de parte para que, de considerarlo necesario, participe en ella. Cuando el UND no efectúe la referida comunicación o lo efectúe fuera del plazo, la toma de muestra de parte no tiene validez.



De participar el personal del prestador de los servicios de saneamiento en la toma de muestra de parte, el UND debe brindar las facilidades para que este presencia y participe en dicha toma de muestra, la cual debe ser realizada en el punto de toma de muestra determinado previamente por el prestador de los servicios de saneamiento. Para ello, el personal de prestador de los servicios de saneamiento procede a elaborar y suscribir conjuntamente con el UND o su representante el Acta de Inspección correspondiente, según lo previsto en el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento. La suscripción del Acta por parte del UND no es obligatoria, por lo que, si este se niega a suscribirla, no la invalida, sin perjuicio de que se consigne dicha circunstancia en el Acta. Una copia del Acta es entregada al UND.

26.3. El UND presenta al prestador de los servicios de saneamiento los resultados de los análisis realizados por el laboratorio acreditado por el Inacal, de la toma de muestra de parte, así como la documentación que contenga las evidencias que demuestren las acciones de mejora implementadas para cumplir con los VMA del Anexo N° 1 del presente Reglamento, las cuales tienen la condición de declaración jurada.

26.4. El prestador de los servicios de saneamiento procede con revisar y evaluar los resultados de los análisis y los documentos que contengan las evidencias presentadas por el UND, en un plazo que no debe exceder los diez (10) días hábiles.

26.5. De verificarse que el UND cumple con los VMA establecidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento y que ha implementado las acciones de mejora señaladas en el párrafo 26.2 del presente artículo, el prestador de los servicios de saneamiento procede a suspender el cobro por exceso de concentración al UND.

26.6. De verificarse que el UND continúa incumpliendo con los VMA del Anexo N° 1 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento continúa cobrando por concepto del pago adicional por exceso de concentración correspondiente.



Artículo 27.- Evaluación de los resultados de los parámetros del Anexo N° 2

27.1. En la primera oportunidad que el UND supere alguno(s) o todos los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento, comunica al UND lo siguiente:

1. Que cuenta con un plazo máximo de sesenta (60) días calendario, contados desde el día siguiente de la notificación, para implementar las acciones de mejora necesarias y acreditar cumplir con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento. Vencido dicho plazo máximo indicado, sin que el UND implemente las acciones de mejora necesarias y acredite cumplir con los VMA, el prestador de los servicios de saneamiento procede a suspender temporalmente los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario hasta que éste acredite el cumplimiento de los VMA.



2. Excepcionalmente, y dentro del plazo antes indicado, el UND está facultado a solicitar el otorgamiento de un plazo adicional, el cual es evaluado y, de ser el caso, otorgado por el prestador de los servicios de saneamiento. Las opciones para el otorgamiento del plazo adicional son las siguientes:

- 2.1. Hasta sesenta (60) días calendario adicionales, siempre que el UND sustente que la ejecución de las acciones de mejora que viene implementando para acreditar cumplir con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento, requieren de un plazo no mayor de sesenta (60) días calendario adicionales. La solicitud debe contener el sustento

técnico y las evidencias del inicio de ejecución de las acciones de mejora necesarias para acreditar cumplir con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento.

2.2. Hasta dieciocho (18) meses adicionales, siempre que el UND sustente que la ejecución de las acciones de mejora que viene implementando para acreditar cumplir con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento, requieren de un plazo superior a sesenta (60) días calendario adicionales. Para dicho fin debe seguir con el procedimiento establecido a continuación:

a) El UND, dentro del plazo establecido en el inciso 1 del presente párrafo, puede solicitar por escrito y por única vez, al prestador de los servicios de saneamiento, un plazo adicional, de hasta dieciocho (18) meses, para implementar acciones de mejora a fin de cumplir con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento, adjuntando para dicho fin la documentación sustentatoria que contenga como mínimo, lo siguiente:

- i) Propuesta técnica de las acciones de mejora que efectúa el UND.
- ii) Propuesta económica del costo total de las acciones de mejora.
- iii) Cronograma de ejecución de las acciones de mejora propuestas.

b) Presentada la solicitud, el prestador de los servicios de saneamiento procede a efectuar la evaluación de la documentación antes indicada, en un plazo no mayor de diez (10) días hábiles, contados desde el día siguiente de presentada la solicitud, considerando la situación de las descargas de aguas residuales no domésticas de cada UND.

