



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

**EVALUACIÓN DE LA POLUCIÓN DEL ECOSISTEMA EN EL
GOLFO DE PUNO 2018**

PRESENTADA POR:

BACH. JAIME ANDRES CRUZ ASCENCIO

ASESOR:

DR. JORGE ABAD CALISAYA CHUQUIMIA

**PARA OPTAR GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON
MENCIÓN INGENIERÍA AMBIENTAL**

MOQUEGUA – PERÚ

2019

INDICE DE CONTENIDO

PORTADA

PÁGINA DE JURADO

DEDICATORIA iii

AGRADECIMIENTOS iv

INDICE DE CONTENIDO v

ÍNDICE DE FIGURAS viii

RESUMEN x

ABSTRACT xii

INTRODUCCIÓN ix

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 1

1.1. Descripción de la realidad problemática 1

1.2. Definición del Problema 3

1.3. Objetivos de la investigación 3

1.3.1. Objetivo general: 3

1.3.2. Objetivos específicos: 4

1.4. Justificación e importancia de la investigación 4

1.4.1. Importancia social 5

1.4.2. Importancia práctica 5

1.4.3. Importancia teórico 6

1.6. Hipótesis de la investigación 7

1.6.1. Hipótesis general: 7

1.6.2. Hipótesis específicas: 8

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 9

2.1. Antecedentes de la investigación 9

2.2. Bases teóricas	11
2.2.1. Generalidades del agua como recurso hídrico	11
2.2.2. Origen y naturaleza de los productos contaminantes	12
2.2.3. Lagunas de Estabilización.	13
2.2.4. Polución del ecosistema del golfo del lago Titicaca.	13
2.2.5. Enfermedades transmitidas por aguas contaminadas	14
2.2.6. Tratamiento de las aguas residuales y servidas	15
2.3. Marco conceptual	15
CAPÍTULO III: MÉTODO	19
3.1. Tipo de Investigación	19
3.2. Diseño de investigación	19
3.3. Población y muestra	20
3.3.1. Lugar de estudio	20
3.3.2. Población.	21
3.3.3. Muestra.	21
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	23
3.4.1. Acciones de coordinación con las autoridades de DICAPI Puno para la toma de muestra.	23
3.4.2. Toma de Muestra	23
3.4.3. Determinación de parámetros físicos y químicos del agua.	24
3.4.5. Análisis estadístico	27
CAPITULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	28
4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS POR VARIABLE.....	28
4.1.1. Presentación de resultados de parámetros físicos	28
4.2.- Discusión de resultados.....	50
4.2.1 PARÁMETROS FÍSICOS	50

4.2.2. COLIFORMES Y SALMONELLA.....	53
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
Conclusiones	55
Recomendaciones	57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
ANEXOS	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Temperatura en aguas del golfo de Puno zonas norte, centro y sur ..	28
Figura N° 2 Temperatura en aguas del golfo de Puno zonas playa y lago	29
Figura N° 3 Conductividad eléctrica en aguas del golfo de Puno zonas playa y lago.....	30
Figura N° 4 Conductividad eléctrica en aguas del golfo de Puno zonas playa y lago.....	31
Figura N° 5 Solidos totales disueltos en aguas del golfo de Puno zonas norte centro y sur.....	32
Figura N° 6 Solidos totales disueltos en aguas del golfo de Puno zonas playa y lago.....	33
Figura N° 7 Turbidez en aguas del golfo de Puno zonas norte centro y sur	34
Figura N° 8 Turbidez en aguas del golfo de Puno zona playa y lago	35
Figura N° 9 pH en aguas del golfo de Puno zonas norte centro y sur.....	36
Figura N° 10 Potencial de hidrogeniones pH en aguas del golfo de Puno zonas orilla y lago	37
Figura N° 11 Demanda bioquímica de oxígeno en aguas del golfo de Puno zonas norte centro y sur.....	38
Figura N° 12 Demanda bioquímica de oxígeno en aguas del golfo de Puno zonas orilla y lago	39
Figura N° 13 Sulfatos en aguas del golfo de Puno zonas norte centro y sur.....	40
Figura N° 14 Sulfatos en aguas del golfo de Puno zona orilla y lago	41
Figura N° 15 Nitratos en aguas del golfo de Puno zonas norte centro y sur.....	42
Figura N° 16 Nitratos en aguas del golfo de Puno zona orilla y lago	43

Figura N° 17 Coliforme totales en aguas del golfo de Puno zonas norte centro y sur.....	44
Figura N° 18 Coliformes totales en aguas del golfo de Puno zona orilla y lago...	45
Figura N° 19 Coliforme termotolerantes en aguas del golfo de Puno zonas norte centro y sur.....	46
Figura N° 20 Coliforme termotolerantes en aguas del golfo de Puno zonas de orilla y lago	47
Figura N° 21 salmonella en aguas del golfo de Puno zonas norte centro sur	48
Figura N° 22 salmonella en aguas del golfo de Puno zona de orilla y lago	49

RESUMEN

La investigación se realizó en el ecosistema del golfo del Lago Titicaca; en las zona norte, centro y sur y orilla y lago en la distrito de Puno, región Puno, en el mes de noviembre del 2018 Los objetivos fueron: Determinar los niveles de los parámetros físicos: Temperatura, conductividad eléctrica, solidos disueltos totales, turbidez; químicos: pH, demanda bioquímica de oxígeno, sulfatos y nitratos del golfo de Puno, determinar el contenido bacteriológico de coliformes totales, fecales y termotolerantes. El análisis de aguas se realizó siguiendo los métodos APHA, CEPIS. El método estadístico fue la prueba t de student medidas de tendencia central. Los resultados fueron siendo para zona norte 18,00, 12,00 centro 17,10, 11,00 y sur 19,05, 13,23° C° siendo para zona playa 18,00, 17,10 y 19,05 °C° y lago 12,00, 11,00 y 13,23 °C°. **Conductividad eléctrica** para zona norte 1,60, 1,40, centro 1,90, 1,10 y sur 1,80, 1,12 mmhos/cm, para zona playa 1,60, 1,90, 1,80 y lago 1,40, 1,10, 1,12 mmhos/cm. **Solidos Totales disueltos** para zona norte 1,60, 3,00 centro 12,00,2,20 y sur 10,90,4,10 mg/l, para zona playa 10,60,12,00,1 0,90 mgr/l y lago 3,00,2,20y 4,10 mgr/l. **Turbidez** para zona norte 16,00, 6,00 centro 15,80, 6,23 y sur 16,14, 5,80 UNT, para zona playa 16,00, 15,80, 16,14 UNTl y lago 6,00, 6,23, 5,80 UNT. **pH** para zona norte 10.10;9,00 centro 10.20,8.88 y sur 10,16 y 9,03 unidades, para zona playa 10.10, 10.20, 10.16 lago 1.40, 1.10, 1.12 unidades,**DBO5** para zona norte 13.20, 11.00mg/L centro 13.00, 11.00 mg/L y sur 13.00, 11 mg/L, para palya 13.20, 13.00, 13.00 mg/L y lago 11.00, 11.00, 11.00mg/L. **Sulfatos** para zona norte 200.00, 18.00 mg/L centro 180.00, 10.00 mg/L y sur 360.00,16.00 mg/L, para playa 200.00, 180.00, 360.00 mg/L y lago 18.00,10.00, 16.00 mg/L para playa 200.00, 180.00, 360.00 mg/L y lago

18.00,10.00, 16.00 mg/L **Nitratos** para zona norte 13.40, 9.99 mg/L centro 122.00, 10.00 mg/L y sur 180.00, 12.00 mg/L, para playa 13.00, 122.00, 180.00 mg/L y lago 9.99, 10.00, 16.00 mg/L.

Palabras clave: Parámetros físicos, químicos, bacteriológicos, Golfo Titicaca.

ABSTRACT

The research was conducted in The ecosystem of the Gulf of Lake Titicaca; in the northern, central and southern zones and riverside and lake in the district of Puno, Puno region, in November 2018 The objectives were: Determine the levels of physical parameters: temperature, electrical conductivity, total dissolved solids and chemicals : pH, biochemical oxygen demand, sulfates and nitrates from the Gulf of Puno. Determine the bacteriological content of total, fecal and thermotolerant coliforms. The water analysis was carried out following the APHA, CEPIS methods. The statistical method was the student's t-test measures of central tendency. The results were for north zone 18.00, 12.00 center 17.10, 11.00 and south 19.05, 13.23 ° C being for beach area 18.00, 17.10 and 19.05 ° C and lake 12.00, 11.00 and 13.23 ° C. Electrical conductivity for north zone 1.60, 1.40, center 1.90, 1.10 and south 1.80, 1.12 mmhos / cm, for beach area 1.60, 1.90, 1.80 and lake 1.40, 1.10, 1.12 mmhos / cm. Dissolved Total solids for north zone 1.60, 3.00 center 12.00.2.20 and south 10.90.4.10 mg / l, for beach area 10.60,12.00,1 0.90 mgr / l and lake 3.00.2.20 and 4.10 mgr / l. Turbidity for north zone 16.00, 6.00 center 15.80, 6.23 and south 16.14, 5.80 UNT, for beach area 16.00, 15.80, 16.14 UNTl and lake 6.00, 6.23, 5.80 UNT. pH for north zone 10.10.9.00 center 10.20.8.88 and south 10.16 and 9.03 units, for shore area 10.10, 10.20, 10.16 lake 1.40, 1.10, 1.12 units, BOD5 for north zone 13.20, 11.00mg / L center 13.00, 11.00 mg / L and south 13.00, 11 mg / L, for shore 13.20, 13.00, 13.00 mg / L and lake 1 1.00, 1 1.00, 11.00mg / L. Sulfates for northern zone 200.00, 18.00 mg / L center 180.00, 10.00 mg / L and south 360.00,16.00 mg / L, for shore 200.00, 180.00, 360.00 mg / L and lake 18.00.10.00, 16.00 mg / L for shore 200.00, 180.00, 360.00

mg / L and lake 18.00.10.00, 16.00 mg /L Nitrates for north zone 13.40, 9.99 mg/L center 122.00, 10.00 mg /L and south 180.00, 12.00 mg/L, for shore 13.00, 122.00, 180.00 mg / L and lake 9.99, 10.00, 16.00 mg / L.

Key words: Physical, chemical, bacteriological parameters, Titicaca Gulf.

INTRODUCCIÓN

La región Puno se encuentra con problemas de contaminación de su lago lagunas y ríos y específicamente el problema de la contaminación del ecosistema del golfo del Lago Titicaca es grave, ya que abarca una extensa región donde se van intensificando los problemas de eutrofización producción de lemna y contaminación de sus aguas; estas son causadas principalmente por los aportes de las aguas residuales sin tratamiento al golfo donde se encuentra la población de Puno, este golfo recibe la gran mayoría de desechos fecales y otros residuos como: desperdicios, residuos orgánicos, residuos de los hospitales. Todo ello ligado a la existencia de un deficiente sistema de evacuaciones de las aguas residuales, causando serios problemas en las poblaciones ribereñas que consumen agua del ecosistema del golfo, lavan ropa, utensilios y realizan algunas actividades domésticas.

El estudio ha permitido conocer los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del golfo estableciendo la calidad de agua mediante el reporte de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos.

El trabajo de investigación, emite resultados importantes sobre la calidad físico – química y bacteriológica, del golfo de Puno zona norte centro y sur además de la orilla y lago y aporta valores actualizados, que permita su restauración respectiva.

CAPÍTULO I:

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad problemática

En la ciudad de Puno el problema de la contaminación del ecosistema del golfo del Lago Titicaca es grave, ya que abarca una extensa región donde se van intensificando los problemas de eutrofización y contaminación de sus aguas; estas son causadas principalmente por los aportes de las aguas residuales que se vierten hacia sus aguas el único golfo donde se encuentra la población de Puno, este golfo recibe la gran mayoría de desechos fecales y otros residuos como: desperdicios, residuos orgánicos, residuos de los hospitales. Todo ello ligado a la existencia de un deficiente sistema de evacuaciones de las aguas residuales, causando serios problemas en las poblaciones ribereñas que consumen agua del ecosistema del golfo, lavan ropa, utensilios y realizan algunas actividades domésticas. El problema se agrava cuando la población usa estas aguas con fines recreativos, repercutiendo en su salud en el resto de la población humana, más aún si consideramos que en la materia fecal están presentes patógenos entéricos, de mucho riesgo para el hombre, con consecuencias negativas (OMS, 2004).

El ecosistema del golfo del Lago Titicaca se ubica en el Nor-Este del Titicaca y geográficamente en las coordenadas 15°48'57" y 15°51'35" de latitud Sur y 69°57'13" y 70°01'15" Oeste. El ecosistema del golfo de Puno, es de 17,3 km², con un espejo de agua de forma elíptica de 2,4 km de ancho desde la Isla Esteves hasta la Isla Espinar. El fondo es de 8.00 m con un promedio de 2.40 m; con un área de la superficie menor a 2.00 m de fondo que representa un 50% del área total del ecosistema del golfo de Puno. Al Este del ecosistema, el acceso es estrecho cubierto por extensos totorales, dejando una abertura aproximadamente 30.00 m de ancho, cerca de Chimú, que une el ecosistema Exterior; el acceso tiene una profundidad entre 6.00 a 7.00 m. al mismo tiempo cuenta con una navegación para las islas flotantes de los Uros, localizado al nor este de la bahía interior en las proximidades de la Isla Esteves, que tiene una profundidad media variable de 2.00 a 4.00 m.

En América latina, una cobertura de 49% del alcantarillado recolecta y vierte aguas en polución contaminando ríos, lagos y mares. Al volumen colectado en los sistemas de alcantarillado, menos del 10% recibe algún tipo de tratamiento como lo indica (OMS, 2004).

