

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



ESCUELA DE POSGRADO

TESIS

**DETERMINACION DE LOS PARAMETROS
FISICOS QUIMICOS PARA EVALUAR LA
CALIDAD DE AGUA EN LA LAGUNA LA
ENCANTADA PROVINCIA DE HUAURA -
2016**

PRESENTADO POR:

Ing, ROSI ANGEL ATANACIO ROJAS

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN ECOLOGÍA Y
GESTIÓN AMBIENTAL**

ASESOR:

Dr. JOSE VICENTE NUNJA GARCIA

HUACHO - 2018

**DETERMINACION DE LOS PARAMETROS FISICOS QUIMICOS
PARA EVALUAR LA CALIDAD DE AGUA EN LA LAGUNA LA
ENCANTADA PROVINCIA DE HUAURA - 2016**

Ing, ROSI ANGEL ATANACIO ROJAS



TESIS DE MAESTRÍA

ASESOR: Dr. JOSE VICENTE NUNJA GARCIA

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
ESCUELA DE POSGRADO**

MAESTRO EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL

HUACHO

2018



DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de tesis a mis padres y familiares, especialmente a mi señora madre Luisa Rojas QEPD.

..

Rosi Angel Atanacio Rojas

AGRADECIMIENTO

Agradezco el invaluable apoyo de mi asesor y a todas las personas que directamente o indirectamente contribuyeron en lograr la culminación del presente trabajo de investigación.



ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	viii
ABSTRACT	x
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Problema general	2
1.2.2 Problemas específicos	2
1.3 Objetivos de la investigación	2
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Justificación de la investigación	3
1.5 Delimitaciones del estudio	4
1.6 Viabilidad del estudio	4
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1 Antecedentes de la investigación	5
2.1.1 Investigaciones internacionales	5
2.1.2 Investigaciones nacionales	9
2.2 Bases teóricas	24
2.3 Bases filosóficas	30
2.4 Definición de términos básicos	31
2.5 Hipótesis de investigación	35
2.5.1 Hipótesis general	35
2.5.2 Hipótesis específicas	35
2.6 Operacionalización de las variables	35
CAPÍTULO III	37
METODOLOGÍA	37
3.1 Diseño metodológico	37
3.2 Población y muestra	38
3.2.1 Población	38

3.2.2	Muestra	38
3.3	Técnicas de recolección de datos	38
3.4	Técnicas para el procesamiento de la información	39
CAPÍTULO IV		41
RESULTADOS		41
4.1	Análisis de resultados	41
4.2	Contrastación de hipótesis	43
CAPÍTULO V		45
DISCUSIÓN		45
5.1	Discusión de resultados	45
CAPÍTULO VI		48
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		48
6.1	Conclusiones	48
6.2	Recomendaciones	49
REFERENCIAS		50
ANEXOS		52



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evaluación de las características fisicoquímicas de las aguas de la laguna de la zona de mayor contaminación a las zonas de dispersión de las aguas de la Laguna.....	42
Tabla 2. Correlación de variación del % de remoción del parámetro fisicoquímico con respecto a la zona de mayor contaminación respecto a la zona de dispersión y biodegradación de la contaminación.	43



RESUMEN

Es muy importante desarrollar un manejo eco sistémico de las actividades dentro y en el entorno de la laguna La Encantada, a fin de que se cumplan con casi todos los requerimientos de buenas prácticas ambientales para la preservación de flora y fauna de esta.

La calidad de agua de la laguna presenta señales de eutrofización por lo que requiere atención, puede ser aportes de trabajos de investigación a fin de colaborar con su conservación, pues se ha verificado que en algunas zonas de la laguna una gran presencia de plantas acuáticas debido a la gran concentración de nutrientes de fosfatos, nitratos, nitritos entre otros, por efecto de las condiciones y características de las actividades que se desarrollan en la laguna, tales como la crianza de tilapias y otras especies, así también los paseos en botes en la laguna, la magnitud y tipo de efluentes que recepciona la laguna, todas estas actividades antrópicas están en forma directa o indirecta está contribuyendo a que en algunas áreas de la laguna se estaría reduciéndose la disponibilidad de oxígeno disuelto y por lo tanto se disminuye la calidad del agua poniendo en riesgo la flora y fauna que habitan en la laguna

Para realizar la contrastación se evaluó las propiedades fisicoquímicas en zonas que por sus características externas y ubicación en la laguna según los focos de contaminación y y zonas de rebose se ubicó puntos de alta , media y menor contaminación, para precisar los puntos de muestreo se tomó las coordenadas geográficas, para ello se analizó y comparo las propiedades fisicoquímicas más representativas de la calidad del agua de la laguna donde se observa la acción depuradora de parte de la flora natural y extraña a la laguna justamente por la activación de los mecanismo de autorregulación y restablecimiento del equilibrio y dinámica del ecosistema de la laguna, donde por los resultados obtenidos se observa una remoción natural de los contaminantes la cual está en función del tipo y cantidad de flora presente en el agua, siendo esta más notable en las zonas de suelo por la acción combinadas de las plantas acuáticas con las vegetación terrestre en la zona de rebose de la laguna.

La investigación tiene por objetivo hacer propuestas para descontaminar las aguas de la laguna a fin de que mantenga su dinámica natural y conservar la flora y fauna natural de la laguna y no desarrollen floras extrañas a la laguna como una respuesta depuradora por la

alta concentración de nitratos y fosfatos en la laguna resultantes de la biodegradación de la carga orgánica ingresada a la laguna por acción antrópica.

Palabras clave: Parámetros fisicoquímicos; Laguna; Eutrofización; Biodegradación



ABSTRACT

It is very important to develop an eco systemic management of the activities within and around the La Encantada lagoon, so that almost all the requirements of good environmental practices for the preservation of flora and fauna of this lagoon are fulfilled.

The water quality of the lagoon shows signs of eutrophication because it requires attention, with the contribution of research works in order to collaborate in its conservation, since it has been verified that in some zones of the lagoon a great presence of aquatic flatlands due to the great concentration of nutrients of phosphates, nitrates, nitrites among others, by effect of the conditions and characteristics of the activities that take place in the lagoon, such as the raising of tilapia and other species, as well as the boat rides in the lagoons , the magnitude and type of effluents that the lagoon receives, all these anthropogenic activities are directly or indirectly contributing to the reduction of water quality in some areas of the lagoon, putting at risk the flora and fauna that inhabit the lagoon.

To perform the test, the physicochemical properties were evaluated in areas that, due to their external characteristics and location in the lagoon, according to the sources of contamination and overflow areas, were located high, medium and less polluted, in order to specify the sampling points, the geographical coordinates, for this purpose, the physicochemical properties most representative of the water quality of the lagoon where the purifying action of part of the natural flora and foreign to the lagoon is observed precisely by the activation of the mechanism of self-regulation and restoration were analyzed and compared of the equilibrium and dynamics of the lagoon's ecosystem, where by the results obtained a natural removal of the contaminants is observed, which is a function of the type and amount of flora present in the water, being this more noticeable in the soil zones by the combined action of the aquatic flat with the terrestrial vegetation in the area of base of the lagoon.

The research aims to make proposals to decontaminate the waters of the lagoon in order to maintain its natural dynamics and conserve the natural flora and fauna of the lagoon and not develop foreign floras to the lagoon as a purifying response by the high concentration of nitrates and phosphates in the lagoon resulting from the biodegradation of the organic load entered into the lagoon by anthropic action.

Keywords: Physico-chemical parameters; Lagoon; Eutrophication; Biodegradation



INTRODUCCIÓN

La provincia de Huaura tiene el privilegio de poseer tres humedales muy importantes sobre todo en nuestras costas como son de norte a sur las lagunas de Medio Mundo, las lagunas del paraíso, y las lagunas de pampas de ánimas que está ubicada al lado sur del distrito camino a pampas de animas alta.

La laguna “La Encantada” respecto a las actividades que desarrolla su población está divididas en los siguientes sectores, el 50% de los habitantes residentes se ocupan a la agricultura y ganadería y el otro 20% se ocupa a la extracción de junco, totora y carrizo. El 20% de esta población depende en más o menor grado de los recursos de las lagunas y su entorno, siendo el junco y los peces (Tilapia) los más de frecuencia de uso. Todos los pobladores están de acuerdo en que las lagunas tengan objetivos turísticos; sin embargo, solo el 73% demostró interés en manejar las poblaciones de peces para objetivos comerciales.

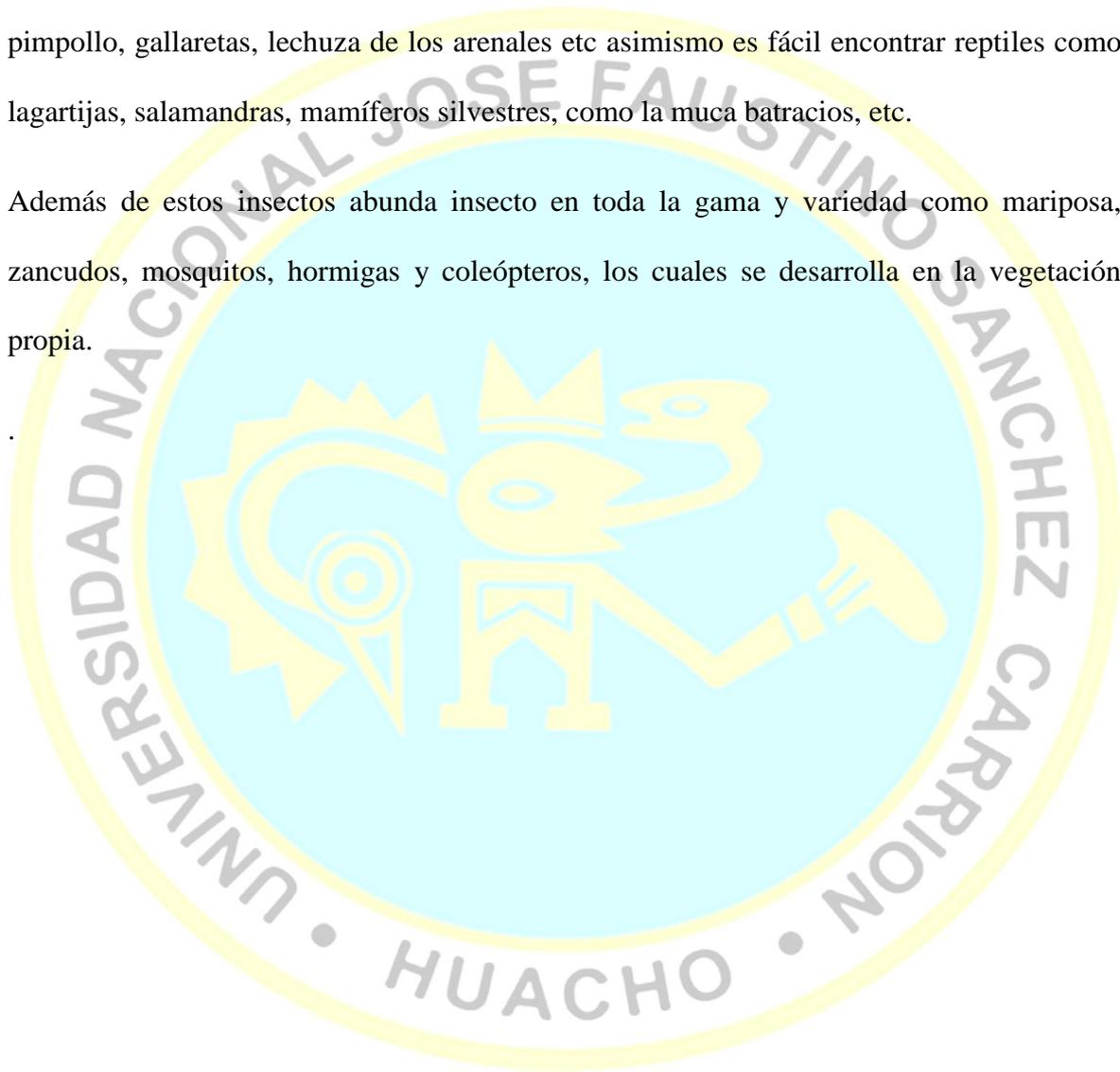
La riqueza biológica del área está representada esencialmente por las aves con especies representativas, las familias Scolopacidae, Ardeidae y Laridae son las más diversas y La flora está integrada por 33 especies vasculares, el 62% de la composición florística es dada por las familias Poaceae, Cyperaceae y Asteraceae.