En caso el UND presente información incompleta, se le otorga un plazo de tres (3) días hábiles para subsanarla.

c) Presentada la información faltante dentro del plazo otorgado, el prestador de los servicios de saneamiento evalúa la solicitud y determina su aprobación o desaprobación, dentro de un plazo no mayor de diez (10) días hábiles.

Si transcurrido el plazo para presentar la información faltante, el UND incumple con presentar dicha información o la realiza fuera del plazo otorgado, se archiva el trámite y se procede a la suspensión temporal de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario hasta que éste acredite el cumplimiento de los VMA.

d) De ser aprobada la solicitud, el prestador de los servicios de saneamiento comunica al UND dicha decisión, señalando el plazo adicional con el que cuenta para ejecutar las acciones de mejora para cumplir con el Anexo N° 2 del presente Reglamento. El plazo adicional se contabiliza desde el día siguiente de la fecha de comunicación realizada por el prestador de los servicios de saneamiento.

En caso que el prestador de los servicios de saneamiento desaprobe la solicitud presentada por el UND, se archiva el trámite y procede a efectuar la suspensión temporal de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario hasta que éste acredite el cumplimiento de los VMA, de acuerdo al procedimiento de suspensión temporal establecido por el prestador de los servicios de saneamiento.

e) A partir del día siguiente de comunicada la aprobación de la solicitud por el prestador de los servicios de saneamiento, el UND cuenta con un plazo no mayor a quince (15) días hábiles para gestionar y



presentar una garantía financiera de una institución financiera supervisada por la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS), que represente el treinta por ciento (30%) del costo total de las acciones de mejora propuestas por el UND.

- f) Presentada dicha garantía financiera, el prestador de los servicios de saneamiento procede a suscribir con el UND un Acuerdo en el que se establece el plazo otorgado por única vez, a fin de ejecutar las acciones de mejora propuestas por el UND para cumplir con el Anexo N° 2 del presente Reglamento.

El Acuerdo debe incluir una cláusula penal que contemple que el UND se obliga a pagar mensualmente al prestador de los servicios de saneamiento el cien por ciento (100%) adicional al importe facturado por el servicio de alcantarillado sanitario, durante los seis (6) primeros meses de ejecución de las acciones de mejora aprobadas, y del doscientos por ciento (200%) adicional por el mismo concepto, en caso el plazo del acuerdo suscrito sea superior a seis (6) meses.

El prestador de los servicios de saneamiento procede a cobrar el importe correspondiente desde el siguiente mes de facturación, luego de suscrito el Acuerdo, con efecto retroactivo al día siguiente de notificado el UND en la situación descrita en el presente párrafo.

- g) Si transcurrido el plazo señalado en el literal e) del presente artículo, el UND no suscribe el Acuerdo, se archiva el trámite y se procede con la suspensión temporal del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario, hasta que éste acredite el cumplimiento de los VMA.
- h) En caso que el UND incumpla el Acuerdo suscrito, el prestador de los servicios de saneamiento procede con ejecutar la garantía financiera otorgada a su favor, y a suspender temporalmente el servicio de agua potable y alcantarillado sanitario, hasta que adecúe sus descargas no domésticas, de acuerdo al procedimiento de suspensión temporal establecido por el prestador de los servicios de saneamiento. Del mismo modo, el prestador de los servicios de saneamiento suspende el cobro del pago establecido en el literal f) del presente artículo.



