

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



DESARROLLO DE UN DETERGENTE ECOLOGICO A PARTIR DE *Colletia spinosissima* Y AGREGADOS COMERCIALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SUSTENTABLE EN LOS HOTELES DE LA BAHÍA DE PUNO - 2019

Tesis presentada por la Bachiller:

Morveli Pilco, Yessica Almendra

para optar el Título Profesional de:

Ingeniera Ambiental

Asesor:

Dr. Arenazas Rodríguez, Armando

Arequipa – Perú

2019



Universidad Católica de Santa María

☎ (51 54) 382038 Fax: (51 54) 251213 ✉ ucsm@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe Apartado: 1350

AREQUIPA - PERÚ

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
INFORME DICTAMEN BORRADOR DE TESIS

VISTO

EL BORRADOR DE TESIS TITULADO:

*Desarrollo de un detergente ecológico a partir de Colletia Spinosissima
y agregados concretos para la implementación de un Sistema sustentable en los
Hoteles de la bahía de Puno - 2019.*
Presentado por el (los) Bachiller (es):

- Yessica Almendra Morveli Pilco

Nuestro DICTAMEN es:

Favorable

OBSERVACIONES:

Arequipa

[Signature]
DICTAMINADOR
Andica Maneta Chanaco Pomque
Cod. 3196

[Signature]
DICTAMINADOR
Dr. Jorge Armando Arenozas R.
Cod. 2825

[Signature]
DICTAMINADOR
M. Ing. Beily Corderos Pilco
Cod. 7721

DEDICATORIA

A Dios

Por darme la vida y estar siempre conmigo, guiándome en mí camino.

A mi madre

Por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Agradezco a mi familia por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradezco a los docentes de la carrera de Ingeniería Ambiental, en especial a mi asesor de tesis, Dr. Armando J. Arenazas Rodríguez por guiar esta investigación y formar parte de otro objetivo alcanzado.

Agradezco a mis amigos, Srta. Alejandra Pinto Paz, Srta. Mari Ticona, y Sr. Jesús Dongo Torres los cuales me acompañaron a lo largo de toda esta etapa y fueron parte muy importante de este logro aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

Gracias a la comunidad de la Isla Taquile por permitirme desarrollar mi investigación y conocer aún más de su cultura y costumbres.

RESUMEN

Uno de los principales problemas de contaminación en la bahía del Titicaca es la acumulación de agentes contaminantes (nutrientes) que producen problemas de eutrofización debido a efluentes provenientes de la ciudad de Puno. El objetivo general de esta investigación es la creación de un detergente ecológico a partir de la especie *Colletia spinosissima* y agregados comerciales para la implementación de un sistema sustentable en los hoteles de la bahía de Puno; trabajando bajo una metodología de tipo descriptivo - aplicativo con un diseño de investigación experimental cuyo método de recolección de datos se desarrolló al monitorear parámetros físico químicos de efluentes que se obtuvieron por medio del lavado de sabanas 100 % algodón con muestra en distintas proporciones de mezcla de detergente comercial y especie, las cuales son la base de un sistema cerrado de cuidado de agua y recirculación, con el fin de generar un diseño viable para cada uno de los hoteles dentro de la bahía del Titicaca, no solo evitando que el efluente entre en contacto con el lago, sino que dicho efluente sea tratado y recirculado a cualquier parte del hotel; categoría 1 “Agua Potable” (MINAM, 2017); logrando erradicar el problema de contaminación en un 100% de detergentes comerciales y la recuperación en un 95 % de agua. Además, la propuesta de un diseño sustentable a base de tecnología limpia la cual purificará el agua para su recirculación según sus características y la implementación de setos vivos en la isla de Taquile como mejora ambiental y económica para lograr poner a dicha isla como principal abastecedor de detergente natural a base de *Colletia spinosissima*.

Palabras Claves: Detergente, *Colletia spinosissima*, eutrofización, hoteles, sistema sustentable.

ABSTRACT

One of the main pollution problems in the Titicaca bay is the accumulation of pollutants (nutrients) that produce eutrophication problems due to effluents from the city of Puno. The general objective of this research is the creation of a ecological detergent from the species *Colletia spinosissima* and commercial aggregates for the implementation of an sustainable system in the hotels of the bay of Puno; working under a descriptive - application type methodology with an experimental research design whose data collection method was developed by monitoring physical chemical parameters of effluents that were obtained by washing 100% cotton sheets with sample in different mixing proportions of commercial detergent and species, which are the basis of a closed system of water care and recirculation, in order to generate a viable design for each of the hotels with in the bay of Titicaca, not only preventing the effluent from entering contact with the lake, but said effluent is treated and recirculated to any part of the hotel; category 1 “Potable Water” (MINAM, 2017); managing to eradicate the problem of contamination in 100% of commercial detergents and recovery in 95% of water. In addition, the proposal for a sustainable design based on clean technology which will purify the water for recirculation according to its characteristics and the implementation of hedges on the island of Taquile as an environmental and economic improvement to achieve that island as the main supplier of natural detergent based on *Colletia spinosissima*.

Key Words: Detergent, *Colletia spinosissima*, eutrofization, hotels, sustainable system.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la contaminación en la bahía interior del Titicaca está llegando a niveles críticos, una de las principales causas es el vertimiento de aguas grises provenientes de la mayoría de hoteles de la ciudad de Puno, en particular por el crecimiento del turismo y la gran demanda de hospedajes, los cuales ofrecen un mejor servicio y confort al turista; originando así, el incremento de agentes contaminantes durante el uso de productos químicos a la hora de la limpieza, los cuales desembocan directamente en la bahía de Titicaca, poniendo a los detergentes como uno de los principales contaminantes que provocan la disminución de oxígeno disuelto dificultando la vida acuática, así como también ocasionando problemas a la salud de la población (Meza, 2016).

La presente investigación es un aporte a la industria hotelera en la ciudad de Puno, especialmente a los hoteles que se encuentran alrededor en la bahía interior del lago Titicaca; dicha investigación permitirá generar un adecuado desarrollo sostenible y sustentable en base a las leyes ambientales evaluando los agentes contaminantes que provocan el deterioro del ecosistema del Titicaca y remplazándolo con un recurso natural como una alternativa o agregado al uso de detergentes comerciales, el cual permitirá reducir de manera significativa la contaminación ambiental desde la fuente que lo genera, logrando minimizar el problema de eutrofización; por otro lado la implementación de un sistema de gestión ecoeficiente para la conservación de la especie *Colletia spinosissima* y la propuesta de implementación de un sistema sustentable para la optimización del recurso agua mediante el diseño de una estación de tratamiento de agua potable (ETAP), según las características que posee el efluente.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	II
RESUMEN.....	III
ABSTRACT.....	IV
INTRODUCCIÓN.....	V
INDICE GENERAL.....	VI
INDICE DE TABLAS.....	X
INDICE DE FIGURAS.....	XI
CAPITULO I.....	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. DIAGNOSTICO SITUACIONAL.....	1
1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA.....	1
1.3. HIPOTESIS.....	2
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.....	2
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	3
1.5. VARIABLES.....	3
1.5.1. Operacionalización de variables.....	3
CAPITULO II.....	4
2. FUNDAMENTO TEORICO.....	4
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION.....	4
2.2. MARCO TEORICO.....	5
2.2.1. Detergente.....	5
2.2.2. Historia de detergentes.....	7
2.2.3. Contaminación de agua:.....	10
2.2.3.1. Problemas ambientales por detergentes.....	10
2.2.3.2. Efectos de los detergentes en el Agua:.....	10
2.2.3.3. Detergentes con fosfatos (bionutrientes): Eutrofización.....	10
2.2.4. Detergentes Ecológicos:.....	11
2.2.4.1. Colletia spinosissima.....	12
2.2.4.1.1. Taxonomía.....	12
2.2.4.1.2. Habidad y Distribución en América del Sur.....	13
2.2.4.1.3. Características Biológicas:.....	13
2.2.4.1.4. Utilización de la Especie:.....	15
2.2.5. El agua.....	16
2.2.5.1. Categorías del agua.....	17
2.2.5.2. Propiedades físico químicas del agua.....	17

2.2.5.2.1. Temperatura	17
2.2.5.2.2. Potencial de Hidrogeno (pH)	18
2.2.5.2.3. Potencial de Oxidación – reducción (redox):	18
2.2.5.2.4. Conductividad Eléctrica EC	19
2.2.5.2.5. Resistividad eléctrica específica	20
2.2.5.2.6. Total de solidos disueltos	20
2.2.5.2.7. Salinidad	21
2.2.5.2.8. Oxígeno Disuelto	22
2.2.5.2.9. Demanda bioquímica de oxigeno	23
2.2.5.2.10. Fosfatos:	24
2.2.5.2.11. Nitrito	25
2.2.5.2.12. Sulfatos	26
2.2.6. Planta de Tratamiento de Aguas residuales Grises	27
2.2.6.1. Tipos de tratamiento	27
2.2.6.2. Eco tecnologías vs tecnología limpia	29
2.2.6.2.1. Tecnología limpia	30
2.2.6.2.2. Tratamiento de aguas contaminadas con detergentes	31
2.2.7. Setos vivos:	32
2.3. MARCO CONCEPTUAL	32
2.3.1. Agua	32
2.3.2. Ecológico	32
2.3.3. Colletia spinosissima	33
2.3.4. ETAP:	33
CAPITULO III	34
3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	34
3.1. TIPO DE INVESTIGACION	34
3.2. CAMPO DE VERIFICACIÓN	34
3.3. POBLACION MUESTRA Y MUESTREO	34
3.3.1. Hoteles	34
3.3.1.1. Población	34
3.3.1.2. Muestra	34
3.3.1.3. Muestreo	35
3.3.1.4. Cálculo del tamaño de muestra	35
3.3.2. Colletia spinosissima	36
3.3.2.1. Población	36
3.3.2.2. Muestra	36
3.3.2.3. Muestreo	36
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOPIACIÓN DE DATOS	36
3.4.1. PROCESO DE LAVADO DE LOS PRINCIPALES HOTELES DE LA BAHIA DEL TITICACA EN LA CIUDAD DE PUNO	36
3.4.1.1. BASE DE DATOS DE HOTELES:	36
3.4.2. OBTENCION DEL DETERGENTE NATURAL CON LA ESPECIE Colletia spinosissima	36

3.4.2.1. Recolección de la especie Colletia spinosissima	37
3.4.2.2. Secado de la especie Colletia spinosissima	38
3.4.2.3. Molienda o Chancado	38
3.4.2.4. Tamizajes en malla gruesa	38
3.4.2.5. Molienda a Fricción	39
3.4.2.6. Tamizaje en malla Fina.....	39
3.4.2.7. Secado del detergente en polvo	39
3.4.2.8. Envasado de la especie y sellado al vacío.....	39
3.4.3. MODELO EXPERIMENTAL PARA LA CREACION DE UN DETERGENTE ECOLOGICO.....	40
3.4.3.1. Objetos de limpieza:	41
3.4.3.2. Lavado	42
3.4.3.3. Procesamiento y análisis de datos.....	42
3.4.3.4. Procesamiento estadístico de los datos	43
3.4.4. PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA SUSTENTABLE DE POTABILIZACION Y RECIRCULACION DE AGUA (ETAP).....	43
3.4.4.1. Tratamientos utilizados para la obtención de agua potable:	44
3.4.4.1.1.Tratamiento preliminar o pre tratamiento:.....	44
3.4.4.1.2.Tratamiento primario	45
3.4.4.1.3.Tratamiento secundario.....	45
3.4.4.1.4.Tratamiento terciario:	45
3.4.5. PROPUESTA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE Colletia spinosissima	45
3.5. MATERIALES Y EQUIPOS:.....	46
CAPITULO IV	47
4. RESULTADOS, DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..	47
4.1. PRESENTACION DE RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	47
4.1.1. PROCESO DE LAVADO EN LOS HOTELES DE LA BAHÍA DEL TITICACA.	47
4.1.2. PARÁMETROS OBTENIDOS DEL MODELO EXPERIMENTAL	53
4.1.2.1. Temperatura del Agua.....	53
4.1.2.2. pH (potencial de hidrógeno) del Agua.....	54
4.1.2.3. Potencial Redox del Agua ORP(mV)	56
4.1.2.4. Conductividad Eléctrica (EC).....	59
4.1.2.5. Resistividad Eléctrica Especifica (RES) en ohm – m.....	61
4.1.2.6. Total de Solidos disueltos (TDS).....	62
4.1.2.7. Salinidad [psu]	63
4.1.2.8. Oxígeno disuelto en porcentajes (OD).....	65
4.1.2.9. Oxígeno Disuelto en ppm	67
4.1.2.10. Demanda Bioquímica de Oxigeno en mg/L.....	68
4.1.2.11. Fosfatos en el Agua (mg/l).....	71
4.1.2.12. Nitritos en el agua (mg/L).....	73
4.1.2.13. Sulfatos en el agua (mg/L).....	74

4.1.3. DISEÑO DE UN SISTEMA SUSTENTABLE DE POTABILIZACION Y RECIRCULACION DE AGUA (ETAP).....	76
4.1.3.1. Parámetros de medición y tratamientos escogidos	76
4.1.3.2. Descripción de la ETAP.....	77
4.1.3.3. Creación y ubicación de la ETAP.....	78
4.1.3.3.1.Impacto del Paisaje	79
4.1.3.3.2.Tipo de suelo.....	79
4.1.3.4. Tratamientos utilizados para la obtención de agua potable:	79
4.1.3.4.1.Pre tratamiento:.....	79
4.1.3.4.2.Tratamiento primario	81
4.1.3.4.3.Tratamiento secundario.....	86
4.1.3.4.4.Tratamiento terciario:	92
4.1.3.5. Beneficios Ambientales de una ETAP.....	93
4.1.1. PROPUESTA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE Colletia spinosissima	94
4.1.1.1. Seto Vivo de Colletia spinosissima	94
CONCLUSIONES.....	96
RECOMENDACIONES	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
ANEXOS.....	105
ANEXO 1: ESTÁNDARES DEL MINAN CATEGORIA 1.....	106
ANEXO 2: ENCUESTAS REALIZADAS EN LOS HOTELES DE LA BAHÍA DEL TITICACA EN LA CIUDAD DE PUNO SEGÚN LA POBLACIÓN- MUESTRA.....	108
ANEXO 3: CERTIFICADO DEL LABORATORIO SGS.....	116
ANEXO 4 PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y DE ANÁLISIS DE AGUAS DE CADA TRATAMIENTO POR REPETICIÓN (CUADROS ANOVA Y TUKEY)	118
ANEXO 5 MAPA DE RECOLECCIÓN DE LA ESPECIE COLLETIA SPINOSISSIMA Y UBICACIÓN DE LA ISLA	145
ANEXO 6 DISEÑO DE LA ETAP (PLANOS).....	147
ANEXO 7 SETOS VIVOS.....	150

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relación entre Índice Trófico (IT), clorofila (Chl), fósforo (P, ambos expresados en microgramos por litro), profundidad de Secchi (SD, metros), y la clasificación trófica	11
Tabla 2. Taxonomía de <i>Colletia spinosissima</i>	12
Tabla 3. Rangos de concentración de oxígeno disuelto y consecuencias eco sistémicas frecuentes.....	23
Tabla 4. Hoteles que se encuentran en la ciudad de Puno según factores de selección	35
Tabla 5. Materiales y equipos.....	46
Tabla 6. Tiempo de eliminación de E. Coli según la ORP.....	59



INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fuentes de contaminación en la cuenca del Lago Titicaca.....	1
Figura 2. Composición química del detergente.....	6
Figura 3. Componentes de las formulaciones de detergentes	6
Figura 4. Evolución del detergente a través del tiempo	8
Figura 5. <i>Colletia spinosissima</i>	13
Figura 6. Partes de la <i>Colletia spinosissima</i>	14
Figura 7. Usos de la <i>Colletia spinosissima</i>	16
Figura 8. Molécula de Agua.....	16
Figura 9. Nivel de pH del Agua	18
Figura 10. Resistividad eléctrica específica	20
Figura 11. Transición tecnológica propuesta por Moser (1996).....	30
Figura 12. Esquema gráfico de cada uno de los tratamientos	41
Figura 13. Tratamiento de Afluentes	44
Figura 14. Detergente que se utiliza para el lavado	47
Figura 15. Comparación de ambos detergentes (ingredientes)	48
Figura 16. Veces que se realiza el proceso de lavado por semana.....	48
Figura 17. Cantidad de detergente	49
Figura 18. Veces que se realiza el proceso de enjuague	50
Figura 19. Tratamiento al agua del proceso de lavado.....	51
Figura 20. Destino final de agua de lavado.....	51
Figura 21. Gráfico de Temperatura del Agua	53
Figura 22. Gráfico de pH del Agua.....	54
Figura 23. Gráfico de Potencial Redox del Agua ORP (mV)	56
Figura 24. Relación entre la concentración de cloro y los valores de ORP con la variación de pH	58
Figura 25. Grafica de Conductividad Eléctrica EC del Agua	59
Figura 26. Grafica de Resistividad Eléctrica Específica (RES).....	61
Figura 27. Evaluación Total de Sólidos disueltos (TDS).....	62
Figura 28. Gráfico de Salinidad [psu].....	63
Figura 29. Gráfica de Oxígeno Disuelto (OD).....	65
Figura 30. Grafica de Oxígeno Disuelto en ppm	67
Figura 31. Gráfica de Demanda de Bioquímica de Oxígeno	68
Figura 32. Grafica de nivel de Fosfatos en el Agua (mg/l).....	71
Figura 33. Grafica de Nivel de Nitritos en (mg/l).....	73
Figura 34. Grafica de Nivel de Sulfatos en el Agua en (mg/l).....	74
Figura 35. Diseño interno del desengrasador y retenedor de espumas	81
Figura 36. <i>Chlorella sp.</i>	82
Figura 37. Formación de discos de ambas cepas <i>Chlorella sp.</i> o <i>Chlamydomonas sp</i>	82
Figura 38. Porcentaje de remoción y recuperación de fósforo y nitrógeno.....	83
Figura 39. Tanque de tratamiento biológico	85
Figura 40. Modelo de funcionamiento de la presión osmótica	88
Figura 41. Arreglo del sistema de osmosis CCD	90

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DIAGNOSTICO SITUACIONAL

La bahía interior de Puno como se muestra en la figura 1, al ser considerada un cuerpo de agua morfológicamente casi cerrado limita la renovación o intercambio de agua entre esta y la bahía mayor ocasionando la acumulación de aguas residuales, dándole características similares a la de una gran laguna de oxidación receptora de toda la carga de contaminantes; acarreada por los vertimientos de aguas residuales municipales y por las aguas pluviales, además de ser receptora de aguas domésticas provenientes de locales y establecimientos que se encuentran alrededor de la bahía y por ende de los efluentes provenientes de sus procesos (Ocola y Laqui, 2017).

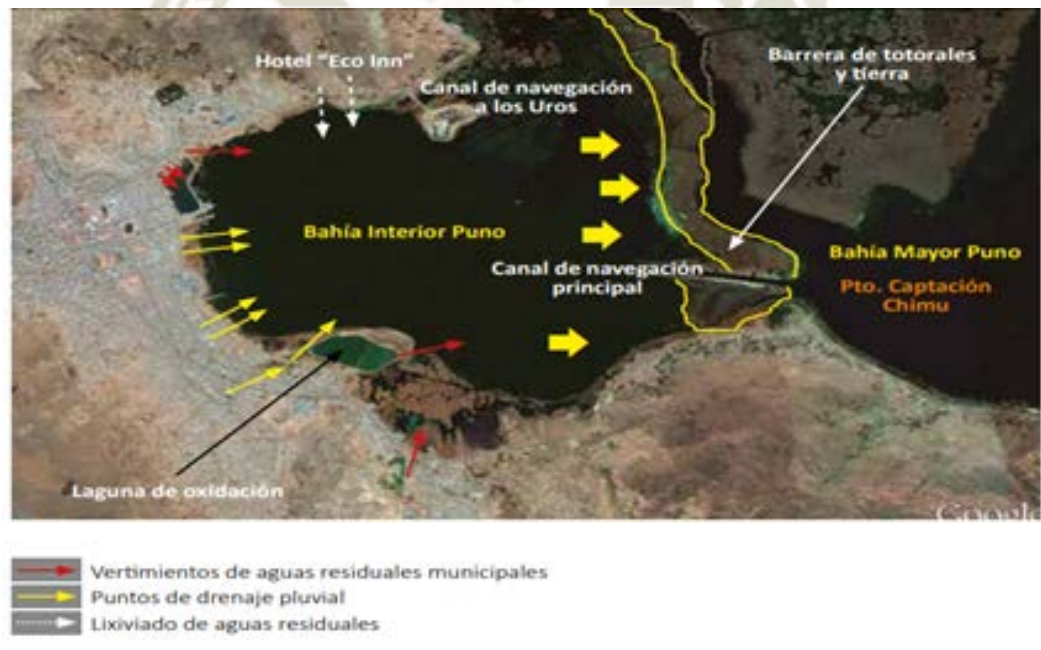


Figura 1: Fuentes de contaminación en la Bahía del Titicaca
Fuente: Autoridad Nacional del Agua, ANA (2017).

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

Actualmente la contaminación de ecosistemas acuáticos debido a la acumulación de aguas grises y el mal manejo del recurso agua como es el caso de la bahía del lago Titicaca va en incremento diario, una de las principales causas dentro de la industria

hotelera es la generación de aguas grises por el consumo excesivo de productos de limpieza, como detergentes, jabones, etc. los cuales contienen agentes contaminantes de alto grado, que son vertidos por los ductos de desagüe directamente a la bahía provenientes de la mayoría de hoteles. En la última década, la polémica en torno a los detergentes gira alrededor de si estos poseen o no fosfatos. La mayoría de detergentes llevan fosfato para evitar que las partículas de suciedad vuelvan a la ropa. Por desgracia tiene un gran impacto ecológico. La presencia de los fosfatos en los ríos y embalses provocan un aumento en el proceso de eutrofización en las aguas la cual produce la proliferación de algas, (crecimiento y reproducción de estas sin control); estas al morir son descompuestas por bacterias en un proceso que consume gran cantidad de oxígeno disuelto en el agua, el cual es necesario para la vida acuática en general. Al agotarse el oxígeno los otros seres acuáticos también mueren y como resultado de esto, los ríos y lagos quedan contaminados (Valera, 2010). El poder contaminante de los detergentes actuales dentro de la bahía interior del Titicaca se manifiesta en todos los vegetales acuáticos inhibiendo el proceso de la fotosíntesis y originando la muerte de la flora y la fauna acuáticas; además produce en los peces lesiones en las branquias, dificultándoles la respiración y provocándoles la muerte, deteriorando así todo un ecosistema natural y alterando la cadena trófica en su totalidad (Martin, 2015).

1.3. HIPOTESIS

Dado que la contaminación por aguas grises en la bahía del Titicaca ha ido en incremento constante, es probable que la elaboración de un detergente ecológico a base de *Colletia spinosissima* y agregados comerciales como parte de un sistema sustentable de limpieza logre obtener una disminución significativa de contaminantes evitando el problema de eutrofización y pérdida de biodiversidad, así como el tratamiento y recirculación de agua potable.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un detergente ecológico a partir de *Colletia spinosissima* y agregados comerciales para la implementación de un sistema sustentable en los hoteles de la bahía de Puno – 2019.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar el proceso de lavado en los principales hoteles de la bahía del Titicaca en la ciudad de Puno.
- Elaborar un detergente natural a base de la especie *Colletia spinosissima*.
- Evaluar los efectos del detergente ecológico a base de *Colletia spinosissima* y agregados comerciales mediante un modelo experimental como alternativa al uso de detergentes comerciales.
- Elaborar una propuesta para el diseño de un sistema sustentable de potabilización y recirculación de agua en los hoteles de la bahía de Puno.
- Elaborar una propuesta para la conservación de la especie *Colletia spinosissima*.

1.5. VARIABLES

1.5.1. Operacionalización de variables

Variables	Indicadores	Unidades
Variable Independiente: Agua con detergente y/o <i>Colletia spinosissima</i> Variable interviniente Calidad de lavado	<ul style="list-style-type: none"> - 200 g de detergente + 4 L de H₂O - 100 g de detergente + 4 L de H₂O + 100 g de CSS - 134 g de detergente + 4 L de H₂O + 66 g de CSS - 66 g de detergente + 4 L de H₂O + 134 g de CSS - 200 g de CSS + 4 L de H₂O 	<ul style="list-style-type: none"> - g y l (gramos y litros) - g y l (gramos y litros) - g y l (gramos y litros) - g y l (gramos y litros) - g y l (gramos y litros)
Variable Dependiente: Parámetros Fisicoquímicos del Agua	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura - pH - Potencial Redox del agua ORP - Conductividad Eléctrica (Ec) - Resistividad Electrica - Solidos Totales Disueltos - Salinidad - Oxígeno Disuelto (DO) - Demanda Bioquímica de Oxigeno - Nivel de Fosfatos - Nivel de Nitritos - Nivel de Sulfatos 	<ul style="list-style-type: none"> - °C - NC - mV (milivolts) - [μS/cm] - [Ohm-m] - ppm - psu - ppm y % - mg/l - mg/l - mg/l - mg/l

CAPITULO II

2. FUNDAMENTO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

Según Puma et al. (2017), en su tesis titulada: “Responsabilidad jurídica del estado y de la comunidad, frente a la contaminación de la bahía interior del lago Titicaca en la ciudad de Puno” menciona lo siguiente: “El deterioro de la calidad de agua de la bahía interior de Puno a causa del crecimiento acelerado de la población, el insuficiente sistema de desagüe, y una inexistente planta de tratamiento de aguas residuales (la misma que se inundó entre los años 1986 y 1992), originan un aumento de la contaminación de la bahía interior de Puno.”

Según Ocola y Laqui (2017), en el libro “Fuentes Contaminantes en la Cuenca del Lago Titicaca: Un aporte al conocimiento de las causas que amenazan la calidad del agua del lago Titicaca. Lima: Autoridad Nacional del Agua” concluye: Hasta antes de la década de 1970, todas las aguas residuales municipales de la ciudad de Puno, a través de diversos emisores ubicados a lo largo de la orilla, eran vertidas sin tratamiento en la bahía interior de Puno. En 1972 se instaló la laguna de oxidación conocida con el nombre de “El Espinar”, que ocupa 21 hectáreas. Este sistema de tratamiento se encuentra colapsado desde hace diez años, debido a que los caudales de aguas residuales saturaron el caudal de diseño, por lo que actualmente constituye la principal fuente de contaminación y eutrofización de la bahía interior de Puno.

Según Fandiño (2017), en su tesis: “Diseño preliminar de la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de La Esperanza, departamento norte de Santander en Colombia”, concluye: “Para encontrar la alternativa más factible en un diseño de planta de tratamientos se debe tener en cuenta los aspectos culturales, económicos, sociales, de infraestructura de suelos y ambientales del municipio o región donde se va a efectuar la instalación de esta”, de tal manera este proyecto es considerado como una alternativa adecuadamente sustentable para el diseño de una ETAP para el tratamiento de aguas grises provenientes de los hoteles de la bahía de Puno.

Según Gutiérrez & Canales (2012), en su artículo publicado “Evaluación comparativa de la diversidad de flora silvestre entre la isla Taquile y el cerro Chiani en relación a la altitud, Puno, Perú”, concluye: En la isla Taquile, a los 3850 msnm se registraron 37 especies, a 3900 msnm 54 especies, a los 3950 msnm 53 especies,

a 4000 msnm 50 especies y a los 4050 msnm 34 especies. Las especies comunes a las diferentes altitudes de evaluación fueron 11 como *Trifoli umrepens*, *Pennisetum clandestinum* y *Lachemilla pinnata*”, tomado el punto de partida tendremos el acceso al lugar donde se encuentra la especie *Colletia spinosissima* para realizar la investigación correspondiente.

Según Iverson (2012), en una página publicada “Plantas del Cusco”, describe la especie que se va a utilizar en el proyecto de investigación conocida en el idioma quechua como “*Roq`e*”, se puede obtener el nombre científico como “*Colletia spinosissima*”, cuyo nombre da facilidad a descubrir las propiedades de esta valiosa especie.

Según Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, CITES (2012), regula el comercio internacional de fauna y flora silvestres; su exportación, reexportación e importación, estén vivos o muertos, así como de sus partes o derivados. De esta manera, la convención vela porque el comercio internacional de animales y plantas silvestres no constituya una amenaza para su supervivencia, aplicando diversos mecanismos de conservación y protección. Por ello promueve la sostenibilidad en el uso de los recursos naturales y se preocupa por la amenaza de extinción de especies silvestres; con este proyecto se pretende dar un valor agregado a la especie *Colletia spinosissima*, de tal manera que la ejecución del proyecto no altere la diversidad de esta especie y se use respetando su conservación.

2.2. MARCO TEORICO

2.2.1. Detergente

El detergente es un producto químico compuesto de múltiples sustancias que, disuelto o revuelto en agua, tiene la propiedad de cambiar profundamente la tensión superficial y los parámetros físico - químicos de esta, debido a que tiene un componente llamado tensiactivo, con lo que la solución o dispersión adquieren la capacidad humectante y emulsionante necesaria para generar el efecto limpiador; dentro de su composición (AEEED, 2009).

Un detergente es un producto en cuya composición (figura 2) encontramos una larga cadena lipofílica y una terminación hidrofílica.

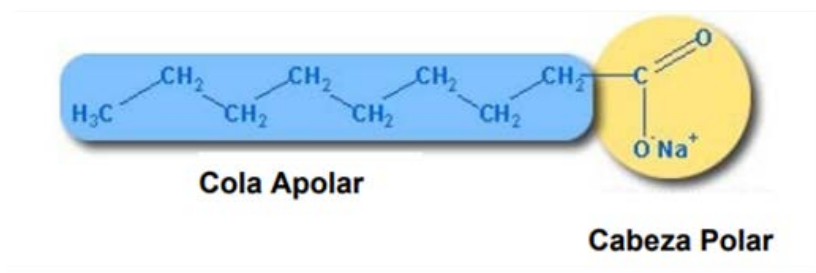


Figura 2. Composición química del detergente
Fuente: Universidad de los Andes, 2019

Un detergente está formado por uno o varios tensioactivos y una serie de componentes que complementan la acción de los primeros, tales como aditivos, coadyuvantes y auxiliares de presentación. El resultado final es un producto que además de producir una limpieza eficiente, genera un efecto de protección sobre las superficies a las cuales se aplica, proporciona al objeto lavado una serie de características deseadas en cuanto a color, olor, tacto, etc. La figura 3, muestra los componentes típicos presentes en la formulación de un detergente (Vaz, 2004).

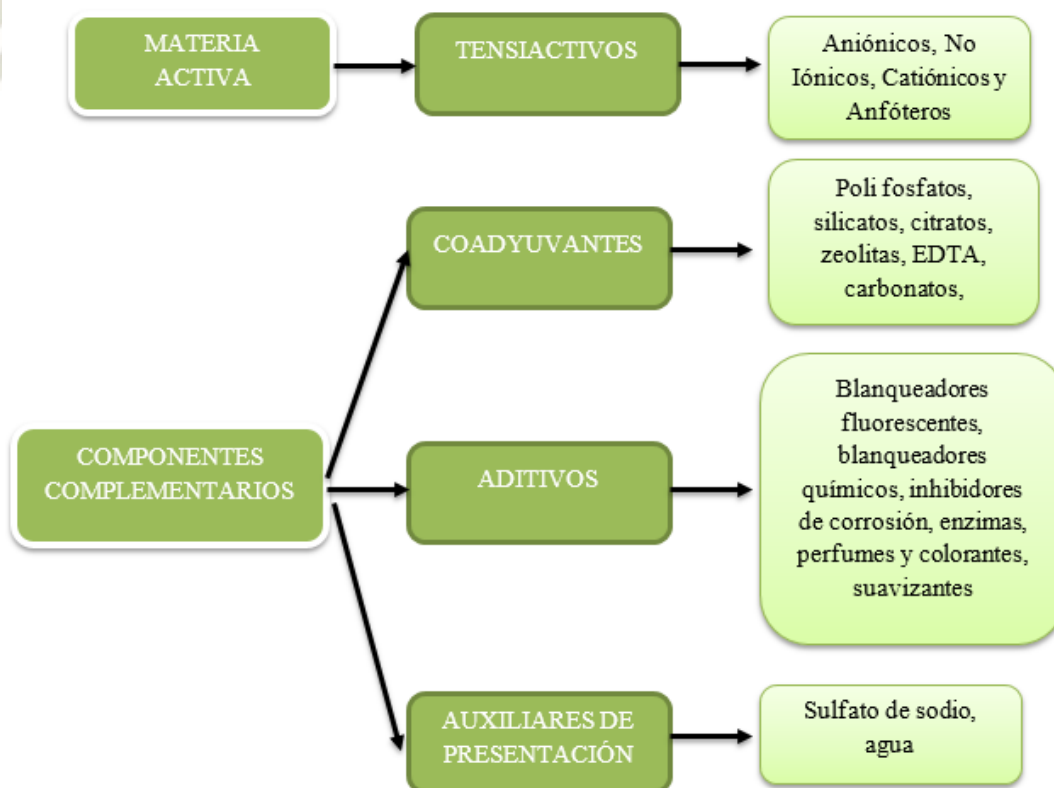


Figura 3. Componentes de las formulaciones de detergentes.
Fuente: Vaz (2004).

Con respecto a la estructura de un detergente, este posee un conjunto de sustancias de propiedades físico- químicas diversas, cada una de ellas con una determinada función dentro del procedimiento de lavado, cuyo objetivo además es el de facilitar su fabricación y otorgar al producto una serie de propiedades y requerimientos que favorezcan su aceptación comercial. En la fabricación de un detergente se distingue por un lado el principio activo o verdadero agente de lavado, denominado en general surfactante o tensioactivo (aniones, cationes, anfóteros) coadyugantes que son agentes anti calcáreos (polifosfatos, zeolitas) y otros componentes secundarios que complementan la formula general (enzimas, agentes blanqueadores como el perborato, etc.) (Gonzales, 2013).

2.2.2. Historia de detergentes

Luego de la primera guerra mundial, el bloqueo privó a Alemania del suministro de grasas naturales utilizadas para fabricar lubricantes, por lo que se vieron obligados a emplear las grasas de los jabones. Con el fin de solucionar la carencia de jabón, los químicos H. Gunther y M. Hetzer recordaron el curioso hallazgo de Krafft y fabricaron el primer detergente comercial. Las ventajas del Nekal no tardaron en manifestarse, y hacia 1930 gran parte del mundo industrializado ya fabricaba una amplia gama de detergentes sintéticos, superiores al jabón en muchos aspectos. En 1946 apareció Tide, el primer gran detergente para lavar la ropa, cuyo surgimiento coincidió con el *boom* de las primeras lavadoras automáticas. El éxito del detergente a nivel mundial fue rotundo, transformándose en el precursor de una gran cantidad de detergentes para múltiples y variadas aplicaciones (Distribuidor GB, 2011).

La figura 4 explica cómo es la evolución del detergente a través del tiempo.

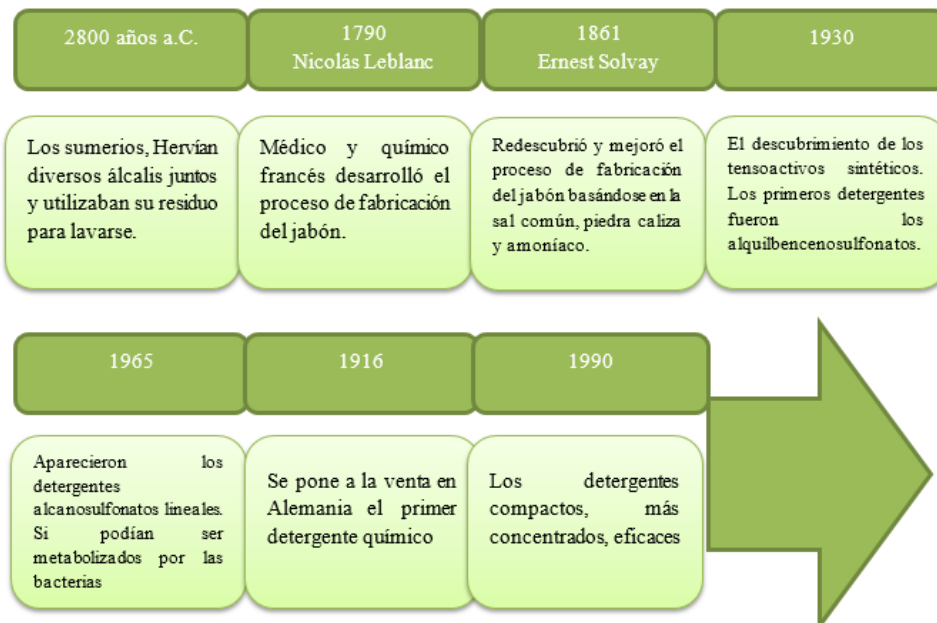


Figura 4. Evolución del detergente a través del tiempo

Fuente: Universidad de los Andes, 2019

2.2.2.1 Tipos de detergentes

Según Martin (2015), dentro del mercado se encuentran múltiples tipos de detergente según su presentación, los cuales se clasifican en:

Detergentes en Polvo: Se diferencia entre polvo compacto y detergente convencional. Ambos hay que dosificar con la ayuda de una jarra graduada. Desde el punto de vista ecológica se aconseja utilizar el detergente compacto por que no necesita tanto embalaje como el detergente convencional. Normalmente se le utiliza más para ropa blanca o de material no tan sensitivo. No es recomendable lavar ropa fina o multicolor con detergente compacto. En combinación con temperaturas altas reacciona como un blanqueador.

Detergentes líquidos: Los tipos de detergentes líquidos se distinguen en líquidos convencionales y cojines. Son recomendables para ropa fin y temperaturas bajas, pero su efecto ecológico no es positivo porque contienen demasiados tensioactivos. No son muy eficaces en cuanto manchas fuertes y decoloraciones (Martin, 2015). Por un lado, están los no iónicos, los anionicos y catiónicos eso tiene que ver con la carga de polaridad. Luego están los detergentes de con fosfatos y los tensioactivos.

Detergentes con fosfatos son bastante acústicos, se usan para ablandar el agua dura y ayudar a evitar que la suciedad vuelva a la ropa.

Detergentes tensioactivos son tóxicos y se usan para lograr mejorar la humectación del agua, que forme espuma y lograr emulsionar el detergente.

Detergentes biodegradables. Estos son los que al manifestarse con determinados microbios o condiciones de temperatura o climatología se degradan en un periodo corto de tiempo (desde horas a semanas).

Detergentes no biodegradables. Son los que contienen químicos agresivos (como fosfatos), toxinas, partículas plásticas, de metal o vidrio, son los más contaminantes si un detergente no es biodegradable al entrar en contacto con el agua cambia su composición y favorece la proliferación de algas. Si esto ocurre las algas van muriendo se descomponen y consumen oxígeno, lo que lleva a la extinción de muchas especies acuáticas. Se usa estos detergentes tanto para uso doméstico como para uso industrial (Martin, 2015).

2.2.2.2 Acumulación del detergente en el Agua

Según Martin (2015), los detergentes en determinadas cantidades pueden tener efectos tóxicos y negativos en todos los tipos de vida acuática, “Pero son los detergentes con alto contenido de fosfatos los más peligrosos ya que favorecen la proliferación y putrefacción de algas en agua dulce. Las algas consumen el oxígeno necesario para la vida acuática, así que al final muchas especies acaban extinguiéndose”

Los detergentes que contiene fosfatos a su vez tienen fósforo y nitrógeno que son nutrientes básicos para el desarrollo de las algas. Este tipo de detergentes están prohibidos en varios países como Alemania, Noruega, Italia o Austria. En otros como en Suecia se ha pedido a los fabricantes que se faciliten alternativas de detergentes sin fosfatos. En España por ejemplo los fosfatos están presentes en más del 50% de los detergentes una de las alternativas son detergentes ecológicos, sin embargo en zonas de aguas duras a veces será necesario usar más cantidad de detergente o descalcificar el agua para lograr la misma eficacia en el detergente que en zonas que tienen el agua blanda como Madrid (Martin, 2015).

2.2.3. Contaminación de agua:

Según Gonzales (2013), la contaminación está relacionada a la transformación, directa o indirecta generada por el hombre, de tal manera que se modifica haciéndola peligrosa y de mala calidad para el consumo humano, la industria, pesca, agricultura, así como para los animales y la propia vida natural.

2.2.3.1. Problemas ambientales por detergentes

Debido a su gran utilidad tanto en la industria como en los hogares, se usan en gran cantidad constituyendo una fuente importante de contaminación (Martin, 2015).

A fines de la década de 1960 se incrementó la contaminación del agua, se analizó la composición de los detergentes que contenían compuestos químicos dañinos, como los fosfatos, y, por tanto, no debían estar presentes en los mismos. En su lugar, se propuso el uso de agentes biodegradables fácilmente eliminables y de fácil asimilación por algunas bacterias (Martin, 2015).

2.2.3.2. Efectos de los detergentes en el Agua:

- Forman espumas.
- Dificultan el tratamiento de las aguas por problemas de operación en las plantas depuradoras.
- Inhiben la oxidación
- Alteran la transparencia y disolución del oxígeno entre la superficie y el aire, dificultando la autodepuración de las corrientes de agua.
- Perturban la sedimentación
- Impiden el desarrollo de las algas
- Alteran el olor y sabor del agua potable
- Efectos tóxicos que dependen del tipo de detergente, sensibilidad de los microorganismos y condiciones en medio acuático (Gonzales, 2013).

2.2.3.3. Detergentes con fosfatos (bionutrientes): Eutrofización

Cuando se ha desechado un detergen fosfatado, los fosfatos son arrastrados por el drenaje; la mayor parte de las plantas de tratamiento de aguas no están

diseñadas para eliminar fosfatos, por tanto, estos pasan al agua a través de efluentes.

Los fosfatos actúan como nutrientes para las algas y plantas acuáticas, provocando la degradación de las aguas naturales. En los lagos, al aumentar la cantidad de flora acuática, se dificulta o impide el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono. Se acumula, pues gran cantidad de materia vegetal en descomposición en el fondo que da lugar a hacer menos profundo el lago aumentando su temperatura y cantidad de nutrientes. Puesta que la descomposición se da en ausencia de oxígeno, se obtiene productos secundarios como metano, amoníaco y sulfuro de hidrogeno que dan mal olor al agua. Los peces requieren oxígeno disuelto para sobrevivir y, como se ha consumido, mueren. A largo plazo el lago se convierte en un pantano y más a largo plazo, en un prado o en un bosque. Este proceso natural se ve acelerado por la presencia de fosfatos (Martin, 2015).

La tabla 1 se muestra la correspondencia entre el valor de los índices y la clasificación trófica.

Tabla 1. Correlación entre Índice Trófico (IT), clorofila (Chl), fósforo (P, ambos expresados en microgramos por litro), profundidad de Secchi (SD, metros), y la clasificación trófica

IT	CHI	P	SD	Clasificación Trófica
<30—40	0—2.6	0—12	>8—4	Oligotrófico
40—50	2.6—20	12—24	4—2	Mesotrófico
50—70	20—56	24—96	2—0.5	Eutrófico
70—100+	56—155+	96—384+	0.5—<0.25	Hipertrófico

Fuente: Carlson & Simpson (1996)

2.2.4. Detergentes Ecológicos:

Un detergente se puede considerar verdaderamente ecológico cuando cumple con los siguientes requisitos:

- Disminución de la contaminación en el proceso de adquisición y tratamiento de las materias primas, así como ahorro de energía, lo cual implicaría desertar del uso de tensioactivos sintéticos y utilizar sustancias vegetales naturales. Además, tendrán que ser fabricados mediante tecnologías eco amigables.
- El detergente debe ser inofensivo para la salud (por ejemplo, no producir problemas en la piel) tanto como para los usuarios como para los trabajadores que lo manipulen, lo que implica renunciar a la utilización de enzimas y blanqueadores ópticos.
- No deben producir contaminación del medio ambiente en su fase residual, es decir, deben ser inocuos para la fauna y la flora de ríos y lagos, para lo que es preciso que se degraden en un 100%, o al menos en un porcentaje superior al 95% en la propia naturaleza sin necesidad de caros sistemas de depuración artificial y que tenga un mínimo de coadyuvantes de carácter eutrófico.
- Deben agredir o deteriorar lo menos posible a los tejidos (Gonzales, 2013).

