



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**CALIDAD DEL AGUA PARA USO RECREATIVO DE CONTACTO
DIRECTO DE TRES PISCINAS DE LA CIUDAD DE PUNO.**

TESIS

PRESENTADA POR:

Br. ALEX DAYBY MAMANI NAHUINCHA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PUNO – PERÚ

2021



DEDICATORIA

A mis queridos padres,

Alcides y Asunta por el

Amor y esfuerzo que me

Brindaron durante mi for-

MACIÓN profesional.

A mis hermanos, Nelly,

Henry y Jesús por el

Aliento y apoyo moral.

A mi pareja Yesica,

Por el amor y la moti-

vación para siempre

Seguir adelante.

A mis queridos hijos,

Luciana y Fabrizio

por ser el motor y

motivo que me

impulsa a cumplir

mis objetivos.

ALEX DAYBY MAMANI NAHUINCHA



AGRADECIMIENTO

- A Dios, por darme vida, salud y la fortaleza para seguir adelante y lograr mis objetivos.
- A mis queridos padres Alcides y Asunta, por darme el apoyo moral y económico para mi formación profesional.
- A mi querida esposa Yesica mis hijos Luciana y Fabrizio que son el motor y motivo de los pasos que doy en la vida.
- Al Blgo. Herminio René Alfaro Tapia por su apoyo como asesor durante desarrollo de mi investigación y por guiarme para la presentación final de la tesis.
- Al decano de la escuela profesional de Biología Dr. Dante Joni Choquehuanca Panclas por su gran apoyo dado en el tiempo previsto.
- A los jurados de mi proyecto de investigación, que supieron guiarme para mejorar y hacer una buena presentación final de mi tesis.
- A los docentes de la Facultad de Ciencias Biológicas, por los conocimientos impartidos, por el apoyo en mi formación profesional.
- A los administrativos de la Facultad de Ciencias Biológicas, en especial a la Sra. Irma por su apoyo, paciencia amabilidad y comprensión siempre prestados.
- A los encargados de las piscinas de Director de mi colegio Gran Unidad Escolar San Carlos, encargado de la Piscina del Municipio de Puno, encargado de la Piscina de la Universidad Nacional del Altiplano.
- Al personal de los servicios de todas las piscinas que me brindaron el apoyo en todo momento e la recolección de las muestras y su disponibilidad del tiempo

ALEX DAYBY MAMANI NAHUINCHA



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 12

ABSTRACT..... 13

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo General..... 15

1.2 Objetivos Específicos 16

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes..... 17

2.2. Marco Teórico..... 20

2.2.1 El Agua 20

2.2.2. Calidad Del Agua..... 21

2.2.3. Piscina 22

2.2.4. Determinación Estándar de Calidad de Agua en el Perú 23

2.2.5. Parámetros Microbiológicos. 24

2.2.5.1. Coliformes Totales..... 24

2.2.5.2. Coliformes fecales. 24

2.2.5.3. Coliformes Termotolerantes. 24

2.2.6. Parámetros Físicoquímicos. 25

2.2.6.1. pH..... 25

2.2.6.2. Temperatura. 25

2.2.6.3. Dureza total..... 26

2.2.6.4. Solidos Disueltos Totales..... 26



2.2.6.5. Sulfatos	27
2.2.6.6. Turbiedad.....	27
2.2.6.7. DBO y DQO	28
2.3. Marco conceptual.....	28

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del ámbito de estudio.....	32
3.2. Población y Muestra	32
3.3. Frecuencia y Muestreo	32
3.4. Metodología.....	35
3.4.1. Determinación de Coliformes totales y fecales (termotolerantes) de las muestras de tres piscinas:	35
3.4.2. Determinación de los Parámetros Físicoquímicos	37
3.4.3. Diseño Estadístico Parámetros Físicoquímicos	42

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Calidad bacteriológica Coliformes Totales y Termotolerantes de las tres piscinas de la ciudad de Puno.	44
4.1.1. Coliformes Totales.....	44
4.1.2. Coliformes Fecales (Termotolerantes).....	46
4.2. Calidad Físicoquímica del Agua de Tres piscinas de la Ciudad de Puno.....	48
4.2.1 Potencial de Hidrogeniones (pH).....	48
4.2.2 Temperatura	50
4.2.3 Dureza Total.....	52
4.2.4 Sólidos Disueltos Totales.....	53
4.2.5 Sulfatos.....	55
4.2.6 Turbiedad.	57
4.2.7 Demanda Bioquímica de Oxígeno.	60
4.2.8 Demanda Química de Oxígeno.....	61
V. CONCLUSIONES.....	64



VI. RECOMENDACIONES	65
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	66
ANEXOS.....	74

Área : Ciencias Biomédicas

Línea : Calidad Ambiental

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 15 de enero 2021



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Puntos de muestreo para el análisis Bacteriológico y fisicoquímico noviembre a febrero	33
Figura 2. Obtención, rotulado de las muestras obtenidas para el posterior análisis en laboratorio.	33
Figura 3: Promedios de coliformes totales según las zonas evaluadas P1-UNA- Puno, P2-GUE-San-Carlos y P3-Municipio-de-Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero 2020 en la ciudad de Puno	45
Figura 4: Promedios de coliformes Fecales (Termotolerantes) según las zonas evaluadas P1-UNA-Puno, P2-GUE-San-Carlos y P3-Municipio-de- Puno; durante los meses Noviembre 2019 a Febrero 2020 en la ciudad de Puno.....	47
Figura 5: Promedios de potencial de hidrogeniones pH según las zonas evaluadas P1-UNA-Puno, P2-GUE-San-Carlos y P3-Municipio-de-Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero 2020 en la ciudad de Puno.	49
Figura 6: Promedios de temperatura °C según las zonas evaluadas P1-UNA- Puno, P2-GUE-San-Carlos y P3-Municipio-de-Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero 2020 en la ciudad de Puno.	51
Figura 7: Valores de Dureza Total mg/l CaCO ₃ según las zonas muestreadas P1- UNA-Puno, P2-GUE-San-Carlos y P3-Municipio-de-Puno, durante los meses Noviembre 2019 a Febrero 2020 en la ciudad de Puno.....	53
Figura 8: Valores de solidos disueltos totales mg/L según las zonas evaluadas P1-UNA-Puno, P2-GUE-San-Carlos y P3-Municipio-de-Puno, durante los meses Noviembre 2019 a Febrero 2020 en la ciudad de Puno	55
Figura 9: Valores de Sulfatos mg/L SO ₄ según las zonas evaluadas P1-UNA- Puno, P2-GUE-San-Carlos y P3-Municipio-de-Puno, durante los meses Noviembre 2019 a Febrero 2020 en la ciudad de Puno.	57
Figura 10: Valores de Turbidez UNT según las zonas evaluadas	59



Figura 11: Valores promedio Demanda Bioquímica de Oxígeno según las zonas evaluadas.....	61
Figura 12: valores promedio de Demanda Bioquímica de Oxígeno según las zonas evaluadas P1-UNA-Puno, P2-GUE-San-Carlos y P3-Municipio-de-Puno, durante los meses Noviembre 2019 a Febrero 2020 en la ciudad de Puno.	63



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estándares nacionales de calidad ambiental para agua categoría 1 recreacional físicos y químicos según MINAM 002 - 2008.....	23
Tabla 2. Estándares nacionales de calidad ambiental para agua categoría 1 recreacional microbiológicos según MINAM 002 – 2008	23
Tabla 3. Valores de Coliformes Totales del agua de las tres piscinas de la ciudad de Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero del 2020.	44
Tabla 4. Valores de Coliformes Fecales (Termotolerantes) del agua de las tres piscinas de la ciudad de Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero del 2020	46
Tabla 5. Valores de potencial de hidrogeniones del agua de las tres piscinas de la ciudad de Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero del 2020	48
Tabla 6. Valores de Temperatura °C del agua de las tres piscinas de la ciudad de Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero del 2020.....	50
Tabla 7. Valores de Dureza Total mg/L CaCO ₃ del agua de las tres piscinas de la ciudad de Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero del 2020	52
Tabla 8. Valores promedio de Solidos Disueltos Totales mg/L del agua de las tres piscinas de la ciudad de Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero del 2020	54
Tabla 9. Valores promedio de Sulfatos mg/L SO ₄ del agua de las tres piscinas de la ciudad de Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero del 2020.....	56
Tabla 10. Valores promedio de Turbiedad NTU del agua de las tres piscinas de la ciudad de Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero del 2020.....	58
Tabla 11. Valores promedio de Demanda Bioquímica de Oxígeno del agua de las tres piscinas de la ciudad de Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero del 2020.	60
Tabla 12. Valores promedio de Demanda Química de Oxígeno del agua de las tres piscinas de la ciudad de Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero del 2020.	62



Tabla 13. Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo en coliformes totales	74
Tabla 14 ANOVA coliformes totales	75
Tabla 15 ANOVA coliformes termotolerantes	77
Tabla 16. Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo pH.....	77
Tabla 17. ANOVA potencial de hidrogeniones	78
Tabla 18. Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo Temperatura	79
Tabla 19 ANOVA Temperatura.....	79
Tabla 20. Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo Dureza total	80
Tabla 21. ANOVA Dureza total	80
Tabla 22. Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo Solidos Disueltos	81
Tabla 23. ANOVA Solidos Disuelto	82
Tabla 24. Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo Sulfatos	83
Tabla 25. ANOVA Sulfatos	83
Tabla 26. Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo Turbidez	84
Tabla 27. ANOVA Turbidez.....	84
Tabla 28. Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo DBO	85
Tabla 29. ANOVA DBO.....	85
Tabla 30. Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo DQO	86
Tabla 31. ANOVA DQO	86



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

CL	:	Cloro o cloruro
°C	:	Grados centígrados
DBO	:	Demanda bioquímica de oxígeno
DQO	:	Demanda química de oxígeno
ECA	:	Estándares de calidad de agua
L	:	Litro
Mg	:	Miligramo
MI	:	Mililitro
NMP	:	Número más probable
OD	:	Oxígeno disuelto
OMS	:	Organización mundial de la salud
OPS	:	Organización mundial para la salud
PH	:	Potencial de hidrogeniones
UFC	:	Unidad formadora de colonias
UNT	:	Unidad nefelométrica de turbiedad
ΔT	:	Variación de temperatura
D.S	:	Decreto supremo



RESUMEN

El trabajo de investigación, fue realizado en tres piscinas de la localidad de Puno (Universidad Nacional del altiplano P1, Gran Unidad Escolar San Carlos P2, Municipalidad De Puno P3), los análisis Microbiológicos se ejecutaron en el Laboratorio B&C S.A.C de la ciudad de Juliaca y los aspectos Fisicoquímicos en el Megalaboratorio de la UNA - Puno. Durante los meses de Noviembre 2019 hasta Febrero 2020, el muestreo se realizó tomando 2 muestras al inicio y al final de la semana de cada mes. Los objetivos fueron, determinar los principales parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos en las tres piscinas. Las metodologías efectuadas para el análisis bacteriológico se aplicaron el filtro de membrana y el método de Unidad Formadora de Colonia (UFC). La metodología propuesta para el análisis Fisicoquímico fue, (pH y Temperatura) Método Electrométrico, (Dureza) titulométrico EDTA, (Solidos totales) filtros de fibra de vidrio, (Sulfatos) turbidimetria, (turbiedad) nefelométrico, (DBO Y DQO) colorímetro de reflujo. Los resultados bacteriológicos que se obtuvieron fueron; coliformes totales con valores de 181.9 UFC/100 ml P2 - 1.4 UFC/100 ml P1, para coliformes termotolerantes un valor de 9.1 UFC/100 ml P2 - 1.0 UFC/100ml P1. Los resultados fisicoquímicos fueron, pH con un valor de 7.5 P2 - 7.2 P1, temperatura con un valor de 19.3 °C P2 - 18.3 °C P3, Dureza total con un valor de 534.7 CaCo₃ mg/L P1 - 491.3 CaCo₃ mg/L P2, solidos disueltos totales con un valor de 1140.5 mg/L P3, - 782.7 mg/L P1, sulfatos con un valor de 594.1 mg/L P2 - 280 mg/L P1, turbiedad con un valor de 2.7 NTU P1 - 1.8 NTU P3, DBO con un valor de 4.0 mg/L P1 - de 4.1 mg/L P2, DQO con un valor de 11.6 mg/L P3 - 9.1 P2.

Palabras clave: bacteriológicos, fisicoquímicos, parámetros, Limites máximo permisibles.



ABSTRACT

The research work was carried out in three swimming pools in the town of Puno (National University of the Altiplano P1, Gran Unidad Escolar San Carlos P2, Municipality of Puno P3), the Microbiological analyzes were carried out in the B&C SAC Laboratory in the city of Juliaca and Physicochemical aspects in the Megalaboratory of UNA - Puno. During the months of November 2019 to February 2020, the sampling was carried out by taking 2 samples at the beginning and at the end of the week of each month. The objectives were to determine the main bacteriological and physicochemical parameters in the three pools. The methodologies used for the bacteriological analysis were applied using the membrane filter and the Colony Forming Unit (CFU) method. The proposed methodology for the Physicochemical analysis was, (pH and Temperature) Electrometric Method, (Hardness) titulometric EDTA, (Total solids) glass fiber filters, (Sulfates) turbidimetry, (turbidity) nephelometric, (BOD and COD) colorimeter of Reflux. The bacteriological results that were obtained were; total coliforms with values of 181.9 CFU / 100 ml P2 - 1.4 CFU / 100 ml P1, for thermotolerant coliforms a value of 9.1 CFU / 100 ml P2 - 1.0 CFU / 100 ml P1. The physicochemical results were, pH with a value of 7.5 P2 - 7.2 P1, temperature with a value of 19.3 ° C P2 - 18.3 ° C P3, Total hardness with a value of 534.7 CaCo₃ mg / L P1 - 491.3 CaCo₃ mg / L P2 , total dissolved solids with a value of 1140.5 mg / L P3, - 782.7 mg / L P1, sulfates with a value of 594.1 mg / L P2 - 280 mg / L P1, turbidity with a value of 2.7 NTU P1 - 1.8 NTU P3 , BOD with a value of 4.0 mg / L P1 - of 4.1 mg / L P2, COD with a value of 11.6 mg / L P3 - 9.1 P2.

Keywords: bacteriological, physicochemical, parameters, Maximum permissible limits.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso hidrobiológico vital para las actividades humanas cotidianas también para el desarrollo extensivo de la humanidad en diferentes áreas, en ese sentido este recurso tiende a tener exigencias impuestas de calidad para diferentes usos que se le pueda dar. Su calidad puede verse afectada por la presencia de agentes bacteriológicos, productos tóxicos, vertidos en este pequeño porcentaje de agua dulce esto se da por la irresponsabilidad a gran escala del hombre que es inconsciente en gran medida, en estos últimos siglos se ha visto en diferentes países que sus recursos hídricos se han visto terriblemente afectados reduciendo así la cantidad de agua disponible para su uso. Dando así por algunos países su tratamiento y uso de manera recreativas. Tratan de esta manera que los usuarios puedan disponer de estas y darles un segundo uso.

En nuestro país el Perú, el uso del agua se da por parámetros fijados en los E.C.A 2008, estos parámetros para su uso en el consumo humano y de contacto directo con usos recreativos los cuales las personas concurren a las piscinas sin un régimen adecuado de limpieza de agua y desinfección, estas personas pueden contraer hasta más de 5 enfermedades debido a la presencia de microorganismos patógenos que se pueden encontrar en estos establecimientos ocasionando daños a la salud. Además, los usuarios de piscinas antihigiénicas podrían presentar diarreas, vómitos, náuseas y dolores abdominales generados por la bacteria Salmonella y otros microorganismos. Una de las principales fuentes de contagio en piscinas es la ingesta accidental del agua, lo que ocasiona problemas gastrointestinales (Dufour et al., 2006), así mismo (DIGESA, 2015), informó que hasta la fecha se ha inspeccionado un total de 320 piscinas en todo el país, de las cuales 121 son aptas para los bañistas. Y que en Lima Metropolitana se han



inspeccionado hasta el momento 175 piscinas y solo 49% son saludables, 25% regularmente saludables, 6% no saludables, 19% se encuentran en mantenimiento y 1% están cerradas, también los aspectos de significancia que se deben evaluar dentro de la vigilancia epidemiológica de los parques acuáticos son la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua y el mantenimiento habitual de las instalaciones (Colmenares, Correia, & De Sousa, 2008), como hemos visto en esa medida debido a que esta agua de grifo está estancada y en un lugar cerrado se tiende a la necesidad de tener un control muy riguroso de la calidad fisicoquímica y bacteriológica (Delgado et al., 1992).

El propósito de esta investigación, se evaluó a las diferentes piscinas que se encuentran en la ciudad de Puno, piscinas como el del colegio Gran Unidad Escolar San Carlos, Universidad Nacional del Altiplano y Municipalidad de Puno los cuales funcionan ya varios años. Estos centros de esparcimiento son muy concurridos por la población en su mayoría jóvenes y niños; por lo que se necesita de un control más estricto y riguroso. Por esto se evaluó la calidad bacteriológica y fisicoquímica de estas piscinas con los parámetros establecidos en E.C.A – 002 – 2008 puesto que estos lugares año a año aumentan su concurrencia, esta situación nos conlleva a la evaluación en esa medida ya que la población puede adquirir algunas enfermedades cutáneas y gastrointestinales, esta situación genera preocupación en la calidad que tienen sus aguas; así se planteó los siguientes objetivos:

1.1 Objetivo General

Determinar la calidad bacteriológica y fisicoquímica de las aguas de tres piscinas de uso recreativo de la ciudad de Puno al E.C.A 002-2008.