- i) En caso el UND cumpla con el Acuerdo suscrito y acredite haber ejecutado las acciones de mejora para cumplir con el Anexo N° 2 del presente Reglamento, debe comunicar al prestador de los servicios de saneamiento, con al menos cinco (5) días hábiles de anticipación, la fecha de realización de la toma de muestra de parte para que, de considerarlo, participe en ella. Si el UND no efectúa la referida comunicación o lo efectúa fuera del plazo, la toma de muestra de parte no tiene validez.

De participar el personal del prestador de los servicios de saneamiento en la toma de muestra de parte, el UND debe brindar las facilidades para que este presencie la toma de la muestra de parte, la cual debe ser realizada en el punto de toma de muestra determinado previamente por el prestador de los servicios de saneamiento. Para ello, el personal de prestador de los servicios de saneamiento procede a elaborar y suscribir conjuntamente con el UND o su representante el Acta de Inspección correspondiente, según el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento. La suscripción del Acta por parte del UND no es obligatoria, por lo que, si este se niega a

suscribirla, no la invalida, sin perjuicio de que se consigne dicha circunstancia en el Acta. Una copia del Acta es entregada al UND.

- j) El UND presenta al prestador de los servicios de saneamiento los resultados de los análisis realizados por el laboratorio acreditado por el Inacal, de la toma de muestra de parte, a fin de que proceda con revisar y evaluar los resultados de los análisis, en un plazo que no debe exceder los diez (10) días hábiles.

De verificarse que el UND cumple los parámetros establecidos en el Anexo N° 2 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento procede a actualizar el Registro de UND.

De verificarse que el UND continúa incumpliendo con los parámetros establecidos en el Anexo N° 2 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento procede a suspender temporalmente el servicio de agua potable y alcantarillado sanitario hasta que éste acredite el cumplimiento de los VMA, de acuerdo al procedimiento de suspensión temporal establecido por el prestador de los servicios de saneamiento.

27.2. Si en una nueva oportunidad, producto de los resultados de los análisis de la toma de muestra inopinada, se verifica que el UND supera alguno(s) o todos los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento efectúa los siguientes pasos:

1. Notifica al UND que incumple con los parámetros del VMA.
2. Solicita al UND, ejecutar la implementación de las acciones de mejora que permitan adecuar sus descargas de aguas residuales no domésticas y no exceder los VMA.
3. Suspende temporalmente los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, hasta que el UND implementa las acciones de mejora y acredite cumplir con los parámetros del VMA.



27.3. Si el UND implementa las acciones de mejora mencionadas en el inciso 2 del párrafo precedente, sea a través de la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas y/o la implementación de mejoras en los procesos productivos; debe comunicar al prestador de los servicios de saneamiento, con al menos cinco (5) días hábiles de anticipación, la fecha de realización de la toma de muestra de parte para que, de considerarlo necesario, participe en ella.

En caso que, el personal del prestador de los servicios de saneamiento participe en la toma de muestra de parte, el UND debe brindar las facilidades para que este presencie la realización de dicha diligencia, la cual debe ser efectuada en el punto de toma de muestra determinado previamente por el prestador de los servicios de saneamiento. Para ello, el personal de prestador de los servicios de saneamiento, debidamente acreditado, procede a elaborar y suscribir conjuntamente con el UND o su representante el Acta de inspección correspondiente, según el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento. La suscripción del Acta por parte del UND no es obligatoria, por lo que, si este se niega a suscribirla, no la invalida, sin perjuicio de que se consigne dicha circunstancia en el Acta. Una copia del Acta es entregada al UND o a su representante.



27.4. El UND presenta al prestador de los servicios de saneamiento los resultados de los análisis realizados por el laboratorio acreditado por el Inacal de la toma de muestra de parte, así como la documentación que contenga las evidencias que demuestren las acciones de mejora implementadas para cumplir con el Anexo N° 2 del presente Reglamento, las cuales tienen la condición de declaración jurada.