Es muy significativo desarrollar un manejo de las actividades dentro y en el entorno de la laguna que se cumplan con casi todos los requerimientos de buenas prácticas ambientales para la preservación de fauna acuática, la pesca recreativa y su uso como zonas recreativas de contacto primario; a excepción de los requerimientos bioquímicos que muestran cierto grado de contaminación. Todo lo contrario, sucede con el agua superficial que ingresa al ecosistema a través del canal de irrigación aguas arriba de la irrigación santa rosa que

presenta tanto contaminación microbiológica como bioquímica en niveles bajos de contaminación y deben controlarse.

Dentro de la laguna se puede encontrar a peces como la lisa, bagre cachuela, carpas, etc en las orillas de las lagunas se pueden encontrar aves migratorias y otras de permanencia constante como la garza blanca, la pequeña y la grande, patos silvestres como el sambullidor pimpollo, gallaretas, lechuza de los arenales etc asimismo es fácil encontrar reptiles como lagartijas, salamandras, mamíferos silvestres, como la muca batracios, etc.

Además de estos insectos abunda insecto en toda la gama y variedad como mariposa, zancudos, mosquitos, hormigas y coleópteros, los cuales se desarrolla en la vegetación propia.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La calidad de agua de la laguna presenta señales de eutrofización por lo que requiere atención, con el aporte de trabajos de investigación a fin de colaborar con su conservación, pues se ha verificado que en algunas zonas de la laguna una gran presencia de plantas acuáticas debido a la gran concentración de nutrientes de fosfatos, nitratos, nitritos entre otros, por efecto de las condiciones y características de las actividades que se desarrollan en la laguna, tales como la crianza de tilapias y otras especies, así también los paseos en botes en la lagunas, la magnitud y tipo de efluentes que recepciona la laguna, todas estas actividades antrópicas están en forma directa o indirecta y contribuyendo a que en algunas áreas de la laguna se estaría reduciendo la calidad del agua poniendo en riesgo la flora y fauna que habitan en la laguna.

La presente tesis tiene como objetivo contribuir a la conservación y desarrollo de la Laguna La Encantada y área de conservación como hábitat de aves migratorias y residentes, así como de las comunidades vegetales existentes para tratar de asegurar el uso sostenido de sus recursos. Esto se va lograr en dos etapas: la primera consiste en una evaluación de los recursos agua y población a través de metodologías específicas a cada uno de ellos en medir la calidad de agua y la segunda está referida al planteamiento de los criterios y lineamientos básicos para la elaboración de propuestas de manejo y desarrollo del área en función del estado actual de los recursos naturales y las características socioeconómicas.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿En qué medida la determinación de los parámetros físico químico para evaluar la calidad de agua en la laguna la encantada y proponer alternativas de descontaminación- Huaura, 2016?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿En qué medida la caracterización fisicoquímica de las aguas de la zona de rebose de la laguna La Encantada favorecerá la evaluación de la calidad de las aguas a fin de proponer alternativas de descontaminación-Huaura 2016?
2. ¿En qué medida la selección de la alternativa de descontaminación y experimentada a nivel laboratorio podría mejorar la calidad de las aguas de laguna La Encantada-Huaura 2016?
3. ¿En qué medida la caracterización fisicoquímica de las aguas resultantes de la alternativa de descontaminación seleccionada mejoró la calidad de las aguas de la zona de rebose de la Laguna Encantada–Huaura 2016?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar los parámetros físico químico para evaluar la calidad de agua en la laguna La Encantada y proponer alternativas de descontaminación- Huaura, 2016.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Caracterizar fisicoquímicamente las aguas de la zona de rebose de la laguna La Encantada para favorecer la evaluación de la calidad de las aguas a fin de proponer alternativas de descontaminación-Huaura 2016.
2. Seleccionar la alternativa de descontaminación y experimentada a nivel laboratorio para mejorar la calidad de la aguas de laguna La Encantada-Huaura 2016.
3. Caracterizar fisicoquímicamente las aguas resultantes de aplicar la alternativa de descontaminación seleccionada para mejorar la calidad de las aguas de la zona de rebose de la Laguna Encantada–Huaura 2016.

1.4 Justificación de la investigación

Esta investigación es conveniente para el distrito de Santa María en especial para las pampas de ánimas y sus alrededores ya que implementaremos un estudio de descontaminación de la laguna La Encantada en forma natural.

Es conveniente también para los pobladores, personas visitantes y público en general, tener una laguna sana y saludable y así contribuir la visita constante de turistas a nuestro distrito.

Esta investigación tiene relevancia social por que demostrara a la sociedad una de las deficiencias y descuido de nuestros recursos naturales especialmente el recurso agua por no ser saludable ni para los bañistas y seres vivos en nuestra laguna el reducir la contaminación de nuestra laguna y evaluaremos la calidad de agua, mediremos los parámetros físicos como olor, color, sabor, turbidez, temperatura, pH, etc como también determinaremos los parámetros químicos como la concentración de DBO_5 en ppm, concentración en demanda de oxígeno en ppm, porcentaje de turbidez, porcentaje de sólidos en suspensión porcentaje de materia orgánica, etc .

La investigación tiene importancia en la práctica, porque permitirá la eficacia con otras instituciones para reducir la contaminación de nuestra laguna y evaluaremos la calidad de agua para la vida de los seres vivos acuáticos de esta zona. .

La investigación permitirá tener una definición real sobre un sistema de descontaminación de nuestras aguas de la laguna para reducir la contaminación y los resultados de la investigación, será contribución a la formación académica de nuestros turistas y público en general que poco a poco se hace conocido en nuestra provincia de Huacho.

La investigación servirá de modelo metodológico para otros investigadores que realicen investigaciones sobre otros casos que realicen descontaminación de aguas de lagunas sino está contemplando a la reducción de contaminantes del agua, así poder contribuir en poder reducir la contaminación.

1.5 Delimitaciones del estudio

Las limitaciones más que todo son de naturaleza económica, pues no se ha podido encontrar alguna entidad que pueda financiar algunas actividades complementarias que requiere este trabajo de ingeniería ambiental, por otro lado, existe una limitada información respecto a los tipos y performances de floculantes de aplicación a el agua de bombeo que se disponen en el mercado nacional.

1.6 Viabilidad del estudio

La ejecución del presente trabajo de ingeniería ambiental para mitigar la contaminación de los efluentes al mar, el proyecto tiene viabilidad técnica y económica para su ejecución.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales

Cardona (2003) propone que;

Este estudio fue realizado para analizar la calidad y riesgo de la contaminación del agua en la microcuenca del Río La Soledad, Valle de Angeles, Honduras. En nueve unidades de drenaje fue subdividida la microcuenca, e igual número de estaciones de muestreo fueron establecidas. Durante los meses de mayo a junio dos muestreos se realizaron, en época seca y lluviosa, en los cuales, nitratos, fosfatos, coliformes totales y fecales, temperatura, pH, turbidez, sólidos suspendidos, disueltos y totales, fueron medidos y posteriormente ajustados a un Índice de Calidad de Agua (ICA). También, en dos estaciones se analizó la presencia de plaguicidas organoclorados en el agua. Mediante análisis SIG, se determinaron indicadores de deterioro de la calidad del agua, tales como: Índice de Contaminación Agroquímica (IPCAS), Índice de Contaminación Poblacional (ICP) e Índice de Vulnerabilidad Institucional (IVIS). Posteriormente, fueron integrados en un Índice de Vulnerabilidad Global (IVG). Estos fueron analizados estadísticamente, junto a parámetros de calidad de agua, para determinar su influencia en la contaminación del agua. Los resultados indican que en la microcuenca, no ocurre un deterioro significativo de la calidad del agua, aunque, el uso actual del suelo posee una participación notable en la misma. Los

sólidos totales, disueltos, turbidez y nutrientes fueron los parámetros que explicaron el comportamiento negativo del ICA, así, como la cobertura vegetal y el área de drenaje influyen positivamente. En este sentido, la parte baja de las quebradas Agua Amarilla y San Francisco resultaron más contaminadas. Por otra parte, altas concentraciones de plaguicidas organoclorados encontrados en muestras de agua sugieren que los cultivos hortícolas poseen un impacto negativo en la salud acuática. Cinco compuestos fueron detectados: Aldrin, Dieldrin, Lindano, Heptacloro y Endosulfan, excediendo este último en 3183 veces el valor máximo admitido para agua potable y 6.8 veces para toxicidad acuática. En general, el 12% de la cuenca presenta alta vulnerabilidad de deterioro, constituyente de amenaza de contaminación del agua. Los índices que más explicaron la influencia del uso del suelo en la calidad del agua resultaron ser el ICP, IPCAS e IVIS. Debido a lo anterior, en la microcuenca del Río La Soledad se evidencia un proceso gradual de deterioro de la calidad del agua, acorde a las actividades antrópicas realizadas, tal, que un marginamiento social en el acceso a agua para consumo está ocurriendo y no por limitaciones en la cantidad, sino por alteración de la calidad del agua.

Perez (2010) propone que;

ICA-L, un índice de calidad del agua fisicoquímica de humedales (WWQI), para ser utilizado como una herramienta de gestión para las lagunas de inundación estacional en el Parque Nacional Palo verde, Guanacaste, Costa Rica. El objetivo es preservar su papel natural para las plantas nativas, así como para los migrantes y las especies animales locales. El índice se desarrolló en cuatro pasos: selección de parámetros, asignación del peso del parámetro, transformación de los datos a sus subíndices correspondientes y selección de una función de agregación apropiada. En este proceso, se utilizaron los siguientes criterios como referencia: WQI de la Fundación Nacional de Saneamiento, WQI para el Río Des Moines,

Escribano y De Frutos WQI, la legislación internacional sobre concentración máxima aceptable para diferentes variables de calidad del agua, y los autores criterios personales. El índice incluye los siguientes parámetros: porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, pH, concentración de nitrato, concentración total de fósforo, demanda química de oxígeno, concentración de sólidos suspendidos, conductividad eléctrica y temperatura. El índice se establece en cero si la concentración de alguna sustancia tóxica excede el límite máximo permitido. Los valores de ajuste se basaron en los "pesos" definidos en el Índice de calidad del agua de la Fundación Nacional de Saneamiento (ICA-NSF). En este estudio, se excluyó el peso del recuento de coliformes fecales, los valores de turbidez y el de sólidos totales se integraron en uno (sólidos en suspensión) y se asignó un factor de 0,08 al parámetro de conductividad. Los subíndices asociados a los sólidos en suspensión se obtuvieron a partir de la calidad del gráfico de variación de Kahler-Royer; los valores de pH y la concentración de nitrato de los gráficos construidos para ICA-NSF. El porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en sitios como canales de riego se evaluó directamente a partir del gráfico de variación de calidad construido para ICANSF, mientras que el mismo parámetro para las lagunas de inundación requirió un ajuste basado en el valor óptimo para ecosistemas similares no contaminados. La conductividad se evaluó a partir de ajustes en las funciones de calificación comentadas por Escribano y De Frutos. La demanda química de oxígeno, el fósforo total y la temperatura se calificaron según las funciones desarrolladas para el ICA-L.

Cruz, Arieguin y Zetina (2007) sostienen que;

Alvarado es uno de los sistemas de estuario - lagunares más productivos en el Golfo de México de México. Tiene una gran importancia económica y ecológica debido a la alta productividad de la pesca y porque sirve como un vivero, la alimentación, y la zona de reproducción para numerosas poblaciones de peces y crustáceos. Debido a esto, los estudios

llevados a cabo han centrado en la biología, la ecología, la pesca (por ejemplo, camarones, ostras) y otros componentes biológicos del sistema durante las últimas décadas. Este estudio presenta un modelo trófico masa equilibrada para Laguna Alvarado para determinar su estructura y forma funcional, y para compararlo con los sistemas costeros similares del Golfo de México y la costa del Pacífico mexicano. El modelo, basado en el software con Ecopath Ecosim, formado por dieciocho grupos de peces, siete grupos de invertebrados, y un grupo de cada uno de los tiburones y rayas, mamíferos marinos, el fitoplancton, pastos marinos y detritus. La aceptabilidad del modelo se indica por el índice de pedigrí (0.5) que cubre de 0 a 1 en base a la calidad de los datos de entrada. El nivel trófico más alto fue de 3,6 para los mamíferos marinos y pargos. El rendimiento total del sistema alcanza 2.680 t km⁻² año⁻¹, de los cuales el consumo total compuesta por el 47%, los flujos respiratorios compuestos por un 37% y los flujos al detritus formado por 16%. La producción total del sistema era mayor que el consumo y la producción primaria neta superior a la respiración. La eficiencia de transferencia media fue de 13,8%. El nivel trófico medio de las capturas fue de 2,3 y la producción primaria requerida para sustentar la captura se estimó en 31 t km⁻² año⁻¹. Sobrecarga del Ecosistema fue de 2,4 veces el ascenso. Los resultados sugieren un equilibrio entre la producción y el consumo primario. En contraste con otras lagunas costeras mexicanas, Laguna Alvarado difiere mucho en relación con la fuente primaria de energía; aquí los productores primarios (pastos marinos) son más importantes que las vías de detritus. Este hecho se puede interpretar una respuesta a deforestar los manglares, la pesca excesiva, etc El trabajo futuro podría incluir la compilación de la pesca y la evolución temporal de la biomasa para desarrollar verificación histórica y la instalación de las simulaciones temporales.