1.2 Objetivos Específicos

- Determinar la calidad coliformes totales, fecales y termotolerantes de las muestras de agua de tres piscinas.
- Determinar la calidad fisicoquímica (pH, Temperatura, Dureza Total, Solidos disueltos Totales, Sulfatos, Turbiedad, DBO y DQO) de las muestras de tres piscinas.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Zhen (2009) fue realizado durante un año hidrológico la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de la quebrada de Victoria, Costa Rica, analizo 15 sitios de muestreo de los cuales los sitios 12 y 13 presento contaminación fecal, *Escherichia coli* (>2000 NMP/100ml) por otro lado Quispe (2017), Identifico la Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de seis manantiales del distrito de Santa Rosa Melgar con respecto al análisis bacteriológico de coliformes totales el valor más alto 330 NMP/100ml y el valor más bajo 43,33 NMP/ 100ml, para coliformes fecales el valor más alto 30.00 NMP/ 100 ml y el valor más bajo < 3 NMP/100 ml los cuales sobrepasan los límites permisibles entonces estas aguas no son aptas para el consumo humano.

Cruz (2018) comparo la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de 2 piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo-prov. De Moyobamba de San Martin, reportando resultados:1) Piscina semi olímpica: turbiedad: entre: 10 UNT, pH: 7.31, coliformes termotolerantes: 7.75 NMP/100 ml. 2) Piscina mediana: turbiedad: 11.25 UNT, pH: 7.41, coliformes termotolerantes: 8.75 NMP/100 ml. Concluyendo que si cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental de Agua (ECA) D.S. N°015-2015 NINAM para la categoría 1- subcategoría B1 para aguas recreacionales (turbiedad: hasta 100 UNT, pH: 6-9, Coliformes termotolerantes: hasta 200 NMP/100ml); pero no cumple con los valores establecidos por la D.S. N°003 MINSA/DIGESA V.02-2016 (coliformes termotolerantes: ausente, turbiedad:<5.0 UNT) y según esta D.S. las dos piscinas obtienen una calificación de No saludable.

Quinteros y Herrera (2009) realizaron estudios de microbiología de aguas subterráneas en la región sur del municipio de Valledupar, Cesar – Colombia, donde



obtuvieron los siguientes resultados para coliformes totales; 440 UFC/100ml primer muestreo, 2600 UFC/100ml segundo muestreo, 225 UFC/100ml tercer muestreo y 105 UFC/100ml muestreo y coliformes fecales: 346 UFC/100ml primer muestreo, 2600 UFC/100ml segundo muestreo, 86 UFC/100ml tercer muestreo, y 33 UFC/100ml cuarto muestreo, por otra parte Cava y Ramos (2016), caracterizaron físico - química y microbiológicamente el agua de consumo humano de la localidad de Las Juntas del distrito de Pacora - Lambayeque, para coliformes totales entre 30 - 50 UFC/100ml y coliformes termotolerantes entre 1 - 2 UFC/100ml, por lo que puede afectar la salud del consumidor.

Asimismo Quispe (2017) estudio los parámetros físico químicos: temperatura (8.70°C - 10.36°C), potencial de hidrogeniones (7.22pH - 8.20pH), dureza (56.77 mg/L - 106.78 mg/L), alcalinidad (7.62mg/l - 32.89), cloruros (7.62 mg/l - 32.89 mg/l), calcio (7.27 m/l - 28.47 mg/l), magnesio (1.39 mg/l - 6.90 mg/l), sólidos disueltos (23.46 mg/l - 108.19 mg/l), turbiedad (3.83UNT - 6.50 UNT), estos valores se encuentran dentro de los límites permisibles a diferencia de Petro y Wees (2014), evaluaron algunos parámetros fisicoquímicos en el municipio de Tubarco – Colombia, obteniendo los siguientes resultados pH (7.08 – 7.55); turbiedad (0.13 – 1.79 UNT); conductividad (158.60 – $947.00\text{ }\mu\text{S/cm}$); alcalinidad total (55.20 – 302.40 mg/l); dureza total (66.60 – 225.80 mg/l); cloruros (8.75 – 67.98 mg/l); hierro (0.01 – 0.03 mg/l), según los resultados presentan altas concentraciones de dureza, conductividad y cloruros, evidencian que el agua no es potable Robles et al., 2012 reportaron en el estudio de Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua del acuífero Tepalcingo, pruebas fisicoquímicas obtuvo para turbiedad P1, P3, P5, P9, fueron 0.77 , 0.17 , 0.25 y 0.25 UNT , potencial de hidrogeniones 6.0 , 6.4 , 7.6 , 7.2 pH ; sólidos disueltos totales de 328.0 , 352.0 , 556.0 y 659.0 mg/l ; dureza



total de 172.0, 184.0, 319.0 y 354.0 mg/l; sulfatos de 56.0, 91.2, 211.0 y 326.0 mg/l; cloruros de 11.0, 13.2, 8.1 y 8.7 mg/l.

También Salazar (2015) realizó estudios de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua para consumo humano en la ciudad de Juliaca, determinó los parámetros fisicoquímicos de las muestras de agua fueron: el pH (7.31 y 7.78), la conductividad eléctrica (1024 y 1025 $\mu\text{S}/\text{cm}$), la dureza total (185 y 310 mg/l), cloruros (0.7 y 1,6 mg/l), sulfatos (65 a 90 mg/l) y hierro (0.003 y 0.059 mg/l). Todos los valores estuvieron por debajo de los valores permitidos, excepto el contenido de sólidos disueltos totales fue entre 499 y 594 mg/l, que sobrepasa los valores recomendados entre tanto Curasi (2010), evaluó la calidad de agua en 73 pozos subterráneos con fines de consumo doméstico de la ciudad de Puno, determinando los siguientes parámetros: potencial de hidrogeniones - pH (7.1 a 7.6) ligeramente alcalinas, temperatura - $^{\circ}\text{C}$ (13.4 a 16.4), conductividad eléctrica (0.95 a 7.18 mS/cm), dureza total (72.72 a 585.8 mg/l), alcalinidad (38.52 a 404.46 mg/l), cloruros (25.50 a 286.50 mg/l), sulfatos (16.0 a 218.00 mg/l), sólidos totales (263.20 a 267.21 mg/l) a su vez Curo (2016), realizó la determinación de Calidad Bacteriológica y Fisicoquímica del agua de pozos con fines de consumo humano en el distrito de Huata-Puno 2016. La evaluación de los principales parámetro fisicoquímicos fueron en promedio, pH (6.9 a 7.3 pH), temperatura (14.5 - 16.7 $^{\circ}\text{C}$), turbiedad (1.6 - 3.0 UNT), conductividad eléctrica (1660.7 - 448.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ estos exceden los límites máximos permisibles, sólidos totales (635.3 mg/l - 1224.0mg/l), dureza total (264.4 mg/l 408.3 mg/), alcalinidad (264.4 mg/ - 408.3 mg/l), cloruros (91.6 mg/l - 168.1 mg/l en Faón y 91.6 mg/l en Yasín, (P=0.5333) los cuales exceden los límites máximos permisibles.



Alvarenga y Aragón (2012) determinaron la calidad microbiológica del agua de 3 piscinas de la ciudad de Merliot. Encontrando Coliformes totales, Coliformes fecales y *Escherichia coli* dentro de los LMP según la Norma Salvadoreña para agua potable (<1.1. NMP/100ml). Pero si hubo presencia de *Enterococcus faecales*, y bacterias heterótrofas por encima del límite máximo recomendado por la OMS para aguas recreacionales (200 UFC/ml), lo que indica que el agua no es apta para el uso recreativo. A diferencia de lo obtenido por Arando et al., (2014), evaluaron cinco piscinas de Miraflores donde la prevalencia de *Escherichia coli* fue de un 55.56% y en 4 piscinas de Chaquis-Bolivia en un 33% seguida por *Staphylococcus spp.* Levaduras y amebas.

Fernández (2012) evaluó los tratamientos químicos del agua en 20 piscinas cubiertas la mancha- castilla-Madrid. Determinando que los usuarios y trabajadores percibían: problemas respiratorios, auditivos y cutáneos, y que los tratamientos alternativos (ozono, ultravioleta y electrolisis salina) generan una menor percepción de problemas de salud, También DIRESA – JUNIN (2013), reporto que se inspecciono a piscinas de la ciudad de Huancayo, dentro de ellas a la piscina Colombina comprobando que el agua se encuentra dentro de los LMP tanto para el análisis microbiológico, turbiedad y CRL de acuerdo a la Decreto supremo N° 007-2003. De igual modo, la Gerencia de Desarrollo Económico la Municipalidad y la GERESA - Ica (2013), inspeccionaron a 6 piscinas del mercado de Ica encontrando observaciones en 4 de las piscinas.

2.2. Marco Teórico

2.2.1 El Agua

Es un recurso, es un líquido constituido por dos sustancias gaseosas: oxígeno e hidrógeno, un volumen de oxígeno por dos de hidrógeno, su fórmula química es el H₂O y es el más



importante de los compuestos y uno de los principales constituyentes del mundo en que vivimos y de la materia viva (Fuquene, 2013). Así mismo el agua cubre el 75% de la superficie terrestre; el 97,5% del agua es salada, sólo el 2,5% es dulce. Los casquetes de hielo y los glaciares contienen el 74% del agua dulce del mundo. La mayor parte del resto se encuentra en las profundidades de la tierra o encapsulada en la tierra en forma de humedad. Sólo el 0,3% del agua dulce del mundo se encuentra en los ríos y lagos. Para uso humano se puede acceder, a menos del 1% del agua dulce superficial subterránea del planeta (PNUMA, 2003), por lo tanto el agua es uno de los recursos naturales más importantes y escasos que tienen las personas alrededor del mundo, nuestro país no es una excepción muchas de nuestras poblaciones se ven obligados a beber agua de fuentes cuya calidad deja mucho que desear y produce un sin fin de enfermedades a niños y adultos (MINSA, 2012).

El agua presenta propiedades físicas, químicas y biológicas en la actualidad con planificación de una serie de medidas tendientes a resolver los numerosos problemas de la salud ya que el agua se comporta como un medio de difusión de enfermedades; por tal razón debe vigilarse permanentemente la calidad sanitaria de la misma para evitar epidemias (Álvarez, 1991).

2.2.2. Calidad Del Agua

La calidad de agua se define en función a un conjunto de características fisicoquímicas y bacteriológicas, así como de sus valores de aceptación o rechazo (OMS. 2006) de igual forma la calidad del agua se define en función del conjunto de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos es decir si sus valores se hallan dentro los límites de aceptación (Mejía, 2005).



La calidad del agua potable en el Perú está muy asociada a la calidad del agua de las fuentes las mismas que en su gran mayoría están expuestas a los metales de origen natural y antropogénicas y a la dificultad tecnológica y económica de las empresas de saneamiento de llevar a cabo procesos para depurar la presencia de metales, para garantizar el tratamiento de agua y prestar servicios de saneamiento a través de sistemas seguros y sostenibles (Jorge, 2018). La calidad del agua se puntualiza en función de un conjunto de características variables fisicoquímicas o microbiológicas, así como de sus valores de aceptación o de rechazo, la calidad físico-química del agua se basa en la determinación de sustancias químicas específicas que pueden afectar a la salud (OMS, 2006).

2.2.3 Piscina

Los griegos y los romanos de la Antigüedad fueron los primeros en construir piscinas destinadas a la preparación física y a los deportes náuticos, pero su introducción en los espacios privados se dio gracias a los emperadores romanos, quienes llegaron incluso a utilizarlas para criar peces (Gustavo, 2008).

Son espacios de esparcimiento recreativo, deportivo y de rehabilitación. La población que hace uso de estas instalaciones actúan como vehículo de agentes contaminantes, por introducir en el agua gérmenes a través de su piel, mucosas y sistema genitourinario (colmenares *et al.*, 2008), de igual manera este tipo de establecimientos están destinados básicamente a la actividades acuáticas y de recreación infantil, beneficiando principalmente a los habitantes asentados en los barrios cercanos permitiéndoles acceder peatonalmente como a los usuarios que accederán a estos establecimientos en transporte público. Están edificados y dotados con un equipamiento de piscinas y juegos acuáticos de uso masivo (Fundación Siglo XXI, 2013).

2.2.4 Determinación Estándar de Calidad de Agua en el Perú

La estandarización de las piscinas se realizó aplicando la verificación de los criterios ECA 2008 de uso recreativo (Piscinas), la cual será calculada utilizando la tabla de calificación para la determinación de la calidad sanitaria de piscinas.

Tabla 1. Estándares nacionales de calidad ambiental para agua categoría 1 recreacional físicos y químicos según MINAM 002 - 2008.

Parámetro	Unidad	Aguas superficiales destinados para recreación	
		B1 CONTACTO PRIMARIO	B2 CONTACTO SECUNDARIO
		Valor	Valor
D.B.O	mg/L	5	10
D.Q.O	mg/L	30	50
TURBIEDAD	mg/L	100	**
SULFATOS	mg/L	**	**
SOLIDOS D.T	mg/L	**	**
CLORUROS	mg/L	**	**
PH	Unidad de pH	6-9 (2,5)	**
DURESA TOTAL	mg/L	**	**

Tabla 2. Estándares nacionales de calidad ambiental para agua categoría 1 recreacional microbiológicos según MINAM 002 – 2008

Parámetro	Unidad	Aguas superficiales destinados para recreación	
		B1 CONTACTO PRIMARIO	B2 CONTACTO SECUNDARIO
		Valor	Valor
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100mL	5	10
COLIFORMES TOTALES	NMP/100mL	30	50
ENTEROCOCOS FECALES	NMP/100mL	100	**



2.2.5 Parámetros Microbiológicos.

2.2.5.1 Coliformes Totales.

Son bacterias en forma de bacilos, Gram negativo que pueden crecer en presencia de sales biliares u otros agentes tensos activos. Descomponen la lactosa con elaboración de ácido y gas en 24 a 48 horas. Mientras que la gran parte son especies del género de la familia Enterobacteriaceae, principalmente constituidos por los géneros habituales: Escherichia, Entrorobacter, Klebsiella y Citrobacter, (Allaert & Escolá, 2002). Por otra parte este grupo de microorganismos se encuentra abundantemente difundido en la naturaleza, agua y suelo, además hábitat normal del tracto intestinal del hombre y animales de sangre caliente sus características morfológicas son bacilos gramnegativos, aerobios o anaerobios facultativos, oxidasa negativos, no esporógenas (Rivera, 2010). La presencia de estas bacterias en instalaciones de agua puede compararse con la de algunos patógenos acuáticos, sin embargo son mucho menos persistentes que virus y protozoos. En el caso de medios acuáticos naturales, especialmente aguas marinas, los coliformes presentan una tasa de supervivencia superior a la de los microorganismos patógenos (Auxiliares Sanitarios, 2002).

2.2.5.2 Coliformes fecales.

Son los coliformes más próximamente relacionados con la contaminación fecal. Estas bacterias cumplen todas las características definidas para los coliformes totales pero además: crecen con lactosa y la fermentan a $44,5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ produciendo ácido y gas en las primeras 48 horas de incubación (Auxiliares sanitarios, 2002).

2.2.5.3 Coliformes Termotolerantes.

Son parte del grupo de los coliformes totales, con temperatura óptima para su desarrollo hasta 45°C lo que los hace indicadores de higiene en agua (Magigan, 2009) menciona



también Cuanto mayor es la asiduidad de análisis de indicadores de contaminación fecal en el agua, mayor es la probabilidad de manifestar contaminación, por lo tanto, es preferible realizar exámenes frecuentes usando un método sencillo que realizar exámenes menos frecuentes mediante un análisis o serie de análisis más complejos en función de la pluviosidad y de otras circunstancias locales (Cabelli *et al*, 1983).

2.2.6 Parámetros Fisicoquímicos.

2.2.6.1 pH.

Medida de la concentración de ion hidrogeno en el agua, expresada como el logaritmo negativo de la concentración molar de ion hidrogeno (Romero, 2011). Por tanto es una de las pruebas más importantes y frecuentes utilizadas en el análisis químico del agua. Prácticamente todas las fases del tratamiento del agua para suministro y residual, por ejemplo neutralización ácido base, ablandamiento, precipitación, coagulación, desinfección y control de la corrosión, dependen del pH (Oscar, 1998). Por lo tanto un pH bajo también puede permitir a los elementos tóxicos y compuestos ser más móviles y favorables para ser tomados por los organismos y plantas acuáticas. Esto puede producir condiciones que son tóxicas para la vida acuática, particularmente para las especies sensibles (Yan *et al.*, 2007; Minaverri, 2014).

2.2.6.2 Temperatura.

es un indicador de magnitud física que nos indica cuantitativamente, el estado de "caliente" o "frío" en el comportamiento del recurso hídrico (Peña, 2007), es muy importante sobre el desarrollo de la vida, así como la aptitud del agua para ciertos usos útiles. La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico como el pH, déficit de oxígeno y conductividad eléctrica, (Sierra, 2011). En ese sentido Este parámetro



influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica y la cantidad de OD, afecta las propiedades físicas y químicas del agua y tienen gran influencia sobre los organismos acuáticos, cambiando sus hábitos alimenticios, reproductivos y sus tasas metabólicas, así como también afecta la velocidad del reciclado de los nutrientes en un sistema acuático (GWW, 2005).

2.2.6.3 Dureza total.

Originalmente, la dureza del agua se entendió como una medida de su capacidad para precipitar el jabón. El jabón es precipitado preferentemente por los iones de calcio y magnesio. Otros cationes polivalentes también pueden hacerlo, pero estos suelen estar presentes en formas complejas frecuentemente con componentes orgánicos y su influencia en la dureza del agua puede ser mínima y difícil de determinar (Oscar, 2002). Por lo que la dureza de las aguas refleja la naturaleza de las formaciones geológicas con las que el agua ha estado en contacto; el umbral del gusto es de: 100 - 300 mg/L y en concentraciones de 200 mg/L puede causar incrustaciones; el agua dura no tiene ningún riesgo a la salud pero puede crear problemas a los consumidores a partir de concentraciones superiores a 200 mg/L pueden afectar la tubería, los calentadores de agua y los lavaplatos; la aceptación de la dureza del agua por el público puede ser muy variable y está en función de las condiciones locales (Sawyer *et al.*, 2000; OMS, 2006).