27.5. El prestador de los servicios de saneamiento procede con revisar y evaluar los resultados de los análisis y los documentos que contengan las evidencias de mejora implementadas por el UND, en un plazo que no debe exceder los diez (10) días hábiles.

27.6. De verificarse que el UND cumple con los parámetros del Anexo N° 2 del presente Reglamento, y que ha implementado las acciones de mejora mencionadas en el párrafo 27.3 del presente artículo, el prestador de los servicios de saneamiento procede a efectuar la rehabilitación de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario.

27.7. De verificarse que el UND continúa incumpliendo con los VMA del Anexo N° 2 del presente Reglamento, el prestador de los servicios de saneamiento mantiene la suspensión temporal de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario hasta que adecúe sus descargas no domésticas, de acuerdo al procedimiento de suspensión temporal establecido por el prestador de los servicios de saneamiento.

TÍTULO IV

DENUNCIAS, RECLAMOS Y SITUACIÓN DE EMERGENCIA

CAPÍTULO I

DENUNCIAS Y RECLAMOS

Artículo 28.- Participación de otros usuarios

Los usuarios domésticos y los UND están facultados a denunciar, de forma escrita o verbal, ante el prestador de los servicios de saneamiento competente, los hechos, actos u omisiones que dañen el sistema de alcantarillado sanitario, proporcionando, como mínimo, la información siguiente:

1. Identificación completa de la persona que realiza la denuncia.
2. Identificación del UND que efectúa la descarga al sistema de alcantarillado sanitario.
3. Breve descripción del hecho, acto u omisión que se presume cometido.

Sin perjuicio de ello, están facultados a interponer las quejas y/o denuncias ante las instancias que consideren competentes.

Artículo 29.- Procedimiento de reclamo

29.1. Los UND están facultados a presentar reclamos ante los prestadores de los servicios de saneamiento.

29.2. La Sunass es la encargada de establecer los procedimientos, plazos e instancias correspondientes para la atención de dichos reclamos.

CAPÍTULO II

DE LA SITUACIÓN DE EMERGENCIA

Artículo 30.- Situación de emergencia

30.1. Si bajo una situación de emergencia, por caso fortuito o fuerza mayor, se incumple(n) alguna(s) de las disposiciones contenidas en el presente Reglamento, el UND, a través de cualquier medio, debe comunicar inmediatamente dicha situación al prestador de los servicios de saneamiento competente.



30.2. Una vez producida la situación de emergencia, el UND utiliza todos los medios a su alcance para reducir al máximo los efectos de la descarga por situación de emergencia, en coordinación con el prestador de los servicios de saneamiento competentes.

Artículo 31.- Procedimiento a seguir en caso de emergencia

31.1. Sin perjuicio de lo establecido en el párrafo 30.1 del artículo 30 del presente Reglamento, en un plazo máximo de dos (2) días calendario de producido el hecho, el UND debe informar por escrito al prestador de los servicios de saneamiento la situación de emergencia ocurrida, señalando su identificación y los siguientes datos:

1. Causas que originaron la situación de emergencia.
2. Hora en que se produjo y duración de la misma.
3. Volumen y características de la descarga.
4. Acciones de mejora adoptadas.
5. Hora y forma en que se comunicó el suceso al prestador de los servicios de saneamiento.

31.2. El prestador de los servicios de saneamiento, previa evaluación de la información remitida por el UND, en un plazo no mayor de dos (2) días calendario de recibida, se encuentra facultado para exonerar del cobro por el pago adicional por exceso de concentración o de la suspensión temporal del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario por las descargas de aguas residuales no domésticas que superen los VMA detallados en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, otorgando como máximo el plazo de tres (3) días calendario, contados desde la comunicación del pronunciamiento efectuado por los prestadores de los servicios de saneamiento, para reponer su sistema de tratamiento de aguas residuales.