Boxman et al (2015) menciona;

Que la a composición química del agua y la economía de una propiedad marítimo terrestre a escala comercial integran la acuicultura multitrófico. Se investigó sistema (IMTA). El sistema utiliza una combinación de un humedal construido, filtro de arena seguido de un humedal construido, y las bolsas de geotextil para el tratamiento de los residuos sólidos. Este estudio es una demostración de un sistema de descarga cero donde la producción de vivero comercial de plantas de humedales se combinó con un RAS marino para el tratamiento de residuos sólidos salina. Los sólidos suspendidos totales (SST), química de oxígeno la demanda (COD), se midieron el nitrógeno total (TN), y las concentraciones de fósforo total (PT). Planta y muestras de suelo fueron analizadas para TN y TP. Una diferencia significativa ($p < 0,05$) en las concentraciones de efluentes no fue encontrado. La variabilidad inherente a un sistema a escala comercial hace que sea difícil aislar las eficiencias individuales de los tres sistemas de tratamiento. Producción de plantas de humedales fue crítico para ayudando a la eliminación de nutrientes, facilitando la agregación de los sólidos y proporcionar condiciones para la desnitrificación.

En promedio la concentración de nitrato disminuyó con el tiempo debido a la desnitrificación se produce en la planta camas. Las muestras de agua se analizaron para metales disueltos: Mn, Ni, Se, Sr, Cd, Li, Hg, Mo, Fe, B, Cu, Pb, Zn, La, Ca, K y Mg; Mn y Fe mostraron un aumento gradual en la concentración con el tiempo. Este sistema IMTA producido con éxito Pompano Florida, y los residuos de pescado y alimentos no consumidos proporcionan suficientes nutrientes para producir múltiples cohortes de plantas del humedal durante un período de dos años. Un análisis económico indica que después de un año de producción del sistema produciría un beneficio, pero la producción de Pompano Florida por sí sola no daría lugar a un rendimiento neto positivo.

2.1.2 Investigaciones nacionales

Cabrera (2002) señala que;

En su investigación titulada Estudio de la contaminación de las aguas costeras en la Bahía de Chancay: Propuesta de Recuperación, que tubo como objetivo comparar la magnitud y el impacto de la contaminación de las aguas costeras de la Bahía de Chancay, durante periodos con o sin veda; llego a las siguientes conclusiones:

1. En la presente investigación, se ha estimado conveniente comparar los resultados con normas vigentes como la Ley General de Aguas (D.L. 17752), e incluso con la R. M. N° 478-94, los valores promedio de productividad para las aguas costeras del Mar peruano, según Zuta y Guillén; y otras; comprobándose que estos resultados están por encima de las normas mencionadas.
2. La propuesta de recuperación formulada por el suscrito, da a conocer instrumentos de gestión como la Gestión de efluentes de la industria pesquera, Gestión de efluentes urbanos, Programa de participación ciudadana, Programa de Monitoreo Ambiental y la implementación de una estrategia de política ambiental, que nos lleve a formular una nueva norma de calidad de aguas marinas.
3. La viabilidad técnica económica de las propuestas planteadas dependerán de su relación costo / beneficio y el grado de concertación entre los diversos actores del desarrollo de la ciudad de Chancay, para el logro de la calidad ambiental.

Valles (2017) señala que:

La laguna El Sauce está ubicada en la Región San Martín, a 51 Kilómetros al sur de la ciudad de Tarapoto, enmarcada entre actividades ganaderas, agrícolas, turísticas, piscícolas y poblacionales, las cuales año tras año vienen alterando y acelerando su entorno y envejecimiento conllevando a una acelerada eutrofización, para ello se evaluó los factores causales del nivel de eutrofización o nivel trófico actual de la laguna El Sauce, donde se

realizaron dos muestreos, una en época de estiaje y la otra en época de lluvia, con la finalidad de realizar una evaluación del nivel trófico más objetivo. Las variables fundamentales que se consideraron para la determinación de los factores causales del nivel trófico de la laguna El Sauce fueron: El fósforo total, nitrógeno en forma de nitrato, la transparencia y la clorofila "a". El objetivo principal de la investigación fue determinar los factores causales y evaluar el nivel de eutrofización de la laguna El Sauce - Tarapoto, a Setiembre del 2017; y plantear un plan de mitigación que permita remediar los daños ocasionados a la laguna. El estudio de investigación corresponde al tipo aplicado, nivel y diseño cuasi experimental (evaluativa - explicativa), la muestra la representó dieciséis litros de agua de la laguna el Sauce, las técnicas que se utilizaron para este proceso fueron: La observación, recolección de datos y evaluación; los instrumentos de investigación fueron: Hoja de análisis y calculo, hoja de datos y pruebas de laboratorio, concluyendo que el nivel de eutrofización de la laguna El Sauce es de Eutrófico a Hipertrófico y donde los principales factores causales son residuos generados por la actividad ganadera, vertimiento directo de las aguas residuales domésticas, la disposición de los residuos sólidos hacia la laguna, contaminación de agroquímicos de cultivos de arroz aledaños y creciente actividad turística.

Benites (2014) sostiene por;

Objetivo.- Contrastar como los factores abióticos influyen en la eutrofización de las aguas de la laguna La Encantada ubicada en el distrito de Santa María, Provincia de Huaura.

Material y Métodos.- Se localizaron cuatro Estaciones de muestreo, donde se registraron diferentes parámetros abióticos, durante las cuatro estaciones del año; dichos parámetros fueron la temperatura del agua, transparencia, pH, oxígeno disuelto, anhídrido carbónico, nitritos y amoníaco y se recogieron muestras de plancton utilizando redes de fito y zooplancton. Resultados.- Las aguas de la laguna tuvieron aspecto verde amarillento y poco transparentes; existió una relación directa entre la temperatura del agua y tenores de oxígeno

existentes; la relación entre los compuestos de nitrógeno y amoníaco y la demanda de oxígeno en el medio, el pH se encontró dentro del estándar nacional, categoría 4 (lagos y lagunas); el análisis biológico del agua arrojó abundancia de zooplancton representado en mayor porcentaje por el género Copepodo sp. Conclusiones: La laguna como ecosistema esta camino a la eutrofización, las causas son las excretas y excedentes de la alimentación suplementada no captadas por los peces en cultivo y que se depositan en el fondo del cuerpo de agua, otra causa lo constituyen las aguas de regadío desde los sembríos y que ingresan a la laguna cargadas de iones nitrógeno , fósforo y otros polutos; otro factor contaminante es de tipo antropogénico causada por esparcimiento en la laguna, como por animales que viven en las inmediaciones o que visitan la zona.

Benites.(2016)explica que;

Con el propósito de conocer el estado ecológico de la laguna Llamacocha ubicada en Conchucos (Ancash, Perú) en el mes de agosto del 2014, se evaluaron los parámetros morfométricos y batimétricos, así como los aspectos físicos (temperatura del agua, color aparente del agua, transparencia, solidos suspendidos totales), químicos (oxígeno disuelto, pH, nitritos), biológicos (fitoplancton, zooplancton) del agua, así como las características sedimentológicas (composición granulométrica, color, materia orgánica), se registró la diversidad florística y la fauna aviar. La laguna fue dividida en 9 transeptos estableciéndose 15 estaciones. El área de la laguna es de 40.9 ha, la línea de orilla es de 1462 m, longitud máxima de 306 m, ancho máximo 210 m, el volumen 278447 m³ y profundidad media 6.8 m. La temperatura superficial del agua entre 12.2 y 15.5 °C, el color del agua de verde oscuro a verde turquesa, transparencia de 0.80 a 0.95 m y solidos suspendidos totales entre 0.02 y 0.076 mg/L. El oxígeno disuelto entre 4.6 y 3.7 mg/L, pH entre 7 a 7.7 y nitritos de 0.3 mg/L. Fueron identificadas 31 especies de fitoplancton, la división Bacilliarophyta y Chlorophyta fueron las más dominantes en todos los transeptos. En el análisis de zooplancton la densidad

total fue de 133.33 org/L, el grupo copépoda fue el taxa dominante, la diversidad Shannon-Wiener (H'), fue menor a 1.00 bits ind⁻¹, indicando condiciones poco propicias a nivel de conservación ecosistémico. El índice de equidad (J'), refleja que la distribución de los individuos entre las especies fue inversa a la dominancia. La granulometría del sedimento está compuesto por el limo y arcilla en la mayoría de los transeptos, y la materia orgánica entre 11.37% y 18.58%. La fauna aviar en su mayoría fueron aves migratorias; en la diversidad florística se encuentran varias especies pero la más abundante fue *Juncus juncus* “junco”. En cuanto a la intervención antrópica, o una compañía minera tiene aprobación para instalaciones de una cancha para los relaves, en Collparagra (valle en Conchucos), podría afectar a la laguna Llamacocha por encontrarse en el área de influencia directa de contaminación. Así mismo se aprecia la existencia de un canal de riego agrícola o aumentando los nutrientes, por lo tanto el riesgo de eutrofización del cuerpo de agua, también el desarrollo de la ganadería ovina extensiva el sobrepastoreo impide la regeneración óptima de los pastos naturales de las inmediaciones de la laguna. Considerando las características, la laguna no tiene aptitud para la intensiva, pero si para la acuicultura extensiva, así como presenta condiciones para incorporarla a la oferta recreacional y turística. Indirectamente la laguna puede ser utilizada en la acuicultura a través de estanques, cotas abajo y a mediano o largo plazo las aguas pueden servir para favorecer de agua potable a la población de Conchucos. Como un aporte económico en la población, así mismo proponer como centro de conservación de la fauna, especialmente de aves acuáticas y también puede ser empleada como reserva de fuente de agua y el aprovechamiento que se le puede dar a la laguna va dirigido al ecoturismo por ser un lugar de fácil acceso y además por tener paisajes hermosos. Valle (2017) indica que;

La laguna El Sauce está ubicada en la Región San Martín, a 51 Kilómetros al sur de la ciudad de Tarapoto, enmarcada entre actividades ganaderas, agrícolas, turísticas, piscícolas y

poblacionales, las cuales año tras año vienen alterando y acelerando su entorno y envejecimiento conllevando a una acelerada eutrofización, para ello se evaluó el nivel de eutrofización o nivel trófico actual de la laguna El Sauce, donde se realizaron dos muestreos, una en época de estiaje y la otra en época de lluvia, con la finalidad de realizar una evaluación del nivel trófico más objetivo. Las variables fundamentales que se consideraron para la determinación del nivel trófico de la laguna El Sauce fueron: El fósforo total, nitrógeno en forma de nitrato, la transparencia y la clorofila "a". El objetivo principal de la investigación fue evaluar el nivel de eutrofización de la laguna El Sauce - Tarapoto, a noviembre de 2015; y plantear un plan de mitigación a fin de remediar los daños ocasionados a la laguna. El estudio de investigación corresponde al tipo aplicado, nivel y diseño cuasi experimental (evaluativa - explicativa), la muestra la representó dieciséis litros de agua de la laguna El Sauce, las técnicas que se utilizaron para este proceso fueron: La observación, recolección de datos y evaluación; los instrumentos de investigación fueron: Hoja de análisis y cálculo, hoja de datos y pruebas de laboratorio, concluyendo que el nivel de eutrofización de la laguna El Sauce es de Eutrófico a Hipertrófico donde las principales causas son residuos generados por la actividad ganadera, vertimiento directo de las aguas residuales domésticas, la disposición de los residuos sólidos hacia la laguna, contaminación de agroquímicos de cultivos de arroz aledaños y creciente actividad turística.