2.2.6.4 Sólidos Disueltos Totales.

El término sólidos se refiere a la materia suspendida o disuelta en el agua o aguas residuales. Los sólidos pueden afectar adversamente de muchas maneras la calidad del agua o del afluente. Aguas con alto contenido de sólidos disueltos generalmente son de sabor inferior y pueden inducir una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor transitorio (Oscar, 2002). Por otra parte El agua y los sólidos en suspensión son efectos



de la erosión de los suelos, detritus orgánico y plancton, la materia suspendida reside en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de expulsión y pueden ser identificadas con la descripción de características visibles del agua, incluyendo turbidez y claridad, gusto, color y olor del agua (OMS, 2003)

Es el termino aplicado al residuo material dejado en un recipiente contenedor después de la evaporación de la muestra (Oscar, 2002).

2.2.6.5 Sulfatos

Son componentes naturales de agua por lo general en ellas no se encuentran en concentraciones que pueden afectar su calidad, un alto contenido de sulfatos puede proporcionar sabor al agua y podría tener un efecto laxante, este efecto es más significativo en niños y consumidores no habituales (OPS, 2005), así mismo también son importantes tanto en abastecimientos públicos de agua como en industriales, ya que forma incrustaciones duras que se encuentran comúnmente en los artefactos donde se conduce, se calcinan o se evaporan agua tuberías, calderos, utensilios domésticos (Romero, 2009).

2.2.6.6 Turbiedad.

La turbiedad ha sido una característica ampliamente aplicada como criterio de calidad de agua, tanto en las fuentes de abastecimiento como en los procesos de potabilización y sistemas de distribución, ya que es una medición rápida, económica y de fácil interpretación para los operadores (Kawamura, 2000). Mencionar también que este parámetro es de suma importancia no solo porque es una característica de pureza en el agua a consumir sino también interfiere en procesos de tratamiento de las aguas como es en la desinfección con agentes químicos o con radiación ultravioleta, reduciendo la efectividad biosida de éstos lo cual representa un riesgo en el consumidor (APHA, 1995)



de igual forma la turbidez del agua se debe a la presencia de partículas suspendidas coloidales y disueltas, dificultando la transmisión de la luz (Pinzon, 2010).

2.2.6.7 DBO y DQO

a. Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO)

La demanda bioquímica de oxígeno es la cantidad total de oxígeno requerido por los microorganismos para oxidar la materia orgánica biodegradable (CAN, 2005). Así mismo Oscar (2002). Menciona que es “una prueba empírica en la cual procedimientos estandarizados de laboratorio son usados para determinar los requerimientos relativos de oxígeno de aguas de desecho, efluentes t líquidos contaminados (pag.183).

b. Demanda Química de oxígeno (DQO)

Corresponde al volumen de oxígeno requerido para oxidarla fracción orgánica de una muestra susceptible de oxidación al dicromato o al permanganato, en medio ácido (Rubén, 2003). Así mismo es definida como la cantidad de un oxidante específico que reacciona con la muestra bajo condiciones controladas (Oscar, 2002).

2.3. Marco conceptual

- **Antihigiénico.** Son agentes físicos, químicos y biológicos, extraña a la composición natural del producto (OMS, 2003)
- **Calidad de agua.** Conjunto de características físico químicos y biológicos que deben satisfacerse con la finalidad de que el agua que se suministra sea segura para el fin destinado Según la norma mexicana NOM-127-SSA1-199, el criterio ecológico de la calidad del agua recreativa en contacto directo es $<200\text{NMP}/100\text{ml}$ y agua potable $<2\text{NMP}/100\text{ml}$ (Cázare y Alcántara, 2014).



- **Coliformes totales.** Son bacilos gramnegativos, aerobios y anaerobios facultativos, no esporulados. Del grupo coliforme forman parte varios géneros: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Citrobacter*, etc. Pueden encontrarse en el intestino del hombre y de los animales, pero también en otros ambientes: agua, suelo, plantas, cáscara de huevo, etc (Munn, 2004).
- **Coliformes fecales.** Las bacterias coliformes fecales forman parte del total del grupo coliforme, son bacilos Gram negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a 44.5°C. La mayor especie del grupo coliforme fecal es *Escherichia coli* (Aurazo, 2004).
- **Mantenimiento.** Es el conjunto de actividades que tienen como propósito conservar o reactivar un equipo para que cumpla sus funciones (Creus, 2009).
- **Enfermedades.** Alteración o desviación del estado fisiológico en una o varias partes del cuerpo, por causas en general conocidas, manifestada por síntomas y signos característicos, y cuya evolución es más o menos previsible. (OMS, 2006)
- **Evaluación.** La evaluación conduce a un juicio sobre el valor de algo y se expresa mediante la opinión de que ese algo es significativo (De la Garza, 2004).
- **Piscina.** Es el conjunto de uno o más estanques artificiales o parcialmente artificiales destinados al baño recreativo o deportivo, donde el uso que se haga del agua supone un contacto primario y colectivo con ésta, así como los equipamientos e instalaciones necesarias que garantizan su funcionamiento adecuado (Directiva Sanitaria N°033-MINSA/DIGESA V.02., 2016).
- **Termotolerante.** Es el grupo de bacterias que necesitan una fuente de carbono para su desarrollo y crecimiento a una temperatura de 44.5°C. (Laura, 2014).
- **Productos químicos.** Un producto químico es un conjunto de compuestos químicos (aunque en ocasiones sea uno solo) destinado a cumplir una función. Generalmente



el que cumple la función principal es un solo componente, llamado componente activo. Los compuestos restantes o excipientes, son para llevar a las condiciones óptimas al componente activo (concentración, pH, densidad, viscosidad, etc.), darle mejor aspecto y aroma, cargas (para abaratar costos), etc.

- **Salud ambiental.** Salud ambiental, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), es "aquella disciplina que comprende los aspectos de la salud humana, incluida la calidad (OMS, 2006).
- **Parámetros fisicoquímicos.** A lo largo de estas líneas nos detendremos en la conductividad, la dureza, el total de sólidos disueltos (TDS) y el pH; así como en la relación entre ellos. El agua químicamente pura es un compuesto de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O). A temperatura ambiente es un líquido incoloro, inodoro e insípido.
- **Parámetros bacteriológicos.** Se realizan mediciones y controles de los parámetros indicadores habituales y los principales microorganismos patógenos, además de una amplia gama de análisis y ensayos: Análisis de bacterias patógenas, Análisis de bacteriófagos, Análisis de recuento total bacteriano en aire, Análisis de legionella tanto por PCR como por medios de cultivo, de muestras de agua y de aire, Ensayos de toxicidad de agua potable y residual.
- **pH.** Mide la concentración de los iones hidrógeno y la naturaleza ácida o alcalina de la solución acuosa. (Reynolds, 2002).
- **Sólidos Disueltos Totales.** Mide específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos) (Marcó et al., 2004).
- **Sulfatos.** El ión sulfato (SO₄⁼), corresponde a sales de moderadamente solubles a muy solubles (Severiche y González, 2012).



- **Turbidez.** Es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos y que se presentan principalmente en aguas superficiales, en general son muy difíciles de filtrar y pueden dar lugar a depósitos en las conducciones (Reynolds, 2002).
- **Dureza.** Presencia de sales de calcio y magnesio y mide la capacidad de un agua para producir incrustaciones (Terán, 2003).



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del ámbito de estudio

El estudio fue realizado en la ciudad de Puno se encuentra al sur del Perú, en la región de Puno, provincia de Puno. Geográficamente está ubicada a una latitud Sur: 15°50'15", longitud Oeste: 70°01'18" y a una altitud de: 3810 m.s.n.m

Los análisis Bacteriológicos se realizaron en el Laboratorio de B & C S.A.C de la ciudad de Juliaca, donde se encuentra dicho Laboratorio.

Los análisis Físicoquímicos fueron realizados en el Megalaboratorio Geoquímica Ambiental Suelos y Aguas, Minerales Espectroscopia ICP – Microscopia óptica.

3.2. Población y Muestra

La población para la presente investigación descriptiva fue constituida por las 3 piscinas de uso público de la ciudad de Puno. Piscina del colegio Gran Unidad Escolar San Carlos, Piscina del Municipio de Puno y la Piscina de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, durante los meses de Noviembre 2019 a Febrero del 2020.

3.3. Frecuencia y Muestreo

Para la recolección de la muestra se tomó 500 ml de agua en las tres piscinas a inicios de semana donde el agua estaba tratada y limpia, dicho muestreo fue realizado a partir de las 7:00 am - 8:00 am, habiendo un intervalo de tiempo en cada una de las piscinas por la distancia en la que se encontraban se analizó dos muestras de cada piscina una para las pruebas microbiológicas y la segunda para las pruebas físicoquímicas haciendo un total de 6, estas debidamente rotuladas y puestas en un COOLER debidamente equipada con hielo, de igual manera al finalizar la semana a partir de las 2:00 pm a 3:00 pm se tomó

dos muestras de cada piscina que hacían seis muestras transportadas en un COOLER para su transporte. Las pruebas Fisicoquímicas se analizaron en el Megalaboratorio de la Universidad Nacional del Altiplano- Puno y las pruebas Microbiológicas en el laboratorio B & C de la ciudad de Juliaca, cada mes se tomaron un total de 12 muestras haciendo un total de 48 muestras tomadas en los cuatro meses de estudio.

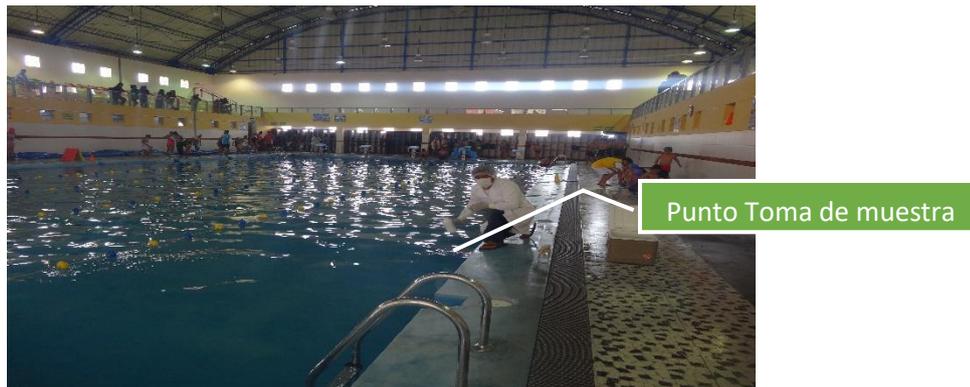


Figura 1. Puntos de muestreo para el análisis Bacteriológico y fisicoquímico noviembre a febrero.



Figura 2. Obtención, rotulado de las muestras obtenidas para el posterior análisis en laboratorio.

b). Equipos y materiales

- Botellas de 500 ml
- Guantes quirúrgicos
- Guardapolvo o mandil.



- Sandalias o botas esterilizadas
- Gorro
- Barbijo
- Cooler
- Hielo
- Papel craft
- Pabilo
- Rotulador
- Cuaderno de campo
- Lapicero
- Cámara de fotos
- Asistente
- Balanza de precisión
- Autoclave
- Mecheros
- Pipetas automáticas
- Pinzas de acero inoxidable para filtros de tubos de ensayo de vidrio
- Cinta de revelado de autoclave
- Etanol
- Peptona
- Medio de cultivo M – fc agar
- Agua destilada
- Placas Petri para el cultivo
- Matraz estéril para la preparar el medio de cultivo
- Microondas



- Filtros de nitrocelulosa cuadrículados estériles de $0.45 \mu\text{m} \pm 0.02 \mu\text{m}$ de diámetro de poro.
- Equipo de filtrado: embudo y porta filtro poroso que se puedan trabajar entre si y sean autoclavables; bomba de vacío; kitasato de 1 L o mayor; trampa de agua entre kitasato y la bomba de vacío.

3.4. Metodología.

3.4.1 Determinación de Coliformes totales y fecales (termotolerantes) de las muestras de tres piscinas:

3.4.1.1 Método de filtración por membrana:

Para la detección de Coliformes totales y Coliformes Termo tolerantes (*Escherichia coli*) se utilizó el método de filtración por membrana, por ser un método altamente reproducible, se usó para analizar volúmenes de muestra relativamente grande y se obtienen resultados en menor tiempo que con el NMP. Sin embargo, no puede aplicarse a cualquier tipo de muestra y tiene sus limitaciones también se encuentra entre los métodos estándar.

Fundamento del método filtración por membrana: La muestra de agua se pasó mediante el método al vacío por un filtro de celulosa de 0.45 micras de tamaño de poro, para que queden retenidas en él, las bacterias de tipo coliformes y las mesófilas. El filtro es colocado en un medio de cultivo específico para lo que se determinó en la muestra (coliformes totales, coliformes fecales y microorganismos mesó filas), incubando a 35 grados centígrados más o menos dos grados durante 18 a 20 horas (Palma, 1999).

Se utilizó el filtro de membrana con un diámetro de poro que permita una completa retención de las bacterias coliformes. Se tuvo en cuenta que estos filtros estén libres de



químicos susceptibles a inhibir el crecimiento y desarrollo bacteriano, que posean una velocidad de filtración satisfactoria (Millipore, 2005).

3.4.1.2 Determinación para coliformes totales y coliformes fecales (termotolerantes).

En la determinación de los Coliformes Fecales, se utilizó la membrana de 0,45 mm en el soporte con una pinza esterilizada luego homogenizo la muestra agitándola vigorosamente 25 veces, con movimientos de arriba abajo, seguidamente se vertió 100ml de la muestra, en el vaso del filtro vacío, para hacer pasar la muestra a través de la membrana. El vacío no debe exceder de 15 libras de presión se enjuago el vaso tres veces, con porciones de 20 a 30 ml cada vez, con agua de dilución, y aplicar vacío igual que en la muestra cada vez que se procesen muestras incorporar un control de esterilidad de agua de dilución. Una vez realizadas los procedimientos se retiró la membrana con una pinza esterilizada y se depositó en una placa Petri de vidrio, preparada previamente con 4 ml. de agar M Endo Les, las placas preparadas fueron guardadas en refrigeración y protegidas de la luz, fueron presionadas suavemente la membrana sobre el medio de cultivo utilizando pinza esterilizada seguidamente fueron incubadas, para coliformes totales con una temperatura de 35°C por 24 horas y para coliformes termotolerantes 44°C por 24 horas, después de las 24horas, fueron sacadas las muestras y Finalmente se contó las colonias de color rojo para coliformes totales en UFC/100 ml y de color azul para coliformes termotolerantes en UFC/100ml.

3.4.1.3 Diseño Estadístico.

Los datos fueron procesados en el software **InfoStat**, en su versión libre para el análisis y obtención estadística descriptiva y gráficos para el análisis exploratorio que nos sirvió para desarrollar el diseño completo al azar que es una prueba comparativa basada en el



análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo. Y así poder interpretar los datos estadísticos significativos.

$$Y_{ij} = \mu + r_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = sería el valor observado (variable dependiente) [valor j-ésimo del tratamiento i-ésimo], y es el efecto del tratamiento i.

μ = sería una constante que en la recta de regresión equivale a la ordenada en el origen.

r_i = es una variable que varía de tratamiento a tratamiento.

ε_{ij} = es una variable aleatoria que añade a la función cierto error que desvía la puntuación observada de la puntuación pronosticada. Por tanto, a la función de pronóstico la podemos llamar "media del tratamiento i" (Portilla et al., 2006).

- PRUEBA DE TUKEY

Fue aplicada la prueba de **Tukey** para probar todas las diferencias entre medias de tratamiento. La única exigencia es que el número de repeticiones sea constante en todos los tratamientos. Este método se utilizó para comparar las medias de los tratamientos, dos a dos, o sea para evaluar las hipótesis:

$$\text{Tukey} = Q(\alpha, t, Gl) * s$$

α = nivel de probabilidad (5 % o 1%)

Gl = grados de libertad del error experimental.

$S\alpha$ = el error estándar de media de tratamiento

3.4.2 Determinación de los Parámetros Físicoquímicos

3.4.2.1 pH



El Método a evaluar fue Electrométrico, consiste en un potenciómetro, un electrodo de vidrio, un electrodo de referencia y un sistema de compensación de temperatura. El circuito fue completado a través del potenciómetro cuando los electrodos son sumergidos en la solución de ensayo. Muchos medidores de pH son capaces de efectuar lecturas de pH o de mili volts y algunas tienen posibilidad de expansión de escala que permite efectuar lecturas de hasta 0,001 unidades de pH, pero la mayoría de los instrumentos no son tan precisos. Para trabajos se utilizó un medidor de pH exacto y reproducible hasta 0,1 unidades de pH con un rango de 0 a 14 y equipado con ajuste de compensación de temperatura.

3.4.2.2 Temperatura

El método a evaluar fue por determinación directa donde las unidades de la temperatura son en °C, el sensor utilizado para la compensación automática de temperatura, normalmente no necesita una calibración, pero si la lectura de la temperatura es sospechosa de dar valores erróneos, puede calibrarse por comparación con un sistema certificado de temperatura.

Se introdujo el termómetro al ojo de agua durante 5 min. Luego tomar nota del valor obtenido.

3.4.2.3 Dureza Total

El método propuesto fue Titulométrico que es el ácido etil-endiamino-tetra-acético y sus sales de sodio (abreviado EDTA) formaron un complejo quelato soluble cuando son añadidos a una solución de ciertos cationes metálicos. Si una pequeña cantidad de un colorante tal como el negro de eriocromo T o calmagita es añadida a una solución acuosa conteniendo iones de calcio y magnesio a un pH de $10,0 \pm 0,1$; la solución toma un color rojo vino. Si, a continuación, se añade EDTA como reactivo titulante, los iones calcio y



magnesio son complejados. Y cuando estos son complejados, la solución cambia de color de rojo vino al azul, indicando el punto final de la titulación.

Para lo cual se tomó 50 ml de la muestra de agua con una pipeta vertiendo en un matraz Erlenmeyer de 250 ml, se añadió 1 a 2 ml de la solución amortiguadora (buffer) con pH 10,0 y 10,1 se agito la muestra hasta que toma un color rosa, seguidamente se agregó dos gotas de eriocromo T, finalmente se tituló con la solución EDTA agitando la muestra vigorosamente (tornándose de color azul) anotando el volumen de gasto. Una vez obtenidos los datos se reemplazaron en la siguiente formula.

Cálculos:

Dureza total EDTA en mg/l de $\text{CaCO}_3 = VG \text{ EDTA} \times M \text{ EDTA} \times 100000 \text{ ml de muestra}$

Donde:

VG = Gasto de EDTA (ml)

M = Molaridad del EDTA 3.4.2.4 Cloruros.

3.4.2.4 Solidos Disueltos Totales

El método fue el disco filtrante de fibra de vidrio, estos filtros de fibra de vidrio son preparados donde se inserta el disco con el lado rugoso hacia arriba en el aparato de filtración. Se aplicó al vacío y lavo con tres porciones sucesivas de 20ml de agua destilada grado reactivo. Elegir el tamaño de la muestra de manera de tener un peso de residuo seco entre 2,5 y 200 mg. Si se requieren más de 10 minutos para completar la filtración, aumentar el tamaño del poro del filtro.

Análisis: se agito la muestra con un agitador magnético y pipetear un volumen medido de muestra sobre el filtro de fibra de vidrio aplicado vacío. Se Lavó con agua en tres



porciones sucesivas de agua destilada permitiendo el drenaje total después de cada lavado y continuar la succión durante 3 minutos luego completar la filtración.

Cálculos:

$$\text{solidos disueltos totales } \left(\frac{mg}{l}\right) \frac{(A - B) * 100}{Vm}$$

Donde:

A= peso, expresado en mg. De la capsula más peso del residuo seco.

B= tara, expresada en mg. De la capsula.

Vm= volumen de la muestra expresada en ml.

3.4.2.5 Sulfatos

El método fue de turbidimetría donde conseguimos la formación de partículas de pequeño tamaño que causan la dispersión de la luz (turbidez de la solución) es proporcional al número de partículas que se encuentran a su paso, lo cual depende de la cantidad de analito presente en la muestra. Para esto se tomó un cierto volumen de muestra y se le agrego alguna sal que cause la formación de partículas de precipitado. El bario en presencia de sulfatos precipita como sulfato de bario $BaSO_4$, formando flóculos que causan un cierto grado de turbidez en la solución y este grado de turbidez es proporcional a la concentración de sulfatos presentes. El grado de turbidez se midió en un nefelómetro o turbidímetro en unidades NTU's (Nephelometric Turbidity Units ó Unidades Neofelometricas de Turbidez).

Análisis: Se puso 50 ml de muestra de agua en un frasco Erlenmeyer de 250 ml, se adiciona 5 ml de la solución estabilizadora y 5 ml de la solución cloruro de bario al 5%, se agita vigorosamente y se pasó hacer la lectura en un turbidimetria anotando los datos correspondientes.



$$mg \text{ de } SO_4 = 2/1 \frac{mg \text{ de } BaSO_4 * 1.000}{ml \text{ de muestra}}$$

3.4.2.6 Turbiedad

El método fue nefelométrico, basado en la comparación de la intensidad de la luz dispersada por la muestra en condiciones definidas, con la intensidad de la luz dispersada por una solución patrón de referencia en idénticas condiciones. Cuanto mayor es la intensidad de la luz dispersada, más intensa es la turbiedad. El equipo empleado fue turbidímetro (nefelómetro), el cual ofrece la lectura directa de turbiedad en unidades nefelométricas de turbiedad (UNT).

Análisis: Se limpió la celda con papel tissue y se vertió 25 mL de la muestra en celdas para turbidímetro. El resultado (NTU), se obtuvo directamente de la pantalla del turbidímetro y se anotó al valor más alto que alcanzó.

3.4.2.7 DBO

El método consistió en llenar con muestras hasta rebalsar, un frasco hermético de un tamaño específico e incubarlo a una temperatura específica durante 5 días. Se midió el oxígeno disuelto antes y después de la y la DBO es calculada a partir de la diferencia entre OD inicial y final. Debido a que el OD inicial es determinado inmediatamente después de efectuar la dilución cualquier consumo de oxígeno que pueda ocurrir después de esta medición es incluido en la medición de DBO.

3.4.2.8 DQO

El método colorimétrico de reflujo cerrado es apropiado para un amplio rango de desechos donde es. A 420 nm se usó un blanco de agua destilada con reactivos como solución. La medición de la absorbancia de un blanco no digerido contuvo dicromato, con agua destilada reemplazando a la muestra en este proceso tiene que realizarse la digestión



de la muestra por lo que la muestra en blanco será importante antes de pasar la muestra de estudio será necesario medir el volumen necesario pipetear 2.50 ml de muestra en una ampolla 16 * 150 nm con un volumen de solución de 1.50 de ml de solución de digestión reactivo H₂SO₄ 3.5 ml con un volumen final de 7.5 colocar los tubos en el digestor precalentado a 150 °C efectuar el reflujo durante dos horas.

Calculo:

$$DQO \left(\frac{mg}{l} \right) = \frac{(A - B) * M * 8.000}{V}$$

A= ml de FAS utilizados en la titulación en blanco.

B= ml de FAS utilizados en la titulación de la muestra.

M= molaridad de la solución de FAS.

V= volumen de la muestra empleada

8.000= peso miliequivalente de oxígeno * 1000 ml/l

3.4.3 Diseño Estadístico Parámetros Físicoquímicos

Los datos estadísticos fueron procesados con el programa **InfoStat** donde se hizo ANOVA de dos factores con varias muestras por grupo, considerándose los lugares de muestreo (UNA-PUNO, GUESC, MUNICIPIO PUNO) como los tratamientos y los bloques los constituyen los meses de muestreo (Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero), con 2 repeticiones en cada punto de muestreo. El modelo matemático a utilizar fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij}: Variable de respuesta.

μ: Promedio general

T_i: Efecto del i-esimo tratamiento (lugares de muestreo).



β_j : Efecto de bloques (meses de muestreo).

Eij: Error experimental Para la calidad microbiológica y físico – química de los puntos de estudio, se aplicaron las pruebas de Análisis de Varianza de dos factores con varias muestras y ver la significancia relativa. Todos estos análisis se realizaron con un nivel de confianza del 95% y un 5% de error. (Portilla et al., 2006).

- PRUEBA DE TUKEY

Fue aplicada la prueba de **Tukey** para probar todas las diferencias entre medias de tratamiento. La única exigencia es que el número de repeticiones sea constante en todos los tratamientos. Este método se utilizó para comparar las medias de los tratamientos, dos a dos, o sea para evaluar las hipótesis:

$$\text{Tukey} = Q(\alpha, t, Gl) * s$$

α = nivel de probabilidad (5 % o 1%)

Gl= grados de libertad del error experimental.

$S\alpha$ = el error estándar de media de tratamiento

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Calidad bacteriológica Coliformes Totales y Termotolerantes de las tres piscinas de la ciudad de Puno.

4.1.1 Coliformes Totales.

De las tres piscinas que fueron evaluadas en la ciudad de Puno durante los tres meses se obtuvieron los siguientes valores promedio la piscina UNA-Puno un promedio de 1.4 UFC/100 ml, la GUE-San-Carlos 181.9 UFC/100 ml, Municipio de Puno 8.1 UFC/100 ml, siendo el valor máximo en la piscina GUE San Carlos y un valor mínimo en la UNA-Puno. (Tabla 3)

Según los meses muestreados presentaron un promedio en Noviembre 7.3 UFC/100 ml, en Diciembre 2.8 UFC/100 ml, Enero 226 UFC/100 ml y Febrero 19.0 UFC/100 ml, siendo el máximo valor en el mes de Enero un mínimo en el mes de Noviembre (Tabla 3).

Tabla 3. Valores de Coliformes Totales del agua de las tres piscinas de la ciudad de Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero del 2020.

COLIFORMES TOTALES (UFC/100 ml 35 a 37 °C)					
	UNA-Puno	GUESC	Municipio	\bar{X}	σ
Noviembre	0	0	10	7.3	11.7
	2	2	30		
Diciembre	0	1	2	2.8	3.6
	2	2	10		
Enero	1	0	0	226	551
	2	1350	3		
Febrero	0	0	0	19.0	39.9
	4	100	10		
\bar{X}	1.4	181.9	8.1		
σ	1.4	473.3	9.9		

Los valores de coliformes totales de las tres piscinas de la ciudad de Puno no presentaron una diferencia significativa ($F_c=1,096$, $G_l=2$ y $P= 0.365$)

Para los meses evaluados no existió la diferencia estadística significativa entre los valores durante los meses de evaluación ($F_c=0,9233$, $G_l=3$ y $P= 0.459$)

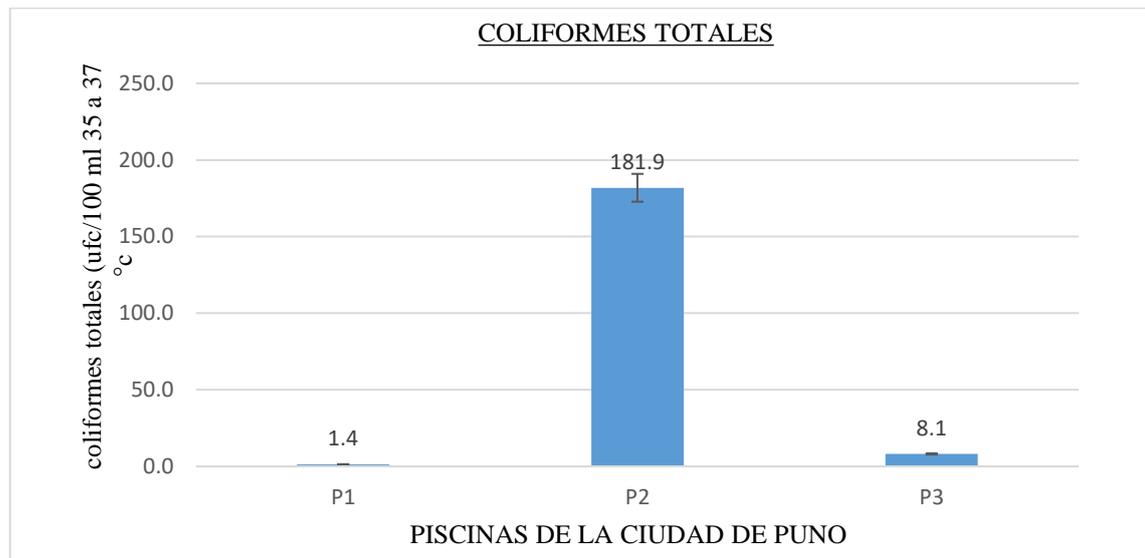


Figura 3: Promedios de coliformes totales según las zonas evaluadas P1-UNA-Puno, P2-GUE-San-Carlos y P3-Municipio-de-Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero 2020 en la ciudad de Puno.

Por consiguiente, de acuerdo a los resultados de análisis de coliformes totales indicaron que las aguas de las tres piscinas de la ciudad de Puno no exceden los límites máximos permisibles destinada a la recreación según ECA-MINAM (2008), de igual forma los resultados obtenidos en Romero (2009), al evaluar 15 piscinas en la ciudad de México encontró bajos niveles de contaminación ya que hay una gran tendencia a ser áreas recreativas y de un control por parte de las autoridades. Por otro lado Corrales (2010), encontró 30 UFC/100 ml a 37 °C que fue un valor no permisible en aguas de uso recreativo, así mismo Salazar (2015), menciona que estas aguas deben de recibir tratamiento efectivo con los LMP dados en la normativa actual la cual se maneja hoy en día para sus diferentes fines y estos deben ser soporte elemental para su control ya que un alto nivel de bacterias coliformes totales, pueden indicar la presencia de una cantidad de

heces y otros materiales orgánicos sin tratar, que pueden tener un serio impacto en la población que concurre a estas piscinas.

4.1.2 Coliformes Fecales (Termotolerantes).

Los resultados de las tres piscinas evaluadas para la determinación de coliformes fecales (termotolerantes) se desarrollaron a 44.5 °C los cuales son permisibles para el hombre al estar en contacto de estas aguas por lo que se obtuvo los siguientes valores promedio máximo de la piscina UNA-Puno 1 UFC/100 ml, GUE-San-Carlos 9.1 UFC/100 ml, Municipio-Puno obtuvo un promedio de 3 UFC/100 ml. Donde el máximo promedio la obtuvo la piscina GUE-San-Carlos y el mínimo valor la piscina UNA-Puno. (Tabla 4)

Según los meses de estudio los valores promedio oscilaron en Noviembre 0.8 UFC/100 ml, Diciembre 1.2 UFC/100ml, Enero 8 UFC/100 ml y Febrero 7.5 UFC/100 ml. Así el valor máximo lo obtuvo en el mes de Enero y Febrero y bajos niveles en Noviembre y Diciembre. (Tabla 4)

Tabla 4. Valores de Coliformes Fecales (Termotolerantes) del agua de las tres piscinas de la ciudad de Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero del 2020

COLIFORMES FECALES (TERMOTOLERANTES) (UFC/100 ml 44.5 °C)					
	UNA-Puno	GUESC	Municipio	\bar{X}	σ
Noviembre	0	0	0	0.8	2.0
	0	0	5		
Diciembre	0	1	2	1.2	0.8
	1	1	2		
Enero	1	0	0	8	19
	0	47	0		
Febrero	1	3	5	7.5	7.3
	5	21	10		
\bar{X}	1.0	9.1	3.0		
σ	1.7	16.9	3.5		

Los valores de coliformes fecales de las tres piscinas de la ciudad de Puno no presentaron una diferencia significativa ($F_c=1,322$, $G_l=2$ y $P= 0.495$).

Por otro lado, no existió diferencia estadística significativa entre los valores durante los meses de evaluación ($F_c=0,844$, $G_I=3$ y $P=0.302$).

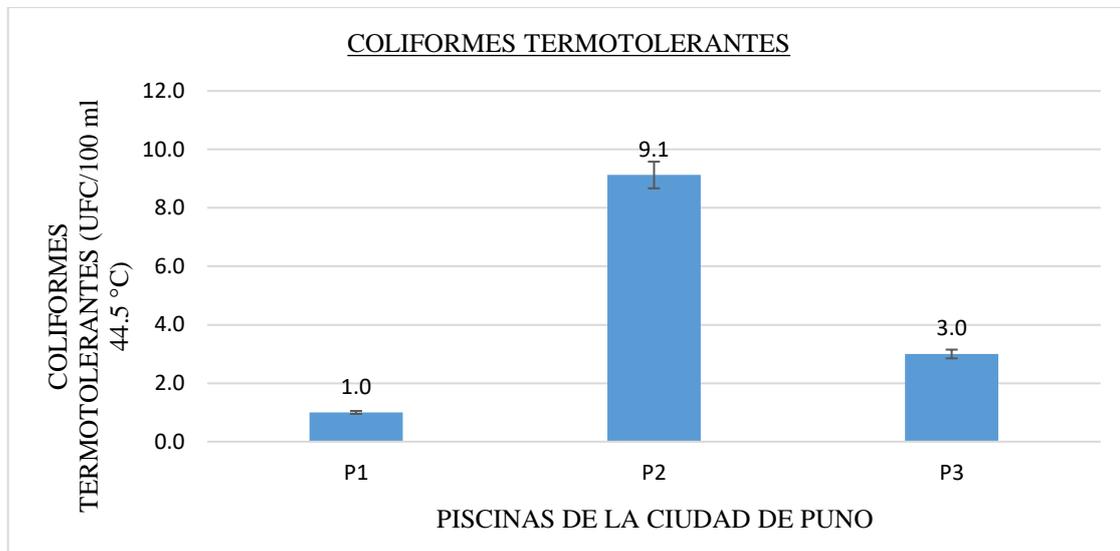


Figura 4: Promedios de coliformes Fecales (Termotolerantes) según las zonas evaluadas P1-UNA-Puno, P2-GUE-San-Carlos y P3-Municipio-de-Puno; durante los meses Noviembre 2019 a Febrero 2020 en la ciudad de Puno.

Por consiguiente, de acuerdo a los resultados de análisis de coliformes totales indicaron que las aguas de las tres piscinas de la ciudad de Puno no exceden los límites máximos permisibles destinada a la recreación según ECA-MINAM (2008), de igual forma los resultados obtenidos por Layza (2013), determinó que el 38% de las piscinas presentan coliformes termotolerantes de un total de 84 piscinas de Trujillo siendo estas superiores a los LMP, así mismo Los resultados obtenidos en la investigación, fueron inferiores a estudios trazados por Fernández y Sotil (2017), quienes evaluaron la presencia de coliformes fecales por encima de los 11000 NMP/100 ml estos excedieron los LMP propuestos por la normativa vigente, por otro lado Cruz (2018) obtuvo un valor de 8.25 NMP/100 ml en los diferentes sitios que evaluó lo cual no excede a los LMP, menciona también que la gran cantidad de coliformes fecales nos provoca enfermedades peligrosas como infecciones de las vías urinarias, oculares, auditivas, dérmicas y principalmente gastrointestinales y que debemos evitar.

4.2 Calidad Fisicoquímica del Agua de Tres piscinas de la Ciudad de Puno.

4.2.1 Potencial de Hidrogeniones (pH).

Se obtuvieron valores promedio de pH que oscilan entre la piscina UNA-Puno con 7.2 pH, la piscina GUE-San Carlos con 7.5 pH y la piscina Municipio-Puno con 7.2 es aquí donde observamos que el valor ronda en los tres en un pH de 7.2 a 7.5. (Tabla 5)

Según los meses estudiados se obtuvo promedio en Noviembre 7.4 pH, Diciembre un 6.7 pH, Enero 8 pH y Febrero con un promedio de 7.2 pH. Lo cual también indica que se obtuvo un mayor margen en el mes de Enero y uno menor en el mes de Diciembre. (Tabla 5)

Tabla 5. Valores de potencial de hidrogeniones del agua de las tres piscinas de la ciudad de Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero del 2020

POTENCIAL DE HIDROGENIONES (pH)					
	UNA-Puno	GUESC	Municipio	\bar{X}	σ
Noviembre	6.13	7.26	8.08	7.4	0.7
	8.05	7.23	7.42		
Diciembre	5.01	6.3	5.7	6.7	1.2
	8.07	7.52	7.65		
Enero	8.74	8.34	8.74	8	1
	7.14	8.09	7.14		
Febrero	6.7	7.1	6.3	7.2	0.8
	7.9	8.4	6.7		
\bar{X}	7.2	7.5	7.2		
σ	1.2	0.7	1.0		

Los valores de pH de las tres piscinas de la ciudad de Puno no presentaron una diferencia estadística significativa por meses ($F_c=1,58$, $G_l=3$ y $P=0.243$).

Por otro lado, no existió diferencia estadística significativa entre las piscinas evaluadas ($F_c=0,230$, $G_l=2$ y $P= 0.797$).

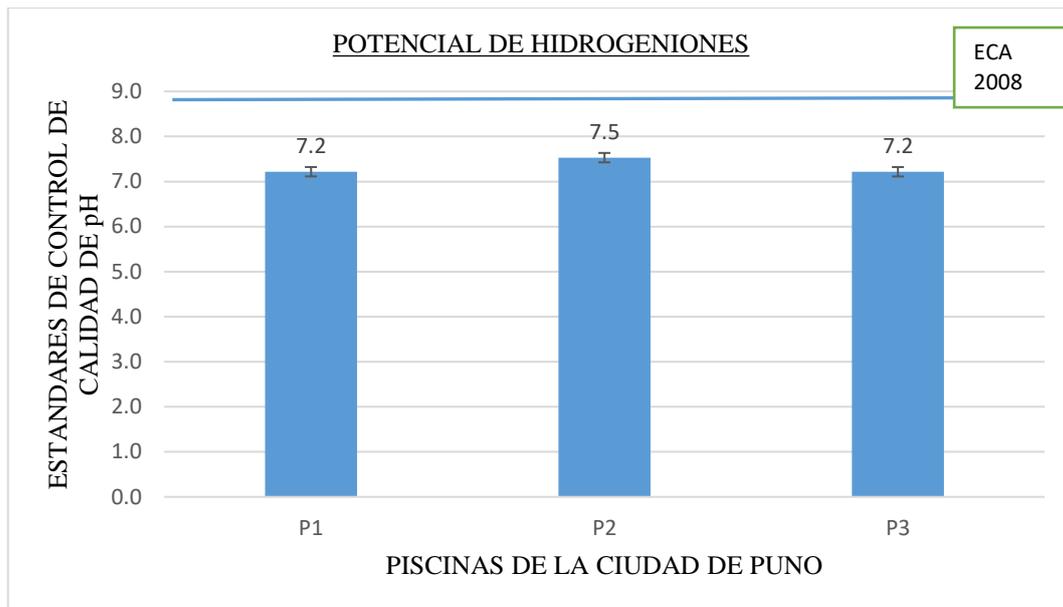


Figura 5: Promedios de potencial de hidrogeniones pH según las zonas evaluadas P1-UNA-Puno, P2-GUE-San-Carlos y P3-Municipio-de-Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero 2020 en la ciudad de Puno.

Por consiguiente, de acuerdo a los resultados de análisis de pH indicaron que las aguas de las tres piscinas de la ciudad de Puno no exceden los límites máximos permisibles destinada a la recreación según ECA-MINAM (2008), de igual forma los resultados obtenidos en el balneario del río Hardy se encontró valores similares con un promedio de pH entre 8.0 y 8.4 con un valor mínimo de 7.2 y un máximo de 8.9 estos variaron muy poco entre los sitios de muestreo y sus valores dentro de los LMP Romero (2010). Por otro lado valores encontrados de pH entre 6 y 9 son los más aptos para el desarrollo de la vida acuática. El pH de las aguas puede variar según el tipo de vertimiento de agua el desarrollo de algas conlleva a un consumo de CO_2 y esto eleva el pH López (2016). Asimismo el pH del agua de mantenerse ligeramente alcalino, entre 7,2 y 7,6 ya que el pH mayor a 7.6 produce irritación en la piel y las mucosas, enturbia el agua y eleva la posibilidad de determinar precipitaciones calcáreas. El pH menor a 7.2 produce corrosión en las instalaciones (San Martín, 2006) por esto vemos que los autores obtuvieron niveles por debajo de los establecidos por MINAM ya que son aptos para el uso recreativo

4.2.2 Temperatura

Los valores de temperatura que se registraron en las piscinas fueron los siguientes UNA-Puno con un promedio de 22.4 °C, GUE-San-Carlos con un promedio de 22.0 °C y Municipio-Puno 26.6 °C. Los cuales promedian un máximo de la piscina Una-Puno y una mínima temperatura en la piscina Municipio-Puno donde difieren uno de otro. (Tabla 6) De igual forma en los meses se registraron temperaturas, para el mes de Noviembre un promedio de 17.8 °C, Diciembre con un promedio de 16.2 °C, Enero con un promedio de 21 °C, Febrero con un promedio de 20.1°C de los cuales promedio más alto está en el mes de Enero y el promedio más bajo de temperatura en el mes de Diciembre (Tabla 6).

Tabla 6. Valores de Temperatura °C del agua de las tres piscinas de la ciudad de Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero del 2020

TEMPERATURA °C					
	UNA-Puno	GUESC	Municipio	\bar{X}	σ
Noviembre	17	17	17	17.8	0.8
	18.4	18.7	18.4		
Diciembre	15.6	16.4	13.5	16.2	1.5
	17.3	17.2	17.3		
Enero	20.4	20.6	20.1	21	1
	20.4	21.6	21.3		
Febrero	18.3	19.9	20	20.1	1.6
	20.1	23	19		
\bar{X}	18.4	19.3	18.3		
σ	1.8	2.4	2.4		

Los valores de Temperatura de las tres piscinas de la ciudad de Puno si presentaron una diferencia estadística significativa por meses ($F_c=15,223$, $G_l=3$ y $P= 0.0002$). Donde los meses de Noviembre a enero, febrero y Diciembre enero, febrero existieron diferencia estadística significativa al aplicar la prueba de tukey.

Por otro lado, para las tres piscinas no existió diferencia estadística significativa entre los valores ($F_c=1,33$, $G_l= 2$ y $P= 0.300$).

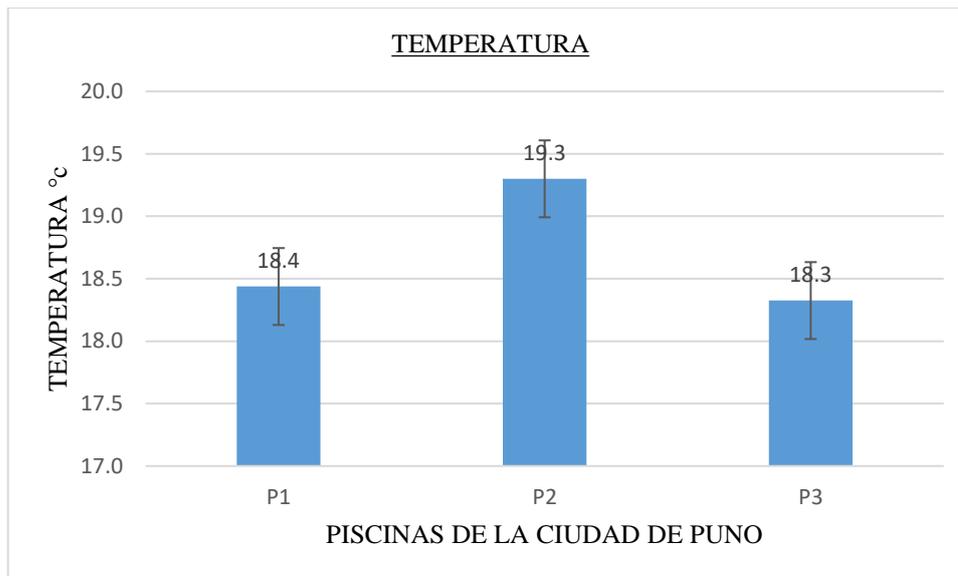


Figura 6: Promedios de temperatura °C según las zonas evaluadas P1-UNA-Puno, P2-GUE-San-Carlos y P3-Municipio-de-Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero 2020 en la ciudad de Puno.

Por consiguiente, de acuerdo a los resultados de análisis de temperatura indicaron que las aguas de las tres piscinas de la ciudad de Puno no exceden los límites máximos permisibles destinada a la recreación según ECA-MINAM (2008), de igual forma los resultados obtenidos por López (2016), halló diferencia entre la temperatura del agua el día de muestreo y la temperatura media anual del agua que según el Atlas Ambiental de Buenos Aires, es de 20°C en los cursos y espejos de agua, así mismo Santa Marina et al., (2009), dijo que la temperatura es un factor influyente en el crecimiento de algas y cianobacterias las cuales son dañinas para la salud ya que este proceso puede cambiar el pH y por ende producir algunas enfermedades a nivel de la piel, por otra parte Condori (2018) menciona que la temperatura perfecta para nadar y jugar en el agua sin riesgo alguno para nuestra salud es entre los 24 - 28 °C. De igual manera Voda (2018), afirmó que la piscina climatizada normalmente, es que el agua tenga una temperatura de entre 24 - 26 °C, teniendo en cuenta las temperaturas actuales donde se ven elevadas y pueden ser niveladas a temperatura de una piscina de 22 - 24 °C.

4.2.3 Dureza Total.

Los valores de Dureza Total en promedio en las tres piscinas de la ciudad de Puno fueron UNA-Puno 534.7 mg/L CaCO₃, GUE-San-Carlos 491.6 mg/L CaCO₃, Municipio-Puno 494.3 mg/L CaCO₃; con un valor máximo en la piscina UNA-Puno y un valor mínimo en la piscina GUE-San-Carlos. (Tabla 7)

De la misma forma los promedio de Dureza Total en los meses de Noviembre con un promedio de 532.6 mg/L CaCO₃, Diciembre con un promedio de 579.2 mg/L CaCO₃, Enero con un promedio de 443 mg/L CaCO₃ y Febrero con un promedio de 473.0 mg/L CaCO₃ donde el valor máximo lo encontramos en el mes de Diciembre y el valor mínimo en el mes de Enero. (Tabla 7)

Tabla 7. Valores de Dureza Total mg/L CaCO₃ del agua de las tres piscinas de la ciudad de Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero del 2020

	DUREZA TOTAL CaCO ₃ mg/l			\bar{X}	σ
	UNA-Puno	GUESC	Municipio		
Noviembre	529.83	538.91	568.638	532.6	24.7
	501.29	510.01	546.87		
Diciembre	553.12	598.34	550.9	579.2	45.5
	664.211	557.45	551.18		
Enero	570	480	386	443	83
	420	470	330		
Febrero	509.1	428.9	457.3	473.0	78.0
	530.12	348.9	563.8		
\bar{X}	534.7	491.6	494.3		
σ	69.0	78.6	92.3		

Los valores promedio obtenidos de Dureza Total en la evaluación no presentaron diferencia estadística significativa ($F_c=1,86$, $G_l= 2$ y $P= 0.197$).

Por otro lado, no existió diferencia estadística significativa durante los meses de evaluación ($F_c=8,92$, $G_l=3$ y $P=0.06$).

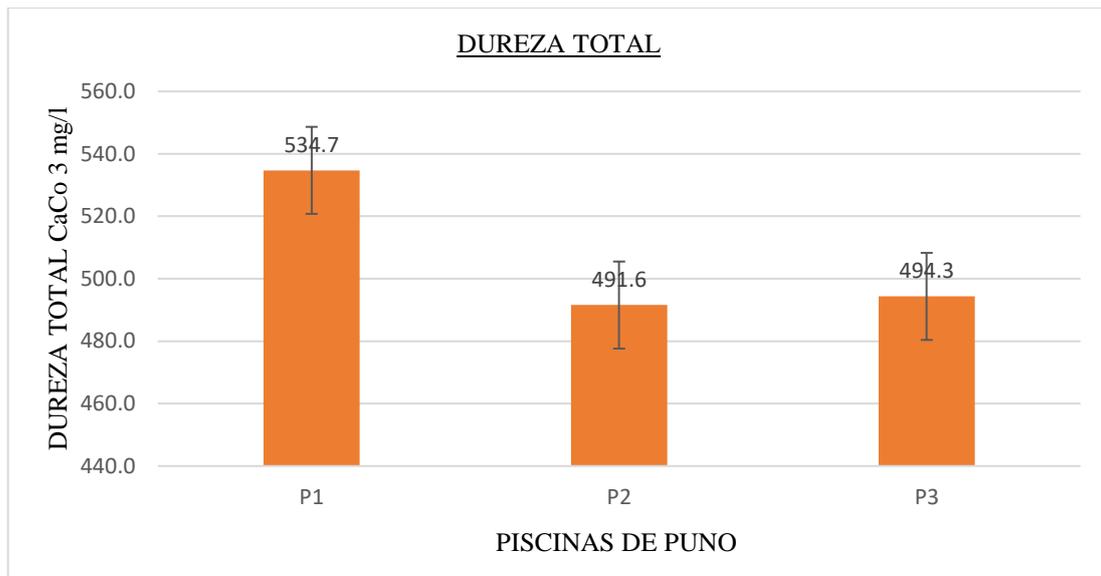


Figura 7: Valores de Dureza Total mg/l CaCO₃ según las zonas muestreadas P1-UNA-Puno, P2-GUE-San-Carlos y P3-Municipio-de-Puno, durante los meses Noviembre 2019 a Febrero 2020 en la ciudad de Puno.

De acuerdo a los resultados de análisis de dureza total indicaron que las aguas de las tres piscinas de la ciudad de Puno no exceden los límites máximos permisibles destinada a la recreación según ECA-MINAM (2008), de igual forma los resultados obtenidos son similares a los encontrados por Badilla (2005), donde encontró que la Dureza del agua eran superiores en algunas piscinas de las 12 estudiadas de 300 mg/l CaCO₃ que no exceden los LMP. Así mismo Hanna (s/n), obtuvo la dureza optima del agua de 150 – 250 mg/l co₃ca, dependerá del tipo de tratamiento que se someta al agua. Por lo tanto los definidos por la organización mundial de la salud donde presento concentraciones inferiores a 60 ml/L y muy dura aquella con valores superiores a 180mg/L el calcio se disuelve prácticamente de todas las rocas, y por lo tanto se detecta en todas las aguas (OMS, 2006).

4.2.4 Solidos Disueltos Totales.

Los valores que se obtuvieron en las tres piscinas con respecto a los sólidos disueltos totales los promedios fueron para UNA-Puno fue 782.7 mg/L, así mismo para GUE-San-

Carlos 1140.5 mg/L, de igual forma Municipio-Puno 946.8 mg/L donde el valor máximo de solidos disueltos fue GUE-San-Carlos y un valor mínimo de UNA-Puno. (Tabla 8)

De igual manera para los meses de Noviembre un promedio de 1240.0 mg/L, Diciembre con un promedio 1190.7 mg/L, Enero con un promedio de 923 mg/L y febrero con un promedio 473 mg/L por lo que se tuvo un valor máximo en el mes de Noviembre y un promedio mínimo en el mes de Febrero. (Tabla 8)

Tabla 8. Valores promedio de Solidos Disueltos Totales mg/L del agua de las tres piscinas de la ciudad de Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero del 2020.

SOLIDOS DISUELTOS TOTALES mg/L					
	UNA-Puno	GUESC	Municipio	\bar{X}	σ
Noviembre	1460	1490	790	1240.0	365.1
	750	1440	1510		
Diciembre	1120	1301	963	1190.7	304.4
	750	1540	1470		
Enero	578	1286	570	923	386
	564	1289	1250		
Febrero	509.1	428.9	457.3	473.0	78.0
	530.12	348.9	563.8		
\bar{X}	782.7	1140.5	946.8		
σ	338.7	474.1	420.2		

Los valores obtenidos de Solidos Disueltos Totales para la prueba estadística las tres piscinas de la ciudad de Puno, en la evaluación no presentaron diferencias significativas ($F_c=3,14$, $G_l=2$ y $P=0.079$).

Por otro lado, si existió diferencia estadística significativa durante los meses de evaluación ($F_c=9,07$, $G_l=3$ y $P=0.0020$), entre los meses de noviembre diciembre y febrero existió diferencia estadística significativa al aplicar la prueba tukey.

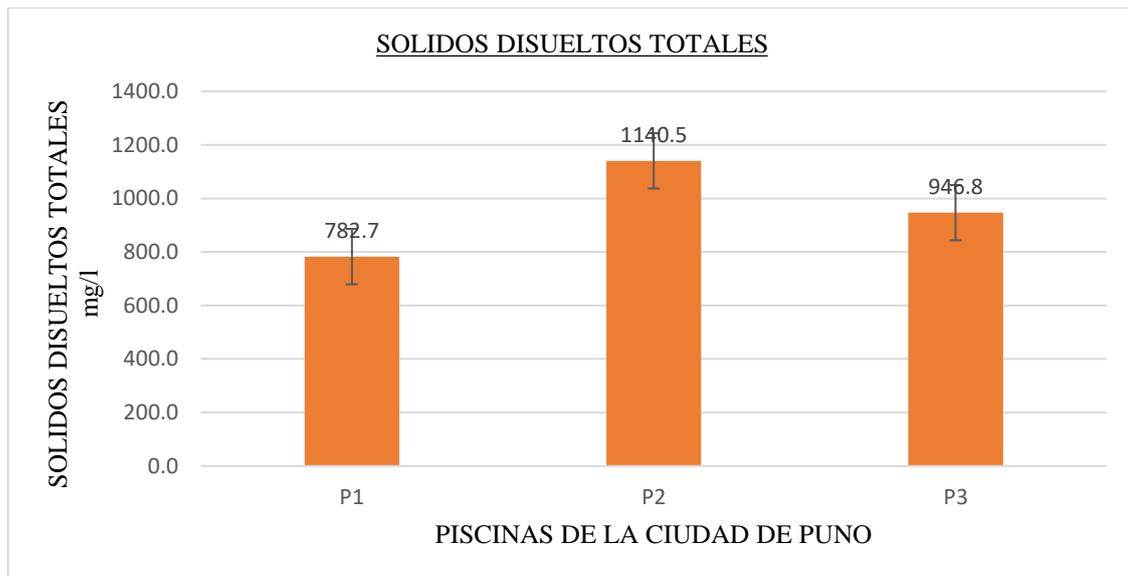


Figura 8: Valores de sólidos disueltos totales mg/L según las zonas evaluadas P1-UNA-Puno, P2-GUE-San-Carlos y P3-Municipio-de-Puno, durante los meses Noviembre 2019 a Febrero 2020 en la ciudad de Puno

De acuerdo a los resultados de análisis de sólidos disueltos totales indicaron que las aguas de las tres piscinas de la ciudad de Puno no exceden los límites máximos permisibles destinada a la recreación según ECA-MINAM (2008), por otro lado los resultados obtenidos son superiores a los encontrados por Orozco et al., (2008), donde encontró valores de entre 188 – 317 mg/L estos no exceden los límites permisibles y refiere que los valores de los sólidos totales disueltos indican la presencia de materiales en suspensión, tales como arcillas, limos, materia orgánica e inorgánica, Así mismo Condori (2018), encontró niveles superiores en las 9 piscinas evaluadas en la ciudad de Juliaca donde obtuvo resultados de 1527 mg/L, estos pueden afectar seriamente la palatabilidad del agua y provocar reacciones fisiológicas adversas. En conclusión la OMS (2006) refiere que los sólidos disueltos pueden afectar el color, olor y sabor del agua.

4.2.5 Sulfatos

Lo valores que se obtuvieron con respecto a los sulfatos mg/L SO₄ en las piscinas promedio UNA-Puno 280.0 mg/L SO₄, GUE-San-Carlos 594.1 mg/L SO₄, Municipio-

Puno 537.9 mg/L SO₄, como máximo promedio se vio en la GUE-San-Carlos y un valor mínimo en la Piscina de UNA-Puno. (Tabla 9)

Los valores obtenidos para los meses de Noviembre fueron 574.0 mg/L SO₄, Diciembre con un promedio de 692.5 mg/L SO₄, Enero con un promedio de mg/L SO₄, Febrero con un promedio de mg/L SO₄, los promedios máximo se encontró en el mes de Diciembre y un promedio mínimo en el mes de Enero.(Tabla 9)

Tabla 9. Valores promedio de Sulfatos mg/L SO₄ del agua de las tres piscinas de la ciudad de Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero del 2020.

	SULFATOS mg/L SO ₄			\bar{X}	σ
	UNA-Puno	GUESC	Municipio		
Noviembre	350	554	280	574.0	251.8
	520	900	840		
Diciembre	348	839	963	692.5	266.9
	365	860	780		
Enero	93	326	138	225	133
	90	313	391		
Febrero	210	435	429	391.0	125.5
	264	526	482		
\bar{X}	280.0	594.1	537.9		
σ	146.7	241.0	291.2		

Los valores obtenidos de Sulfatos en la evaluación de las piscinas si presentaron diferencia estadística significativa ($F_c=9,37$, $G_l= 3$ y $P= 0.0035$).

Por otro lado, existió diferencia estadística significativa durante los meses de evaluación ($F_c=10,49$, $G_l=3$ y $P= 0.0010$), finalmente entre los meses de diciembre y enero existió una diferencia estadística significativa al aplicar la prueba tukey.

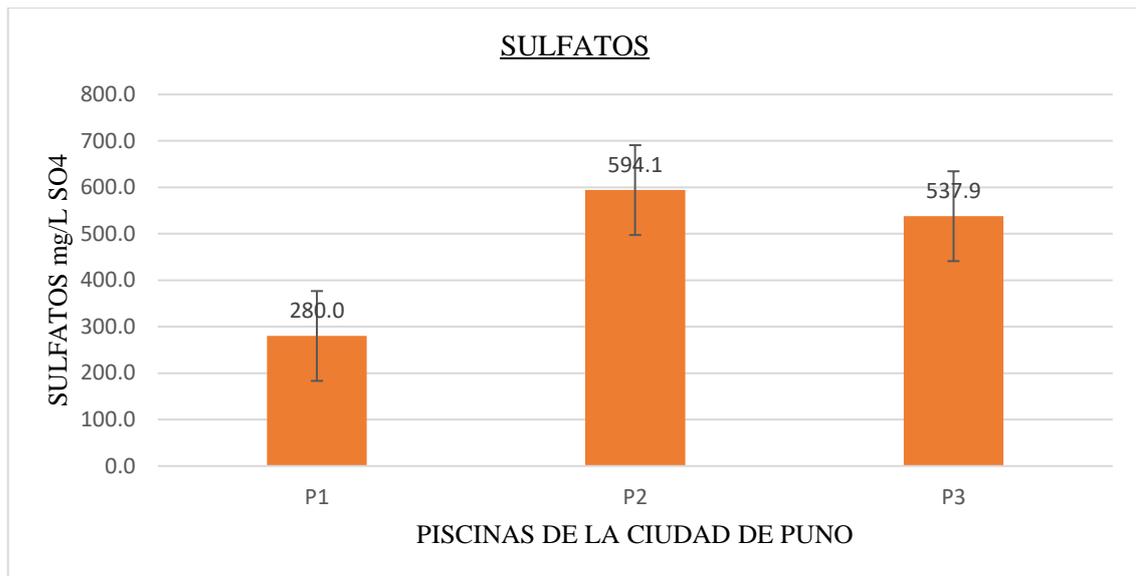


Figura 9: Valores de Sulfatos mg/L SO₄ según las zonas evaluadas P1-UNA-Puno, P2-GUE-San-Carlos y P3-Municipio-de-Puno, durante los meses Noviembre 2019 a Febrero 2020 en la ciudad de Puno.

De acuerdo a los resultados de análisis de sulfatos indicaron que las aguas de las tres piscinas de la ciudad de Puno no exceden los límites máximos permisibles destinada a la recreación según ECA-MINAM (2008), por otro lado los resultados obtenidos fueron superiores a los encontrados por Mamani (2007), donde determinó valores promedios de 296 mg/L en muestras de agua de reservorio y de caño en el distrito de Huanuara (Tacna), para el uso de piscinas, no se encontró exceso con los límites máximos permisibles, por otro lado en Oruna (2010), indico que los resultados que son superiores no suele presentar problemas de potabilidad a las aguas de consumo, pero en ocasiones, contenidos superiores a 300 mg/l pueden ocasionar trastornos gastrointestinales en los niños, así mismo Chavez (2018), también menciona que los sulfatos de sodio y magnesio pueden tener acción laxante, por lo que no es deseable un exceso de los mismos al momento de tragarla accidentalmente.

4.2.6 Turbiedad.

Los resultados que obtuve en las tres piscinas con respecto a la turbidez los promedios fueron para UNA-Puno 2.7 NTU, GUE-San Carlos 2.6 NTU, Municipio-Puno 1.8 NTU

donde el valor máximo de turbidez fue UNA-Puno y un valor mínimo de Municipio-Puno. (Tabla 10)

De igual manera para los meses de Noviembre un promedio de 2.3 NTU, Diciembre con un promedio 1.4 NTU, Enero con un promedio de 3 NTU y febrero con un promedio 2.9 NTU por lo que se tuvo un valor máximo en el mes de Febrero y un promedio mínimo en el mes de Diciembre. (Tabla 10)

Tabla 10. Valores promedio de Turbiedad NTU del agua de las tres piscinas de la ciudad de Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero del 2020.

TURBIEDAD NTU					
	UNA-Puno	GUESC	Municipio	\bar{X}	σ
Noviembre	5.63	4.03	1.03	2.3	2.1
	0.28	1.03	1.57		
Diciembre	3.1	2.1	1.48	1.4	1.1
	1.1	0.16	0.17		
Enero	2.9	3.1	2.7	3	1
	2.9	4.3	1.7		
Febrero	3.1	2.6	3.1	2.9	0.5
	2.5	3.7	2.3		
\bar{X}	2.7	2.6	1.8		
σ	1.6	1.5	0.9		

Los valores obtenidos de Turbiedad no existe diferencia estadística significativa en las piscinas evaluadas ($F_c=1,00$, $G_I= 2$ y $P= 0.395$)

Por otro lado, tampoco existió diferencia estadística significativa durante los meses de evaluación ($F_c=1,50$, $G_I=3$ $F_t=3,49$ y $P= 0.264$).

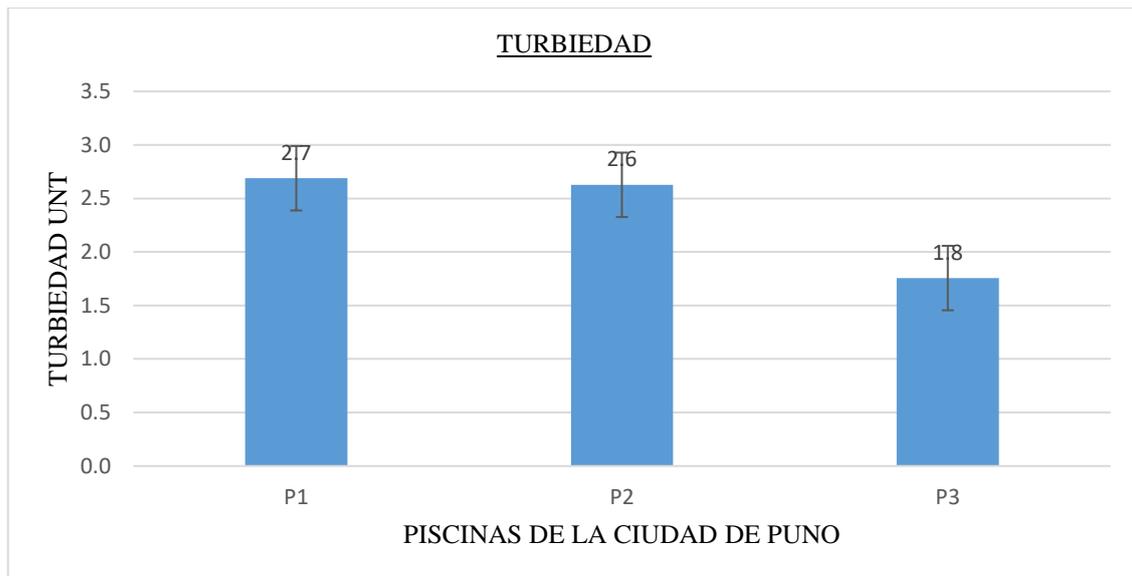


Figura 10: Valores de Turbidez UNT según las zonas evaluadas P1-UNA-Puno, P2-GUE-San-Carlos y P3-Municipio-de-Puno, durante los meses Noviembre 2019 a Febrero 2020 en la ciudad de Puno.

De acuerdo a los resultados de análisis de turbidez indicaron que las aguas de las tres piscinas de la ciudad de Puno no exceden los límites máximos permisibles destinada a la recreación según ECA-MINAM (2008), por otro lado los resultados obtenidos fueron similares a los de Condori (2018), donde se encontró valores de entre 0.34 – 4.21 UNT de nueve piscinas de la ciudad de Juliaca provincia de San Román – Puno y estas no exceden los límites permisibles. De igual forma se encontró resultados similares reportados por Carrasquero et al., (2015), quienes encontraron valores de turbidez entre 1.52 – 4.71 UNT en 10 piscinas en Maracaibo donde no se observó exceso permisible según su normativa vigente. Por otra parte, el estudio de Ortega y Tinoco (2017), reportaron valores de turbiedad superiores que oscilan entre 11.75 – 18.50 UNT de las aguas de los 4 parques acuáticos de Guayaquil – Ecuador con un promedio de 13.63 UNT, por otro lado De la Rosa et al., (2015), obtuvo resultados de su evaluación con un promedio de 1.40 UNT durante el funcionamiento y 1.03 UNT sin la presencia de bañistas valores que no son permisibles. Por otra parte Cruz (2018), reporto valores superiores en los baños termales de Moyobamba con un promedio de 10 UNT – 11.25 UNT, de los

cuales cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (turbiedad: hasta 100 UNT). A su vez Chavez (2018) menciona que una alta turbiedad puede proteger a los microorganismos patógenos de la desinfección, estimular la proliferación de las bacterias y provocar una demanda considerable de cloro.

4.2.7 Demanda Bioquímica de Oxígeno.

Los resultados que obtenidos promedios fueron para UNA-Puno 4.0 mg/L, así mismo para GUE-San Carlos 4.1 mg/L, de igual forma Municipio-Puno 4.7 mg/L donde el valor máximo de DBO 5 fue Municipio-Puno y un valor mínimo de UNA-Puno. (Tabla 11)

De igual manera para los meses de Noviembre un promedio de 3.9 mg/L, Diciembre con un promedio 4.7 mg/L, Enero con un promedio de 3 mg/L y febrero con un promedio 5.9 mg/L por lo que se tuvo un valor máximo en el mes de Febrero y un promedio mínimo en el mes de Enero. (Tabla 11)

Tabla 11. Valores promedio de Demanda Bioquímica de Oxígeno del agua de las tres piscinas de la ciudad de Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero del 2020.

	DBO 5 mg/L			\bar{X}	σ
	UNA-Puno	GUESC	Municipio		
Noviembre	2	3	4	3.9	1.2
	4	5	5.2		
Diciembre	3.1	4	6	4.7	1.0
	5.2	4.6	5.4		
Enero	3	3	3	3	0
	3	3	3		
Febrero	5	4	5	5.5	1.0
	7	6	6		
\bar{X}	4.0	4.1	4.7		
σ	1.6	1.1	1.2		

Los valores obtenidos de DBO 5 en la evaluación de las piscinas no presentaron diferencia estadística significativa ($F_c=1,12$, $G_I= 2$ y $P= 0.355$).

Por otra parte, existe una diferencia estadística significativa durante los meses de evaluación ($F_c=7,10$, $G_I=3$ y $P=0.0053$), finalmente entre los meses de (noviembre;

febrero), (diciembre; enero) y (enero; febrero) existió diferencia estadística significativa al aplicar la prueba tukey.

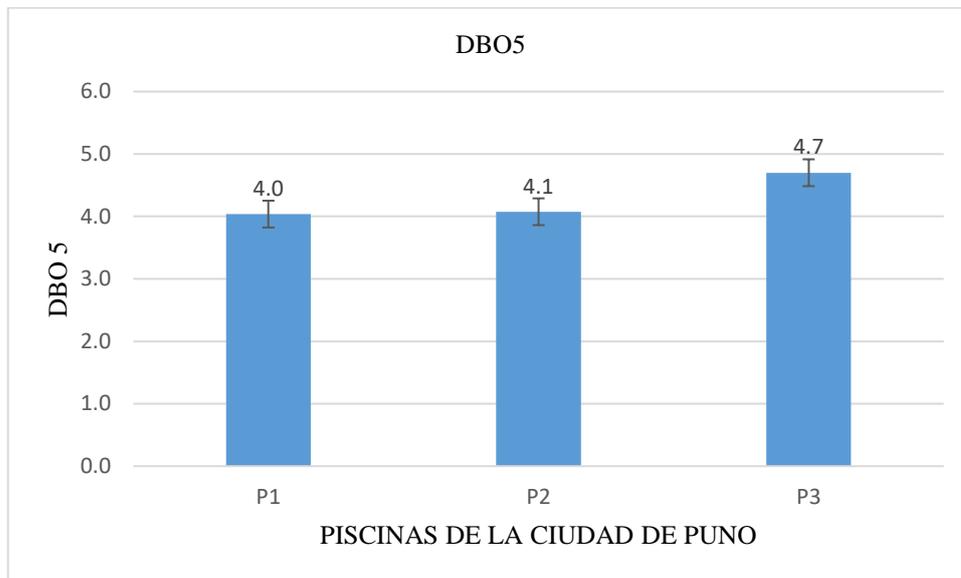


Figura 11: Valores promedio Demanda Bioquímica de Oxígeno según las zonas evaluadas P1-UNA-Puno, P2-GUE-San-Carlos y P3-Municipio-de-Puno, durante los meses Noviembre 2019 a Febrero 2020 en la ciudad de Puno.

De acuerdo a los resultados de análisis de Demanda Bioquímica de Oxígeno indicaron que las aguas de las tres piscinas de la ciudad de Puno no exceden los límites máximos permisibles destinada a la recreación según ECA-MINAM (2008), por otro lado los resultados obtenidos fueron similares a los reportados por Pérez (2017), reporto valores de 2 - 7 mg/L los cuales son aguas de diferentes afluentes utilizados para tres piscinas de Santiago de Cuba. Así mismo (Fernando, 2017) encontró niveles de 2 - 6 mg/L en las tres piscinas donde realizo su estudio y estima que es por el tipo de agua que se utiliza para dicho fin y estos no exceden según la normativa dispuesta.

4.2.8. Demanda Química de Oxígeno.

Los promedios obtenidos en las piscinas fueron para UNA-Puno 9.3 mg/L, así mismo para GUE-San-Carlos 9.1 mg/L, de igual forma Municipio-Puno 11.6 mg/L donde el valor máximo de DQO fue Municipio-Puno y un valor mínimo de GUE-San-Carlos. (Tabla 12)

Igual para los meses de Noviembre un promedio de 11.3 mg/L, Diciembre con un promedio 16.2 mg/L, Enero con un promedio de 5 mg/L y febrero con un promedio 7.2 mg/L por lo que se tuvo un valor máximo en el mes de Diciembre y un promedio mínimo en el mes de Enero. (Tabla 12)

Tabla 12. Valores promedio de Demanda Química de Oxígeno del agua de las tres piscinas de la ciudad de Puno durante los meses Noviembre 2019 a Febrero del 2020.

	DQO			\bar{X}	σ
	UNA-Puno	GUESC	Municipio		
Noviembre	8	9	14	11.3	2.8
	10	15	12		
Diciembre	10	11	14	16.2	6.2
	19	16	27		
Enero	5	5	5	5	1
	7	5	5		
Febrero	6	5	9	7.2	1.6
	9	7	7		
\bar{X}	9.3	9.1	11.6		
σ	4.3	4.5	7.2		

Los valores obtenidos de DQO para la evaluación no presentaron diferencia estadística significativa ($F_c=1,12$, $G_l=2$ y $P=0.357$).

Por otro lado, si existió diferencia estadística significativa durante los meses de evaluación ($F_c=9,82$, $G_l=3$ y $P=0.0014$), finalmente entre los meses de (noviembre; enero), (diciembre; enero) y (diciembre; febrero) existió diferencia estadística significativa al aplicar la prueba tukey.

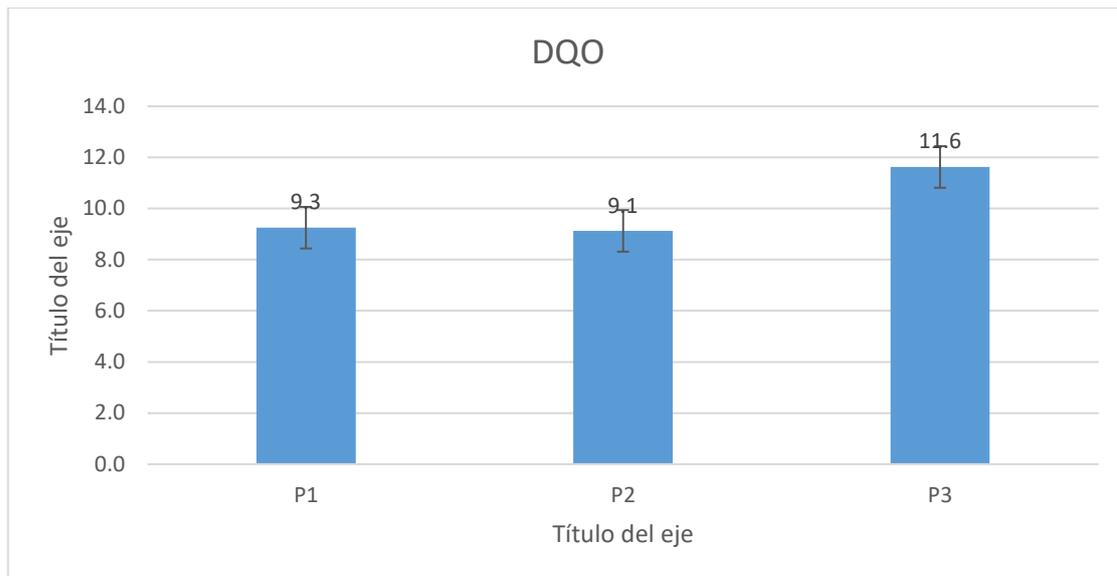


Figura 12: valores promedio de Demanda Bioquímica de Oxígeno según las zonas evaluadas P1-UNA-Puno, P2-GUE-San-Carlos y P3-Municipio-de-Puno, durante los meses Noviembre 2019 a Febrero 2020 en la ciudad de Puno.

De acuerdo a los resultados de análisis de Demanda Química de Oxígeno indicaron que las aguas de las tres piscinas de la ciudad de Puno no exceden los límites máximos permisibles destinada a la recreación según ECA-MINAM (2008), por otro lado los resultados obtenidos por Pérez (2017), el cual reporto valores superiores de DQO de 8 mg/L a 22 mg/L, así mismo (Fernández, 2017) encontró valores de entre 9 mg/L y 25 mg/L estos de igual manera son superiores a los encontrados. Por otro lado Hallasi (2018) menciona que la DQO es una medida representativa de la contaminación orgánica de un efluente siendo un parámetro a controlar dentro de las distintas normativas de vertidos y que nos da una idea muy real del grado de toxicidad del vertido.



V. CONCLUSIONES

De las tres piscinas de la ciudad de Puno (GUESC, UNA-PUNO, MUNICIPALIDAD DE PUNO) la calidad microbiológica tanto los coliformes totales y termotolerantes no excedieron los límites máximos permisibles para el uso de aguas recreacionales según ECA - 2008.

De igual manera en los parámetros fisicoquímicos encontramos que las tres piscinas tuvieron los límites tanto en pH 7.2 a 7.5 como también en los meses, de acuerdo a la Temperatura 19.3 – 18.3 °C, Dureza total 534.7 – 491.6 mg/L, Sólidos disueltos totales 1140.5 – 782.7 mg/L, Sulfatos 692.5 – 225 mg/L, Turbiedad 2.9 – 1.4 NTU, DBO 5.5 – 3 mg/L, DQO 11.6 – 9.1 mg/L los resultados se encuentran por debajo del Límite máximo permisible, siendo aptas para el uso recreativo desde el punto de vista fisicoquímico..

Por tanto en la investigación se llegó a la conclusión de que la calidad microbiológica y fisicoquímica es apta para el uso de recreativo, de las piscinas de la ciudad de Puno ya que no exceden los límites máximos permisibles establecidos por ECA – 2008.



VI. RECOMENDACIONES

- a los trabajadores que están a cargo cumplir con las normas sanitarias ya que deberían de incorporar indumentaria adecuada.
- crear el área de microbiología con equipos necesarios para el analisis fisicoquímico y bacteriológico tendremos mejores resultados en la línea de la conservación de la salud de los bañistas.
- Para los bañistas estos con el fin de preservar la salubridad de los demás bañistas como el uso de al ingresar usar el vestuario, las duchas los pozos desinfectantes de los pies antes de ingresar al espacio de la piscina entrar con las sandalias respectivas usar gorra con el fin de evitar la caída de los cabellos de los bañistas.
- Las autoridades sanitarias nacionales deberían poner entre los elementos a registrar la dureza y sulfatos.



VII. REFERENCIAS

- Álvarez, A. (1991). *Salud Pública y medicina preventiva (primera ed.)*. Mexico: Manual moderno.
- APHA, (1995): *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20.ª ed., Washington, D.C. (EE. UU.), American Public Health Association.
- Allaert Vandevenne, C., & Escolá Ribes, M. (2002). *Métodos de análisis microbiológicos de los alimentos (primera ed.)*. (J. B.-A. 28006, Ed.) Madrid-España: Díaz de Santos.
- Alvarenga, G., & Aragón, E. (2012). *Determinación de la calidad microbiológica del agua de piscinas ubicadas en el complejo deportivo de ciudad Merliot y el polideportivo de la Universidad de el Salvador*. San Salvador, 96.
- Arando, P.; Delgado, J.; Garabito, M.; Ignacio, W. y Michel, C. (2014). *Análisis comparativo de la contaminación microbiológica en las piscinas de Miraflores y Chaqui en el departamento de Potosí, gestión 2012.*, 23–32 p.
- Aurazo M. (2004) *Manual para análisis básicos de calidad del agua*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del ambiente. Lima - Perú. OPS/OMS/CEPIS/PUB. 2004: 04.103
- Badilla, H. Víquez, C. Zamora E. (2005). *Evaluación de las Fuentes de Agua Potable de la Ciudad de Grecia*. Taller de Diseño Escuela de Ingeniería Civil.
- Colmenares, M. C., Correia-De-Soto, A., & De-Sousa, C. (2008). *Evaluación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica en piscinas del estado Carabobo, Venezuela*. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, XLVIII (Ene-Jul), 73–82



- Creus Solé, Antonio (2009). Instrumentos Industriales. Marcombo. ISBN 9788426714213.
- Carrasquero, S; Mendoza, A; Acurel, J; Flores, J; Rincon, A; Behling, E; Mas, M. y R. (2015). Calidad sanitaria del agua de piscinas de la ciudad de Maracaibo. *Revista de La Universidad Del Zulia. 3ra Época. Ciencias Del Agro, Ingeniería y Tecnología Año 6 N°14*, 11–24 p.
- Cruz, M. (2018). Determinación de la Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo –Prov. Moyobamba – Departamento de San Martín 2015. Universidad Nacional San Martín- Tarapoto.
- De la Garza Vizcaya, Eduardo L. (2004) «La evaluación educativa.». (Ciudad de México: Revista mexicana de investigación educativa) 9 (23): 807-816. Resumen divulgativo.
- De la Rosa, C; Cano, M; Rubio, B. (2015). Análisis fisicoquímico y microbiológico del agua de la piscina de la escuela de nivel medio superior de Guanajuato. *Revista de Divulgación Científica. Verano de La Investigación Científica*, 1 N°2.
- Cázare, M., & Alcántara, A. (2014). Análisis microbiológico de la Calidad del agua de ciudad Nezahualcoytl, acorde a la normativa oficial mexicana. *NOM-127-SSA1-1994*, 1, 50.
- Colmenares, María Cristina, Correia de Soto, Angelina, & De Sousa, Cristina. (2008). Evaluación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica en piscinas del estado Carabobo, Venezuela. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 48(1), 73-82.
- Recuperado en 23 de diciembre de 2020, de



http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482008000100008&lng=es&tlng=es.

Correa Restrepo, Gloria, Cuervo Fuentes, Hernán, Mejía Ruíz, Roberto, & Aguirre, Néstor. (2012). Monitoreo del sistema de lagunas de estabilización del municipio de Santa Fé de Antioquia, Colombia. *Producción + Limpia*, 7(2), 36-51. Retrieved December 22, 2020, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552012000200004&lng=en&tlng=es.

Delgado, M., Hernández, A., Hormigo, F., De la Torre, H., & Alvarez, R. (1992). Análisis microbiológico y fisicoquímico del agua de piscinas de la Isla Tenerife. *Revista de Sanidad e Higiene Pública*, 66 (1), 281 - 289.

Directiva Sanitaria N°033-MINSA/DIGESA V.02. (2016). Directiva Sanitaria para la determinación del índice de calificación sanitaria a las piscinas públicas y privadas de uso colectivo.

Fernández, A. (2012). Los tratamientos químicos del agua en piscinas cubiertas como elemento clave en la gestión de la instalación y la salud de nadadores y trabajadores. Universidad de Castilla la Mancha.

Fernández, M. (2017). Determinación de coliformes totales y fecales en aguas de uso tecnológico para las centrífugas. *Instituto Cubano de Investigación de Los Derivados de Caña de Azúcar (ICIDCA). Habana - Cuba, Vol. 51, 70–74 p.*

GERESA - Ica. (2013). Estado Sanitario de las piscinas de la provincia de Ica - Perú, Gerencia Regional de Salud Ica.



- Fundación Siglo XXI. (2013). Proyecto "Juegos Acuáticos Trinitaria". Guayaquil: Malecón 2000.
- Fuquene, Y. (2013). Sistemas de Abastecimiento de Agua. Módulo didáctico. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD.
- Munn, (2004) CB. Marine Microbiology: ecology and applications. New York: BIOS Scientific.
- Magigan, M. (2009). Biología de los Microorganismos. Décima edición. Editorial Pearson.
- MINSA Ministerio de salud. (2012). Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano. D. S. N° 031- 2010-SA/ Dirección General de Salud.
- MUÑOZ-NAVA, Hipólito, SUÁREZ-SÁNCHEZ, Juan, VERA-REYES, Andrea, OROZCO-FLORES, Saturnino, BATLLE-SALES, Jorge, ORTIZ-ZAMORA, Alberto de Jesús, & MENDIOLA-ARGÜELLES, Juan. (2012). Demanda bioquímica de oxígeno y población en la subcuenca del río Zahuapan, Tlaxcala, México. Revista internacional de contaminación ambiental, 28(1), 27-38. Recuperado en 22 de diciembre de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992012000100003&lng=es&tlng=es.
- Mejía, R. (2005). Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras. Turrialba, Costa Rica. Programa de Educación para el desarrollo y la conservación. Recuperado de: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0602e/A0602e.pdf>



- Layza, M. (2013). Diagnóstico del estado sanitario de la piscina inspeccionada de la provincia Trujillo, región la Libertad-2013. Universidad Nacional de Trujillo.
- Laura, E. (2014). Microbiología de los Alimentos. Puno.
- Orozco M.; Ramírez F.; y Cruz J. (2008) Aguas subterráneas de pozos artesanales y efluentes hídricos de la costa de Chiapas (México). Hig Sanid Ambient. 2008; 8:348 – 354.
- Ortega, M. y Tinoco, Y. (2017). Estudio de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de parques acuáticos. Tesis Para Optar El Título Profesional de Químico Farmacéutico. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas. Guayaquil - Ecuador.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) (2003) .Total dissolved solids in drinking-water. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud. 2003 (WHO/SDE/WSH/03.04/16).
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2003). Total, dissolved solids in drinking-water. Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud.
- Organización Panamericana de la Salud (1987). Guías para la calidad del agua potable. Volumen 2, criterios relativos a la salud y otra información base. Organización Mundial de la Salud, Publicación Científica No. 506. Washington D.C.



- Portilla, M., Eraso, S, Galé, C., García, I., Moler, J. y Blanca, M. (2006). Manual práctico del paquete estadístico SPSS para Windows (3ª edición revisada). Universidad Pública de Navarra: Navarra.
- Peña, M. (2007). TEMPERATURA, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Artículo, 22 p.
- PNUMA (2008). Water Quality for Ecosystems and Human Health. 2ª ed. PNUMA, ERCE, UNESCO.
- Pinzon, E. (2010). Remoción de color de origen textil por medio de electrocoagulación. Guatemala: Vida.
- Quinteros, D., Herrera, I. (2009). Microbiología de aguas subterráneas en la región sur del municipio de Valledupar – Cesar – Colombia. Tesis para optar el Título de Microbiólogo. Facultad de Ciencias de la Salud, Programa Microbiología de la Universidad Popular del Cesar. 75 p.
- Quintero, Fernando & Guardia-Puebla, Yans & Rodríguez-Pérez, Suyén. (2017). La fitoremediación para el tratamiento de aguas de piscinas. Ingeniería Hidráulica y Ambiental. 38. 101-113.
- Quispe, D. (2017). Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de seis manantiales del distrito de santa rosa melgar. Tesis de la escuela profesional de Biología. Universidad Nacional del Altiplano-Puno.
- Reynolds, J. (2002). Manejo integrado de aguas subterráneas, Un reto para el futuro. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José. 348 p.



- Romero, J. (2011). Tratamiento de aguas Residuales. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Romero R. (2009). *Calidad de aguas*. Colombia: 3ra ed. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Rivera, P. (2010). Relación Coliformes fecales/estreptococos fecales, como indicador del origen de la contaminación fecal en cuerpos de agua urbano y rural de la Comuna de Temuco (Vol. 37). Temuco: Cien. Inv. Agr.
- Severiche C. y González U. (2012) Evaluación analítica para la determinación de sulfatos en aguas por método turbidimétrico modificado. Aguas de Cartagena SA ESP Ing. USBMed, 2012; Vol. 3, No. 2, Julio-Diciembre 2012.
- Salazar, M. (2015). Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua, en el sistema de 400 abastecimientos para consumo humano, en la ciudad de Juliaca – 2014. Tesis para optar el título de Licenciado en Biología, Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano. Puno - Perú. 96 p.
- Salazar M. (2015) Calidad Fisicoquímica y Bacteriológica del agua, en el sistema de abastecimiento para consumo humano, en la ciudad de Juliaca. Puno – Perú: Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Altiplano puno.
- Santa Marina, L.; Ibarluzea, J.; Basterrechea, M.; Goñi, F.; Ulibarrena, E.; Artieda, J.; Orruño, I. (2009). Contaminación del aire interior y del agua de baño en piscinas cubiertas de Guipúzcoa. *Gac Sanitaria* 23(2). España., 115–120 p.
- Sawyer, C.; L. McCarty; y G. Parkin. (2000). Química para Ingeniería Ambiental. Editorial Mc Gra Hill, cuarta edición.



- Sotil, F. (2017). Análisis de indicadores de contaminación bacteriológica (Coliformes totales y termotolerantes en el lago Moronacocha. Tesis Para Optar El Título de Licenciado En Ecología, (Universidad Científica del Perú. San Juan-Perú).
- Terán, P. (2003) Comparación de métodos para determinación de perímetros de protección de pozos y su aplicabilidad en algunos pozos del sistema de abastecimiento de agua potable en la ciudad de El Vigía. Mérida- Venezuela.
- Yan, L., Yinguang, C. and Qi, Z. (2007). Effect of initial pH control on enhanced biological phosphorus removal from wastewater containing acetic and propionic acids. *Chemosphere*. 66, 123-129.
- Zhen, B. (2009). Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua para consumo humano de la microcuenca de la quebrada de Victoria, Curumbande, Guanacaste, Costa Rica año hidrológico 2007-2008. Tesis de la escuela de ciencias exactas y naturales. Universidad estatal a Distancia.



ANEXOS

Tabla 13. Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo en coliformes totales

Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo coliformes totales				
RESUMEN	P1	P2	P3	Total
<i>Noviembre</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	2	2	40	44
Promedio	1	1	20	7.33333333
Varianza	2	2	200	137.066667
<i>Diciembre</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	2	3	12	17
Promedio	1	1.5	6	2.83333333
Varianza	2	0.5	32	12.9666667
<i>Enero</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	3	1350	3	1356
Promedio	1.5	675	1.5	226
Varianza	0.5	911250	4.5	303211.6
<i>Febrero</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	4	100	10	114
Promedio	2	50	5	19
Varianza	8	5000	50	1590
<i>Total</i>				
Cuenta	8	8	8	
Suma	11	1455	65	
Promedio	1.375	181.875	8.125	
Varianza	1.98214286	223982.982	97.8392857	



Tabla 14 ANOVA coliformes totales

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Muestra	211327.792	3	70442.5972	0.9 223	0.4595 6024	3.490
Columnas	167506.333	2	83753.1667	1.0 965	0.3652 8053	3.885
Interacción	440700.333	6	73450.0556	0.9 616	0.4895 724	2.996
Dentro del grupo	916551.5	12	76379.2917			
Total	1736085.96	23				



Tabla 14 Análisis de varianza coliformes termotolerantes

Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo				
RESUMEN	P1	P2	P3	Total
<i>Noviembre</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	0	0	5	5
Promedio	0	0	2.5	0.83333333
Varianza	0	0	12.5	4.16666667
<i>Diciembre</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	1	2	4	7
Promedio	0.5	1	2	1.16666667
Varianza	0.5	0	0	0.56666667
<i>Enero</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	1	47	0	48
Promedio	0.5	23.5	0	8
Varianza	0.5	1104.5	0	365.2
<i>Febrero</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	6	24	15	45
Promedio	3	12	7.5	7.5
Varianza	8	162	12.5	52.7
<i>Total</i>				
Cuenta	8	8	8	
Suma	8	73	24	
Promedio	1	9.125	3	
Varianza	2.85714286	284.982143	12.2857143	



Tabla 15 ANOVA coliformes termotolerantes

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	274.45833	3	91.4861111	0.844	0.4957	3.4902948
	3			1625	2492	2
Columnas	286.75	2	143.375	1.322	0.3025	3.8852938
				95271	451	3
Interacción	525.91666	6	87.6527778	0.808	0.5824	2.9961203
	7			79149	5914	8
Dentro del grupo	1300.5	12	108.375			
Total	2387.625	23				

Tabla 16. Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo pH

RESUMEN	P1	P2	P3	Total
Noviembre				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	14.18	14.49	15.5	44.17
Promedio	7.09	7.245	7.75	7.36166667
Varianza	1.8432	0.00045	0.2178	0.50757667
Diciembre				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	13.08	13.82	13.35	40.25
Promedio	6.54	6.91	6.675	6.70833333
Varianza	4.6818	0.7442	1.90125	1.49349667
Enero				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	15.88	16.43	15.88	48.19
Promedio	7.94	8.215	7.94	8.03166667
Varianza	1.28	0.03125	1.28	0.53841667
Febrero				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	14.6	15.5	13	43.1
Promedio	7.3	7.75	6.5	7.18333333
Varianza	0.72	0.845	0.08	0.64966667
Total				
Cuenta	8	8	8	
Suma	57.74	60.24	57.73	
Promedio	7.2175	7.53	7.21625	
Varianza	1.50473571	0.51248571	0.95834107	



Tabla 17. ANOVA potencial de hidrogeniones

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Muestra	5.4060791 7	3	1.80202639	1.5871 1163	0.2439 9609	3.4902948 2
Columnas	0.522925	2	0.2614625	0.2302 7974	0.7977 4156	3.8852938 3
Interacción	1.7979083 3	6	0.29965139	0.2639 1412	0.9435 0193	2.9961203 8
Dentro del grupo	13.62495	12	1.1354125			
Total	21.351862 5	23				

Tabla 18. Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo Temperatura

RESUMEN	P1	P2	P3	Total
<i>Noviembre</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	35.4	35.7	35.4	106.5
Promedio	17.7	17.85	17.7	17.75
Varianza	0.98	1.445	0.98	0.687
<i>Diciembre</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	32.9	33.6	30.8	97.3
Promedio	16.45	16.8	15.4	16.2166667
Varianza	1.445	0.32	7.22	2.22166667
<i>Enero</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	40.8	42.2	41.4	124.4
Promedio	20.4	21.1	20.7	20.7333333
Varianza	0	0.5	0.72	0.34266667
<i>Febrero</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	38.4	42.9	39	120.3
Promedio	19.2	21.45	19.5	20.05
Varianza	1.62	4.805	0.5	2.579
<i>Total</i>				
Cuenta	8	8	8	
Suma	147.5	154.4	146.6	
Promedio	18.4375	19.3	18.325	
Varianza	3.12839286	5.64285714	5.90785714	

Tabla 19 ANOVA Temperatura

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	78.1545833	3	26.0515278	15.2236831	0.00021572	3.49029482
Columnas	4.5525	2	2.27625	1.33016801	0.30076267	3.88529383
Interacción	4.06416667	6	0.67736111	0.39582826	0.86786255	2.99612038
Dentro del grupo	20.535	12	1.71125			
Total	107.30625	23				

Tabla 20. Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo Dureza total

RESUMEN	P1	P2	P3	Total
<i>Noviembre</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	1031.12	1048.92	1115.508	3195.548
Promedio	515.56	524.46	557.754	532.591333
Varianza	407.2658	417.605	236.922912	608.096619
<i>Diciembre</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	1217.331	1155.79	1102.08	3475.201
Promedio	608.6655	577.895	551.04	579.200167
Varianza	6170.60514	835.99605	0.0392	2066.4898
<i>Enero</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	990	950	716	2656
Promedio	495	475	358	442.666667
Varianza	11250	50	1568	6954.66667
<i>Febrero</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	1039.22	777.8	1021.1	2838.12
Promedio	519.61	388.9	510.55	473.02
Varianza	220.9202	3200	5671.125	6080.5304
<i>Total</i>				
Cuenta	8	8	8	
Suma	4277.671	3932.51	3954.688	
Promedio	534.708875	491.56375	494.336	
Varianza	4761.5509	6171.78626	8521.60817	

Tabla 21. ANOVA Dureza total

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	66966.783	3	22322.261	8.920	0.0622	3.4902948
	1			43615	1231	2
Columnas	9331.0832	2	4665.54162	1.864	0.1971	3.8852938
	5			44671	9616	3
Interacción	39189.354	6	6531.55915	2.610	0.0741	2.9961203
	9			14582	8823	8
Dentro del grupo	30028.479	12	2502.37328			
	3					
Total	145515.7	23				



Tabla 22. Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo Solidos Disueltos

RESUMEN	P1	P2	P3	Total
<i>Noviembre</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	2210	2930	2300	7440
Promedio	1105	1465	1150	1240
Varianza	252050	1250	259200	133280
<i>Diciembre</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	1870	2841	2433	7144
Promedio	935	1420.5	1216.5	1190.66667
Varianza	68450	28560.5	128524.5	92649.4667
<i>Enero</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	1142	2575	1820	5537
Promedio	571	1287.5	910	922.833333
Varianza	98	4.5	231200	149033.767
<i>Febrero</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	1039.22	777.8	1021.1	2838.12
Promedio	519.61	388.9	510.55	473.02
Varianza	220.9202	3200	5671.125	6080.5304
<i>Total</i>				
Cuenta	8	8	8	
Suma	6261.22	9123.8	7574.1	
Promedio	782.6525	1140.475	946.7625	
Varianza	114718.648	224776.945	176569.84	



Tabla 23. ANOVA Solidos Disuelto

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Muestra	2220555.3 9	3	740185.13	9.078 03899	0.0020 6159	3.4902948 2
Columnas	513316.17 7	2	256658.088	3.147 79646	0.0796 175	3.8852938 3
Interacción	413473.09 7	6	68912.1828	0.845 17705	0.5592 5993	2.9961203 8
Dentro del grupo	978429.54 5	12	81535.7954			
Total	4125774.2 1	23				

Tabla 24. Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo Sulfatos

RESUMEN	P1	P2	P3	Total
<i>Noviembre</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	870	1454	1120	3444
Promedio	435	727	560	574
Varianza	14450	59858	156800	63392
<i>Diciembre</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	713	1699	1743	4155
Promedio	356.5	849.5	871.5	692.5
Varianza	144.5	220.5	16744.5	71256.3
<i>Enero</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	183	639	529	1351
Promedio	91.5	319.5	264.5	225.166667
Varianza	4.5	84.5	32004.5	17743.7667
<i>Febrero</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	474	961	911	2346
Promedio	237	480.5	455.5	391
Varianza	1458	4140.5	1404.5	15755.2
<i>Total</i>				
Cuenta	8	8	8	
Suma	2240	4753	4303	
Promedio	280	594.125	537.875	
Varianza	21510.5714	58100.9821	84797.5536	

Tabla 25. ANOVA Sulfatos

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	759029	3	253009.667	10.56724	0.00109894	3.49029482
Columnas	448901.583	2	224450.792	9.37444573	0.00353273	3.88529383
Interacción	104520.75	6	17420.125	0.72757158	0.63642432	2.99612038
Dentro del grupo	287314	12	23942.8333			
Total	1599765.33	23				

Tabla 26. Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo Turbidez

RESUMEN	P1	P2	P3	Total
<i>Noviembre</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	5.91	5.06	2.6	13.57
Promedio	2.955	2.53	1.3	2.26166667
Varianza	14.31125	4.5	0.1458	4.38241667
<i>Diciembre</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	4.2	2.26	1.65	8.11
Promedio	2.1	1.13	0.825	1.35166667
Varianza	2	1.8818	0.85805	1.30257667
<i>Enero</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	5.8	7.4	4.4	17.6
Promedio	2.9	3.7	2.2	2.93333333
Varianza	0	0.72	0.5	0.69466667
<i>Febrero</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	5.6	6.3	5.4	17.3
Promedio	2.8	3.15	2.7	2.88333333
Varianza	0.18	0.605	0.32	0.26566667
<i>Total</i>				
Cuenta	8	8	8	
Suma	21.51	21.02	14.05	
Promedio	2.68875	2.6275	1.75625	
Varianza	2.49146964	2.15105	0.87854107	

Tabla 27. ANOVA Turbidez

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	9.7738166	3	3.25793889	1.502	0.2640	3.4902948
	7			39862	0257	2
Columnas	4.353025	2	2.1765125	1.003	0.3953	3.8852938
				69881	1449	3
Interacción	2.8517083	6	0.47528472	0.219	0.9631	2.9961203
	3			17756	2222	8
Dentro del grupo	26.0219	12	2.16849167			
Total	43.00045	23				



Tabla 28. Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo DBO

RESUMEN	P1	P2	P3	Total
<i>Noviembre</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	6	8	9.2	23.2
Promedio	3	4	4.6	3.86666667
Varianza	2	2	0.72	1.46666667
<i>Diciembre</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	8.3	8.6	11.4	28.3
Promedio	4.15	4.3	5.7	4.71666667
Varianza	2.205	0.18	0.18	1.09766667
<i>Enero</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	6	6	6	18
Promedio	3	3	3	3
Varianza	0	0	0	0
<i>Febrero</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	12	10	11	33
Promedio	6	5	5.5	5.5
Varianza	2	2	0.5	1.1
<i>Total</i>				
Cuenta	8	8	8	
Suma	32.3	32.6	37.6	
Promedio	4.0375	4.075	4.7	
Varianza	2.60553571	1.18785714	1.49714286	

Tabla 29. ANOVA DBO

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	20.9279167	3	6.97597222	7.1032	0.0053	3.49029482
Columnas	2.21583333	2	1.10791667	1.1281	0.3556	3.88529383
Interacción Dentro del grupo	4.32083333	6	0.72013889	0.7332	0.6325	2.99612038
	11.785	12	0.98208333			
Total	39.2495833	23				

Tabla 30. Análisis de varianza de dos factores con varias muestras por grupo DQO

RESUMEN	P1	P2	P3	Total
<i>Noviembre</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	18	24	26	68
Promedio	9	12	13	11.3333333
Varianza	2	18	2	7.86666667
<i>Diciembre</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	29	27	41	97
Promedio	14.5	13.5	20.5	16.1666667
Varianza	40.5	12.5	84.5	38.9666667
<i>Enero</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	12	10	10	32
Promedio	6	5	5	5.33333333
Varianza	2	0	0	0.66666667
<i>Febrero</i>				
Cuenta	2	2	2	6
Suma	15	12	16	43
Promedio	7.5	6	8	7.16666667
Varianza	4.5	2	2	2.56666667
<i>Total</i>				
Cuenta	8	8	8	
Suma	74	73	93	
Promedio	9.25	9.125	11.625	
Varianza	18.7857143	20.125	51.9821429	

Tabla 31. ANOVA DQO

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	417.666667	3	139.222222	9.827	0.0014	3.4902948
	7			45098	8993	2
Columnas	31.75	2	15.875	1.120	0.3579	3.8852938
				58824	4168	3
Interacción	48.583333	6	8.09722222	0.571	0.7460	2.9961203
	3			56863	2363	8
Dentro del grupo	170	12	14.1666667			
Total	668	23				



CONSTANCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTO DE TESIS

El que suscribe, en representación de LABORATORIOS B&C S.A.C., con RUC N° 20448241590, otorga la presente constancia de ejecución de proyecto de tesis a:

ALEX DAYBY MAMANI NAHIUNCHA, Bachiller en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano, identificado con D.N.I. N° 46633914.

Quien ha realizado ensayos químicos y microbiológicos en muestras de aguas recreacionales para la ejecución de su proyecto de tesis, dicho trabajo lo realizó bajo la supervisión del responsable del área química y microbiológica, desde el noviembre del 2019 hasta febrero del presente año, realizando eficientemente la ejecución de su proyecto.

Se expide el presente documento, para los fines que el interesado crea conveniente.

Juliaca, diciembre del 2020



LABORATORIO DE ENSAYOS
B&C S.A.C.
Ing. Herbert Paul Nebra
GERENTE GENERAL
CSP 4687



INFORME DE ENSAYO ANÁLISIS N° 022-DIC-19

ASUNTO: Caracterización de Calidad de Aguas Recreacionales

PROCEDENCIA	: Aguas de Recreación (UNAP, Municipio, GUESC-Puno)
LUGAR	: Puno
INTERESADO	: Alex D. MAMANI NAHUINCHA
PROYECTO	: Tesis: Calidad del Agua para uso recreativo de contacto Directo de Tres Piscinas de la ciudad de - Puno.
MOTIVO	: Calidad de Aguas
MUESTREO	: 18/11/19
ANÁLISIS	: 18/12/19
MUESTRA TOMADA	: Por el interesado y ha sido aceptada en laboratorio en mano alzada

INFORME DE ENSAYO

Parámetros	MUESTRAS			Unidades
	UNAP	Municipio	GUESC	
Temperatura	17	17	17	°C
Potencial hidrogeniones	8.13	8.05	7.25	pH
Potencial redox Eh	45.3	-81.6	-18	mV
Conductividad eléctrica	2.11	1124	2.12	µS/cm
Sólidos disueltos totales	1480	750	1480	mg/l
Salinidad	1040	550	1070	mg/l
Turbidez	5.63	1.03	4.03	NTU
Cloruros (Cl ⁻)	527.09	119.79	479.17	mg/l
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	350	280	554	mg/l

MÉTODOS DE ENSAYO:

- Los resultados obtenidos de la muestra son validados con las *NTP. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* 14th edition - 1975 20th edition -2005 APHA AWWA WPCF

NOTA:

- El presente informe de Ensayos, sólo es válido únicamente para la muestra de ensayo.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente, el laboratorio, no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- Este informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.

Puno, 31 diciembre 2019



[Firma]
Dr. Sr. Martín Choque Yacra
LABORATORIO GEOQUÍMICO AMBIENTAL
REGALABORATORIO - PUNO - PUNO
CIP 98123



INFORME DE ENSAYO ANÁLISIS N° 023-ENE-20

ASUNTO: Caracterización de Calidad de Aguas Recreacionales

PROCEDENCIA : Aguas de Recreación (UNAP, Municipio, GUESC-Puno)
LUGAR : Puno
INTERESADO : Alex D. MAMANI NAHUINCHA
PROYECTO : Tesis: Calidad del Agua para uso recreativo de contacto directo de tres piscinas de la ciudad de Puno.
MOTIVO : Calidad de Aguas
MUESTREO : 30/12/20
ANÁLISIS : 30/12/20
MUESTRA TOMADA : Por el interesado y ha sido aceptada en laboratorio en mano alzada.

INFORME DE ENSAYO

Parámetros	MUESTRAS			Unidades
	UNAP	Municipio	GUESC	
Temperatura	17.3	17.2	17.3	°C
Potencial hidrogeniones	8.87	7.55	7.59	pH
Potencial redox Eh	-83.7	-43.8	-36.3	mV
Conductividad eléctrica	1080 µS/cm	2.08 mS/cm	2.21mS/cm	µS/cm
Sólidos disueltos totales	750	1470	1540	mg/l
Salinidad	540	1050	1110	mg/l
Turbidez	1.10	0.17	0.15	NTU
Cloruros (Cl ⁻)	117.80	441.24	439.24	mg/l
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	365	780	860	mg/l

MÉTODOS DE ENSAYO:

- Los resultados obtenidos de la muestra son validados con las NTP: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 14th edition - 1975 20th edition - 2005 APHA AWWA WPCF.

NOTA:

- El presente Informe de Ensayos, sólo es válido únicamente para la muestra de ensayo.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente, el laboratorio, no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas.
- Este Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.

Puno, 14 enero 2020