Uno de los problemas sociales de nuestro país es cada vez mayor. En general las concentraciones humanas se dan en regiones donde existe abundante agua en torno a lagos, ríos, etc. Estos cuerpos de agua además de constituir una fuente de abastecimiento, representan un recurso natural para cumplir diferentes actividades humanas, tanto domésticas como industriales que son precisamente las que inducen la polución.

1.2. Definición del Problema

1.2.1. Problema General:

¿Cuál es la característica de la evaluación de la polución del ecosistema del golfo de Puno?

1.2.2. Problemas Específicos:

- ¿Cuál será la característica de la evaluación de la polución del ecosistema del golfo de Puno (Puntos de monitoreo 1,2,3,4,5,6) según los parámetros físico: temperatura, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales?
- ¿Cuál será la característica de la evaluación la polución del ecosistema del golfo de Puno (Puntos de monitoreo 1,2,3,4,5,6) según los parámetros químicos: pH, demanda bioquímica de oxígeno, sulfatos y nitratos?
- ¿Cuál será la característica de la evaluación la polución del ecosistema del golfo de Puno (Puntos de monitoreo 1,2,3,4,5,6) según el contenido bacteriológico de coliformes totales, termo tolerantes, y dispersión del contaminante?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general:

- Evaluar la polución del ecosistema del golfo de Puno, según los parámetros físico químicos y microbiológicos

1.3.2. Objetivos específicos:

- Evaluar la polución del ecosistema del golfo de Puno (Puntos de monitoreo 1,2,3,4,5,6), según los parámetros físicos: temperatura, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales.
- Evaluar la polución del ecosistema del golfo de Puno (Puntos de monitoreo 1,2,3,4,5,6), según los parámetros químicos: pH, demanda bioquímica de oxígeno, sulfatos y nitratos.
- Evaluar la polución del ecosistema del golfo de Puno, (Puntos de monitoreo 1,2,3,4,5,6), según el contenido bacteriológico de coliformes totales, termo tolerantes y dispersión del contaminante

1.4. Justificación e importancia de la investigación

El estudio de investigación pretende evaluar la polución del ecosistema del golfo de Puno según los parámetros físico químico y el contenido bacteriológico de sus aguas. En cada uno de los seis puntos de muestreo. El hallazgo de la evaluación de estas características contribuirá al conocimiento de los diferentes parámetros la frecuencia de estos en el tiempo en las aguas, pueden ser causa de morbilidad y mortalidad por lo que alertará a las autoridades de salud y saneamiento con fines de promover un sistema adecuado de tratamiento de estas aguas que podrían acarrear serios problemas en la salud de la población puneña.

Se demostrará además que las condiciones ambientales, T°, pH, y O₂ disuelto, podrían permitir la supervivencia de estos patógenos bacterianos intestinales.

Los resultados de la investigación servirán para demostrar la viabilidad de bacterias patógenas con relación a los parámetros fisicoquímicos para que las autoridades municipales y regionales puedan aplicar tratamientos adecuados para la recuperación de la polución existente para garantizar la protección a la salud humana.

1.4.1. Importancia social

La población que vive a los alrededores del golfo de Puno son personas de la región de Puno y la polución de las aguas de este golfo es un problema ambiental importante, porque es una zona turística es donde se encuentra el Puerto de embarque de toda población y turistas que se trasladan a las diferentes islas del Lago Titicaca, y su polución es un problema de mala imagen de la ciudad capital el que pudiera causar problemas de salud. La solución del problema social debe ser paralelo con la solución del ingreso económico (turismo) y el ambiental ahí estaríamos hablando de un desarrollo sostenible de la población.

1.4.2. Importancia práctica

El presente estudio será de utilidad para el municipio, gobierno regional, gobierno nacional, el ministerio de vivienda construcción y saneamiento los resultados de la presente investigación, así mismo las Instituciones relacionadas con el medio ambiente, podrán considerar como información de primera mano los resultados que se deriven del presente estudio.

1.4.3. Importancia teórico

La realización de la evaluación de la polución del ecosistema del golfo de Puno será una investigación que servirá como antecedente, para la realización de estudios para evaluar si el proceso de contaminación se ha incrementado.

1.5. Variables. Operacionalización

Unidad metodológica

Los datos se tomarán considerando la evaluación de la polución del ecosistema del golfo de Puno, que se ubica al sur de la ciudad de Puno, en el extremo Nor-Este del Lago Titicaca con ello los valores serán:

Variable independiente

- Medición de parámetros de campo: físicos, químicos, microbiológicos

Variable 1: Evaluación física del agua del ecosistema del golfo de Puno.

Operacionalización de variables:

Tipo de Variable	Definición	Indicador	Índice o Unidades
Evaluación del agua según parámetros físicos	Es la evaluación del agua según los factores físicos que presenta al momento de su evaluación.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Temperatura ▪ Conductividad eléctrica ▪ Sólidos disueltos totales ▪ turbidez 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grados celsius ▪ (µs/cm) ▪ (mg/l)
Evaluación del agua según parámetros químicos	Es la evaluación del agua según los factores químicos que presenta al momento de su evaluación.	<ul style="list-style-type: none"> • Potencial de hidrogeniones • Demanda bioquímica de oxígeno • Sulfatos • Nitratos 	<ul style="list-style-type: none"> • Unidades pH • Mg/L • Mg/L • Mg/L
Evaluación del agua según parámetros microbiológicos	Es la evaluación del agua según el contenido de bacterias que presenta al momento de su evaluación.	<ul style="list-style-type: none"> • Coliformes totales • Coliformes termo tolerante • (E. Coli, Salmonella, Shigella, Campillobacter) 	<ul style="list-style-type: none"> • (NMP/100ml) • (NMP/100ml) • USE/100ml

1.6. Hipótesis de la investigación

1.6.1. Hipótesis general:

La Evaluación física del agua del ecosistema del golfo de Puno. (Puntos de monitoreo 1,2,3,4,5,6,), será bueno para la población.

1.6.2. Hipótesis específicas:

- Las evaluaciones de la polución del ecosistema del golfo de Puno (Puntos de monitoreo 1,2,3,4,5,6,) no es apta para consumo humano, según los parámetros físicos: temperatura, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales.
- Las evaluaciones de la polución ecosistema del golfo de Puno (Puntos de monitoreo 1,2,3,4,5,6,) no es apta para consumo humano, según los parámetros químicos: pH, demanda bioquímica de oxígeno, sulfatos y nitratos.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Northcote et al. (1989), en su investigación Eutrofización y problemas de polución resume los resultados: del estudio de polución del lago Titicaca comparados con la situación del golfo así mismo las condiciones humanas han causado degradaciones importantes del medio ambiente, ríos corrientes de agua con repercusiones en el lago mismo notándose la presión antrópica ejercida por las aguas residuales, basura, desperdicios orgánicos, detergentes, petróleo, aceites minerales, sustancias químicas que arrojan los laboratorios, etc. La contaminación en Puno es uno de los problemas más álgidos que vienen enfrentando los puneños, porque este problema afecta: la salud de las personas especialmente de la población infantil, la actividad económica, el turismo; estos demandan de los servicios de transporte, hospedaje, alimentación, recreación y otros; en resumen, afecta el bienestar de todos los pobladores.

Cruz, (2005), manifiesta que la calidad de del agua del ecosistema interior de Puno viene siendo, degradada al respecto un episodio destacado fue el crecimiento

abundante de *Lemna* spp. “Que llegó a cubrir aproximadamente 10 km² de la bahía interior y con varios centímetros de grosor”.

PELT (1995), realizaron un estudio para investigar donde reporta valores mínimos 9.5×10^5 y máximos de 2.2×10^9 para Coliformes fecales y mínimos 5.2×10^6 y como máximo 4.8×10^8 para Coliformes totales a nivel del afluente. Los parámetros fisicoquímicos registrados en el afluente presentan mínimas variaciones en el tiempo a excepción de la temperatura que tiene un comportamiento variable en función de la época estacional.

Burgos (2002), en su trabajo de tesis. “Sobrevivencia de *Salmonella* sp. al tratamiento de aguas residuales en la laguna de oxidación - Puno”. Determinó que *Salmonella enteritidis*, *Salmonella choleraesuis*, y *Salmonella typhi* sobreviven al tratamiento que desarrolla la laguna de Estabilización. Presentándose, afluentes de laguna y laguna secundaria con (10%), seguido por la laguna primaria con (9.85%), efluente de laguna con (6.25%) y a los 500 m de distancia de la bahía interior de Puno (2.55%). *Salmonella enteritidis*, presentó el 41.30%, *Salmonella choleraesuis*, presentó el 34.90%, *Salmonella typhi*, presentó el 23.8%. La evaluación de temperatura, pH, oxígeno disuelto muestran que a nivel del afluente de laguna son 12.8°C de temperatura, pH de 7.56 y 2.35 ppm. de O₂; en la laguna primaria 12.8 °C, pH 7.5 y 2.35 ppm. de oxígeno en la laguna secundaria 13.1°C, pH de 7.69 y 2.65 ppm. de O₂; en el efluente de laguna 13,1°C, pH de 7.73 y 3.08 ppm. de O₂ y a los 500 m de distancia de la Bahía de interior de Puno 13,7°C, pH de 7.70 y 6.15 ppm. de O₂, valores que favorecen la sobrevivencia de *Salmonella* al manipuleo de las aguas residuales en la laguna de Estabilización – Espinar.

Arango (2003), en su reporte “Evaluación ambiental del sistema Tohá en la remoción de *Salmonella* en aguas servidas domésticas es a nivel de escala de tratamiento de aguas residuales ha demostrado ser eficaz y operativo en plantas de tratamiento de pequeña y mediana escala”.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Generalidades del agua como recurso hídrico

El agua es vida para los seres humanos; y es difícil imaginar la utilización del tipo de actividad el que se utiliza con más facilidad; para satisfacer las necesidades, pero no todas las personas disponen de él. (PNUMA).

2.2.1.1. Microbiología del agua

Indica que el agua que beben la mayoría de las comunidades, municipalidades se obtienen de fuentes superficiales, ríos, corriente, lagos, estos de fuentes naturales, en particular las corrientes, ríos lagos, se contaminan con algunos desechos domésticos e industriales, como aguas negras.

El número de microorganismos en el agua, depende de la contaminación inicial y la capacidad de los mismos, para sobrevivir y multiplicarse, la multiplicación del abasto alimentario, oxígeno, pH, temperatura y otros factores y la disponibilidad de alimento es regida por los materiales de desechos introducidos por el hombre, las aguas que contienen sustancias orgánicas facilitan el crecimiento de una población microbiana abundante, en comparación con el agua pura. (Pelsar *et al.* 1981 y Carpenter, 1982)

2.2.1.2. Contaminación del agua.

Constituye un cambio indeseable en las características físicas, química, biológicas del aire agua y suelos, que pueden afectar negativamente al ecosistema. El agua tiene doble acción sobre la salud: en condiciones normales disminuye la posibilidad de contraer enfermedades como el cólera, fiebre tifoidea, disentería y enfermedades diarreicas. Los ríos y lagos se contaminan porque en ellos son vertidos los productos de desecho de las aéreas urbanas y de industrias (Wetzel, 1981 y Mason, 1984).

Un agua contaminada por desechos biológicos contiene organismos de origen fecal y por lo tanto, la posible presencia de patógeno intestinales, *Escherichia coli*, está presente en el agua en gran número, las explicaciones es que ha tenido una contaminación fuerte y reciente por desechos humanos o animales. Si el número de *Escherichia coli* es pequeño indica que la polución es reciente y de origen no fecal o fecal lejana, de modo que los Coliformes no han sobrevivido, (Goez, 1999).

2.2.2. Origen y naturaleza de los productos contaminantes

La contaminación del agua puede ser accidental por que deriva de vertedores no controlados de distinto origen, podemos mencionar los principales que son:

a) Agua de origen domestico.- Son las que están sujetas a su uso dentro de los límites de un hogar.

b) Aguas de origen industrial. - Son aquellas que constituyen la principal fuente de contaminación de las aguas por las industrias que utiliza el agua en grandes cantidades variables para diferentes procesos de fabricación. Los principales

sectores contaminantes son el petróleo, el carbón, las industrias químicas y las derivadas de la celulosa (Carpenter, 1982 y Mason, 1984).

2.2.3. Lagunas de Estabilización.

Es un proceso conocido con el nombre de autodepuración o estabilización natural, en el cual ocurren fenómenos de tipo físico-químico, bioquímico y biológico, procesos que involucran a las algas y bacterias. La intensidad del tratamiento depende del grado de disolución posible en el agua receptora y de la calidad que se pretende de ella (CEPIS, 1996).

Es necesario el tratamiento de las aguas negras antes que sean desechados y produzcan efectos indeseables o peligros sin embargo muchas comunidades y municipios todavía continúan desechando las aguas negras sin haberlas tratado adecuadamente hacia los depósitos naturales; de uso doméstico e industrial (Rolim, 2000).

Informe que hicieron las EPS – en el 2009 SUNASS 2010 y del registro de volúmenes de aguas residuales, EMSA PUNO S.A. indica que ingresa 4, 809,561f de los cuales solo son tratadas 3, 122,085uqt, en el 2009 que representa el 64.94% (FONAM, 2010).

2.2.4. Polución del ecosistema del golfo del lago Titicaca.

El ecosistema del golfo del lago Titicaca se poluciona con aguas residuales, basura, desperdicios orgánicos, detergentes, petróleo, aceites minerales, sustancias químicas que arrojan los laboratorios, etc. La contaminación de la ciudad de Puno es uno de los problemas más álgidos que vienen enfrentando los puneños, porque

este problema afecta: la salud de las personas especialmente de la población infantil, la actividad económica, el turismo; estos demandan de los servicios de transporte, hospedaje, alimentación, recreación y otros; en resumen, afecta el bienestar de todos los pobladores (Northcote, *et al.* 1989).