En la presente investigación, se evaluó las principales fuentes puntuales que vertientes al Lago Titicaca para comprobar si están cumpliendo con las principales normas que son los Límites máximos permisibles, y los Estándares de calidad de agua. El trabajo analítico de laboratorio fueron realizados en el laboratorio continental del Instituto del Mar del Perú (IMARPE – Puno), esto debido al gran problema a nivel local y regional que es la falta de información sobre la caracterización de aguas residuales en las principales plantas de tratamiento en la Región Puno, es así que se cuenta con sistemas de tratamiento de aguas

residuales, ubicadas en la cuenca del lago Titicaca (parte peruana); donde 26 de las 34 poblaciones cuentan con sistemas de tratamiento (lagunas de oxidación en su gran mayoría).

(66) La metodología de investigación, para la realización de esta investigación es la descriptiva, ayudándonos por la metodología del protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas y municipales resolución ministerial 273-2010 Ministerio De Vivienda, para después determinar las concentraciones de nitrógeno y fósforo, se utilizó la metodología experimental aprobado por el laboratorio continental del IMARPE y posteriormente la comparación con los LMPs y ECA(agua). La concentración de nitrógeno y fósforo, en los efluentes del lago Titicaca de las ciudades de Puno, Juliaca, Ayaviri , Yunguyo , fueron evaluadas en dos estaciones una en el mes de octubre y las concentración de nitrógeno total en el mes de octubre 48 ; 39.1 ; 18.4 ; 0.446 mg/L respectivamente, en el mes de febrero presentaron las siguientes concentraciones de 54.6 ; 42.9 ; 34.4 mg/L; no se detectó la concentración (hay que utilizar otro reactivo de más baja concentración de nitrógeno total), la planta de tratamiento de la ciudad de Puno (EMSA –PUNO) no cumple con este parámetro, la concentración de fósforo total en el mes de octubre son 12.23 ; 13.2 ; 9.8 ; 4.1 mg /L , y en el mes de febrero presentaron las siguientes concentraciones de 27.6 ; 12.6 ; 9.8 ; 2.7 mg P/L , ninguna planta de tratamiento cumple con este parámetro , según LMPs dados por SUNASS. Por lo que se afirma la hipótesis de la investigación que los efluentes de las plantas de tratamiento se encuentran alteradas.

Vasquez, Talavera y Inga (2010) afirman que,

La investigación se realizó en la laguna Arapa, ubicada en Puno, se determinaron parámetros físico químicos y un modelo matemático simplificado para el fósforo. Se utilizó el diseño experimental "BACI" (Before-After-Control-Impact) para evaluar el impacto en la calidad

del agua. Durante la etapa "Después-Impacto", se realizaron cinco siembras de 70 000 truchas cada tres meses, registrándose consumo de alimento e incremento de biomasa, en este periodo se manifestaron diferencias significativas en acidez, dióxido de carbono, fosfatos y conductividad eléctrica. Los sólidos suspendidos totales demostraron una disminución. La alcalinidad, pH y oxígeno disuelto permanecieron constantes. Se calculó que 611 kg de fósforo fueron vertidos a la laguna, producto de la digestión del alimento, posteriormente se estableció el modelo matemático simplificado para determinar la evolución del fósforo disuelto en la columna de agua en función del tiempo; se determinó que de 611 kg vertidos a la laguna, 246 kg se destinó a acumularse en los sedimentos y 365 kg se fueron disolviendo en todo el volumen de agua. La concentración de fósforo en la laguna Arapa se incrementó con la actividad de crianza de truchas, alcanzando valores de 32,79 mg/m³ de PO₄-P que lo clasifican como lago eutrófico según la clasificación de Vollenweider

Tello (2014) indica que;

El objetivo es evaluar los parámetros fisicoquímicos del cuerpo de agua de la laguna y determinar la concentración de elementos químicos en los sedimentos de la laguna El Paraíso.

Métodos: Se definieron cuatro puntos de muestreo equidistantes y en zig zag a lo largo la laguna, mediante el muestreo por juicio de experto, teniendo en cuenta el fondo, la extensión, la forma alargada y el leve movimiento horizontal del agua, con una densidad de 1/14 ha .

Las muestras fueron tratadas químicamente para eliminar la materia orgánica. Las técnicas utilizadas fueron fluorescencia de rayos X por energía dispersiva y espectroscopia de absorción atómica. Resultados: Los parámetros fisicoquímicos registrados en el cuerpo de agua fueron: temperatura (19,08 °C), oxígeno disuelto (7,18 mg/L), pH (8,5), alcalinidad (184 mg/L), dureza (300 mg/L), transparencia (18,75 cm), pH del sedimento (8,16); elementos químicos y niveles de concentración en ppm en los sedimentos Ca (43 281,98) >

Fe (5319,51) > Mn(137,69) > Sr (111,17) > Si (81,00) > Zn (32,28) > Cu (6,42).

Conclusiones: Los niveles de concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua de la laguna: Oxígeno disuelto, pH, alcalinidad, en promedio cumplen con los estándares nacionales de calidad ambiental marino costeras. Las concentraciones de Cobre y Zinc presentaron valores muy bajos respecto a los establecidos por la norma internacional Interin Sediment Quality guidelines, concluyendo que estos sedimentos no tienen efectos de toxicidad sobre la biota local.

Mondargo, (2015) señala que;

El presente trabajo de tesis tuvo como objetivo general determinar experimentalmente los parámetros biocinéticos de los efluentes de la UNCP trabajado en un módulo de laguna aireada a escala de laboratorio. Se construyó el módulo con material de plexiglás (cristal acrílico) por ser un material de bajo costo (S/. 0.05 /cm²) y considerando la similitud hidráulica para trabajar de manera adecuada nuestras corridas experimentales. Para determinar experimentalmente los cinco parámetros biocinéticos, se necesitó determinar la variación de los parámetros fisicoquímicos de DBO en el afluente y efluente en cada corrida experimental, también fue necesario determinar la concentración del TSS final en la cámara de aireación. La cinética de reacción es de primer orden porque que se trabajó con concentraciones bajas de sustrato de material orgánico (DBO < 500 mg/L). Se determinó experimentalmente el parámetro k (parámetro de diseño correspondiente a la velocidad de consumo de sustrato), dando como resultado 0.025 h⁻¹. En la cámara de aireación se inyectó aire para la degradación del sustrato y la respiración endógena de los microorganismos, se determinaron experimentalmente los parámetros: Y, kd, a y b teniendo como resultado: Y = 1.548; kd = 0.3394 h⁻¹; b = 0.0184 h⁻¹; a=1.0093 Los resultados de los parámetros obtenidos experimentalmente fueron comparados con antecedentes recopilados en la bibliografía y tiene una dispersión porque todas fueron trabajadas con sistema de lodos activados, a pesar

que estos autores utilizaron un método de tratamiento diferente además se trabajaron a condiciones ambientales diferentes (temperatura, altitud y presión atmosférica).

Rios Peña, (2015) refiere que;

El agua de ríos, lagos y lagunas se ve afectada en cantidad y calidad, por la deforestación y la contaminación con desechos urbanos e industriales. En tal sentido, los objetivos del estudio fueron: determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la laguna Los Milagros, a diferentes profundidades, durante el periodo agosto- noviembre del año 2014; determinar la calidad del agua; y encontrar la correlación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, con las diferentes profundidades. La laguna se ubica políticamente en el departamento Huánuco, provincia Leoncio Prado, distrito José Crespo y Castillo, caserío Los Milagros. En gabinete se seleccionaron aleatoriamente tres puntos de muestreo, en cada uno de los cuales se tomó 3 muestras a profundidades de 0.20, 0.70 y 1.20 m. Se usó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con tres tratamientos (tres profundidades), y cuatro bloques (cuatro meses). Se hizo el análisis de varianza, y para las diferencias de medias se utilizó la diferencia mínima significativa de Fisher cuando $p < 0.05$; asimismo, los datos de los parámetros microbiológicos fueron transformados a $\sqrt{X + 1}$ con el fin de reducir el coeficiente de variación. Los resultados indican que: Los parámetros fisicoquímicos cuya concentración se incrementó entre 0.20 y 1.20 m de profundidad, fueron: turbidez, sólidos suspendidos totales (SST), fosfato, nitrato, y sulfato; sin embargo, el oxígeno disuelto (OD) experimentó un descenso (7.16 a 4.88 mg/L). Los parámetros fisicoquímicos cuya concentración se incrementó entre los meses de agosto y noviembre, fueron: turbidez, sólidos suspendidos totales (SST), y oxígeno disuelto (OD) (5.79 a 6.13 mg/L); en ambos casos, la concentración de oxígeno disuelto se encuentra dentro de los límites establecidos por la normatividad peruana para uso recreacional. Los parámetros microbiológicos evaluados, en su totalidad disminuyeron entre 0.20 y 1.20 m de profundidad,

destacando la presencia de *Escherichia coli* (55 a 7 NMP/100 ml), por cuyos valores según la normatividad peruana, el agua no es apta para uso recreacional. Los valores del ICA(a) e ICA(m) a diferentes profundidades evidencian que el agua es de calidad "regular" (según BROWN), y de acuerdo a la clasificación de DINIUS (1987) para uso recreativo, presenta calidad "aceptable", recomendando restringir los deportes de inmersión, como medida de precaución si se ingiere el agua. Finalmente, según el coeficiente de correlación de Pearson, el par con coeficiente positivo en las tres profundidades fue: sólidos suspendidos totales (SST) con turbidez, indicando que a mayor turbidez mayor contenido de SST.

Cheneaux (2015) expresa que;

Se determinó el Estado Ecológico en 2 lagunas del Santuario Nacional Lagunas de Mejía, Arequipa, mediante el empleo de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad de agua en los meses de Febrero a Marzo. La investigación se realizó en la laguna Mejía y la laguna Boquerón, en las cuales se realizó un muestreo dentro de hábitats, siendo 5 en la laguna Mejía (orilla, centro, junco, grama y canal) y 4 en la laguna Boquerón (orilla, centro, grama y matara), el muestreo de macroinvertebrados fue mensual durante 3 meses utilizando como metodología de campo el empleo de una draga Van Veen, lavado de vegetación y red de mano, analizando una muestra integrada por cada habitat determinado. La identificación de especímenes se llevó hasta el nivel taxonómico más específico posible, caracterizando su grupo funcional alimenticio y habito, se obtuvo también los resultados de parámetros físico - químicos de los informes realizados por la minera SPCC (Southern Perú Cooper Corporation) en los mismos meses de muestreo biológico, para cada laguna se determinó la riqueza, abundancia y diversidad dentro de las lagunas, se hizo un análisis comparativo entre lagunas a través de los meses. La laguna Mejía presenta 34 taxa colectadas mas un taxa adicional por avistamiento de la familia Tabanidae y la laguna Boquerón presenta 15 taxa colectadas. La mayor cantidad de especies fueron colectores -recolectores,

depredadores - engullidores y raspadores, este último con mayor identidad en la laguna Boquerón. Los hábitos bentónicos son predominantes en ambas lagunas. La especie más abundante en la laguna Mejía fue *Tanytarsus* sp. y en la laguna Boquerón fue *Heleobia* sp. El análisis de diversidad determinó que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la diversidad presente en las dos lagunas, según las curvas de rango - abundancia la mayor diversidad se presenta en la laguna Mejía. Existen también diferencias significativas ($p < 0,05$) dentro de las lagunas a través de los meses, excepto entre Marzo y Abril para la laguna Mejía, de esta manera se tiene que el habitat canal presenta mayor riqueza dentro de la laguna Mejía y en la laguna Boquerón lo propio se da en el habitat de grama. Se comparó los valores de los parámetros físico - químicos con los estándares de calidad ambiental nacional, determinándose que el oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno y sólidos disueltos totales no se encuentran dentro de los valores establecidos en el DS N° 002-2008 del MINAM, para ambas lagunas en los meses de Febrero, Marzo y Abril y los sólidos suspendidos totales no se encuentran dentro de los valores para el mes de Febrero. El índice biótico BMWP/Col 2003 es el que se ajusta más para determinar la calidad de agua en las lagunas, indicándonos que la laguna Mejía presenta un estado de calidad de agua buena y la laguna Boquerón un estado de calidad de agua dudosa en contaminación orgánica. Se tiene 14 bioindicadores tolerantes de agua dudosa a buena, destacando en el grupo a los moluscos, dípteros y coleópteros. El Análisis de Componentes Principales mostró la agrupación de los máximos valores de los parámetros - físico químicos, que tornaron en relación a los meses de muestreo. En términos generales para la laguna Mejía las variables físico - químicas de salinidad, alcalinidad, nitritos y sólidos disueltos totales afectan de manera directa y la temperatura y transparencia afectan de manera inversa sobre 19 especies de los 21 macroinvertebrados con las abundancias más altas (> 5 individuos encontrados), no rigiéndose a este patrón las especies *Physa* sp. y *Notomicrus* sp.

Herrera (2016)) sostiene que;

Con el propósito de determinar la bioecología y potencial de uso de la laguna Challhuacocha en periodo de sequía, ubicada a 3880 msnm en Conchucos (Perú), en Agosto del 2014, en 8 transeptos y 16 estaciones, se evaluaron aspectos morfométricos, batimétricos; meteorológicos, físicos (temperatura, color aparente y transparencia); sedimentarios (olor, color, composición granulométrica, materia orgánica); químicos (oxígeno disuelto, pH, nitritos), biológicos (fitoplancton, zooplancton, bentos), así como la avifauna y flora ribereña, actividades antropogénicas y el potencial de uso de la laguna. La laguna tiene 41.659 ha, es de forma y lecho irregular, de 35 m profundidad máxima. La temperatura del agua promedio fue de 11 °C, con 4.5 m.s-1 de velocidad de viento. El abastecimiento de agua hacia laguna Challhuacocha ocurre por lluvias y escurrimiento de bofedales. El oxígeno disuelto es bajo, de 3.6 mg l-1 relacionado con la materia orgánica del sedimento, registrado en 16.3%. El pH promedio fue 7.8 y los nitritos con valores de cero. Con relación al fitoplancton el grupo taxonómico Bacillariophyta es el de mayor riqueza y mayor densidad algal. En el zooplancton el grupo taxonómico Copépoda es el más abundante. Con relación a la avifauna, la especie más importante es *Chloephaga melanoptera*, especie en peligro de extinción, y con relación a la flora, las especies más abundantes y de mayor cobertura son *Distichlis spicata* y *Stipa ichu*. La crianza de ganado vacuno y ovino, y el lavado de ropa utilizando detergentes, son las actividades antropogénicas más importantes. Esta laguna se considera de suma importancia en el contexto del estrés hídrico que amenaza el cambio climático, y por otro lado reúne condiciones para el desarrollo del turismo ecológico.

Castiillo (2015) afirma que,

La finalidad del presente trabajo fue realizar la Caracterización Limnológica de la Laguna Sausacocha (Huamachuco)- La Libertad, de Enero 2014 a Julio 2015. Se establecieron dos estaciones de muestreo en orilla (E1) y centro (E2), las cuales fueron georreferenciadas con

el GPS; para las dos estaciones se obtuvieron los siguientes valores promedios de parámetros limnológicos; de la temperatura atmosférica fue de 19.6 °C y la del agua 18.25 °C; el pH promedio de 5.3 y la alcalinidad 25 ppm y en los parámetros biológicos destacó la presencia de algas de la División Chlorophyta y Bacillariophyta; y en Macroinvertebrados predominó la Familia Chironomidae; además se presenta un índice biótico BMWP cuyo valor total fue 4.

Cutipa (2014).indica que;

A pesar de los diversos impactos regionales del cambio climático que se está produciendo en el mundo, aún existe un amplio desconocimiento sobre los mecanismos que originan estos hechos como es el caso de nuestro país. La incertidumbre asociada a la variabilidad del clima y sus efectos en los recursos hídricos son de gran importancia. La cuenca del río Locumba está constituida principalmente por la Laguna Aricota, la cual es un gran embalse natural de regulación plurianual y viene siendo explotado con fines hidroenergéticos, cuya extracción supera las demandas agrícolas. Se sabe que parte de las disponibilidades hídricas del Río Locumba se pierden en el Océano Pacífico, las cuales no son aprovechadas, esto debido a la escasa disponibilidad de estructuras de almacenamiento y a la sobreexplotación de la Laguna Aricota. Para poder gestionar bien el recurso hídrico se realizó un modelamiento hidrológico mediante el modelo WEAP, cuyos resultados concluyen que la descarga total de ingreso al embalse natural como promedio anual fue de 2,400 m³/s equivalente un volumen total durante los 44 años de 3329,6 HM³ durante los últimos 44 años (1968-2011), sin embargo la salida total del embalse producto del caudal de bombeo, evaporación y filtraciones fue de 2,732 m³/s equivalente a un volumen de agua total de 3790,81 HM³, es decir en los últimos 44 años existió un desequilibrio de ingresos y salidas en un volumen de 461,17 HM³. Los resultados para futuros escenarios concluyen que si aumentamos nuestro caudal de extracción a 2 m³/s y mantenemos las obras existentes (Encimado canal Salado y

Rehabilitación del canal Tacalaya) no se daría el colapso de la Laguna Aricota, asegurando la oferta hídrica. En un escenario en donde no existe mantenimiento de las obras, y se mantiene el caudal de extracción de 2 m³/s, se tiene resultados desfavorables llegando a la conclusión que la Laguna Aricota, con estas condiciones colapsaría.

Villalba, Marquez-Rojas , Troccoli, Alzolar y Juan López (2017) señalan que :

Se analizó la composición y abundancia del zooplancton de la laguna El Morro en la isla de Margarita, Venezuela, durante el periodo de surgencia (marzo-mayo 2011) y de relajación (junio-agosto 2011). Las muestras fueron recolectadas en 6 estaciones de las diferentes zonas de la laguna. Se realizaron calados con una red de plancton de 333 µm durante 10 minutos. Se midió in situ la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, además de nutrientes. Se registraron valores medios de temperatura de 29.7 °C, salinidad de 36 ups, oxígeno disuelto de 5.9 mg.L-1. La concentración de nutrientes fue baja (medias de 0.12; 0.04; 0.03 mg.L-1 para nitrato, nitrito y fosfato, respectivamente). Se detectaron diferencias significativas temporales con mayores registros en la temporada de relajación, mientras que espacialmente no mostró diferencias, a pesar que en las estaciones internas (Est. 4,5,6) se obtuvo mayor abundancia. Se identificaron quince grupos zooplanctónicos, determinándose nueve especies del grupo Copepoda, dos de Cladocera, una de Decapoda, Tunicada y Rotifera y diferentes formas larvarias de distintos taxa. Las larvas de crustáceos presentaron la abundancia media y relativa más alta (47738 ind.m-3 y 46.83%, respectivamente), seguido del copépodo *Oithona nana* (31740 ind.m-3 y 25.94%, respectivamente) y *Paracalanus quasimodo* (12958 ind.m-3 y 8.47%, respectivamente). Esta laguna involucra la estacionalidad surgencia-relajación como un efecto importante en la distribución y abundancia del zooplancton.

Mariano, Huaman, Mayta y Chanco (2010) explican que;

Las lagunas altoandinas son un rasgo fisiográfico muy importante de la región Junín, en ellas se desarrollan diferentes actividades económicas. Algunas de ellas se han visto afectadas como consecuencia de los cultivos intensivos de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) que en ellas se realizan.

Las lagunas Tranca Grande, Cucancocha, Ayhuin, Pomacocha, Tipicocha, Habascocha y Huascacocha, localizados entre las vertientes orientales de la cuenca alta del Perene y occidentales de la cuenca del Mantaro, tuvieron un impacto humano moderado hasta hace unos años; sin embargo desde 1996 se inició el cultivo de trucha en jaulas flotantes, y engordadas con alimentos balanceados peletizados los cuales sumados a los desechos fecales constituyen un importante aporte de materia orgánica al ecosistema de las lagunas.

Cornell & Whoriskey (1993) y Buschmann (2001) reportaron casos de contaminación de lagos donde se cultivaban salmones y truchas arco iris en sistemas de jaulas y que resultaron en la eutrofización del ecosistema y el fracaso de la empresa.

En el presente trabajo se describe el deterioro observado desde 1995 al 2007 en siete lagunas andinas donde se realiza cultivo intensivo de trucha.

2.2 Bases teóricas

El origen de las lagunas

Existen lagos y lagunas de todo tipo, forma y tamaño, resultado de las diferentes fuerzas que los originaron. La gran mayoría, sin embargo, tiene algo en común: son producto de alguna forma de glaciación.

Durante la Edad del Hielo, los heleros continentales abrieron incontables huecos en su lecho rocoso y formaron las múltiples cuencas lacustres que ahora cubren las regiones de intensa glaciación, como Canadá central y buena parte de Finlandia. Los heleros desempeñaron

también un papel principal en la excavación de los Grandes Lagos de América del Norte. En lo alto de las vertientes de las montañas, los glaciares alpinos horadaron las cuencas de pequeños lagos llamados tarns. Las morrenas forman las presas naturales que retienen las aguas del lago Maggiore, en Italia, y de otros muchos en los Alpes. Las marmitas son otro tipo de lago glacial: sus cuencas, creadas por la fusión de bloques de hielo enterrados, se llenaron de agua y formaron estas características lagunas circulares.

Algunos lagos importantes del mundo son producto de gigantescos movimientos de la corteza terrestre. El lago Tangañika y sus vecinos africanos del Gran Valle del Rift ocupan fosas tectónicas que son alargadas cuencas formadas por el derrumbamiento de segmentos de la corteza entre fallas contiguas. El cercano lago Victoria, por el contrario, surgió cuando un suave plegamiento de la corteza terrestre originó una cuenca poco profunda.

También los volcanes pueden crear lagos al llenarse de agua sus cráteres y calderas. Un tipo especial de lago volcánico, llamado mar, es el que llena las depresiones en forma de embudo, de contorno casi circular, producidas por la violenta explosión de un volcán.

Las aguas también pueden quedar bloqueadas por presas de lava y formar un lago. El Kivu, en África, es un ejemplo notable. Los derrumbamientos de tierra pueden asimismo crear diques naturales que transforman valles fluviales en lagos.

En las regiones calcáreas, muchos lagos y lagunas ocupan cuencas excavadas por disolución de la roca. Los lagos de herradura o fluviales se originan cuando los ríos sinuosos cambian de curso y dejan aislado uno de los meandros existentes a lo largo de sus cauces. Los bancos de arena y las dunas móviles de las costas bloquean a veces las bocas de los ríos y crean lagunas (albuferas) de agua dulce. Incluso los meteoritos contribuyen a veces a formarlos: el Crater Lake, en el norte de Quebec, ocupa el fondo de una depresión producida por el choque de uno de estos gigantescos cuerpos celestes. Y por supuesto no hay que olvidar a los castores, esos laboriosos constructores de presas.

Respecto al ingreso de nutrientes a la laguna se tiene la apreciación de que afirma lo siguiente,

Debido al hecho de transportar grandes cantidades de nutrientes, se ha determinado que en algunas regiones, los efluentes agrícolas constituyen una de las fuentes de contaminación más importantes y pueden contribuir significativamente al proceso de eutrofización costera (Wolternade, 2000; Vagstad & Deelstra, 2005; PPI, 2008). Debido a lo anterior, se han realizado estudios para determinar la cantidad de N y P que se transportan a través del drenaje agrícola y que posteriormente se incorporan a los sistemas costeros alterando su concentración.

Todas estas actividades han incrementado su presión sobre los ecosistemas costeros al aumentarse su actividad con el incremento poblacional y la demanda de servicios. Sin embargo, al momento no se conoce la contribución de cada posible fuente al proceso de enriquecimiento de la zona costera, por lo que las interrogantes en esta parte son:

¿Cuáles son las fuentes de nutrientes más importantes en la zona costera y cuál es su contribución al proceso de eutrofización?

¿Cuál es la variabilidad temporal de los diferentes aportes de nutrientes en las lagunas costeras?

En relación a los aportes acuícolas se tiene las siguientes referencias, Con el intenso desarrollo de la acuicultura en el norte de Sinaloa, los efluentes de esta actividad se han incrementado sensiblemente, sin existir hasta la fecha, algún método de tratamiento aplicado en la zona para disminuir su impacto en los cuerpos a) b) receptores. En los sistemas lagunares de Topolobampo y Navachiste se encuentran ubicadas un total de 10 (1,257 has) y 56 (5,125 has) acuícolas respectivamente (CONANP, 2007). Sin embargo, la contribución de los efluentes de la actividad camaronícola a la zona costera del Norte de Sinaloa no había

sido monitoreada, por lo que con la finalidad de determinar el aporte de la acuicultura sobre los sistemas lagunares del norte de Sinaloa, se realizaron muestreos quincenales en 11 granjas acuícolas ubicadas en la zona aledaña a la Laguna Macapule, Sinaloa (Fig. 8) o región Guasave Norte durante el periodo marzo-septiembre de 2007. Durante tal periodo, se realizaron muestreos quincenales en las entradas (canal de llamada), salidas (dren colector) del complejo, así como en los estanques seleccionados (Tabla 2). En cada monitoreo se registraron datos de temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto mediante una sonda multiparamétrica Horiba U-10 solo para las entradas y salidas, y se tomaron muestras para el análisis de nutrientes (NID, PID, SiD, nitrógeno total (NT) y fósforo total (PT)) tanto en canales de llamada, efluentes y estanques. Debido a que en los últimos años en la zona de estudio se ha presentado recurrentemente el virus de la mancha blanca (WSSV), no fue posible obtener datos ambientales en los estanques ya que se evitó el uso de sondas que pudieran ser vectores de contagio entre acuícolas.

De las muestras de agua obtenidas del monitoreo quincenal tanto de los estanques como de entradas y salidas, una parte fue filtrada a través de filtros fibra de vidrio grado GF/F (tamaño de poro 0.7 μm) para el análisis de nutrientes inorgánicos disueltos siguientes:

- NO₃
- , NO₂
- , NH₄⁺,
- PO₄³⁻
- SiO₂-

El análisis de amonio se realizó inmediatamente, mientras que el resto de la muestra fue congelada para su posterior análisis. Adicionalmente, una porción sin filtrar fue congelada para el análisis de nitrógeno y fósforo total (NT y PT).

El cálculo de los aportes de nutrientes de la actividad fue realizado con los valores de nutrientes obtenidos en el último monitoreo realizado, el cual se buscó coincidiera una día antes de la cosecha, con lo cual se obtiene la contribución de la actividad acuícola solamente durante la cosecha, sin tomar en cuenta los recambios, ya que debido a la infección del virus de la mancha blanca, muchas acuícolas no realizaron recambios.

La Laguna Encantada

Es una laguna lentic y está formada por agua dulce y presenta variación de temperatura dentro de su área de espejo de agua y se observa la presencia de Fito y zoo plancton que sirve como alimento para los especies que habitan en las aguas la La laguna Encanada.

La provincia de Huaura tiene tres humedales en su área geográfica: la del Paraíso, la de Medio Mundo y la Laguna Encantada, esta última laguna se encuentra situada en el distrito de Santa María, tuvo su origen con el nombre de la Laguna de Pampa de Ánimas, está ubicada al lado sur del distrito de Pampa de Animas

La laguna la Encantada está ubicada al noreste de Huacho, en pampa de Animas, la laguna llamada La Encantada que antiguamente los pobladores de ese lugar lo llamaron Paraquincho. Según cuentan, en esta laguna de aguas oscuras vive una serpiente enorme y horrible que cuida los inmensos tesoros que guardan en el fondo.

La laguna La Encantada está situada en el distrito de Santa María a uno 7 kilómetros del centro de estudios de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión y cuenta con área de 3 km² aproximadamente. Por otro lado la Laguna La Encantada está ubicada a unos 116 km al norte de Lima (148 km por carretera) a una altitud 135 msnm.

En la laguna encantada habitan recursos hidrobiológicos que están adaptados a los gradientes de temperatura que tiene el agua, y alas concentraciones de los gases de . CO₂, O₂ y a la salinidad.

Actualmente la laguna encantada tiene en sus aguas estanques flotantes para el cultivo de tilapia cuentan con 10 estanques flotantes y tres casetas flotantes.

La medida de caseta flotante: Ancho 4.7 m, Largo 6.7 m y una Altura 2.20 m

En la laguna presenta especies vegetales que crecen en mayor cantidad que son las siguientes:

- Totorá
- Junco
- Gramalote

En la parte externa próxima a la laguna se observa las siguientes plantas:

- Pacae
- Palto
- Guayabo
- Higuera

En lo que respecta especies fauna, se encuentran los siguientes peces:

- La lisa
- Bagre
- Cachuelas
- Tilapia

En la parte exterior próxima a la Laguna se encuentran las siguientes Aves:

- La garza blanca pequeña
- Garza blanca grande
- El zambullidor
- Pimpollo
- Zambullidor pico grueso
- Gallareta

- Totorero o trabajador
- Lechuza de los arenales
- Tupillín
- Garza azul florida
- Gaviota peruana
- Polla de agua
- Garza cauca

Parámetros físico - químicos asociados a la determinación de la calidad de agua

Los parámetros físico - químicos dan una información amplia de las propiedades del agua y de las sustancias químicas que se encuentran en el agua. Estos análisis suelen ser rápidos y pueden ser monitoreados con frecuencia (Samboni et al., 2007 citado por Chen & Morales, 2010). Las comunidades acuáticas responden a las diferentes características físico - químicas del agua. Estas características pueden variar e acuerdo al grado de contaminación al que han sido expuestas las aguas (López, 2008 citado por Chen & Morales, 2010). Los organismos acuáticos, por ejemplo, son sensibles a la disminución de oxígeno disuelto, cambios de temperatura o contenido de materia orgánica, conductividad eléctrica y grado de acidez (Roldan, 1992; Roldan, 2003 citado por Chen & Morales, 2010).

2.3 Bases filosóficas

La filosofía que se puede rescatar en esta investigación está en la política y iniciativas plasmada en planes de trabajo e investigación para desarrollar los esfuerzos para mantener el equilibrio de los flujos contaminantes y la capacidad recicladora de la laguna

2.4 Definición de términos básicos

Lago: son aguas que se originan en cráteres que se taponaron con lava solidificada (volcánicos) o por movimientos de placas; o el hundimiento del terreno. Esas aguas provienen de las lluvias, de los deshielos, de manantiales, arroyos y ríos.

Escorrentía: Parte de la precipitación que fluye por la superficie del terreno hacia un curso de agua (escorrentía de superficie) o en el interior del suelo (escorrentía subterránea o tardía).

Fitoplancton: Comprende a la mayoría de algas microscópicas autótrofas que habitan las aguas superficiales del océano, estuarios, lagos y estanques. El fitoplancton de agua dulce contiene algas de otras clases que no están presentes o son raras en ambientes oceánicos. Estos incluyen a las clorofitas (clase Chlorophyceae), las euglenofitas (clase Euglenophyceae), y miembros de la clase Prasinophyceae.

Fertilizante: Todo aquel material orgánico o inorgánico que es agregado a un sistema de cultivo con el fin de proveer nutrientes fundamentales para incrementar la producción primaria.

Hipersalino: Ambiente con un contenido de sal mayor que el del agua de mar ($> 35 \text{ g L}^{-1}$), típico de aguas encerradas con alta tasa de evaporación.

Indicador: Es una medida, generalmente cuantitativa, que puede ser usada para ilustrar y comunicar un fenómeno complejo en forma sencilla, incluyendo tendencias y progreso a lo largo del tiempo.

Mineralización: Transformación de materiales orgánicos a compuestos inorgánicos o minerales, preferentemente por la acción de microorganismos.

Mixótrofia: Metabolismo que incluye la combinación de metabolismos autótrofo y heterótrofo.

Modelo conceptual: Es principalmente una construcción teórica que contiene los atributos esenciales del sistema que representa y no debe ser más complicado de lo necesario para

servir al propósito que persigue. El modelo conceptual está frecuentemente representado por diagramas de cajas que representan componentes y flechas entre las cajas representando relaciones de transferencia de materiales o energía. Para ser útil, estos modelos deben estar conectados con el mundo real, por lo que frecuentemente está acompañado de mediciones de concentraciones y tasas.

Nanofitoplancton: Organismos fitoplanctónicos en un rango de tamaño de 2-20 μm , la mayoría de representantes comprenden a las distintas clases de fitoflagelados y algunos dinoflagelados desnudos.

Nivel freático o libre: Es el nivel de agua subterránea de un acuífero no confinado, donde la presión es igual a la presión atmosférica.

Nivel piezométrico: Es el nivel al que asciende el agua de un determinado acuífero cuando se mide con un piezómetro.

Nivel trófico: Posición de un organismo en la pirámide trófica, que se establece de acuerdo con el nivel que ocupa a partir de la producción primaria.

Piezometría: (Etim. $\pi\epsilon\zeta\omicron\text{-}\mu\epsilon\tau\rho\upsilon\nu$ =piezo-metron) Medida de la presión (de presionar).

Piezómetro: Se usa para medir el nivel piezométrico en un punto del acuífero.

Razón de Redfield: Es la proporción elemental del nitrógeno, fósforo y carbono del plancton marino. La proporción o razón de Redfield indica que por cada 106 átomos de carbono presentes en un organismo planctónico, existen a su vez 16 de nitrógeno y 1 de fósforo.

Resiliencia: Atributo de los sistemas naturales que se relaciona con su capacidad de amortiguación ante las presiones del ambiente, o sea, su resistencia al cambio.

Superficie piezométrica: Es el nivel que alcanza el agua en los piezómetros dentro del mismo acuífero.

Hábitat: Es un lugar que ocupa la especie dentro del espacio físico de la comunidad.

Nicho Ecológico: Corresponde al papel u ocupación que desempeña la especie dentro de la comunidad; si es un productor, un herbívoro o bien un carnívoro. Es de hecho, el ambiente total y también el modo de vida de todos los miembros de una especie determinada en la población.

El ecosistema lacustre: Un lago (del latín lacus) es un cuerpo de agua dulce o salada, más o menos extensa, que se encuentra alejada del mar, y asociada generalmente a un origen glaciar.

Factores abióticos: Los factores abióticos son los distintos componentes que determinan el espacio físico en el cual habitan los seres vivos, pudiendo ser el agua, la temperatura, la luz, el pH, el suelo y los nutrientes.

Agua: Es el elemento abiótico más importantes, es un compuesto esencial para la vida y constituye gran parte de los tejidos vivos; se sabe que los animales terrestres se encuentran compuestos por agua en un 75% e invierten una gran cantidad de su energía en la conservación de su contenido corporal de agua.

Temperatura: Ésta impone una restricción importante a la vida dado que los organismos vivientes son máquinas químicas complejas dentro de las cuales la gran mayoría de funciones vitales son realizadas por enzimas (hipervínculo página celular) de carácter proteico, cuya actividad se encuentra en un rango entre los 0 y los 60°C. Por encima de estas temperaturas sufren desnaturalización, ello acarrea el cese de su función, llevando así a la muerte del individuo. Por otra parte, si la temperatura desciende por debajo de los 4°C, el agua, componente principal de los tejidos vivos, pasa a su estado sólido, en el cual su volumen es mayor. Tal aumento de volumen implica la destrucción de organelos celulares y aún de la propia célula.

Luz: Es la principal fuente de energía de la tierra, ello la convierte en un factor muy importante para el desarrollo de la vida.

pH: El pH es una medida del contenido de iones hidronio (H^+) presentes en una solución. Dicho contenido se calcula como el logaritmo de la concentración de iones hidronio.

Nutrientes: Son compuestos inorgánicos esenciales para la construcción de los tejidos vivos. Constituyen un factor limitante para el crecimiento de las plantas y en consecuencia de los individuos que se alimentan de ellas. Algunos nutrientes se encuentran disponibles en pequeñas concentraciones, tal es el caso del Nitrógeno, pues, aunque éste es el gas más abundante en la atmósfera, sólo puede ser utilizado cuando se encuentra en forma de iones amonio (NH_4^+) y nitrato (NO_3^-).

Factores bióticos: Productores, son fundamentalmente los organismos capaces de sintetizar su propio alimento usando energía solar y compuestos inorgánicos.

Detritívoros: son los organismos que obtienen la energía necesaria para cumplir con sus funciones vitales de la materia orgánica particulada, como ejemplo tenemos a los isópodos, ácaros y miriápodos.

Saprófitos: se alimentan de materia orgánica en descomposición. Son ejemplo de ellos los hongos y las bacterias.

Fauna: Conjunto de todas las especies animales, generalmente con referencia a un lugar, clima, tipo, medio o período geológico concretos.

Flora: Conjunto de plantas de una zona o de un período geológico determinado, las plantas que habitan en las orillas de lagos son plantas herbáceas.

Comunidad: Como todos los seres vivos requieren de otros seres vivos iguales a ellos o de otras especies, surge la Comunidad o Biocenosis que corresponde al conjunto de poblaciones, animales y vegetales que se relacionan entre sí en un lugar determinado.

Bioma: Los biomas son los mayores agrupamientos regionales de plantas y animales distinguibles a una escala global. Sus patrones de distribución están fuertemente correlacionados con los patrones climáticos regionales e identificados de acuerdo con el tipo

de vegetación clímax. Sin embargo, un bioma se compone no sólo de la vegetación clímax, sino también de las comunidades sucesionales asociadas, comunidades subclímax persistentes, la fauna y los suelos.

2.5 Hipótesis de investigación

2.5.1 Hipótesis general

A partir de la determinación de los parámetros físico químico para evaluar la calidad de agua en la laguna La Encantada se propondrá alternativas de descontaminación- Huaura, 2016.

2.5.2 Hipótesis específicas

1. A partir de la caracterización fisicoquímica de las aguas de la zona de rebose de la laguna La Encantada para favorecer la evaluación de la calidad de las aguas se propondrá alternativas de descontaminación-Huaura 2016.
2. A partir de la selección de una alternativa de descontaminación experimentada a nivel laboratorio se mejorará la calidad de las aguas de laguna La Encantada-Huaura 2016.
3. A partir de la caracterización fisicoquímica de las aguas resultantes de aplicar la alternativa de descontaminación seleccionada se mejorará la calidad de las aguas de la zona de rebose de la Laguna Encantada-Huaura 2016.

2.6 Operacionalización de las variables

- a) Variable Independiente: Determinación de los parámetros físico químico para evaluar la calidad de agua en la laguna La Encantada
- b) Variable Dependiente: Propuesta de alternativas de descontaminación de la laguna La Encantada.
- c) Variable Interviniente: Método experimental, materiales.

Operacionalización de las Variables

Variables	Dimensión de la Variable	Indicadores
Independiente: Determinación de los parámetros físico químico para evaluar la calidad de agua en la laguna La Encantada	Características Físico y Químicas y microbiológicas principales de las aguas contaminadas de la laguna	-DBO ₅ -Ph,TDS. -Conductividad, salinidad -Densidad, y pH promedio -Turbidez.
Dependiente: Propuesta de alternativas de descontaminación de la laguna La Encantada.	Características Físico y Químicas y microbiológicas de las aguas de rebose de la laguna.	-DBO ₅ -Ph,TDS. -Conductividad, salinidad -Densidad, y pH promedio -Turbidez.

Cuarta Meta: Caracterización físico-química relevante de las aguas de la laguna en las partes intermedias entre las zonas de crianza de tilapias y las zonas de rebose de la laguna.

Quinta Meta: Caracterización físico-química relevante de las aguas de la laguna en las partes próximas al área de rebose de la laguna.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población está constituida por toda el agua de la Laguna La Encantada seleccionadas para el propósito del presente estudio de investigación, en este caso se consideró las zonas de mas contaminación a las zonas de menos contaminación donde se está verificando procesos de autopurificación.

3.2.2 Muestra

La muestra representativa se toma de cada zona de contaminación evidente y zonas de menor contaminación con la ayuda de una sonda tomador de muestra, colectando 2 L de muestra para cada zona a evaluarse de la laguna la Encantada.

3.3 Técnicas de recolección de datos

La técnica de recolección de datos serán la observación, la entrevista y el registro de la información en soportes informáticos (disco duro, CD, etc).

Los instrumentos para facilitar la investigación serán: cámara fotográfica, grabadora, y para fichar la información se utilizará la fotocopidora, y la información de Internet se registrará haciendo uso de los accesorios de soporte informático.

A fin de desarrollar el presente trabajo de investigación se requirieron los siguientes bienes:

a) Materiales .

- Bureta de 100 mL
- Pera de decantación con filtro de cuarzo.

- Termómetros de 0-110 °C.
- Vasos de precipitado pyrex de 0,5 – 0,25 L.
- Matraz kitasato
- Pisceta
- Papel de filtro.
- Kit para determinación de nitrato, cloruro y sulfato.

b) Equipos

- Botella de Niskin
- Phmetro multiparametro, Fisher Scientific, XL200.
- Turbidimetro Hanna
- Balanza Analítica Ohaus.
- Espectrofotometro UV/visible MAPADA

c) Reactivos y muestra.

- Fenolftaleína.
- Sulfato de aluminio
- Cloruro férrico
- 02 L de agua de por cada zona a evaluarse.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Los análisis físicos y químicos básicos que se evaluarán en campo y otros en laboratorio utilizando el ph metro de mesa se tabularán a fin de preparar los resultados para su procesamiento organizar los resultados y procesarlos, en el caso de la información de análisis

microbiológica se evaluara en laboratorios certificados, cuyos resultados se tabularan para su análisis y discusión.

Los resultados obtenidos se contrastaran antes y después del tratamiento correspondiente al afluente y efluente del humedal artificial aplicado con el humedal artificial para luego continuar con la evaluación estadística, en este caso se aplica la técnica estadística del Minitab Anova.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

Luego de realizar las tomas de muestras para el análisis de los contenidos de fosforo y nitrógeno y otras propiedades vinculantes de contaminación orgánica con características eutróficas, se aprecia porcentajes de depuración según las zonas evaluadas en la laguna, en la tabla 1, se muestran los resultados de la evaluación de las características fisicoquímicas de las aguas de la laguna de la zona de mayor contaminación a las zonas de dispersión y biodegradación de la contaminación.

Tabla 1. Evaluación de las características fisicoquímicas de las aguas de la laguna de la zona de mayor contaminación a las zonas de dispersión de las aguas de la Laguna.

Parámetro Fisicoquímico	Zona de mayor contaminación	Zona de dispersión y de biodegradación de la contaminación
DBO ₅ (mg/l)	640	280
HCO ₃ ⁻ mg/l	629.8	589.8
NO ₃ ⁻¹ (mg/l)	77.5	62.00
Fosforo-Total(mg/l)	145.3	89.1
TDS (mg/l)	385	235
Turbidez (NTU)total	99.00	42.5

Nota: Elaboración propia

Los resultados que se presentan en la tabla anterior muestra la remoción natural de los nutrientes que por contaminación antrópica y producción de residuos sólidos orgánicos en los estanques de crianza de tilapias y otras especies contaminan la laguna. En la tabla 2 se muestra la correlación de variación del % de remoción del parámetro fisicoquímico con respecto a la zona de mayor contaminación respecto a la zona de dispersión de la contaminación.

Tabla 2. Correlación de variación del % de remoción del parámetro fisicoquímico con respecto a la zona de mayor contaminación respecto a la zona de dispersión y biodegradación de la contaminación.

Porcentaje de remoción del parámetro fisicoquímico	
Parámetro fisicoquímico	Zona de dispersión y biodegradación de la contaminación
DBO ₅ (mg/l)	56.25
HCO ₃ ⁻ mg/l	6.30
NO ₃ ⁻¹ (mg/l)	20
Fosforo-Total(mg/l)	38.67
TDS (mg/l)	38.96
Turbidez (NTU)total	57.07

4.2 Contrastación de hipótesis

A fin de contrastar la hipótesis se recurrió al análisis estadístico donde se utilizó el Software MINITAB 1 MTW, ANOVA unidireccional, para tal propósito se evaluó las tablas de resultados que se presentaron líneas arriba.

El detalle importante en esta investigación es la remoción de los sólidos disueltos y coloidales de naturaleza orgánica e inorgánica que dan un aspecto turbio al agua de laguna, por los análisis realizados se observa que en las proximidades de los puntos de mayor contaminación orgánica, los análisis de nitratos se mantienen menores a los puntos intermedios de la laguna por efecto de la biodegradación que va surgiendo por efecto de transferencia de masa y corrientes de aguas que se da en la laguna, observándose un ligero y evidente descenso en la concentración de algunos elementos químicos inorgánicos en el agua.

Para aplicar el MINITAB se utilizó la tabla 2, a fin de dar confiabilidad a la hipótesis planteada a partir de dar explicación a los resultados encontrados y si tienen estadísticamente alguna significancia al 5% de acuerdo a la evaluación estadística aplicando el MINITAB ANOVA unidireccional y la Distribución "F" para el nivel de significancia del 5%, para los datos de: DBO5, NO3-, HCO3-, encontraron los siguiente valores para "p" y "F", para la correlación de la variables de entrada y salida, C1=Concentración inicial del parámetro fisicoquímico (antes del tratamiento) vs C2= % de remoción del parámetro químico en la zona de mayor biodegradación de la laguna,

$$P = 0.00 < 0.05$$

$$F = 91.54 > 5.59$$

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

De acuerdo al método utilizado el trabajo de investigación se inició con la evaluación de las principales propiedades fisicoquímicas del agua, así también evaluar la presencia, distribución según la zona de la laguna de vegetaciones depuradoras y/o recicladoras de sustancias concentradas en fosforo y nitrógeno.

El trabajo de investigación se dirigió hacia verificar el funcionamiento y aplicabilidad de tomar medidas de remediación a las turbias aguas contaminadas de la laguna La Encantada, entre las principales medidas es ubicar las fuentes de contaminación a las aguas de la laguna, que son la adición de aguas servidas a la laguna de parte de la población , por otro lado se tiene la la presencia de estanques donde se desarrolla en cautiverio especies de peces donde destaca principalmente la tilapia, al respecto debería realizarse estas actividades bajo ciertas medidas de control para evitar exceso de producción de residuos orgánicos que rebase la capacidad depuradora de la laguna y dar lugar a acumulación de contaminantes orgánicos, dando lugar focos de eutrofización en la laguna .

Para realizar la contrastación se evaluó las propiedades fisicoquímicas en zonas que por sus características externas y ubicación en la laguna según los focos de contaminación y y zonas de rebose se ubicó puntos de alta , media y menor contaminación, para precisar los puntos

de muestreo se tomó las coordenadas geográficas, para ello se analizó y comparo las propiedades fisicoquímicas más representativas de la calidad del agua de la laguna donde se observa la acción depuradora de parte de la flora natural y extraña a la laguna justamente por la activación de los mecanismo de autorregulación y restablecimiento del equilibrio y dinámica del ecosistema de la laguna, donde por los resultados obtenidos se observa una remoción natural de los contaminantes la cual está en función del tipo y cantidad de flora presente en el agua, siendo esta más notable en las zonas de suelo por la acción combinadas de las planas acuáticas con las vegetación terrestre en la zona de rebose de la laguna.

La investigación tiene por objetivo hacer propuestas para descontaminar las aguas de la laguna a fin de que mantenga su dinámica natural y conservar la flora y fauna natural de la laguna y no desarrollen floras extrañas a la laguna como una respuesta depuradora por la alta concentración de nitratos y fosfatos en la laguna resultantes de la biodegradación de la carga orgánica ingresada a la laguna por acción antrópica.