2.2.4.1. *Colletia spinosissima*

2.2.4.1.1. Taxonomía

Tabla 2. Taxonomía de Colletia spinosissima

<i>Calcificación</i>	<i>Taxonomia</i>
Dominio:	Eukaryota
Reino:	Plantae
División:	Anthophyta
Sub División:	Angiospermae
Clase:	Dicotiledonea
Orden:	Rhamnales
Familia:	Rhamnaceae
Género:	Colletia
Especie:	<i>Colletia spinosissima</i>

Fuente: Gmelin, (1791)



Figura 5. *Colletia spinosissima*

Fuente: Cabrera (1992)

2.2.4.1.2. Hábitad y Distribución en América del Sur

Según Morales (2014), se encuentran adaptados para hábitats con suelos arenosos o rocosos, desde el nivel del mar hasta los 4.200 m; amplia distribución en toda la región andina hasta Perú, Bolivia, Chile, Uruguay y Argentina. En Perú se obtiene desde Piura hasta Puno, aunque probablemente cubre toda la sierra en el altiplano, la floración comienza entre los meses de agosto y septiembre, fructificando entre los meses de noviembre y diciembre.

2.2.4.1.3. Características Biológicas:

La familia Rhamnaceae es una familia variada de árboles, arbustos, escaladoras, la tribu Colletieae es un grupo que comprende seis géneros, de arbustos sin hojas, en su mayoría espinosos (Medan & Basilio, 2001) una especie importante de la tribu Colletieae, es *Colletia spinosissima*; son plantas leñosas, raramente herbáceas, a veces trepadoras, generalmente armados con espinas foliares o estipulares, hojas simples, enteras con espinas caulinares (Mantilla & Olazabal, 2004).

Es un arbusto que alcanza de 1,5 a 4 m de altura densamente espinoso y rígido, y diámetro de tallo 8.5 mm aproximadamente (Mantilla & Olazabal, 2004).

Es una especie independientemente semiesférica de tamaño, y por lo tanto el tamaño de la planta se pueden calcular multiplicando el diámetro de la planta por la altura de la planta (Medan & Basilio, 2001), son especies alotrópicas. Presenta ramas verde olivo, de 0.3-0.4 cm. de diámetro, cilíndrico-aplanadas en su sección, dicotómicas, opuestas, decusadas, terminando siempre en espinas muy aguzadas y córneas, de unos 1.5-3 cm de longitud y 0.3-0.4 cm de diámetro, los brotes auxiliares (ramas de espinas en la punta, brotes cortos, ramas secundarias y brotes reproductivos) están presentes en los nodos (Morales, 2014).

C: Sección
longitudinal de la
flor

B: Flor

A: *Colletia
spinosissima* Rama
y Flor

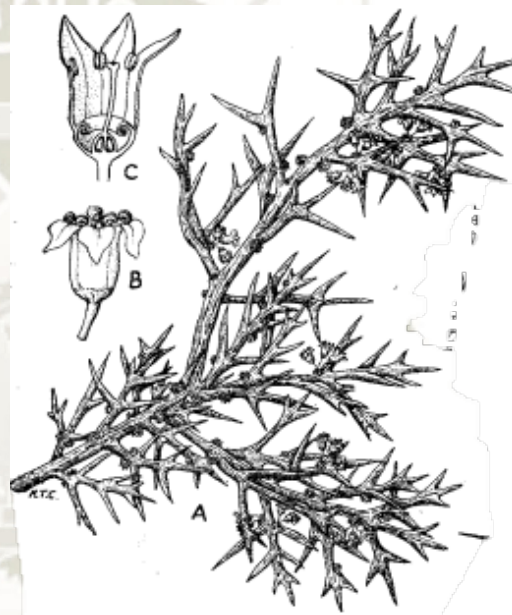


Figura 6. Partes de la *Colletia spinosissima*
Fuente: Cabrera (1992)

Clima

Preferiblemente templado, bien luminosos y soleados; se la encuentra asimismo en sitios de clima sub-tropical. Resiste temperaturas bajas de hasta varios grados bajo cero. Tiene también resistencia a sequía (Herbotecnia, 2019).

Según Ccallomamani (2016), en la época lluviosa dentro de las islas de la ciudad de Puno se registran alrededor de 30 especies con mayor abundancia en comparación con la época seca que en la que se registró 11 especies dentro de ellas la *Colletia spinosissima*. Algunas de las especies

con mayor dominancia en la época lluviosa fueron: *Geranium sessiliflorum*, *Ageratina gilbertii*, *Bidens andicola*, *Colletia spinosissima*.

2.2.4.1.4. Utilización de la Especie:

Según Arteta (2008) se puede utilizar en:

- *Plantas usadas para tintes*: Algunas especies se usan a su vez como fijadoras de estos colorantes como el caso de *Colletia*. La corteza de la raíz llamada “rock’e”, es hervida (30g/ L aproximadamente), dando lugar a colores rosados y amarillos; las ramas al ser hervida dan lugar a un color verde, al introducir bayeta o lana de ovino, le proporciona el color verde, la intensidad de estos colores depende del tiempo en el que se encuentre sumergido el material.
- *Plantas usadas como biocidas*: La *Colletia spinosissima* es un biocida natural, además de tener gran cantidad de nutrientes que mejoran la calidad del suelo. Es roseado en las primeras ramas salientes de los cultivos, para evitar el ingreso de insectos plaga.
- *Plantas usadas como combustible*: La *Colletia spinosissima* es la especie más utilizada para este fin, por su dureza y por qué posee cierto grado de resinas el cual es un material inflamable. Las ramas secas son utilizadas como leña, para esto se hace secar de 3 días a 1 semana.
- *Plantas usadas como cerco*: La *Colletia spinosissima* = c’huju por ser una planta espinosa que dificulta el acceso hacia ciertas áreas.
- *Plantas con usos específicos*: En esta clase incluimos a *Colletia spinosissima* = c’huju, que se usa como sustitutos del jabón, por contener saponinas que le dan esta propiedad, a partir de sus raíces y yemas. La corteza de la raíz de la especie, es triturada y usada como detergente haciéndola hervir, posteriormente se inicia con el lavado tradicional de ropa, esta preparación también sirve para fijar los colores cuando se realiza el teñido en bayeta (Arteta, 2008).

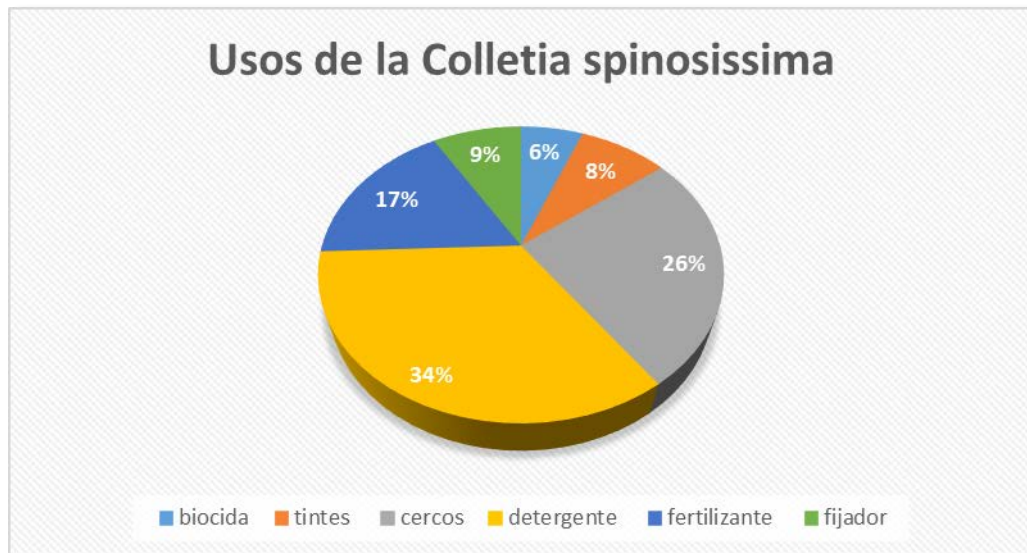


Figura 7. Usos de la *Colletia spinosissima*
Fuente: Arteta (2008)

2.2.5. El agua

El agua es un compuesto químico líquido de enlace covalente, inodoro, incoloro, transparente; muy estable, formado por dos átomos de hidrógeno H y un átomo de oxígeno O, de fórmula H_2O como se muestra en la figura 8; su presencia en la Tierra (el 71% de ésta se encuentra cubierta de agua) determina en buena parte la existencia de vida en nuestro planeta (Organización del Agua México, 2017).

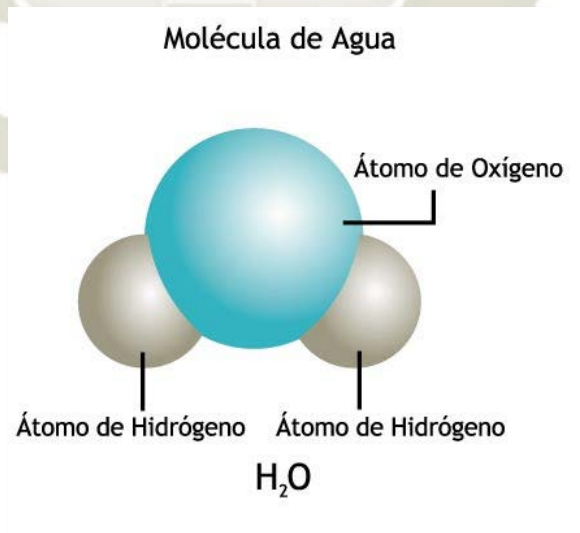


Figura 8. Molécula de Agua
Fuente: Organización del agua México (2017)

2.2.5.1. Categorías del agua.

Según el ANA (2017), existen cuatro categorías en las que el agua se clasifica según su uso, las cuales son:

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

- *Sub Categoría A. Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.*

Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. “Entiéndase como aquellas aguas, que por sus características de calidad reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente”

Categoría 2: Actividades de Extracción y Cultivo Marino Costeras y Continentales.

Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales.

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático.

2.2.5.2. Propiedades físico químicas del agua.

2.2.5.2.1. Temperatura

Es uno de los parámetros físicos más importantes y sirve como indicador del calidad de agua, pues por lo general afecta en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración (Padrillo, 2016). Existen múltiples factores, que principalmente son ambientales, pueden hacer que la temperatura del agua varíe.

2.2.5.2.2. Potencial de Hidrogeno (pH)

El potencial hidrogeno o pH, es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número iones hidrogeno presentes (DIGESA, 2011). “El agua (H_2O), tiene iones libres de hidrógeno (H). Ese conjunto de iones tiene un peso, ése peso define el valor del pH. La acidez aumenta cuando el pH disminuye. Una solución con un pH menor a 7 se dice que es ácida, mientras que si es mayor a 7 se clasifica como básica. Una solución con pH 7 será neutra” (Goyena, 2007). Como se muestra la figura 9:

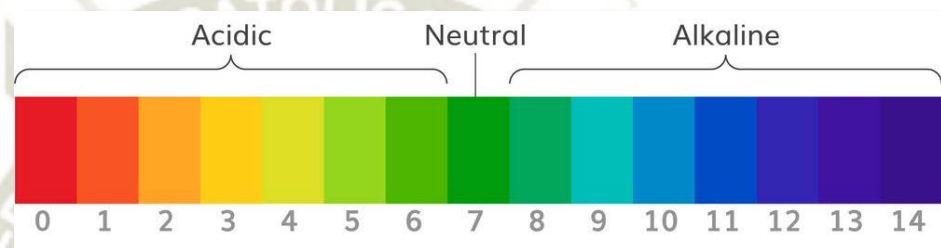


Figura 9. Nivel de pH del Agua
Fuente: Goyenola, (2007)

El pH también influye en el sabor del agua. Sentimos el sabor como refrescante cuando el pH es inferior a 8, tiene una temperatura fresca y, al mismo tiempo, contiene suficiente cantidad de CO_2 . En cambio, el agua con un pH superior a 8 suele ser insípida, y con valores de pH más altos incluso adquieren un sabor jabonoso (Kuprat, 2016).

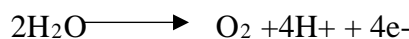
El pH incide en los fenómenos como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución, no tiene efectos directos sobre la salud, sin embargo, tiene influencia en los procesos de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección. En la mayoría de los casos las aguas naturales (no contaminadas) presentan de 5 a 9 de PH. En algunas ocasiones será necesario volver a ajustar el pH del agua tratada hasta que no le conceda efectos corrosivos ni incrustantes (Barrenechea, 2014).

2.2.5.2.3. Potencial de Oxidación – reducción (redox):

El potencial redox es una forma de medir la energía química de oxidación – reducción mediante un electrodo, transformándola en energía eléctrica.

El potencial redox es positivo cuando se produce una oxidación y negativo cuando se produce una reducción. Normalmente, las reacciones redox vienen acompañada de cambios de pH en el medio (Ramírez, 2015).

Por ejemplo, esto ocurre en el proceso de oxidación y reducción del agua:



Como indica la formula, la oxidación del agua acidifica el medio (se produce iones H^+), mientras que su reducción lo basicifica (se genera iones OH^-). El valor de la ORP es la medida de actividad electrón comparado con la actividad de un electrodo de referencia (Ramírez, 2015).

No se necesita compensación de temperatura en la medición de potencial redox.

En 1971 la organización mundial de la salud reconoció un valor de 650 mV a 700 mV como valor adecuado para el agua potable existiendo una relación exponencial entre la velocidad de inactivación de los virus y el ORP. In ORP de 650 mV provoca la casi instantánea desactivación de los virus incluso en altas concentraciones (International Standards for drinking water , 1971).

2.2.5.2.4. Conductividad Eléctrica EC

La conductividad es una medida indirecta de la cantidad de sales ó sólidos disueltos que tiene un agua natural. Los iones en solución tienen cargas positivas y negativas; esta propiedad hace que la resistencia del agua al flujo de corriente eléctrica tenga ciertos valores. Si el agua tiene un número grande de iones disueltos su conductividad va a ser mayor. Cuanto mayor sea la conductividad del agua, mayor es la cantidad de sólidos o sales disueltas en ella. Para fines prácticos se establece la siguiente relación: La conductividad se aproxima al doble del total de sólidos disueltos en ella (Ingeniería de Tratamiento y Acondicionamiento de Aguas, 2012).

Para fines prácticos se establece la siguiente relación: La conductividad se aproxima al doble del total de sólidos disueltos (Ingeniería de Tratamiento y Acondicionamiento de Aguas, 2012).

2.2.5.2.5. Resistividad eléctrica específica

La resistencia eléctrica es la oposición mayor o menor que presenta un cuerpo para que fluya la corriente eléctrica a través de ellos. Todo cuerpo se opone al paso de la corriente eléctrica; los electrones rozan con los átomos del material por el cual circulan. Cuanto menos rozamiento exista entre los electrones y los átomos, menor será la resistencia (Departamento de ciencias Básicas, 2008); tal y como se muestra en la figura 10.

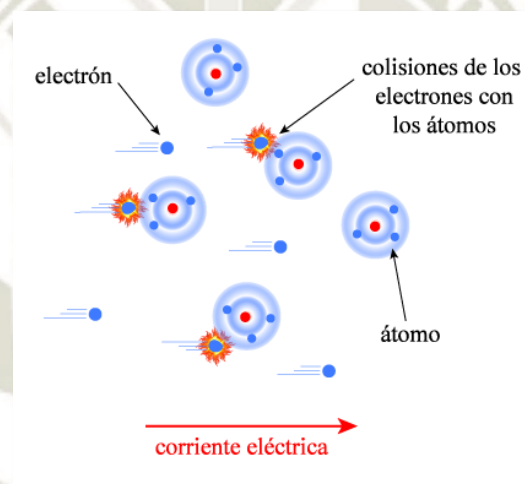


Figura 10. Resistividad eléctrica específica
Fuente: Departamento de ciencias básicas (2008)

La unidad que se utiliza para medir la resistencia eléctrica es el ohmio y se representa por la letra griega omega Ω .

2.2.5.2.6. Total de sólidos disueltos

Los TDS es un parámetro medible de la materia en una muestra de agua, más pequeñas de 2 micrones (2 millonésimas de un metro) y no pueden ser removidos por un filtro tradicional. Los TDS es básicamente la suma de todos los minerales, metales, y sales disueltos en el agua y es un buen indicador de la calidad del agua. Los TDS es clasificado como un

contaminante secundario por la Agencia de Protección Ambiental de los EU (USEPA) y se sugiere un máximo de 500 mg/L en agua potable. Éste estándar secundario se establece porque TDS elevado proporciona al agua una apariencia turbia y disminuye el sabor en ésta. Personas no acostumbradas al agua con alto contenido de TDS pueden experimentar irritación gastrointestinal al beber ésta (Singles et al.2012).

Los sólidos pueden perjudicar a la calidad del agua o a su suministro de varias maneras. Las aguas con abundantes sólidos disueltos suelen ser de inferior potabilidad y pueden inducir una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor ocasional (Carbotecnia, 2005).

2.2.5.2.7. Salinidad

Todas las aguas naturales contienen sales disueltas (sólidos en suspensión), y la salinidad del agua es en cierta forma una de las características de calidad del agua en lo referente a su sabor y aceptabilidad por el usuario. La cantidad de sólidos disueltos se determina en forma semicuantitativa con la conductividad del agua, la cual se mide en ppm, o resistividad del agua. A mayor es la conductividad, mayor es la cantidad de sólidos disueltos y después de cierto valor límite que fija la norma de calidad del agua, ya no es conveniente su consumo directo sin un tratamiento previo. En las normas de calidad de agua potable, la conductividad o grado de salinidad del agua, no es un estándar primario (obligatorio), sino que es un estándar secundario (recomendado), La alta salinidad del agua por sí sola, no es motivo de daños en la salud del consumidor, pero si un inconveniente en su empleo (DIGESA, 2011).

A mayor salinidad, mayor es la probabilidad de presencia de contaminantes (flúor, arsénico, metales pesados, entre otros). Aun y cuando no se tengan problemas de contaminantes en el agua, valoresE muy altos de salinidad causan problemas a nivel de uso industrial o para el consumidor doméstico de agua potable (Festa -Hidrogel, 2019).

2.2.5.2.8. Oxígeno Disuelto

La oxigenación del agua se debe principalmente a la solubilización del oxígeno atmosférico y en menor grado a su generación en la fotosíntesis, principalmente de algas. Sin embargo, el oxígeno así formado durante el día, se consume en parte durante toda la noche, cuando las algas consumen oxígeno para su metabolismo. Luego de la muerte de las algas la degradación y putrefacción de esta biomasa también consume oxígeno.

La concentración (C) del oxígeno en agua depende, de la presión parcial (P) del oxígeno en el ambiente y de la temperatura del agua., se deduce que la concentración del oxígeno en agua a 25°C es 8,32 mg/L o 8,32 (partes por millón). Dado que la solubilidad de un gas en el agua disminuye con el aumento de temperatura.

La descomposición de residuos orgánicos producidos por bacterias aeróbicas, producen consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno y la muerte de peces u otros organismos vivos (DIGESA, 2011).

Características del oxígeno disuelto.

Según DIGESA (2011), el oxígeno disuelto es necesario para la respiración de los microorganismos aerobios, así como para otras formas de vida. Sin embargo, el oxígeno es sólo ligeramente soluble en agua. La cantidad real de oxígeno y otros gases que pueden estar presentes en la solución, viene acondicionada por los siguientes aspectos:

- Solubilidad del gas.
- Presión parcial del gas en la atmósfera.
- Temperatura.
- Pureza del agua (salinidad, sólidos en suspensión, etc.) (DIGESA, 2011).

La importancia del oxígeno disuelto (OD) para la vida acuática se debe a que, en los casos en los que el nivel de OD se sitúa por debajo de 4-5 mg/l, se pueden producir efectos nocivos en determinadas especies, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3. Rangos de concentración de oxígeno disuelto y consecuencias eco sistémicas frecuentes

OD mg/L	Condición	Consecuencia
0	Anoxia	Muerte masiva de organismos aeróbicos
0-5	Hipoxia	Desaparición de organismos y especies sensibles.
5-8	Aceptable	OD adecuados para la vida de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos.
8-12	Buena	
>12	Sobresaturada	Sistemas en plena producción fotosintética.

Fuente: Goyenola (2007)

- Se considera agua de mala calidad de 0 – 5 ppm y es aceptable entre los valores 5.1 – 7.9 ppm y de buena calidad de 8 – 12 ppm, más de 12 ppm debe repetirse la prueba (Goyenola, 2007).

2.2.5.2.9. Demanda bioquímica de oxígeno

Es el análisis más importante para medir los efectos contaminantes de un agua residual, pero también es un parámetro de importancia en aguas potables. La DBO es definida como la suma de oxígeno que necesitan las bacterias, para estabilizar la materia orgánica biodegradable, bajo condiciones aerobias. Por materia biodegradable se conoce a la materia orgánica que sirve como alimento a los microorganismos y que proporciona energía como resultado de su oxidación.

La DBO es bastante utilizada para determinar el grado de contaminación en materia orgánica biodegradable, en aguas residuales domésticas e industriales. Esta prueba es una de las más importantes en la comprobación de contaminación en aguas, por lo que las agencias de regulación de la contaminación le dan suprema importancia. También la DBO es imprescindible al estimar y diseñar reactores y equipo para la digestión aeróbica de las aguas residuales a depurar (Ingeniería de Tratamiento y Acondicionamiento de Aguas, 2012).

Dado que la materia orgánica no sólo son carbohidratos, una manera más práctica de evaluar el consumo de oxígeno en la degradación de la materia orgánica en general es la DBO, la cual expresa la materia orgánica en términos generales, pero no indican su composición, la cual es muy diversa. Como su origen proviene de organismos, y sus productos de degradación o de metabolismo, se puede afirmar que la componen proteínas, carbohidratos y lípidos y/o sus productos de degradación: aminoácidos, monosacáridos, hidrocarburos, ácidos grasos, alcoholes, más otros componentes propios de los vegetales como pigmentos (DIGESA, 2011).

Características de la Demanda Bioquímica de Oxígeno

Los resultados de las pruebas de DBO se emplea para:

- Determina la cantidad aproximada de oxígeno que se necesita para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente.
- Dimensionar los establecimientos de tratamiento de aguas residuales.

El período de incubación es, normalmente, de 5 días a 20°C, aunque también se pueden adoptar diferentes periodos de tiempo y temperatura.

La oxidación es un proceso lento. En un período de 20 días se completa la oxidación del 95 al 99% de la materia carbonosa, y en los 5 días que dura el ensayo de la DBO se llega a oxidar entre el 60 y el 70% (DIGESA, 2011).

2.2.5.2.10. Fosfatos:

Según DIGESA (2011), los fosfatos son nutrientes para las plantas. Tienen aplicaciones industriales diversas y como fertilizantes. Los vertidos de fosfatos a las aguas naturales pueden causar eutrofización.

En las épocas cálidas la sobrecarga de estos productos químicos, que sirven de nutrientes, producen el crecimiento acelerado de vegetales como algas, cianobacterias, lirios acuáticos y lenteja de agua, las cuales al morir y ser descompuestas por las bacterias aeróbicas provocan el agotamiento

del oxígeno disuelto en la capa superficial de agua y causan la muerte de los diferentes tipos de organismos acuáticos que consumen oxígeno, en las aguas de los lagos y ríos. Un lago eutrófico es aquel de poca profundidad y poco contenido de oxígeno disuelto cual baja de 9 mg/l a 4 mg/l lo cual afecta negativamente y de inmediato a los organismos. Cuando el nivel baja a 2 mg/l todos los animales han muerto y hay una significativa elevación de la DBO (DIGESA, 2011).

Usos:

Según DIGESA (2011), los detergentes por fosfatos que tienen un efecto ablandador del agua y floculan y emulsionan a las partículas de mugre, y algún otro componente que actúe como solubilizante, blanqueador, bactericida, perfumes, abrillantadores ópticos (tinturas que dan a la ropa el aspecto de limpieza), el principal aditivo de los detergentes es el tripolifosfato de sodio $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$.

Otros usos: alimentos balanceados, bebidas, cerámica, ablandadores de agua, insecticidas.

Características del fosfato

Se han descubierto formas diferentes en que los compuestos del fósforo afectan a los fenómenos medioambientales. Los únicos compuestos inorgánicos del fósforo que interesan en la práctica son los fosfatos en sus formas moleculares deshidratadas, usualmente llamadas poli fosfatos o fosfatos condensados.

Los fosfatos son las sales o los ésteres del ácido fosfórico. Tienen en común un átomo de fósforo rodeado por cuatro átomos de oxígeno en forma tetraédrica (DIGESA, 2011).

2.2.5.2.11. Nitrito

Ión NO_2^- - y sus sales o sales del ácido nitroso, HNO_2 . Tienen aplicaciones industriales. Son sustancias tóxicas a partir de las cuales pueden formarse nitrosaminas, que son cancerígenas, son solubles en agua se forman a partir de los nitratos, ya sea por oxidación bacteriana incompleta del nitrógeno

en los sistemas acuáticos y terrestres o por reducción bacteriana, el ion nitrito es menos estable que el ion nitrato, y puede actuar como agente oxidante y reductor, por lo que se encuentra en condiciones de baja oxigenación, esta es la causa por lo que los nitritos se transforman rápidamente en nitratos, estos últimos son los que más predominan en el agua tanto superficiales y subterránea. En una contaminación reciente la mayor parte de nitrógeno está presente en forma de nitrógeno orgánico (proteína) y amoníaco, a medida que pasa el tiempo, el nitrógeno orgánico se convierte gradualmente a nitrógeno amoniacal y más tarde si existen las condiciones aeróbicas, ocurre la oxidación del amoníaco a nitritos y nitratos.

El nitrógeno que proviene de la descomposición de vegetales, animales y excrementos pasa por una serie de transformaciones. En el caso de los vegetales y animales, el nitrógeno se encuentra en forma orgánica. Al llegar al agua, es rápidamente transformado en nitrógeno amoniacal, pasando después para a nitritos y finalmente a nitratos. Esas dos últimas transformaciones solamente ocurren en las aguas que contengan bastante oxígeno disuelto, pues son efectuadas por bacterias de naturaleza aerobia-llamadas nitrobacterias. De esa forma, cuando encontramos mucho nitrógeno amoniacal en el agua, estamos en presencia de materiales orgánicos en descomposición y por lo tanto en un medio pobre en oxígeno (DIGESA, 2011).

2.2.5.2.12. Sulfatos

El sulfato es el resultado de la oxidación del ácido sulfhídrico H_2S originalmente presente en el agua o en el acuífero. Altos niveles de este compuesto no presentan toxicidad pero si problemas en la calidad y usos del agua (Ingeniería de Tratamiento y Acondicionamiento de Aguas, 2012).

Los sulfatos están presentes en forma natural en numerosos minerales y se utilizan comercialmente, sobre todo en las industrias químicas. Se descargan a través de los desechos industriales y de los depósitos

atmosféricos; no obstante, las mayores concentraciones se dan, por lo común, en las aguas subterráneas estas se forman al moverse el agua a través de formaciones rocosas y suelos que contienen minerales sulfatados, una parte del sulfato se disuelve en las aguas subterráneas. El sulfato (SO_4^{-2}) se distribuye ampliamente en la naturaleza y puede presentarse en aguas naturales en concentraciones que van desde unos pocos a varios miles de miligramos por litro. Los residuos del drenado de minas pueden aportar grandes cantidades de SO_4^{-2} debido a la oxidación de la pirita (DIGESA, 2011).

2.2.6. Planta de Tratamiento de Aguas residuales Grises

Un medio de tratamiento constituye un conjunto de operaciones que se realizan sobre el agua cruda o que sufren una transformación, con el fin de cambiar sus características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas para hacerla potable (Cardenas, 2014). De acuerdo con las normas de calidad del agua potable establecidas en el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y el Decreto Supremo N° 031-2010 – SA Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (MINSa, 2011).

Se denomina ETAP estación de tratamiento de agua potable al conjunto de estructuras en las que se trata el agua de manera que se convierta apta para el consumo humano. Existen diferentes tecnologías para potabilizar el agua, pero todas deben cumplir los mismos principios:

1. Combinación de barreras múltiples (diferentes etapas del proceso de potabilización) para alcanzar bajas condiciones de riesgo.
2. Tratamiento integrado para producir el efecto espera.
3. Tratamiento por objetivo (cada etapa del tratamiento tiene una meta específica relacionada con algún tipo de contaminante) (Lumar, 2019).

2.2.6.1. Tipos de tratamiento

- **Operaciones Físicas Unitarias**

Los procedimientos de tratamiento en los que predomina la acción de fuerzas físicas se conocen como operaciones físicas unitarias, fueron las

primeras en ser aplicadas al tratamiento de aguas residuales. El desbaste, mezclado, floculación, sedimentación, flotación, transferencia de gases y filtración son operaciones unitarias típicas.

- **Procesos Químicos Unitarios**

Los procedimientos de tratamiento en los cuales la exclusión o conversión de los contaminantes se consigue con la adición de productos químicos o debidos al desarrollo de ciertas reacciones químicas, se conocen como procesos químicos unitarios. Fenómenos como la precipitación, absorción y la desinfección son procesos de aplicación comunes en el tratamiento de aguas residuales. En la precipitación química, el tratamiento se lleva a cabo produciendo un precipitado que se recoge por sedimentación.

- **Procesos Biológicos Unitarios**

Cuando en un proceso de tratamiento, la destrucción de los contaminantes se lleva a cabo gracias a la actividad biológica, este se conoce como procesos biológicos (Canjura & Lemus, 2003).

2.2.6.1.1 Aplicación de métodos de tratamiento

- **Pretratamiento del agua residual**

Se define como el proceso de destrucción de los constituyentes de las aguas residuales cuya presencia pueda provocar problemas de mantenimiento y funcionamiento de los diferentes procesos, operaciones y sistemas auxiliares. Como pretratamiento se emplea el desbaste y dilaceración para la eliminación de sólidos gruesos y trapos, la flotación para la eliminación de grasas y aceites y el desarenado para la eliminación de la materia en suspensión gruesa que pueda causar obstrucciones en los equipos y un desgaste excesivo en los mismos (Canjura & Lemus, 2003).

- **Tratamiento Primario**

En el tratamiento primario se elimina una fracción de los sólidos en suspensión y de la materia orgánica del agua residual. Esta eliminación usualmente se lleva a cabo mediante operaciones físicas tales como el

tamizado y la sedimentación. El efluente del tratamiento primario suele contener una cantidad considerable de materia orgánica y una DBO alta. A futuro, las plantas de tratamiento que solo incluyan tratamiento primario serán obsoletas (Canjura & Lemus, 2003).

- **Tratamiento secundario**

Según Canjura & Lemus (2003), el objetivo principal del tratamiento secundario es la eliminación de los sólidos en suspensión y de los compuestos orgánicos biodegradables. El tratamiento secundario convencional se define como la combinación de diferentes procesos normalmente empleados para la eliminación de estos constituyentes, e incluye el tratamiento biológico con fangos activados, reactores de lechos fijos, los sistemas de lagunaje y la sedimentación.

2.2.6.2. Eco tecnologías vs tecnología limpia

Dispositivos, métodos y procesos que propician una relación armónica con el ambiente y buscan brindar beneficios sociales y económicos tangibles a sus usuarios, con referencia a un contexto socioecológico específico.

Un término que acompaña o se interpreta como sinónimo de la ecotecnología en la literatura, principalmente en el idioma español, es el de ecotécnia. Este concepto no ha sido definido en la bibliografía científica, aunque su uso coloquial es tan común como el de ecotecnología. Considerando los usos del término, definimos las ecotecnias como las aplicaciones prácticas de la ecotecnología, es decir, los artefactos, dispositivos y en general los productos ecotecnológicos tangibles. Por ejemplo: la Agricultura Orgánica podría considerarse una alternativa ecotecnológica a la producción agrícola convencional y los abonos orgánicos serían ecotecnias que resultan de su aplicación concreta.

Para lograr estos objetivos, es importante que los procesos de innovación ecotecnológica cumplan una serie mínima de criterios:

- Que las innovaciones se realicen bajo una perspectiva orientada al usuario de la tecnología y su contexto ambiental, socio-económico y cultural.

- Que el diseño de las ecotecnologías esté enfocado a la solución de problemas locales.
- Que sean amigables con el ambiente, promoviendo el uso eficiente de recursos, el reciclado y el re-uso de los productos.
- Que se involucre a los usuarios mediante estrategias participativas de desarrollo tecnológico (Rabey, 2014).

2.2.6.2.1. Tecnología limpia

Es la tecnología que al ser aplicada no produce efectos secundarios o transformaciones al equilibrio ambiental o a los sistemas naturales (ecosistemas). Las tecnologías limpias implican la aplicación continua de una estrategia amigable con el medio natural que sea preventiva integrada y aplicada a procesos, productos, y servicios para mejorar la ecoeficiencia y reducir los riesgos para los humanos y el medio natural (Aidico, 2019).

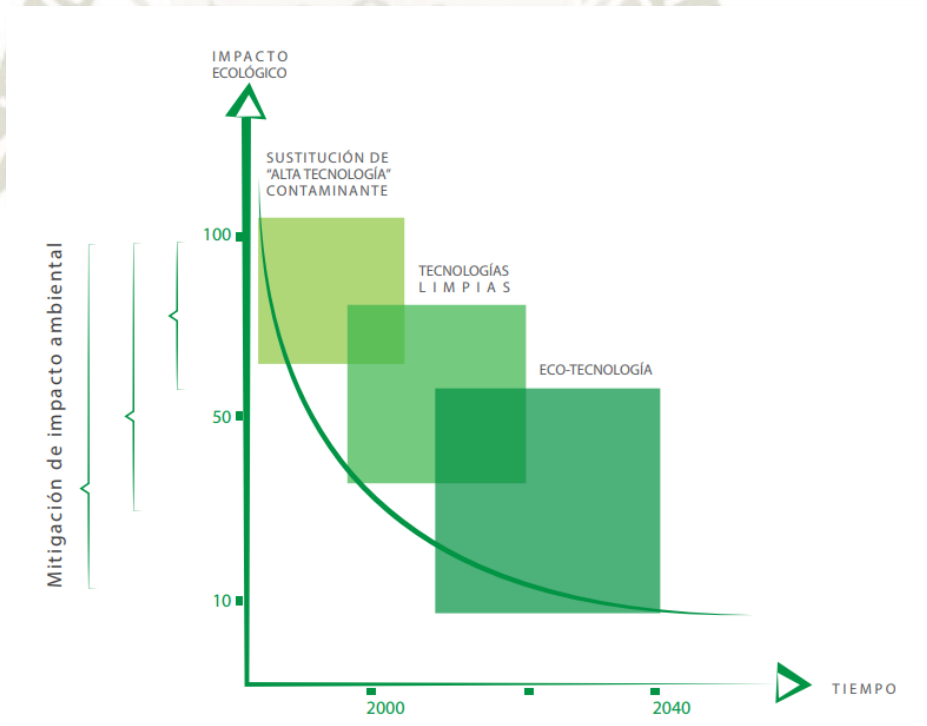


Figura 11. Transición tecnológica propuesta por Moser (1996).

Fuente: Aidico (2019)

Objetivos de las tecnologías limpias:

- Reducir las emisiones y/o descargas de contaminantes.

- Reducir el consumo de materias primas, energía y agua, sin provocar el incremento de otros contaminantes.
- Lograr un balance medioambiental más limpio.
- Reducir la generación de residuos.
- Aumentar la recuperación/reciclado de sustancias generadas y utilizadas en el proceso, y de los residuos, cuando proceda.
- Utilizar sustancias menos peligrosas (Aidico, 2019).

2.2.6.2.2. Tratamiento de aguas contaminadas con detergentes

Los compuestos de fósforo que se encuentran en las aguas residuales son de tres tipos principalmente ortofosfatos, polifosfatos y compuestos del fósforo orgánico. Los ortofosfatos existen en varias formas diferentes, en equilibrio unas con otras, fosfato (PO_4^{-3}), fosfato monoácido (HPO_4), fosfato ácido (H_2PO_4) y ácido fosfórico no ionizado (H_3PO_4). Para niveles del pH cerca del punto de neutralidad, predominan los iones de fosfato monoácidos (HPO_4). Los polifosfatos se pueden considerar como polímeros de condensación del fosfato e incluyen formas tales como $\text{P}_2\text{O}_7^{-4}$, $\text{P}_3\text{O}_{10}^{-5}$ y $\text{P}_3\text{O}_9^{-3}$. En la mayoría de las aguas residuales, alrededor del 10% del fósforo corresponde a la fracción insoluble y puede eliminarse por decantación primaria. La eliminación del fósforo puede llevarse a cabo mediante métodos químicos, biológicos y físicos (Canjura & Lemus, 2003). Los fosfatos más utilizados en la industria del detergente son los trifosfatos el cual sirve para ablandar el agua, con el tiempo se hidrolizan para dar orto fosfatos que contribuyen a la eutrofización de las aguas superficiales. El inorgánico en cambio, proviene de residuos de jabones y detergentes comerciales, además de aguas de lluvia que contienen residuos de fertilizantes agrícolas. Para eliminarlo, será necesario un tratamiento biológico en el que los organismos acumuladores de polifosfatos (bacterias PAO) y las Acinetobácter se encargarán de degradarlo gracias a la presencia de ácidos grasos volátiles (AGV). En el mismo se distinguen dos fases diferenciadas: una anaerobia, donde se produce la fermentación y captación de residuo fermentado liberando así los fosfatos y otra fase aerobia, donde se captan los fosfatos para producir

polifosfatos y a su vez crecen las nuevas bacterias. La eliminación de fósforo tendrá lugar posteriormente en el proceso de purga de fangos (Illana, 2014).

2.2.7. Setos vivos:

Un seto vivo no es más que una alineación de árboles y/o arbustos establecidos y mantenidos para formar el cierre exterior de una casa o cabaña. Sin duda es la mejor opción para un jardines muy útil para el medio ambiente como conveniente para la población.

Los setos son un elemento característico de algunos paisajes agrarios, en la que representan restos de la vegetación forestal original y tienen un importante papel como corredores ecológicos. La observación de los setos naturales del entorno te ayudará a escoger las especies más apropiadas y diseñar el seto de tu jardín (Ayuntamiento de Santander, 2012).

Como se mencionó en el apéndice 2.2.6.6. *Utilización de la Especie*; el uso de la especie *Colletia spinosissima* puede considerarse como una especie apropiada para la implementación de estos setos, de manera tal que se puedan traer beneficios tanto para el medio ambiente como protección de la especie como para la población de manera social evitando robos o protegiendo la cada propiedad.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. Agua

Según Organización del agua Mexico, OAM (2017), el agua es un compuesto que se forma a partir de la unión, mediante enlaces covalentes, de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno; su fórmula molecular es H₂O y se trata de una molécula muy estable.

2.3.2. Ecológico

Según Toledo (2017), es decir estudio y conocimiento, se asocia a productos naturales, saludables y que respetan el medio ambiente, aunque todavía hay mucha gente que desconoce qué implica la producción ecológica y los beneficios que tiene en nuestra salud.

2.3.3. *Colletia spinosissima*

Según Pérez (2012), este Arbusto original de América del Sur (Sur de Chile) puede llegar a alcanzar tres metros con cincuenta centímetros de altura y tres metros de anchura. *Colletia spinosissima* se vale de insectos para polinizar sus flores de color blanco dotadas de unidades reproductivas hermafroditas. Por último: esta especie posee hojas caducas y está perfumada.

2.3.4. ETAP:

Según Fandiño (2017), se define como: estación de tratamiento de agua potable



CAPITULO III

3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. TIPO DE INVESTIGACION

El presente proyecto de investigación es de tipo experimental.

3.2. CAMPO DE VERIFICACIÓN

La presente investigación se desarrolló en la isla de Taquile, departamento de Puno durante aproximadamente 60 días con horarios de cuatro a cinco horas por día dependiendo de la disponibilidad del alcalde y pobladores de la comunidad. La isla Taquile está ubicada ubicado a 3.950 metros sobre el nivel del mar, con una expansión de 6 kilómetros cuadrados y a 35 kilómetros de la ciudad de Puno, para llegar se tiene que tomar transporte acuático el cual es dirigido por cada poblador del lugar quienes realizan una pequeña explicación del lago y de la isla; al llegar se realiza una caminata de 30 a 40 min; durante el trayecto se observa la especie que crece de manera natural entre otras (Gutierrez & Canales, 2012).

Como principales unidades de estudio tenemos:

- La especie *Colletia spinosissima* y sus propiedades de lavado.
- Los parámetros físico- químicos de aguas grises.

3.3. POBLACION MUESTRA Y MUESTREO

3.3.1. Hoteles

3.3.1.1. Población

La población de este proyecto de investigación está constituida por el conjunto de todos los hoteles turísticos que se encuentran en la ciudad de Puno que según el portal (Trivago, 2019). Da una información de 259 hoteles en la ciudad de Puno.

3.3.1.2. Muestra

Constituye un conjunto de unidades o elementos de una población conformada por un grupo de datos seleccionados como representativos, la muestra se obtendrá aplicando la fórmula para cálculo del tamaño de la muestra conociendo la población.

3.3.1.3. Muestreo

El muestreo respectivo será de hoteles que tengan de 3 a más estrellas debido a la fiscalización ambiental y la calidad del servicio que ofrece al huésped (Ñaupas et al., 2014).

Tabla 4. *Hoteles que se encuentran en la ciudad de Puno según factores de selección*

Categoría de hoteles	Cantidad de hoteles
3 estrellas	26
4 estrellas	3
5 estrellas	1
TOTAL	29

Fuente: Elaboración Propia

3.3.1.4. Cálculo del tamaño de muestra

Teniendo como población de 29 hoteles de 3 estrellas a más se utilizará la fórmula de Ñaupas et al. (2014), es la siguiente:



Donde:

M = Tamaño de la muestra.

Z = 0.95 (Nivel de confiabilidad al 95%) Distribución normal.

E = 0.05 (Error de muestreo del 5%, no se sabe exactamente si se encuentra en la bahía)

P = 0.47 (Proporción de hoteles de interés para la identificación y evaluación.)

Q = 0.53 (Proporción de hoteles de no interés para la identificación y evaluación).

N = 29 (Total de hoteles de 3 estrellas a más a identificar y evaluar)

Reemplazando en n: Se calculó M = se calcula 7 hoteles

3.3.2. *Colletia spinosissima*

3.3.2.1. Población

La población de este proyecto de investigación en cuanto a la especie *Colletia spinosissima* está constituida por el conjunto de todos los arbustos que se encuentran dentro de la isla Taquile.

3.3.2.2. Muestra

Constituye un conjunto de unidades o elementos de una población conformada por un grupo de datos seleccionados como representativos, la muestra se obtendrá de los arbustos en los que los ápices sean tiernos y verdes.

3.3.2.3. Muestreo

En el presente proyecto de investigación el muestreo se dará de forma aleatoria en la zona norte de la Isla, recolectando únicamente lo que el poblador vea por conveniente, ya que algunas especies se encuentran dentro de zonas privadas. Tomando 32 punto de muestreo. Anexo 5. (Población isla Taquile)

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOPIACIÓN DE DATOS

3.4.1. PROCESO DE LAVADO DE LOS PRINCIPALES HOTELES DE LA BAHIA DEL TITICACA EN LA CIUDAD DE PUNO

3.4.1.1. BASE DE DATOS DE HOTELES:

En cuanto a nuestro principal consumidor de detergente, se entrevistó a 7 hoteles, según el estudio de Daza et al. (2005) que se encuentran alrededor del Lago Titicaca y que producen una descarga diaria de aguas grises directamente a este. Dicha encuesta cuenta con seis preguntas las cuales nos ayudaron a evaluar cómo es la utilización del recurso agua y cada cuanto generan aguas grises. (Anexo 2). Esto con el fin de conocer cómo funciona el proceso de lavado y el impacto que tiene en el lago.

3.4.2. OBTENCION DEL DETERGENTE NATURAL CON LA ESPECIE *Colletia spinosissima*.

3.4.2.1. Recolección de la especie *Colletia spinosissima*

Para la obtención de la especie *Colletia spinosissima* se realizó previamente una caracterización visual de aproximadamente un mes de los alrededores de la ciudad de Puno, optando como área de estudio a la isla Taquile; ya que, la población del lugar aún utiliza dicha especie para el lavado de su ropa y demás prendas, considerando además que utilizan la especie como demostración de lavado para los turistas que visitan la isla.

Se recorrió la zona norte de la isla hasta el centro poblado principal (en donde se encuentra la municipalidad y el principal mirador para todos los turistas que llegan a la isla) y la comunidad de Huillanopampa; dentro de este recorrido se tomaron aproximadamente 32 puntos las cuales fueron monitoreadas por GPS (Garmin Forerunner 225), el cual nos indica los puntos en donde se extrajeron los ápices de la planta para la fabricación del detergente, Anexo 5, este mapa diseñado en Arc Gis 10.4, nos indica todo el proceso de toma de muestra y recolección de datos propios a lo largo de tres meses, dentro de la isla de Taquile ubicado en el lago Titicaca.

Para la extracción de la especie se solicitó permiso directamente al alcalde de la isla Taquile el Sr. Don Eusebio Machaca Quispe, y el Sr. Jorge Huatacruz a quienes se les explico el propósito de la investigación y los beneficios que esta trae a su comunidad.

Selección: Para la selección de la especie se tuvo un criterio de exclusión e inclusión; en el seleccionamiento destinado para la elaboración del detergente natural el criterio de exclusión fue la parte seca de la especie, la cual posee espinas muy gruesas que están en proceso de secado, e inclusión, los brotes o ápices de la especie o incluso la misma raíz, según los pobladores de la Isla Taquile.

Recolección: Durante 60 días se recolectaron solo los ápices o puntas de la especie (la parte más fresca) utilizando tijeras de jardinero (Stanley); cada ápice fue almacenado en cajas de cartón para su transporte, logrando obtener 3 kilogramos de la especie.

3.4.2.2. Secado de la especie *Colletia spinosissima*

Según D'Angelo (2016), el secado de plantas es una práctica ancestral y ecológica, que permite prolongar la vida de una planta una vez recolectada, facilitándonos su acceso en cualquier momento del año, es por ello que una vez realizado el proceso de recolección de la especie *Colletia spinosissima* se realiza el proceso de secado tradicional a luz natural por un lapso de tiempo de 2 semanas con una frecuencia de 5 horas diarias, hasta obtener la planta totalmente seca.

3.4.2.3. Molienda o Chancado

La *Colletia spinosissima* posee hojas espinosas y un tallo fibroso, lo cual dificulta el proceso de trituración mediante un mortero, es por ello que se recurrió al proceso de molienda a chancado que consta de una moledora creada por la escuela de ingeniería ambiental de la universidad del Altiplano – Puno cuya función es triturar mediante el chancado, dejando a la especie en diminutas partículas que presentan grandes fibras de tallos y partes de hojas espinosas que no se lograron moler por completo.

3.4.2.4. Tamizajes en malla gruesa

Una vez extraído de la molienda a chancado se realizó el proceso de tamizado con una malla gruesa de 2 a 3 milímetros con la finalidad de separar las partículas gruesas de la finas producto del proceso anterior.

El dispositivo utilizado para dicho proceso fue la zaranda o criba para agregados y productos granulados de marca Testing Screen que son ideales para un análisis granulométrico (utilizado para muestras de arena o minerales), en este caso lo utilizamos para el zarandeo de la especie (Cuentas, 2018).

Finalmente, luego de que las partículas finas pasaron por dicho dispositivo entraron a un proceso de molienda a fricción para llegar a ser más diminutas, mientras las partículas gruesas regresaron al proceso de chancado hasta reducir su tamaño.

3.4.2.5. Molienda a Fricción

El proceso de la molienda a fricción, se realizó con la finalidad de obtener moléculas finas de la especie, cuyo proceso se hizo mediante un molino a giro mecánico manual.

La molienda a fricción utilizada en el laboratorio de la facultad de ingeniería de Minas, fue un mini molino de laboratorio, cuyo modelo es el LM 3100 está diseñado para moler muestras de granos, gránulos, pastas, alimentos y forrajes (LLanque, 2017).

3.4.2.6. Tamizaje en malla Fina

El proceso de tamizaje de malla fina se realizó con el producto de la molienda a fricción, con la finalidad de separar las partículas de la especie con algunas imperfecciones que salen producto del tallo fibroso que presenta la especie, estas imperfecciones vuelven al proceso de molienda a fricción hasta reducir su tamaño.

El dispositivo utilizado fue una tamizadora de laboratorio digital Fritsch Analysette de modelo 3 spartan del laboratorio ambiental de la facultad de Ingeniería de Minas, de la Universidad Nacional del Altiplano (Cuentas, 2018).

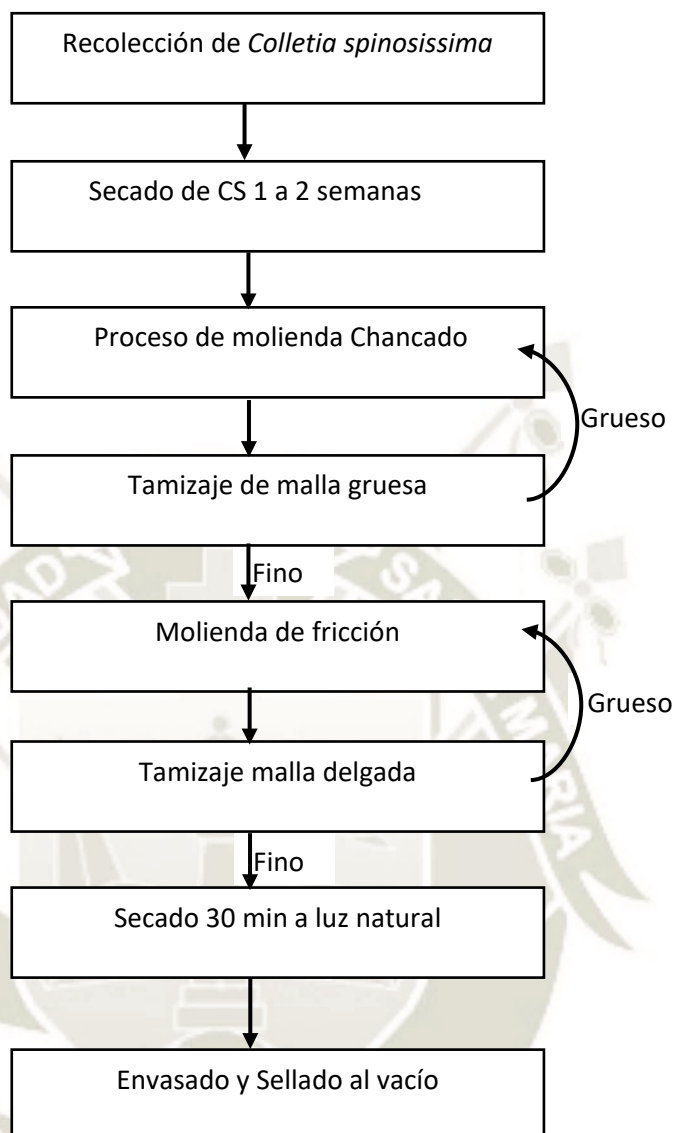
3.4.2.7. Secado del detergente en polvo

Una vez obtenido el detergente se procedió a realizar un secado durante aproximadamente 30 min a 1 hora cuyo proceso se realizó dentro de un ambiente cerrado a luz natural.

3.4.2.8. Envasado de la especie y sellado al vacío

Una vez secado se llega a la etapa final del envasado en los plásticos comerciales de polietileno. Para dicho proceso de envasado se utilizó la maquina envasadora al vacío GERYON E5700, el cual es un equipo hecho de acero inoxidable que trae un rollo para envasado, tiene una poderosa fuerza de succión de 12 litros por minuto, el calor que crea sella fuerte y ancho las bolsas y envases (Cuentas, 2018).

DIAGRAMA DE ELABORACION DE DETERGENTE NATURAL



Fuente: elaboración propia

3.4.3. MODELO EXPERIMENTAL PARA LA CREACION DE UN DETERGENTE ECOLOGICO

El diseño experimental permitió combinar ambos productos en cantidades proporcionales recomendadas según el detergente comercial, generando una mezcla de agua (H₂O) detergente comercial y la especie *Colletia spinosissima* (*detergente natural*).

Según Badii et al. (2017), el diseño experimental consto de cinco tratamientos cado uno con tres repeticiones iguales, las cuales se diseñaron de esa manera debido a que el estándar de lavado indicado en las bolsas de detergente comercial

señala que, por cada 4 litros de agua se tiene que incorporar 1 taza (200 g) de detergente en polvo para maximizar el lavado, es por ello que se calculó lo siguiente:

$$T_1 = 4 \text{ l de H}_2\text{O} + 200 \text{ g. de detergente comercial}$$

$$T_2 = 100 \text{ g de detergente} + 4 \text{ l de H}_2\text{O} + 100 \text{ g de CSS}$$

$$T_3 = 134 \text{ g de detergente} + 4 \text{ l de H}_2\text{O} + 66 \text{ g de CSS}$$

$$T_4 = 66 \text{ g de detergente} + 4 \text{ l de H}_2\text{O} + 134 \text{ g de CSS}$$

$$T_5 = 200 \text{ g de CSS} + 4 \text{ l de H}_2\text{O}$$





	PRIMERA REPETICION	SEGUNDA REPETICION	TERCERA REPETICION
PRIMER TRATAMIENTO			
SEGUNDO TRATAMIENTO			
TERCER TRATAMIENTO			
CUARTO TRATAMIENTO			
QUINTO TRATAMIENTO			

Figura 12. Esquema gráfico de cada uno de los tratamientos

Fuente: elaboración propia

3.4.3.1. Objetos de limpieza:

Las prendas para el lavado en hoteles son muy simples, la mayoría son toallas y sabanas las cuales son cambiadas cada día si una persona ocupa una habitación, es por ello que se consiguieron toallas 100% de algodón ya que los hoteles que se encuentra en la bahía interior de Puno son de 3 estrellas como se menciona en el punto 3.3.1 *Población y muestra*. Una vez realizada la encuesta se determinó que cada prenda que ingresa al área de lavandería,

no está sucia o manchada al 100% pero de igual manera se tiene que realizar el proceso de lavado. Para esto se consiguió 3 toallas de algodón color blanco, ya que en cada hotel tanto sabanas como toallas tienen que ser de color blanco, luego se procedió a macharlas de cuatro componentes distintos: café, cocoa, tierra y lápiz labial, ya que son elementos que pueden llegar a ensuciar prendas del hotel.

Cada toalla media 1.5 m de ancho por 1 metro de alto, consiguiendo así los 15 retazos de muestra para el proceso de lavado.

3.4.3.2. Lavado

Para la medición de las cantidades que se necesitó para cada ensayo se utilizó una balanza electrónica de Marca XP y una espátula para poder colocar la cantidad correcta dentro de cada tratamiento, lo mismo para la especie *Colletia spinosissima*. Se utilizaron tres baldes en los cuales se realizó cada uno de las repeticiones de lavado.

Para la obtención de agua con detergente natural se mezcló la especie *Colletia spinosissima* (detergente natural) con 1l de agua para producir espuma, luego esta fue filtrada hacia los baldes donde se realizaron las repeticiones según la cantidad que indica el tratamiento.

De cada repetición se retiró 1 litro de agua para medir el DBO y 500 ml para fosfatos, nitratos y sulfatos, los cuales se realizarán en un laboratorio acreditado (SGS).

3.4.3.3. Procesamiento y análisis de datos

Por cada repetición de cada tratamiento se tomó una muestra de los siguientes parámetros:

- Temp. [°C]
- pH
- ORP[mV]
- EC[μ S/cm]
- RES [Ohm-cm]
- TDS [ppm]
- Sal.[psu]

- D.O. [%]
- D.O.[ppm]
- DBO mg/L
- FOSFATO mg /l
- NITRITO mg/l
- SULFATO mg/l

De los cuales los 9 primeros parámetros fueron medidos con un multiparametro HANNA HI9829, in situ en el laboratorio por cada parámetro se obtuvo alrededor de 113 resultados; mientras los otros 4 parámetros finales se realizaron en el laboratorio SGS Anexo 3; los cuales fueron promediados para cada una de las repeticiones realizadas como se muestra en el Anexo 4.

3.4.3.4. Procesamiento estadístico de los datos

El diseño utilizado corresponde a un Diseño completamente randomizado (DCR), con 5 tratamientos y 3 repeticiones por cada uno, los promedios de las variables dependientes fueron sometidos a un ANOVA y de existir diferencias entre los tratamientos se procedió a realizar la prueba pos hoc de Tukey. El Software utilizado fue SPSS 22.

3.4.4. PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA SUSTENTABLE DE POTABILIZACION Y RECIRCULACION DE AGUA (ETAP)

Según Cedron et al. (2017), la propuesta para un diseño de ETAP que mejore la calidad del Agua hasta llegar a Categoría 1 – Agua potable, se realizó a partir de los resultados obtenidos de los tratamientos realizados con la creación del detergente natural y agregados comerciales; y según la categoría a la cual se quiere llegar, logrando mejorar la calidad del agua a través de ecotecnologías que permitirán la recirculación de esta dentro de cada hotel de la bahía de Puno evitando el problema de eutrofización dentro del lago Titicaca; teniendo en cuenta los diferentes procesos y tratamientos utilizados para mejorar la calidad del agua.

3.4.4.1. Tratamientos utilizados para la obtención de agua potable:

Para cada uno de los parámetros se propuso un tratamiento, los cuales fueron agrupados según sus características similares pudiendo simplificar al momento de escoger el tratamiento más óptimo para cada uno de ellos, teniendo en cuenta que se pretendió proponer un solo sistema con diferentes compartimentos los cuales serán descritos como un sistema de depuración de aguas grises:

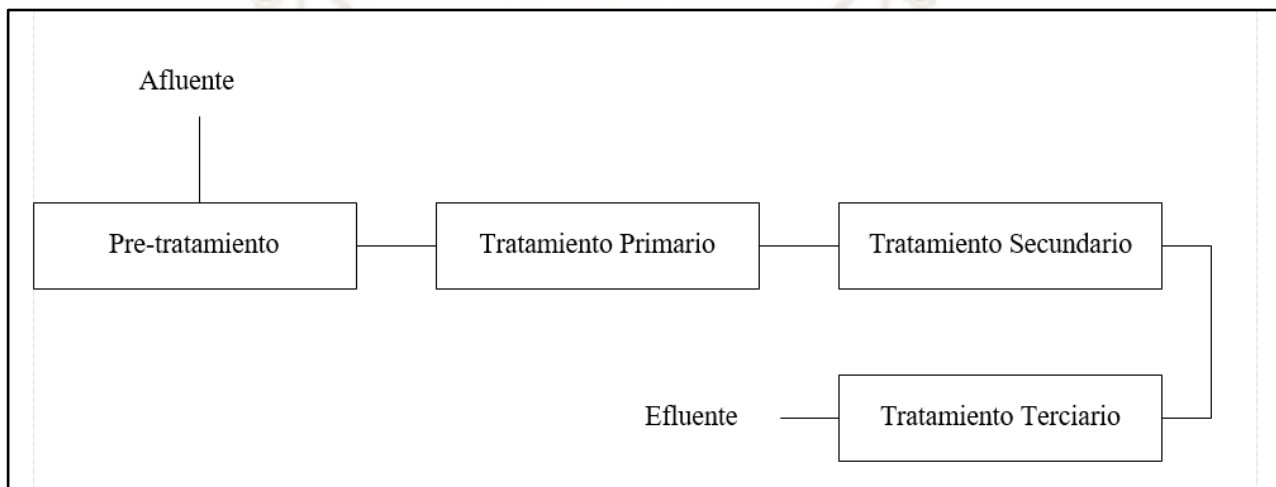


Figura 13. Tratamiento de Afluentes
Fuente: elaboración propia

3.4.4.1.1. Tratamiento preliminar o pre tratamiento:

Primeramente, el agua pasa por un pre tratamiento, que contiene un sistema de desbaste, donde por lo general existen rejillas que eliminan los residuos sólidos de gran tamaño como plásticos, etc. además de un sistema de desarenado el cual favorece a la precipitación de la arena debido a la estancidad del agua (sedimentador). También se eliminan grasas y aceites, mediante el proceso de desengrasado (Llana, 2014).

Estos son destinados a preparar las aguas residuales para que puedan recibir un tratamiento subsiguiente sin perjudicar a los equipos mecánicos y sin obstruir tuberías y causar depósitos permanentes en tanques sin embargo un tratamiento preliminar para el caso de aguas grises provenientes del área de lavado de hoteles no es el adecuado ya que las aguas ingresan directo del área de drenaje hacia la ETAP , por lo cual no

se utilizó rejas, desarenador u otro tipo de tratamiento preliminar, sin embargo se consideró como un pretratamiento el desengrasado y sedimentado para mejorar la optimización del agua y los futuros tratamientos, además de la sedimentación de sólidos que se pueda encontrar en el agua (Cedron & Cribilleros, 2017).

3.4.4.1.2. Tratamiento primario

Un tratamiento primario es el que remueve la mayor parte de materia orgánica suspendida y tiene como objetivo eliminar sólidos en suspensión de las aguas residuales, para este tratamiento se evaluó los parámetros tomados teniendo como principal protagonista a los fosfatos, nitritos y sulfatos los cuales si bien no pertenecen directamente con un tratamiento primario es necesario recuperarlos (Illana, 2014).

3.4.4.1.3. Tratamiento secundario

Si bien en un tratamiento secundario ingresa todo lo que es un tratamiento biológico propiamente dicho en donde por ejemplo se ve tratamientos con lodos activados entre otros. En el diseño de la ETAP se colocó un tratamiento el cual elimine el restante de contaminantes (Cedron & Cribilleros, 2017).

3.4.4.1.4. Tratamiento terciario:

Un tratamiento terciario es un tratamiento dentro del sistema de purificación que puede ser considerado como opcional según las características del agua, para el diseño de la ETAP por cada hotel en la bahía del Titicaca, el tratamiento terciario complemento a los anteriores tratamientos dándole un plus a la calidad del agua, mejorando el pH Y ORP, de manera tal que el agua llegue al estándar deseado (Cedron & Cribilleros, 2017).

3.4.5. PROPUESTA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE *Colletia spinosissima*

La propagación de la especie *Colletia spinosissima* se diseñó a partir de metodologías eficientes según el uso de la especie mencionada anteriormente es por ello que se propuso un modelo de setos vivos, de manera tal que la población

de la isla Taquile se beneficie consiguiendo adaptarse a la introducción de nuevas estrategias de propagación (Arteta, 2008).

3.5. MATERIALES Y EQUIPOS:

Tabla 5. *Materiales y equipos*

EQUIPOS	MARCA
Tijeras de jardinero	Stanley
GPS	
Balanza electrónica	XP
Multiparametro	HANNA HI9829
Maquina envasadora al vacío	GERYON E5700
Tamizadora de laboratorio digital	FRITSCH ANALYSETTE DE MODELO 3 SPARTAN
Mini molino de laboratorio	S/M
Zaranda o criba	TESTING SCREEN
Máquina de chancado	S/M
MATERIALES	
Vaso de precipitado	
Filtro de tela	
Espátula	
Baldes	
Cajas de cartón	
Bolsas de polietileno	

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV

4. RESULTADOS, DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. PRESENTACION DE RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1.1. PROCESO DE LAVADO EN LOS HOTELES DE LA BAHÍA DEL TITICACA

Según las preguntas realizadas a los 7 hoteles que se encuentran en la bahía del lago, se obtuvo los siguientes datos:

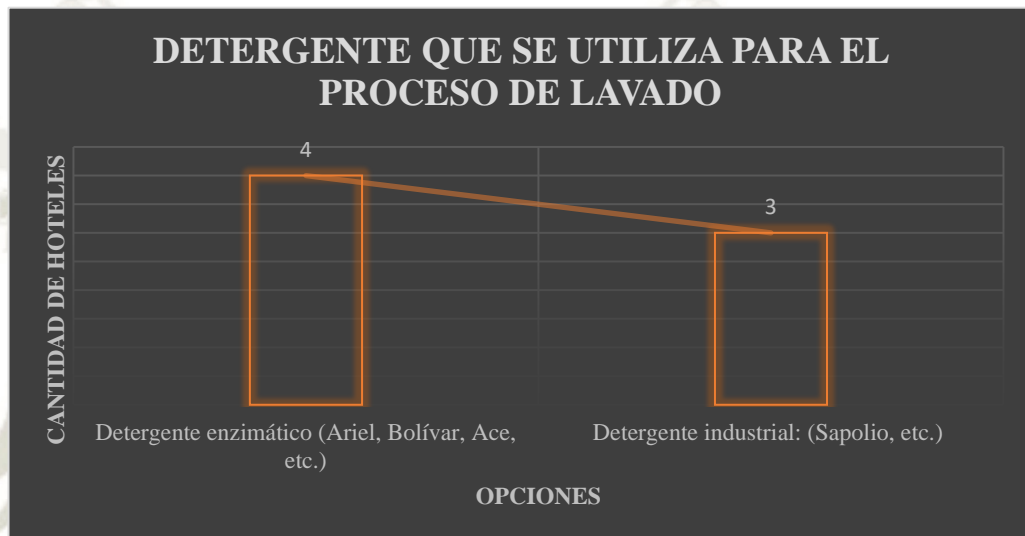


Figura 14. Detergente que se utiliza para el lavado
Fuente: elaboración propia

Del 100% de las entrevistas, el 60% de los hoteles utilizan detergentes comerciales, que en su mayoría no son biodegradables, pero si tienen bajo contenido en fosfatos (según el envase de la marca) esto se debe a que la industria lo prohibió hace varios años ya que era tóxico para la vida acuática.

El otro 40% de los hoteles utilizan bolsas gigantes de detergente llamados industriales, los cuales, si bien es cierto ya no se encuentran en el mercado en gran cantidad debido a las consecuencias con el medio ambiente, aun no se han prohibido del todo.

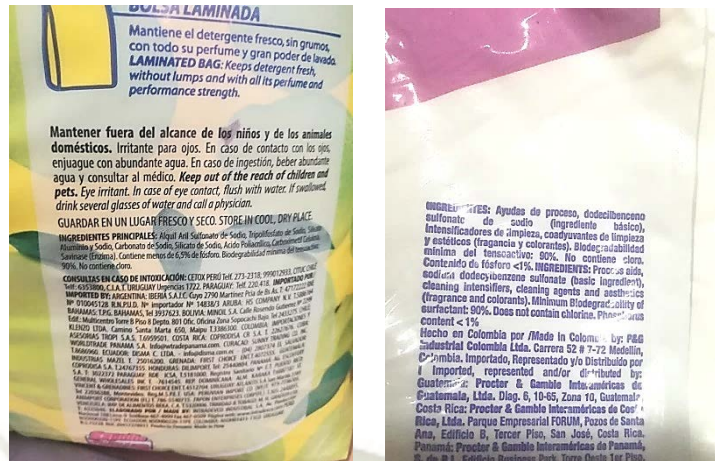


Figura 15. Comparación de ambos detergentes (ingredientes)

Fuente: elaboración propia

El primer detergente es el industrial el cual contiene una gran cantidad de fosfatos y otros contaminantes perjudiciales para el medio ambiente, los cuales son mayores a 6,5 % por kilo.

El segundo es un detergente comercial enzimático, el cual contiene menos del 1% de fosfatos, sin embargo, la biodegradabilidad del tensioactivo es mínima.

Para la parte experimental de este proyecto se utilizó el detergente comercial ya que la mayoría de nuestra población (hoteles entrevistados) lo utilizan en sus procesos de lavado.

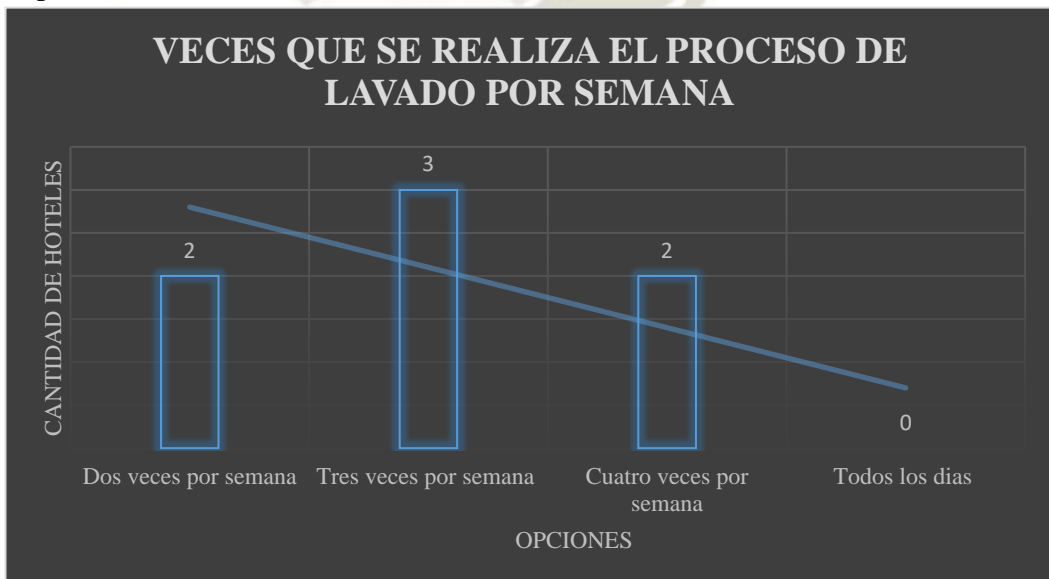


Figura 16. Veces que se realiza el proceso de lavado por semana

Fuente: elaboración propia

La cantidad de días que se realiza este proceso depende de la demanda del hotel; en temporada alta (agosto – enero) la rotación de habitaciones es diaria, sin embargo, en la otra mitad de año (febrero – julio) es baja, por ende el proceso de lavado disminuye a dos veces por semana. En la figura 16, se observa la cantidad de días que la mayoría de nuestra población de hoteles realiza el lavado, resaltando que la mayoría de hoteles son de 3 estrellas y alberga más turista internacional que nacional. Esta información nos servirá para calcular la cantidad de agua que ingrese a la ETAP, sin embargo, debido a que cada hotel posee distinta cantidad de habitaciones se diseñará un aproximado en cuanto a las dimensiones y la estructura propiamente dicho del diseño de la estación depuradora según el hotel.

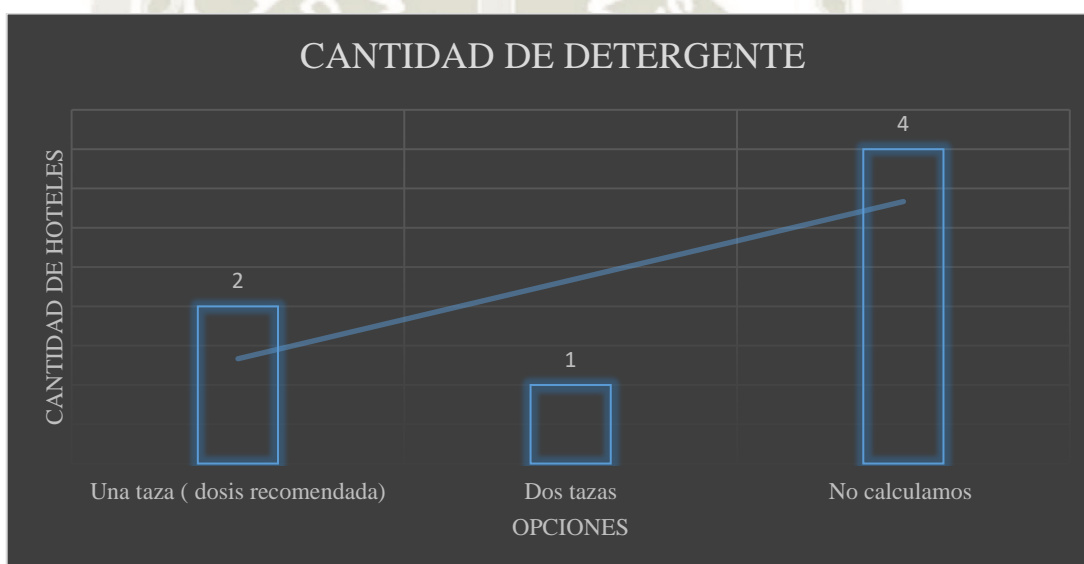


Figura 17. Cantidad de detergente
Fuente: elaboración propia

En cuanto a la cantidad de detergente que se utiliza para el lavado, es importante que cada hotel conozca o utilice de manera adecuada el producto debido a que cuando existe una sobresaturación de este, al ser descargado directamente al lago, produce un impacto aún más grande. La mayor parte de hoteles agregan el detergente que utilizan (ya sea comercial o industrial) en grandes cantidades lo cual genera que exista más enjuagues de lo normal y por ende más cantidad del recurso agua.

Con la propuesta de sustituir o agregar la especie *Colletia spinosissima* para el proceso de lavado, se ahorraría grandes cantidades de agua para enjuague, así como también producto, ya que de una taza nos alcanzaría hasta para 10 lavados.

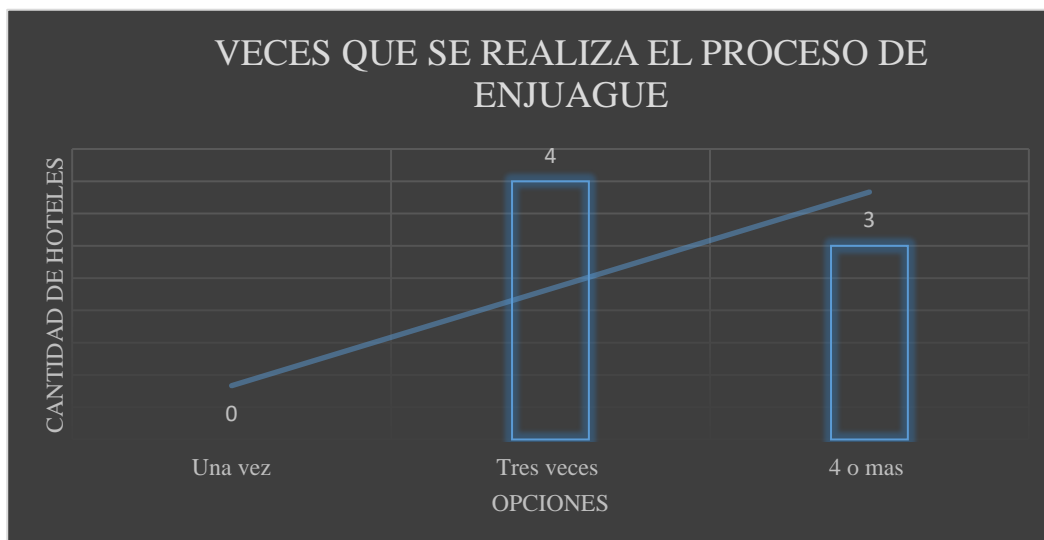


Figura 18. *Veces que se realiza el proceso de enjuague*
Fuente: elaboración propia

En la figura 18 se muestra que la mayoría de hoteles realizan tres veces el proceso de enjuague, esto se debe a la cantidad de producto que se utiliza como se mencionó anteriormente; para ser prendas que se cambian en el día la cantidad de producto debe ser mínima, sin embargo al generar tantas repeticiones de enjuague significa que existe un gran consumo de agua y por ende agotación del recurso. Lo que en su mayoría podría afectar las dimensiones de una planta de tratamiento o depuradora ya que se tendría que calcular los litros de agua que salen cada hora para poder realizar un diseño que abarque esa cantidad.

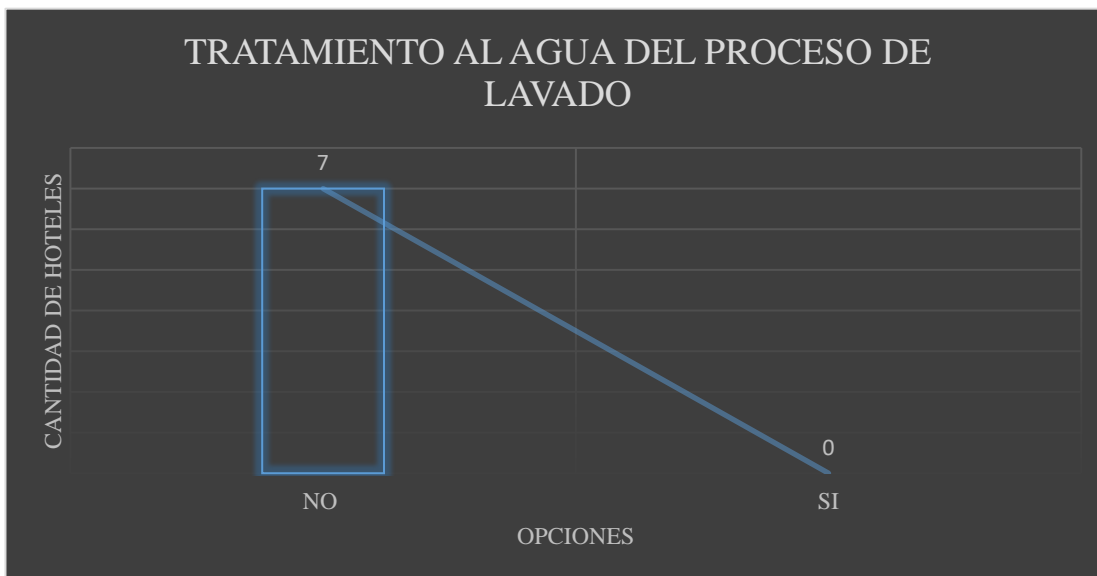


Figura 19. Tratamiento al agua del proceso de lavado
Fuente: elaboración propia

Algunos de los hoteles cuentan con una fosa séptica en donde se va toda el agua ya sea gris o negra directamente, sin embargo dichas fosas hoy en día no se consideran un tipo de tratamiento debido a que el agua se estanca e incluso puede haber filtraciones. Para los hoteles no es prioridad dar un tratamiento adecuado al agua, aunque existan normas que regulan la salida de efluentes directamente del sector que se encuentra a orillas del lago, estos presentan una fosa séptica como alternativa.

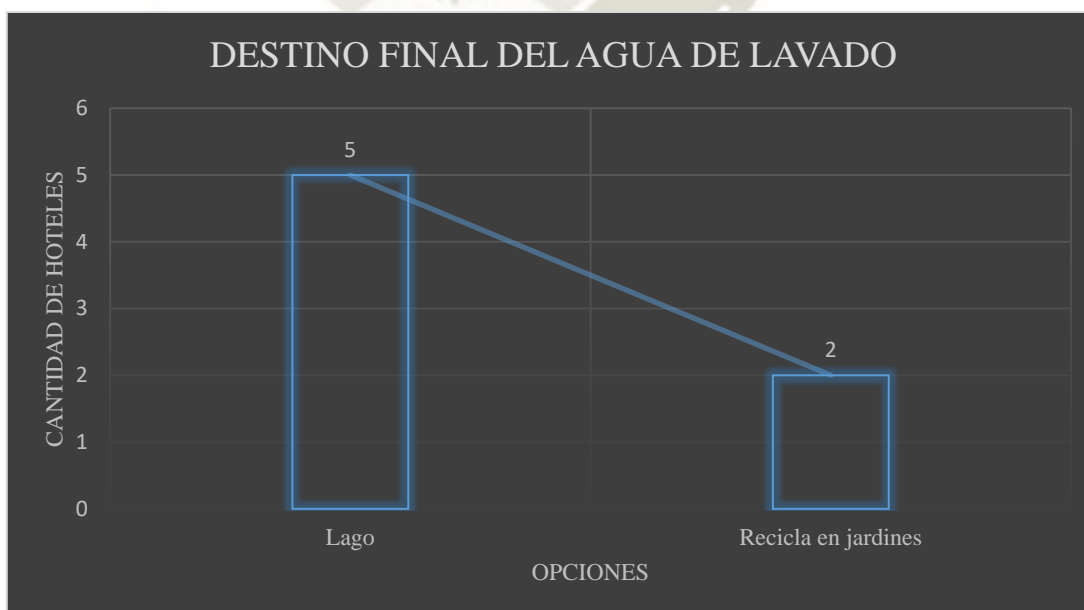


Figura 20. Destino final de agua de lavado
Fuente: elaboración propia

Si bien el agua de lavado se va directamente a una fosa séptica, existen hoteles en donde el agua de enjuague lo utilizan para el riego de jardines o el riego de caminos para la disminución del polvo, sin embargo, la mayoría de estos son descargados al lago una vez llena la fosa séptica, generando contaminación directa a un cuerpo de agua.



4.1.2. PARÁMETROS OBTENIDOS DEL MODELO EXPERIMENTAL

4.1.2.1. Temperatura del Agua

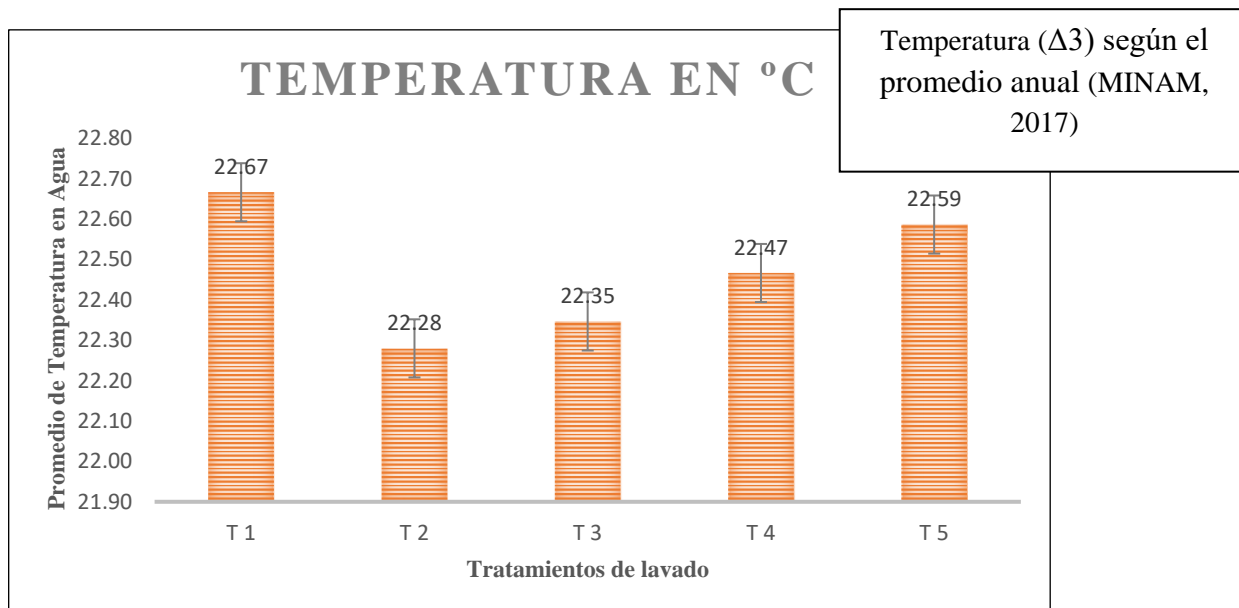


Figura 21. Gráfico de Temperatura del Agua

Fuente: elaboración propia

En la figura 21 se observa la Temperatura del Agua del tratamiento 1 (200 g de detergente + 4 L de H₂O) y 5 (200 g de CSS + 4 L de H₂O) con un promedio de 22. 67° C y 22. 59° C respectivamente; en comparación con los demás tratamientos no existe diferencias significativas ($p < 0.05$) como se muestra en el Anexo 4. Teniendo en cuenta que son las más altas temperaturas registradas.

La medición de la temperatura para cada uno de los tratamientos fue tomada in situ, sin variación de tiempo ni lugar; el agua proviene del grifo del laboratorio, por lo que en el transcurso de la toma de muestra para cada repetición; no existe variación significativa entre los tratamientos como se observa en la Figura 21.

Según Aguilar et al. (2018), la temperatura es un parámetro importante debido a su influencia, tanto en el desarrollo de vida acuática como en las reacciones químicas y velocidad de reacción; así como también el comportamiento del agua para ciertos usos útiles; al ser un indicador de calidad de agua, interviene en el comportamiento de otros parámetros como déficit de oxígeno, pH, conductividad, entre otros, es por ello que si existiera un incremento o

disminución en la temperatura durante un proceso de tratamiento de aguas grises se alterarían ciertos parámetros definidos cambiando el resultado del tratamiento en su totalidad; además es importante tomar en cuenta la estructura y ubicación de una estación depuradora, ya que si necesitamos aumentar o disminuir la temperatura, existirían cambios drásticos perjudiciales para el ambiente. Según MINAM (2017) puede existir una variación 3°C del promedio anual según la ubicación; al momento de realizar un tratamiento en caso fuera avanzado. La temperatura Recomendable para la producción de agua potable y recreación se encuentra entre 15°C-35°C (DIGESA, 2011). Por lo tanto los promedios de temperatura de los diferentes tratamientos de nuestra investigación se encuentran dentro de los parámetros anteriormente establecidos. Entonces la base para los resultados obtenidos de diferentes parámetros es la temperatura, si existe una variación se altera e influye en la calidad de agua que se quiere obtener.

4.1.2.2. pH (potencial de hidrógeno) del Agua

pH óptima para el agua potable 6.0 a 8.5 (MINAM, 2017)

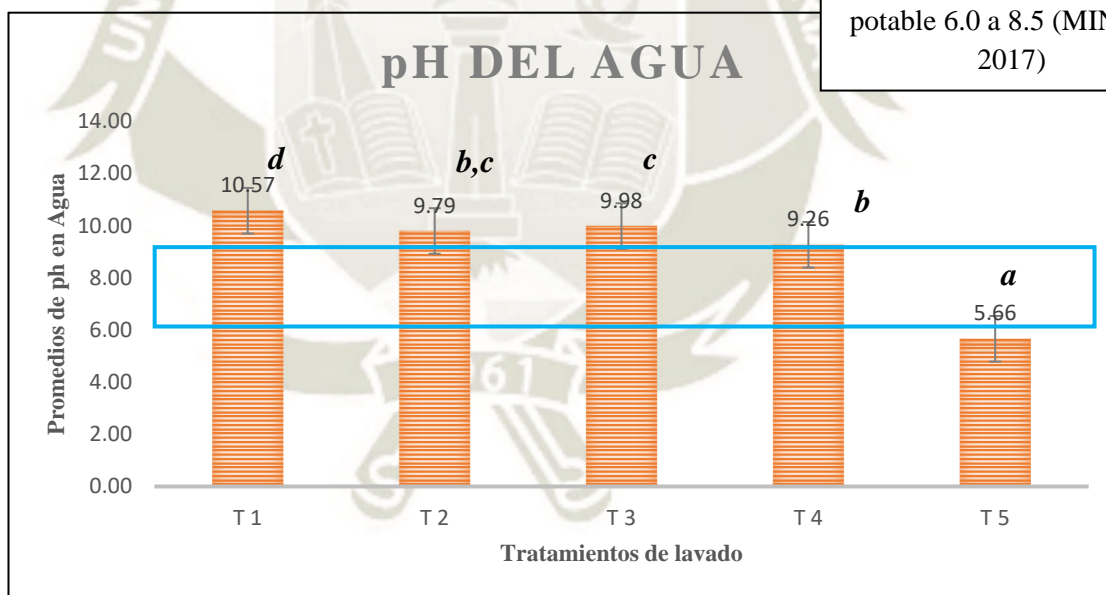


Figura 22. Gráfico de pH del Agua
Fuente: elaboración propia

En la figura 22 se observa el pH para cada uno de los tratamientos; entre los cuales existe una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre el Tratamiento 1 (200 g de detergente + 4 L de H₂O) con un promedio de 10.57, el tratamiento 3 (134 g de detergente + 4 L de H₂O + 66 g de CSS) con un promedio de 9.98, el tratamiento 4 (66 g de detergente + 4 L de H₂O + 134 g de CSS) con

un promedio de 9.26 y el tratamiento N° 5 (200 g de CSS + 4 L de H₂O) con un promedio de 5.66; los cuales presentan diferencias significativas entre ellos ($p < 0.05$), resaltando el tratamiento 5 ya que su pH es ácido a diferencia de los demás.

Un agua con un pH > 8.5 , como se observa en la Figura 22 en los cuatro primeros tratamientos, indica que el agua es alcalina. Lo que puede presentar problemas de incrustaciones por dureza; según Caminati et al. (2013) aunque no presenta un riesgo para la salud, puede causar problemas en el diseño estético al momento de la construcción de una ETAP, así como también la calidad del producto final:

- La creación de sarro que se deposita en tuberías y accesorios causando baja presión del agua y minimizando el diámetro interior de la tubería.
- Genera un sabor salino e incluso jabonoso al agua.
- La generación de incrustaciones blanquecinas en los utensilios de cocina.
- Dificultad en hacer espuma de jabones y detergentes.
- Disminuye la eficiencia de los calentadores de agua, si se utiliza para duchas (Caminati et al., 2013).

Según la empresa CANNA (2019), cuando un pH es demasiado alto la mayoría de los nutrientes no se diluyen fácilmente, es por ello que, si se encuentra un pH alto en agua (tratamiento 1) al recibir nutrientes como fosfatos o nitratos, entre otros, la disolución no será adecuada trayendo consigo saturación de nutrientes y por lo tanto eutrofización cambiando las características físicas y químicas del cuerpo receptor.

Mientras que un agua con un pH bajo < 6.0 , como se observa en la Figura 21 (tratamiento 5) es ácida y corrosiva. Por lo tanto, el agua podría disolver iones metálicos, tales como: hierro, manganeso, cobre, plomo y zinc, además de causar un deterioro en tuberías de metal, el sabor metálico o amargo, manchas en la ropa, y la característica de coloración «azul-verde» en tuberías y desagües (Caminati et al., 2013).

Debido a que en el tratamiento 5, se ve reflejado un pH ácido; según la empresa CANNA (2019) la acidez influye substancialmente en la capacidad

de absorción y solubilidad de numerosos elementos nutritivos, entre ellos se encuentra nitrógeno, fósforo, boro, etc., por lo tanto, se puede inferir que el pH del tratamiento 5 es bajo debido a que la especie *Colletia spinosissima* absorbería una gran cantidad de nutrientes del suelo.

Este último tratamiento a comparación de los primeros 4 se acerca a los estándares de calidad ambiental (6.0 a 8.5) (MINAM, 2017). Sin embargo, aún es necesario basificar para llegar a incrementar el pH y generar agua potable. Entonces las plantas presentan un pH ácido para absorber mejor los nutrientes del suelo, es por ello que al agregar detergente natural a un tratamiento de lavado con detergente comercial disminuirá el pH como se muestra en el tratamiento 2,3 y 4.

4.1.2.3. Potencial Redox del Agua ORP(mV)

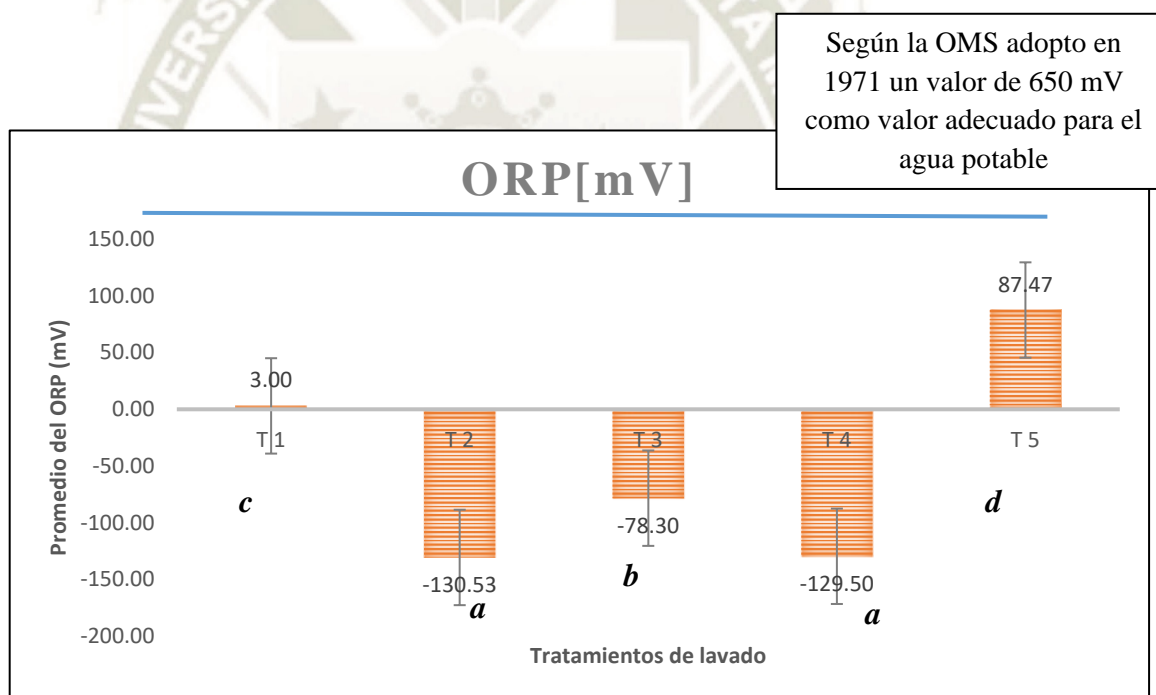


Figura 23. Gráfico de Potencial Redox del Agua ORP (mV)
Fuente: elaboración propia

En la figura 23 se puede observar el potencias de óxido – reducción para cada uno de los tratamientos; existiendo diferencia entre el Tratamiento 1 (200 g de detergente + 4 L de H₂O) con un promedio de 3.00, el tratamiento 3 (134 g de detergente + 4 L de H₂O + 66 g de CSS) con un promedio de -78.30, y el tratamiento 5 (200 g de CSS + 4 L de H₂O) con un promedio de 87.47; los

cuales presentan diferencias significativas ($p < 0.05$) entre ellos, resaltando que el tratamiento 2 (100 g de detergente + 4 L de H_2O + 100 g de CSS) quien también presenta una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos ya mencionados a excepción del tratamiento 4 (66 g de detergente + 4 L de H_2O + 134 g de CSS) ambos con promedios similares.

El potencial REDOX según la figura 23 muestra que los tratamientos 2, 3, 4 actúan como agente reductor, lo que quiere decir que gana electrones; mientras que en el tratamiento 1 y 5 el agente actúa como oxidante, pérdida de electrones; sin embargo, el tratamiento 1 es un agente oxidante débil, debido a que el valor de este es bajo en comparación con el último tratamiento, mientras la oxidación del agua acidifica el medio (se producen iones H^+), la reducción lo basicifica (se genera iones OH^-) como se muestra en la figura 22 de pH (Ramírez, 2015).

Conforme a Ramírez (2015), en la desinfección del agua es muy importante tanto la concentración de cloro libre y el tiempo de contacto con esta, así como la temperatura y pH; un buen control de la desinfección exigiría una monitorización no del cloro libre sino del potencial redox del medio, es decir el potencial de oxidación – reducción (ORP).

El valor de ORP se incrementa al incrementarse la concentración de cloro, sin embargo, un incremento regular en la concentración de cloro en ppm no origina un incremento lineal del valor en mV de ORP. De igual modo a una concentración constante de cloro total, los valores de ORP aumentan cuando el pH de la solución es más bajo y disminuyen cuando el pH es más alto (Ramírez, 2019). Como explica la figura 24.

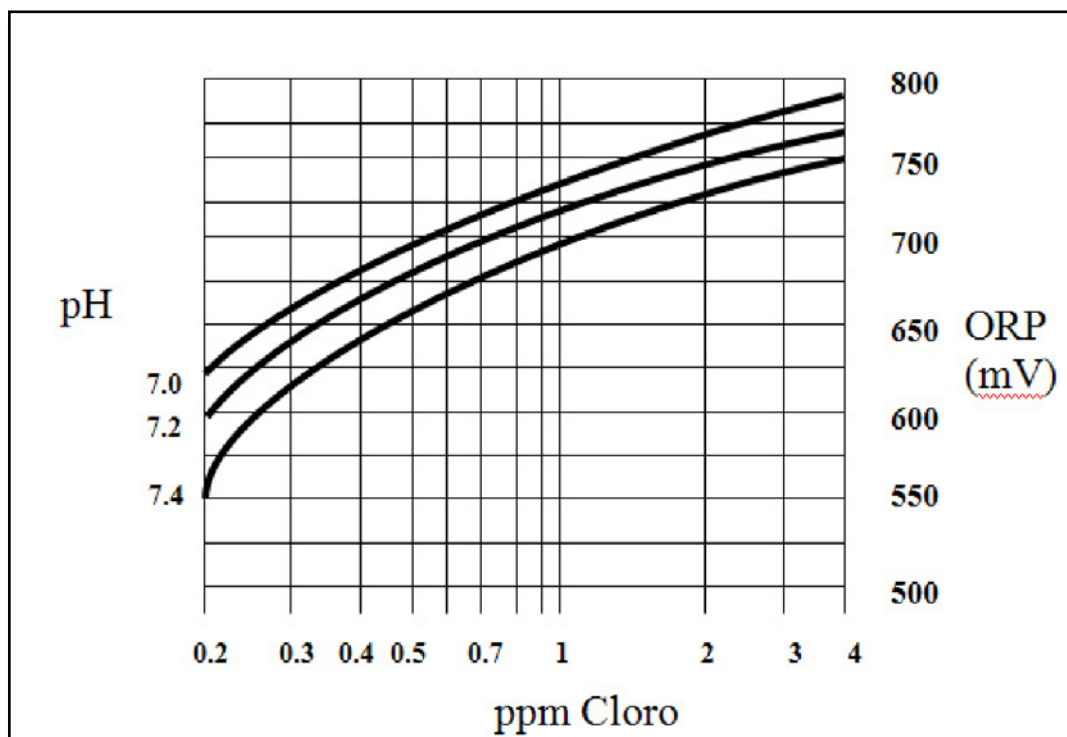


Figura 24. Relación entre la concentración de cloro y los valores de ORP con la variación de pH

Fuente: Ramírez (2019)

EL ORP no tiene directa relación a la concentración en ppm de desinfectante ya que mide la actividad de oxidación en el agua y no la concentración de oxidante (cloro, ozono y otros desinfectantes oxidativos). Sin embargo, para obtener una cantidad estable de cloro, primero se tendría que estabilizar el nivel de pH que presenta el agua, ya que a partir de un pH de 6.8 se necesita 3 ppm de cloro para poder desinfectar el agua según sea sus características; además se tiene que considerar la turbidez del agua ya que las bacterias pueden ocultarse dentro de las partículas y escapar del contacto con el cloro, es por ello que para tener una adecuada desinfección es importante tener en cuenta la turbidez del agua, pH y temperatura (Ramírez,2015).

La ORP determina el tiempo de desinfección, como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Tiempo de eliminación de *E. Coli* según la ORP.

ORP mV	Tiempo de eliminación <i>E. Coli</i>
650	0 segundos
600	10 segundos
550	100 segundos
500	1 hora
450	No se elimina

Fuente: Ramírez (2019).

Un ORP de 650 es el más adecuado para la desinfección, sin embargo, hay que tener en cuenta que en los tratamientos realizados no existe la presencia de *E. Coli*, no obstante, para una categoría 1 (agua potable) es importante considerar la concentración de cloro que se necesita para la desinfección de agua. Según la OMS (2017) el tratamiento que mejor se puede adaptar para que pueda cumplir con el estándar es el tratamiento 5 una vez estabilizado el pH y turbidez del agua sin variación de temperatura.

4.1.2.4. Conductividad Eléctrica (EC)

La conductividad eléctrica es entre 1500 y 1600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (MINAM, 2017)

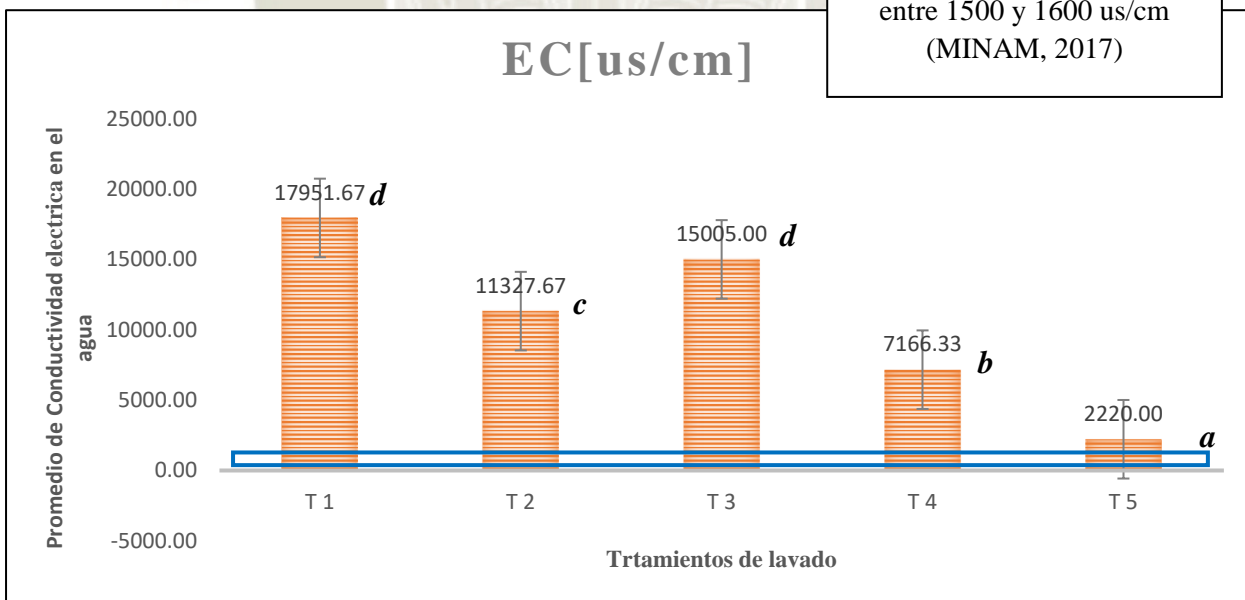


Figura 25. Grafica de Conductividad Eléctrica EC del Agua
Fuente: elaboración propia

En la figura 25 se puede observar la conductividad eléctrica del agua expresada en [$\mu\text{S}/\text{cm}$] para cada uno de los tratamientos; existiendo diferencia

significativa ($p < 0.05$) entre el tratamiento 2 (100 g de detergente + 4 L de H₂O + 100 g de CSS) con un promedio de 11327.67, el tratamiento 4 (66 g de detergente + 4 L de H₂O + 134 g de CSS) con un promedio de 7166.33 y el tratamiento 5 (200 g de CSS + 4 L de H₂O) con un promedio de 220.00, resaltando que el Tratamiento 1 (200 g de detergente + 4 L de H₂O) quien también presenta una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos ya mencionados a excepción del tratamiento 3 (134 g de detergente + 4 L de H₂O + 66 g de CSS) ambos con promedios similares.

Según Alvino (2019), las sustancias de gran parte de compuestos inorgánicos son buenas conductoras, mientras las moléculas orgánicas al no desintegrarse en agua, poseen poca conductividad, esto nos lleva a que, dentro del tratamiento 1 existe una gran cantidad de compuestos inorgánicos más que de compuestos orgánicos; los cuales no están formados de materia rica en carbono u orgánica sino de compuestos que se han formado por varios fenómenos físicos y químicos dentro de un laboratorio; el tratamiento 1 es una mezcla de componentes químicos no naturales, mientras que ocurre lo contrario dentro del tratamiento 5; es decir que en los tratamientos intermedios en los que se combina la especie natural con el detergente comercial, la conductividad disminuye a medida que se le agrega más cantidad de detergente natural.

El merito de la conductividad de una solución también depende de la temperatura de la muestra en la figura 21 se pudo observar que la variación de temperatura no era significativa, no obstante la conductividad variaría dependiendo del lugar donde se ejecute un tratamiento y las condiciones que presenta (Alvino, 2019).

En la figura 25 se observa que el tratamiento 5, es el que se diferencia de los demás debido a la conductividad que posee se aproxima al estándar 1500 y 1600 us/cm recordando que la conductividad es el doble del total de sólidos disueltos o TDS. En por ello que la especie natural *Colletia spinosissima*, al ser un compuesto orgánico; es decir que en su estructura existen moléculas de carbono, reduce la conductividad eléctrica al ser un agregado del detergente comercial (MINAM, 2017),.

4.1.2.5. Resistividad Eléctrica Específica (RES) en ohm – m

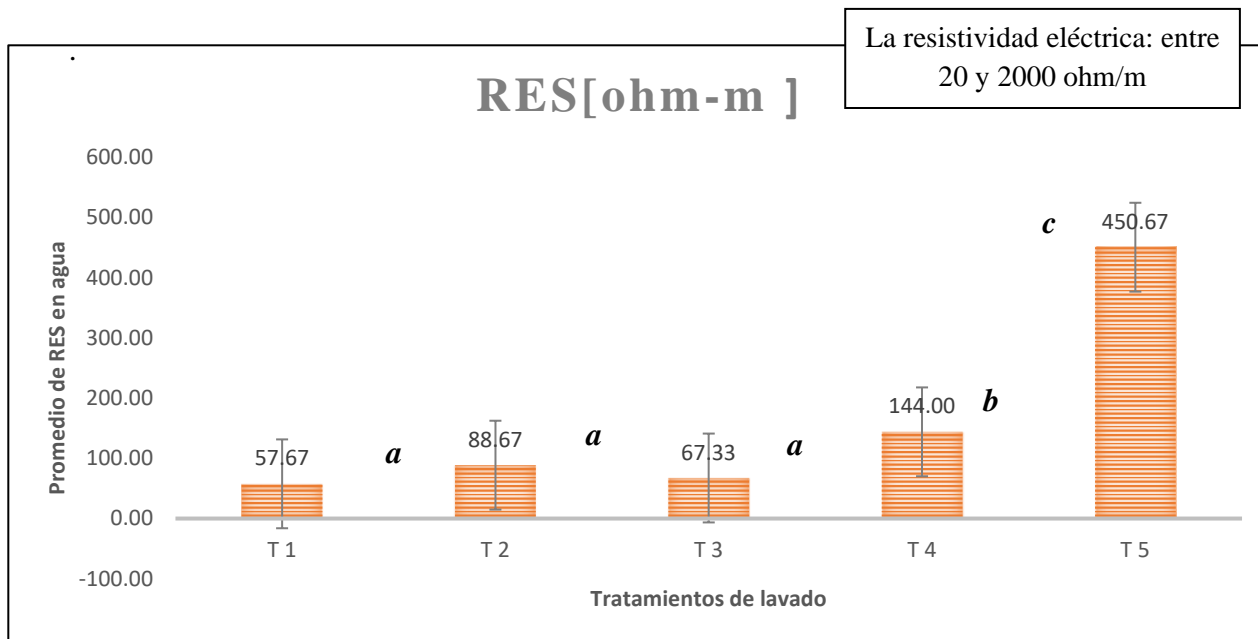


Figura 26. Grafica de Resistividad Eléctrica Específica (RES)
Fuente: elaboración propia

En la figura 26 se puede observar la resistividad eléctrica del agua expresada en [ohm/m] para cada uno de los tratamientos; donde el tratamiento 5 (200 g de CSS + 4 L de H₂O) con un promedio de 450.67 presenta una diferencia significativa ($p < 0.05$) a comparación de los demás tratamientos.

La figura 26 muestra la resistencia o resistividad eléctrica de cada muestra, es decir la oposición mayor o menor que tiene un cuerpo (agua) para que circule la corriente eléctrica a través de este (Barrera, 2015). Al ser lo opuesto a la conductividad eléctrica se debe observar lo contrario o inversa a comparación de la figura 25, es decir que el tratamiento 1 presenta una baja resistividad, mientras que el tratamiento 5 presenta una alta resistividad, Inferimos entonces que a más detergente natural mejor es la resistividad que presenta el agua.

4.1.2.6. Total de Solidos disueltos (TDS)

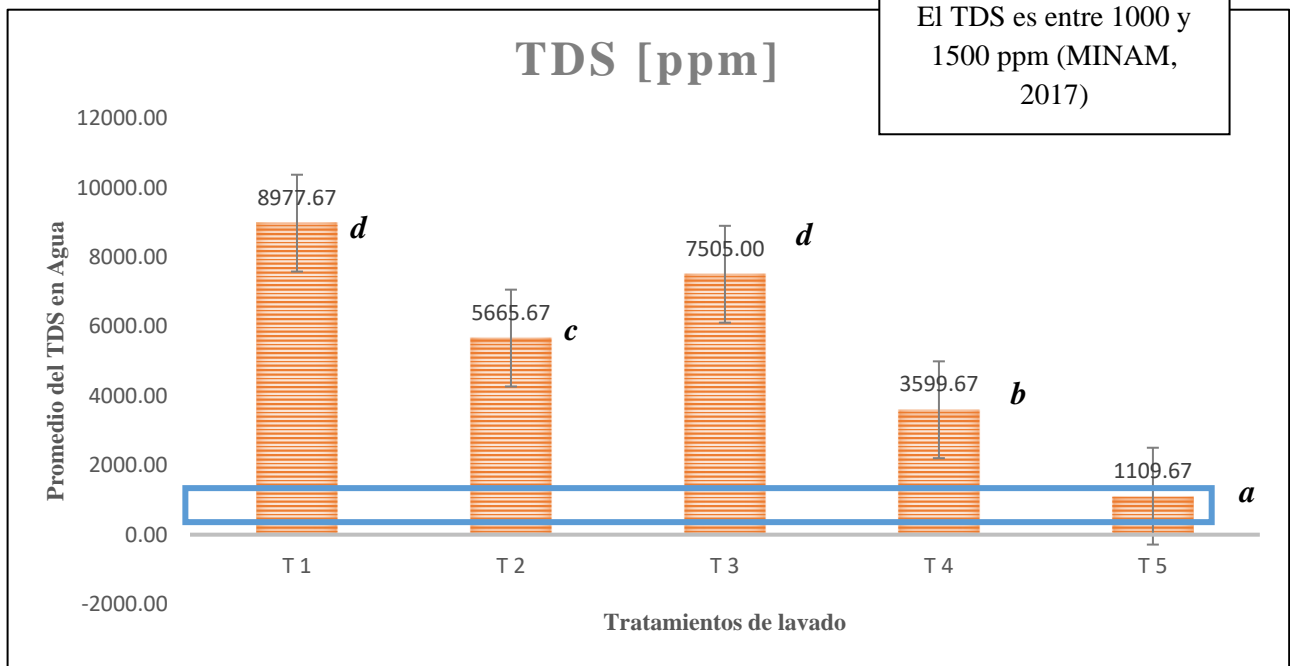


Figura 27. Evaluación Total de Solidos disueltos (TDS)

Fuente: elaboración propia

En la figura 27 se puede observar el TDS o total de solidos disueltos en agua para cada uno de los tratamientos; donde el tratamiento 5(200 g de CSS + 4 L de H₂O) con un promedio de 1109.67 presenta una diferencia significativa ($p < 0.05$) a comparación del tratamiento 1 (200 g de detergente + 4 L de H₂O) con un promedio de 8977.67.

Según Casilla (2014), para considerarse TDS, los compuestos deben ser lo suficientemente pequeñas como para pasar una criba o filtración del tamaño de dos micras, en el caso de la creación de detergente natural y el procedimiento de filtración que se realiza para la obtención de este, el tamaño de la criba es mayor a dos micras lo que indica que no solo existe solidos disueltos en el agua sino también gran cantidad de solidos sedimentables y suspendidos, es por ello que en los vasos de precipitado se podía observar material todavía flotando

Concluyendo que se puede llegar a tener una alta cantidad de sólidos en suspensión dentro de un mismo tratamiento, los cuales son diferentes a los TDS ya que los sólidos en suspensión son más fáciles de remover, alterando solo las características físicas del agua (Pérez et al., 2016).

Aunque el TDS no está clasificado como un contaminante grave, es un indicador de las características del agua y de la presencia de contaminantes químicos, es decir, de la composición química y concentración en sales, como se observa en la figura 26 los tratamientos 1 y 3 son los más elevados esto por la presencia de sales y contaminantes químicos; ya que la composición de esa muestra es más detergente comercial que natural, a diferencia del tratamiento 5 que es detergente 100% natural ya que no presenta químicos ni compuestos inorgánicos. Los sólidos totales disueltos influyen en la conductividad eléctrica esto se puede corroborar con la figura 25 de conductividad eléctrica, se observa que la EC es el doble de los TDS indicando que el tratamiento 1 presenta gran cantidad de compuestos químicos inorgánicos difíciles de degradar o separar de formas tradicionales, convirtiéndose en un grave contaminante. Es por ello que mientras más detergente comercial exista en un tratamiento más cantidad de TDS existirá, rompiendo la tensión superficial y aumentando la dureza del agua.

El tratamiento 5 es el que se aproxima a los estándares de calidad ambiental. Pudiendo agrupar parámetros para que un solo tratamiento logre disminuir varios parámetros según su relación (Casilla, 2014).

4.1.2.7. Salinidad [psu]

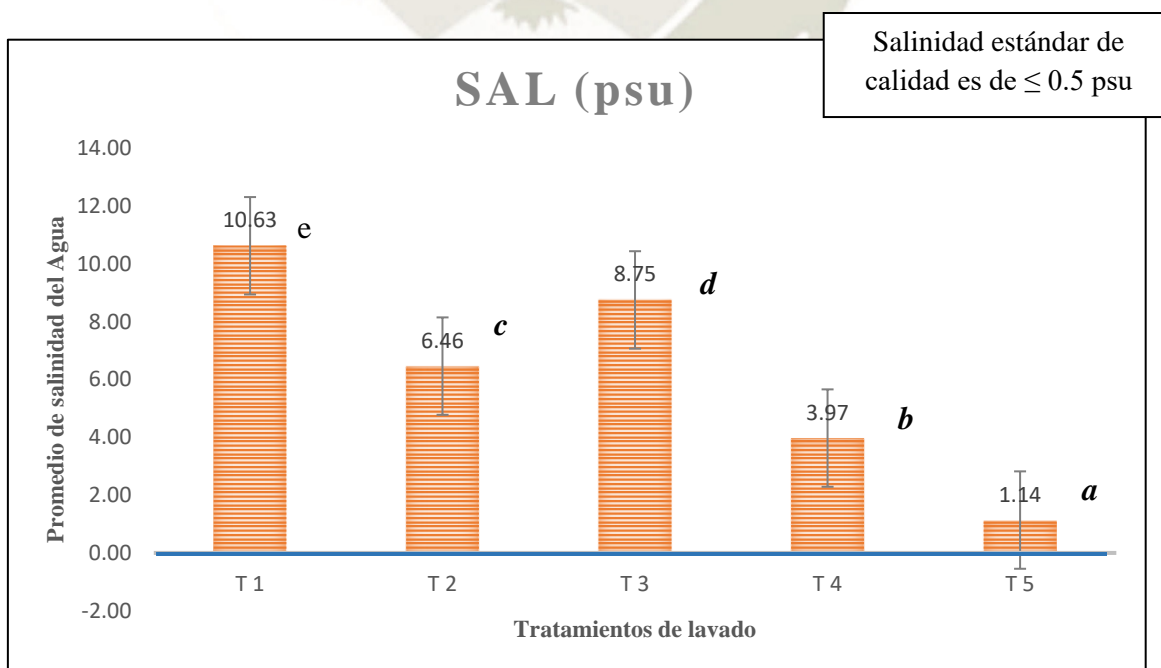


Figura 28. Gráfico de Salinidad [psu]

Fuente: elaboración propia

En la figura 28 se puede observar la salinidad en agua expresada en psu para cada uno de los tratamientos; donde todos los tratamientos presentan una diferencia significativa ($p < 0.05$), resaltando el tratamiento 1 (200 g de detergente + 4 L de H₂O) con promedio de 10.63 psu a comparación del tratamiento 5 (200 g de CSS + 4 L de H₂O) con un promedio 1.14 psu.

La salinidad del agua es una variable que se mide por un indicador según su conductividad eléctrica; a mayor salinidad, mayor es la probabilidad de presencia de contaminantes (flúor, arsénico, metales pesados, entre otros) (Festa -Hidrogel, 2019). Por lo cual como se mencionó anteriormente, existe una relación entre los parámetros ya mencionados (conductividad eléctrica y TDS y la salinidad); es por ello que el tratamiento 1 presenta una salinidad elevada a comparación de los demás tratamientos, es decir que en un proceso de lavado con detergentes comerciales, el ser humano está más propenso a ser expuesto directamente por cierta cantidad de contaminantes que posea un detergente comercial, como el flúor; y al ser vertidos a lagos o lagunas, la fauna que existe en estos muere lentamente. La figura 28 presenta picos en los tratamientos 1 y 3 es por ello, que a más detergente comercial mayor es la cantidad de salinidad en el agua y por ende la degradación de cuerpos de agua. Este problema puede ocasionar que parte de la biodiversidad del lago muera; ya que son especies oligohalinas, lo que quiere decir que la salinidad en agua dulce es menor 0.5 psu.

El tratamiento 5, es el más óptimo para lograr reducir la salinidad hasta casi 0 o milésimas. Se puede inferir que aguas que presentan detergente natural con la especie *Colletia spinosissima* no serían tan perjudiciales para la biodiversidad del lago, siendo tolerables por el ecosistema.

El estándar de calidad ambiental no figura en el DS 004-2017 debido a que no es parámetro primario que regula la calidad del agua para el consumo humano, sino que es recomendado por DIGESA como el valor máximo (DIGESA, 2011).

4.1.2.8. Oxígeno disuelto en porcentajes (OD)

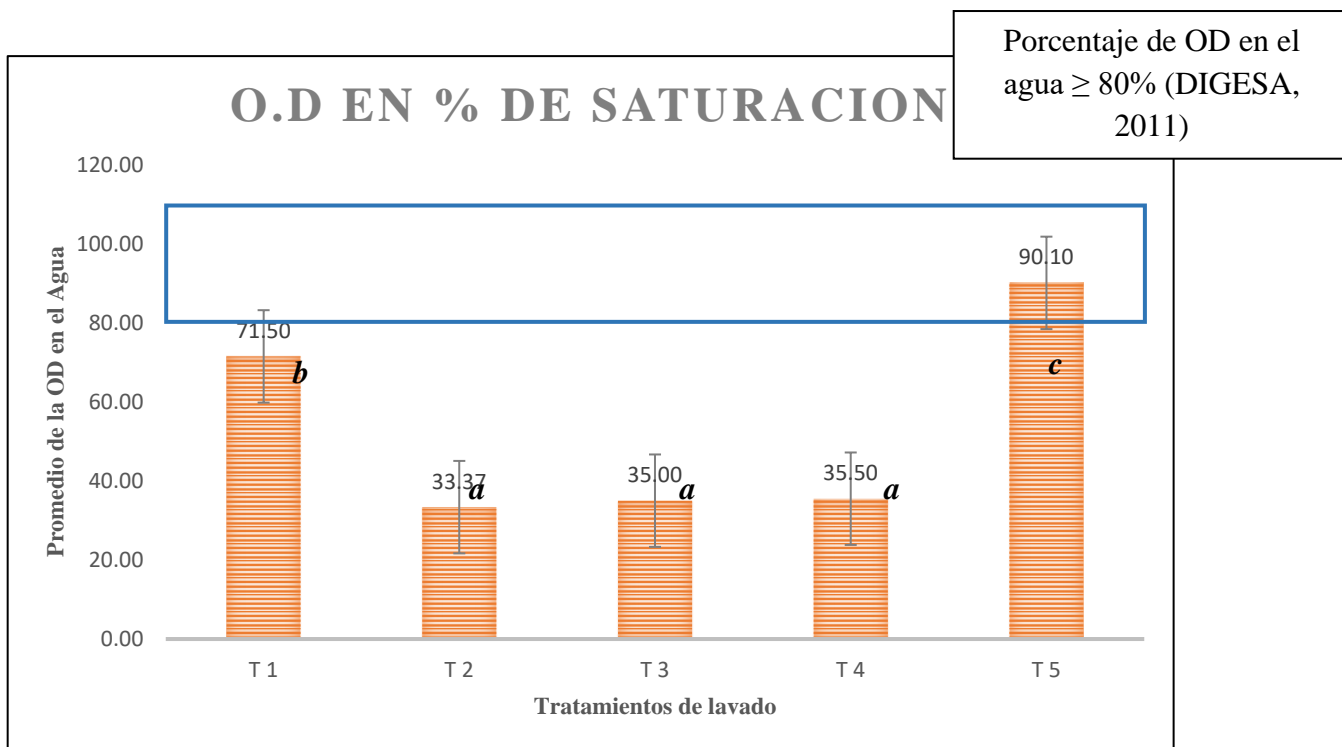


Figura 29. Grafica de Oxígeno Disuelto (OD)

Fuente: elaboración propia

En la figura 29 se puede observar el porcentaje de saturación de OD en agua para cada uno de los tratamientos; donde el tratamiento 5 (200 g de CSS + 4 L de H₂O) con promedio de 90.10 presenta una diferencia significativa ($p < 0.05$) mayor a los demás tratamientos.

Como lo dice la Junta de control de recursos hídricos del estado de California (2011), el oxígeno se diluye en el agua hasta la saturación que es un valor típico para una determinada temperatura. Al aumentar la temperatura, disminuye la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. Cuando el agua contiene todo el oxígeno disuelto a una temperatura dada, se dice que está al 100% de saturación de oxígeno. Es por ello que el OD depende directamente de la temperatura. Como se observa en la figura 29 el tratamiento 1 y el tratamiento 5 son los que presenta mayor cantidad de saturación; para alcanzar su 100% tendrían que disminuir la temperatura inicial, es decir a menos temperatura mayor es la cantidad de porcentaje de saturación de oxígeno disuelto.

Las plantas producen oxígeno por la fotosíntesis es por ello que al usar un detergente natural, se observa una gran cantidad de saturación de oxígeno a comparación del detergente comercial, observando que al agregar detergente natural se consume grandes porcentajes de oxígeno disuelto generando una reacción endotérmica (es decir consume energía) (Ampuero, 2018). Por lo que concluimos que un agregado o mezcla de ambos detergentes puede generar un déficit significativo de oxígeno, en caso no exista un tratamiento de estas aguas y el vertido se dé directamente al cuerpo de agua puede ocasionando pérdida de microfauna y flora, así como la proliferación de bacterias en agua.

Por otro lado, el oxígeno afecta un vasto número de características, como el olor, claridad del agua y el sabor. Consecuentemente, el oxígeno es quizás el más estabilizado de los indicadores de calidad (Junta de Control de Recursos Hídricos del Estado de California, 2011).

El tratamiento 1 se aproxima al valor mínimo establecido por DIGESA ($\geq 80\%$), sin embargo, al finalizar el lavado se observó ciertas características físicas como el color del agua existiendo gran cantidad de turbidez y lavaza dentro de esta, lo que genera que no sea un buen candidato para un vertido directo al cuerpo receptor (lago). Sin embargo, en el tratamiento 5 se puede observar que el porcentaje de saturación es 90% lo que indica que el agua aun es rica en oxígeno, por ende, si es vertida directamente lago todos los organismos vivientes pueden subsistir; y por la temperatura que se genera a nivel del lago Titicaca (por altitud y clima) puede aumentar el OD sobresaturando el ecosistema. Al analizar la coloración del agua de lavado del tratamiento 5 se observa turbidez, existiendo cierta cantidad de material en suspensión debido a que no existió una adecuada filtración al momento del lavado, lo que una hora después cierto material se depositó en el fondo del recipiente mejorando las características físicas. Se infiere entonces, el alto porcentaje de saturación de oxígeno, indica que puede existir presencia de microorganismos que degraden materia orgánica sin complicar las características del agua existiendo un equilibrio en el ecosistema (DIGESA, 2011).

4.1.2.9. Oxígeno Disuelto en ppm

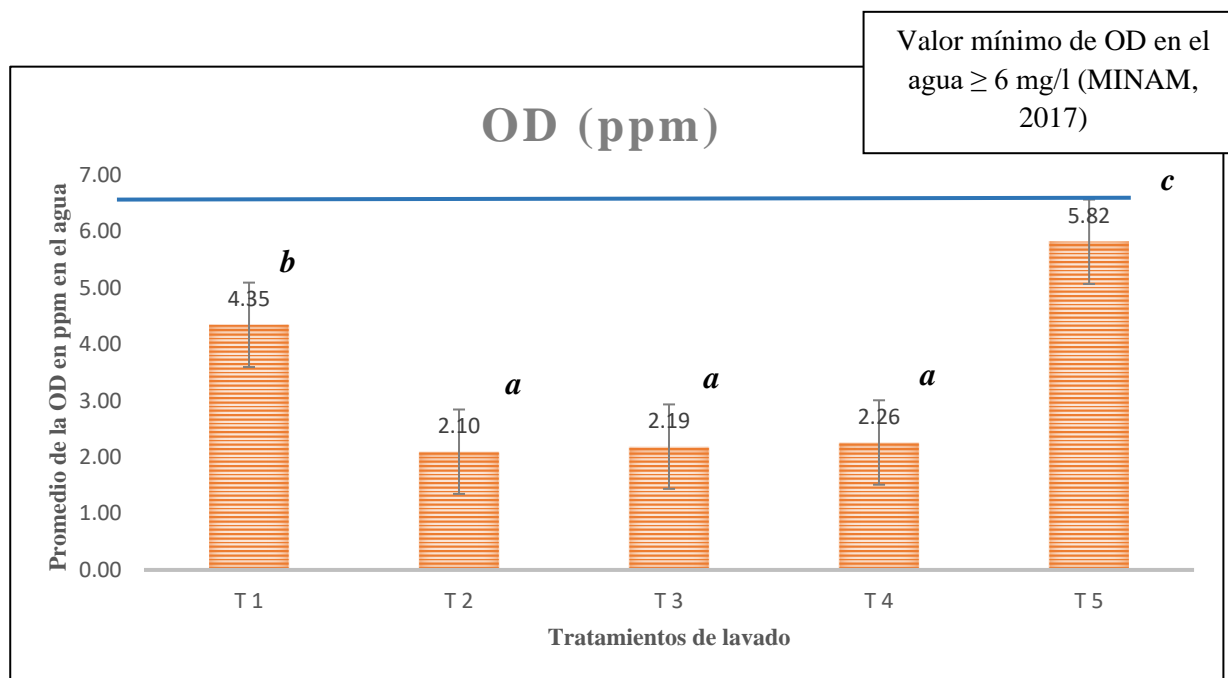


Figura 30. Grafica de Oxígeno Disuelto en ppm
Fuente: elaboración propia

En la figura 30 se puede observar el OD en ppm o partes por millón en agua para cada uno de los tratamientos; donde el tratamiento 5 (200 g de CSS + 4 L de H₂O) con un promedio de 5.82 presenta una diferencia significativa ($p < 0.05$) mayor al tratamiento 1 (200 g de detergente + 4 L de H₂O) con un promedio de 4.35.

El oxígeno disuelto también se mide en ppm o mg /L, un alto nivel de OD hace que mejore las características físicas del agua como por ejemplo el sabor, como se mencionó anteriormente es un parámetro que depende exclusivamente de la temperatura.

Según, Ampuero (2018), las plantas que se descomponen y mueren producen mayor cantidad de materia en descomposición, sobre la que actúan las bacterias. Esta actividad consume la cantidad de oxígeno disuelto, cambiando las condiciones del medio y limitando la vida por debajo de la superficie, es por ello que en el tratamiento 5 se observa que existe una cantidad elevada de OD a comparación de los demás tratamientos, esto se debe a que aún no se han formado microorganismos o bacterias que empiecen a consumir este oxígeno, sin embargo al ser mezclada con detergente comercial se produce un

reducción instantánea y significativa de OD (hipoxia) (Ampuero, 2018) debido a que el detergente comercial puede estar reaccionando con la especie creando bacterias o microorganismos. Se puede inferir que, la cantidad de OD en el agua depende mucho de la descomposición o reacción que suceda al ingresar distintos materiales, ya que el oxígeno tiene la capacidad de autodepurar el medio acuático y su consumo sería la fase final de un proceso de eutrofización, está presente tanto en el crecimiento de las plantas como en la descomposición de estas.

Según el MINAM (2017) se necesita 6 ppm de OD para que no exista contaminación, es por ello que si se vierte directamente el agua del tratamiento 5 al cuerpo receptor (lago) este se encontraría dentro del parámetro estipulado, sin embargo, la medición de este parámetro debe ser constante.

4.1.2.10. Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/L

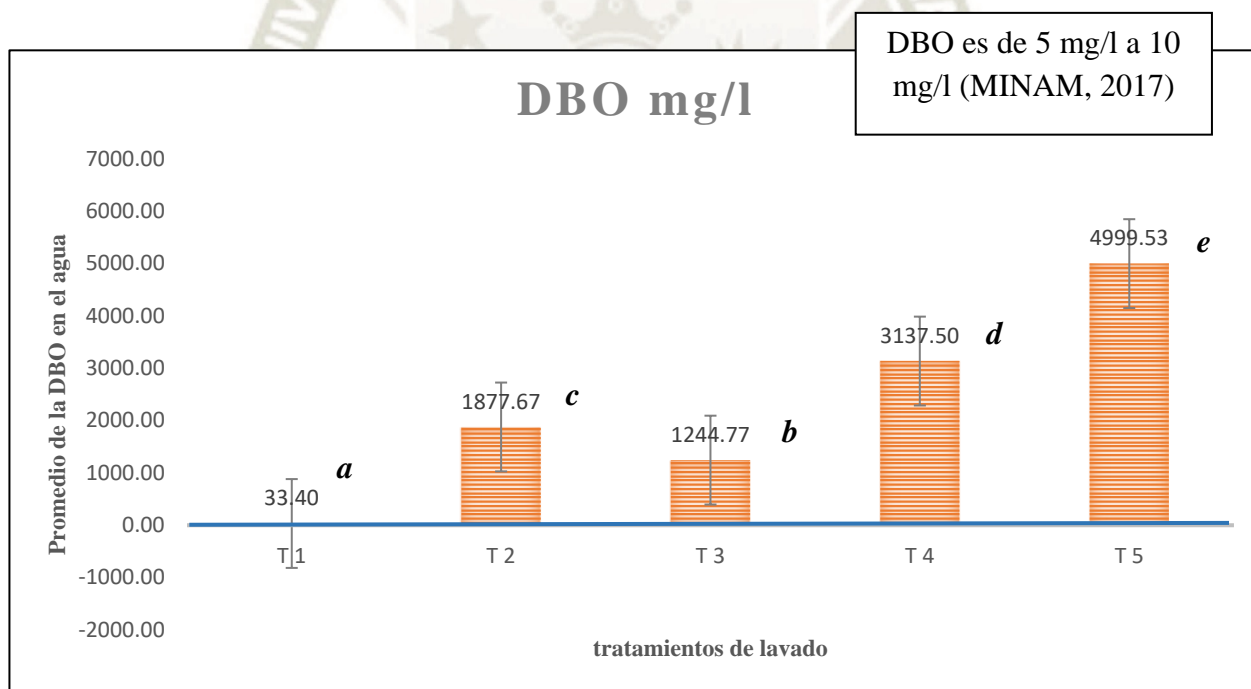


Figura 31. Grafica de Demanda de Bioquímica de Oxígeno
Fuente: elaboración propia

En la figura 31 se puede observar la DBO en agua expresado en mg/L para cada uno de los tratamientos; donde todos los tratamientos presentan una diferencia significativa ($p < 0.05$), resaltando el tratamiento 1 (200 g de

detergente + 4 L de H₂O) con promedio de 33.40 mg/L a comparación del tratamiento 5 (200 g de CSS + 4 L de H₂O) con un promedio 4999.53.

Según la Organización del agua México (2017), una DBO alta indica que se requiere una gran cantidad de oxígeno para descomponer la materia orgánica contenida en el agua. En la figura 31 se observa el incremento de DBO desde el tratamiento 1 al tratamiento 5. El tratamiento 1 es un agua rica en compuestos inorgánicos como se mencionó anteriormente, es por ello que no existe gran cantidad de materia orgánica dentro de un detergente comercial, por consiguiente, la DBO es baja, sin embargo, a medida que se incrementa la cantidad de detergente natural se adiciona materia orgánica, concluyendo con un tratamiento 5 el cual necesita una gran cantidad de oxígeno para consumir dicha materia.

Como indica la Organización del Agua México (2017), la demanda bioquímica de oxígeno se expresa en partes por millón (ppm) de oxígeno y se determina midiendo el proceso de reducción del oxígeno disuelto en la muestra de agua manteniendo la temperatura a 20 °C en un periodo de 5 días. En las aguas del lago Titicaca, a los alrededores de la isla Taquile, se observa un agua limpia sin presencia de eutrofización a comparación de la bahía de la bahía de Puno, sin embargo los pobladores del lugar no utilizan detergente comercial para el lavado de sus prendas, sino utilizan la especie *Colletia spinosissima*, pero al ser vertida directamente al lago no existe eutrofización, esto se debe a que como la temperatura juega un papel muy importante en el aumento de oxígeno disuelto, al tener temperaturas mínimas de hasta 10 °C existe sobresaturación de OD en el lago lo que genera que exista una descomposición total de materia orgánica; por otro lado el tiempo en el que es consumida la materia orgánica, reduce la proliferación de microorganismos o bacterias, obteniendo así agua limpia.

Cuando la materia orgánica se descompone sin presencia de oxígeno puede producir metano, un gas altamente contaminante, al observar la gráfica 31 nos damos cuenta que, como agregado a un detergente comercial con la especie natural, el OD disminuye, es por ello que en los tratamientos 2, 3, y 4 podría generar la aparición de metano, ya que la cantidad de DBO es relativamente alto con forme se agrega la especie *Colletia spinosissima*.

Un cuerpo de agua con alto DBO tiene poco contenido de oxígeno. Entonces se puede deducir que la DBO es una prueba usada para determinar la cantidad de oxígeno que se necesita para la degradación de la materia orgánica y está relacionada directamente con los parámetros de temperatura y OD. La DBO es afectada por los microorganismos presentes en el agua y por el tipo de elementos nutritivos que posee (Organización del Agua México, 2017).

Infiriendo:

- Uno de los factores por el cual existe una alta presencia de materia orgánica en el tratamiento 5 es debido al mal filtrado del detergente natural existiendo todavía material particulado sedimentado después de 5 días que se realiza la prueba, generando una descomposición y putrefacción de dicha materia, incrementando el oxígeno disuelto para su degradación, formando además microorganismos que también consumen oxígeno.
- Alto contenido en nutrientes netamente ricos para la alimentación de flora como el fósforo (presente en los detergentes) el cual se observará su comportamiento en la figura 32, lo que nos indicaría que podría ser el único nutriente presente en el agua.
- Las propiedades que posee la especie *Colletia spinosissima*, además de la coloración por la cantidad de clorofila, es un factor muy importante ya que puede impedir la cantidad de intercambio de oxígeno. Sin embargo, no sabemos que es lo que contiene exactamente el agua residual respecto a la especie en sí, y que otros compuestos existen que hace que se pueda generar una alta cantidad de DBO.
- Para cumplir con el estándar deseado 5 mg/l a 10 mg/l, según (MINAM, 2017) el tratamiento 1 es el más óptimo.

4.1.2.11. Fosfatos en el Agua (mg/l)

Fosfatos es de 0.1 mg/l a
0.15 mg/l (MINAM,
2017)

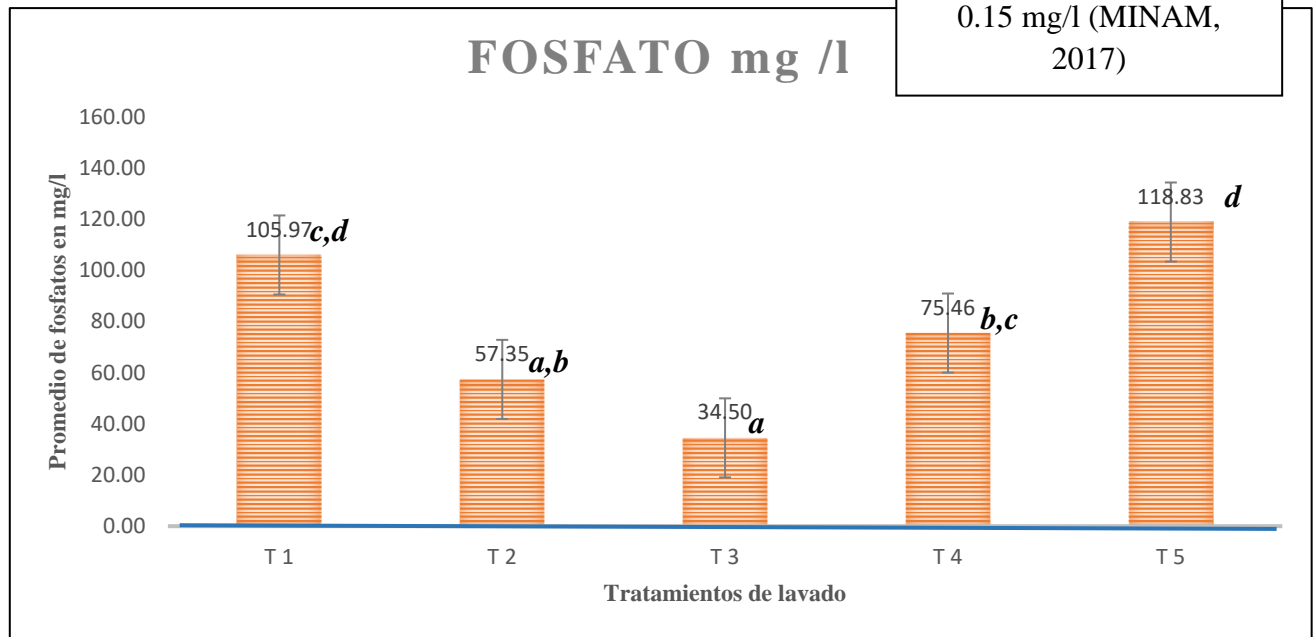


Figura 32. Grafica de nivel de Fosfatos en el Agua (mg/l)

Fuente: elaboración propia

En la figura 32 se puede observar los fosfatos en agua expresado en mg/L para cada uno de los tratamientos; donde el tratamiento 3 (134 g de detergente + 4 L de H₂O + 66 g de CSS) con un promedio de 34.50 mg/l presenta una diferencia significativa ($p < 0.05$) en comparación del tratamiento 5 (200 g de CSS + 4 L de H₂O) con un promedio 118.83.

Según Davila (2018), el uso masivo de detergentes fosforados (polifosfatos) ha sido la causa de un rápido enriquecimiento en fósforo en muchos lagos y gravísimos problemas de eutrofización. El fósforo soluble comprende fundamentalmente fósforo de ortofosfatos (fósforo que se encuentra en las rocas) y un poco de fósforo orgánico disuelto; en cambio el fósforo total incluye todas las clases de fósforo mineral y orgánico, el más usado para la creación de detergentes comerciales es el tripolifosfato sódico (TPFS) este funciona como coadyugante, (secuestrador de dureza para que el tensiactivo actúe), sus materias primas básicas son el ácido fosfórico (H₃PO₄) y una fuente de sodio, es un compuesto inorgánico además de ser un fosfato condensado obtenido por una reacción de condensación que implica una deshidratación de una mezcla de ortofosfatos (monosódico y disódico) (Romero, 2006), es decir que al encontrar fosfatos en agua pueden ser de dos tipos inorgánicos y orgánicos, esto con el

propósito de conocer la diferencia entre los fosfatos que posee un detergente natural comparado con un detergente comercial. En la figura 32, el tratamiento 5 es el que contiene gran cantidad de fosfatos, sin embargo, como es obtenido de una especie natural se puede concluir que son fosfatos orgánicos que presenta la especie para su crecimiento obteniéndola del suelo según el pH, lo que confirmaría la gran cantidad de DBO presente en la figura 31, los cuales servirían como nutrientes directos fáciles de disolver con ayuda del OD presente en el lago; sin embargo un compuesto inorgánico presenta otras características como por ejemplo el enlace que puede tener con otro compuesto químico, en donde se tendría que aplicar reacciones químicas para romper el enlace que tienen y que así el fósforo pueda ser removido.

Respecto al comportamiento de la figura 32 se puede inferir que el agregado de un detergente natural a un comercial puede producir una disminución significativa de fosfatos generando una reacción química entre estos, los cuales dependen tanto de en qué forma se presente los fosfatos tanto por el lado del detergente natural como comercial, poniendo al tratamiento 3 cerca al estándar permitido por MINAM.

Los fosfatos son la forma más común de encontrar el fósforo en el agua, se pueden encontrar en solución, en forma de partículas o detritus, o incluso en organismos acuáticos, los cuales vienen directamente de pesticidas o en nuestro caso de aguas con alta cantidad de detergentes; como se mencionó anteriormente el fósforo es la principal causa de la eutrofización que ataca directamente a los ríos y lagos de la población de Puno, su origen son las aguas grises generadas por el lavado con productos químicos tales como los detergentes, estos presentan cadenas largas de compuestos orto fosforados, o poli fosforados, en donde aparte del fósforo se puede encontrar anillos bencénicos en su composición, es por ello que existe una gran diferencia entre un detergente natural y uno comercial, si bien ambos presentan fosfatos, uno de ellos lo hace unido a una larga cadena en donde no solo se encuentran fósforo en si como elemento, sino que están unidos a otros elementos lo que a su vez forman los coadyugantes del detergente y unidos al tensioactivo rompen la suciedad de la ropa. En la figura 32 se puede observar que el promedio del tratamiento 1 y 5 presentan un alto contenido en lo que es fosfatos, sin embargo, cabe resaltar que, dentro de la normativa en

creación de detergentes, el fósforo no puede exceder del 1%, observando en la figura 32 que tanto el tratamiento 1 como el 5 tiene casi la misma cantidad de fosfato (Davila, 2018),.

Entonces:

Los ápices de la especie e incluso la especie en si tiene gran cantidad de fósforo que es esencial para el crecimiento de la misma, sin embargo, es fósforo netamente recuperable para ser utilizado como nutrientes en suelos escasos de este elemento ya que, al momento del filtrado para obtener el agua con detergente, la materia sólida que queda es utilizada como abono a las plantas y suelo del lugar, según los pobladores de la isla Taquile.

4.1.2.12. Nitritos en el agua (mg/L)

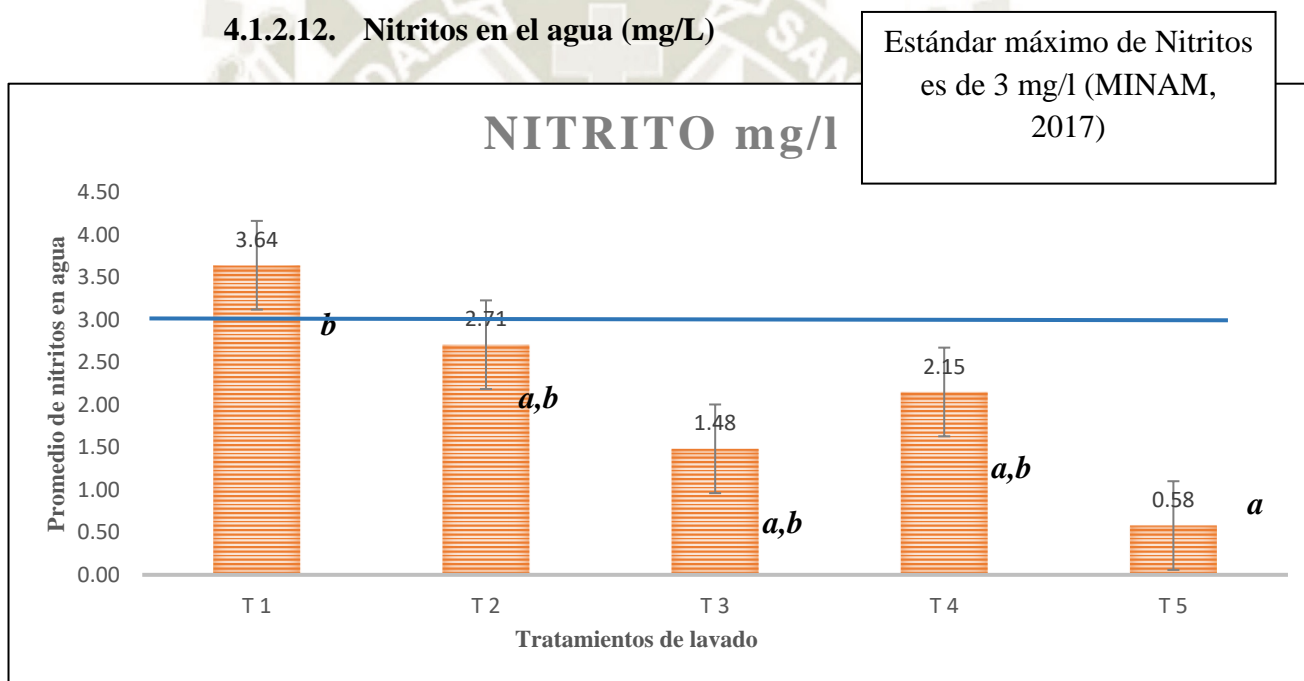


Figura 33. Grafica de Nivel de Nitritos en (mg/l)
Fuente: elaboración propia

En la figura 33 se puede observar los nitritos en agua expresado en mg/L para cada uno de los tratamientos; donde el tratamiento 1 (200g de detergente + 4 L de H₂O) con un promedio de 3.64 mg/l presenta una diferencia significativa ($p < 0.05$) en comparación del tratamiento 5 (200 g de CSS + 4 L de H₂O) con un promedio 0.58.

Como señala Idrugo (2015) las aguas contaminadas por nitratos y nitritos, son nocivos al ser humano en general, la existencia de nitritos en el agua se produce principalmente a raíz de fertilizantes nitrogenados, aguas residuales, heces

fecales de animales, etc., los cuales entran en contacto con cuerpos de agua oxidándose y pasando de amoníaco a nitratos y posteriormente nitritos. Con el fin de comprobar que el agua que se pretende potabilizar sea de alta calidad para el consumo humano se decidió medir la cantidad de nitritos presentes en esta ya que es un indicador de toxicidad para el ser humano debido a que en altas cantidades puede ser dañina para salud de la población y de la fauna lacustre.

En la figura 33 se observa que el tratamiento 1 supero el estándar según MINAM. Sin embargo, en los tratamientos 2, 3, 4, 5 la cantidad de nitritos es baja por lo que puede ser óptima para el consumo humano sin necesidad de un tratamiento, (hablando propiamente de este parámetro). En decir, la medición de nitritos en el agua nos indica el nivel de toxicidad que puede tener el agua residual, además de la recuperación de nitrógeno que en este caso no es significativo, debido a los niveles bajos que presenta, descartando al nitrógeno como contribuyente para la eutrofización en el caso de detergente comercial y una agregado natural o solo detergente natural.

4.1.2.13. Sulfatos en el agua (mg/L)

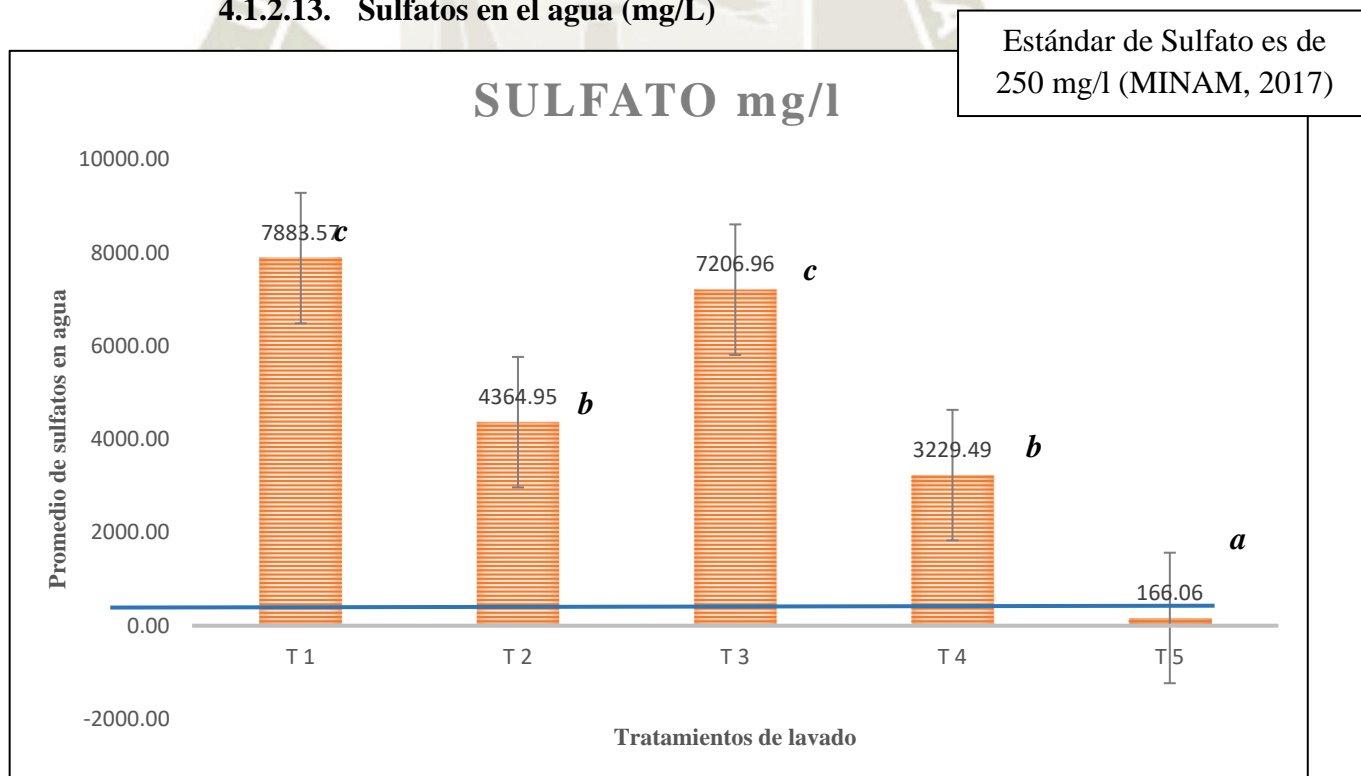


Figura 34. Grafica de Nivel de Sulfatos en el Agua en (mg/l)
Fuente: elaboración propia

En la figura 34 se puede observar los sulfatos en agua expresado en mg/L para cada uno de los tratamientos; donde el tratamiento 5 (200 g de CSS + 4 L de H₂O) con un promedio 166.06 presenta una diferencia significativa ($p < 0.05$) en comparación de los demás tratamientos.

Los sulfatos son parámetros muy importantes cuando se habla de aguas grises, ya que uno de los principales tensioactivo que tiene un detergente está compuesto por sulfatos, como se mencionó anteriormente, difíciles de biodegradar y además tóxico; conocido como “Linealquil benceno sulfato (LAS)” (Mendoza, 2018). Es por ello que un detergente común no es biodegradable a comparación de la especie la cual no posee grandes cantidades de sulfatos.

Al igual que los fosfatos (nutriente) una causa directa de contaminación por detergentes es la de sulfatos, que presentes en un detergente comercial cual sea su caso no vendrán solos, sino estará unido a un benceno y otros compuestos los cuales le dan las propiedades características al detergente que es el de remover la suciedad. (Illana, 2014). Además de tener una característica común de ser un tensioactivo, es un auxiliar de presentación lo que quiere decir que ayuda al tensioactivo a que posea su cualidad adicional, en el caso de los detergentes comerciales usados tenemos el de sulfato sódico. Entonces se podría considerar a los sulfatos como el primer causante de cuerpos de agua, impidiendo el intercambio de oxígeno y generando un ecosistema infértil (Autoridad Nacional de Agua, 2017).

El sulfato en contacto con cuerpos de agua y otros minerales hace que esta pierda sus propiedades y pase a ser un agua dura perjudicial para la flora y fauna, por lo que se necesita un tratamiento exhaustivo, para poder recuperarla, es por ello que si existe una gran cantidad de sulfatos en agua puede ser casi imposible purificarla, teniendo que recurrir a tecnologías más avanzadas y costosas para su recuperación (Mendoza, 2018).

En la figura 34 se observa un comportamiento descendiente en cuanto a la cantidad de sulfatos que presenta el agua, en donde el tratamiento 1 supera el estándar a comparación de los demás tratamientos cambiando las propiedades del agua y acabando con la vida acuática, con la vida acuática

inmediatamente, en este tratamiento es imposible que llegue a existir un intercambio de oxígeno debido a que el componente LAS contamina el agua de forma inmediata.

El tratamiento 2 desciende debido a que se junta proporcionalmente ambos detergentes tanto el natural como el comercial; luego vuelve a ascender en el tratamiento 3 por agregar una concentración más alta de detergente comercial; lo que indica que la especie *Colletia spinosissima* tiene la propiedad de disminuir la cantidad de sulfatos presente en el agua lo que puede generar que se convierta en un agregado útil para la creación de un nuevo detergente ecológico.

Entonces, un detergente comercial posee una gran cantidad de sulfatos no biodegradables, es por ello que el fenómeno de eutrofización se acelera, el contacto directo con el cuerpo receptor genera que microorganismos consumidores de materia orgánica o nutrientes dejen de actuar eficazmente, debido a que los sulfatos son muy agresivos al momento de la contaminación matando la biodiversidad acuática y generando un ecosistema pobre.

4.1.3. DISEÑO DE UN SISTEMA SUSTENTABLE DE POTABILIZACIÓN Y RECIRCULACIÓN DE AGUA (ETAP)

4.1.3.1. Parámetros de medición y tratamientos escogidos

Una vez realizado el análisis de la composición de agua con detergentes naturales, comerciales y agregados. Se tiene que tener en cuenta aquellos tratamientos que son significativos positivamente, ya que a raíz de estos se propondrá un diseño para purificar el agua llegando a categoría 1. Para esto se decidió tomar como base para el diseño de la ETAP, el tratamiento 5 (solo de *Colletia spinosissima*) ya que a raíz de este funcionan los agregados con detergente comercial, encontrado en algunos tratamientos diferencias significativas, mientras que en otros no, y agrupando los parámetros con semejantes características según el tratamiento de purificación del agua que se desea implementar y los que sean necesarios para llegar a la categoría deseada; de la siguiente manera:

- pH y orp (mv): tratamiento de filtro neutralizante

- Conductividad Eléctrica, total de sólidos disueltos (TDS), salinidad (sal), demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅): tratamiento de osmosis inversa
- Fosfatos: tratamiento biológico.

Para el diseño de una ETAP se tiene que tener en cuenta la cantidad de agua que sale de las lavanderías (caudal), a partir de esto se podrá calcular la cantidad de agua que entra sobre la unidad de tiempo y el tamaño que se necesita para el diseño de infraestructura propiamente dicho.

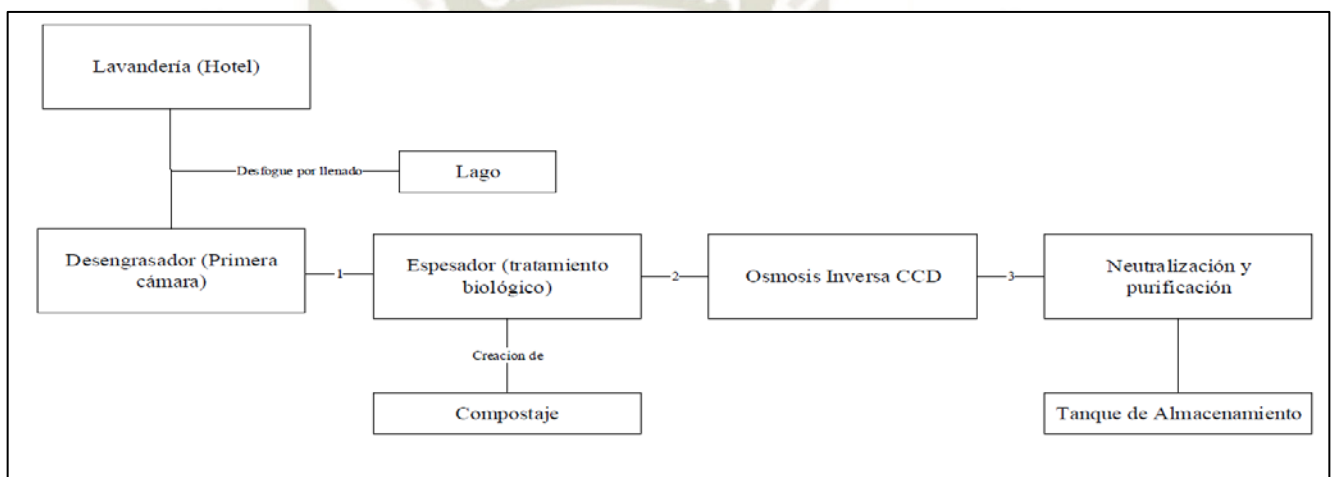
Cada uno de los hoteles genera diferentes cantidades de efluentes debido a la época del año en el que se encuentre existiendo menor demanda de hoteles, en los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo y aumentando en los meses de junio, julio, agosto y septiembre (Gonzales, 2013).

4.1.3.2. Descripción de la ETAP

Para el diseño de la ETAP (Anexo 6) en cada uno de los hoteles se conectaría el cuarto de lavado con una tubería subterránea, la cual llegara desde el área de lavandería hasta la primera entrada de la ETAP en la parte baja del hotel, según las características de cada uno; manteniendo la tubería bajo el suelo acoplado a una primera cámara y una conexión de desfogue, este último en caso el agua tiende a llenar la primera cámara, el sistema automáticamente botara el agua hacia el jardín (como se escogió el tratamiento 5 de solo *Colletia spinosissima*, no contaminara el suelo), al generar un sistema subterráneo se mantendrá la armonía del paisaje y será más fácil la conexión; este sistema tendrá diferentes cámaras empezando por un pre tratamiento de desengrasado - sedimentación, luego proceder con un tratamiento biológico para recuperar el fósforo y nitrógeno si fuera necesario, para terminar con un filtro neutralizante. La presión del caudal será regulado por una bomba el cual permitirá regular la velocidad con la cual el agua realizara cada uno de los tratamientos, además de existir sensores de monitoreo para ciertos parámetros según se implemente los diferentes tratamientos; luego existirá una segunda cámara en donde se aplicara el tratamiento biológico el cual será explicado más adelante, este tendrá otra conexión para la recuperación del fósforo, es decir; el agua pasara a la siguiente cámara mientras el fósforo será retenido

para ser extraído y usarlo como materia orgánica y creación de compostaje; por último y en la tercera cámara se aplicara osmosis inversa y regularización del pH . Una vez el agua sea la óptima para el consumo humano y luego del monitoreo en la tercera cámara, existirá la conexión de salida hacia el tanque de agua; todo este sistema será dirigida mediante una bomba la cual va a regular la velocidad con que el agua pasa por cada una de las cámaras y llega directo hacia el tanque de agua potable, la cual servirá como depósito de agua lista para ser usada (Gonzales, 2013).

DIAGRAMA DE LA ESTACION DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE



Fuente (elaboración propia)

4.1.3.3. Creación y ubicación de la ETAP

Para la creación y ubicación de la ETAP es necesario tener en cuenta los siguientes:

- Impacto en el paisaje
- Tipo de suelo
- Otras consideraciones particulares:
 - Costos de inversión y operación
 - Clima
 - Nivel socioeconómico de los usuarios (sostenibilidad financiera)

4.1.3.3.1. Impacto del Paisaje

El proyecto va dirigido a minimizar el impacto ambiental que generaría una PTAR a grande escala; debido a que el paisaje es uno de los grandes atractivos de la ciudad de Puno se propone que la ETAP se encuentre debajo de la tierra ya que la cantidad de agua que entraría de manera no constante, se monitorearía de manera más práctica, así como también la recuperación del fosforo que servirá como base para la creación de compostaje gracias al tratamiento biológico.

4.1.3.3.2. Tipo de suelo

El suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. Las plantas y animales que crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos por los microorganismos, transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo.

El tamaño de las partículas minerales que forman el suelo determina sus propiedades físicas textura, estructura, porosidad y el color. Según su textura podemos concluir que el tipo de suelo es arenoso (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2019).

4.1.3.4. Tratamientos utilizados para la obtención de agua potable:

4.1.3.4.1. Pre tratamiento:

a. Desengrasador - sedimentador:

El diseño de una trampa de grasas está hecho para separar físicamente la grasa o espumas además de remover partículas con peso específico; se retirarán grasas, aceites, espuma y otro material flotante que pueda causar interferencia en los tratamientos posteriores y que incluso (como el caso de la grasa) podrían promover la aparición de organismos filamentosos causantes del deterioro de los reactores biológicos.

La forma en la que trabaja es debido a que el agua va más lentamente y las partículas de grasa o la espuma, al ser más ligeras que el agua se juntan y flotan yéndose hacia arriba de la caja o trampa, donde son contenidas. Por otro lado, las partículas sólidas se van al fondo del

tanque por ser más pesadas que el agua. La efectividad de las trampas de grasa se debe a que, dado que la grasa flota y se va hacia arriba y las partículas sólidas se van al fondo, el orificio de salida está más hacia el centro de la trampa evitando así que la grasa y los sólidos salgan. La efectividad aumenta, debido a que el recorrido de “sube y baja” el flujo del agua interiormente va lentamente por lo cual hace más efectiva la separación (Helve , 2019).

Si bien el proceso no es complicado las aguas residuales obtenidas del proceso de lavado de los hoteles puede contener ciertos contaminantes como grasas o espumas en el caso del detergente (siendo la especie *Colletia spinosissima* la que genera menos cantidad de espuma).

El proceso para el sedimentado y retención de espumas según la cantidad del caudal que entre puede demorar de 2 a 3 horas, ya que es un sistema lento pero eficaz.

b. Diseño:

Para el diseño propiamente dicho del desengrasador - sedimentador, se tiene presente una tubería de aireación antes de la entrada a la cámara, la cual servirá para el escape de gases, por el tratamiento en bajas cantidades (no generará malos olores ni gases contaminantes). Las medidas de la cámara serán de acuerdo a la cantidad de agua que ingrese por día, debido a que como es la primera cámara del sistema albergara gran cantidad de agua en reposo para empezar con el tratamiento propiamente dicho.

La cámara sedimentadora estará sellada, pero cuenta con una tapa fácil de sacar para realizar el mantenimiento adecuado, hecha de acero inoxidable lo cual permitirá que no exista percolación del agua hacia el subsuelo; dentro de la cámara existe un sistema de “sube baja” para que sea más óptimo el tratamiento permitiendo que la grasa y espuma se queden en la parte superior, mientras que en la parte inferior se encontrara una “bandeja” en la cual se deposite todo el material pesado, fácil de extraer para el mantenimiento de la cámara. La tubería de salida estará conectada desde la mitad de la cámara de manera subterránea la cual alimentará a la segunda cámara, en la figura 36 se muestra el diseño interno del desengrasador.

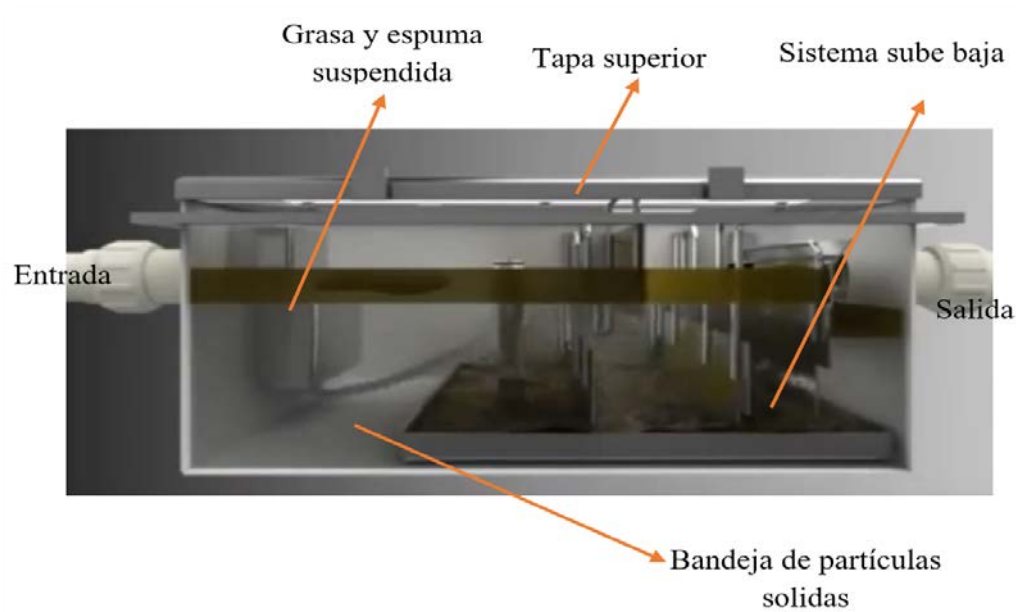


Figura 35. Diseño interno del desengrasador y retenedor de espumas
Fuente: Helve (2019)

4.1.3.4.2. Tratamiento primario

a. Remoción de nitratos y fosfatos por cepas nativas de *Chlorella sp.* (Chlorellaceae) inmovilizadoras.

La remoción de nutrientes en aguas residuales mediante microalgas es un método eficiente y productivo, en la que, a la par de la oxigenación los cuerpos de agua, la biomasa obtenida puede ser utilizada como materia prima en diversas industrias (Ávila et al., 2018). Para el tratamiento realizado de aguas grises en los hoteles de la bahía del Titicaca, se tomó un modelo experimental introducido por primera vez en el Perú, el cual consta de dos cepas nativas: la *Chlorella sp.* (Chlorellaceae) y *Chlamydomonas sp.* (Chlamydomonadaceae) libres e inmovilizadas, las cuales al comprender el funcionamiento de ambas y la remoción que cada una aportaba a un tratamiento de biorremediación se escogió la cepa inmovilizadora de la *Chlorella sp.* (Chlorellaceae) (Ávila et al., 2018).

Chlorella, es un alga verde unicelular perteneciente al reino Protista como se muestra en la en la figura 37 tiene forma esférica, su diámetro es de 2 a 10 μm , no posee flagelo y se encuentra presente en la mayoría

de los cuerpos de agua dulce. La *Chlorella* conocida popularmente como Clorela contiene los pigmentos verdes fotosintetizadores clorofila a y b en su cloroplasto. Para su cultivo se utiliza además la urea, la cal, el fósforo. (Ecured, 2019) Sirve como excelente fuente masiva de alimentación en países como Japón (Ávila et al., 2018).

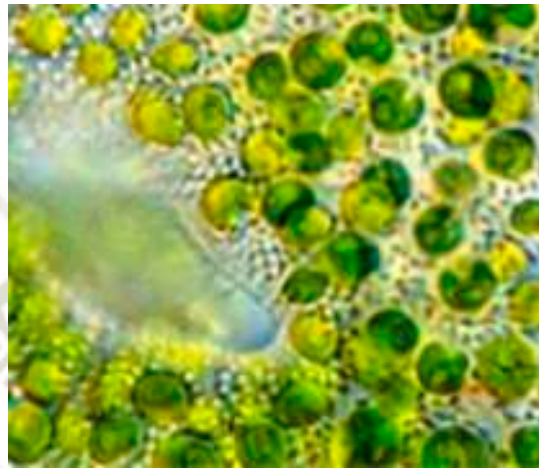


Figura 36. *Chlorella sp.*
Fuente : Ecured (2019)

i) Inmovilización

Las cepas de *Chlorella sp.* o *Chlamydomonas sp.* en MBB (15 ml) fueron mezcladas con 60 ml de una solución de alginato de sodio (Solegraells) al 4% previamente esterilizada en autoclave (Ávila et al., 2018).

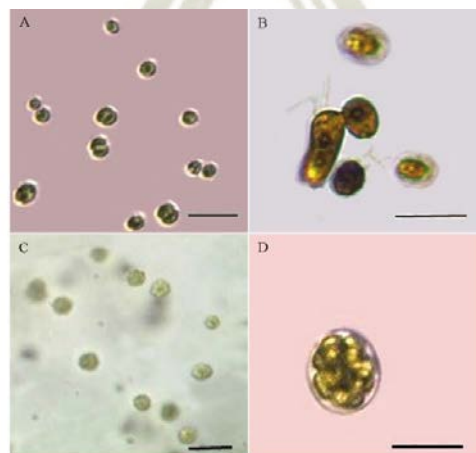


Figura 37. Formación de discos de ambas cepas *Chlorella sp.* o *Chlamydomonas sp.*
Fuente: Avila et al. (2018)

ii) Remoción de fósforo y nitrógeno

En cuanto al diseño experimental de la investigación para la remoción de fósforo y nitrógeno de ambas cepas (*Chlorella* sp. o *Chlamydomonas* sp.) se obtuvieron los siguientes resultados según la figura 39 (Ávila et al. 2018).

Tratamientos	% remoción			
	0-1		0-10	
	N-NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	N-NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻
<i>Chlorella</i> sp. libre	1,14±0,81 ^a	2.36±4.10 ^a	71,25±10,50 ^a	83,69±1,85 ^a
<i>Chlorella</i> sp. inmovilizada	63,41±4,15 ^b	75,69±4,63 ^b	55,75±12,74 ^b	81,55±2,37 ^a
<i>Chlamydomonas</i> sp. libre	59,49±6,41 ^c	74,87±4,38 ^b	75,08±2,32 ^a	82,11±1,81 ^a
<i>Chlamydomonas</i> sp. inmovilizada	53,11±1,56 ^c	80,10±2,19 ^b	67,05±7,92 ^b	78,38±2,79 ^b

Figura 38. Porcentaje de remoción y recuperación de fósforo y nitrógeno
Fuente: Ávila, et al. (2018)

iii) Beneficios de la cepa *Chlorella* sp. inmovilizada:

- Fácil extracción y minimización de la proliferación obteniendo un alto porcentaje de remoción de fosfatos, el cual se va incrementando hacia los 10 días.
- Su aislamiento es más fácil debido a que se encuentra dentro del mismo lago.
- El tiempo de remoción es menor ya que solo necesita de un día para ello.

b. Diseño:

El diseño de una segunda cámara es diferente ya que se trata de una biorremediación en donde necesita oxígeno; fuera de la obtención de las cepas en laboratorio y la formación de discos aproximadamente el tiempo de cultivo e inmovilización es de 2 a 3 días. El diseño hidráulico propiamente dicho es parecido a un espesador.

Dicho “espesador” como se observa en la figura 40 se encuentra al ras del piso, lo que proyectara una imagen de estanque sin perjudicar el paisaje; esta cámara es de material de acero inoxidable sin tapa (tratamiento aeróbico) debido a que los disco necesitan oxígeno para realizar el tratamiento, dicho tanque es de forma cónica, es decir que existirá una tubería de salida en la parte de abajo del tanque, siendo este de forma circular, existiendo dentro de ellas dos paletas las cuales se encontraron en movimiento rotatorio para que existe intercambio aireación dentro del tanque; de la misma manera estas paletas estarán conectadas a dos pistones los cuales con ayuda de una UPH (unidad de potencia hidráulica) cumplirán otra función fuera de proporcionar ventilación al tratamiento, sino que también una vez cumplido las 24 horas de tratamiento desplazara a las discos contenidos con el 75% de fosforo y 63% de nitrógeno para ser usados como compostaje debido al gran contenido de nutrientes obtenidos en este proceso (Mota et al., 2004).

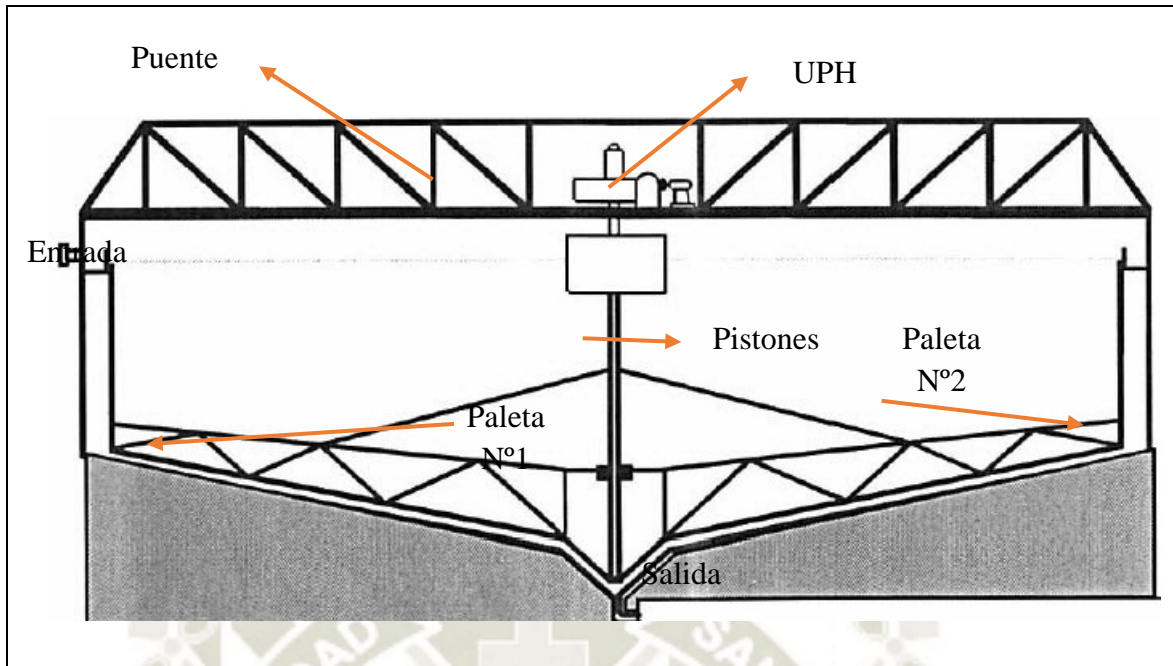


Figura 39. Tanque de tratamiento biológico
Fuente: Elaboración propia

c. Generación de compostaje

Con los restos de las micro algas cargadas de nutrientes como fósforo y nitrógeno se podrá generar compostaje, además para realizar un compostaje rico en materia orgánica se añadirá restos de comida de la cocina, por ejemplo: cáscaras de huevo, fruta y vegetales, posos de café e infusiones, etc. sobre todo considerando que existen bufets a la hora del desayuno, y almuerzo lo que genera bastantes restos de comida que los hoteles desechan directamente a la basura; además cada hotel de la bahía cuenta con grandes áreas verdes de jardines y plantas los cuales se pueden usar restos de hojas y vegetales o poda de jardín los cuales pueden ser agregados también a la pila de compostaje.

El compost es el producto de la descomposición natural de la materia orgánica hecha por los organismos descomponedores (bacterias, hongos) y por pequeños animales detritívoros, como lombrices y escarabajos. Dicha materia orgánica es degradada para convertirse en humus (Mota et al., 2004).

i) Beneficios de hacer compostaje

- El uso de una buena cantidad de compost en el jardín o huerto mejora considerablemente las características del suelo, evitando la necesidad de usar fertilizantes químicos, pesticidas y además ahorra bastante agua de riego, lo que hace el producto cultivado más sano.
- Los residuos orgánicos (sustancias de los restos de jardín y cocina y la recuperación de micro algas) constituyen entre el 40 y 50 % de los residuos que se generan dentro de los hoteles. Su recogida y acumulación en vertederos a menudo producen fenómenos de contaminación, como las emisiones de metano.
- El compost es un proceso fácil de hacer y con un coste económico mínimo comparado con otros sistemas de tratamiento de los residuos.
- El compostaje fresco, distribuido en capas de 5 cm sobre la tierra es excelente para su protección de los cambios de temperatura y de la sequedad, esta técnica se llama acolchado y el compost al integrarse en el terreno consigue mejorar las características del suelo, a la vez que ahorra agua y controla el crecimiento de malas hierbas.
- El compost maduro, aunque se puede utilizar para acolchar, sobre todo es un óptimo humus fertilizante para utilizar en macetas, césped, setos y huertos, ya que aporta elementos minerales como fosforo, nitrógeno, calcio, etc. Los mismo que se obtendrán de los discos formados con micro algas, además del material particulado que se encontró en la primera cámara, la sedimentación es materia orgánica que aportaría a la creación del compost (Mota et al., 2004).

4.1.3.4.3. Tratamiento secundario

a) Osmosis Inversa

La ósmosis inversa es una técnica de desmineralización basada en membranas y usada para separar sólidos disueltos, tales como iones, de

una solución. Las membranas en general actúan como barreras permeables selectivas que permiten que algunas sustancias (como el agua) permee a través de ellas mientras retiene otras sustancias disueltas (como iones), este proceso ofrece una filtración muy fina rechazando la mayoría de los sólidos disueltos y suspendidos, materia orgánica, sales, sólidos totales entre otros; al tiempo que impide el paso de bacterias y los virus, obteniendo agua pura y esterilizada (Diseño y soluciones sostenibles, 2019). Todo este proceso puede llegar a obtener agua “aceptable” según los parámetros anteriormente medidos.

La osmosis inversa es el proceso de transferir solventes a través de una membrana semipermeable desde una disolución concentrada o diluida. La mayor parte de la energía en un sistema de este tiempo es usada para la bomba de agua que hace fluir el agua por las membranas y vence la presión osmótica necesaria para hacer fluir el agua a través de la membrana semipermeable (Vazquez, 2017).

La membrana filtrante son la clave y responsables de separar las sales del agua. Dicha membrana puede considerarse como filtro molecular, el tamaño de los poros de este filtro es extremadamente reducido (Diseño y soluciones sostenibles, 2019), por lo que es catalogado como micro filtración teniendo un tamaño de $0,1 - 10 \mu\text{m}$ (Cordorchem envitech, 2018), por lo que se requiere una presión considerable para hacer pasar cantidades de agua a través de ella (Diseño y soluciones sostenibles, 2019).

Para comprender la presión osmótica, consideremos un recipiente con agua en forma de “U” y una membrana semipermeable en medio del contenedor como se muestra en la figura 41. El nivel del agua en ambos lados del contenedor será igual. Si añadimos sales a un lado del contenedor el agua fluirá a través de la membrana semipermeable para establecer un equilibrio iónico entre los dos lados del recipiente. La presión diferencial de la columna de agua formada por este proceso es llamada presión osmótica. También podemos definir esta presión como la presión requerida para restablecer el nivel de ambos lados del contenedor forzando agua a través de la membrana semipermeable (Vazquez, 2017).

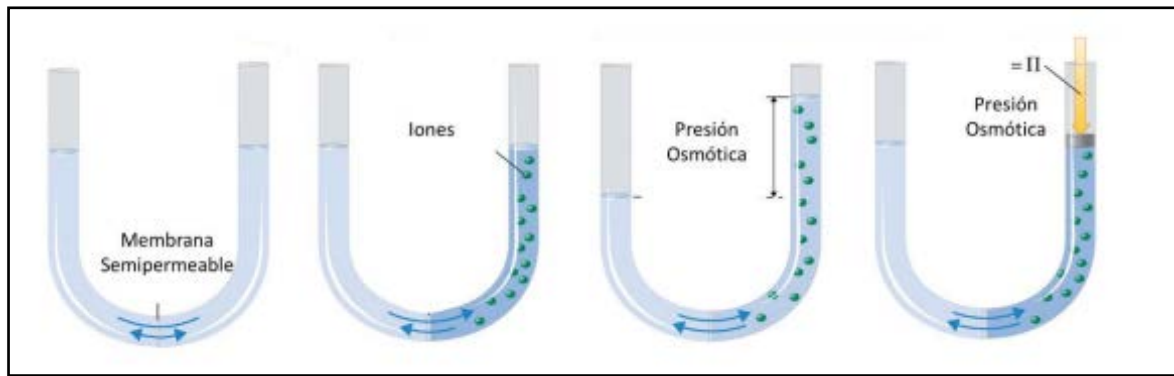


Figura 40. Modelo de funcionamiento de la presión osmótica
Fuente: Diseño y soluciones (2019)

i) Agua rechazada

Un gran porcentaje (50-90%) del agua de alimentación no pasa por la membrana, pero corre del otro lado, limpiando el agua continuamente y trayendo los sólidos inorgánicos y orgánicos para drenarlos. Esa agua se llama agua "rechazada" (Diseño y soluciones sostenibles, 2019).

Factores importantes del agua de alimentación

Los factores más influyentes que pueden cambiar la operación de un equipo de osmosis inversa y por consecuencia su eficiencia son (Vazquez, 2017).

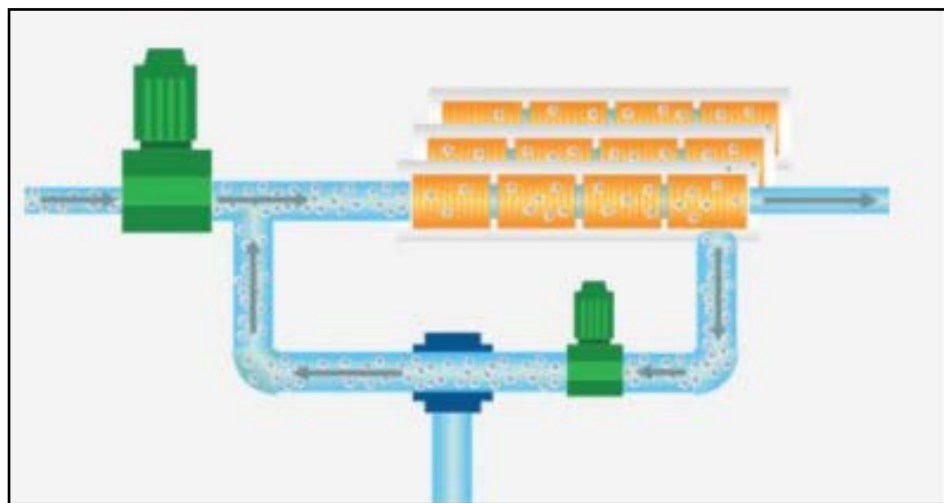
- Presión. - La presión del agua de alimentación afecta la cantidad y la pureza del agua producida por la ósmosis inversa. Baja presión del agua de alimentación causa baja corriente y baja pureza (Diseño y soluciones sostenibles, 2019).
- pH – El pH del agua afecta cuán soluble son algunos de los compuestos que están presentes en el agua.
- Temperatura – La temperatura está directamente relacionada con la viscosidad del agua, y con la capacidad de disolución que tendrá. A mayor temperatura del agua menor la viscosidad y mayor la capacidad disolutiva, hasta un punto, ya que las membranas están hechas de polímeros que pueden sufrir alteraciones a altas temperaturas. La temperatura máxima promedio de operación de una osmosis es de 40°C (Vazquez, 2017).

- Viscosidad – La viscosidad del agua depende en gran parte de la temperatura y de los elementos disueltos en ella, a mayor viscosidad la presión de operación deberá incrementar y así la energía usada será mayor.
- Solubilidad máxima – En aguas con concentraciones altas de un compuesto, el porcentaje de eficiencia se ve limitado por éste, ya que el agua alcanzará el punto de solubilidad máximo de ese compuesto a un porcentaje bajo de recuperación, es por ello que un tratamiento previo a este fue la recuperación de fósforo y nitrógeno. Por este motivo se debe controlar el pH y la temperatura para maximizar la saturación de los componentes (Vazquez, 2017).
- Turbidez. - La turbidez es la medida que sirve para detectar las partículas suspendidas (Diseño y soluciones sostenibles, 2019).

b) Diseño

El diseño para aplicar la tecnología de una osmosis inversa de circuito cerrado o conocida como CCD presenta una gran mejora respecto al osmosis convencional. La mayor diferencia entre los dos sistemas es el tipo de operación; la osmosis convencional opera en un régimen constante, mientras que la CCD opera en un régimen variable cíclico, este cambio permite alterar el arreglo de las membranas del osmosis y mejora el rendimiento de las membranas, al sufrir desgaste como mencionamos anteriormente como las obstrucciones e incrustaciones. La recirculación y operación del sistema en régimen cíclico permite que el sistema no tenga una “cabeza” ni una “cola. Así las membranas se desgastan de igual forma a lo largo del sistema, desgastándose por ensuciamiento en la primera parte del ciclo y por incrustación al final del ciclo, incrementando la vida útil de las membranas y el porcentaje de recuperación del sistema (Vazquez, 2017). El sistema de CCD consiste en recircular el agua de rechazo generada por la osmosis inversa. De manera similar a sistemas de filtración común, el sistema opera con un flujo constante de entrada y salida durante la operación normal. Cuando el sistema ha acumulado una cantidad predefinida de

contaminación, el equipo vacía el agua como agua de rechazo y reinicia el ciclo de operación como se muestra en la figura 42.



*Figura 41. Arreglo del sistema de osmosis CCD,
Fuente: Vazquez (2017)*

Al tener una recirculación de flujos y trabajar a presiones variables, se pueden acomodar las membranas de forma paralela, lo cual disminuye la presión máxima requerida por la bomba y disminuye el consumo energético. A su vez, tener un sistema cíclico permite un aumento de flexibilidad, ya que, si hay un cambio en el agua de entrada, el sistema puede extender o disminuir la duración de sus ciclos, de lo contrario un cambio en la calidad de agua en una osmosis convencional suele empeorar el rendimiento de las membranas.

Este ajuste también ayuda a incrementar el rango de calidades que puede manejar la CCD en comparación a una Osmosis inversa convencional. De haber un cambio en la calidad de agua de entrada, la CCD puede ajustar la duración de los ciclos del sistema para aumentar la eficiencia o no dañar las membranas, según sea el caso (Vazquez, 2017).

i) Tipos de Membrana

El desempeño de los sistemas de los sistemas de RO está caracterizado por dos parámetros: flujo de permeado y rechazo de sales. Este desempeño depende del material y estructura de la membrana (Diseño y soluciones sostenibles, 2019).

ii) Materiales de membranas

Los materiales más comunes son el acetato de celulosa (y sus derivados) y las poliamidas aromáticas (referidos como compuestos de película delgada). Principalmente debido a las mejores características de rechazo y a las menores presiones de trabajo, las membranas compuestas de película delgada son más usadas en las aplicaciones de tratamiento de agua. La excepción son las aplicaciones con fuentes de agua ricas en orgánicos, para las cuales las membranas de acetato ofrecen significativos beneficios en términos de limitada bio-obstrucción de la membrana, limpieza y pre-tratamiento necesario (Diseño y soluciones sostenibles, 2019). Es por ello que se eligió la membrana de acetato la cual trabaja a un pH entre 4 y 6 sin tener que modificarlo para el tratamiento.

MEMBRANAS DE ACETATO DE CELULOSA

Las características predominantes de las membranas de acetato de celulosa (Cellulose Acetate) son:

- La morfología relativamente lisa de la superficie de la membrana ofrece alguna protección contra la obstrucción ya que no hay espacios muertos en la membrana donde los materiales incrustantes pueden ser atrapados.
- La carga neutra de la superficie minimiza el potencial de obstrucción con polímeros catiónicos que puedan ser arrastrados desde el pre-tratamiento.
- Capacidad de tolerar hasta 1 ppm de cloro libre de forma continua ofrece alguna protección contra el crecimiento biológico en la membrana. Esto es particularmente importante porque los polímeros de CA en sí mismos suministran nutrientes para la población microbiana, que a su vez metabolizan el polímero y degradan la membrana (Diseño y soluciones sostenibles, 2019).
- La temperatura está limitada a 35°C
- El pH de operación está limitado de 4 a 6

- La presión de operación está en el rango de 200 a 400 psi (presiones superiores pueden producir la compactación de la membrana, aplastándola y haciendo por tanto más densa).
- El rechazo de sales varía según se use una membrana “estándar” o una membrana de alto “rechazo”. El rechazo de sílice es solamente del 80% (Diseño y soluciones sostenibles, 2019).

iii) Ventajas

- Una muy alta tasa de rechazo para una amplia gama de contaminantes, eliminando la materia orgánica en un 99%
- Muy rentable en el largo plazo; bajo costo por como 5 centavos de dólar por galón de agua pura, viable económicamente.

iv) Desventajas

- Requiere de pre-filtración de sedimentos y de carbono pre-filtración (generalmente incluido como parte del sistema) para evitar que la membrana se obstruya. Es por ello que se realizaron dos tratamientos previos antes de aplicar este.
- Como la ósmosis inversa trabaja en contra de la presión osmótica estándar, el proceso es bastante lento en general (Diseño y soluciones sostenibles, 2019).

4.1.3.4.4. Tratamiento terciario:

a) Filtro neutralizante

Un filtro neutralizante es un método muy eficaz para la corrección del pH en los sistemas de agua potable. Estos filtros están equipados con minerales de calcita, caliza o magnesia que liberan cantidades calculadas de calcio o magnesio en el sistema de agua para garantizar un aumento del pH en los niveles ácidos a niveles neutros o alcalinos. Estos filtros neutralizantes también reducen el riesgo de lixiviación de cobre y plomo de los equipos de fontanería en la corriente de agua potable (Tripathi, 2018).

Uno de los métodos más convenientes para elevar el pH es utilizar una calcita (CaCO_3) siendo uno de los minerales más abundantes sobre el planeta, es un mármol blanco aplastado y tamizado que puede usarse de forma económica para neutralizar aguas ácidas o de bajo pH. Un filtro

de calcita aumentará el pH del agua a alrededor de 7.0 y agregará 1-3 granos de dureza (30 a 50 ppm de dureza) dependiendo del nivel de alcalinidad y la cantidad de calcio y magnesio del agua. Cuando las rocas de sal se agregan al agua, las rocas dejan de disolverse cuando el pH del agua llega a 7.0. Cuando toda la calcita se ha disuelto, eso significa que es hora de agregar más (Quimtia Industrial, 2018).

b) Diseño

Esta cámara esta partida en 2 de igual medida; en la primera mitad existe el filtro neutralizante armado en una cestilla de acero inoxidable en el cual se coloca en filtro con un gancho en el extremo de arriba para cambiarlo, teniendo en cuenta que en esta primera mitad la cámara esta sellada y solo se puede sacar la rejilla para cambiar el filtro. En la otra mitad la cámara estará vacía la cual al estar llena se aplicará 3 ppm de cloro para la purificación, una vez aplicado el cloro el agua ya tratada será enviada para llenar los tanques de reserva que ya se tiene dentro de cada hotel para reservar agua durante todo el día por el corte.

Toda la estación depuradora que se diseñó para la potabilización de agua, aportara un sistema coeficiente con a cada uno de los hoteles que se encuentran en la bahía e incluyo el modelo puede ser rediseñado con los mismos principios según la cantidad de agua que se genera en el área de la lavandería de cada hotel, como se muestra en el siguiente esquema el cual simplifica toda la operación (Quimtia Industrial, 2018).

4.1.3.5. Beneficios Ambientales de una ETAP

- Recuperación y generación de agua potable a un 98% para cada uno de los hoteles de la bahía Interior de Titicaca.
- Diseño Ecoeficiente, no afecta las características del paisaje.
- Alto recuperación de nutriente y biomasa para la fabricación de compostaje.
- Viable a largo plazo, ya que no se genera un significativo impacto al ecosistema (Tripathi, 2018).
- Bajo consumo energético.

4.1.1. PROPUESTA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE *Colletia spinosissima*

Si bien puede existir setos combinados, en donde puede existir más de una especie. En particular cada uno de los setos que se pone para cercos de casas o jardines es diferente según la especie que se desea tener. Para el proyecto de setos vivos en el Titicaca, se utilizará la misma especie de forma que se recupere la especie extraída para el detergente natural; si bien al momento de extraer la especie solo se necesita los ápices, al momento de producción se necesitará gran cantidad de la especie por lo cual se plantea lo siguiente (Fernández, 2019).

4.1.1.1. Seto Vivo de *Colletia spinosissima*

Como se muestra en el anexo 7, se utilizará la especie como cerco para las casas que se encuentran en la isla Taquile lo que trae muchos beneficios para la isla.

- Protege y delimita el terreno de cada uno de las familias dentro de la Isla, esto con la finalidad de no utilizar materiales como cemento o ladrillos y generar muros ecológicos (Fernández, 2019).
- Pone como primer productor de detergente en Puno a la Isla Taquile, dándole ingresos y mejoras en el turismo como sistema ecológico junto con las ETAP en la bahía del Titicaca, cumpliendo con el objetivo número 12 de desarrollo sostenible el cual indica que se debe garantizar las pautas de consumo y de producción sostenibles (Asamblea General de las Naciones Unidad, 2015).
- Amortigua el frío en el invierno y el calor en el verano, debido a que la especie retiene eficazmente la humedad y los vientos, consumiéndolos y usándolos de modo provechoso en su crecimiento (Fernández, 2019).
- Conserva a la especie en un adecuado desarrollo sostenible, cumpliendo el objetivo número 15 de desarrollo sostenible el cual indica, proteger, restaurar y promover la utilización sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar de manera sostenible los bosques, combatir la desertificación y detener y revertir la degradación de la tierra, y frenar la pérdida de diversidad biológica (Asamblea General de las Naciones Unidad, 2015).

- Un seto diseñado con la especie *Colletia spinosissima* aportara refugio para la micro fauna, debido a que dentro de esta especie puede albergarse un sin número de animales tales como: insectos, arácnidos, entre otros que generan una simbiosis con la especie (Fernández, 2019).
- Puede ahuyentar a animales como perros o gatos los cuales dentro del lugar pueden ser molesto debido a que dejan sus desechos cerca a sus casas.

Para la creación de un seto es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- La plantación de un seto tiene que ser complementario con un muro o vallado dependiendo del área y la altura de la casa.
- Debe adaptarse a la selección (altura) según la especie o especies, en este caso la *Colletia Spinosissima* es un arbusto optimo ya que alcanza casi los dos metros lo cual es muy provechoso ya que las casa que se encuentran en la isla son de un Piso como se muestra en el Anexo 7.
- La creación de estos setos se debe al detergente obtenido en polvo, es decir al crear el detergente natural de la especie *Colletia spinosissima* queda un producto (especie) difícil de triturar la cual puede usarse como semillas ya que son duras y tienen sus características, además la masita que queda cuando se produce el agua con detergente es utilizado también para la formación de nuevas especies; los pobladores de la Isla de Taquile desechan esa masita en cualquier parte del camino lo que hace que crezca otra especie dentro de esos lugares. También existen semillas las cuales se pueden plantar de una forma específica (Fernández, 2019).
- Es importante generar una estructura densa y compleja, para ello pueden existir diferentes especies, lo que en este caso no sería muy conveniente debido a que la *Colletia* es una planta con espinas que cuando crece “ahoga” a las demás especies a su alrededor (Ayuntamiento de Santander, 2012).

CONCLUSIONES

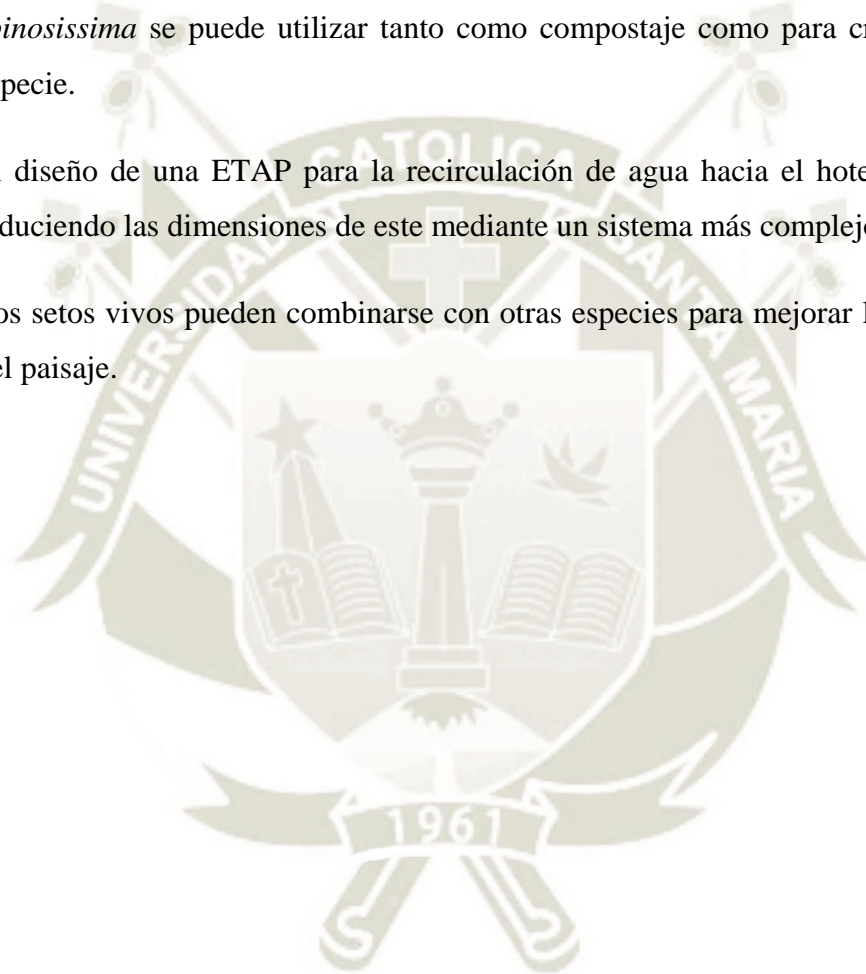
1. Un 90% de hoteles en la bahía del Titicaca no poseen un sistema eficiente de lavado, es decir que al momento del proceso las cantidades de detergente que utilizan son elevadas lo que genera que exista gran cantidad de contaminantes que impactan durante el día al cuerpo receptor (lago); además de no poseer un sistema de tratamiento moderno y amigable con el ambiente, ya que al utilizar una fosa séptica durante varios años esta puede colapsar y presentar fugas trayendo consigo problemas legales y ambientales a los hoteles en general.
2. La creación de un detergente natural a base de *Colletia spinosissima* reduce la cantidad de detergente que se consume en el proceso de lavado, es decir que 200 gr de detergente natural (*Colletia spinosissima*) sirve para generar más de 10 repeticiones de lavado, ya que la especie no pierde sus propiedades hasta ya después del décimo filtrado, todo lo contrario, a un detergente comercial, teniendo beneficios como reducción del costo del producto y conservación del mismo.
3. La *Colletia spinosissima* como agregado o sustituto de un detergente comercial potencia todos los parámetros que pueden afectar la calidad del agua, es decir produce un efecto positivo en descargas directas disminuyendo en un 80% aproximadamente el problema de eutrofización. Sin embargo, es considerado un detergente natural mas no ecológico ya que al encontrarse una cantidad similar de fosfatos a comparación de un detergente comercial producen una sobresaturación de nutrientes, según el cuerpo donde es vertido. Debido a los cationes presentes en el agua del tratamiento 5 (agua con detergente natural), solo el fosfato es el principal contaminante que se encuentra en el agua generando el problema de eutrofización, no obstante, la alta cantidad de OD debido a la temperatura de la ciudad de Puno hace que exista una sobresaturación de este, lo que evita la eutrofización en los alrededores de la Isla de Taquile.
4. La propuesta de un diseño sustentable para el cuidado del agua a través de una ETAP, genera que no exista impacto de paisaje por la creación de plantas de tratamiento a escalas grandes, además de la obtención de agua potable en beneficio de cada hotel. La implementación de ETAP puede generar un alto costo económico, sin embargo, el beneficio alcanzado en la recuperación de agua sustenta la construcción de este, además de disminuir el vertido de aguas grises en un 99% a la bahía del Titicaca.
5. La implementación de setos vivos para los pobladores no solo de la Isla sino también de zonas alejadas a la ciudad de Puno es una idea económicamente sustentable tanto como

para la seguridad y delimitación de viviendas, así como también, para el uso de un recurso natural en el proceso de lavado. Si bien solo se extrae los ápices, es importante tener en cuenta la conservación de la especie en su totalidad ya que esto nos permitirá un adecuado desarrollo sostenible en cuanto a la protección de una especie.



RECOMENDACIONES

1. El proceso de creación de detergente con *Colletia spinosissima* se puede mejorar de manera que el producto final sea líquido y no en polvo, esto mejoraría el proceso para la remediación de las aguas residuales en cuanto a materia orgánica, además de generar un agregado de detergente comercial.
2. Lo que queda en el filtrado del proceso de lavado con detergente natural *Colletia spinosissima* se puede utilizar tanto como compostaje como para creación de nueva especie.
3. El diseño de una ETAP para la recirculación de agua hacia el hotel, puede mejorar reduciendo las dimensiones de este mediante un sistema más complejo.
4. Los setos vivos pueden combinarse con otras especies para mejorar las características del paisaje.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEEED, A. E. (2009). Limpieza desinfección y esterilización . *Primer congreso Nacional AEEED*, (pág. 12). Madrid .
- Aguilar, O., & Navarro, B. (2018). *Evaluación de la calidad de agua para el consumo humano de la comunidad de Llanucancho del distrito de Abancay*. Abancay.
- Aidico. (2019). *Xarxa Ambiental*. Obtenido de Listado de tecnologías limpias:
http://www.cma.gva.es/comunes_esp/documentos/agenda/cas/62563-Jornada%20Listado%20TLs%20Aidico_ZULEMA%20LLADOSA.pdf
- Alvino, Y. (2019). *Eficiencia de la electrocuagulación a nivel del laboratorio para tratamiento del agua residual del matadero municipal de tingo Maria*. Tingo Maria: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Ampuero, A. (2018). *Relación del pH y oxígeno disuelto de fondo con la distribución del bentos calcificante de las plataformas centro Norte Peruanas*. Lima: Universidad Peruana Cayetano heredia.
- Arteta, M. (2008). *Etnobotánica de Plantas Vasculares en el centro de la población de Llachon, Distrito Capachica, Departamento Puno*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín Arequipa.
- Asamblea General de las Naciones Unidas (2015). *Agenda 2030 para un adecuado desarrollo sostenible. Objetivos del desarrollo sostenible*
- Autoridad Nacional de Agua. (2017). *Fuentes de contaminación en la cuenca del Lago Titicaca*.
- Avila, J., Laos, A., Verano, R., & Montoya, H. (2018). Remoción de nitratos y fosfatos por cepas nativas de *Chlorella* sp. (Chlorellaceae) y *Chlamydomonas* sp. (Chlamydomonadaceae) libres e inmovilizadas en aguas residuales municipales. *scielo*.
- Ayuntamiento de Santander. (2012). *Jardines para la biodiversidad*. Obtenido de El seto vivo:
<https://www.seo.org/wp-content/uploads/2012/05/FICHA-01-SETO-VIVO.pdf>
- Badii, M. H., Castillo, J., & Cortez, K. (2017). Papel de la estadística en la investigación científica. *Innovaciones de Negocios*, 4(7).
- Barrenechea, A. (2014). *aspectos Físicoquímicos de la calidad de agua*.
- Barrera, J. A. (2015). *Empleo de métodos geofísicos Tomografía de resistividad eléctrica para la ubicación de un sitio de recarga de acuíferos en xochimilco*. Mexico: Universidad Autónoma de México .
- Cabrera, A. (1992). *Manuales de la flora de los alrededores de Buenos Aires* . Buenos Aires : Editorial ACME SA.

- Caminati, A. M., & Caqui, R. (2013). *Analisis y diseño de sistemas de tratamiento de aguas para el consumo humano y su distribucion en la universidad de Piura*. Piura: Universidad de Piura .
- Canjura, K., & Lemus, Z. (2003). *Propuesta de sistema de tratamiento para las Aguas residuales provenientes de Lavaderos Publicos de Municipio de Nejapa*. El Salvador: Universidad de el Salvador.
- Canna. (2019). *La importancia de la acidez del pH para las plantas*. Obtenido de http://www.canna.es/importancia_acidez_del_ph_para_tus_plantas
- Carbotecnia. (2005). *Solidos Disueltos Totales TDS*. Mexico, Jalisco, Guadalajara.
- Cardenas, C. (2014). *Diseño de una Plata de Tratamiento de Agua Potable: Caso de Estudio un Municipio de Santander*. Bucaramanga: Universidad Nacional de Santander.
- Carlson, R., & Simpson, J. (1996). *A coordinator guide to volunteer lake monitoring Methods*. North American Lake Management Society.
- Casilla, S. (2014). *Evaluacion de calidad de Agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del Rio Suchez*. Puno , Puno , Peru .
- Ccallomamani, M. (2016). *Diversidad de especies de Flora silvestre en la Isla Lagarto del Lago Titicaca*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Cedron, O., & Cribilleros, A. (2017). *Diagnostico desl sistema de aguas residuales en Salaverry y propuesta de Solucion*. Trujillo, Trujillo, Peru: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Convencion sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre. (2012). *Apendice I, II y III*. Obtenido de <https://www.osinfor.gob.pe/wp-content/uploads/data/articulo/Apndices-CITES-2012.pdf>
- Cordorchem envitech. (2018). *Microfiltracion, ultrafiltracion, nanofiltracion* . Estados Unidos : smart ideas for wasterwater y air treatment.
- Cuentas, M. S. (2018). *Guias basicas del Manejo de laboratorio ambiental de la facultad de ingenieria de Minas*. Puno: Universidad del Altiplano.
- D'Angelo, G. (2016). *Secar o deshidratar plantas y hierbas medicinales*. Obtenido de Aitue: <http://aitueterapiasnaturales.com/secar-o-deshidratar-plantas-y-hierbas-medicinales/>
- Davila, B. (2018). *Impacto ambiental de la colmatacion de la laguna de Huacarpay - Cusco*. Arequipa.
- Daza, L., Gomez, D., Palacios., V., & Trabarez, M. (2005). *Diagnostico ambiental del sector de lavanderias en el distrito capital* . Bogota: Departamento tecnico administrativo del medio ambiente .
- Departamento de ciencias Basicas* . (2008). Obtenido de Resistividad Electrica: <http://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/944/1/Resistividad%20el%C3%A9ctrica.pdf>

- DIGESA. (2011). Gesta Agua. *Parametros Organolepticos del Agua*. Lima , Lima , Peru .
- Diseño y soluciones sostenibles. (2019). *Diseño y soluciones sostenibles DSS. S.A.* Obtenido de Ingeniería para un desarrollo sostenible: http://dss.com.ec/wp-content/uploads/2012/07/osmosis_inversa.pdf
- Distribuidor GB. (2011). *Del Jabon al detergente*. Obtenido de <http://www.distribuidoragb.com.ar/2011/11/11/del-jabon-al-detergente-historia-de-la-limpieza/>
- Ecured. (2019). *Chlorella Vulgaris*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Chlorella_Vulgaris
- Fandiño, H. (2017). *Diseño preliminar de la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de la esperanza departamento Norte de Santander en Colombia*. Obtenido de <http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/9238/Fandi%C3%B1oHans2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fernández, C. (2019). Muros verdes: sistema de contención respetuoso con el medio ambiente
- Festa -Hidrogel. (2019). *Salinidad en el Agua*. Obtenido de <http://filtrosyequipos.com/festa/FESTA/breves/salinidad.pdf>
- Gonzales, N. (2013). *Contaminacion Ambiental: una vision desde la quimica*. España: Paraninfo.
- Goyenola, G. (2007). *Determinacion del pH*. Red MAPSA.
- Gutierrez, I., & Canales, A. (2012). *Evaluación comparativa de la diversidad de flora silvestre entre la Isla Taquile y el cerro Chiani en relación a la altitud*. Obtenido de scielo: <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v11n2/a01v11n2.pdf>. 08
- Helve . (2019). *que sabes de las trampas de grasa* . Obtenido de <http://www.helvetips.com/03/%C2%BFque-sabes-de-la-trampa-de-grasa-helvex/>
- Herbotecnia*. (2019). Obtenido de Tecnologías de cultivo y poscosecha de plantas medicinales, aromáticas y tintóreas.: <http://www.herbotecnia.com.ar/aut-tolatola.html>
- Idrugo, R. (2015). *Concentracion de nitratos en agua contaminada con purines en la explotacion ganadera tarta pecuario, baños del inca Cajamarca*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca Escuela de Post grado .
- Illana, M. (2014). *Estudio de la adsorción de fosfatos en aguas de depuradora mediante intercambiadores iónicos*. Barcelona: Projecte de Fi de Carrera.
- Ingeniería de Tratamiento y Acondicionamiento de Aguas*. (2012). Obtenido de Parametros y características de aguas naturales: <http://www.oocities.org/edrochac/sanitaria/parametros1.pdf>
- Iverson, E. (2012). *Plantas del Cusco*. Obtenido de <http://plantasdecusco.blogspot.pe/2012/11/roqe.html>

- Junta de Control de Recursos Hídricos del Estado de California. (2011). *Waterboards*. Obtenido de Folleto informativo de Oxígeno disuelto:
https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3110sp.pdf
- Kuprat, M. (2016). *El pH del Agua Potable*. Obtenido de Agua Viva- Ecotecnologías:
<http://www.marionkuprat.com/el-ph-del-agua-potable/>
- Llana, M. (2014). *Estudio de la adsorción de fosfatos en aguas de depuración mediante intercambio iónico*. Barcelona.
- Llanque, O. (2017). *Supervisión y buenas prácticas en el laboratorio de Ingeniería de Minas*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Lumar. (2019). *Estaciones Depuradoras EDAR Y ETAP*. Obtenido de
<http://www.lumar.es/serviciosinstalaciones-electricas/estaciones-depuradoras-edar-y-etap/>
- Mantilla, H., & Olazabal, C. (2004). *Pachamama Hampi Qhoranchiskuna: Las Plantas Medicinales de nuestra Madre Tierra*. Cusco: Instituto de Ecología y Plantas medicinales.
- Martin, B. (2015). *Daño al medio ambiente y la contaminación producida por el uso indiscriminado de detergentes en la república Mexicana*. Mexico .
- Medan, D., & Basilio, A. (2001). Reproductive biology of *Colletia spinosissima* (Rhamnaceae) in Argentina. *Plant Systematics and Evolution*, 79-89.
- Mendoza, M. A. (2018). *Evaluación físicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, región de Ayacucho, Perú*. Ayacucho: Pontificia Universidad Católica.
- Meza, S. F. (2016). *Incidencia de los nutrientes en la eutrofización de la Bahía interior del lago Titicaca*. Tesis Magistral. Recuperado el 2018 de Julio de 02, de
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2715/T01-M4-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MINAM. (2017). Decreto Supremo N°004-2017-MINAM. *Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua*. Lima, Lima, Perú: Diario Oficial el Pueblo.
- MINSA. (2011). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. *Dirección General de Salud Ambiental*. Lince, Lima, Perú .
- Morales, R. (2014). *Comparación del desarrollo de Colletia spinosissima (Corona de Cristo) en la isla Lagarto en el Lago Titicaca*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano .
- Mota, R., & Urquiagua, R. (2004). *Manual Básico para hacer compost*. Obtenido de Proyecto Piloto de Compostaje Doméstico :
<http://www.factoria3.com/documentos/Manual%20basico%20para%20hacer%20Compost.pdf>

- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2014). *Metodología de la investigación*. Bogotá: Ediciones Delau.
- Ocola, J. J. (2017). *Fuentes Contaminantes en la cuenca de lago titicaca* (Vol. 1). Lima, Perú: Autoridad Nacional del Agua. Recuperado el 2018 de Julio de 03, de http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/fuentes_contaminantes_del_titicaca_3.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2019). *T E M A 2 : E L S U E L O*. <http://www.fao.org/3/W1309S/w1309s04.htm>.
- Organizacion del Agua Mexico . (2017). *Centro Virtual de Informacion del agua*. Obtenido de Fondo para la Comunidad y Educacion Ambiental A.C: <https://agua.org.mx/que-es/>
- Padrillo, B. (2016). *Aqualia*. Obtenido de Parametros de control del Agua Potable: <https://www.iagua.es/blogs/beatriz-pradillo/parametros-control-agua-potable>
- Perez, G. M., Garcia, L., Saldaña, M., & Mendoza, J. (2016). *Evaluacion de la calidad del Agua de cuatro Jagueyes del parque estatal "Flores del Bosque" en mexico* . Puebla: Universidad Auonma de Mexico .
- Puma, G., & E.N., T. (2017). *Responsabilidad Juridica del estado y de la comunidad frente a la contaminación de la Bahía interior del Lafgo Titicaca en la ciudad de Puno*. Puno : Universidad Nacional del Altiplano.
- Quimtia Industrial*. (2018). Obtenido de El agua acida y sus efectos positivos y negativos: <http://www.quimtiamedioambiente.com/blog/agua-acida-efectos-positivos-negativos/>
- Rabey. (2014). *Conceptualización de Ecotecnologías*. Obtenido de http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/ifig/Conceptualizacion_de_la_Ecotecnologia_Seccion_1.pdf
- Ramirez, C. (2015). *Pontencial oxidacion-reduccion (redox)*. Buenos Aires: Acquatron.
- Ramirez, F. (2019). *El agua potable*. Obtenido de Potencial de oxidación - reducción (redox): <http://www.elaguapotable.com/Que%20es%20el%20ORP%20o%20potencial%20REDOX%20y%20para%20que%20sirve.pdf>
- Romero, R. (2006). Detergentes con o sin fosfatos. *Tecnica industrial* .
- Singler, A., & Bauder, J. (2012). Educacion en el Agua de Pazo . *Northern Plains & Mountains*.
- Toledo. (2017). *¿Que es ecologico?* Recuperado el 6 de setiembre de 2019, de <https://www.biomarketoledo.com/que-es-ecologico/>
- Tripathi, N. (2018). *Geniolandia*. Obtenido de Diferentes formas de elevar el pH del agua potable: <https://www.geniolandia.com/13105673/diferentes-formas-de-elevar-el-ph-del-agua-potable>

Trivago. (2019). Obtenido de
https://www.trivago.pe/?themeld=280&sem_keyword=trivago&sem_creativeid=272350760782&sem_matchtype=e&sem_network=g&sem_device=c&sem_placement=&sem_target=&sem_adposition=1t1&sem_param1=&sem_param2=&sem_campaignid=655709012&sem_adgroupid=35986644671&sem_tar

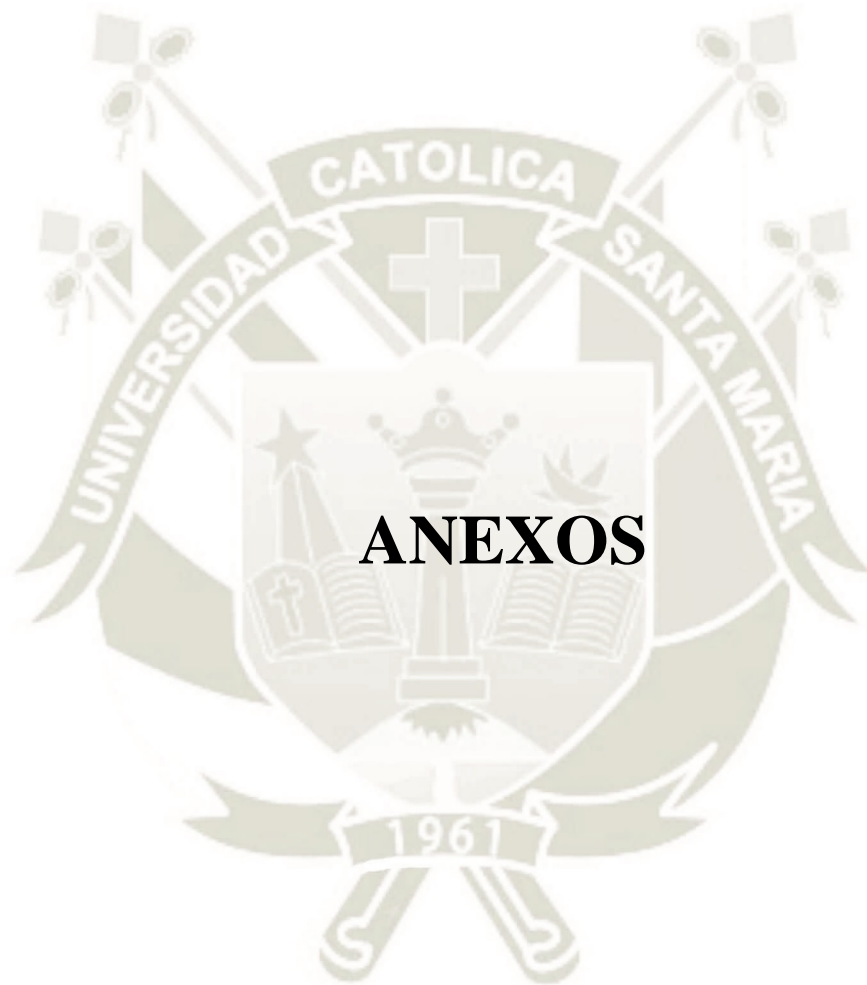
Universidad de los Andes . (2019). Obtenido de Facultad de Ciencias .

Valera, M. V. (2010). *Determinacion del perfil del cliente de la eco bola en la ciudad de Bogotá*. Recuperado el 24 de Mayo de 2018, de <http://www.javeriana.edu>

Vaz, D. A. (2004). Formulación de detergentes biodegradables. Ensayo de lavado. *Tesis Doctoral*. Granada.

Vazquez, M. (2017). *Sistema de tratamiento de agua mediante osmosis inversa* . Mexico : Universidad Nacional Autonoma de Mexico .







**ANEXO 1:
ESTÁNDARES DEL MINAN
CATEGORIA 1**

recurso hídrico al que este tributa, previo análisis de dicha Autoridad.

**DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA
DEROGATORIA**

**Única.- Derogación de normas referidas a
Estándares de Calidad Ambiental para Agua**

Derógase el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los seis días del mes de junio del año dos mil diecisiete.

PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD
Presidente de la República

JOSÉ MANUEL HERNÁNDEZ CALDERÓN
Ministro de Agricultura y Riego

ELSA GALARZA CONTRERAS
Ministra del Ambiente

GONZALO TAMAYO FLORES
Ministro de Energía y Minas

PEDRO OLAECHEA ÁLVAREZ-CALDERÓN
Ministro de la Producción

PATRICIA J. GARCÍA FUNEGRA
Ministra de Salud

EDMER TRUJILLO MORI
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(µS/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ ⁻) (d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**



**ANEXO 2:
ENCUESTAS REALIZADAS EN LOS
HOTELES DE LA BAHÍA DEL
TITICACA EN LA CIUDAD DE PUNO
SEGÚN LA POBLACIÓN- MUESTRA**

PROYECTO: DESARROLLO DE UN DETERGENTE NATURAL APARTIR DE *Colletia spinosissima* Y AGREGADOS COMERCIALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ECOLÓGICO DE LIMPIEZA EN LOS HOTELES DE LA BAHÍA DE PUNO

ENCUESTA A HOTELES DE LA BAHIA DEL TITICACA

NOMBRE DEL HOTEL: Hotel Tikory Puno

Marque según vea por conveniente:

1. ¿Qué detergente utiliza más para el lavado?

Detergente enzimático (Ariel, Bolívar, Ace, etc.)

Detergente industrial: (Sapolio, etc.)

2. ¿Cada cuánto realiza el proceso de lavado en el hotel?

Dos veces por semana

Tres veces por semana

Cuatro veces por semana

Todos los días

3. ¿Qué cantidad de detergente utiliza?

Una taza, dosis recomendada en los empaques (1 taza en 4 litros de agua)

Dos tazas

No calculamos

4. ¿Cuántas veces realiza el proceso de enjuague?

1 vez

3 veces

4 o mas

5. ¿Se le da algún tratamiento al agua usada?

No

Si ¿Cuál? _____

6. ¿Cuál es el destino final del agua después del proceso de lavado o tratamiento?

Lago

Se recircula o recicla el agua, para jardines u otro lugar

PROYECTO: DESARROLLO DE UN DETERGENTE NATURAL APARTIR DE *Colletia spinosissima* Y AGREGADOS COMERCIALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ECOLÓGICO DE LIMPIEZA EN LOS HOTELES DE LA BAHÍA DE PUNO

ENCUESTA A HOTELES DE LA BAHÍA DEL TITICACA

NOMBRE DEL HOTEL: Gasó Andina Private Collection

Marque según vea por conveniente:

1. ¿Qué detergente utiliza más para el lavado?

- Detergente enzimático (Ariel, Bolívar, Ace, etc.)
 Detergente industrial: (Sapolio, etc.)

2. ¿Cada cuánto realiza el proceso de lavado en el hotel?

- Dos veces por semana
 Tres veces por semana
 Cuatro veces por semana
 Todos los días

3. ¿Qué cantidad de detergente utiliza?

- Una taza, dosis recomendada en los empaques (1 taza en 4 litros de agua)
 Dos tazas
 No calculamos

4. ¿Cuántas veces realiza el proceso de enjuague?

- 1 vez
 3 veces
 4 o mas

5. ¿Se le da algún tratamiento al agua usada?

- No
 Si ¿Cuál? _____

6. ¿Cuál es el destino final del agua después del proceso de lavado o tratamiento?

- Lago
 Se recircula o recicla el agua, para jardines u otro lugar

PROYECTO: DESARROLLO DE UN DETERGENTE NATURAL APARTIR DE *Colletia spinosissima* Y AGREGADOS COMERCIALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ECOLÓGICO DE LIMPIEZA EN LOS HOTELES DE LA BAHÍA DE PUNO

ENCUESTA A HOTELES DE LA BAHIA DEL TITICACA

NOMBRE DEL HOTEL: Jose Antonio - Puno

Marque según vea por conveniente:

1. ¿Qué detergente utiliza más para el lavado?

Detergente enzimático (Ariel, Bolívar, Ace, etc.)

Detergente industrial: (Sapolio, etc.)

2. ¿Cada cuánto realiza el proceso de lavado en el hotel?

Dos veces por semana

Tres veces por semana

Cuatro veces por semana

Todos los días

3. ¿Qué cantidad de detergente utiliza?

Una taza, dosis recomendada en los empaques (1 taza en 4 litros de agua)

Dos tazas

No calculamos

4. ¿Cuántas veces realiza el proceso de enjuague?

1 vez

3 veces

4 o mas

5. ¿Se le da algún tratamiento al agua usada?

No

Sí ¿Cuál? _____

6. ¿Cuál es el destino final del agua después del proceso de lavado o tratamiento?

Lago

Se recircula o recicla el agua, para jardines u otro lugar

PROYECTO: DESARROLLO DE UN DETERGENTE NATURAL APARTIR DE *Colletia spinosissima* Y AGREGADOS COMERCIALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ECOLÓGICO DE LIMPIEZA EN LOS HOTELES DE LA BAHÍA DE PUNO

ENCUESTA A HOTELES DE LA BAHIA DEL TITICACA

NOMBRE DEL HOTEL: B & B Winay Pacha Inn Ecological Mystic

Marque según vea por conveniente:

1. ¿Qué detergente utiliza más para el lavado?

Detergente enzimático (Ariel, Bolívar, Ace, etc.)

Detergente industrial: (Sapolio, etc.)

2. ¿Cada cuánto realiza el proceso de lavado en el hotel?

Dos veces por semana

Tres veces por semana

Cuatro veces por semana

Todos los días

3. ¿Qué cantidad de detergente utiliza?

Una taza, dosis recomendada en los empaques (1 taza en 4 litros de agua)

Dos tazas

No calculamos

4. ¿Cuántas veces realiza el proceso de enjuague?

1 vez

3 veces

4 o mas

5. ¿Se le da algún tratamiento al agua usada?

No

Si ¿Cuál? _____

6. ¿Cuál es el destino final del agua después del proceso de lavado o tratamiento?

Lago

Se recircula o recicla el agua, para jardines u otro lugar

PROYECTO: DESARROLLO DE UN DETERGENTE NATURAL APARTIR DE *Colletia spinosissima* Y AGREGADOS COMERCIALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ECOLÓGICO DE LIMPIEZA EN LOS HOTELES DE LA BAHÍA DE PUNO

ENCUESTA A HOTELES DE LA BAHIA DEL TITICACA

NOMBRE DEL HOTEL: Sonesta - Hoteles

Marque según vea por conveniente:

1. ¿Qué detergente utiliza más para el lavado?

- Detergente enzimático (Ariel, Bolívar, Ace, etc.)
 Detergente industrial: (Sapolio, etc.)

2. ¿Cada cuánto realiza el proceso de lavado en el hotel?

- Dos veces por semana
 Tres veces por semana
 Cuatro veces por semana
 Todos los días

3. ¿Qué cantidad de detergente utiliza?

- Una taza, dosis recomendada en los empaques (1 taza en 4 litros de agua)
 Dos tazas
 No calculamos

4. ¿Cuántas veces realiza el proceso de enjuague?

- 1 vez
 3 veces
 4 o mas

5. ¿Se le da algún tratamiento al agua usada?

- No
 Sí ¿Cuál? _____

6. ¿Cuál es el destino final del agua después del proceso de lavado o tratamiento?

- Lago
 Se recircula o recicla el agua, para jardines u otro lugar

PROYECTO: DESARROLLO DE UN DETERGENTE NATURAL APARTIR DE *Colletia spinosissima* Y AGREGADOS COMERCIALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ECOLÓGICO DE LIMPIEZA EN LOS HOTELES DE LA BAHÍA DE PUNO

ENCUESTA A HOTELES DE LA BAHIA DEL TITICACA

NOMBRE DEL HOTEL: Xima - Hoteles

Marque según vea por conveniente:

1. ¿Qué detergente utiliza más para el lavado?

- Detergente enzimático (Ariel, Bolívar, Ace, etc.)
 Detergente industrial: (Sapolio, etc.)

2. ¿Cada cuánto realiza el proceso de lavado en el hotel?

- Dos veces por semana
 Tres veces por semana
 Cuatro veces por semana
 Todos los días

3. ¿Qué cantidad de detergente utiliza?

- Una taza, dosis recomendada en los empaques (1 taza en 4 litros de agua)
 Dos tazas
 No calculamos

4. ¿Cuántas veces realiza el proceso de enjuague?

- 1 vez
 3 veces
 4 o mas

5. ¿Se le da algún tratamiento al agua usada?

- No
 Si ¿Cuál? _____

6. ¿Cuál es el destino final del agua después del proceso de lavado o tratamiento?

- Lago
 Se recircula o recicla el agua, para jardines u otro lugar

PROYECTO: DESARROLLO DE UN DETERGENTE NATURAL APARTIR DE *Colletia spinosissima* Y AGREGADOS COMERCIALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ECOLÓGICO DE LIMPIEZA EN LOS HOTELES DE LA BAHÍA DE PUNO

ENCUESTA A HOTELES DE LA BAHIA DEL TITICACA

NOMBRE DEL HOTEL: Isla Esteves - Hotel Libertador - Lago Titicaca

Marque según vea por conveniente:

1. ¿Qué detergente utiliza más para el lavado?

Detergente enzimático (Ariel, Bolívar, Ace, etc.)

Detergente industrial: (Sapolio, etc.)

2. ¿Cada cuánto realiza el proceso de lavado en el hotel?

Dos veces por semana

Tres veces por semana

Cuatro veces por semana

Todos los días

3. ¿Qué cantidad de detergente utiliza?

Una taza, dosis recomendada en los empaques (1 taza en 4 litros de agua)

Dos tazas

No calculamos

4. ¿Cuántas veces realiza el proceso de enjuague?

1 vez

3 veces

4 o mas

5. ¿Se le da algún tratamiento al agua usada?

No

Si ¿Cuál? _____

6. ¿Cuál es el destino final del agua después del proceso de lavado o tratamiento?

Lago

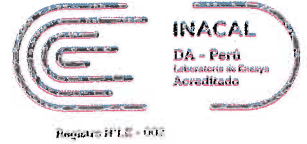
Se recircula o recicla el agua, para jardines u otro lugar



**ANEXO 3:
CERTIFICADO DEL LABORATORIO
SGS**



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1827553**

YESSICA ALMENDRA MORVELI PILCO
URB VILLAMAR B-9 MARIANO MELGAR

ENV / LB-344903-002

PROCEDENCIA : PRINCIPAL

Fecha de Recepción SGS : 18-12-2018

Fecha de Ejecución : Del 18-12-2018 al 26-12-2018

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
H(SD) 1.1
H(SD) 1.2
BO
T1.1
T1.2
T1.3
T2.1
T2.2

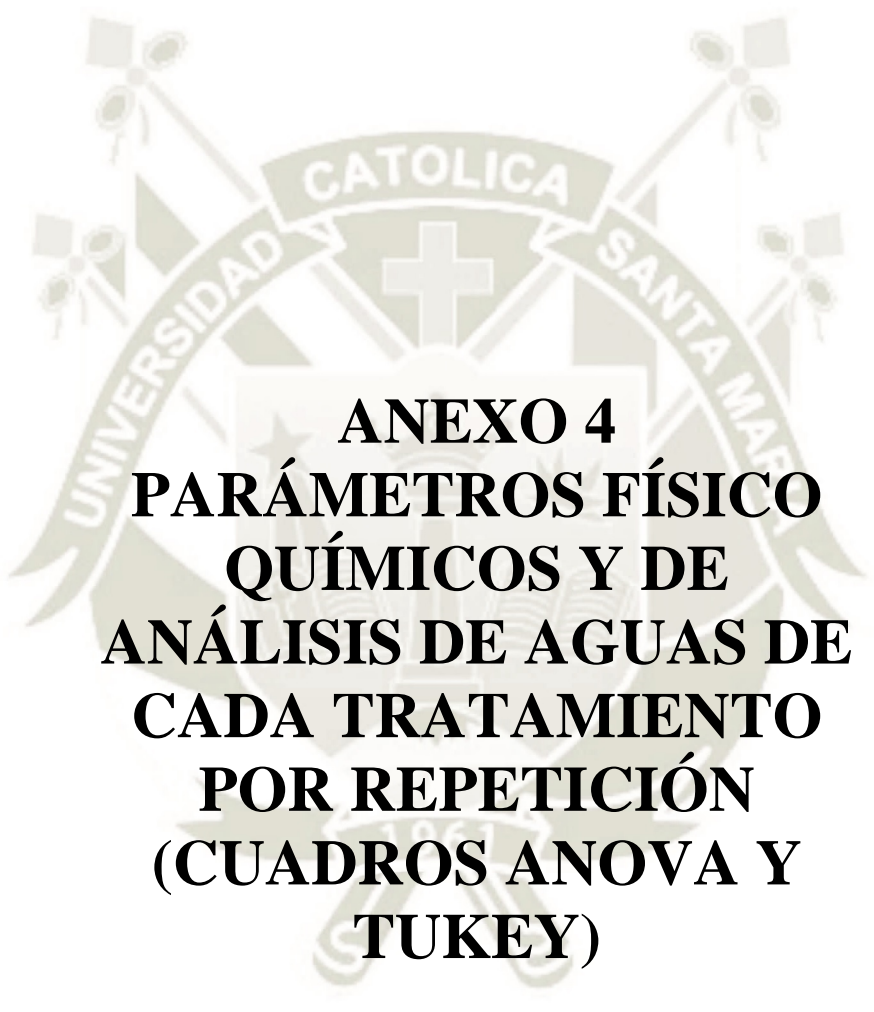
Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 26/12/2018


Lizett M. Gonzales Carranza

C.I.P 189253

Jefe de Laboratorio - Sede Arequipa

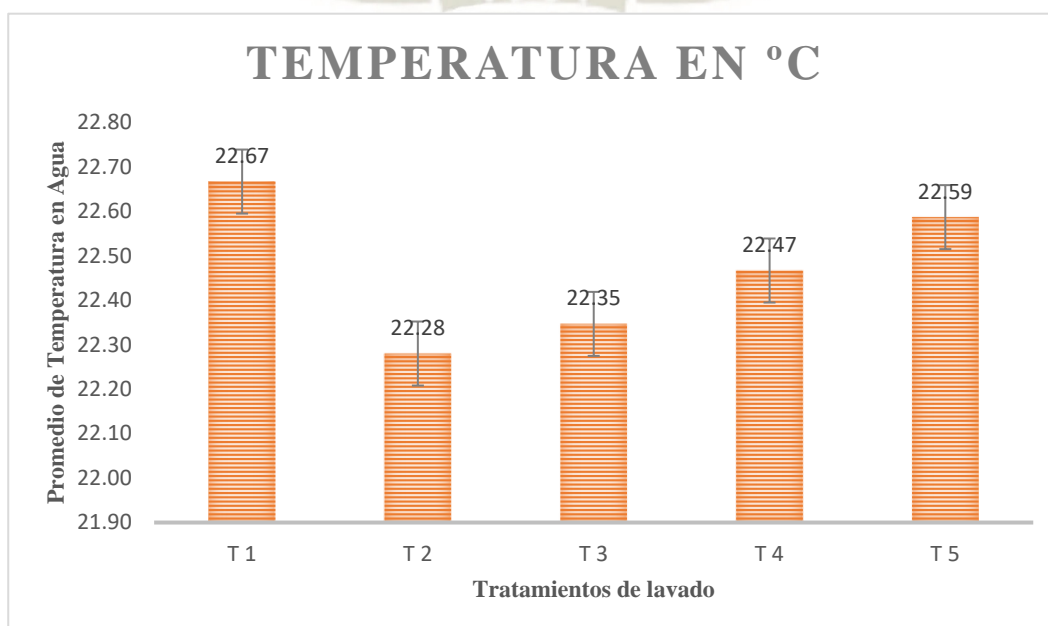


**ANEXO 4
PARÁMETROS FÍSICO
QUÍMICOS Y DE
ANÁLISIS DE AGUAS DE
CADA TRATAMIENTO
POR REPETICIÓN
(CUADROS ANOVA Y
TUKEY)**

TEMPERATURA EN °C

		Temp.[°C]
Tratamiento 1	PROMEDIO TOTAL R1.1	22.94
	PROMEDIO TOTAL R1.2	22.51
	PROMEDIO TOTAL R1.3	22.55
Tratamiento 2	PROMEDIO TOTAL R1.1	22.79
	PROMEDIO TOTAL R1.2	21.99
	PROMEDIO TOTAL R1.3	22.06
Tratamiento 3	PROMEDIO TOTAL R1.1	22.77
	PROMEDIO TOTAL R1.2	22.18
	PROMEDIO TOTAL R1.3	22.09
Tratamiento 4	PROMEDIO TOTAL R1.1	22.41
	PROMEDIO TOTAL R1.2	22.42
	PROMEDIO TOTAL R1.3	22.57
Tratamiento 5	PROMEDIO TOTAL R1.1	22.96
	PROMEDIO TOTAL R1.2	22.45
	PROMEDIO TOTAL R1.3	22.35

	Temp.[°C]	
	Promedio	Desviacion
T 1	22.67	0.238
T 2	22.28	0.443
T 3	22.35	0.369
T 4	22.47	0.090
T 5	22.59	0.327



ANOVA:

ANOVA DEL PARAMETRO DE TEMPERATURA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Repetición	Inter-grupos	,000	4	,000	,000	1,000
	Intra-grupos	10,000	10	1,000		
	Total	10,000	14			
Temp.[°C]	Inter-grupos	,311	4	,078	,771	,568
	Intra-grupos	1,008	10	,101		
	Total	1,319	14			

Temp.[°C]

HSD de Tukey

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
2,00	3	22,2800
3,00	3	22,3467
4,00	3	22,4667
5,00	3	22,5867
1,00	3	22,6667
Sig.		,590

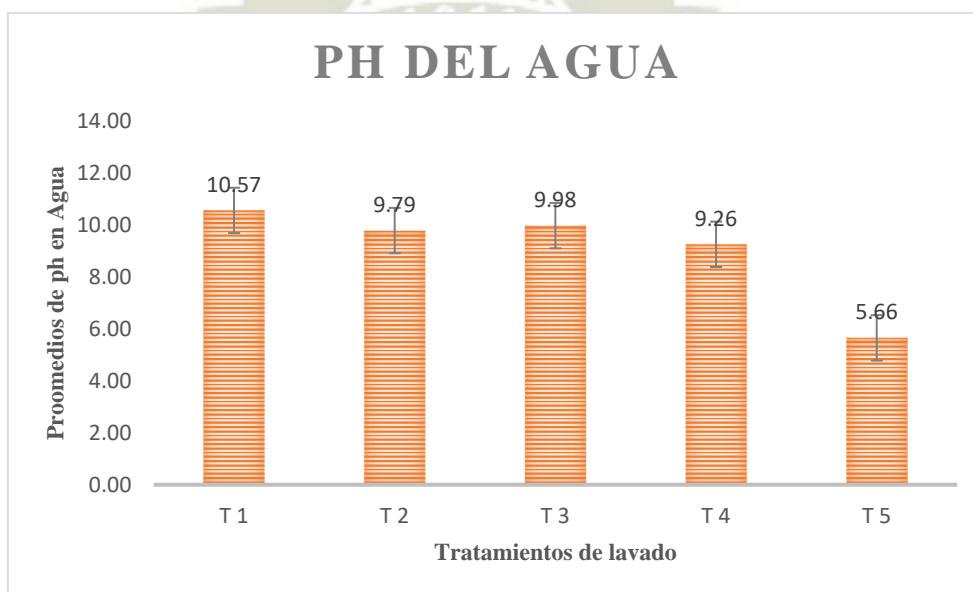
Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

PH DEL AGUA

		pH
Tratamiento 1	PROMEDIO TOTAL R1.1	10.56
	PROMEDIO TOTAL R1.2	10.58
	PROMEDIO TOTAL R1.3	10.57
Tratamiento 2	PROMEDIO TOTAL R1.1	9.69
	PROMEDIO TOTAL R1.2	9.80
	PROMEDIO TOTAL R1.3	9.89
Tratamiento 3	PROMEDIO TOTAL R1.1	10.19
	PROMEDIO TOTAL R1.2	10.19
	PROMEDIO TOTAL R1.3	9.57
Tratamiento 4	PROMEDIO TOTAL R1.1	9.57
	PROMEDIO TOTAL R1.2	9.16
	PROMEDIO TOTAL R1.3	9.06
Tratamiento 5	PROMEDIO TOTAL R1.1	5.65
	PROMEDIO TOTAL R1.2	5.68
	PROMEDIO TOTAL R1.3	5.65

ph del agua		
	Promedio	Desviacion
T 1	10.57	0.010
T 2	9.79	0.100
T 3	9.98	0.358
T 4	9.26	0.270
T 5	5.66	0.017



ANOVA

ANOVA de un factor

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Repeticion	Inter-grupos	,000	4	,000	,000	1,000
	Intra-grupos	10,000	10	1,000		
	Total	10,000	14			
pH	Inter-grupos	45,815	4	11,454	270,645	,000
	Intra-grupos	,423	10	,042		
	Total	46,238	14			

pH

HSD de Tukey

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		a	b	c	d
5,00	3	5,6600			
4,00	3		9,2633		
2,00	3		9,7933	9,7933	
3,00	3			9,9833	
1,00	3				10,5700
Sig.		1,000	,062	,787	1,000

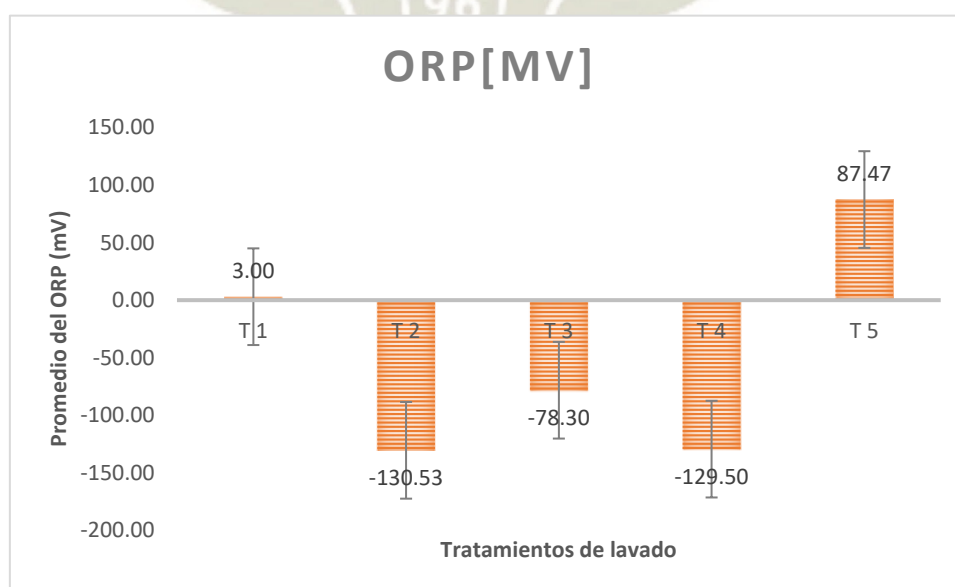
Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

ORP (mV)

		ORP[mV]
Tratamiento 1	PROMEDIO TOTAL R1.1	1.1
	PROMEDIO TOTAL R1.2	3.2
	PROMEDIO TOTAL R1.3	4.7
Tratamiento 2	PROMEDIO TOTAL R1.1	-137.3
	PROMEDIO TOTAL R1.2	-109.0
	PROMEDIO TOTAL R1.3	-145.3
Tratamiento 3	PROMEDIO TOTAL R1.1	-80.4
	PROMEDIO TOTAL R1.2	-76.4
	PROMEDIO TOTAL R1.3	-78.1
Tratamiento 4	PROMEDIO TOTAL R1.1	-142.6
	PROMEDIO TOTAL R1.2	-113.9
	PROMEDIO TOTAL R1.3	-132.0
Tratamiento 5	PROMEDIO TOTAL R1.1	92.2
	PROMEDIO TOTAL R1.2	85.1
	PROMEDIO TOTAL R1.3	85.1

	ORP[mV]	
	Promedio	Desviacion
T 1	3.00	1.808
T 2	-130.53	19.073
T 3	-78.30	2.007
T 4	-129.50	14.512
T 5	87.47	4.099



ANOVA

ANOVA de un factor

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Repetición	Inter-grupos	,000	4	,000	,000	1,000
	Intra-grupos	10,000	10	1,000		
	Total	10,000	14			
ORP[mV]	Inter-grupos	105935,796	4	26483,949	221,261	,000
	Intra-grupos	1196,953	10	119,695		
	Total	107132,749	14			

ORP[mV]

HSD de Tukey

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		a	b	c	d
2,00	3	-130,5333			
4,00	3	-129,5000			
3,00	3		-78,3000		
1,00	3			3,0000	
5,00	3				87,4667
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

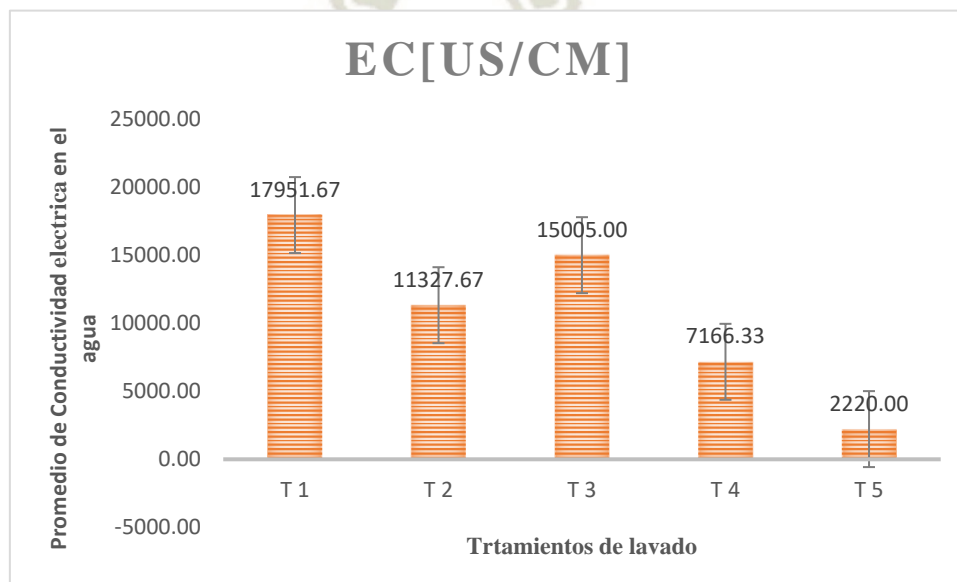
Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

Conductividad Eléctrica EC[μ S/cm]

	EC[μ S/cm]	
Tratamiento 1	PROMEDIO TOTAL R1.1	17877
	PROMEDIO TOTAL R1.2	18481
	PROMEDIO TOTAL R1.3	17497
Tratamiento 2	PROMEDIO TOTAL R1.1	12398
	PROMEDIO TOTAL R1.2	11081
	PROMEDIO TOTAL R1.3	10504
Tratamiento 3	PROMEDIO TOTAL R1.1	13355
	PROMEDIO TOTAL R1.2	16655
	PROMEDIO TOTAL R1.3	15005
Tratamiento 4	PROMEDIO TOTAL R1.1	8834
	PROMEDIO TOTAL R1.2	6567
	PROMEDIO TOTAL R1.3	6098
Tratamiento 5	PROMEDIO TOTAL R1.1	2213
	PROMEDIO TOTAL R1.2	2223
	PROMEDIO TOTAL R1.3	2224

EC[μ S/cm]		
	Promedio	Desviacion
T 1	17951.67	496.231
T 2	11327.67	970.795
T 3	15005.00	1650.000
T 4	7166.33	1463.156
T 5	2220.00	6.083



ANOVA de un factor

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Repeticion	Inter-grupos	,000	4	,000	,000	1,000
	Intra-grupos	10,000	10	1,000		
	Total	10,000	14			
EC[μ S/cm]	Inter-grupos	467715103,73 3	4	116928775,93 3	96,603	,000
	Intra-grupos	12104098,000	10	1210409,800		
	Total	479819201,73 3	14			

EC[μ S/cm]

HSD de Tukey

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		a	b	c	d
5,00	3	2220,0000			
4,00	3		7166,3333		
2,00	3			11327,6667	
3,00	3				15005,0000
1,00	3				17951,6667
Sig.		1,000	1,000	1,000	,051

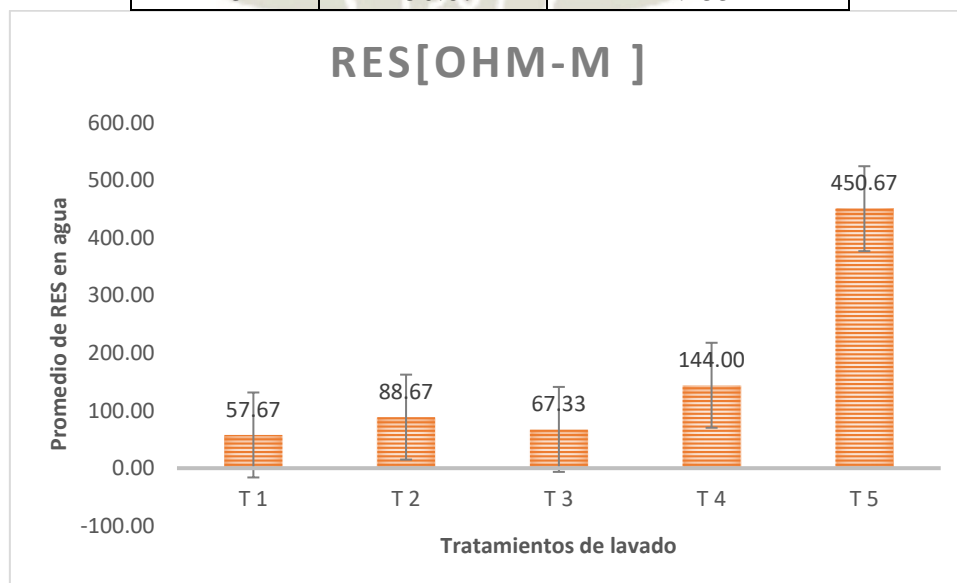
Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

Resistividad Electrica en [Ohm-m]

		RES[Ohm-m]
Tratamiento 1	PROMEDIO TOTAL R1.1	56
	PROMEDIO TOTAL R1.2	60
	PROMEDIO TOTAL R1.3	57
Tratamiento 2	PROMEDIO TOTAL R1.1	81
	PROMEDIO TOTAL R1.2	90
	PROMEDIO TOTAL R1.3	95
Tratamiento 3	PROMEDIO TOTAL R1.1	75
	PROMEDIO TOTAL R1.2	60
	PROMEDIO TOTAL R1.3	67
Tratamiento 4	PROMEDIO TOTAL R1.1	112
	PROMEDIO TOTAL R1.2	156
	PROMEDIO TOTAL R1.3	164
Tratamiento 5	PROMEDIO TOTAL R1.1	452
	PROMEDIO TOTAL R1.2	450
	PROMEDIO TOTAL R1.3	450

RES[Ohm-m]		
	Promedio	Desviacion
T 1	57.67	2.082
T 2	88.67	7.095
T 3	67.33	7.506
T 4	144.00	28.000
T 5	450.67	1.155



ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Repeticion	Inter-grupos	,000	4	,000	,000	1,000
	Intra-grupos	10,000	10	1,000		
	Total	10,000	14			
RES[Ohm-m]	Inter-grupos	326630,667	4	81657,667	455,509	,000
	Intra-grupos	1792,667	10	179,267		
	Total	328423,333	14			

RES[Ohm-m]

HSD de Tukey

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
1,00	3	57,6667		
3,00	3	67,3333		
2,00	3	88,6667		
4,00	3		144,0000	
5,00	3			450,6667
Sig.		,101	1,000	1,000

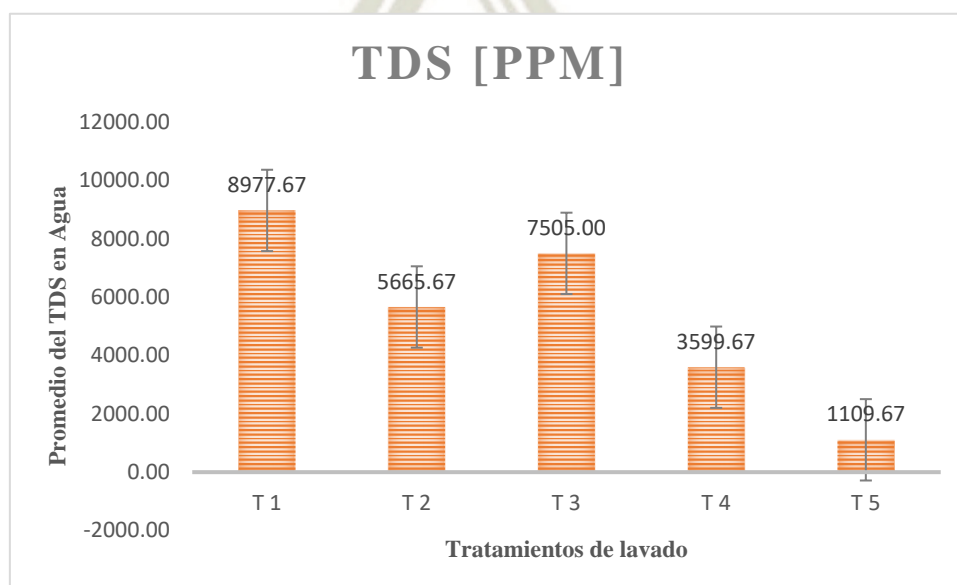
Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

TDS

		TDS [ppm]
Tratamiento 1	PROMEDIO TOTAL R1.1	8940
	PROMEDIO TOTAL R1.2	9243
	PROMEDIO TOTAL R1.3	8750
Tratamiento 2	PROMEDIO TOTAL R1.1	6201
	PROMEDIO TOTAL R1.2	5542
	PROMEDIO TOTAL R1.3	5254
Tratamiento 3	PROMEDIO TOTAL R1.1	6680
	PROMEDIO TOTAL R1.2	8330
	PROMEDIO TOTAL R1.3	7505
Tratamiento 4	PROMEDIO TOTAL R1.1	4467
	PROMEDIO TOTAL R1.2	3283
	PROMEDIO TOTAL R1.3	3049
Tratamiento 5	PROMEDIO TOTAL R1.1	1106
	PROMEDIO TOTAL R1.2	1111
	PROMEDIO TOTAL R1.3	1112

TDS [ppm]		
	Promedio	Desviacion
T 1	8977.67	248.649
T 2	5665.67	485.461
T 3	7505.00	825.000
T 4	3599.67	760.190
T 5	1109.67	3.215



ANOVA de un factor

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,000	4	,000	,000	1,000
Repeticion Intra-grupos	10,000	10	1,000		
Total	10,000	14			
Inter-grupos	116836233,067	4	29209058,267	93,858	,000
TDS [ppm] Intra-grupos	3112046,667	10	311204,667		
Total	119948279,733	14			

TDS [ppm]

HSD de Tukey

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		a	b	c	d
5,00	3	1109,6667			
4,00	3		3599,6667		
2,00	3			5665,6667	
3,00	3				7505,0000
1,00	3				8977,6667
Sig.		1,000	1,000	1,000	,055

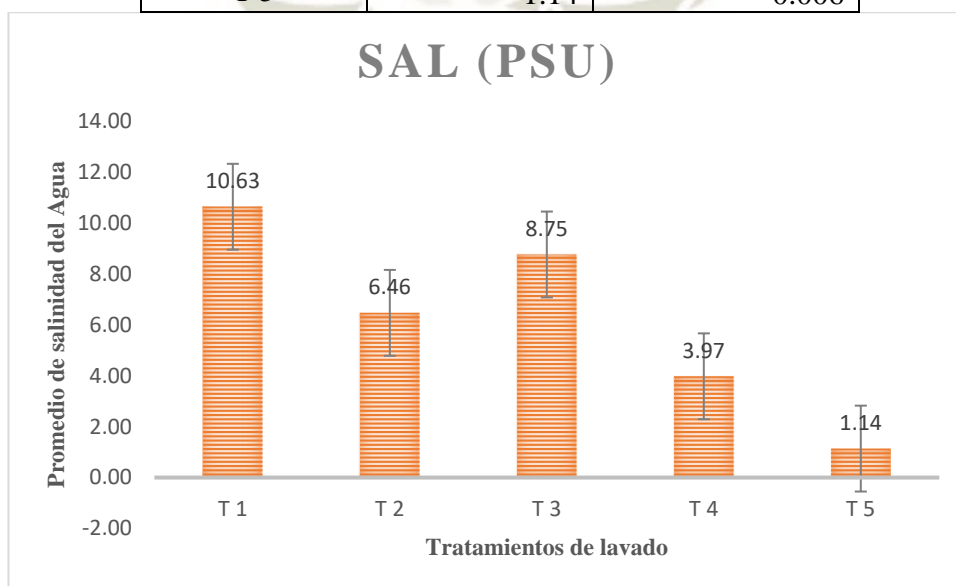
Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

Salinidad en psu

		Sal.[psu]
Tratamiento 1	PROMEDIO TOTAL R1.1	10.57
	PROMEDIO TOTAL R1.2	10.98
	PROMEDIO TOTAL R1.3	10.33
Tratamiento 2	PROMEDIO TOTAL R1.1	7.12
	PROMEDIO TOTAL R1.2	6.31
	PROMEDIO TOTAL R1.3	5.96
Tratamiento 3	PROMEDIO TOTAL R1.1	7.71
	PROMEDIO TOTAL R1.2	9.8
	PROMEDIO TOTAL R1.3	8.75
Tratamiento 4	PROMEDIO TOTAL R1.1	5.00
	PROMEDIO TOTAL R1.2	3.60
	PROMEDIO TOTAL R1.3	3.32
Tratamiento 5	PROMEDIO TOTAL R1.1	1.13
	PROMEDIO TOTAL R1.2	1.14
	PROMEDIO TOTAL R1.3	1.14

Sal.[psu]		
	Promedio	Desviacion
T 1	10.63	0.329
T 2	6.46	0.595
T 3	8.75	1.045
T 4	3.97	0.900
T 5	1.14	0.006



ANOVA de un factor

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Repeticion	Inter-grupos	,000	4	,000	,000	1,000
	Intra-grupos	10,000	10	1,000		
	Total	10,000	14			
Sal.[psu]	Inter-grupos	170,338	4	42,584	90,058	,000
	Intra-grupos	4,729	10	,473		
	Total	175,066	14			

Sal.[psu]

HSD de Tukey

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		a	b	c	d	e
5,00	3	1,1367				
4,00	3		3,9733			
2,00	3			6,4633		
3,00	3				8,7533	
1,00	3					10,6267
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

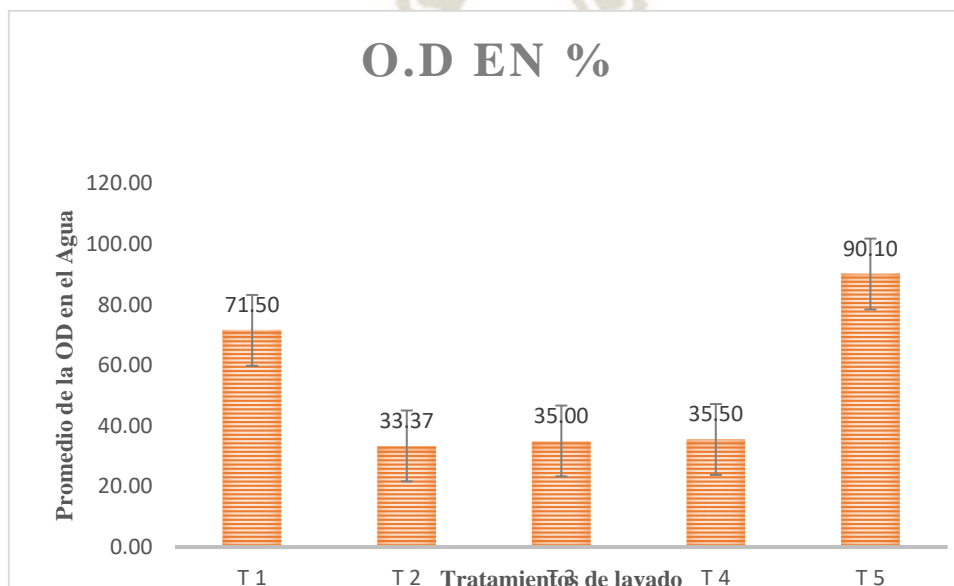
Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

OD en porcentaje de Saturación

		D.O.[ppm]
Tratamiento 1	PROMEDIO TOTAL R1.1	73.4
	PROMEDIO TOTAL R1.2	72.6
	PROMEDIO TOTAL R1.3	68.5
Tratamiento 2	PROMEDIO TOTAL R2.1	32.9
	PROMEDIO TOTAL R2.2	33.2
	PROMEDIO TOTAL R2.3	34
Tratamiento 3	PROMEDIO TOTAL R3.1	37.8
	PROMEDIO TOTAL R3.2	33.4
	PROMEDIO TOTAL R3.3	33.8
Tratamiento 4	PROMEDIO TOTAL R 4.1	34.2
	PROMEDIO TOTAL R 4.2	35.9
	PROMEDIO TOTAL R 4.3	36.4
Tratamiento 5	PROMEDIO TOTAL R 5.1	89.7
	PROMEDIO TOTAL R 5.2	88.6
	PROMEDIO TOTAL R 5.3	92

D.O.[ppm]		
	Promedio	Desviacion
T 1	71.50	2.629
T 2	33.37	0.569
T 3	35.00	2.433
T 4	35.50	1.153
T 5	90.10	1.735



ANOVA de un factor

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Repetición	Inter-grupos	,000	4	,000	1,000
	Intra-grupos	10,000	10	1,000	
	Total	10,000	14		
D.O. [%]	Inter-grupos	8203,003	4	2050,751	586,152
	Intra-grupos	34,987	10	3,499	,000
	Total	8237,989	14		

D.O. [%]

HSD de Tukey

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
2,00	3	33,3667		
3,00	3	35,0000		
4,00	3	35,5000		
1,00	3		71,5000	
5,00	3			90,1000
Sig.		,643	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

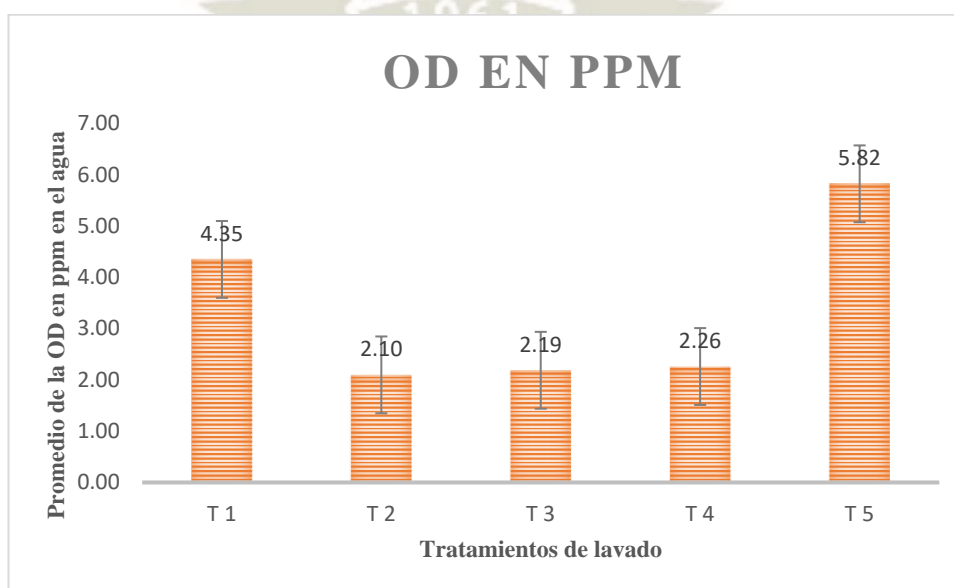


Oxígeno Disuelto en ppm

		D.O.[ppm]
Tratamiento 1	PROMEDIO TOTAL R1.1	4.44
	PROMEDIO TOTAL R1.2	4.42
	PROMEDIO TOTAL R1.3	4.18
Tratamiento 2	PROMEDIO TOTAL R1.1	2.04
	PROMEDIO TOTAL R1.2	2.1
	PROMEDIO TOTAL R1.3	2.15
Tratamiento 3	PROMEDIO TOTAL R1.1	2.34
	PROMEDIO TOTAL R1.2	2.06
	PROMEDIO TOTAL R1.3	2.16
Tratamiento 4	PROMEDIO TOTAL R1.1	2.16
	PROMEDIO TOTAL R1.2	2.29
	PROMEDIO TOTAL R1.3	2.33
Tratamiento 5	PROMEDIO TOTAL R1.1	5.75
	PROMEDIO TOTAL R1.2	5.74
	PROMEDIO TOTAL R1.3	5.97

D.O.[ppm]

	Promedio	Desviacion
T 1	4.35	0.145
T 2	2.10	0.055
T 3	2.19	0.142
T 4	2.26	0.089
T 5	5.82	0.130



ANOVA de un factor

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,000	4	,000	,000	1,000
Repeticion Intra-grupos	10,000	10	1,000		
Total	10,000	14			
Inter-grupos	33,619	4	8,405	609,917	,000
D.O.[ppm] Intra-grupos	,138	10	,014		
Total	33,756	14			

D.O.[ppm]

HSD de Tukey

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
2,00	3	2,0967		
3,00	3	2,1867		
4,00	3	2,2600		
1,00	3		4,3467	
5,00	3			5,8200
Sig.		,473	1,000	1,000

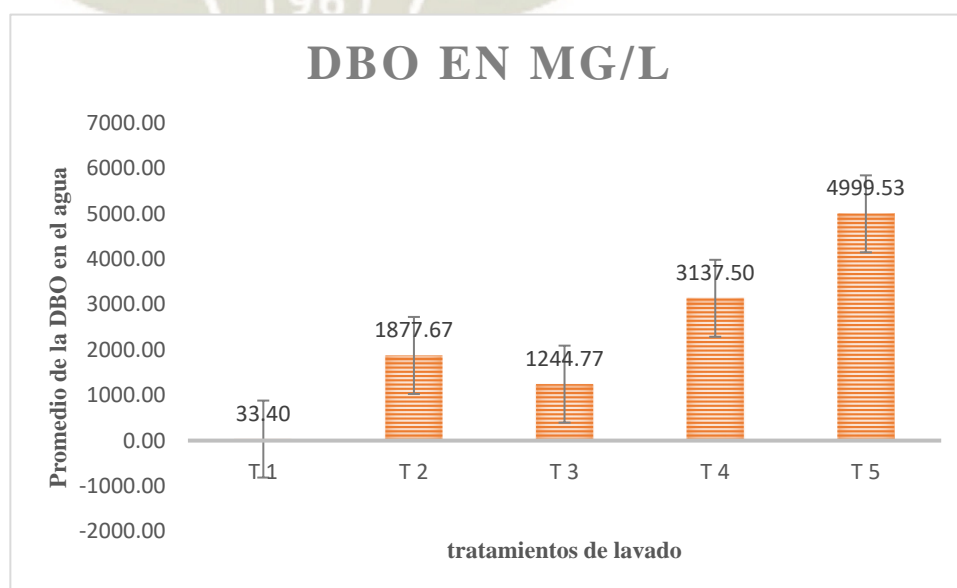
Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

DBO EN MG/L

		DBO mg/L
Tratamiento 1	PROMEDIO TOTAL R1.1	34.4
	PROMEDIO TOTAL R1.2	26.2
	PROMEDIO TOTAL R1.3	39.6
Tratamiento 2	PROMEDIO TOTAL R1.1	1,877.50
	PROMEDIO TOTAL R1.2	1,799.0
	PROMEDIO TOTAL R1.3	1,956.50
Tratamiento 3	PROMEDIO TOTAL R1.1	1,248.10
	PROMEDIO TOTAL R1.2	1,278.10
	PROMEDIO TOTAL R1.3	1,208.10
Tratamiento 4	PROMEDIO TOTAL R1.1	3,137.50
	PROMEDIO TOTAL R1.2	3,115.00
	PROMEDIO TOTAL R1.3	3,160.00
Tratamiento 5	PROMEDIO TOTAL R1.1	4,946.20
	PROMEDIO TOTAL R1.2	5,196.20
	PROMEDIO TOTAL R1.3	4,856.20

DBO mg/L		
	Promedio	Desviacion
T 1	33.40	6.756
T 2	1877.67	78.750
T 3	1244.77	35.119
T 4	3137.50	22.500
T 5	4999.53	176.163



ANOVA de un factor

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Repeticion Inter-grupos	,000	4	,000	,000	1,000
Intra-grupos	10,000	10	1,000		
Total	10,000	14			
DBO mg/L Inter-grupos	43228992,049	4	10807248,012	1384,829	,000
Intra-grupos	78040,280	10	7804,028		
Total	43307032,329	14			

DBO mg/L

HSD de Tukey

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		a	b	c	d	e
1,00	3	33,4000				
3,00	3		1244,7667			
2,00	3			1877,6667		
4,00	3				3137,5000	
5,00	3					4999,5333
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

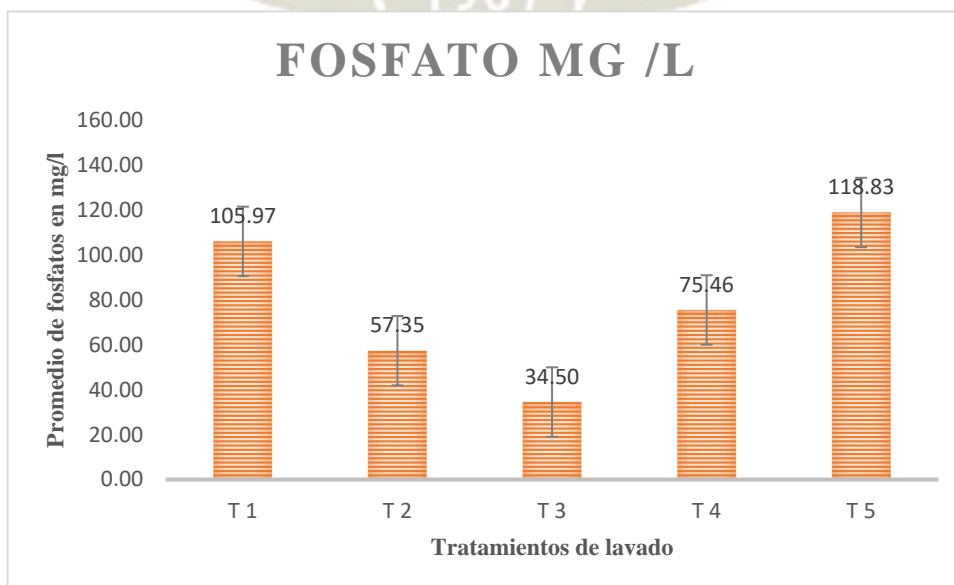
Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

Fosfatos en mg/L

		FOSFATO mg /l
Tratamiento 1	PROMEDIO TOTAL R1.1	101.92
	PROMEDIO TOTAL R1.2	110.015
	PROMEDIO TOTAL R1.3	105.96
Tratamiento 2	PROMEDIO TOTAL R1.1	84.186
	PROMEDIO TOTAL R1.2	30.404
	PROMEDIO TOTAL R1.3	57.456
Tratamiento 3	PROMEDIO TOTAL R1.1	26.903
	PROMEDIO TOTAL R1.2	30.539
	PROMEDIO TOTAL R1.3	46.054
Tratamiento 4	PROMEDIO TOTAL R1.1	69.965
	PROMEDIO TOTAL R1.2	75.563
	PROMEDIO TOTAL R1.3	80.846
Tratamiento 5	PROMEDIO TOTAL R1.1	118.83
	PROMEDIO TOTAL R1.2	125.19
	PROMEDIO TOTAL R1.3	112.477

FOSFATO mg /l		
	Promedio	Desviacion
T 1	105.97	4.048
T 2	57.35	26.891
T 3	34.50	10.171
T 4	75.46	5.441
T 5	118.83	6.357



NOVA de un factor

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Repetición	Inter-grupos	,000	4	,000	,000	1,000
	Intra-grupos	10,000	10	1,000		
	Total	10,000	14			
FOSFATO mg /l	Inter-grupos	14321,225	4	3580,306	19,608	,000
	Intra-grupos	1825,957	10	182,596		
	Total	16147,183	14			

FOSFATO mg /l

HSD de Tukey

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		a	b	c	d
3,00	3	34,4987			
2,00	3	57,3487	57,3487		
4,00	3		75,4580	75,4580	
1,00	3			105,9650	105,9650
5,00	3				118,8323
Sig.		,302	,506	,112	,769

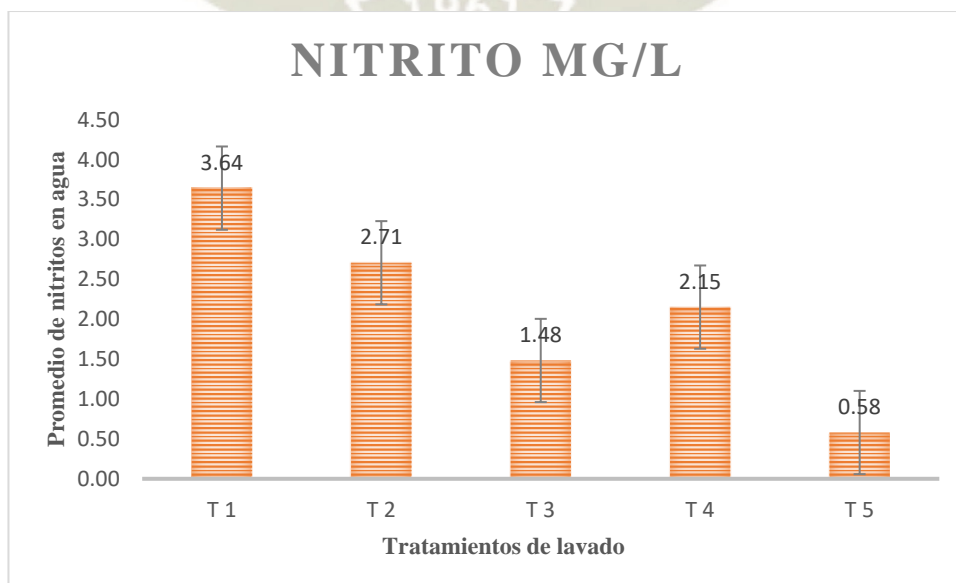
Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

Nitritos en mg/L

		NITRITO mg/l
Tratamiento 1	PROMEDIO TOTAL R1.1	3.941
	PROMEDIO TOTAL R1.2	3.416
	PROMEDIO TOTAL R1.3	3.568
Tratamiento 2	PROMEDIO TOTAL R1.1	3.659
	PROMEDIO TOTAL R1.2	0.401
	PROMEDIO TOTAL R1.3	4.06
Tratamiento 3	PROMEDIO TOTAL R1.1	0.887
	PROMEDIO TOTAL R1.2	1.708
	PROMEDIO TOTAL R1.3	1.852
Tratamiento 4	PROMEDIO TOTAL R1.1	2.752
	PROMEDIO TOTAL R1.2	1.721
	PROMEDIO TOTAL R1.3	1.980
Tratamiento 5	PROMEDIO TOTAL R1.1	1.725
	PROMEDIO TOTAL R1.2	0.007
	PROMEDIO TOTAL R1.3	0.007

NITRITO mg/l		
	Promedio	Desviacion
T 1	3.64	0.270
T 2	2.71	2.007
T 3	1.48	0.521
T 4	2.15	0.536
T 5	0.58	0.992



ANOVA de un factor

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Repeticion	Inter-grupos	,000	4	,000	,000	1,000
	Intra-grupos	10,000	10	1,000		
	Total	10,000	14			
NITRITO mg/l	Inter-grupos	16,319	4	4,080	3,615	,045
	Intra-grupos	11,286	10	1,129		
	Total	27,604	14			

NITRITO mg/l

HSD de Tukey

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		a	b
5,00	3	,5797	
3,00	3	1,4823	1,4823
4,00	3	2,1510	2,1510
2,00	3	2,7067	2,7067
1,00	3		3,6417
Sig.		,178	,169

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

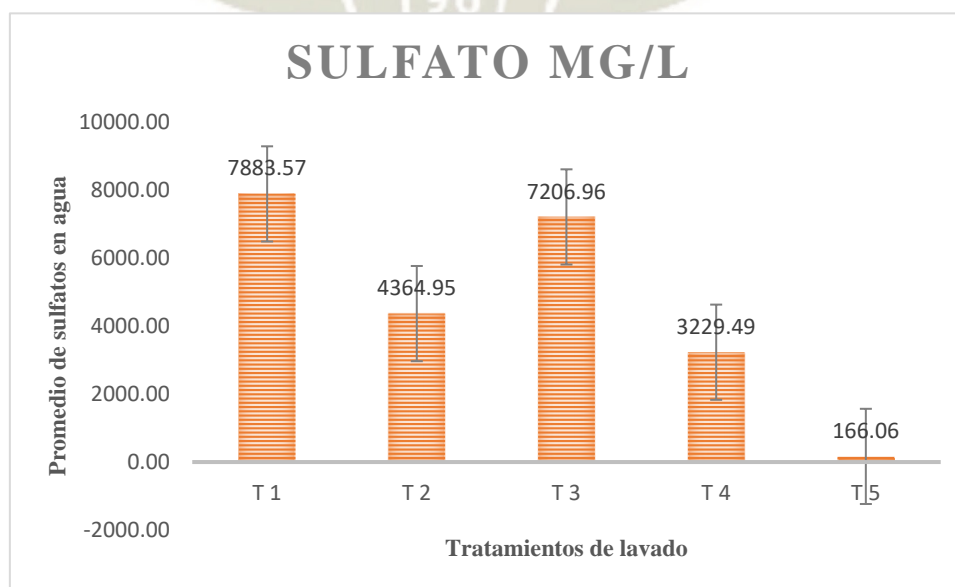
a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

Sulfatos en mg/L

		SULFATO mg/l
Tratamiento 1	PROMEDIO TOTAL R1.1	7,975.44
	PROMEDIO TOTAL R1.2	8,216.74
	PROMEDIO TOTAL R1.3	7,458.52
Tratamiento 2	PROMEDIO TOTAL R1.1	4,364.95
	PROMEDIO TOTAL R1.2	4,700.10
	PROMEDIO TOTAL R1.3	4,029.80
Tratamiento 3	PROMEDIO TOTAL R1.1	6,175.80
	PROMEDIO TOTAL R1.2	8,238.14
	PROMEDIO TOTAL R1.3	7,206.94
Tratamiento 4	PROMEDIO TOTAL R1.1	3,958.560
	PROMEDIO TOTAL R1.2	2,872.480
	PROMEDIO TOTAL R1.3	2,857.440
Tratamiento 5	PROMEDIO TOTAL R1.1	166.057
	PROMEDIO TOTAL R1.2	158.249
	PROMEDIO TOTAL R1.3	173.865

SULFATO mg/l

	Promedio	Desviacion
T 1	7883.57	387.369
T 2	4364.95	335.150
T 3	7206.96	1031.170
T 4	3229.49	631.435
T 5	166.06	7.808



ANOVA de un factor

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Repetición	Inter-grupos	,000	4	,000	,000	1,000
	Intra-grupos	10,000	10	1,000		
	Total	10,000	14			
SULFATO mg/l	Inter-grupos	117500998,375	4	29375249,594	85,172	,000
	Intra-grupos	3448926,369	10	344892,637		
	Total	120949924,744	14			

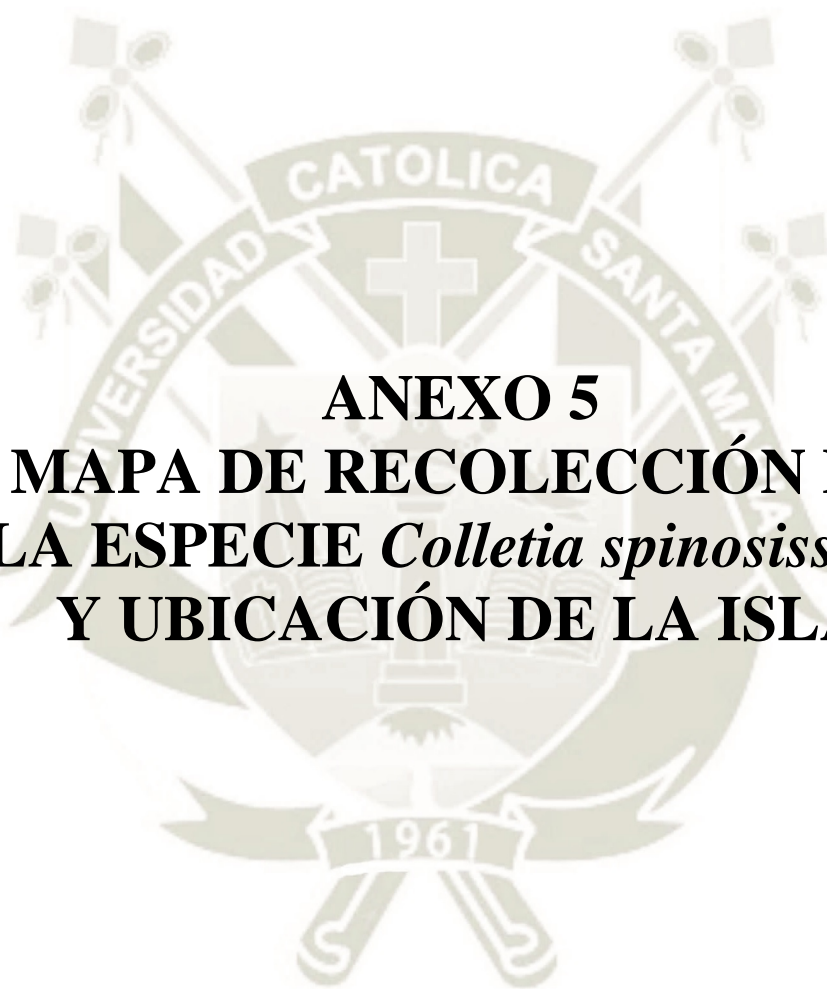
SULFATO mg/l

HSD de Tukey

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
5,00	3	166,0570		
4,00	3		3229,4933	
2,00	3		4364,9500	
3,00	3			7206,9600
1,00	3			7883,5667
Sig.		1,000	,201	,635

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.






a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.

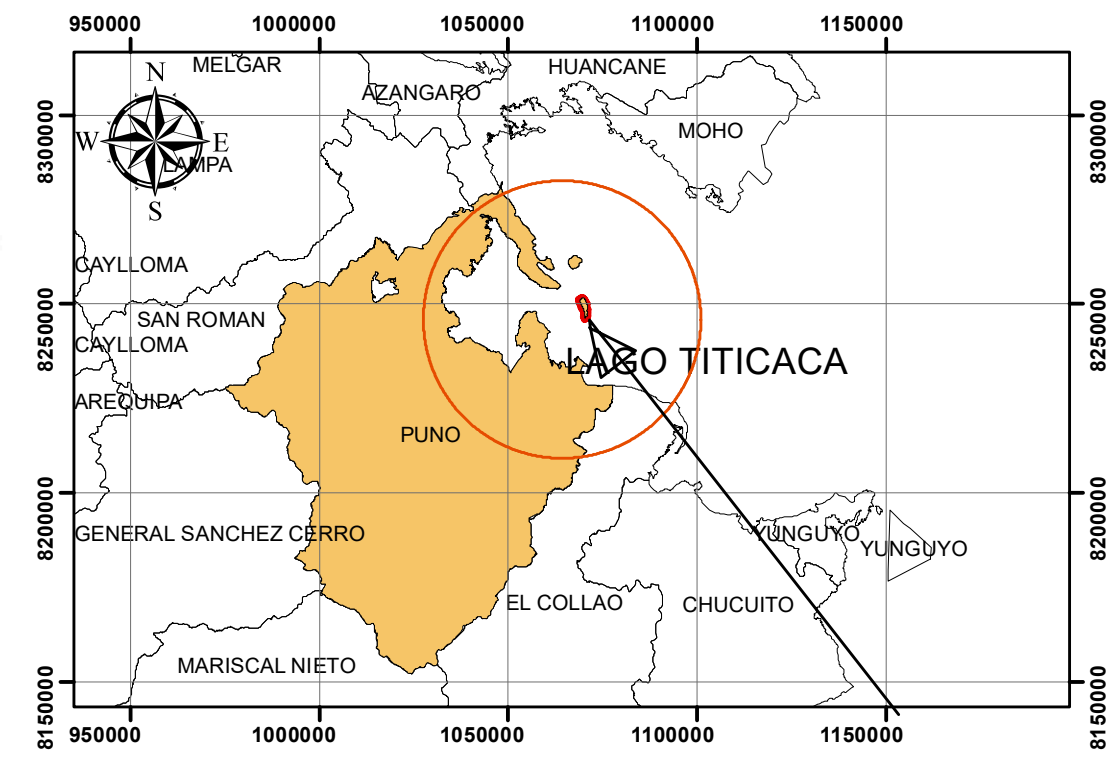
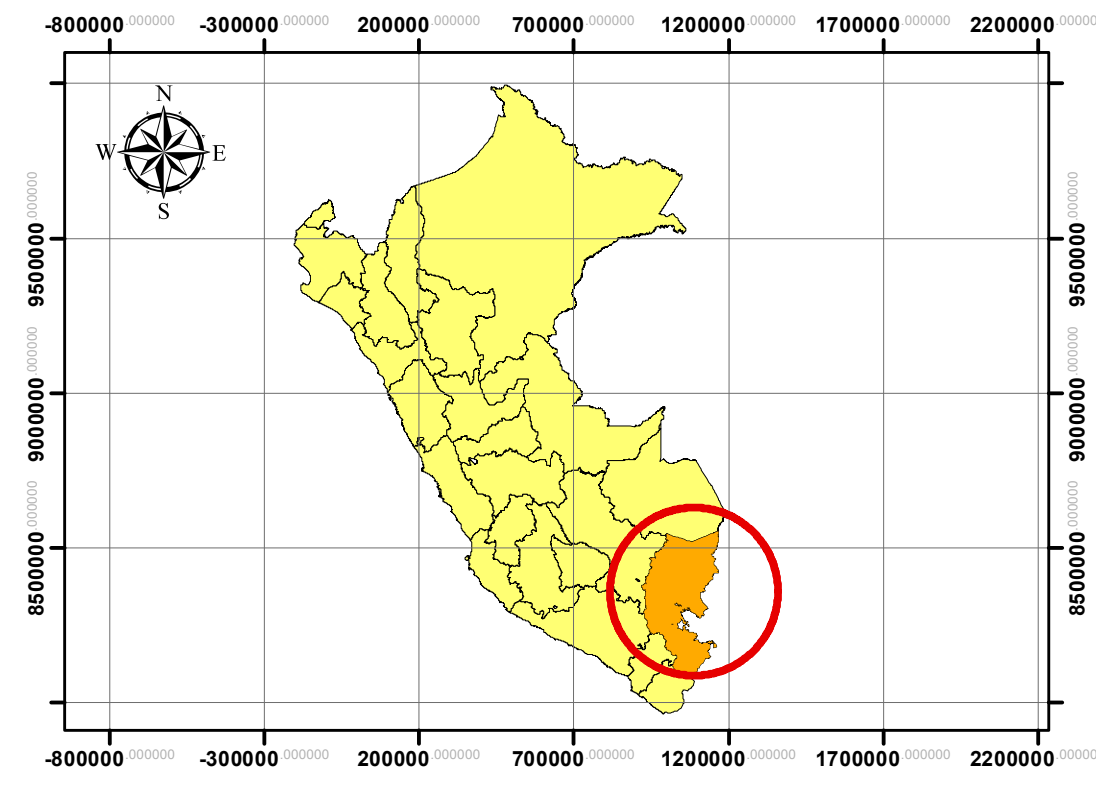


ANEXO 5
MAPA DE RECOLECCIÓN DE
LA ESPECIE *Colletia spinosissima*
Y UBICACIÓN DE LA ISLA




SIMBOLOGIA

-  Centro_Poblado_1
-  Centro_Poblado_2
-  Centro_Poblado_3
-  Zona_sin_Explotar
-  Isla_Taquile_Lago_Titicaca

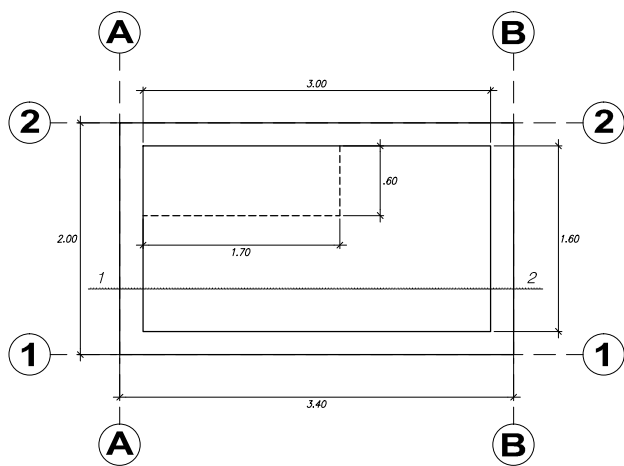
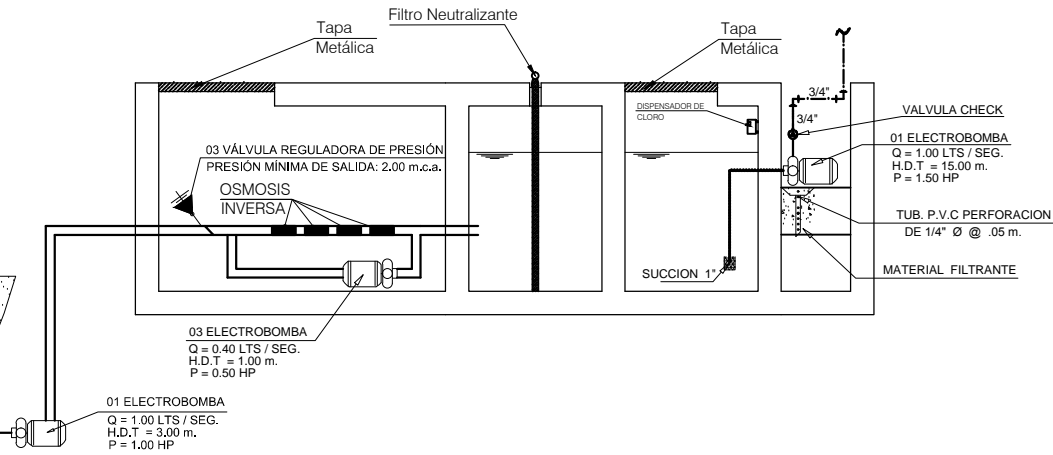
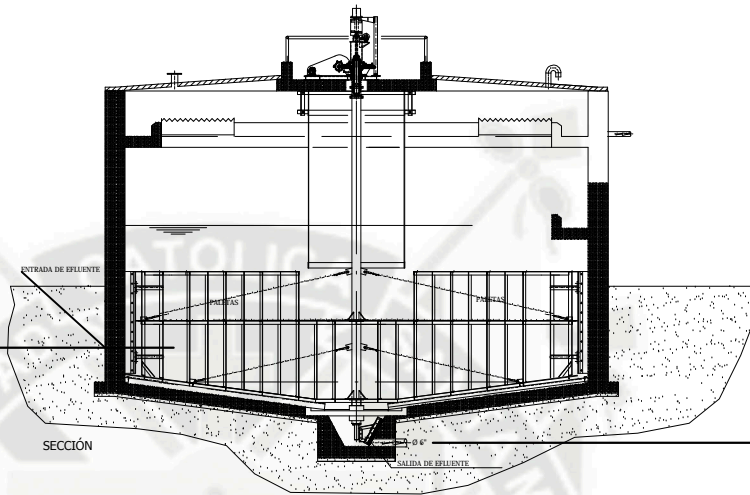
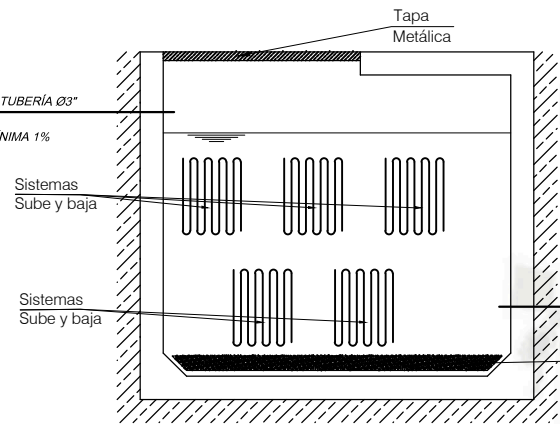
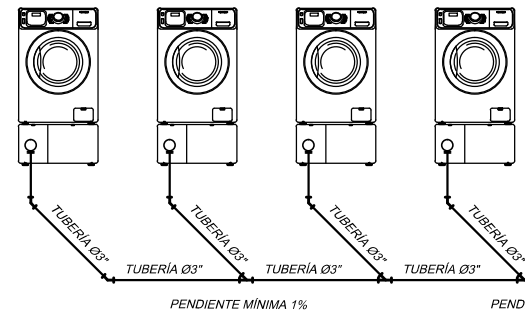


 UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA			
FACULTA DE INGENIERIA AMBIENTAL			
MAPA DE UBICACION y RECOLECCION DE COLLETIA SPINOSISSIMA			
BRACHILLER: ALMENDRA MORVELI PILCO	ASESOR: BIOL.ARMANDO ARENAZAS	UBICACION:	LAMINA 01
DATUM: WGS 84 ZONA 19L	ESCALA: 1:2,000,000	DISTRITO: PUNO	
		PROVINCIA: PUNO DEPARTAMENTO: PUNO	

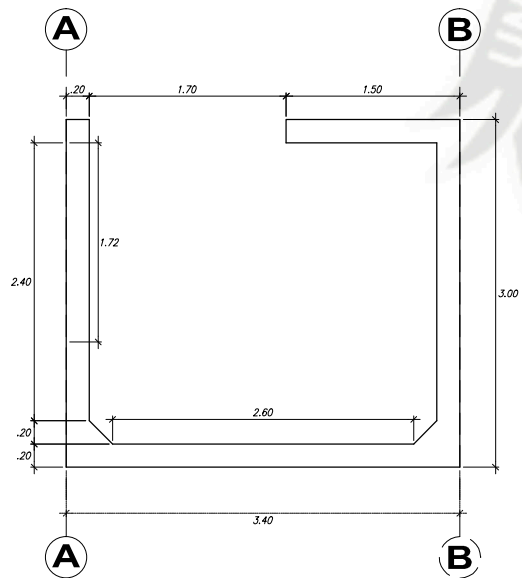




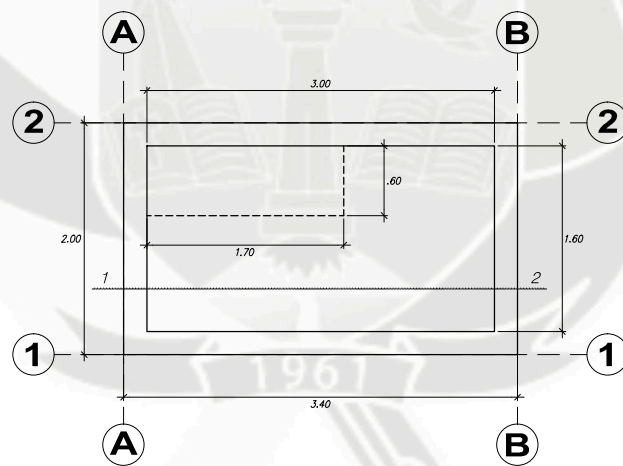
ANEXO 6
DISEÑO DE LA ETAP
(PLANOS)



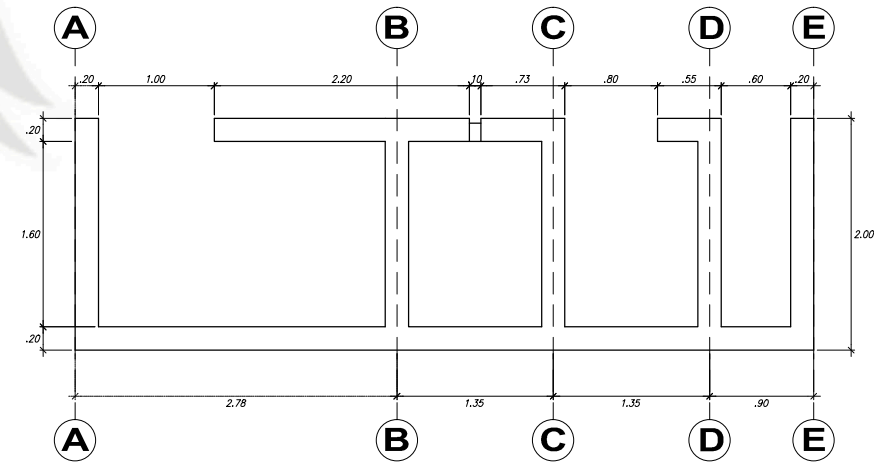
PLANTA - DESENGRASADOR
ESC. 1/50




CORTE A-A (Desengrasador)
ESC. 1/50



PLANTA - DESENGRASADOR
ESC. 1/50

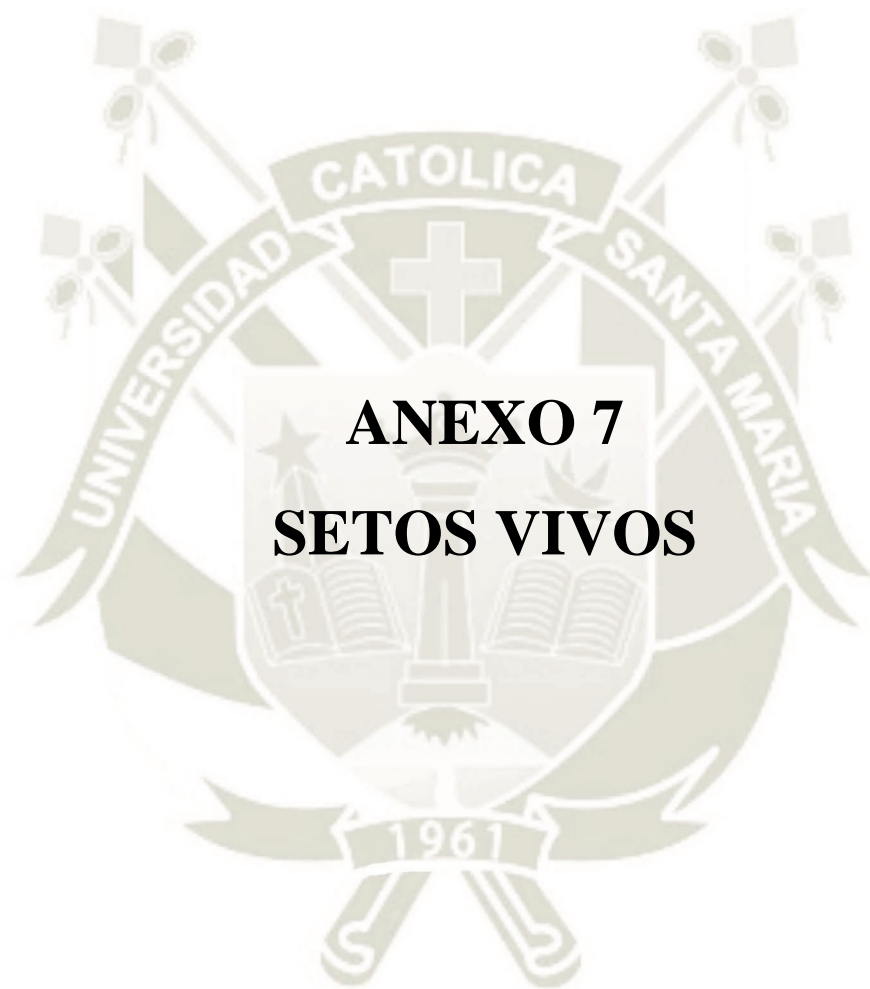


CORTE A-A (Filtro neutrilizante)
ESC. 1/50

	NOMBRE	FECHA	 UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA
ELABORÓ:	BACH.YESSICA ALMENDRA MORVELI PILCO	OCTUBRE 2019	
ASESOR:	DR. BLGO. ARMANDO ARENAZAS RODRIGUEZ		
ESCALA:	1/50		
ESTACION DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE			04

BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA

Residuo generado(ESPUMAS+DBO)				Residuo generado (microalgas)								
		10.00406	Kg			2.2863	Kg					
Velocidad de entrada	9.8	m/s	Velocidad de salida	9.8 m/s	m/s	Velocidad de salida	1	l/s				
Flujo de entrada	2	m ³	Flujo de salida(agua tratada)	1.99	m ³	Flujo de salida(agua tratada)	1.98770964	m ³				
espumas/ grasa	2.5	mg/l	espumas/ grasa de salida	0.5	mg/l	DBO de salida	149.9859	mg/l				
DBO de entrada	4999.53	mg/l	DBO de salida	999.906	mg/l	Fosfatos de salida	27.38349	mg/l				
			DESENGRASADOR - SEDIMENTADOR									
			Perdida de agua			0.010004	%	Tiempo de retencion	4	horas		
			Porcentaje de recuperacion			99.4398	%					
				TRATAMIENTO BIOLÓGICO								
			Perdida de agua			0.00229	%	Tiempo de retencion	24 a 48	horas		
			Porcentaje de recuperacion			99.8851	%	Consumo de energia	4400	w/h		
								5.9	HP			
								OSMOSIS INVERSA CCD				
		2.561182538	KG									
Velocidad de entrada	1L/s	L/s	Velocidad de salida	0.4	l/s	Flujo de entrada	1.98771	m ³	Flujo de salida(agua tratada)	1.987709602	m ³	
Flujo de entrada	1.987709642	m ³	Flujo de salida(agua tratada)	1.987709602	m ³	pH de entrada	5.66		pH de salida	7		
DBO de entrada	149.9859	mg/l	DBO de salida	7.499295	mg/l	FILTRO NEUTRALIZANTE						
Fosfatos de entrada	27.38349	mg/l	Fosfatos de salida	0.5476638	mg/l							
Salinidad de entrada	1.14	mg/l	Salinidad de salida	0.114	mg/l							
TDS de entrada	1110	mg/l	TDS de salinidad	777	mg/l							
				Tiempo de demora de proces				1.38035389	horas			
			Perdida de agua			0	%	Consumo de Energia dos electrobomba			1492 w/h	
			Porcentaje de recuperacion			99.99993801	%	Consumo de energia de electrovalvulas 3			1104 w/h	
								Total		2596 w/h		
								Consumo de Energia electrobomba			746 w/h	
								Porcentaje de recuperacion			100	



ANEXO 7
SETOS VIVOS



VISTA EN PLANTA



VISTA ISOMETRICA



VISTA FRONTAL



VISTA DETALLE SETO VIVO - CS



VISTA POSTERIOR



PLANO SETOS VIVOS - CS

ALUMNA :

Srta. YESSICA ALMENDRA MORVELI PILCO

DEPARTAMENTO :

PUNO

ASESOR:

Blgo. ARMANDO ARENAZAS

PROVINCIA :

PUNO

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

DISTRITO :

PUNO

FECHA:

SETIEMBRE 2019

LAMINA Nº

A-02



VISTA FRONTAL



DETALLE SETO VIVO - CS



PLANO SETOS VIVOS - CS

ALUMNA :

Srta. YESSICA ALMENDRA MORVELI PILCO

DEPARTAMENTO :	PUNO
PROVINCIA :	PUNO
DISTRITO :	PUNO

ASESOR:	Blgo. ARMANDO ARENAZAS
	UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FECHA:	SETIEMBRE 2019

LAMINA N°

A-03

RECOLECCION DE *COLLETIA spinosissima*



Imagen 1: Especie
Colletia spinosissima
en la Isla Taquile



Imagen 2: Especie
Colletia spinosissima
– raíz recolectada por
pobladores para el
lavado



Imagen 3: Especie
Colletia spinosissima



Imagen 4:
Recolección de datos



Imagen 5: Extracción
de los ápices de la
Colletia spinosissima



Imagen 6: Creación
del detergente natural
a base de *Colletia*
spinosissima –
demostración Taquile



Imagen 7: Proceso de lavado con detergente



Imagen 8: Proceso de enjuague (solo 1)– Isla

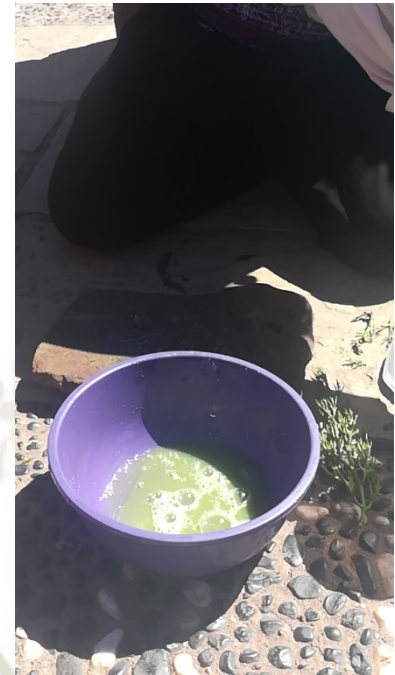


Imagen 9: Detergente Natural- Isla Taquile



Imagen 10: Isla Taquile

Imagen 11: Recolección de la especie con ayuda de los pobladores del lugar



PARTE EXPERIMENTAL – LABORATORIO



Imagen 12: Toallas de algodón manchadas con café, cocoa, tierra, lápiz labial, vino, etc.



Imagen 13: División de toallas para cada una de las repeticiones de lavado



Imagen 14: Medición de detergente para los tratamientos



Imagen 15: Repeticiones con detergente comercial (primer ensayo)



Imagen 16: Proceso de lavado (primer ensayo)



Imagen 17: Agua con detergente comercial, material después de tres enjuagues



Imagen 18: Mezcla de detergente natural en polvo y agua



Imagen 19: Filtrado del detergente Natural para los tratamientos 2,3,4, y 5



Imagen 20: Restos del detergente en polvo después de ser filtrado



Imagen 21: Repeticiones de lavado



Imagen 22: Medición de parámetro físico – químicos con el multiparametro HI9829



Imagen 23: Toma de muestra
para el parámetro de DBO – un
litro



Imagen 24: Toma de muestra
para los parámetros de fosfatos,
nitratos, sulfatos. 500 ml



Imagen 25: Rotulación de
muestra



Imagen 26: Equipo usado para la
medición de parámetros físico –
químicos