La polución por aguas residuales es la introducción de patógenos del hombre en el medio, incluyendo bacterias que producen envenenamiento, tifoidea, disentería, etc. Estos microorganismos no sobreviven a un buen tratamiento de aguas residuales, pero cuando se vierten aguas residuales sin tratar a un río o el mar pueden persistir durante cierto tiempo. Los patógenos pueden ser ingeridos por moluscos filtradores y permanecer viables en estos organismos (Campell, 1987).

2.2.5. Enfermedades transmitidas por aguas contaminadas

Los microorganismos patógenos que prosperan en los ambientes acuáticos pueden provocar cólera, fiebre tifoidea, disenterías, poliomiélitis, hepatitis y salmonelosis, entre otras enfermedades. El agua y alimentos contaminados tienen una gran importancia en la transmisión de patógenos causantes del síndrome diarreico, por lo que se hace necesario tener estrategias que permitan un manejo adecuado de ella. La OMS calcula que la morbilidad (número de casos) y mortalidad (número de muertes) derivadas de las enfermedades más graves asociadas con el agua se reduciría entre un 20 y un 80 por ciento, si se garantizara su potabilidad y adecuada canalización (Madigan, *et al.*, 2005).

Disentería bacilar.

Es una enfermedad relativamente frecuente en el hombre, la infección se localiza en el intestino invadiendo los tejidos superficiales, los efectos debilitantes se

atribuyen de modo principal a la pérdida de líquidos y electrolitos consecutiva diarrea. El periodo de incubación de la disentería bacilar generalmente es corto 48 horas y el padecimiento puede ser agudo o tender a hacerse crónico. Aparte de las lesiones inflamatorias a veces ulcerosas en el intestino, la disentería bacilar no es una septicemia si no una inflamación localizada de vías digestivas (Jawetz *et al.*, 1990, Farfán, 1992 y Koneman *et al.*, 2005).

Aspecto normativo. Se aplicará la Ley 29998 ley de recursos hídricos, el decreto supremo N° 004-2017 MINAM donde aprueban los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias, D.S. N°031.2010 SA Reglamento de calidad de agua para consumo humano, R.J. N° 182-2011 ANA Protocolo nacional de monitoreo de calidad ambiental del agua.

2.2.6. Tratamiento de las aguas residuales y servidas

Aguas residuales. Están constituidas por materias fecales, aguas de lavado y de fregadero (Purschell, 1995 y CEPIS, 1998).

ECA para el agua se establecen según los, D.S. N°031.2010 SA Reglamento de calidad de agua para consumo humano, R.J. N° 182-2011 ANA Protocolo nacional de monitoreo de calidad ambiental del agua.

2.3. Marco conceptual

Coliformes fecales: constituido por las bacterias *Escherichia coli* y especies del genero *Enterobacter*, que fermentan la lactosa y son indicadores de contaminación fecal.

Coliformes termotolerantes: Son bacilos del grupo de coliformes totales los que fermentan las lactosas con producción de ácidos y gases, cuya Temperatura de supervivencia es de $45\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Lagunas de estabilización. Estanque en el cual se descarga aguas residuales y en donde produce la estabilización de materia orgánica y la reducción bacteriana.

Laguna facultativa. Estanque cuyo contenido de oxígeno varía de acuerdo con la profundidad y la hora del día. En el estrato superior de una laguna facultativa existe una simbiosis entre algas y bacterias en presencia del oxígeno, y los estratos inferiores se producen una biodegradación anaerobia.

Parámetro. Una variable, propiedad medible cuyo valor está determinado por las características del sistema en el caso del agua, por ejemplo, estas pueden ser la temperatura, la presión, la densidad, etc.

Patógeno. Dícese de cualquier microorganismo o sustancia capaz de causar enfermedad.

DBO₅. Cantidad de oxígeno necesaria para destruir o estabilizar y degradar la materia orgánica presente en una muestra de agua mediante la acción biológica.

Aguas residuales: aguas provenientes de descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícola, pecuarios, domésticos y en general que han sufrido degradación en su calidad original.

Bacterias patógenas: son bacterias portadoras de antígeno de virulencia que causan daño en el organismo y pueden causar problemas más o menos severos desarrollándose y perjudicando al huésped.

Conductividad eléctrica: es una medida de la resistencia que opone el agua al paso de la corriente eléctrica entre dos electrodos impolarizables sumergidos en la misma. Una conductividad elevada se traduce como la salinidad elevada o en valores anómalos de pH.

Contaminación: es la alteración de las características físicas, químicas o biológicas del agua, resultante de la incorporación deliberada o accidental en la misma de productos o residuos que afectan los usos del agua.

Indicador de contaminación: lo conforman el grupo de coliformes como *Escherichia coli* su presencia en algún cuerpo de agua permite determinar contaminación de tipo fecal no apta para el consumo humano.

Límite máximo permisible: es la medida de la concentración, grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, representativos de la calidad del agua, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida puede causar daños a la salud.

Parámetros físicos de la calidad del agua: Son los que definen las características del agua que responden a los sentidos de la vista, del tacto, gusto y olfato como pueden ser los sólidos suspendidos, turbiedad, color, sabor, olor y temperatura.

Parámetros Químicos de la calidad del agua: Los parámetros químicos están relacionados con la capacidad del agua para disolver diversas sustancias como los

sólidos disueltos totales, alcalinidad, dureza, fluoruros, metales, materias orgánicas y nutrientes.

Residuo: Son los sobrantes líquidos, sólidos, gaseosos y distintas formas de energía, provenientes de las funciones naturales o artificiales.

pH: Indica la reacción ácida y básica del agua, es una propiedad de carácter químico de vital importancia para el desarrollo de la vida acuática (tiene influencia sobre determinados procesos químicos y biológicos). Por lo general las aguas naturales tienen un cierto carácter básico, unos valores de pH entre 6,5 – 8,5.

Temperatura: Es una variable física que afecta a parámetros como la solubilidad de gases y sales, la cinética de las reacciones químicas y bioquímicas, desplazamientos de los equilibrios químicos, tensión superficial, desarrollo de organismos presentes en el agua (la necesidad de oxígeno crece a medida que sube la temperatura).

CAPÍTULO III: MÉTODO

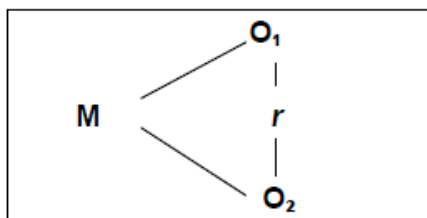
3.1. Tipo de Investigación

Será la descriptiva con la descripción de patógenos bacterianos anaerobios, donde se describirá los parámetros fisicoquímicos en el ecosistema del golfo del lago Titicaca. Posteriormente se relacionan las variables para evaluar la relación entre los puntos de muestreo.

3.2. Diseño de investigación

Diseño descriptivo: Se examina los efectos de las variables, asumiendo que la variable independiente ha ocurrido señalando efectos sobre la variable dependiente.

Esquema:



Donde:

M = Es la muestra

O1 = Información de unidades de la variable 1

O2 = Información de la variable 2

O3 = Información de la variable 3

r = Tipo y grado de relación existente

3.3. Población y muestra

3.3.1. Lugar de estudio

El estudio se realizará en el ecosistema del golfo del lago Titicaca.

Mapa N° 1 ECOSISTEMA DEL AGUA INTERIOR DE PUNO



Fuente: Ministerio de Agricultura

3.3.2. Población.

Estará constituida por el universo correspondiente al espejo de agua del ecosistema del golfo del lago Titicaca de la ciudad de Puno y cuya área corresponde a (INEI censo 2012) se encuentra relativamente protegido de vientos de mayor incidencia (Este-Oeste). Cabe señalar que alrededor de la zona de estudio se realizan actividades agrícolas estacionales, pastoreo de animales menores y mayores como cerdos, ovejas, vacas y toros.

3.3.3. Muestra.

Por las características del estudio la muestra está determinada por los puntos de muestreo en seis lugares estratégicos 1,2,3,4,5,6, sectorizándose en 6 puntos de muestreo en sector norte, dos puntos de muestreo en el sector centro dos puntos de muestreo, finalmente en sector sur , dos puntos de muestreo además de acuerdo a la presión antrópica y ver el efecto de vientos se tiene sector Playa Norte un punto de muestreo en el sector playa centro un punto de monitoreo y finalmente en sector playa sur un punto de monitoreo. En el sector lago norte un punto de monitoreo, en el sector centro lago un punto de monitoreo y en el sector sur lago un punto de monitoreo. recolectándose un total de 18 teniendo en consideración que debe ser en lugares estratégico como es alrededor del efluente de la planta de tratamiento, frente al muelle de puno, en el golfo frente de la Universidad de Puno, que naturalmente se geo referenciarán el momento de la investigación, muestras como se detalla en el cuadro según ficha de muestreo:

FICHA DE MUESTREO

Nombre:	JAIME ANDRES CRUZ ASCENCIO.		
Domicilio:	COMUNIDAD DE CUSIPATA CHUCUITO- PUNO, PUNO		
Teléfono:	(51) 351564/ 984656907	Representante Legal:	JAIME ANDRES CRUZ ASCENCIO
Correo electrónico:	Jaimecruz3011@hotmail.com		

DATOS GENERALES			
Ubigeo:	PUNO/PUNO/PUNO	Zona: COMUNIDAD PUNO	
Fecha de Emisión:	24/10/2018	Fecha de Vigencia:	24/10/2027
Ámbito:	CONTINENTAL	Recurso:	BAHIA INTERIOR LAGO TITICACA

Especie	TOMA DE MUESTRA	
---------	-----------------	--

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

COORDENADAS WGS84				
Muestra	Punto	Coordena Este	Coordena Norte	Zona
1	1	391633mE	8249180mS	19 L
2	2	392676mE	8249413mS	19 L
3	3	394036mE	8248798mS	19 L
4	4	394348mE	8247746mS	19 L
5	5	393440 mE	8247470mS	19 L
6	6	391973mE	82480446mS	19 L

RESOLUCIONES MODIFICATORIAS			
Número de Resolución	Fecha	Observaciones	

DERECHO DE USO DE AREA ACUÁTICA		
Número de Resolución	Fecha de Emisión	Fecha de Vigencia

CERTIFICACIÓN AMBIENTAL		
Número de Resolución	Fecha de Emisión	Observaciones

HABILITACIÓN SANITARIA				
Tipo	Número de Resolución	Fecha de Emisión	Fecha de Vigencia	

Muestreo	Evaluación física	Evaluación química	Evaluación bacteriológicos
Punto de monitoreo 1	1	1	1
Punto de monitoreo 2	1	1	1
Punto de monitoreo 3	1	1	1
Punto de monitoreo 4	1	1	1
Punto de monitoreo 5	1	1	1
Punto de monitoreo 6	1	1	1
Total	6	6	6

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Acciones de coordinación con las autoridades de DICAPI Puno para la toma de muestra.

Se realizará la coordinación respectiva con las autoridades de DICAPI-Puno para tener acceso al ecosistema delo golfo de Puno, así mismo realizare las coordinaciones con el laboratorio de análisis estación experimental Illpa _ Puno para el estudio de las muestras.

3.4.2. Toma de Muestra

La metodología de análisis será según la Norma Técnica Peruana ITINTEC 214.003-5; el cual se detalla a continuación.

Las muestras se tomarán en un volumen de 500 ml en frascos estériles de boca ancha. Para la toma de muestra del agua en el ecosistema interior de Puno, se quitarán las envolturas de papel kraft, y la tapa de frasco estéril.

En la fuente de agua, se colocará en el cuello del frasco una cuerda estéril y se procederá a retirar la envoltura y tapa, luego se sumergirá a una profundidad de 50 cm en forma vertical, luego se procederá a realizar arrastre en contra de la corriente, posteriormente se recogerá el frasco con el líquido en su interior para ser cerrado y etiquetado.

Cada muestra será etiquetada con la siguiente información: número de muestra, fecha y hora de la toma de muestra, nombre de la provincia, distrito, nombre y referencia del lugar de la toma de muestra; finalmente el nombre del recolector.

Una vez obtenida la muestra se rotulará cada frasco con él, lugar, hora, fecha, paralelamente a ello se tomará los parámetros de temperatura y pH, oxígeno disuelto siendo registrados en el momento, se colocará en la caja y se trasladará al Laboratorio de análisis estación experimental Illpa _ Puno para su respectivo análisis.

3.4.3. Determinación de parámetros físicos y químicos del agua.

Muestreo y análisis del agua en campo

Las muestras de agua se tomarán con una frecuencia para cada parámetro físico y químico Se determinará las siguientes características físico químicas, utilizando la metodología estándar descrita en Standard Methods (1995) y Strickland y Parsons (1972).

- **Temperatura**

La temperatura del agua se determinará utilizando un termómetro con protección de rejilla metálica, graduación de -10 hasta 100 °C, para la determinación de la temperatura del agua superficial, la unidad de medida es el °C.

Se determinará, en horas de la mañana en los puntos de muestreo: 01, 02, 03, 04,05, 06 con dos repeticiones al año en el ecosistema del agua interior de Puno.

- **Oxígeno disuelto**

Para la medición de este parámetro, se utilizará el medidor digital de oxígeno, previamente calibrado a condiciones estándar. Se determinará en los seis puntos de muestreo: 01, 02, 03, 04, 05,06 con dos repeticiones al año del ecosistema del agua interior de Puno.

- **pH**

Para la medición se utilizará el método electrométrico que se basa en la diferencia de potencial que existe utilizándose potenciómetro digital HACH de lectura directa.

3.4.4. Análisis bacteriológico para bacterias patógenas anaerobias Gram negativos genero *Salmonella*.

La muestra se homogeniza, luego se procederá a extraer 10 ml para ser centrifugada a 3000 rpm durante 5 minutos con la finalidad de obtener el sedimento y de allí realizar la siembra en medios de enriquecimiento y selectivos para cada género (METCALF. *et al.* 1995).

Mediante la técnica recomendada por Grados (1982), se seguirá el siguiente procedimiento.

1. Enriquecimiento selectivo, 1ml de muestra en 2 ml de caldo de enriquecimiento, e incubar a una temperatura de 37°C por un lapso de 24 horas.
2. Observar el viraje de color a rojo ladrillo.
3. Sembrar en Agar Salmonella Shigella (SS), e incubar a 37°C por un lapso de 24 horas, por el método de agotamiento.
4. Proceder a la lectura: observar, colonias con halo rosado pálido y un punto negro en el centro.
5. Realizar pruebas bioquímicas para su identificación en los medios de TSI, LIA, CS, SIM.
6. Dar la lectura con ayuda de tablas de identificación para entero bacterias.

3.4.5. Análisis estadístico

Se tomarán en cuenta el nivel de investigación descriptiva realizar utilizando para su análisis la t de Student con los parámetros de tendencia central como la media y la desviación estándar, para detectar la media poblacional de las bacterias conocer el comportamiento poblacional.

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s / \sqrt{n}}$$

Dónde:

μ : Media de la Población

\bar{x} : Media de la distribución de datos

n : Tamaño de muestra

s : Error Estándar de Muestra

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS POR VARIABLE

4.1.1. Presentación de resultados de parámetros físicos

Según los resultados mostrados en el anexo N° 02 Niveles de los parámetros físicos: Temperatura, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales del golfo del lago Titicaca entre la zona norte, centro y sur y la zona de playa y lago se muestra en la figura N° 1

4.1.1.1 TEMPERATURA DEL AGUA

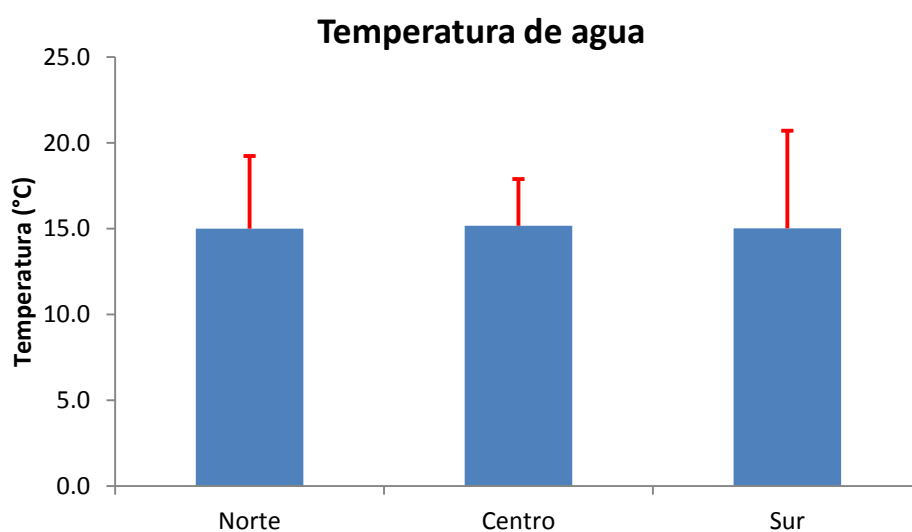


Figura N° 1 Temperatura en aguas del golfo de Puno zonas norte, centro y sur.

En la figura 01, muestra los valores de temperatura del agua del golfo del lago Titicaca entre la zona norte, centro y sur siendo para zona norte 18.00, 12.00 centro 17.10, 11.00 y sur 19.05, 13.23° C° determinando que los valores promedios de temperatura, son similares para las tres zonas estudiadas, existiendo mínima variación, durante el tiempo de estudio, resultados que se encuentran dentro del límite permisible en el estándar de calidad ambiental categoría 4 conservación del ambiente acuático(MINAM, 2017).

El análisis de la prueba t students no diferencia significativa de los valores de TSL, que indica que la temperatura del agua es similar en las zonas de muestreo, por tratarse de un mismo cuerpo de agua.

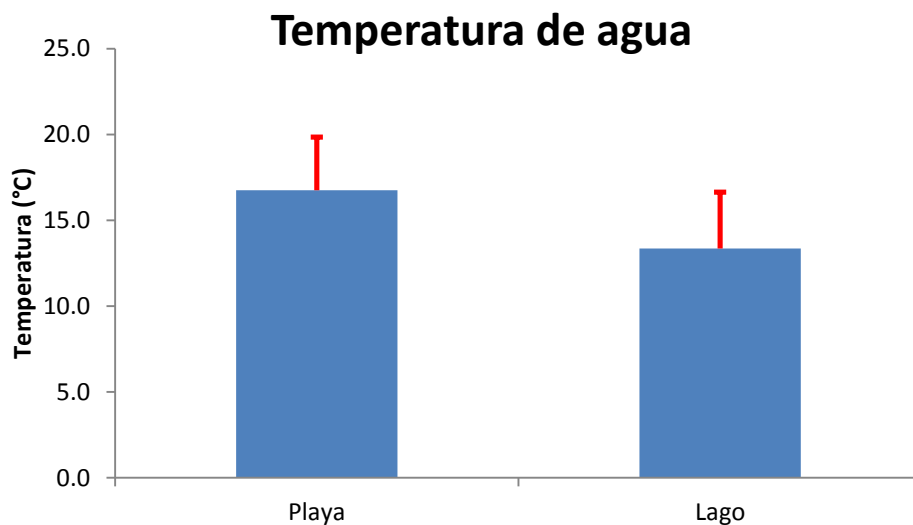


Figura N° 2 Temperatura en aguas del golfo de Puno zonas playa y lago.

En la figura 02 muestra los valores muestra los valores de temperatura del agua del golfo del lago Titicaca entre la zona playa y lago siendo para zona playa 18.00, 17.10 y 19.05 °C° y lago 12.00, 11.00y 13.23 °C° determinando que los valores promedios de temperatura, son similares para las dos zonas estudiadas, existiendo mínima

variación, durante el tiempo de estudio, resultados que se encuentran dentro del límite permisible en el estándar de calidad ambiental categoría 4 conservación del ambiente acuático (MINAM, 2017).

4.1.1.2. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA

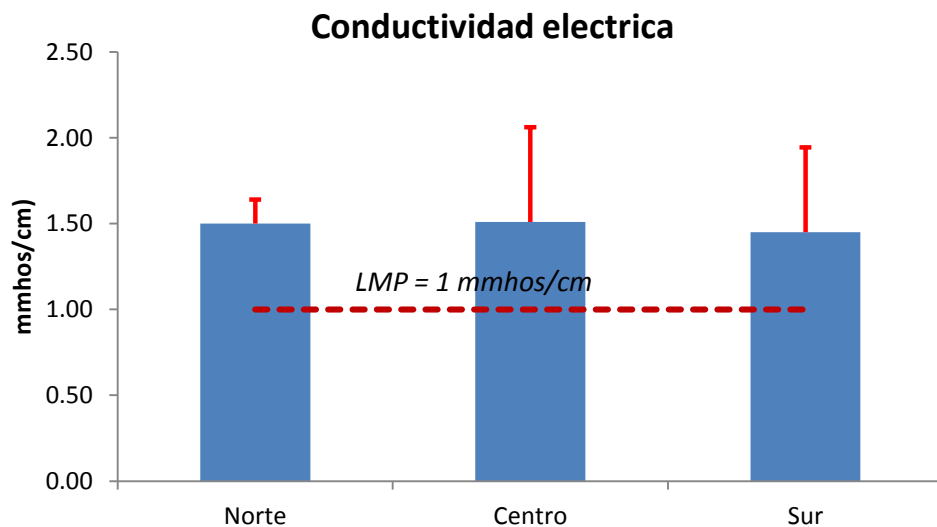


Figura N^a 3 Conductividad eléctrica en aguas del golfo de Puno zonas playa y lago.

En la figura 03, muestra los valores promedio de conductividad eléctrica del agua del golfo del lago Titicaca entre la zona norte, centro y sur siendo para zona norte 1.60, 1.40, centro 1.90, 1.10 y sur 1.80, 1.12 mmhos/cm determinando que los valores promedios de conductividad eléctrica, son similares para las tres zonas estudiadas, existiendo una mínima variación, durante el tiempo de estudio, por encima del límite permisible para el estándar de calidad ambiental del agua (MINAM, 2017).

La diferencia de los valores ligeramente elevados obtenidos, se debería a que las aguas presentarían altas concentraciones de sustancias iónicas disueltas aniones y cationes en mayor proporción

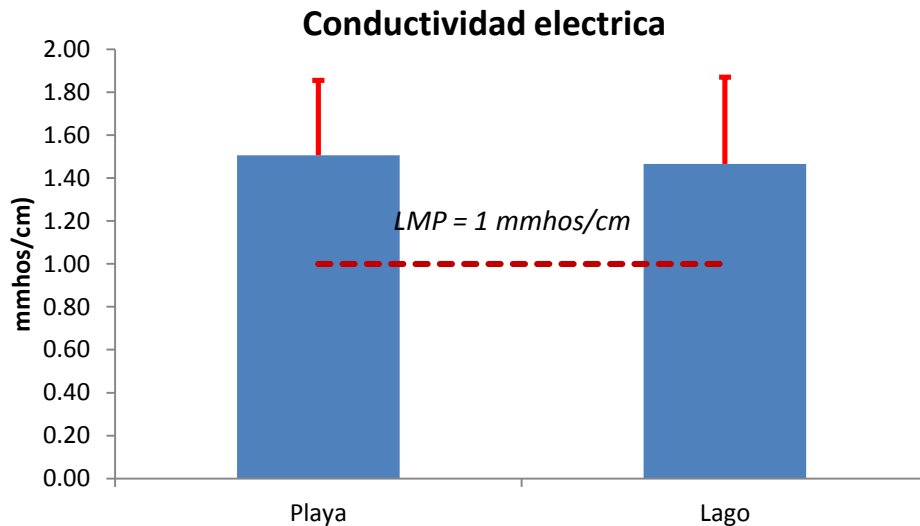


Figura N° 4 Conductividad eléctrica en aguas del golfo de Puno zonas playa y lago.

En la figura 04 muestra los valores de conductividad eléctrica del agua del golfo del lago Titicaca entre la zona playa y lago siendo para zona playa 1.60, 1,90, 1.80 y lago 1.40, 1.10, 1.12 mmhos/cm determinando que los valores promedios de conductividad eléctrica, son por encima del límite permisible para el estándar de calidad ambiental del agua (MINAM, 2017).

La diferencia de los valores ligeramente elevados obtenidos, se debería a que las aguas presentarían altas concentraciones de sustancias iónicas disueltas aniones y cationes en mayor proporción

4.1.1.3 SOLIDOS TOTALES DISUELTOS

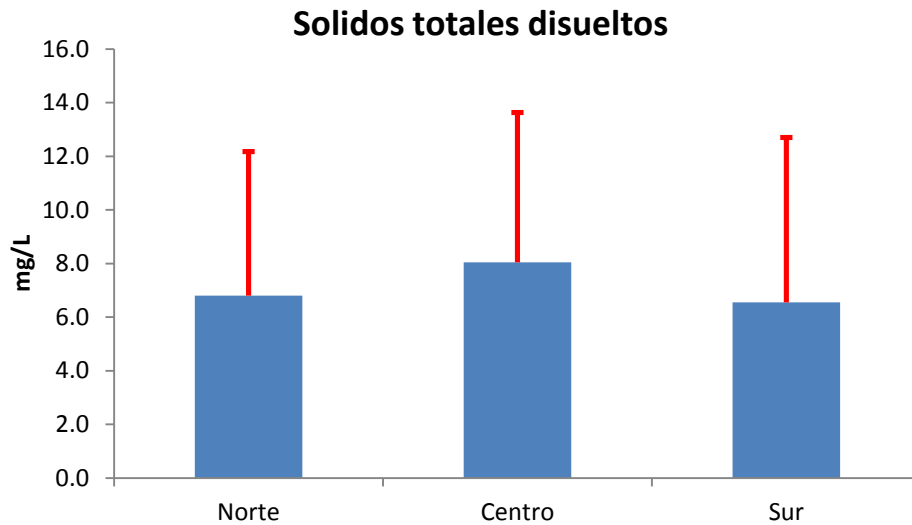


Figura N° 5 Solidos totales disueltos en aguas del golfo de Puno zonas norte centro y sur.

En la figura 05, muestra los valores de solidos totales disueltos del agua del golfo del lago Titicaca entre la zona norte, centro y sur siendo para zona norte 1.60, 3.00 centro 12.00, 2.20 y sur 10.90, 4.10 mg/l determinando que los valores promedios de solidos disueltos totales, son casi similares para las tres zonas estudiadas, sin embargo comparado con el estándar de calidad ambiental del agua (MINAM, 2017),

Los resultados de sólidos disueltos totales de las muestras de agua del golfo del lago Titicaca de las zonas norte, centro y sur está por debajo de los límites establecidos por las normas del Estándar Nacional de Calidad Ambiental para el agua, considerando que la concentración salina de aguas no debe sobrepasar los 1000 mg/l.

El análisis estadístico para sólidos disueltos totales, indica que existe diferencia estadística que indica que el contenido de solidos disueltos totales es similar en las

tres zonas de estudio, sin embargo, están por debajo de los límites establecidos por las normas del Estándar Nacional de Calidad Ambiental para el agua (MINAM, 2017).

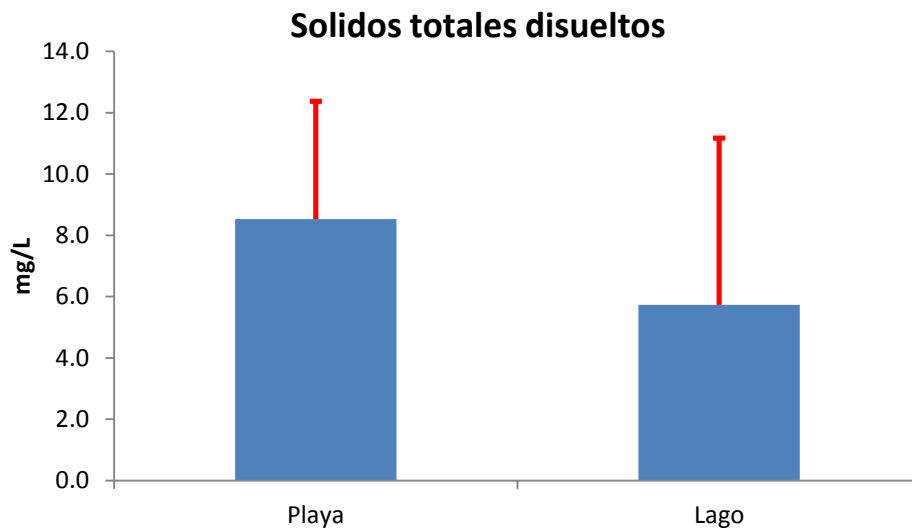


Figura N° 6 Solidos totales disueltos en aguas del golfo de Puno zonas playa y lago.

En la figura 06 muestra los valores de solidos totales disueltos del agua del golfo del lago Titicaca entre la zona playa y lago siendo para zona playa 10.60, 12.00, 10.90 mgr/l y lago 3.00, 2.20y 4.10 mgr/l determinando que los valores promedios de solidos totales disueltos, está por debajo de los límites establecidos por las normas del Estándar Nacional de Calidad Ambiental para el agua, considerando que la concentración salina de aguas no debe sobrepasar los 1000 mg/l.

El análisis estadístico para sólidos disueltos totales, indica que existe diferencia estadística que indica que el contenido de solidos disueltos totales es similar en la orilla y el lago, sin embargo, están por debajo de los límites establecidos por las normas del Estándar Nacional de Calidad Ambiental para el agua (MINAM, 2017).

son similares para las dos zonas estudiadas, existiendo mínima variación, durante el tiempo de estudio, resultados que se encuentran dentro del límite permisible en el estándar de calidad ambiental categoría 4 conservación del ambiente acuático (MINAM, 2017).

4.1.1.4. TURBIDEZ

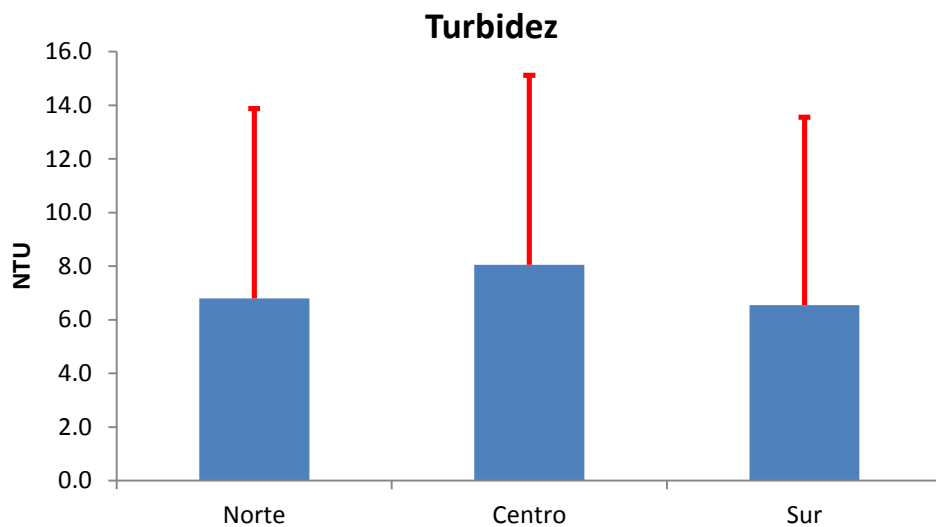


Figura N° 7 Turbidez en aguas del golfo de Puno zonas norte centro y sur.

En la figura 07, muestra los valores de turbidez del agua del golfo del lago Titicaca entre la zona norte, centro y sur siendo para zona norte 16.00, 6.00 centro 15.80, 6.23 y sur 16.14, 5.80 UNT determinando que los valores promedios de turbidez, son similares para las tres zonas estudiadas, existiendo mínima variación, durante el tiempo de estudio, resultados que se encuentran dentro del límite permisible en el estándar de calidad ambiental categoría 4 conservación del ambiente acuático (MINAM, 2017).

El análisis de la prueba t students no diferencia significativa de los valores de TSL, que indica que la turbidez del agua es similar en las zonas de muestreo, por tratarse de un mismo cuerpo de agua.

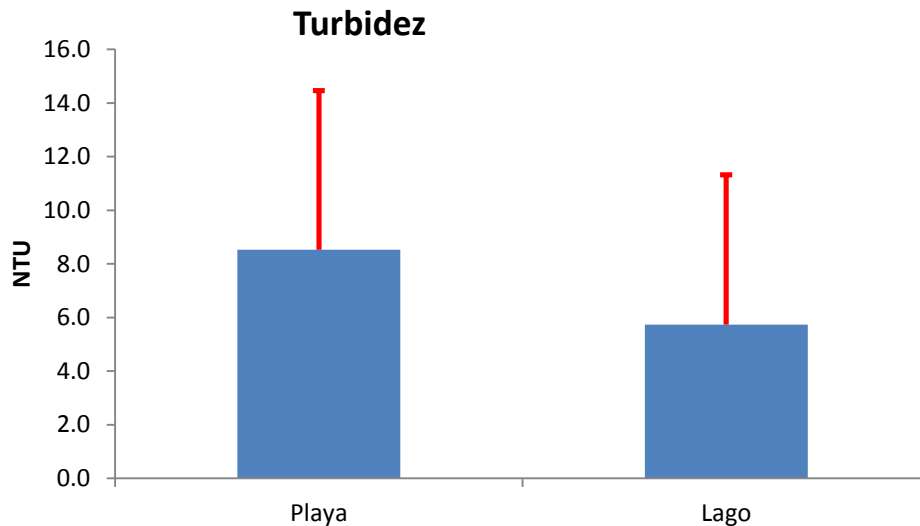


Figura N° 8 Turbidez en aguas del golfo de Puno zona playa y lago.

En la figura 08 muestra los valores muestra los valores de turbidez del agua del golfo del lago Titicaca entre la zona playa y lago siendo para zona playa 16.00, 15.80, 16.14 UNT y lago 6.00, 6.23, 5.80 UNT determinando que los valores promedios de turbidez, está por debajo de los límites establecidos por las normas del Estándar Nacional de Calidad Ambiental para el agua,

El análisis estadístico para turbidez, indica que no existe diferencia estadística y es similar en la orilla y el lago, existiendo mínima variación, durante el tiempo de estudio, resultados que se encuentran dentro del límite permisible en el estándar de calidad ambiental categoría 4 conservación del ambiente acuático (MINAM, 2017).

4.1.1.5. pH

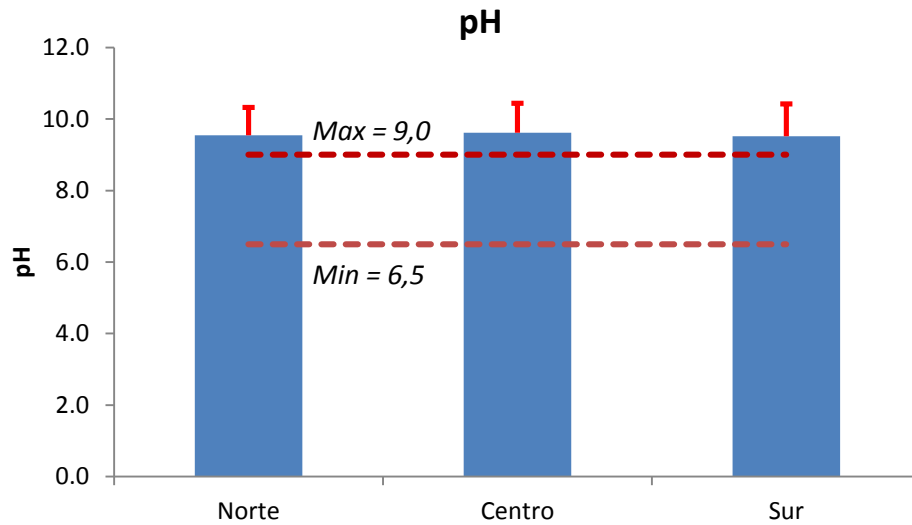


Figura N° 9 pH en aguas del golfo de Puno zonas norte centro y sur.

En la figura 09, muestra los valores promedio del potencial de hidrogeniones (pH) del agua del golfo del lago Titicaca entre la zona norte, centro y sur siendo para zona norte 10.10,9.00 centro 10.20,8.88 y sur 10.16 y 9.03 unidades, determinando que los valores promedios de pH, son similares para las tres zonas estudiadas, existiendo una mínima variación, durante el tiempo de estudio, resultados que se encuentran dentro del límite permisible para el estándar de calidad ambiental del agua (MINAM, 2017).

El análisis de estadístico indica que no hay diferencia significativa para los valores de pH que indica que el agua es similar en las tres zonas de estudio, por tanto, los valores normales encontrados en las aguas del golfo de Puno indican valores ligeramente alcalinos.

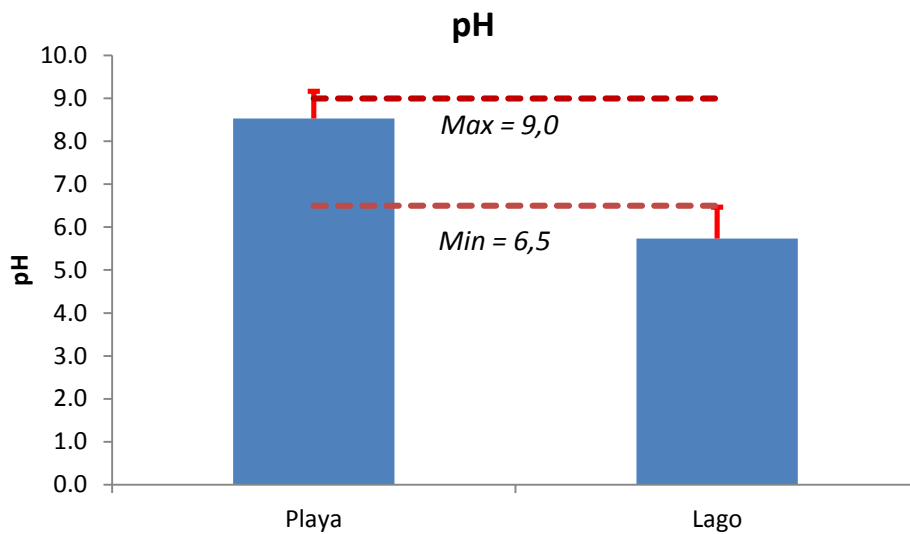


Figura N°10 Potencial de hidrogeniones pH en aguas del golfo de Puno zonas orilla y lago.

En la figura 10, muestra los valores promedio del potencial de hidrogeniones (pH) del agua del golfo del lago Titicaca entre la playa y la zona lago siendo para zona playa 10.10, 10.20, 10.16 lago 1.40, 1.10, 1.12 unidades, determinando que los valores promedios de pH, son menores en el rango en la zona de lago estudiada, resultados que se encuentran debajo del límite permisible para el estándar de calidad ambiental del agua (MINAM, 2017).

4.1.1.6 DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO

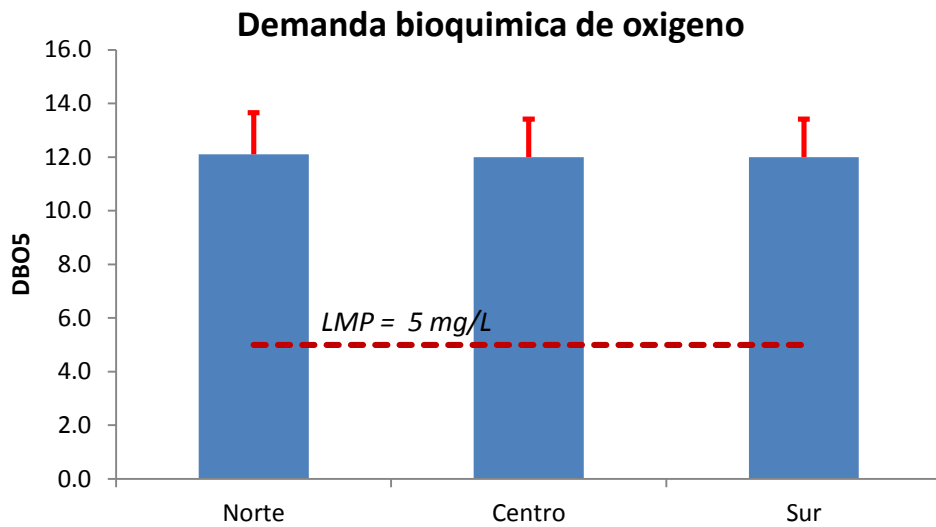


Figura N° 11 Demanda bioquímica de oxígeno en aguas del golfo de Puno zonas norte centro y sur.

En la figura 11, muestra los valores promedio de la demanda bioquímica de oxígeno del agua del golfo del lago Titicaca entre la zona norte, centro y sur siendo para zona norte 13.20, 11.00mg/l centro 13.00, 11.00 mg/l y sur 13.00, 11 mg/l, determinando que los valores promedios de DBO, son casi similares para las tres zonas estudiadas, existiendo mínima variación, durante el tiempo de estudio, los resultados encontrados en el presente estudio superan los valores permisibles establecidos para aguas de lagos, según los estándares de calidad ambiental del agua (MINAM, 2017), considerando que la concentración máxima permisible es 5.00 mg/l.

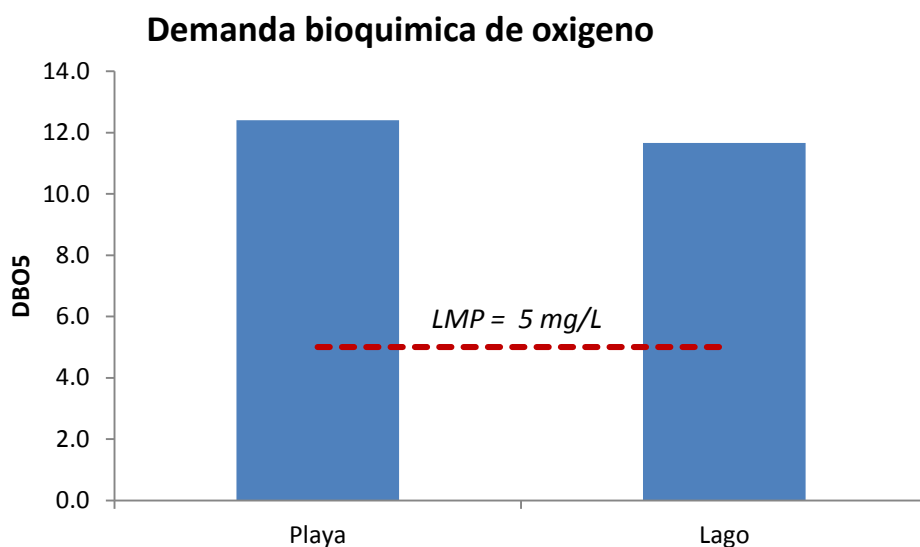


Figura N^a 12 Demanda bioquímica de oxígeno en aguas del golfo de Puno zonas orilla y lago.

En la figura 12, muestra los valores promedio de la demanda bioquímica de oxígeno del agua del golfo del lago Titicaca entre la zona de playa y lago son playa 13.20, 13.00, 13.00 mg/l y lago 11.00, 11.00, 11.00mg/L determinando que los valores promedios de DBO, son casi similares para las dos zonas de estudio, existiendo mínima variación, durante el tiempo de estudio, los resultados encontrados en el presente estudio superan los valores permisibles establecidos para aguas de lagos, según los estándares de calidad ambiental del agua (MINAM, 2017), considerando que la concentración máxima permisible es 5.00 mg/l.

4.1.1.7 SULFATOS

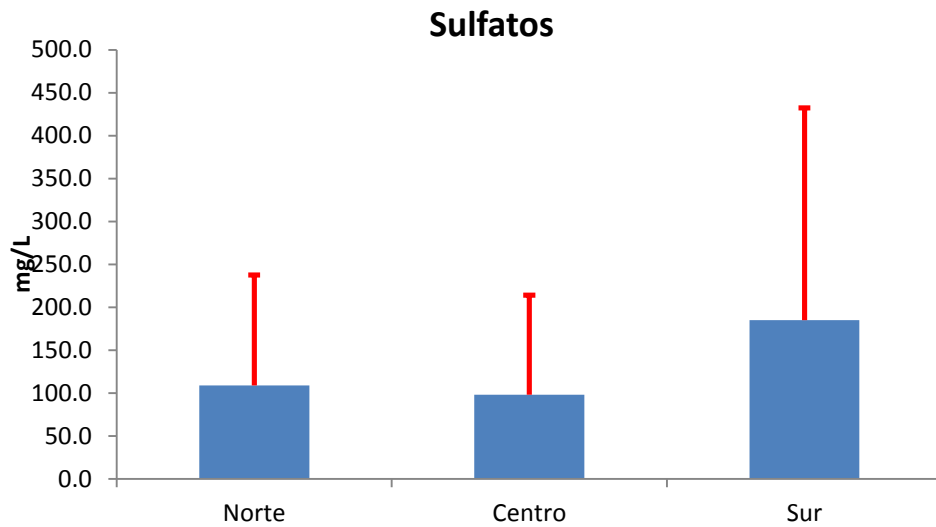


Figura N°13 Sulfatos en aguas del golfo de Puno zonas norte centro y sur.

En la figura 13, muestra los valores promedio de sulfatos del agua del golfo del lago Titicaca entre la zona norte, centro y sur siendo para zona norte 200.00, 18.00 mg/L centro 180.00, 10.00 mg/l y sur 360.00, 16.00 mg/l, existiendo mínima variación, durante el tiempo de estudio, los resultados encontrados en el presente estudio superan los valores permisibles establecidos para aguas de lagos, según los estándares de calidad ambiental del agua (MINAM, 2017),

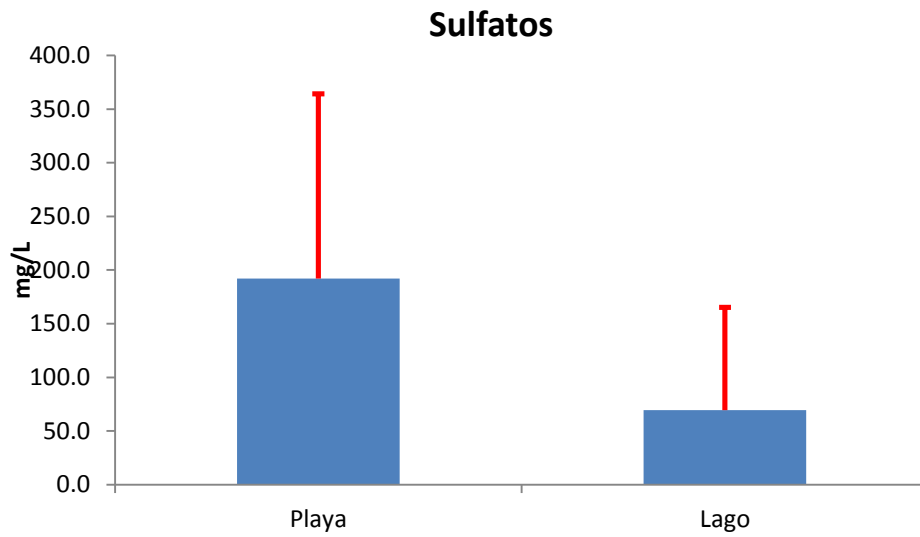


Figura N° 14 Sulfatos en aguas del golfo de Puno zona orilla y lago.

En la figura 14, muestra los valores promedio de sulfatos del agua del golfo del lago Titicaca entre la zona de playa y lago son playa 200.00, 180.00, 360.00 mg/l y lago 18.00, 10.00, 16.00 mg/l determinando que los valores promedios de DBO, son casi similares para las dos zonas de estudio, existiendo mínima variación en la playa, los resultados encontrados en el presente estudio están por debajo de los valores permisibles establecidos para aguas de lagos, según los estándares de calidad ambiental del agua (MINAM, 2017)

4.1.1.8 NITRATOS

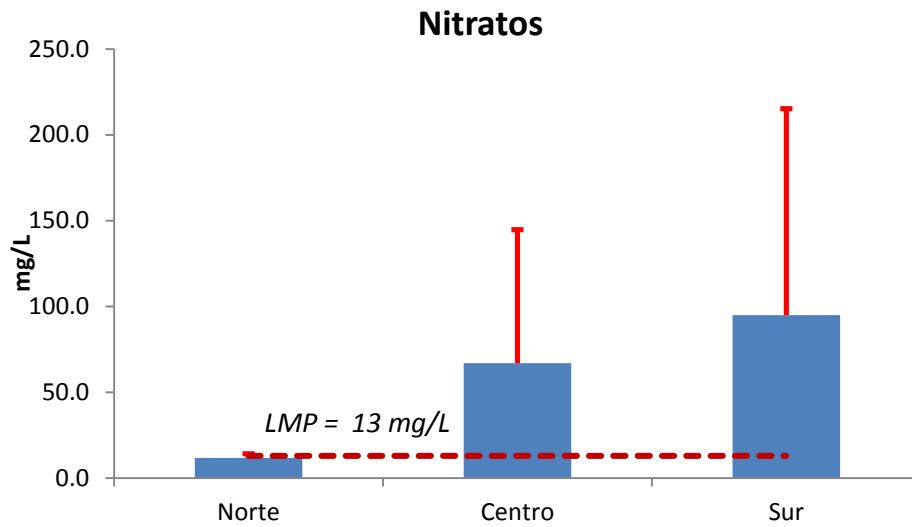


Figura N° 15 Nitratos en aguas del golfo de Puno zonas norte centro y sur.

En la figura 15, muestra los valores promedio de nitratos del agua del golfo del lago Titicaca entre la zona norte, centro y sur siendo para zona norte 13.40, 9.99 mg/l centro 122.00, 10.00 mg/l y sur 180.00, 12.00 mg/l, determinando que los valores promedios de nitratos es mayor en la zona sur determinado posiblemente por las descargas de la laguna de estabilización de Puno y la zona centro del mismo modo por las descargas directas existente en el golfo los resultados encontrados en el presente estudio superan la zona centro y sur los valores permisibles establecidos para aguas de lagos, según los estándares de calidad ambiental del agua (MINAM, 2017),

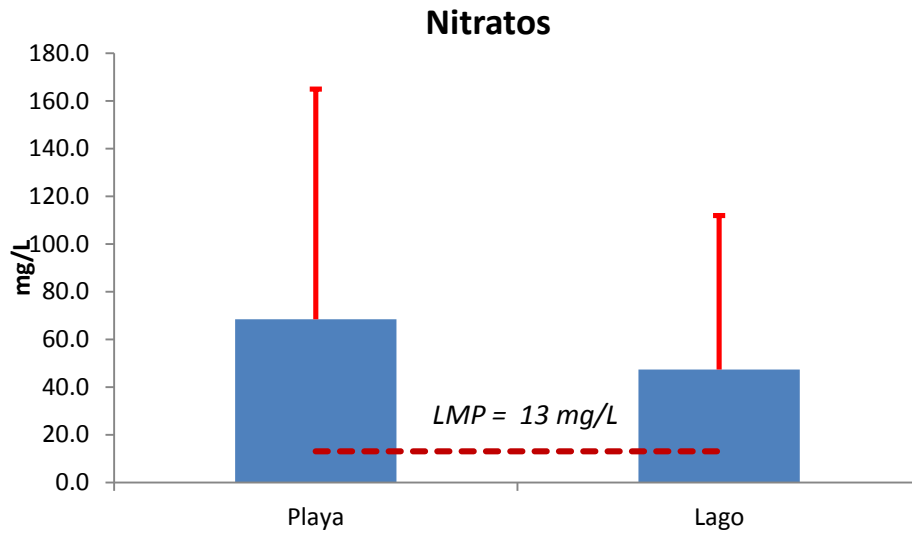


Figura N°16 Nitratos en aguas del golfo de Puno zona orilla y lago.

En la figura 16, muestra los valores promedio de nitratos del agua del golfo del lago Titicaca entre la zona de playa y lago son playa 13.00, 122.00, 180.00 mg/l y lago 9.99, 10.00, 16.00 mg/l determinando que los valores promedios de nitratos, son casi similares para las dos zonas de estudio, existiendo mínima variación en la playa, los resultados encontrados en el presente estudio están por encima de los valores permisibles establecidos para aguas de lagos, según los estándares de calidad ambiental del agua (MINAM, 2017)

4.1.1.9 COLIFORMES TOTALES

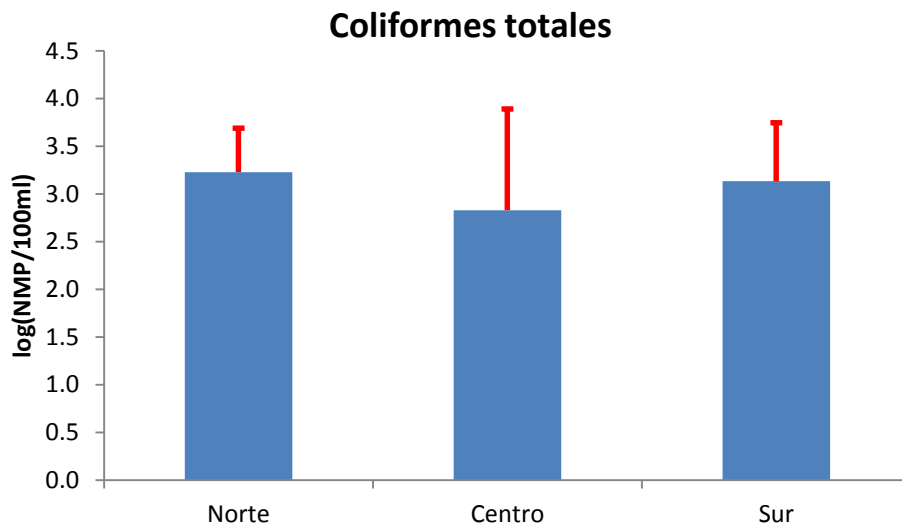


Figura N° 17 Coliforme totales en aguas del golfo de Puno zonas norte centro y sur.

En la figura 17, muestra los valores promedio de coliformes totales del agua del golfo del lago Titicaca entre la zona norte, centro y sur siendo para zona norte 3600, 800 NMP/100ml centro 3800,500 NMP/100ml y sur 3700, 120 NMP/100ml determinando que los valores promedios de coliformes totales, son casi similares para las tres zonas estudiadas, existiendo mínima variación, durante el tiempo de estudio, los resultados encontrados en el presente estudio no se encontró en los valores permisibles establecidos para aguas de lagos, según los estándares de calidad ambiental del agua (MINAM, 2017),

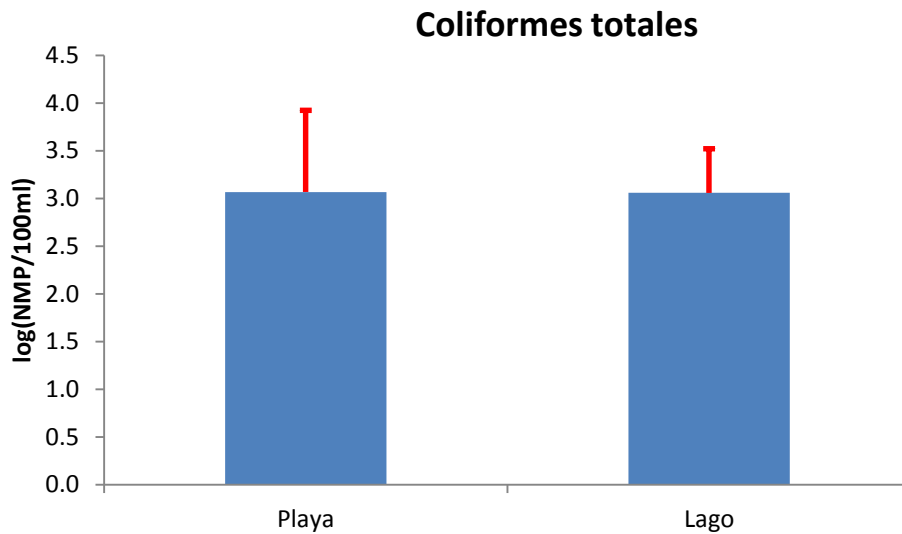


Figura N° 18 Coliformes totales en aguas del golfo de Puno zona orilla y lago.

En la figura 18, muestra los valores promedio de coliformes totales del agua del golfo del lago Titicaca entre la zona de playa y lago son playa 3600, 3800, 3700 NMP/100ml y lago 800, 500, 120 NMP/100ml determinando que los valores promedios de coliformes totales, son casi similares para las dos zonas de estudio, existiendo mínima variación en la playa, determinando que los valores promedios de coliformes totales, son casi similares para las dos zonas de estudiadas, existiendo mínima variación, durante el tiempo de estudio, los resultados encontrados en el presente estudio no se encontró en los valores permisibles establecidos para aguas de lagos, según los estándares de calidad ambiental del agua (MINAM, 2017), Estadísticamente no se dispone de evidencia suficiente para considerar que existe una diferencia entre los coliformes totales de la a y lago.

4.1.1.10 COLIFORMES TERMOTOLERANTES

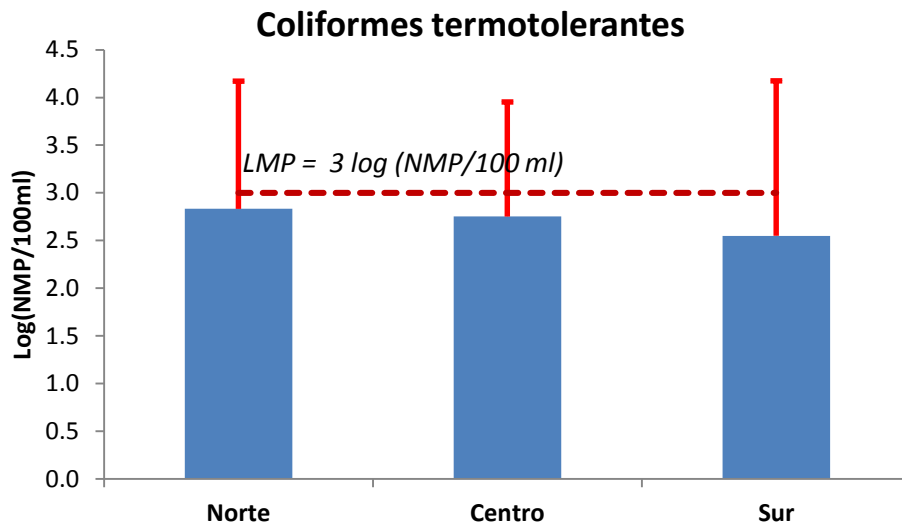


Figura N° 19 Coliforme termotolerantes en aguas del golfo de Puno zonas norte centro y sur.

En la figura 19, muestra los valores promedio de Coliformes termo tolerantes del agua del golfo del lago Titicaca entre la zona norte, centro y sur siendo para zona norte 6000, 77, NMP/100ml centro 4000,25 NMP/100ml y sur 5000, 80 NMP/100ml determinando que los valores promedios de coliformes termotolerantes, son casi similares para las tres zonas estudiadas, existiendo una mínima variación, durante el tiempo de estudio, los resultados se encuentran debajo del límite permisible en el estándar de calidad ambiental del agua (MINAM, 2017),

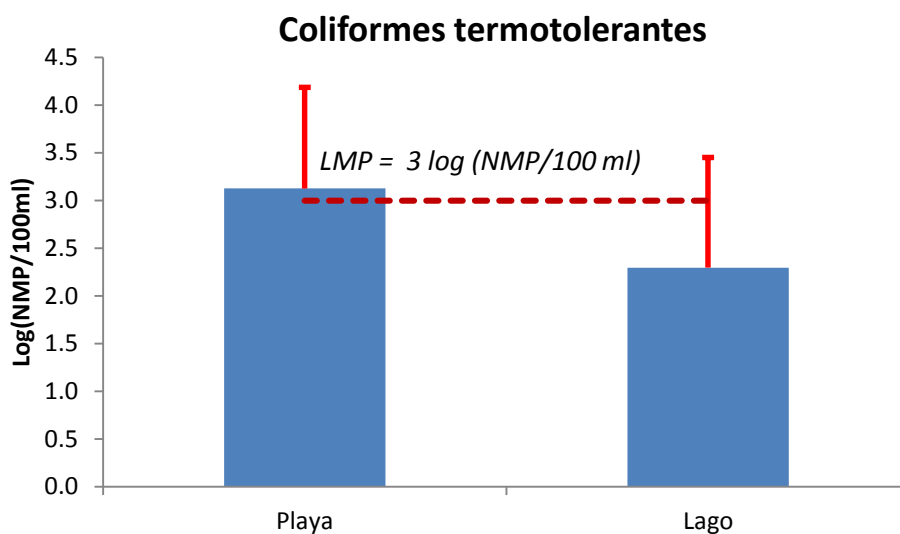


Figura N° 20 Coliforme termotolerantes en aguas del golfo de Puno zonas de orilla y lago.

En la figura 20 muestra los valores promedio de coliformes totales del agua del golfo del lago Titicaca entre la zona de playa y lago son playa 6000, 4000, 5000 NMP/100ml y lago 77, 25, 80 NMP/100ml determinando que los valores promedios de coliformes totales, son casi similares para las dos zonas de estudio, existiendo mínima variación en la playa, determinando que los valores promedios de coliformes totales, son casi similares para las dos zonas de estudiadas, existiendo mínima variación, durante el tiempo de estudio, los resultados encontrados en el presente estudio no se encontró en los valores permisibles establecidos para aguas de lagos, según los estándares de calidad ambiental del agua (MINAM, 2017), Estadísticamente no se dispone de evidencia suficiente para considerar que existe una diferencia entre los coliformes totales de la playa y lago.

4.1.1.11 SALMONELLA

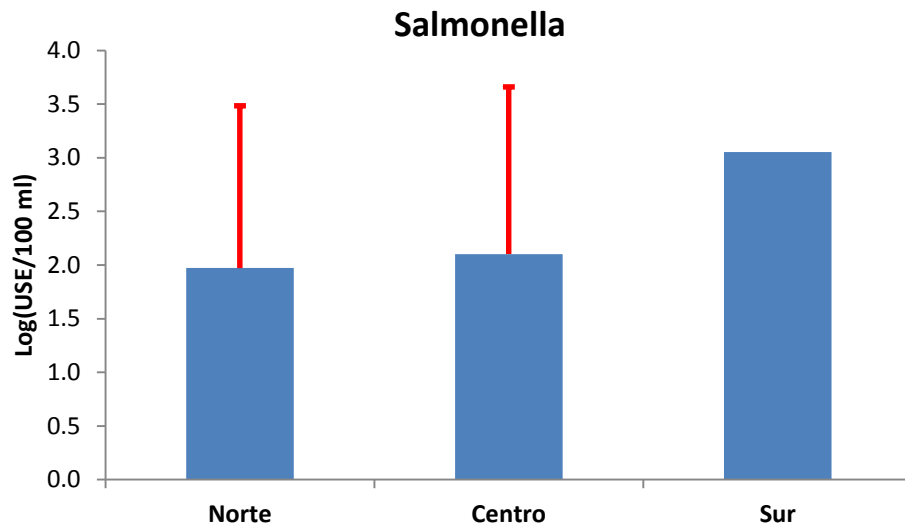


Figura N° 21 salmonella en aguas del golfo de Puno zonas norte centro sur.

En la figura 21, muestra los valores promedio de salmonella del agua del golfo del lago Titicaca entre la zona norte, centro y sur siendo para zona norte 1100, 8 NMP/100ml centro 16000,00,NMP/100ml y sur 1130,10NMP/100ml determinando que los valores promedios de salmonella, son casi similares para las tres zonas estudiadas, existiendo una mínima variación, en la zona sur posiblemente por los efluentes de la laguna de oxidación de la laguna espinar , los resultados se encuentran debajo del límite permisible en el estándar de calidad ambiental del agua (MINAM, 2017),

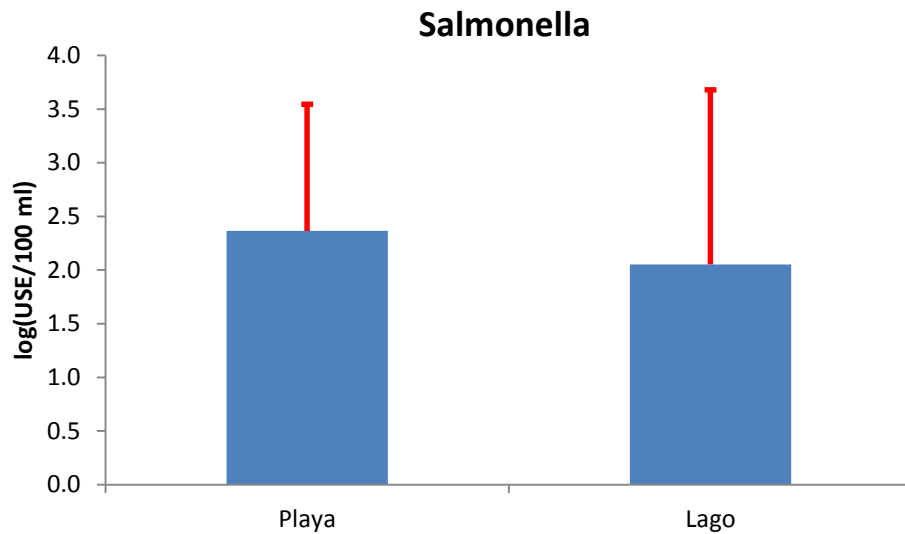


Figura N° 22 salmonella en aguas del golfo de Puno zona de orilla y lago.

En la figura 22 muestra los valores promedio de salmonella del agua del golfo del lago Titicaca entre la zona de playa y lago son playa 1100, 1600, 1130 NMP/100ml y lago 8,00,10NMP/100ml determinando que los valores promedios de salmonella, son casi similares para las dos zonas de estudio, existiendo mínima variación en la playa, determinando que los valores promedios de coliformes totales, son casi similares para las dos zonas de estudiadas, existiendo mínima variación mayor en la orilla por as cargas contaminantes que se presentan por efluentes directos al golfo de Puno los resultados encontrados en el presente estudio no se encontró en los valores permisibles establecidos para aguas de lagos, según los estándares de calidad ambiental del agua (MINAM, 2017),

Estadísticamente no se dispone de evidencia suficiente para considerar que existe una diferencia entre los coliformes totales de la orilla y lago.

4.2.- Discusión de resultados

4.2.1 PARÁMETROS FÍSICOS

a. Temperatura del agua

Los valores promedios de temperatura obtenidos en la presente investigación son con mínima variación con los datos obtenidos por la Autoridad Nacional del Agua (2017).

b. Conductividad eléctrica

Estudios anteriores realizados por la Autoridad Nacional del Agua (2017), reportaron valores de conductividad eléctrica casi similares a nuestro estudio en el agua de la bahía interior de 1839 $\mu\text{s}/\text{cm}$, y 1812 $\mu\text{s}/\text{cm}$ de semejante manera, Mendoza (2010), obtuvo resultados promedios de conductividad eléctrica en el río Coata con un valor de 1121,5 $\mu\text{s}/\text{cm}$, y la conductividad eléctrica para el río Ilave 750,1 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Estos valores al parecer son propios de la geología del lago sin embargo en zonas afectadas por la descarga de aguas residuales mostraron valores altos y algunos casos bajo (NORTHCOTE, 1991)

c. Sólidos disueltos totales

En trabajos realizados por la Autoridad Nacional del Agua (2017) encontraron datos superiores al trabajo nuestro 24 mg/l 23 mg/l. En el estudio de Evaluación del estado ecológico en las principales zonas del lago Titicaca (2015) por Carmen Villanueva Quispe y Humberto Siguyro investigadores del IMARPE encontraron valores de una media de 9.89 mg/l en Chuccasuyu Ccajje de la bahía de Juli valores casi similares seguramente por el estado trófico del lugar, del mismo modo Guzmán, *et*

al., (2007), publicaron el estudio de contaminación del agua superficial en la cuenca del río Texococo (México), encontrando valores que oscilan entre 20,5 y 22,4 °C, valores superiores al presente estudio, debido al área geográfica y clima diferente al del altiplano. En trabajos realizados por Quispe (2010), muestra valores promedios de sólidos disueltos totales en aguas de consumo de las zonas A, B y C, de la ciudad de Aplao, el máximo valor obtenido fue en la zona B que corresponde a la ciudad y es de 397,6 mg/l con un valor medio en la zona C que corresponde a río abajo con un resultado de 390,3 mg/l y un valor mínimo en la zona A que corresponde a río arriba en la que obtuvo un valor de 380,5 mg/l con una variación no mayor a los 10 mg/l entre las tres zonas de evaluación, esta diferencia se debe porque el estudio se realizó en otro periodo de tiempo (febrero - junio), y distinta ubicación geográfica. Las aguas que contienen entre 2000 y 4000 mg/l de sólidos disueltos

Potencial de hidrogeniones

En el informe realizado por la Autoridad Nacional del Agua (2017) muestra valores similares a nuestro estudio de 10,00 del mismo modo los trabajos que realiza el IMARPE en el año 2015 encuentra valores de (9.0) debido a la intensa actividad fotosintética. Mendoza (2010), en el estudio microbiológico y factores físicos de las aguas de las desembocaduras de los principales ríos tributarios del lago Titicaca Puno, durante los meses de agosto a noviembre, y mediante un análisis físico reportó un pH promedio de 8,2, presentando un pH alcalino, diferenciándose del pH 7,3 del río Ilave cercano a la neutralidad debido a que el río Coata no se observa un equilibrio carbónico (CO₂ y carbonatos), equilibrio que casi se mantiene en el río Ilave. Quispe (2010), determinó los componentes fisicoquímicos e indicadores

bacterianos de contaminación fecal en aguas del Rio Majes de la ciudad de Aplao, Arequipa, obteniendo un promedio de pH de 8.0.

a. Sulfatos

Resultados diferentes fueron obtenidos por la Autoridad Nacional del Agua (2017) encontraron valores de 24 mg/l, 23 mg/l, nuestro estudio obtuvo valores altos en la orilla y similares en lago

b. Nitratos

Resultados casi similares fueron obtenidos por la Autoridad Nacional del Agua (2017), cuando monitorearon la bahía de interior de Puno así mismo Sardiñas *et al.*, (2006), evaluaron las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la presa El Cacao – Cotorro, en Cuba, reportando concentraciones de nitrato en un rango 0,068 – 1,23 mg/l, valores que fluctúan debido a un medio y clima diferente.

c. Demanda Bioquímica de Oxígeno

Resultados obtenidos por la Autoridad Nacional del Agua (2017), obtuvo valores inferiores a nuestro estudio. Valores diferentes fueron reportados por Sardiñas *et al.*, (2006), quienes evaluaron las características fisicoquímicos y microbiológicos del agua de la presa, El Cacao – Cotorro en Cuba, reportando concentraciones de oxígeno disuelto entre 0 – 2,2 mg/l, los cuales corresponden a concentraciones elevadas de DBO₅. Las aguas naturales sin contaminar presentan concentraciones de materia orgánica muy bajas. La contaminación por materia orgánica tiene en general tres orígenes: doméstico/urbano, agrícola e industrial. Unos valores elevados de DBO₅ indican una alta concentración de materia orgánica biodegradables, además de que se existe una disminución de oxígeno porque los microorganismos están consumiendo el oxígeno disuelto en el agua. Cuanto mayor

es la demanda bioquímica de oxígeno más contaminante es la muestra, las concentraciones en las aguas residuales industriales pueden tener unos valores entre 50 y 2000 mg/l aunque es frecuentemente.

4.2.2. COLIFORMES Y SALMONELLA

a. Coliformes Totales

En un trabajo de evaluación de la calidad del agua por la Autoridad Nacional del Agua (2017), encontraron valores similares al nuestro cuando monitorearon la bahía interior de Puno Este valor no es similar al obtenido por Mendoza (2011) mediante un análisis bacteriológico, durante los meses de agosto a noviembre en el río Huancané que determino 44000 NMP/100 ml de coliformes totales, y para el río Coata 34300 NMP/100 ml, valores muy superiores a la presente investigación, Guzmán, *et al.*, (2007), publicaron el estudio de contaminación de aguas superficiales en la cuenca del río Texococo, (México), reportando valores que oscilan entre 5650000 y 51940000 NMP/ 100 ml para los niveles de coliformes totales; de igual manera Rivera, *et al.*, (2006), investigaron la contaminación por coliformes en los ríos Chapingo, Texococo y San Bernardo de México, registrando valores de $1,6 \times 10^4$ hasta $2,4 \times 10^7$ UFC/ ml, de coliformes totales, procedente de las descargas que desembocan en los ríos mencionados, por los resultados encontrados, está demostrando la elevada contaminación fecal de las aguas del río Coata, cuyas fuentes son las actividades humanas, agrícolas y relaves que llegan a la cuenca del río Coata.

b. Coliformes Termotolerantes

Estudios anteriores realizados por Sardiñas, *et al.*, (2006), evaluaron las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la presa, El Cacao – Cotorro, Cuba, reportando concentraciones para coliformes termotolerantes entre el 10^3 y 10^4 ufc/ ml, niveles superiores a los encontrados en el presente estudio, esto se debería a los diversos factores ambientales que hacen inhibir a bajas temperaturas a los microorganismos como en el periodo de heladas.

CAPÍTULO V:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Los parámetros físicos y químicos fueron para **temperatura** del agua del golfo del lago Titicaca entre la zona norte, centro y sur siendo para zona norte 18.00, 12.00 centro 17.10, 11.00 y sur 19.05, 13.23° C° siendo para zona playa 18.00, 17.10 y 19.05 °C° y lago 12.00, 11.00 y 13.23 °C°. **Conductividad eléctrica** para zona norte 1.60, 1.40, centro 1.90, 1.10 y sur 1.80, 1.12 mmhos/cm, para zona playa 1.60, 1.90, 1.80 y lago 1.40, 1.10, 1.12 mmhos/cm. **Sólidos Totales disueltos** para zona norte 1.60, 3.00 centro 12.00, 2.20 y sur 10.90, 4.10 mg/l, para zona playa 10.60, 12.00, 10.90 mgr/l y lago 3.00, 2.20 y 4.10 mgr/l. **Turbidez** para zona norte 16.00, 6.00 centro 15.80, 6.23 y sur 16, 14, 5.80 UNT, para zona playa 16.00, 15.80, 16.14 UNT y lago 6.00, 6.23, 5.80 UNT. **pH** para zona norte 10.10, 9.00 centro 10.20, 8.88 y sur 10.16 y 9.03 unidades, para zona playa 10.10, 10.20, 10.16 lago 1.40, 1.10, 1.12 unidades, **DBO5** para zona norte 13.20, 11.00 mg/L centro 13.00, 11.00 mg/l y sur 13.00, 11 mg/l, para playa 13.20, 13.00, 13.00 mg/l y lago 11.00, 11.00, 11.00 mg/l. **Sulfatos** para zona norte 200.00, 18.00 mg/l centro 180.00, 10.00 mg/l y sur 360.00, 16.00 mg/l, para

orilla 200.00, 180.00, 360.00 mg/l y lago 18.00,10.00, 16.00 mg/l para playa 200.00, 180.00, 360.00 mg/l y lago 18.00,10.00, 16.00 mg/L **Nitratos** para zona norte 13.40, 9.99 mg/l centro 122.00, 10.00 mg/l y sur 180.00, 12.00 mg/l, para playa 13.00, 122.00, 180.00 mg/l y lago 9.99, 10.00, 16.00 mg/l.

2. Contenido bacteriológico del agua del golfo del lago Titicaca entre la zona norte, centro y sur fueron para **coliformes totales** para zona norte 3600, 800 NMP/100ml centro 3800,500 NMP/100ml y sur 3700, 120 NMP/100ml, para orilla 3600, 3800, 3700 NMP/100ml y lago 800, 500, 120 NMP/100ml. **Coliformes Termo, Tolerantes** para zona norte 6000, 77, NMP/100ml centro 4000,25 NMP/100ml y sur 5000, 80 NMP/100ml, para playa son 6000, 4000, 5000 NMP/100ml y lago 77, 25, 80 NMP/100ml. **Salmonella** siendo para zona norte 1100,8 NMP/100ml centro 16000,00,NMP/100ml y sur 1130, 10 NMP/100ml, para playa 1100, 1600, 1130 NMP/100ml y lago 8,00, 10 NMP/100ml .
3. No existe diferencia de los valores hallados ni diferencia estadística entre la zona norte centro y sur por ser un espacio relativamente pequeño tampoco entre orilla y lago pero si la mayoría de los valores hallados sobrepasan los límites máximos de estándar de calidad ambiental

Recomendaciones

Los resultados del trabajo de investigación permiten recomendar lo siguiente:

1. La pronta construcción de la planta de tratamiento para así eliminar el origen de esta polución. en el golfo del lago Titicaca
2. Determinar otros parámetros sumamente importantes en salud pública de metales pesados y productos farmacológicos.
3. Los estudios realizados son de monitoreo superficial se debe realizar estudios a diferentes profundidades de la columna de agua y estudios de sedimentos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adame, A. y Salin, D.1983. Contaminación ambiental. Edit. Trillas – México.198p.

Azevedo A.E. 1987. Bacterias anaerobias. Universidad de Sao Paulo. Instituto de ciencias biomédicas, Brasil.

Barahona Q. y Rodríguez, E. 2008. Evaluación Tecnológica de lagunas de estabilización de Cárdenas Tabasco. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco Villahermosa, Tabasco, México.

Burgos F.D. 2002. Sobrevivencia de Salmonella sp. al tratamiento de aguas residuales en la laguna de estabilización – UNA Puno. Tesis Licenciado en Biología. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

Burrows W.1974. Tratado de Microbiología. Edit. Nueva Interamericana S.A. de C.V. México.

Carpenter, P. 1982. Microbiología. 4ª Ed. Editorial interamericana. México

Carrera, E. E. 1997. Reglamento Nacional de Construcciones de Plantas de tratamiento de aguas residuales. Lima, Perú. Norma S.090.

CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE (CEPIS). 1994. Evaluación de lagunas de estabilización métodos experimentales. Lima, Perú.

CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERIA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE (CEPIS). Características de aguas Residuales.

- Delaat A.N. 1983. Microbiología. 2a Ed. Editorial interamericana. México.
- Escobedo, U.D y REAL, H. 1999. Calidad bacteriológica del sistema lagunar de San Ignacio – Navachiste, Sinaloa. México.
- EMPRESA MUNICIPAL DE SANEAMIENTO BASICO DE PUNO S.A. – EMSAPUNO. Ubicación de la laguna de estabilización Espinar - Puno, 2011.
- Farfan J.A. 1982. Tratado de pediatría. Tomo I-II. Editorial Salvat. España.
- Fernandez, H. y FIGUEROA G. 1987. Campylobacter gastroentéricos: bacteriología, epidemiología y patogenia”. Adel. Microbiol. Enf. Infecc. 1987; 6:1-24.
- FONDO NACIONAL DEL AMBIENTE – PERU. 2010. Oportunidad de mejoras ambientales para el tratamiento de aguas residuales en el Perú.
- Frazier, W. 1972. Microbiología de los alimentos. Editorial Zaragoza. España.
- Grados, B.O. 1982. Guía para el aislamiento y vigilancia de Salmonella – Shiguella. Lima, Perú.
- Gloyna, E. 1973. Estanques de estabilización de aguas residuales. OMS-GINEBRA.
- Grados, B.O. 1982. Guía para el aislamiento y vigilancia de Salmonella - Shigella”. Lima, Perú.

Hudson, S.J; Saba, A.O. y Russel, K.H. 1990. Claus as a potential source of milk home C. jejuni infection. Lancet 335:1160.

Jawetz E. y Melnick, E. 1992. Microbiología médica. 14A. Ed., México D.F. Editorial el manual moderno. México.

Jarett S. 1986. Métodos de diagnóstico de laboratorio clínico. 8a Ed. México. Editorial Panamericana. México.

Koneman W. E., Winn C.W., Allen D.S., Janda M.W., Procop W.G., Schreckenberger C.P. et al. 2005. Diagnóstico microbiológico. Editorial medica panamericana S.A. Buenos aires argentina.

Madigan M. T; Martinko J.M y Parker J.B. 2005. Biología de los Microorganismos. Prentice Hall. Madrid. Décima edición. 1011 p.

Mason, C.F. 1984. Biología de la contaminación del agua dulce. 1a Edición. Edit. Alhambra. España.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL.

En: www.minambiente.gov.co/noticias, marzo 14/2006. Plantas de tratamiento.htm.

Melloni B.J, Dox I, Eisner G. 1983. Diccionario médico. Editorial Reverte, S.A. España.

Metcalf y Eddy. 1995. Ingeniería de aguas residuales. 3ª Edición. Edit. Mac Graw Hill. España.

Mora V. y Jorge, C. 2006. Determinación fisicoquímica y bacteriológica del agua en las etapas de tratamiento en planta de potabilización. Estado de Bolívar-Venezuela.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. 2004. Guías para la Calidad del Agua Potable. 3a Edición.

Osores P.F; Roca R.J. y Rosas R.N. 2009. Presencia de bacterias patógenas en las aguas de la desembocadura del Río Surco y la Playa La Chira. Lima, Perú. 2009; 26(4).

Quentin N. Nyrvik y Rusell S.Weiser.1991. Bacteriología y Micología. 2aEd. Nueva editorial interamericana. McGraw-Hill, S.A. de C.V. México.

Santiago, C. y Carlos, A. 2000. Bases moleculares que determinan la especificidad de Hospedero de Salmonella typhi. Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile.

Tebbut. 1990. Principles of Wáter Quality control. Edit. Noriega, USA.

Telma, M.J. 2007. Investigación de su principal reservorio, los pollos de consumo, y sensibilidad a los antimicrobianos de las cepas animales. Relación de las cepas humanas con los animales de Los Campylobacter termofílicos son importantes causantes de diarrea en todo el mundo. Tesis Doctor. Universidad nacional de Rosario, Argentina.

Valencia, E. y Valero, M. 1992. Estudio comparativo de los parámetros fisicoquímicos del agua que influyen en el crecimiento de truchas

(*Oncorhynchus mykiss*) en los sistemas de redes jaula y estanques CECH-UNA Puno. Tesis Licenciado en Biología. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

Vargas, I. 1996. Comportamiento microbiológico en Chejoña ciudad de Puno. Tesis Licenciado en Biología. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

Vargas, M.C. 1995. Características Microbiológicas de las aguas residuales y procesos microbiológicos que se producen en las lagunas de estabilización. II taller sobre lagunas de estabilización.

Wetzel, R. 1981. Limnología. Edición Omega. España.