31.3. Sin perjuicio de otras responsabilidades en que pudiera haber incurrido el UND, los costos que realice el prestador de los servicios de saneamiento como producto de las acciones de mejora por las descargas accidentales, son asumidas por el UND, de acuerdo al procedimiento que para dicho fin apruebe la Sunass.



DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

Primera.- Aprobación de normas Complementarias

En un plazo no mayor de noventa (90) días calendario, contados desde el día siguiente de publicado el presente decreto supremo en el Diario Oficial El Peruano, la Sunass aprueba las normas complementarias necesarias, a fin de adecuarlas a lo dispuesto en el presente Reglamento.



Segunda.- Indicador de Gestión

En cumplimiento de lo dispuesto en la Decimoséptima Disposición Complementaria Final de la Ley Marco, la Sunass en un plazo máximo de ciento veinte (120) días calendario, contados desde el día siguiente de publicado el presente Reglamento en el Diario Oficial El Peruano, aprueba, mediante Resolución de Consejo Directivo, la incorporación del cumplimiento de los VMA como indicador de gestión de las empresas prestadoras de servicios de saneamiento.

Tercera.- Difusión

Corresponde a las entidades con competencias reconocidas en materia de saneamiento efectuar la difusión del presente Reglamento, por los medios más adecuados para su conocimiento y aplicación, debiendo, además, disponer su publicación en sus respectivos Portales Institucionales.

Los prestadores de los servicios de saneamiento, implementan campañas y programas de difusión, a fin de que los UND, adecúen sus descargas a las disposiciones establecidas en el presente Reglamento.

Cuarta.- Capacitación

Los prestadores de los servicios de saneamiento, implementan campañas de capacitación y otras que considere pertinentes, al interior de su organización, para el mejor cumplimiento e implementación de los VMA.

Quinta.- Asistencia Técnica

Sin perjuicio de las funciones que realicen las entidades e instituciones con competencias reconocidas en materia de saneamiento, el Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS), en el marco de sus funciones y competencias, brinda asistencia técnica a los prestadores de servicios de saneamiento del ámbito urbano, para el adecuado cumplimiento del presente Reglamento.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS TRANSITORIAS

Primera.- Plazo para el Registro de UND

Los prestadores de los servicios de saneamiento tienen un plazo máximo de un (1) año, contados desde el día siguiente de la publicación del presente Reglamento en el Diario Oficial El Peruano, para registrar y/o actualizar a la totalidad de sus UND que se encuentren dentro de su ámbito de responsabilidad.

Segunda.- Implementación del punto de toma de muestra del UND

Los prestadores de los servicios de saneamiento, en un plazo no mayor de dos (2) años, contados a partir del día siguiente de publicado el presente Reglamento en el Diario Oficial El Peruano, realizan las acciones necesarias para implementar, bajo responsabilidad, que todos los UND cuenten con una caja de registro o dispositivo similar como conexión domiciliaria en la parte externa de su predio, acorde con las características y especificaciones técnicas establecidas en la normativa sectorial.

Tercera.- Procedimiento para identificar y determinar el punto de toma de muestra temporal del UND

En tanto se implemente la instalación del punto de toma de muestra o conexión domiciliaria mencionada en la Segunda Disposición Complementaria Transitoria, a efectos de aplicar lo dispuesto en el presente Reglamento, los prestadores de los servicios de saneamiento, identifican y determinan el punto de toma de muestra temporal del UND, el cual en todos los casos debe estar ubicado antes de la red de alcantarillado sanitario. Para dicho fin, se debe cumplir con el procedimiento siguiente:

1. El prestador de los servicios de saneamiento, notifica al UND, precisando el día y hora en que se lleva a cabo la visita a sus instalaciones, a fin de realizar la verificación y determinación del punto de toma de muestra temporal, el cual puede contar con la presencia del UND o su representante, persona encargada o con la persona que se encuentre en las instalaciones. Dicha notificación se realiza con cinco (5) días previos a la inspección a las instalaciones del UND.