Los resultados respecto a la caracterización del aguade la laguna presentó un nivel de contaminación moderado por lo que daría lugar a tomar acciones para evitar una mayor contaminación de la laguna y consecuentemente su eutrofización y otras consecuencias tales como:

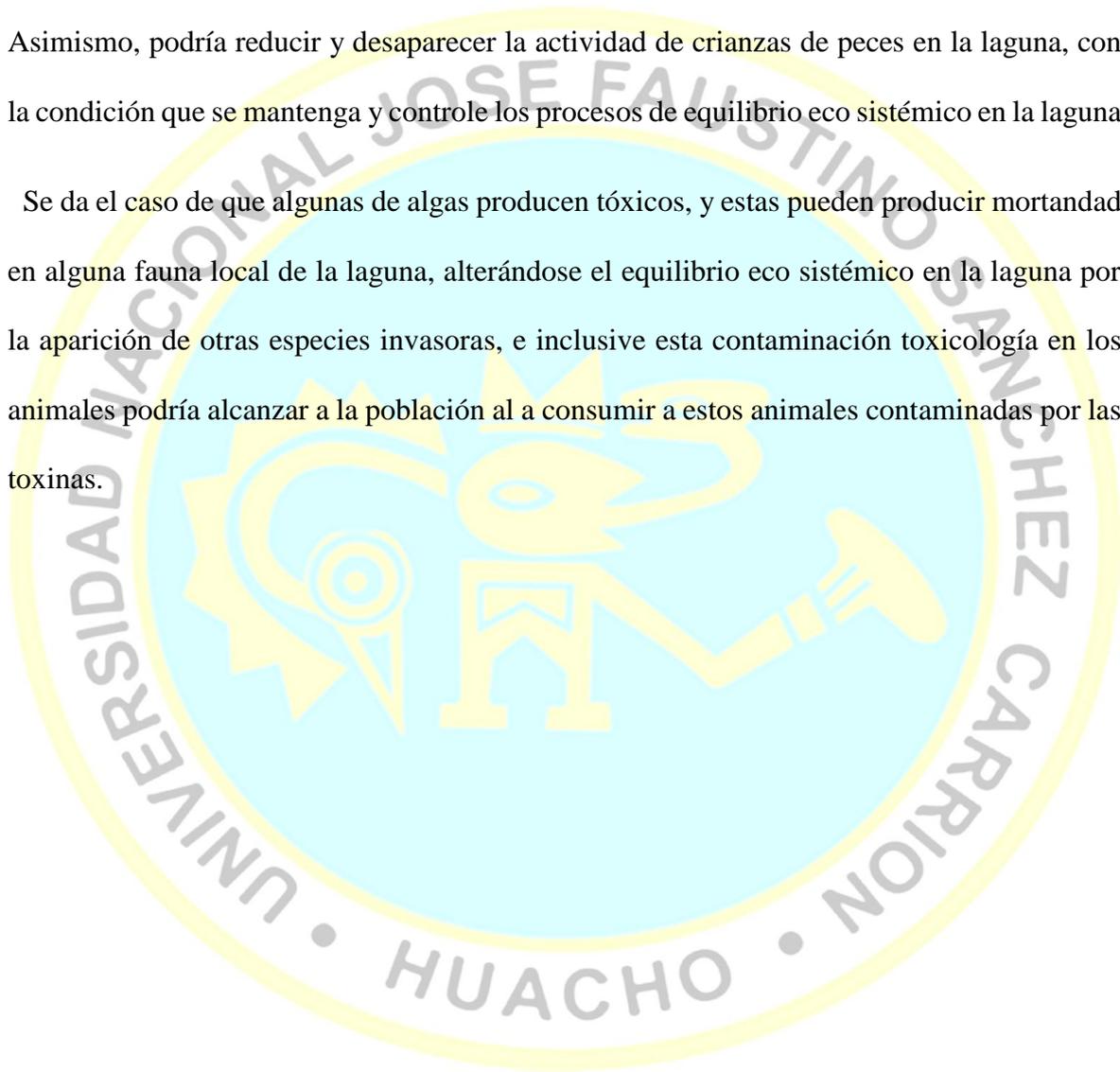
-La gran concentración de nutrientes hace que la flora y fauna extraña y propia de la laguna se desarrolle en grandes proporciones. Durante su desarrollo y luego descomposición utilizan gran cantidad del oxígeno disuelto y producen materia orgánica formando gran cantidad de fangos que se van depositando paulatinamente en el fondo de la laguna.

El proceso de eutrofización perjudica a la calidad de las aguas de la laguna ya que se originan y desarrollan en forma incontrolada procesos de putrefacción por el bajo nivel de oxígeno en las aguas de la laguna y produciendo olores muy desagradables, lo cual es

contraproducente si se pretende poner en valor a la laguna mediante el auspicio y fomento del ecoturismo por la presencia de esta importante laguna La Encantada, al margen que puede ocasionar perjuicios en la salud de la población que habita en las proximidades de la laguna, sobre todo problemas en el aparato respiratorio y de contaminación cruzada por hacer contacto con estas aguas. .

Asimismo, podría reducir y desaparecer la actividad de crianzas de peces en la laguna, con la condición que se mantenga y controle los procesos de equilibrio eco sistémico en la laguna.

Se da el caso de que algunas de algas producen tóxicos, y estas pueden producir mortandad en alguna fauna local de la laguna, alterándose el equilibrio eco sistémico en la laguna por la aparición de otras especies invasoras, e inclusive esta contaminación toxicología en los animales podría alcanzar a la población al a consumir a estos animales contaminadas por las toxinas.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- a) Se caracterizó fisicoquímicamente en sus principales parámetros cuyos resultados se muestran en las tablas presentadas, donde se observa que una gran concentración de nutrientes que fomenta el desarrollo de flora y fauna extraña a la laguna
- b) Durante su desarrollo de esta flora y fauna producto de un proceso de eutrofización implica el uso de una gran cantidad del oxígeno disuelto y producción de materia orgánica formando gran cantidad de fangos que se van depositando paulatinamente en el fondo de la laguna.
- c) Se encontró a nivel superficial en las aguas de la laguna sólidos disueltos y suspendidos en una proporción moderada según la zona de toma muestra, apreciándose una tendencia a su reducción a medida que las aguas se aproximan a la zona de rebose de la laguna por la activación de los mecanismos de autorregulación de la laguna por mantener sus equilibrios bioquímicos propios.
- d) Observando las tablas se deduce del parámetro fisicoquímico un importante porcentaje de remoción de contaminantes por acción natural de la laguna, esa remoción podría incrementarse si se tomaran medidas correctivas a nivel de acción antrópica motivada por una política municipal de cuidado y protección ecológica de la laguna La Encanada.

e) La prueba estadística confirma, el resultado óptimo logrado naturalmente por la laguna por un tratamiento de autorregulación de la laguna, aplicando el MINITAB ANOVA unidireccional y la Distribución “F”, pero que aún no alcanza una significancia al 5%.

6.2 Recomendaciones

a. A fin de mejorar los resultados obtenidos se podría tomar una mayor cantidad de muestras de aguas a nivel superficial y de fondo de la laguna para cubrir una mayor evaluación de las características fisicoquímicas y tener un mapeo más completo de la contaminación incipiente y desarrollada que presenta la laguna.

b. También se podría repetir las pruebas realizadas teniendo en cuenta la variable estacionalidad, es decir desarrollar un estudio que comprende un mayor tiempo de evaluación de las características fisicoquímica de las aguas de la laguna.

c. Se podría completar el estudio con una evaluación del parámetro microbiológico a fin de tener información de la contaminación antrópica por el arrojado de aguas residuales antrópicas y de que puntos se vierten estas aguas servidas.

REFERENCIAS

- Arohuanca, C. (2010). *Evaluación de la carga de nitrógeno y fósforo en los principales fuentes puntuales que vierten al lago Titicaca como fuente de Eutrofización Puno 2015*. universidad Nacional San Agustín (arequipa), EQU.
- Benites, A. (2016). *Características bioecológicas de la laguna Llamacocha y su uso potencial (verano 2014), distrito de Conchucos (Ancash, Perú)*. Tesis de grado, Universidad Nacional del Santa.
- Benites, E. (2014). Factores abióticos y su influencia en la eutrofización estacional en las aguas de la laguna la encantada, año 2013.
- Boxman, A. e. (2015). Performance evaluation of a commercial land-based integrated multi-trophic aquaculture system using constructed wetlands and geotextile bags for solids treatment. *Aquacultural Engineering*. , 23-36.
- Cabrera, C. (2002). *Estudio de la contaminación de las aguas costeras en la Bahía de Chancay: Propuesta de Recuperación*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Cardona, A. (2003). *Calidad y riesgo de contaminación de las aguas superficiales en la microcuenca del Río La Soledad, Valle de Angeles, Honduras*. Costa Rica: ESCUELA DE POSGRADO MANEJO INTEGRADO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS.
- Castillo, A. (2015). *Caracterización Limnológica de la Laguna Sausacocha (Huamachuco) – La Libertad, Enero 2014 a Julio 2015*. Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.
- Cheneaux, A. (2015). *Estado ecológico en dos lagunas del santuario nacional lagunas de Mejía, Arequipa, mediante macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad de agua (febrero - abril 2014)*. Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.
- Cruz, E., Arieguín, S., & Zetina, R. (2007). Análisis de la estructura del ecosistema de la Laguna de Alvarado , en el oeste del Golfo de México , por medio de un modelo de balance de masas. *Estuarine, coastal and Shelf Science*, 72, 155-167.
- Cutipan, V. (2014). *Análisis del cambio climático y sus efectos en el comportamiento hidrológico de la laguna Aricota, usando el modelo WEAP*. Tesis de grado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- Herrera, J. (2016). *Bioecología de la laguna Challhuacocha y su potencial de uso, en periodo de sequía, distrito de Conchucos (Ancash, Perú) 2014*. Tesis de grado, Universidad Nacional del Santa.
- Mariano, A., Huaman, P., Mayta, E., Chanco, H., & Montoya, M. (2010). Contaminación producida por piscicultura intensiva en lagunas andinas de Junín, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 17(1), 1.

- Marquez, W. (2017). Composición y abundancia del zooplancton en la laguna El Morro, Isla de Margarita, Venezuela. *Revista Peruana de Biología*, 24(4).
- Perez, A. (2010). Evaluación de las aguas de drenaje del sector de riego de tamarindo y su influencia sobre el parque nacional Palo verde. *Ciencia y Tecnología*, 26(1y2), 71-86.
- Rios Peña, L. (2015). *Calidad del recurso hídrico de la laguna Los Milagros - José Crespo y castillo*. Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la selva.
- Tello, E. (2014). *Caracterización de sedimentos de la laguna el paraíso, Huacho, región Lima*. Tesis de grado, Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion, Huacho.
- Valle, R. (2017). *Evaluación de los niveles de eutrofización actual y calidad del agua de la laguna El Sauce - Tarapoto, a noviembre de 2015*. Tesis de maestría, Universidad Nacional de Ingeniería.
- Valles, R. (2017). *Factores causales de la Eutrofización y Calidad del agua de la Laguna el Sauce – Tarapoto, 2017*. Tesis doctoral, Instituto Científico Tecnológico, Loreto, Tarapoto.
- Vasquez, W. T. (2010). Evaluación del impacto en la calidad de agua debido a la producción semi intensiva de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la laguna Arapa . *Sociedad Química del Perú*, 82(1).
- Villalba, M.-R. ., (2017). Composición y abundancia del zooplancton en la laguna El Morro, Isla de Margarita, Venezuela. *Revista Peruana de Biología*, 24(4).

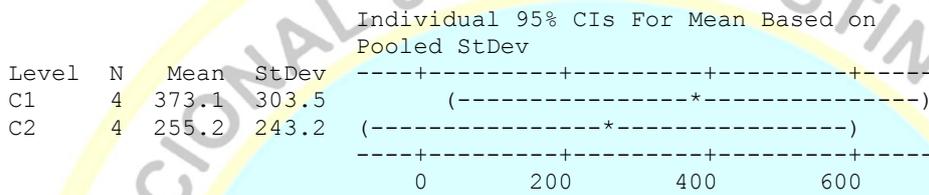
ANEXOS

Grafico 1: Evaluación Estadística utilizando el software Minitab

One-way ANOVA: C1; C2

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	27813	27813	0.37	0.567
Error	6	453890	75648		
Total	7	481703			

S = 275.0 R-Sq = 5.77% R-Sq(adj) = 0.00%



Pooled StDev = 275.0

Grouping Information Using Fisher Method

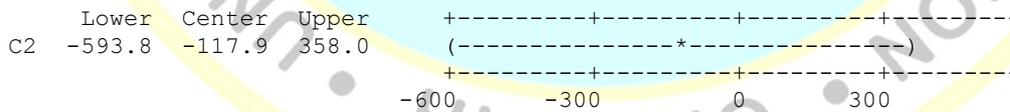
	N	Mean	Grouping
C1	4	373.1	A
C2	4	255.2	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Fisher 95% Individual Confidence Intervals All Pairwise Comparisons

Simultaneous confidence level = 95.00%

C1 subtracted from:



[Indique los nombres y apellidos completos del asesor o director]

ASESOR

[Indique los nombres y apellidos completos del presidente]

PRESIDENTE

[Indique los nombres y apellidos completos del secretario]

SECRETARIO

[Indique los nombres y apellidos completos del primer vocal]

VOCAL

[Indique los nombres y apellidos completos del segundo vocal]

VOCAL

[Indique los nombres y apellidos completos del tercer vocal]

VOCAL