2. El prestador de los servicios de saneamiento se apersona a las instalaciones del UND a efectos de proceder con lo señalado en el numeral precedente, previa verificación de que la notificación realizada al UND, cumple con las disposiciones establecidas en el artículo 21 del Texto Único Ordenado de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General (TUO de la Ley N° 27444), aprobado por el Decreto Supremo N° 006-2017-JUS, para lo cual procede a levantar el Acta de inspección, según el formato aprobado en el Anexo N° 3 del presente Reglamento.



3. Durante la diligencia, el personal del prestador de los servicios de saneamiento solicita, bajo responsabilidad, al UND o su representante, la presentación del diagrama de flujo y balance hídrico a aquellos UND cuyos volúmenes y concentraciones de descarga de aguas residuales no domésticas afecten significativamente el sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales. La no presentación de la documentación antes mencionada no invalida la diligencia ni el Acta de inspección. Sin perjuicio de ello, el prestador de los servicios de saneamiento, puede otorgar un plazo máximo de treinta (30) días hábiles, a partir del día siguiente de realizada la diligencia, a efectos que el UND cumpla con presentarlos. El incumplimiento de este plazo determina la suspensión temporal establecida en el artículo 15 del presente Reglamento.

4. En el Acta de inspección debe constar la determinación del punto de toma de muestra temporal. La suscripción del Acta por parte del UND o su representante no es obligatoria, por lo que si este se niega a suscribirla, no la invalida, sin perjuicio de que consigne dicha circunstancia en el Acta. Una copia del Acta debe ser entregada al UND o su representante.

5. Si el UND o su representante no permite el ingreso a sus instalaciones u obstaculiza las labores del personal del prestador de los servicios de saneamiento debidamente identificado, este procede a consignar dicha circunstancia en el Acta de inspección, y a suspender temporalmente el servicio de agua potable y alcantarillado sanitario, hasta la efectiva realización de la inspección. El Acta de inspección es notificada al UND o su representante en el momento de la diligencia, cumpliendo con las disposiciones establecidas en los párrafos 21.1, 21.3 y 21.4 del artículo 21 del TUO de la Ley N° 27444.



6. Suspendidos temporalmente los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, el prestador de los servicios de saneamiento reprograma la visita a las instalaciones del UND, a solicitud de este, para lo cual debe restablecer los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, de acuerdo a las disposiciones que para dicho fin aprueba la Sunass.





ANEXO 4. Declaración jurada de autenticidad de tesis.



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Prhiska Raily Argote Calla
identificado con DNI 74939036 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Ingeniería Química

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
" Evaluación de la capacidad floculante del (Malva Sylvestris) y
(Moringa Oleífera) en tratamiento de aguas residuales del
comedor de la UNA - PUNO "

Es un tema original.


Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 05 de Septiembre del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 5. Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Josías Samuel Mamani Rosas,
identificado con DNI 75218444 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Ingeniería Química

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
" Evaluación de la capacidad floreal de la (Malva sylvestris) y
(Moringa Oleífera) en tratamiento de aguas residuales del
comedor de la UNA-PUNO "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 05 de Septiembre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 6. Autorización para el depósito de tesis o trabajo de investigación en el repositorio institucional.



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Prhiska Raily Argote Calla,
identificado con DNI 74939036 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Química

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“Evaluación de la capacidad floulante del (Malva Sylvestris)
y (Moringa Oleífera) en tratamiento de aguas residuales
del comedor de la UNA-PUNO”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 05 de Septiembre del 2024

Prhiska Raily Argote Calla
FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 7. Autorización para el depósito de tesis o trabajo de investigación en el repositorio institucional.



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Josias Samuel Mamani Rosas,
identificado con DNI 75218444 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Química
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

"Evaluación de la capacidad flovlante del (Malva Sylvestris)
y (Moringa Oleífera) en tratamiento de aguas residuales
del comedor de la UNA-PUNO"

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 05 de Septiembre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella