

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



CALIDAD SANITARIA DE LAS PISCINAS DE LA CIUDAD

DE JULIACA

TESIS

PRESENTADO POR:

Br. MARIA ELENA CONDORI SILVA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PUNO – PERÚ

2018

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

**CALIDAD SANITARIA DE LAS PISCINAS DE LA CIUDAD DE
JULIACA**

TESIS PRESENTADO POR:

Br. MARIA ELENA CONDORI SILVA



**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

:

.....
Blgo. M.Sc. EVA LAURA CHAUCA DE MEZA

PRIMER MIEMBRO

:

.....
M.Sc. VICKY CRISTINA GONZALES ALCOS

SEGUNDO MIEMBRO

:

.....
Mg. DANTE MAMANI SAIRITUPAC

DIRECTOR / ASESOR

:

.....
Mg. CIRIA IVONNE TRIGOS RONDON

Área : Ciencias Biomédicas
Sub línea: Diagnóstico y epidemiología
Tema : Microbiología del agua

Fecha se sustentación: 19/12/2018

DEDICATORIA

Le dedico a mi Dios quien me guio por el buen camino dándome fuerza y tenacidad a lo largo de mi vida y estudios.

También agradecer a mis padres Sabino y Crecencia, por su apoyo incondicional y el inmenso amor, quienes me enseñaron a ser perseverante a lo largo de mis estudios y son un ejemplo de sabiduría.

Y a toda mi familia que con su apoyo moral me dieron el aliento para culminar mi carrera profesional.

De: María Elena.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a la primera casa de estudios universitarios Universidad Nacional del Altiplano, a la facultad de Ciencias Biológicas, a los docentes y al personal administrativo que fueron parte de mi formación académica y profesional.

A mi familia por ser mi soporte emocional, quienes con sus palabras de aliento supieron alentarme ante las adversidades y con sus sabios consejos pude sobresalir de los obstáculos y así culminar mi formación profesional.

En especial un agradecimiento a mi directora Mg. Ciria Ivonne Trigos Rondon, al Ing. Alejandro Marca Valdez de la DIRESA del área de Saneamiento Ambiental por su apoyo, al Lic. Lorgio y a todo el equipo de profesionales de los laboratorios que con su ayuda y guía pude realizar este trabajo, por sus consejos y experiencia para orientarme en la redacción y viabilidad de este trabajo.

Agradezco a los miembros del jurado Blgo. M.Sc. Eva Laura Chauca De Meza, M.Sc. Vicky Cristina Gonzales Alcos, Mg. Dante Mamani Sairitupac, por su apoyo, por sus consejos y que gracias a ellos pude ejecutar y culminar mi trabajo de investigación.

Agradezco en especial a mi amiga Karen, por su ayuda desinteresada. Y a mis amigas Andrea, Madona, Yaneth, Betza, Yojayda, Mari Luz, Katherin y demás, agradecerles también al Sr. Meliton, Sr. Teves, Sr. Jacinto, Sr. Ordoñez y a la Sra. Irma que me brindaron su apoyo y su sincera amistad durante mi formación profesional y junto a ellos aprendí de mis errores y aciertos los cuales enriquecieron mi aprendizaje.

De: María Elena.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
I. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Objetivo general.....	16
1.2. Objetivos específicos	16
II. REVISIÓN DE LITERATURA	17
2.1. Antecedentes	17
2.2. Marco Teórico.....	25
2.3. Marco conceptual.....	34
III. MATERIALES Y MÉTODOS	36
3.1. Descripción del ámbito de estudio	36
3.2. Población y muestra.....	36
3.3. Frecuencia y muestreo	37
3.4. Metodología.....	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1. Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de las piscinas en la ciudad de Juliaca (coliformes termotolerantes, turbiedad, cloro residual).	48
4.2. Calidad de equipamiento e instalaciones de las piscinas de la ciudad de Juliaca (Servicios higiénicos y duchas, Lavapiés, Sistema de recirculación).	56
4.3. Evaluación de la calidad de limpieza de las piscinas de la ciudad de Juliaca (Limpieza del local, Limpieza del estanque, Criaderos de Aedes aegypti, Cuerpos de agua).....	58
4.4. Verificación del ordenamiento documentario de las piscinas de la ciudad de Juliaca (Libro de registro, autorización Sanitaria).	59
V. CONCLUSIONES	63
VI. RECOMENDACIONES	64
VII. REFERENCIAS	65
ANEXOS	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Puntos de muestreo para el análisis microbiológico de la piscina, julio a noviembre del 2018.....	37
Figura 2. Prueba presuntiva: tubos conteniendo caldo lactosado, izquierda: 3 tubos positivos mostrando presencia de gas, medio: 3 tubos Negativos. Realizados en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNA – PUNO, julio a noviembre del 2018	40
Figura 3. Prueba confirmativa: tubos conteniendo caldo lactosa bilis verde brillante: izquierda tubos negativos, medio y derecha tubos positivos observándose claramente la presencia de gas, realizados en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNA – PUNO, julio – noviembre. 2018.....	41
Figura 4. Prueba de aislamiento: placa con agar EMB dividido en nueve partes iguales en la cual nos indica, crecimiento de coliformes fecales en 3 muestras, Realizados en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNA – PUNO, julio – noviembre. 2018	42
Figura 5. Medición de la turbiedad de las muestras de agua de piscinas utilizando el equipo HACH, 2100AN turbidimotor en el laboratorio de SEDA – Juliaca. Julio- noviembre 2018.	43
Figura 6. Medición del cloro residual in situ de la muestra de agua de piscinas con el equipo HACH, mediante el método del DPD. Julio – noviembre, 2018.....	44
Figura 7. Concentración promedio de coliformes termotolerantes de las nueve piscinas de la ciudad de Juliaca, Julio – Noviembre del 2018.....	49
Figura 8. Calidad porcentual según contenido de coliformes termotolerantes en nueve piscinas de la ciudad de Juliaca, julio – noviembre. 2018	49
Figura 9. Calidad según turbiedad del agua en nueve piscinas de la ciudad de Juliaca, julio a noviembre del 2018	52
Figura 10. Calidad según contenido de cloro residual en nueve piscinas de la ciudad de Juliaca, julio – noviembre del 2018.....	54
Figura 11. Mapa de la ciudad de Juliaca con las 9 piscinas en estudio, julio – noviembre, 2018.	83

- Figura 12.** Inspección a la Piscina Stella Marys: en donde se realizó las tomas de muestras de agua para el análisis microbiológico y fisicoquímico y además se evaluó la calidad de Equipamiento, calidad de limpieza y el ordenamiento documentario del establecimiento, julio – noviembre del 2018..... 84
- Figura 13.** Inspección a la Piscina Pacífico: en donde se realizó las tomas de muestras de agua para el análisis microbiológico y fisicoquímico y además se evaluó la calidad de Equipamiento, calidad de limpieza y el ordenamiento documentario del establecimiento, julio – noviembre del 2018..... 84
- Figura 14.** Inspección a la Piscina Paraíso: en donde se realizó las tomas de muestras de agua para el análisis microbiológico y fisicoquímico y además se evaluó la calidad de Equipamiento, calidad de limpieza y el ordenamiento documentario del establecimiento, julio – noviembre del 2018..... 85
- Figura 15.** Inspección a la Piscina San Miguel: en donde se realizó las tomas de muestras de agua para el análisis microbiológico y fisicoquímico y además se evaluó la calidad de Equipamiento, calidad de limpieza y el ordenamiento documentario del establecimiento, julio – noviembre del 2018..... 85
- Figura 16.** Inspección a la Piscina Municipal: en donde se realizó las tomas de muestras de agua para el análisis microbiológico y fisicoquímico y además se evaluó la calidad de Equipamiento, calidad de limpieza y el ordenamiento documentario del establecimiento, julio – noviembre del 2018..... 86
- Figura 17.** Inspección a la Piscina Oasis: en donde se realizó las tomas de muestras de agua para el análisis microbiológico y fisicoquímico y además se evaluó la calidad de Equipamiento, calidad de limpieza y el ordenamiento documentario del establecimiento, julio – noviembre del 2018..... 86
- Figura 18.** Toma de muestras de agua para el análisis microbiológico de la piscina Olympus de la ciudad de Juliaca, de igual manera se realizó para las demás piscinas, julio – noviembre del 2018. 87

- Figura 19.** Resultados obtenidos por el metodo de la determinacion del Numero mas Probable para Coliformes fecales y totales (test de aislamiento en agar EMB). A (cisterna), B (mitad del Estanque), C (Salida), de las muestras de agua de la piscina Olympos, julio – noviembre del 2018. 87
- Figura 20.** Resultados obtenidos por el metodo de la determinacion del Numero mas Probable para Coliformes fecales y totales (test de aislamiento en agar EMB). A (cisterna), B (mitad del Estanque), C (Salida), de la muestra de agua de la piscina Vangaly, julio – noviembre del 2018. 88
- Figura 21.** Resultados obtenidos por el metodo de la determinacion del Numero mas Probable para Coliformes fecales y totales (test de aislamiento en agar EMB). A (cisterna), B (mitad del Estanque), C (Salida), de la muestra de agua de la piscina la Playa, julio – noviembre, 2018. 88
- Figura 22.** Resultados obtenidos por el metodo de la determinacion del Numero mas Probable para Coliformes fecales y totales (test de aislamiento en agar EMB). A (cisterna), B (mitad del Estanque), C (Salida), de la muestra de agua de la piscina Stella Maris, julio – noviembre del 2018. 88
- Figura 23.** Resultados obtenidos por el metodo de la determinacion del Numero mas Probable para Coliformes fecales y totales (test de aislamiento en agar EMB). A (cisterna), B (mitad del Estanque), C (Salida), de la muestra de agua de la piscina Pacífico, julio – noviembre del 2018. 89
- Figura 24.** Resultados obtenidos por el metodo de la determinacion del Numero mas Probable para Coliformes fecales y totales (test de aislamiento en agar EMB). A (cisterna), B (mitad del Estanque), C (Salida), de la muestra de agua de la piscina Paraíso, julio – noviembre del 2018. 89
- Figura 25.** Resultados obtenidos por el metodo de la determinacion del Numero mas Probable para Coliformes fecales y totales (test de aislamiento en agar EMB). A (cisterna), B (mitad del Estanque), C (Salida), de la muestra de agua de la piscina San Miguel, julio – noviembre del 2018. 89
- Figura 26.** Resultados obtenidos por el metodo de la determinacion del Numero mas Probable para Coliformes fecales y totales (test de aislamiento en agar EMB). A (cisterna), B (mitad del Estanque), C (Salida), de la muestra de agua de la piscina Municipal, julio – noviembre del 2018. 90

- Figura 27.** Resultados obtenidos por el metodo de la determinacion del Numero mas Probable para Coliformes fecales y totales (test de aislamiento en agar EMB). A (cisterna), B (mitad del Estanque), C (Salida), de la muestra de agua de la piscina Oasis, Julio – noviembre del 2018. 90
- Figura 28.** La imagen muestra un lavapies de la piscina Paraiso lo cual toda piscina debe disponer, limpios y con solucion desinfectante, julio – noviembre del 2018..... 91
- Figura 29.** Sistema de recirculacion de la piscina Municipal, julio – noviembre del 2018..... 91
- Figura 30.** Observacion del filtro del sistema de recirculacio como este retiene los pelos, entre otros, julio – noviembre del 2018. 92
- Figura 31.** Limpieza del agua: aspiracion del sedimento del agua del estanque en horas de la mañana, Julio – noviembre del 2018. 92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de Calificación para la determinación de la calidad sanitaria de piscinas según la D.S N° 033 MINSA/DIGESA- V. 02	33
Tabla 2. Calificación Sanitaria de las Piscinas públicas y privadas de uso colectivo según la D.S. N°033- MINSA/DIGESA V. 02	33
Tabla 3. Registro de relación de piscinas evaluadas para la determinación de la calidad sanitaria de las piscinas de la ciudad de Juliaca realizado en julio a noviembre, 2018	36
Tabla 4. Variables (calidad bacteriológica y fisicoquímica) que fueron evaluadas del agua de piscinas de la ciudad de Juliaca, julio – noviembre, 2018.	38
Tabla 5. Variables (servicios higiénicos y duchas, Lavapiés, sistema de recirculación) observadas para determinar la Calidad de Equipamiento e instalaciones de las piscinas, julio – noviembre, 2018.....	44
Tabla 6. Variables (limpieza del local, limpieza del estanque, criaderos de Aedes aegypti, cuerpos de agua) que fueron observadas para determinar la calidad de Limpieza, julio – noviembre, 2018.	45
Tabla 7. Variables (libro de registro, aprobación sanitaria) que fueron verificadas para determinar el Control de Ordenamiento documentario, julio – noviembre, 2018.....	46
Tabla 8. Calificación Sanitaria de las piscinas de acuerdo a la tabla de calificación para la determinación de la calidad sanitaria de las piscinas. Julio – noviembre, 2018.....	46
Tabla 9. Presencia/Ausencia de coliformes termotolerantes en nueve piscinas de la ciudad de Juliaca y su relación con el punto de muestreo, julio – noviembre. 2018.....	48
Tabla 10. Calidad según turbiedad del agua en nueve piscinas de la ciudad de Juliaca, julio a noviembre, 2018.....	51
Tabla 11. Calidad según contenido de cloro residual en nueve piscinas de la ciudad de Juliaca, julio a noviembre del 2018	53
Tabla 12. Calidad de equipamiento e instalaciones en nueve piscinas de la ciudad de Juliaca, 2018	56
Tabla 13. Calidad de limpieza en nueve piscinas de la ciudad de Juliaca, julio a noviembre del 2018	58

Tabla 14. Calidad de ordenamiento documentario en nueve piscinas de la ciudad de Juliaca, julio – noviembre del 2018.....	60
Tabla 15. Calificación de la calidad bacteriológica y fisicoquímica, calidad de Equipamiento e instalación, calidad de limpieza, calidad de ordenamiento documentario, de las nueve piscinas de la ciudad de Juliaca, julio – noviembre. 2018	61
Tabla 16. Calificación sanitaria de nueve piscinas de la ciudad de Juliaca, julio – noviembre. 2018.....	62

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

BLVB = Caldo Bilis Lactosa Verde Brillante

Cl⁻ = Cloro

CRL = Cloro Residual Libre

°C = Grados centígrados

DPD = N - Dietil parafenil diamina

DIGESA = Dirección General de Salud Ambiental

DIRESA = Dirección Regional de Salud

D.S. = Decreto supremo

EMB = Eosina Azul de Metileno

H₂O = Agua

L = Litro

LMP = Límites Máximos Permisibles

MINSA = Ministerio de Salud

Mg = miligramos

MI = Mililitros

m.s.n.m = metros sobre el nivel del mar

NMP = Numero más Probable

OMS = Organización Mundial de la Salud

P = Presente

pH = Potencial de hidrógeno

UNT = Unidad Nefelométrica de Turbiedad

RESUMEN

El uso de las piscinas está sometido a una demanda creciente por parte de la población ya sean con fines recreativos, deportivos, entre otros, por el cual, está asociado a un alto índice de problemas de salud pública. El objetivo de la investigación fue determinar la calidad sanitaria de las piscinas de la ciudad de Juliaca, durante los meses de julio a noviembre del 2018. En la metodología se aplicó el método del NMP para el análisis microbiológico, DPD para el análisis de cloro residual, el turbidímetro para el análisis de turbiedad y el método observacional para el equipamiento y ordenamiento documentario. La muestra estuvo formada por 9 piscinas en la ciudad de Juliaca, para el análisis microbiológico se tomaron 3 puntos de muestreo (tanque de almacenamiento, medio de la piscina y periferia de la piscina). La información fue analizada mediante estadística descriptiva e inferencial a través de Chi cuadrado. Los resultados obtenidos fueron: el 56% de las piscinas obtuvieron una calificación de mala calidad bacteriológica, al encontrarse la presencia de coliformes termotolerantes en un promedio de 1,443.33 NMP/100 ml, en relación a la calidad fisicoquímica el 78% obtuvieron una calificación de mala, encontrándose un promedio de turbiedad de 1.90 UNT y 1.1 mg/l de cloro residual. La calidad de equipamiento e instalaciones de las piscinas indican que el 56% presentan buena calidad de servicios higiénicos, duchas, Lavapiés y sistema de recirculación. La calidad de limpieza del local, Limpieza del estanque, Criaderos de *Aedes aegypti* y Cuerpos de agua de las piscinas, el 100% cumple con la normatividad. El ordenamiento documentario de las piscinas con respecto al libro de registro y autorización sanitaria, presentan buena calidad en un 11%. En conclusión; la calidad sanitaria de las piscinas de la ciudad de Juliaca están consideradas como no saludable para un $\chi^2_c=49,0 > \chi^2_{t(1,0.05)}= 3.84$ Sig. ($p = 0.001$)

Palabras Clave: piscina, agua, calidad sanitaria, microbiología.

ABSTRACT

The use of swimming pools is subject to growing demand from the population, whether for recreational, sporting or therapeutic purposes, among others. Therefore, the objective of this research was to determine the sanitary quality of the swimming pools in the city of Juliaca, during the months of July to November of 2018. In the methodology the NMP technique was applied for the microbiological analysis, DPD for the analysis of residual chlorine, the turbidometer and observations. The sample was formed by 9 swimming pools in the city of Juliaca, for the microbiological analysis 3 sampling points were taken (storage tank, middle of the pool and periphery of the pool). The information was analyzed by descriptive and inferential statistics through Chi square. The results were: 56% of the pools obtained a Bad bacteriological quality rating, when the presence of thermotolerant coliforms was found in an average of 1,443.33 NMP / 100 ml in relation to the physicochemical quality, 78% obtained a grade of Mala, finding themselves an average turbidity of 1.90 NTU and 1.1 mg / l of residual chlorine. The quality of equipment and facilities of the swimming pools of the city of Juliaca indicate that 56% present Good quality of hygienic services, showers, Lavapiés and recirculation system. The quality of cleaning of the swimming pools indicates that 100% comply with the regulations regarding the cleaning of the premises, cleaning of the pond, Aedes aegypti hatcheries, bodies of water. The documentation of swimming pools in the city of Juliaca indicates that 11% have good quality in relation to the registry book, Sanitary authorization. In conclusion, the sanitary quality of the swimming pools of the city of Juliaca is in a range of unhealthy for a $\chi^2 = 49,0 > \chi^2_{(1,0.05)} = 3.84$ Sig. (P = 0.001).

Keywords: pool, water, sanitary quality, microbiology.

I. INTRODUCCIÓN

El uso de aguas para fines recreativos se ha incrementado en las últimas décadas por todo el planeta, se cuentan por millones las personas de todas las edades que utilizan las piscinas en busca de recreación, rehabilitación, bienestar y otros beneficios para la salud, pero el uso de aguas no saludables puede entrañar riesgos sanitarios. Son varias las enfermedades transmisibles (criptosporidiosis, giardiasis, legionelosis y gastroenteritis bacteriana y vírica) que se relacionan con los baños en aguas de recreo. Varios estudios prácticos efectuados en diferentes países se han reportado que la tasa de enfermedades diarreicas entre nadadores varía entre el 3% y el 8% (Díaz *et al.*, 2011). En los últimos años se han publicado números artículos en revistas especializadas donde se avisa de que la práctica de ejercicios en piscinas y ambientes similares, como los SPAs conllevan a determinados riesgos para la salud, ya que, la población que utiliza estas instalaciones actúan como vehículo de agentes contaminantes, por introducir gérmenes a través de su piel, mucosa y sistema genito-urinario. Si el agua presenta materia orgánica (restos de alimentos, protectores solares, orina, saliva, etc.) el cloro libre reacciona con los constituyentes orgánicos para producir subproductos clorados orgánicos como trihalometanos (THM) y se ha reportado que los THM pueden causar cáncer de hígado y riñón (Colmenares *et al.*, 2008).

En el Perú, la Oficina de Salud Ambiental Lima menciona que, las personas que se bañan en 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), las cantidades ingeridas son variables como lo menciona (Reiss, *et al.*, 2006), quienes estipulan un consumo por hora de aproximadamente 21 ml en adultos y de 49 ml en niños sin desestimar otros medios contaminantes como la absorción dérmica, inhalación, entre otros. Frente a esta situación, indudablemente el aspecto más importante es controlar la salubridad del agua, mediante la vigilancia epidemiológica, evaluando la calidad fisicoquímica y microbiológica de sus aguas. Por su parte la Dirección General de Salud Ambiental (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; sin embargo dentro de las evaluaciones realizadas por la Dirección General de Salud Ambiental, las piscinas tanto de la ciudad de Puno y Juliaca no figuran en la relación y al no saber el estado de la calidad sanitaria de las piscinas nos puede llevar a adquirir diversas enfermedades causadas por bacterias, hongos, virus y otros microorganismos patógenos y también puede ocasionar irritación de los ojos, piel, fosas nasales. Para poder prevenir, los encargados del establecimiento deben conocer las causas y consecuencias que puede generar si no se lleva un control de calidad del agua y de toda la piscina, cumpliendo con la norma que establece el reglamento sanitario de piscinas y la Directiva Sanitaria de piscinas.

Ya que el uso de las piscinas en la ciudad de Juliaca se viene incrementando por el uso de bañistas de todas las edades, por lo cual estos ambientes se exponen a la acumulación de materia orgánica y otros factores que determinan la ineficiencia del cloro residual y así facilitar el desarrollo de diversos microorganismos patógenos, o también el nivel de cloro residual puede estar muy elevado y esto puede generar también daños en la salud de los bañistas como irritación de los ojos y todo esto genera una preocupación al no tener conocimiento de la calidad sanitaria de las piscinas. Para lo cual se trazaron los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo general

Determinar la calidad sanitaria de las piscinas de la ciudad de Juliaca.

1.2. Objetivos específicos

Determinar la calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de las piscinas de la ciudad de Juliaca (Coliformes termotolerantes, Turbiedad, Cloro residual).

Verificar la calidad de equipamiento e instalaciones de las piscinas de la ciudad de Juliaca (Servicios higiénicos y duchas, Lavapiés, Sistema de recirculación).

Evaluar la calidad de limpieza de las piscinas de la ciudad de Juliaca (Limpieza del local, Limpieza del estanque, Criaderos de *Aedes aegypti*, Cuerpos de agua).

verificar el ordenamiento documentario de las piscinas de la ciudad de Juliaca (Libro de registro, autorización Sanitaria).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

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 los resultados obtenidos por Arando *et al.* (2014), quienes mencionan que, *Escherichia coli* se encuentra con mayor prevalencia en 5 piscinas de Miraflores con un 55.56% y en 4 piscinas de Chaquis-Bolivia en un 33% seguida por *Staphylococcus spp.* levaduras y amebas.

Arando *et al.* (2014), demostraron que los malos hábitos de higiene de las personas contribuyen a la contaminación de piscinas. Así como el uso de lociones u otras cremas en la piel de los bañistas son los factores más recurrentes de contaminación, seguida por la descarga de fluidos de la nariz, boca (Colmenares, *et al* 2008), pelos, sudor, grasas; cuando éstos proliferan es donde empiezan a hacerse presente las infecciones (Zhiña, 2008). Los factores fisicoquímicos también pueden ocasionar daños a la salud del usuario como un pH demasiado ácido producirá irritación de las mucosas en los bañistas y además ocasionará corrosión en los metales de los accesorios de la piscina (Carrasquero *et al.*, 2015).

Carrasquero *et al.* (2015), realizaron análisis de agua a 10 piscinas en la ciudad de Maracaibo-Venezuela. Los valores de turbidez oscilaron entre 1,52 y 4,71 UNT. El 60% de piscinas presentó un pH dentro de los LMP por la Gaceta oficial 4044 (7.2-8.2) y el 40% obtuvieron un pH inferior al recomendado, el 20% de piscinas mostraron ausencia de cloro y el 70% excedieron el LMP de cloro libre con un promedio de 6,8 mg/l, el 50% de piscinas presentaron Coliformes totales. Fernández *et al* (2013), encontraron valores de pH dentro de la normativa, el CRL en el agua muestra valores por encima en 2 piscinas y en 4 por debajo de límite establecido, 17 piscinas no cumplían con los parámetros de temperatura y 18 piscinas presentaban valores superiores de cloro en el aire($4.3 \pm 2.3 \text{ mg/m}^3$ que según la norma debe ser menor a 1.5 mg/m^3 del total de 21 piscinas analizadas en Madrid- España.

Cázare y Alcántara, (2014), indican que del total de muestras analizadas (16) de agua potable en la ciudad de Nezahualcoyotl-Argentina, el 100% dieron positivo para coliformes totales, obteniendo resultados $\geq 1100\text{NMP}/100\text{ml}$ y el 75% de las muestras dieron positivo para coliformes fecales, por otro lado Arriaza *et al.* (2015), analizaron 21 muestras encontrando que más de la mitad (52.4%) de los filtros analizados, resultaron positivas para coliformes totales y el 14.3% se encontró contaminada con *E. coli* lo cual es un indicativo de que el agua está contaminada con heces fecales.

Cruz (2018), determinó la calidad fisicoquímico y bacteriológico del agua de 2 piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo-prov. De Moyobamba de San Martín, 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.

Curi y Crisóstomo (2017), evaluaron a 96 usuarios de la piscina San Cristóbal de Huancavelica, determinando que el 39.6% tienen bajo conocimiento sobre uso correcto de la piscina y el 48.9% tienen bajo conocimiento sobre enfermedades que pueden transmitirse. Y el factor contaminante del agua de las piscinas es la falta de cultura del usuario, el no ducharse antes de ingresar a la piscina, orinar, escupir o sonarse la nariz en la piscina (Díaz *et al.*, 2011), por lo cual, el deterioro del recurso hídrico está directamente relacionado con el número de bañistas (Flores, 2011), mencionado en (Cruz, 2018), concluyendo que la concentración de coliformes tiene una relación con la afluencia turística, a diferencia de (Cruz, 2018), quien menciona que el contenido de coliformes no es por afluencia turística, más bien, es por el uso de personas sin un adecuado aseo.

(De la Rosa *et al.* (2015), evaluaron el agua de piscina en la escuela de Guanajuato en 2 fases: la 1ra: durante el funcionamiento, encontrando cloro residual: 0.2 mg/l, turbiedad: 1.40 UNT, coliformes fecales: 1 UFC/100 ml, coliformes totales: 100

UFC/100 ml. 2da fase, muestras de la salida de la piscina en su vaciado, encontrando cloro residual: 0.5 mg/dl, turbiedad: 1.03 UNT, coliformes fecales 0 UFC/100ml y coliformes totales: 80 UFC/100ml, concluyendo que el uso de la piscina con presencia de usuarios es un factor contaminante y el agua de la piscina no es apta. (Zhiña, 2008), analizó 30 muestras de la piscina de la Universidad la Cuenca, el 73.33% de muestras estuvieron contaminadas: 100% por coliformes totales, 81.8% con aerobios mesófilos, 68.2% con Enterococo D de Lancefield, 63.6% con coliformes fecales. El 40 % de muestras superó el LMP de CRL 2 mg/l.

Díaz *et al.* (2011), determinaron la calidad de agua de pozo (afluente de la piscina) y efluente de la piscina (salida de la piscina) en el estado de Morales – México, en la 1ra hubo ausencia de coliformes totales y fecales, para el efluente de la piscina se realizaron 2 muestreos: uno en época de sequía y otro en época de lluvia, en el 1er muestreo encontraron: coliformes fecales $1.87 \cdot 10^2$ NMP 100 ml, turbiedad: 22.05 UNT, cloro residual: 0.8 mg/l, en el 2do muestreo hubo presencia de coliformes fecales: $1.15 \cdot 10^4$ NMP/100 ml, turbiedad: 30.9 UNT, Cloro residual: 0.03mg/l; en el 2do muestreo la afluencia de bañistas fue 8 veces mayor que el 1ro. Según Castor y Beach (2004), mencionado en (Díaz et al., 2011), mencionan que, un individuo habitualmente presenta 0.14g de materia fecal en la zona perianal y un niño puede tener hasta 10 g. que en contacto con el agua en las piscinas se diluye convirtiéndose en factor contaminante.

DIGESA y MINSA (2013), recomiendan utilizar concentraciones de Cloro Residual Libre (CRL) entre: 0.4 a 1.2 mg/l, Cloro residual combinado, máximo 0.6 mg/l y Cloro total: máximo 1.8 mg/l para asegurar la calidad microbiológica en estos cuerpos de agua y además los Puntos de muestreo en el estanque deben realizarse a 30 cm del nivel normal del agua y al ingreso de los desnatadores. Según la OPS; OMS y MSP (2013), mencionan que en condiciones normales, el cloro residual varía entre 0,2 ppm y 0,5 ppm, lo ideal es 0,5 ppm a la salida del tratamiento y no menos de 0,2 ppm en el punto más alejado de la red.

DIGESA y MINSA (2017), determinaron la calidad sanitaria de un total de 1032 piscinas a nivel nacional de las cuales el 42% no son saludables, 29% son Saludables, 18% sin Calificar, 3% en mantenimiento y el 8% esta inoperativo. También se determinó la Calidad Sanitaria de Piscinas a nivel de Lima a un total de 501 piscinas

de ello se determinó que: No Saludables (50%), Saludables (36%), Inoperativos (11%) y en mantenimiento el 3%. además DIRESA - JUNIN (2013), inspección 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. Por otro lado, la Gerencia de Desarrollo Económico la Municipalidad y la GERESA - Ica (2013), inspeccionaron a 6 piscinas del cercado de Ica encontrando observaciones en 4 de las piscinas.

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 , al igual que Fernández *et al.*, (2013), quienes determinaron que el 79.1% de los bañistas presentaban irritación de los ojos fuera del agua, el 86.1% dentro del agua, 56.1% irritación de la piel, 82.4% sequedad de la piel, 61.3% problemas respiratorios y el 42.6% problemas auditivos. También se determinó el nivel de conocimiento sobre medidas preventivas para evitar enfermedades en 96 usuarios, el 44.79% presentaron conocimiento bajo, el 36.46% conocimiento medio y el 18.75% tiene un conocimiento alto (Curi y Crisóstomo, 2017).

GERESA-Libertad, (2013), Julio Torres Vigo sub gerente de salud del municipio provincial informó que las piscinas se encuentran en óptimas condiciones, que de las 33 piscinas inspeccionadas solo uno no pasó las pruebas microbiológicas correspondientes, por otro lado, Rueda *et al.* (2007), reportan que de las 10 piscinas analizadas, en todas hay presencia de coliformes totales y hongos, el 3% por coliformes fecales y la concentración de cloro residual del 100% de las piscinas se encuentran entre 0.0 mg/l – 0.2 mg/l muy por debajo del límite recomendado (0.6 – 1.2mg/l).

Hurtado (2007), comparó la calidad bacteriológica de agua de pozos artesianos y rústicos del caserío Nina Rumi-Loreto, dando a conocer que, de 4 pozos artesianos, 2 de ellos resultaron positivo para bacterias aerobias mesófitas, Coliformes totales y Coliformes termotolerantes; y de los 7 pozos rústicos todos estaban contaminados las bacterias antes mencionadas lo que se corrobora con Navarro (2014), que analizó

aguas de pozos artesianos y rústicos que consumen los pobladores de la comunidad de Manacamiri de la región de Loreto reportando que en los pozos rústicos estaba contaminado por un 100% de Coliformes totales y Coliformes fecales y 33.3% por Bacterias aerobias mesófilas viables.

Layza, (2013), determinó el estado sanitario de 84 piscinas de Trujillo, el 38% de piscinas el CRL se encontraron dentro de los LMP, el 62% presentaron Coliformes termotolerantes, el 89% presentaron turbiedad <5 UNT, en el 89% hay presencia S.S.H.H., en el 49% el sistema de recirculación es buena, la limpieza del local en el 82% es buena, el 71% de piscinas la calidad de limpieza del estanque es buena, el 39% presentaron libro de registros, el 7% de piscinas cuentan con una aprobación sanitaria. De 84 piscinas, el 25% son Saludables, 43% Regularmente Saludables y el 30% No Saludable. 25 piscinas cumplen con la calidad microbiológica, 27 cumplen con la calidad de Equipamiento e Instalaciones, 60 cumplen con la limpieza y 5 cumplen con el ordenamiento documentario. Si no cumplen con los parámetros establecidos pueden ocasionar varias enfermedades transmisibles como: criptosporidiosis, giardiasis, legionelosis y gastroenteritis bacteriana y vírica (Giampaoli y Romano, 2014).

Marchand (2002), analizó 224 muestras de aguas de inmuebles y 56 muestras de agua de pozo de Lima Metropolitana. El 40 (17.86%) de aguas de inmuebles y el 41 (73.68%) de aguas de pozo no cumplieron con las normas microbiológica, encontrándose que del 17.86% los microorganismos predominantes son Bacterias heterótrofas (70%), coliformes totales (70%) y coliformes fecales (52.50%) y que la contaminación de los tanques y cisternas se da por una inadecuada limpieza, desinfección y estas deficiencias ocasionan corrosión de tuberías internas válvula y esto favorece a la colonización de microorganismos. Así mismo Gertiser *et al.* (2010), reportó de Amebas de vida libre en 5 de 7 piscinas todos correspondían a las especies de *Acanthamoeba spp.*

Martínez y Alvarado (2013), evaluaron la calidad del agua de piscinas en la ciudad de Cumaná. El pH osciló entre 6.8-7.3, temperatura de 29-31°C, cloro residual de 0.3 a 0.5 mg/l. en relación al NMP, antes de la limpieza fue de 2.8×10^3 CT/100 ml, después de la limpieza fue 9.3×10^2 CT/100 ml y el valor más alto de Coliformes fecales fue en 3×10^2 , los Coliformes fecales antes y después de la limpieza supera la

normativa venezolana (0 NMP/100ml). Estadísticamente no hay diferencias significativas entre las piscinas para Coliformes totales y fecales antes y después de la limpieza. Las bacterias que predominaron son *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus epidermidis* y *Enterococcus faecalis*. Es importante resaltar que en ninguna de las piscinas evaluadas se encontraron Coliformes fecales (Colmenares *et al.*, 2008).

DIGESA & MINSA, (2013), indican que los criterios de diseño para piscinas con estanque al aire libre debe ser 3 personas por cada $2 m^2$ y para piscinas con estanques cubiertos es 1 persona por cada $1 m^2$. También indican que las Piscinas de Uso Público Contarán con un Lavapiés con solución desinfectante 01% de cloro libre y la Recirculación para: Piscinas Públicas; mínimo 4 recirculaciones por día. Piscinas Privadas de uso Colectivo; mínimo 3 por día y Pateras 4 recirculaciones por día y además la OPS, OMS y MSP, (2013), dan a conocer que el agua de piscinas debe estar sujeta a los siguientes parámetros: pH entre 7.2 y 7.4, turbidez menor 5 UNTen cuanto a los parámetros microbiológicos los valores referenciales de Cloro residual deben estar entre 0.5 a 2 ppm, Coliformes totales y *Pseudomonas aeruginosa* ausentes en 100 ml de agua.

Ocaña, (2015), realizó un estudio microbiológico de las aguas termo medicinales del parque acuático los Elenes, obteniendo resultados en la piscina: 33% está constituido por bacterias Gram positivas (*Bacillus spp.*) y el 67% por bacterias Gram negativas (*Escherichia coli*, *Cedecea especie 5*, *Vibrio alginolyticus*) y reportando que existe 2.9×10^6 UFC/ml de Coliformes totales y 9.0 UFC/ml de Coliformes fecales (*E. coli*), de igual manera Sotil, (2017), analizó las aguas cercanas de Iquitos, Tarapoto y Pucallpa, los resultados encontrados fueron: río Amazonas: 7800-11000 NMP/100 ml, río Itaya: 2100-11000NMP/100 ml, río Nanay: 11000 NMP/100 ml, y el lago Moronacocha: 4000-11000NMP/100 ml de coliformes totales.

Ortega y Tinoco (2017), realizaron análisis fisicoquímico y bacteriológico de 4 parques acuáticos en Guayaquil-Ecuador, reportando turbiedad (13.63 UNT) en los 4 parques. En una piscina el promedio de CRL está por debajo del LMP, y presentó 42.80NMP/100 ml de Coliformes totales, los microorganismos identificados fueron *Klebsiella sp.*, *Enterobacter cloacales* y *Pseudomonas aeruginosa* (0.75 NMP/100ml) en el parque B, por lo cual sobrepasaron los LMP de ambas normativas

(0 NMP/100ml). La calidad de Equipamiento e instalaciones 2 parques presentan deficiencia en el sistema de recirculación y la calidad de limpieza no es aceptable, para los parques restantes los indicadores mencionados y el ordenamiento documentario es aceptable. Además, El aislamiento de los dermatofitos de diferentes áreas del ambiente de las piscinas y especialmente los charcos de limpieza de los pies, revela la importancia de las piscinas públicas en la transmisión de las enfermedades fúngicas. *Aspergillus*, *Penicillium* y *Mucor* han sido los hongos saprofitos aislados más comunes (BABAAHMADY *et al.*, 2011).

OPS y OMS, (2013), mencionan que deben realizarse visitas de inspección y evaluación sanitaria cada 3 meses a piscinas y aguas recreativas y los parámetros recomendados son: pH: 6.5- 8.5, turbiedad: < 5UNT, cloro residual:0.40-1.20mg/l, Coliformes fecales: ausentes, *Streptococos fecales* y *Staphylococcus aureus*: ausentes, Parásitos y protozoos: ausentes, Presencia de algas: ausentes y según Gomez *et al.* (2014), el agua de recirculación de cada vaso así como el agua de alimentación, cuando no proceda de la red pública, deberá estar al menos filtrada y desinfectada antes de entrar al vaso.

DIGESA y MINSA (2013), realizaron una evaluación a 209 piscinas de Lima-Metropolitana y Callao el 11 de enero del 2013, de los cuales solo 50 fueron calificados como saludable y por ende recomiendan no ingresar a piscinas que no tengan las garantías y de esta manera evitar ciertas enfermedades como la conjuntivitis. Las recomendaciones antes de ingresar a una piscina son: 1) verificar que tenga el sticker que lo califica como piscina saludable, 2) debe contar con vestuarios, duchas y servicios higiénicos para hombres y mujeres, 3) debe contar con Lavapiés con la concentración de cloro adecuado, 4) tópico o botiquín de primeros auxilios, 5) personal salvavidas 6) vigilar a los niños mientras permanezcan en el agua y 7) evitar el ingreso de mascotas y deben realizarse controles diarios de cloro residual libre, combinado y pH tres veces al día según Gomez *et al.* (2014).

Santa Marina *et al.* (2009), evaluaron los niveles de contaminantes presentes en 20 piscinas cubiertas de Guipúzcoa – España tanto en el agua de baño como en el aire. Obteniendo como resultado: El nivel medio de cloro en el aire fue de 0,4mg/m³ y el de cloroformo de 22 mg/m³. Los valores de cloro libre y combinado de todas las piscinas se mantuvieron dentro de los valores reglamentarios, así como menciona la

OPS; OMS y MSP, (2013), que solo la cloración garantiza que el agua tratada se mantenga libre de microorganismos durante su tránsito por tuberías y depósitos antes de llegar al grifo y es el método más económico.

Vázquez (2016), determinó la calidad microbiológica en el agua de la piscina semi olímpica antes y después de los servicios brindados a los usuarios del complejo turístico del distrito de baños del Inca-Cajamarca-2015, de lo cual determinó que antes del servicio brindado se encontró: Coliformes totales 4.63 NMP/100 ml, Coliformes fecales 4.47 NMP/100 ml y *Escherichia coli* un 4.47 NMP/100 ml, y después del servicio brindado se encontró: Coliformes totales 612.8 NMP/100 ml, Coliformes fecales 152.11 NMP/100 ml y *Escherichia coli* un 155.41 NMP/100 ml, que superan los valor establecido por en (Directiva Sanitaria N°033-MINSA/DIGESA V.02., 2016).

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Agua

El agua es sumamente importante para la vida, no solo es necesario para beberla sino también para un sin número de actividades realizadas por el hombre, las concentraciones humanas siempre se han establecido en donde existe abundante agua disponible (Laura, 2014), Casi las tres cuartas partes de la superficie terrestre están cubiertas por el agua, aproximadamente el 60% y 70% del organismo humano es agua, sin embargo, debe tenerse en cuenta que en forma natural casi no existe pura, casi siempre contiene sustancias, minerales y orgánicas disueltos (OMS 2006). Las variaciones de las temperaturas de evaporación y solidificación le permiten estar en los tres estados, estado sólido, líquido y gaseoso, y su punto de congelación es de 0°C y su punto de ebullición es de 100°C (Guerra et al., 2008).

2.2.1.1. Calidad del agua

La calidad del agua se refiere a la composición del agua en la medida en que ésta es afectada por la concentración de sustancias producidas por procesos naturales y actividades humanas (Torres, 2009), Es la relación cuantificable entre la densidad de un indicador en el agua y el riesgo que puede ocasionar en la salud humana que supone el uso de aguas recreacionales (J. Romero, 2009), por tanto la calidad del agua se define en función a un conjunto de características fisicoquímicas y bacteriológicas, así como de sus valores de aceptación o rechazo (OMS, 2006). Los microorganismos indicadores de la calidad microbiológica del agua son los microorganismos que se encuentran habitualmente en el intestino del hombre y otros animales de sangre caliente; y su presencia en muestras de agua indica contaminación fecal y por ende la transmisión de cualquier enfermedad de origen hídrico (Mora y Mata, 2003), para lo cual existen muchas formas para mejorar la calidad del agua para consumo. Las más comunes son la decantación y el filtrado, seguidas por la desinfección para este último el más común es la adición de cloro. Sin embargo, el cloro solo actúa de forma correcta si el agua está limpia (OPS y OMS, 2009).

2.2.1.2. Calidad microbiológica en el agua

La calidad microbiológica del agua está dada por la presencia de bacterias, virus, protozoos y helmintos – microorganismos patógenos cuya ausencia en el agua

determinan su inocuidad (J. Romero, 2009).

2.2.1.3. Parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua

Para saber que tan pura o que tan contaminada está el agua es necesario medir ciertos parámetros. Los parámetros de calidad del agua están clasificados en físicos, químicos y microbiológicos. Existen bastantes parámetros, muchas formas y varios métodos para medir estos parámetros (Sierra, 2011).

2.2.1.3.1. Parámetros físicos. Son los que definen las características del agua que responden a los sentidos de la vista, del tacto, gusto y olfato como pueden ser los sólidos suspendidos, turbiedad, color, sabor, olor y temperatura (Arellano y Guzmán, 2011).

Turbiedad. Es un indicador de la calidad de agua y también es una medida en la cual el agua pierde su transparencia esto debido a la presencia de partículas en suspensión (OPS-OMS-MSP, 2013), sólidos coloidales, las cuales hace que tenga una apariencia brumosa entre más turbia es el agua, disminuirá su calidad y será menos atractiva para la vista y lo peor puede ser dañina para la salud. La turbiedad se mide en NTU (Unidad Nefelométrica de turbidez) y para que sea apta para el consumo humano no debe superar los 5 UNT (A. Fernández, 2012). Es causada por partículas pequeñas (arcilla, limo, plancton, microorganismos) suspendidos en el agua, de origen orgánico o inorgánico. La turbiedad protege a los microorganismos de la acción del cloro y de los desinfectantes, actúa como fuente alimenticia de los microorganismos (Romero, 2005).

2.2.1.3.2. Parámetros químicos. El agua es llamada el solvente universal y los parámetros químicos están relacionados con la capacidad del agua para disolver diversas sustancias entre las que podemos mencionar a los sólidos disueltos totales, alcalinidad, dureza, fluoruros, metales, materia orgánica y nutrientes (Arellano y Guzmán, 2011).

pH. En aguas de consumo municipal debe ser superior a 6,5 e inferior a 9,0 para así prevenir corrosividad o incrustación excesiva de las tuberías, y también el sabor amargo del agua cuando el pH es muy elevado (Romero, 2005).

Cloro residual. El cloro fue descubierto en 1774 por el químico alemán Carl Wilhelm Scheele (A. Fernández, 2012), quien le dio el nombre de ácido muriático desflogisticado. En 1810 cuando el químico inglés Humphry Davy demostró que se trataba de un elemento químico, dándole el nombre de cloro debido a su color (Llana *et al.*, 2009). El cloro es el desinfectante más importante que existe y de fácil dosificación (Barrenechea, 2005), además de ser barato y ampliamente disponible, que cuando se disuelve en el agua en cantidad suficiente, destruye la mayoría de organismos causantes de enfermedades. Sin embargo, el cloro se consume a medida que los organismos se destruyen. Si se añade suficiente cloro, quedara un poco en el agua luego de que se eliminen todos los organismos; y se llama cloro libre (OPS y OMS, 2009). El cloro libre permanece en el agua hasta usarse para contrarrestar una nueva contaminación y por ende el cloro libre o residual es el responsable de la desinfección (Llana *et al.*, 2009). El cloro residual libre, tiene poder desinfectante (HClO y ClO⁻). Y el cloro residual combinado son las cloraminas formadas al reaccionar el ácido hipocloroso con el amoniaco y las aminas, y también con compuestos orgánicos no aminados, que han sido oxidados por el cloro. Esta forma de cloro (cloraminas), es la principal responsable de la irritación de ojos y mucosas y de los malos olores (Gomez *et al.* , 2014).

El cloro residual es el cloro activo que permanece en el agua luego de desinfectarla, con la finalidad de asegurar una desinfección durante un tiempo determinado. La desinfección con cloro es la mejor garantía del agua microbiológicamente potable ya que el cloro es efectivo para destruir bacterias, hongos, levaduras, virus, algas que proliferan en el interior de las tuberías y en los tanques de almacenamiento (OPS, OMS y MSP, 2013)

2.2.1.3.3. Parámetros biológicos. El agua es un medio donde literalmente miles de especies biológicas habitan y llevan a cabo su ciclo vital. el rango de los organismos acuáticos en tamaño y complejidad va desde el muy pequeño o unicelular hasta el pez de mayor tamaño y estos miembros de la comunidad biológica son en algún sentido parámetros de la calidad del agua, dado que su presencia o ausencia pueden indicar la situación en que se encuentra un cuerpo de agua. Ciertos organismos se pueden utilizar como indicadores de la presencia de algún contaminante. Entre estos

organismos podemos mencionar las bacterias, virus y protozoarios (Arellano y Guzmán, 2011).

Coliformes. Escherich, en 1885, aisló en heces humanas bacterias de gran cantidad, dándoles el nombre de *Bacterium coli commune* y *Bacterium lactis aerogenes*. Migula en 1895, designó la primera *Escherichia coli commune* posteriormente se demostró que era un conjunto de variedades y especies de bacterias. En la actualidad el grupo coliformes se define como todos aquellos bacilos cortos, gram negativos, aerobios y anaerobios facultativos que fermentan la lactosa con producción de gas en 48 horas a 35°C. Y los coliformes fecales se definen como bacilos cortos, gram negativos, aerobios o anaerobios facultativos capaz de fermentar la lactosa con producción de ácido o gas en 24-48 horas a 44.5 °C. la diferencia entre coliformes totales y fecales es la capacidad de estos últimos en crecer a mayor temperatura ya que el 95% de los coliformes fecales dan positivo a la prueba de temperatura.(Comisión Nacional del Agua (CNA) y Instituto Mexicano de Tecnología de agua (IMTA), 1991). Los coliformes son indicadores sanitarios de la calidad del agua y para distinguir a los coliformes que no son de origen fecal, se utiliza el término de coliformes totales, y los de origen intestinal o fecal se denominan coliformes fecales (OPS; OMS y el MSP, 2013).

Coliformes totales. Se definen como bacilos gram negativos, aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados que tienen la capacidad de desarrollarse en presencia de sales biliares y fermentar la lactosa con producción de ácido, gas y aldehído a 35 °C o 37°C, en un periodo de 24 – 48 horas (Mora y Mata, 2003)

Coliformes fecales. Son bacterias que forman parte del grupo de coliformes totales, gram negativos, aerobias o anaerobias facultativas, no esporulados y tienen la capacidad de fermentar la lactosa con producción de ácido y gas a 44.5 ± 02 °C, en un periodo de 24 horas (DIGESA, 2008). Están presentes en grandes cantidades en heces humanas y animales de sangre caliente. Comprenden el género *Escherichia coli* y en menor grado las especies de *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Klebsiella* y su presencia en agua o alimentos es un indicador de contaminación fecal (Mora y Mata, 2003). Las tres últimas especies mencionadas que también son termotolerantes tienen la capacidad de reproducirse fuera de los intestinos de los animales homeotérmicos cuando existen condiciones adecuadas de materia orgánica, pH, humedad,

temperaturas cálidas y largos tiempos de almacenamiento, formando biopelículas en tuberías y tanques de almacenamiento (Fernández, 2017), lo que hace que el agua no se apto para el consumo humano, estas bacterias se denominan termotolerantes por su capacidad de soportar temperaturas más elevadas. Estas bacterias son de interés clínico, ya que pueden ser capaces de generar infecciones oportunistas en el tracto respiratorio tanto superior como inferior, bacteriemia, infecciones de la piel y tejidos blandos, enfermedad diarreica aguda y otras enfermedades en el ser humano (Medigan *et al.*, 2004).

Escherichia coli. Pertenece a la familia de enterobacterias, se caracteriza por poseer las enzimas β - galactosidasa y β – glucoronidasa. Se desarrolla a una temperatura de 44 – 45°C en medios complejos, fermenta la lactosa y el manitol liberando ácido y gas, produce el indol a partir del triptófano. Algunas cepas pueden desarrollarse a 37°C, pero no a 44 - 45°C y algunas no liberan gas, no producen oxidasa ni hidroliza la urea (Mora y Mata, 2003).

2.2.1.3.1. Piscinas

En 1828 fue construida en Londres la primera piscina cubierta (A. Fernández, 2012), el cual constituye establecimientos públicos y privados destinados a usos recreativos, deportivos terapéuticos entre otros. 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).

La piscina es una instalación formada por un vaso o un conjunto de vasos destinados al baño, al uso recreativo, entrenamiento deportivo o terapéutico, así como las construcciones complementarias y servicios necesarios para garantizar su funcionamiento. Pueden ser descubiertas, cubiertas o mixtas. (Gomez *et al.*, 2014)

2.2.1.3.2. Enfermedades más comunes relacionadas a piscinas

Las enfermedades relacionadas al agua de piscinas pueden prevenirse siempre y cuando el personal encargado del establecimiento, la Dirección de Salud Ambiental (DIRESA) o las que hagan sus veces y el público cumplan con el reglamento sanitario de piscinas y de esta manera evitar la presencia o propagación de microorganismos

patógenos en el agua. Los encargados del mantenimiento de las piscinas deben controlar los niveles de CRL y pH al menos dos veces al día, cumplir con estas características es la primera línea de defensa contra los gérmenes que puedan transmitirse por aguas recreacionales, a continuación, mencionaremos las enfermedades más comunes transmitidas por el agua recreacional (Montserrat, 2011).

2.2.1.3.3. Otitis externa

También llamada “oreja de nadador” es la más frecuente de las otitis externas. Esta otitis se presenta en forma aguda difusa y se produce por exposición a aguas contaminadas o excesivamente cloradas de algunas piscinas (Gomez *et al.*, 2014), los síntomas pueden ser picor dentro del oído, enrojecimiento, inflamación, dolor al ejercer presión en la oreja. Suele aparecer cuando queda agua en el canal del oído durante largos periodos de tiempo creando un ambiente propicio para el crecimiento de gérmenes. Se puede prevenir usando gorra de nadar o tapones para evitar que ingrese el agua (Montserrat, 2011).

2.2.1.3.4. Pie de atleta

Es una infección de la piel de los dedos, es causada por una variedad de hongos. Se contagia por el contacto con piel afectada o con hongos en determinados lugares como duchas, vestidores, piscinas (Montserrat, 2011). El pie de atleta es una infección micótica de los pies que afecta fundamentalmente a los espacios interdigitales y a las plantas de los pies. Es la micosis cutánea más frecuente en piscinas (Gomez *et al.*, 2014)

2.2.1.3.5. Diarrea

Es la infección más frecuente adquirida por el uso de aguas de piscinas, el germen más predominante que puede contaminar el agua de piscina es sobretodo el *Criptosporidium* que es resistente al cloro, puede vivir en la piscina durante días y es la causa principal de diarrea. Este ha aumentado su prevalencia un 200% en los últimos 4 años, Norovirus, *Giardia lamblia*, *Escherichia coli*, *Shigella*, causantes de una cuarta parte de los brotes diarreicos adquiridos en piscinas, estas infecciones se transmiten tragando agua de las piscinas accidentalmente (Montserrat, 2011).

2.2.1.3.6. Dermatitis

La dermatitis puede ser causada por *Pseudomona aeruginosa*, el ‘rash’ (manchas rosadas que suelen picar) se produce tras contacto directo de la piel con agua contaminada unos días después del baño (Montserrat, 2011).

2.2.1.3.7. Conjuntivitis

Es una conjuntivitis de inclusión producida fundamentalmente por virus (el más grave es el que causa el herpes oftálmico por el virus varicela-zóster) y bacterias (estafilococos, estreptococos y las formas más graves por *Chlamydia* o *Pseudomona aeruginosa*) (Gomez *et al.*, 2014)

2.2.1.3.8. Granulomas de las piscinas

Es una enfermedad granulomatosa crónica de la piel, clínica e histológicamente similar a la tuberculosis, causada por la bacteria *Mycobacterium marinum* (M. balnei).

El hábitat natural de esta bacteria es el agua, especialmente los depósitos de agua que no son renovados con frecuencia. En América del Norte y Reino Unido se han producido epidemias de granulomas causados por esta bacteria en bañistas de piscinas. Los grupos de más riesgo son niños y adolescentes (Gomez *et al.*, 2014).

2.2.1.3.4. Desinfección del agua de piscinas

En las piscinas del siglo XIX, la pureza del agua se conseguía, cambiando el agua frecuentemente. Sin embargo, en nuestros días esto ya no es posible por dos motivos: 1) ahorro de agua y 2) porque la gran concurrencia de usuarios a las piscinas, hacen que viertan al agua gran cantidad de contaminantes (pelos, sudor, células epiteliales, orina, lociones, suciedad, etc.). que obligan a mantener las características físicas y químicas dentro de determinados límites. Por ello, es necesario que las aguas de las piscinas tengan un tratamiento que garantice su salubridad. En España las normativas indican que para el proceso de tratamiento en una piscina debe incluir: tratamiento químico (eliminar virus, bacterias, algas, hongos, protozoos y cierta cantidad de desinfectante y un pH (7-7.8) y un tratamiento físico (filtrado del agua) (Llana *et al.*, 2009) Los tratamientos más efectivos son el ozono y el cloro y este último es más económico. Mientras que la radiación ultravioleta y el ozono los más ecológicos por su menor carga química (A. Fernández, 2012).

Cloración

La cloración es la desinfección del agua mediante cloro (Llana *et al.*, 2009). El cloro necesita cierto tiempo para destruir todos los organismos, en agua a una $t^{\circ} > 18^{\circ}\text{C}$, el cloro debe estar en contacto con el agua al menos 30min. Si el agua está más fría debe incrementarse el tiempo de contacto y la cloración no es efectiva si el pH es mayor de 7.2 o menor de 6.8 y el cloro residual óptimo está en el rango de 0,3 a 0,5mg/l (OPS y OMS, 2009). Son varios los derivados del cloro, pero el producto más utilizado es el hipoclorito de sodio (NaOCl) (OMS 2006), La mayoría de Decretos Autonómicos establece como principales desinfectantes el cloro y el bromo, actualmente, por cuestiones económicas, el más utilizado es el hipoclorito sódico y en concentraciones adecuadas establecidas por la normativa, no ejercen un impacto negativo en la salud a corto plazo (A. Fernández, 2012) en caso de piscinas públicas no debe exceder de los 3mg/l (en el agua para beber, se acepta hasta 5 mg/l) no obstante en muchas piscinas se utiliza la denominada dosis de choque, que consiste en administrar hasta 20mg/l periódicamente como una medida preventiva. La urea, amoníaco y la creatinina, estos compuestos reaccionan con el hipoclorito para formar cloraminas (Llana *et al.*, 2009). Actualmente, por cuestiones económicas, el más utilizado en la desinfección del agua es el hipoclorito sódico (Godó, 2010).

2.2.2. Determinación de la Calidad Sanitaria de piscinas

La calificación sanitaria de las piscinas se realizará aplicando la verificación de los criterios para la Determinación de la Calidad Sanitaria de Piscinas, la cual será calculada utilizando la tabla de calificación para la determinación de la calidad sanitaria de piscinas

La determinación de la calidad Sanitaria de piscina se trabaja con 4 criterios de evaluación: control de calidad microbiológica, Control de calidad de Equipamiento e Instalaciones, Control de calidad de Limpieza y Control de ordenamiento Documentario (D. S. N°033-MINSA/DIGESA V.02., 2016). Cada uno de estos criterios de evaluación será determinado por cumplimiento o incumplimiento

Tabla 1. Tabla de Calificación para la determinación de la calidad sanitaria de piscinas según la D.S N° 033 MINSA/DIGESA- V. 02

criterio	variable	Rango de valor	Calificación
1. Control de calidad Microbiológico	Cloro residual	>0.4mg/l y < 1.2mg/l	Buena
		< 0.4mg/l	Mala
	Coliformes termotolerantes	Ausencia	Buena
		Presencia	mala
	Turbiedad	<0.5 UNT	Buena
0.5 UNT o mas		mala	
2. Control de calidad de Equipamiento e Instalaciones	Servicios higiénicos y duchas	SS. HH y duchas disponibles, limpios y en funcionamiento	Presencia
		SS.HH. y duchas sucios o malogrados o ausentes	Ausencia
	Lavapiés	Disponibles, limpios, funcionando y con la solución desinfectante	Presencia
		Ausentes o sucios o malogrados o sin solución desinfectante	Ausencia
	Sistema de recirculación	Instalado y en operación	Buena
		Instalado y malogrado (en estado inoperativo) o no tiene	Mala
3. Control de calidad de limpieza	Limpieza del local	Hay recipiente para residuos y el local está limpio	Buena
		Ausencia de recipiente y/o el local está sucio o hay residuos sólidos disperso	Mala
	Limpieza del estanque	Limpio ausencia de sólidos	Buena
		Sucio y/o presencia de sólidos flotantes dispersos y/o abundantes	Mala
	Criadero de <i>Aedes aegypti</i>	Ausencia	Buena
		Presencia	Mala
	Cuerpo de agua	Ausencia	Buena
Presencia		Mala	
4. Control de ordenamiento Documentario	Cuaderno o libro de registro	Cuaderno o libro de registro	Buena
		No hay cuaderno o libro de registro o no está al día.	Mala
	Aprobación sanitaria	Cuenta con aprobación sanitaria disponible y vigente.	Buena
		No cuenta con aprobación sanitaria o no está vigente.	Mala

Fuente: Directiva Sanitaria N° 033-MINSA/DIGESA-V.02, 2016

De la calificación Sanitaria de las Piscinas públicas y privadas de uso colectivo

Las piscinas obtienen una Calificación Sanitaria de: Saludable y No Saludables, de acuerdo a la Determinación de la Calidad Sanitaria de Piscinas.

Las piscinas públicas y privadas de uso colectivo tendrán la siguiente Calificación Sanitaria:

Tabla 2. Calificación Sanitaria de las Piscinas públicas y privadas de uso colectivo según la D.S. N°033- MINSA/DIGESA V. 02

Calificación Sanitaria	Valor
Saludable	Cumple con todos los criterios
No Saludable	No cumple con uno o mas

Fuente: Directiva Sanitaria N° 033-MINSA/DIGESA-V.02, 2016

2.3. Marco conceptual

***Aedes aegypti*.** Mosquito vector del virus Dengue, Chikungunya y Zika (Directiva Sanitaria N°033-MINSA/DIGESA V.02., 2016).

Aprobación sanitaria. Resolución Directoral emitida por la Dirección de Salud (DISAS) de Lima o los que hagan sus veces, las Direcciones Regionales de Salud (DIRESAS), las Gerencias Regionales de Salud (GERESAS) mediante la cual se aprueba el expediente de piscina presentado por la entidad administradora de acuerdo a lo dispuesto en el reglamento Sanitario de Piscinas (Directiva Sanitaria N°033-MINSA/DIGESA V.02., 2016).

Calidad del 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).

Calidad Sanitaria. Es el conjunto de requisitos microbiológicos, físico químicos y organolépticos que debe reunir el alimento para que sea considerado apto para el consumo humano (Laura, 2014).

Cloro residual. Es el cloro activo que permanece en el agua luego de desinfectarla, a fin de asegurar la desinfección durante un tiempo determinado (OPS - OMS - MSP., 2013).

Cuaderno o Libro de Registro. Es el cuaderno que debe tener toda piscina, en el cual el operador debe anotar diariamente los siguientes datos: fecha y hora de muestreo; temperatura ambiental y del agua; pH, Cloro residual libre, Turbiedad, incidencias, fallas del equipo de circulación, cantidad e insumo utilizado para la desinfección del agua, número de veces de recirculación, entre otros (Directiva Sanitaria N°033-MINSA/DIGESA V.02., 2016).

Estanque. Infraestructura principal de la piscina que contiene el volumen de agua necesario para el baño (MINSA, 2003).

Monitoreo. Seguimiento y verificación de parámetros físicos, químicos,

microbiológicos u otros señalados en el presente Reglamento, y de factores de riesgo en los sistemas de abastecimiento del agua (MINAM, 2005).

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).

Piscina de uso público. Piscina que es administrada por toda persona natural o jurídica, privada, gubernamental, municipal o de beneficencia, en la cual hay acceso irrestricto de los usuarios (Directiva Sanitaria N°033-MINSA/DIGESA V.02., 2016).

Piscina privada de uso colectivo. Piscina cuya administración es realizada por clubes, asociaciones, colegios u otras instituciones similares, en la cual se restringe el acceso de los usuarios (Directiva Sanitaria N°033-MINSA/DIGESA V.02., 2016).

Sistema de Recirculación. Sistema de abastecimiento de agua de la piscina que debe permitir la recirculación del agua las veces establecidas en el reglamento sanitario de piscinas y debe constar de: bombas de agua, trampas de pelo, filtros, equipos de desinfección, desnatadores, boquillas de retorno, succión de fondo boquillas de aspiración (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).

Técnica de tubos Múltiples. Es un método cuantitativo que nos permite estimar la concentración de bacterias presentes en el agua, mediante la inoculación de una serie de tubos en concentraciones decimales decrecientes de una muestra, en un medio de cultivo específico, las cuales se incuban en condiciones de tiempo y temperatura determinados

Vigilancia Sanitaria. Actividad realizada por el personal de la Dirección de Salud (DISAS) de Lima, Dirección Regional de Salud (DIRESAS), Gerencias Regionales de Salud (GERESAS) para verificar el cumplimiento del reglamento Sanitario de piscinas (Directiva Sanitaria N°033-MINSA/DIGESA V.02., 2016).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del ámbito de estudio

El estudio se realizó en la ciudad de Juliaca que se encuentra ubicada al sur del Perú, en la región de Puno, provincia de San Román. Geográficamente está ubicada a una latitud Sur: 15° 29' 40", longitud Oeste: 70° 07' 54" y a una altitud: 3824 m.s.n.m

Los análisis microbiológicos se realizaron en las instalaciones del Laboratorio de Microbiología de los Alimentos de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNA – PUNO. El método utilizado para determinar coliformes termotolerantes fue el número más probable (NMP).

Los análisis fisicoquímicos se realizaron en el laboratorio de SEDA - Juliaca

3.2. Población y muestra

La población para la presente investigación descriptiva está constituida por las 9 piscinas públicas y privadas de uso colectivo existentes en la ciudad de Juliaca y la muestra de estudio para el presente trabajo de investigación se seleccionaron la totalidad de las piscinas (9) ubicadas en la ciudad de Juliaca, durante los meses de julio a noviembre del 2018 (tabla 3).

Tabla 3. Registro de relación de piscinas evaluadas para la determinación de la calidad sanitaria de las piscinas de la ciudad de Juliaca realizado en julio a noviembre, 2018

N°	PISCINA	DISTRITO	DIRECCION
1	Piscina Olympos	Juliaca	Prolongación el Maestro N°482
2	Piscina Vangaly	Juliaca	Jr. Honduras MZ B-23 Lote – 2
3	Piscina la Playa	Juliaca	Pasaje Estadio N° 181 Urb. Las Mercedes
4	Piscina Stella Maris	Juliaca	Jr. Siglo XX
5	Piscina Pacífico	Juliaca	Avenida Circunvalación
6	Piscina Paraíso	Juliaca	Jr. Tupac Yupanqui S/N
7	Piscina San Miguel	Juliaca	Jr. 20 de Enero S/N
8	Piscina Municipal	Juliaca	Urbanización la Rinconada
9	Piscina Oasis	Juliaca	Jirón Tumbes

Fuente: Elaboración propia

3.3. Frecuencia y muestreo

Para el análisis bacteriológico se tomaron 3 muestras de agua por piscina en 3 puntos de muestreo: 1) en la cisterna, 2) medio del estanque y 3) en la periferia del estanque, (figura 1), con tres repeticiones correspondientes a 9 piscinas de la ciudad de Juliaca durante los meses de julio a noviembre del 2018.

Para el análisis fisicoquímico se tomó una muestra por piscina con tres repeticiones, se determinó el cloro residual *in situ* mediante la técnica del DPD (dietil parafenil diamina).

La recolección de las muestras de agua se realizó en horas de máxima afluencia de bañistas entre las 11:00 a.m. y 3:00 p.m.

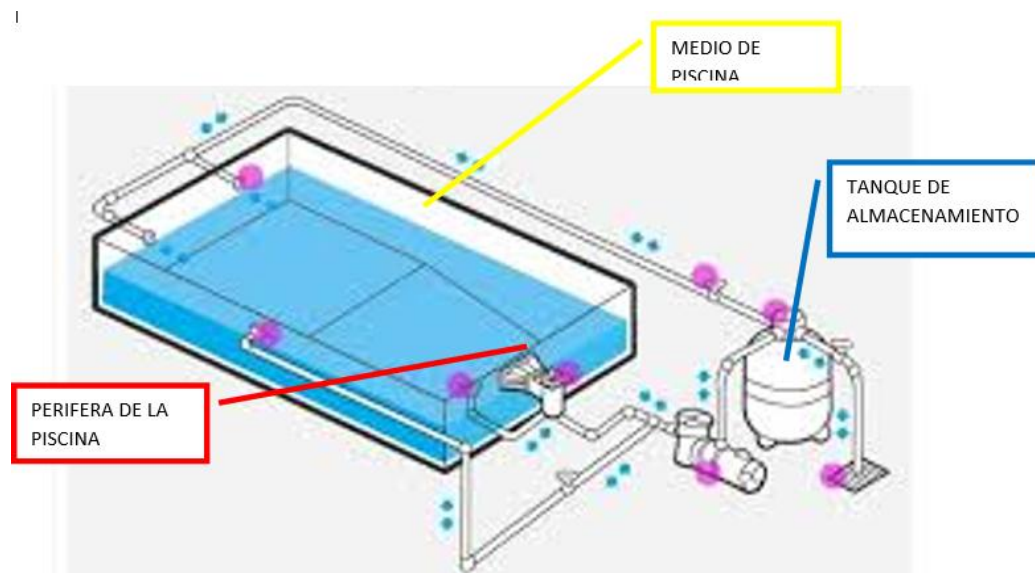


Figura 1. Puntos de muestreo para el análisis microbiológico de la piscina, julio a noviembre del 2018

3.4. Metodología

3.4.1. Determinación de la calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de piscinas (coliformes termotolerantes, turbiedad, cloro residual).

El control de calidad bacteriológico y fisicoquímica del agua de piscinas está establecido bajo tres variables: coliformes termotolerantes, turbiedad y cloro residual, según la D.S 003 MINSA/DIGESA V.02 (2016) los cuales cada una tiene rangos de valores y la calificación que les corresponde. Los resultados obtenidos de la piscina fueron comparados con los rangos de valores establecidos para determinar su calificación

Tabla 4. Variables (calidad bacteriológica y fisicoquímica) que fueron evaluadas del agua de piscinas de la ciudad de Juliaca, julio – noviembre, 2018.

Variable	Rango de valor	Calificación
Coliformes Termotolerantes	Ausencia	Buena
	Presencia	Mala
Turbiedad	<5.0 UNT	Buena
	5.0 UNT 0 más	Mala
Cloro Residual	>0.4mg/l y<1.2mg/l	Buena
	<0.4 mg/l	Mala

Fuente: Directiva Sanitaria N°033-MINSA/DIGESA-V.02 (2016)

3.4.1.1. Preparación de los materiales

En el laboratorio de Microbiología de los Alimentos de la facultad de Ciencias Biológicas de la UNA-PUNO se esterilizó los materiales que se utilizará en el análisis microbiológico como: Tubos de ensayo de 16 x 125mm conteniendo campanas de Durham, pipetas (marca MC), matraz de 250 y 500ml (marca KIMAX), placas Petri de 100 x 5mm, probetas de 100ml y frascos de vidrio de 500ml los cuales fueron esterilizados en la autoclave (marca Opti ftabil) por 15 min. a 121°C.

Se prepararon los siguientes medios de cultivo: caldo lactosa (marca Merck KGaA), caldo verde brillante bilis lactosa (marca Merck KGaA) y Agar EMB (marca Merck KGaA) para la detección y aislamiento de enterobacterias patógenas, las cuales fueron pesadas en la balanza (marca OHAUS) de acuerdo a lo que se necesita y luego estas fueron autoclavadas. Se utilizó también una incubadora (marca L-MIN).

3.4.1.2. Toma de muestra

La toma de muestra se realizó siguiendo las indicaciones del Standard Methods for the Examination of water and wastewater de la APHA (APHA,1995); que consistió tomar 300 ml de agua en frascos de vidrio con tapa rosca previamente esterilizados, los cuales contenían 0.1 ml de tiosulfato de sodio al 1.8 % por cada 100 ml de agua con la finalidad de neutralizar el cloro, esto para el análisis bacteriológico. La muestra se tomó a 30 cm de la superficie del agua de la piscina.

Las muestras fueron codificadas y transportadas en cooler a 4°C para su conservación, según las recomendaciones de la Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud (OPS & OMS, 2013) hasta el laboratorio de Microbiología de los Alimentos de la UNA – PUNO. La muestra fue procesada transcurrida las 2 horas después de la toma de muestra.

3.4.1.3. Determinación de coliformes termotolerantes

Se determinó la presencia de coliformes termotolerantes mediante el método del Número más Probable (NMP) según las recomendaciones de Standard Methods for the examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WEF, 2005).

Método: Tubos Múltiples

Fundamento: Se fundamenta en la capacidad de este grupo de coliformes totales y termotolerantes de fermentar la lactosa con producción de ácido y gas (CO₂). La densidad bacteriana es calculada por medio de fórmulas de probabilidad que estiman el número más probable de bacterias donde estas producen ciertas combinaciones de resultados positivos (como turbidez o producción de gas) o negativos. (CNA – IMTA, 1991).

Test presuntivo:

Es el cultivo de bacterias capaces de metabolizar la lactosa, permitiendo recuperar todas las bacterias que son capaces de utilizar la lactosa como fuente de carbono de las muestras de agua.

Procedimiento:

- Se preparó caldo lactosa a doble concentración y se añadió a 3 tubos de ensayo

que contenían en su interior campanas de Durham, un volumen 10 ml cada uno y a 6 tubos se añadió 10 ml del mismo caldo, pero a una concentración simple.

- La muestra antes de ser inoculada se homogenizó, luego se obtuvo 10 ml de muestra y se inoculó a cada uno de los tres tubos de caldo lactosado de doble concentración, después se tomó 1 ml de muestra y se inoculó a 3 tubos de caldo lactosado de simple concentración y por último se inoculó 0.1 ml de muestra a los 3 tubos restantes
- Se incubaron todos los tubos a 37°C durante 24 - 48 horas en la estufa. Transcurrido el tiempo de incubación se observaron si hubo producción de gas, se consideró positivo aquellos tubos que presentaron formación de gas en el interior de la campana de Durham. La ausencia de gas en los tubos indicó que la prueba era negativa (figura 2).



Figura 2. Prueba presuntiva: tubos conteniendo caldo lactosado, izquierda: 3 tubos positivos mostrando presencia de gas, medio: 3 tubos Negativos. Realizados en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNA – PUNO, julio a noviembre del 2018

Test confirmativo:

Se utilizó el medio caldo verde brillante bilis lactosa. Para confirmar la presencia de organismos coliformes termotolerantes capaces de utilizar bilis y fermentar la lactosa, la. Este medio contiene sales biliares que elimina el desarrollo de microorganismos no coliformes. La diferencia entre coliformes totales y fecales está en la temperatura de incubación (Fernández 2017).

Procedimiento:

- De los tubos positivos de caldo lactosado se tomó 1ml y se inoculó en los tubos que contenían caldo verde brillante bilis lactosa.
- Se incubaron los tubos de caldo verde brillante bilis lactosa con las muestras inoculadas a una temperatura de 44°C por 24 horas.
- Transcurrido el tiempo establecido se procedió a realizar la lectura. Los tubos que presentaban producción de gas se consideraron positivos (Figura 3).



Figura 3. Prueba confirmativa: tubos conteniendo caldo lactosa bilis verde brillante: izquierda tubos negativos, medio y derecha tubos positivos observándose claramente la presencia de gas, realizados en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNA – PUNO, julio – noviembre. 2018

Test de aislamiento

Esta prueba consiste en aislar coliformes fecales (*E. coli*) a partir de los tubos positivos del caldo verde brillantes bilis lactosa (test confirmativo),

Procedimiento:

- Se utilizó un asa de kolle en aro, luego este se esterilizó a fuego en el mechero hasta que el asa de kolle mostró un color rojo vivo, se esperó a que se enfríe por unos 10 segundos luego se introdujo el asa estéril al tubo positivo y se aisló una asada de muestra y este se sembró en el agar Eosin Metil Blue (EMB) por la técnica de agotamiento (Figura 4).
- Las placas de EMB sembradas con la muestra fueron incubadas a 37°C por 24 a 48 horas.



Figura 4. Prueba de aislamiento: placa con agar EMB dividido en nueve partes iguales en la cual nos indica, crecimiento de coliformes fecales en 3 muestras, Realizados en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNA – PUNO, julio – noviembre. 2018

Calculo del Número más Probable (NMP)

Número Más Probable de coliformes (NMP), que se fundamenta en la determinación del número de coliformes mediante la siembra de distintos volúmenes del agua a analizar en series de tubos con caldo lactosado y resiembra en medios de cultivo selectivos e incubando a temperaturas adecuadas (OPS; OMS y MSP, 2013) El método de NMP proporciona una estimación de los organismos viables existentes en un sustrato. Es un concepto estadístico derivado de la teoría de probabilidades aplicable a la enumeración de microorganismos bajo ciertas condiciones.

Se calculó el NMP basándose en las combinaciones de tubos positivos y negativos en cada dilución, reportándose los resultados de coliformes totales y fecales. La densidad de las bacterias coliformes se expresó como NMP de coliformes totales por 100ml y NMP de Coliformes termotolerantes por 100ml. El NMP se obtuvo a través de tablas en las que se presentan el límite de confianza de 95% para cada valor de NMP determinado.

$$NMP/100ml = \frac{\text{valor de la tabla NMP}}{\text{Volumen de la dilucion inicial}} \times 10$$

3.4.1.4. Turbiedad

Método: Nefelométrico

Fundamento: Este método se basa en la comparación de la intensidad de la luz dispersada por la muestra en condiciones definidas y la dispersada por una solución patrón de referencia en idénticas condiciones. Cuanto mayor es la intensidad de la luz dispersada, más intensa es la turbidez (HACH, 2015).

Procedimiento:

- Primero se homogenizó la muestra suavemente sin que aparezcan burbujas. Luego se vertió 20 ml de la muestra de agua en una celda del turbidímetro (marca HACH) (Figura 5) y luego se colocó la celda al equipo y se realizó la lectura en la escala del aparato calibrado adecuadamente.



Figura 5. Medición de la turbiedad de las muestras de agua de piscinas utilizando el equipo HACH, 2100AN turbidimotor en el laboratorio de SEDA – Juliaca. Julio- noviembre 2018.

3.4.1.5. Cloro residual**Método:** DPD

Fundamento: El cloro en la muestra de agua se encuentra como ácido hipocloroso o como ion hipoclorito (cloro libre). Se añade el indicador DPD (dietil parafenil diamina) a la muestra de agua, el cloro libre reacciona con el DPD para formar una solución color rosa. La intensidad de color se compara con una tabla de colores estándar para determinar la concentración de cloro en el agua. Entre más intenso es el color, mayor es la concentración de cloro en el agua (OPS y OMS 2009).

Procedimiento para el análisis del cloro Residual (OPS&OMS 2009)

- Se tomó 10 ml de muestra del agua de la piscina en una celda del equipo de medidor de cloro.
- Se colocó el indicador DPD en la celda que contenía el agua de piscina que se va analizar y se tapó la celda.
- Se mezcló el indicador de DPD con el agua de piscina que se quiere analizar, agitándolo suavemente.
- Luego se colocó la celda en el equipo de medidor de cloro de marca HACH. Y se realizó la lectura de la concentración de cloro residual del agua de las piscinas (figura 6).



Figura 6. Medición del cloro residual *in situ* de la muestra de agua de piscinas con el equipo HACH, mediante el método del DPD. Julio – noviembre, 2018.

3.4.2. Verificación de la calidad de equipamiento e instalaciones (servicios higiénicos y duchas, Lavapiés, sistema de recirculación)

Este criterio se divide en 3 variables la cual fue evaluada durante la inspección técnica en la cual se realizó una encuesta y observación de los servicios higiénicos y duchas, Lavapiés y del sistema de recirculación, de acuerdo a la D.S.003 MINSA/DIGESA-V.02 (Tabla 5).

Tabla 5. Variables (servicios higiénicos y duchas, Lavapiés, sistema de recirculación) observadas para determinar la Calidad de Equipamiento e instalaciones de las piscinas, julio – noviembre, 2018

Variable	Rango de valor	Calificación
Servicios Higiénicos y Duchas	SS.HH. y duchas disponibles, limpios y en Funcionamiento	Presencia
	SS.HH. y duchas sucios o malogrados o Ausentes	Ausencia
Lavapiés	Disponibles, limpios, funcionando y con solución desinfectante.	Presencia
	Ausentes o sucios, o malogrados sin solución desinfectante.	Ausencia
Sistema de Recirculación	Instalado y en operación	Buena
	Instalado y malogrado (en estado inoperativo) o no tiene	Mala

Fuente: Directiva Sanitaria N°033-MINSA/DIGESA-V.02

3.4.3. Evaluación de la calidad de limpieza (limpieza del local, limpieza del estanque, criaderos de *Aedes aegypti*, cuerpos de agua)

Este criterio se divide en 4 variables las cuales fueron evaluadas en el momento de la inspección, en donde se observaron: la limpieza del local, limpieza del estanque, criaderos de *Aedes aegypti* y cuerpos de agua (Tabla 6).

Tabla 6. Variables (limpieza del local, limpieza del estanque, criaderos de *Aedes aegypti*, cuerpos de agua) que fueron observadas para determinar la calidad de Limpieza, julio – noviembre, 2018.

Variable	Rango de Valor	Calificación
Limpieza del Local	Hay recipiente para residuos y el local está limpio	Buena
	Ausencia de recipientes y/o el local está sucio o hay residuos sólidos dispersos	Mala
Limpieza del Estanque	Limpio y ausencia de solidos flotantes	Buena
	Sucio y/o presencia de solidos flotantes	Mala
Criadero de <i>Aedes aegypti</i>	Ausencia	Buena
	Presencia	Mala
Cuerpo de agua	Ausencia	Buena
	Presencia	Mala

Fuente: Directiva Sanitaria N°033-MINSA/DIGESA-V.02

3.4.4. Verificación del ordenamiento documentario (libro de registro, autorización sanitaria).

Este criterio se divide en 2 variables las cuales fueron evaluadas el día de la inspección. En la cual se verificó si contaban o no con un libro de registro y una aprobación sanitaria (Tabla 7).

Tabla 7. Variables (libro de registro, aprobación sanitaria) que fueron verificadas para determinar el Control de Ordenamiento documentario, julio – noviembre, 2018.

Variable	Rango Valor	Calificación
Libro de Registro	Cuaderno o Libro de registro presente y al día	Buena
	No cuenta con cuaderno o libro de registro o no está al día	Mala
Aprobación sanitaria	Cuenta con aprobación sanitaria visible y vigente	Buena
	No cuenta con aprobación sanitaria o no está vigente	Mala

Fuente: Directiva Sanitaria N°033-MINSA/DIGESA-V.02

3.4.5. Determinación de la calidad sanitaria de las piscinas de la ciudad de Juliaca.

Para la determinación de la calidad sanitaria de las piscinas se calificó cada uno de los criterios: control de calidad bacteriológico y fisicoquímico, control de calidad de equipamiento e instalaciones, control de calidad de limpieza, control de ordenamiento documentario. De acuerdo a la tabla de calificación para la determinación de la calidad sanitaria de las piscinas, estas obtienen una calificación sanitaria de: Saludable y No saludables de acuerdo los valores que han obtenido (tabla 8).

Tabla 8. Calificación Sanitaria de las piscinas de acuerdo a la tabla de calificación para la determinación de la calidad sanitaria de las piscinas. Julio – noviembre, 2018

Calificación Sanitaria	Valor
Saludable	Cumple con todos los criterios
No saludable	No cumple con uno o mas

Fuente: Directiva Sanitaria N°033-MINSA/DIGESA-V.02

3.4.6. Diseño estadístico

Para la presente investigación se utilizó las tablas de distribución de frecuencia, para organizar los datos según los criterios.

El diseño estadístico para las pruebas de hipótesis se utilizó el estadístico de Ji cuadrado de homogeneidad al 95% de confianza.

Este estadístico permitió identificar si alguna categoría presenta una frecuencia significativamente mayor a las restantes, se utilizó en tablas de una sola entrada (una sola variable).

$$\chi_c^2 = \sum_1 \left(\frac{O_i - E_i}{E_i} \right)^2$$

Donde:

χ_c^2 : Ji-cuadrado calculada.

O_i : Frecuencias observadas.

E_i : Frecuencias esperadas, aquella frecuencia que se observaría si las categorías fuesen homogéneas.

Regla de decisión.

Si $\chi_c^2 > \chi_i^2$ = se rechaza la H_0 y se acepta la H_a , caso contrario se acepta la H_0 .

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de las piscinas en la ciudad de Juliaca (coliformes termotolerantes, turbiedad, cloro residual).

4.1.1. Presencia de coliformes termotolerantes en las piscinas de la ciudad de Juliaca. Julio – Noviembre. 2018.

La calidad de las piscinas respecto al contenido de coliformes termotolerantes, señala que 5 piscinas: La Playa, Vangaly, Olympus, Stella Maris y Paraíso se encontraron presencia de coliformes termotolerantes por los que se les considera de Mala calidad, mientras que las piscinas: Pacífico, San Miguel, Municipal y Oasis hubo ausencia, por lo que se interpreta que su calidad es Buena; por otro lado, el 44% de las muestras provenientes de la salida de las piscinas estuvieron contaminadas por coliformes termotolerantes y en menor porcentaje se encontraron en la cisterna (Tabla 9).

Tabla 9. Presencia/Ausencia de coliformes termotolerantes en nueve piscinas de la ciudad de Juliaca y su relación con el punto de muestreo, julio – noviembre. 2018

Piscinas	Tanque de almacenamiento	Medio de la piscina	Periferia de la piscina	Calificación
La Playa	P	P	P	Mala
Vangaly	A	P	P	Mala
Olympus	A	A	P	Mala
Stella Maris	A	P	P	Mala
Pacífico	A	A	A	Buena
Paraíso	P	A	A	Mala
San Miguel	A	A	A	Buena
Municipal	A	A	A	Buena
Oasis	A	A	A	Buena
Buena	7 (78%)	6 (67%)	5 (56%)	4 (44%)
Mala	2 (22%)	3 (33%)	4 (44%)	5 (56%)

B=Buena: Ausencia

M=Mala: Presencia

Los resultados respecto a la carga bacteriana de coliformes termotolerantes, la piscina la Playa es la que alcanzó mayor concentración de coliformes termotolerantes >11000 NMP/100 ml en los tres puntos de muestreo (cisterna, medio del estanque, salida), seguida por las piscinas Vangaly, Paraíso, Stella Maris y Olympus que según la normativa estas deben estar ausentes (Figura 7).

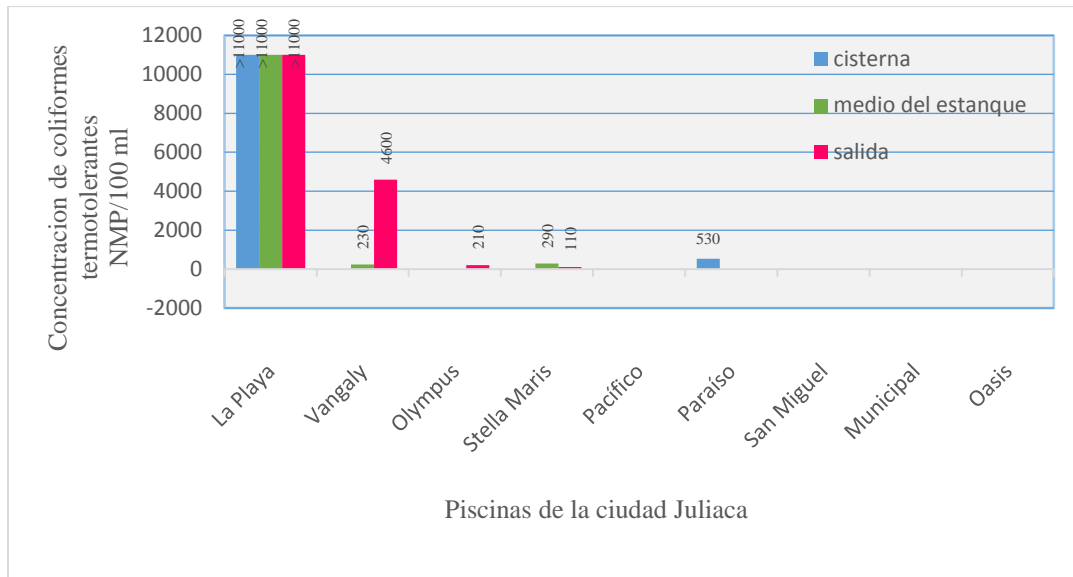


Figura 7. Concentración promedio de coliformes termotolerantes de las nueve piscinas de la ciudad de Juliaca, Julio – Noviembre del 2018.

Los resultados respecto a la presencia de coliformes termotolerantes de las nueve piscinas analizadas de la ciudad de Juliaca se tiene que un 56% de piscinas estuvo contaminada por coliformes termotolerantes, por tanto, obtuvieron una calificación de mala calidad al presentar por lo menos una muestra positiva en las secciones evaluadas en cada piscina, siendo no apta para su uso de acuerdo a los parámetros establecidos por la D.S. N°003-MINSA/DIGESA-V.02 y el 44% de las piscinas presentaron Buena calidad al no encontrarse presencia de coliformes termotolerantes (Figura 8).

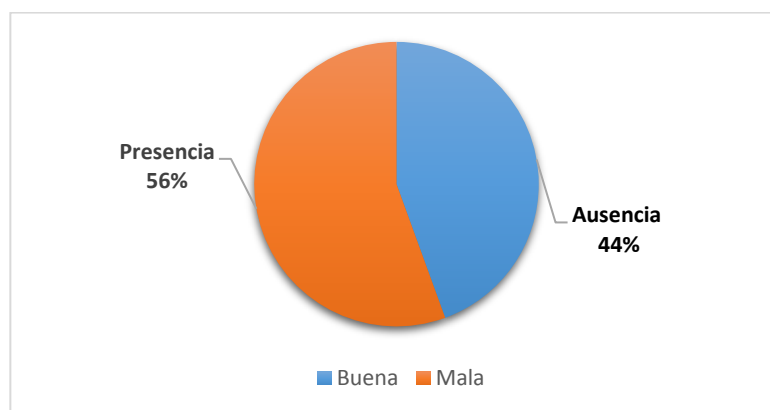


Figura 8. Calidad porcentual según contenido de coliformes termotolerantes en nueve piscinas de la ciudad de Juliaca, julio – noviembre. 2018

Otros resultados que se pudieron obtener en la investigación para el análisis fisicoquímico fueron: Potencial de Hidrogeno (pH): promedio de 7.57, Conductividad eléctrica: 2335

uS/cm, Sólidos totales disueltos (STD): 1527 mg/l y la temperatura con un promedio de 18.87°C.

Los resultados obtenidos en la investigación respecto a coliformes termotolerantes, fueron casi similares a los obtenidos por Según Marchand (2002), quien analizó 40 muestras de inmuebles (cisterna), el cual obtuvo que el 52.50% estuvo contaminada por coliformes fecales, indicando que la contaminación de los tanques y cisternas se da por una inadecuada limpieza y desinfección. Por otra parte, los resultados obtenidos en nuestra investigación fueron superiores a los resultados obtenidos por Layza (2013), quien determinó que el 38% de las piscinas presentan coliformes termotolerantes de un total de 84 piscinas de Trujillo, de igual manera estos fueron superiores a los resultados obtenidos por Arriaza, *et al.* (2015), quienes encontraron que el 14.3% del total de 21 muestras de filtros analizados, estuvieron contaminadas por *E. coli*. Por otra parte, los resultados obtenidos en la investigación, fueron inferiores a los resultados obtenidos por Cazaré y Alcántara (2014), quienes indican que, de 16 muestras analizadas de agua potable en Argentina, el 75% estuvo contaminada por coliformes termotolerantes. Todos estos resultados indican que las muestras de agua están contaminadas por heces. A diferencia de los resultados obtenidos por GERESA- LIBERTAD (2013), quienes inspeccionaron a un total de 33 piscinas y solo una no aprobó las condiciones microbiológicas, además en los resultados obtenidos por Colmenares *et al.* (2008) y Ortega y Tinoco (2017), quienes no encontraron coliformes fecales en ninguna de las piscinas evaluadas.

Los resultados obtenidos en la investigación respecto a la carga bacteriana, fueron similares a estudios realizados por Fernández (2017) y por (Sotil, 2017), quienes determinaron la presencia de coliformes fecales por encima de los 11000 NMP/100 ml, al igual que (Díaz *et al.*, 2011), quienes evaluaron el agua de la salida de la piscina, encontrando $1.87 \cdot 10^2$ NMP/100ml lo que se corrobora con los resultados obtenidos por Vázquez (2016), quien determinó la presencia de coliformes fecales en aguas de la piscina antes y después de los servicios brindados: antes del servicio brindado encontró: 4.47 NMP/100 ml y después del servicio brindado se encontró: 152.11 NMP/100 ml, estos resultados fueron inferiores a los reportados por (Martínez, R. y Alvarado, 2013), quienes encontraron 6×10^2 CF/100 ml antes de la limpieza y 3×10^2 CF/100 ml después de la limpieza, estos resultados son superiores a los resultados obtenidos por De la Rosa *et al*

(2015), quienes evaluaron la calidad del agua en presencia y ausencia de bañistas: presencia: 1 UFC/100 ml, ausencia: 0 UFC/100 ml. Según cruz (2018), obtuvo un valor de 8.25 NMP/100 ml este valor cumple con los estándares de Calidad Ambiental de Agua (ECA) D.S. N.015-2015, el cual indica que debe ser hasta 200 NMP/100 ml, por lo contrario, este valor encontrado no cumple con los límites establecido por la D.S 007-2003 SA y también por D.S. N°033 MINSA/DIGESA V.02, 2016, los cuales indican que deben estar ausentes.

El uso de lociones, cremas en la piel son los factores más recurrentes de contaminación, seguida por la descarga de fluidos por la nariz, boca (Colmenares, *et al* 2008), pelos, sudor, grasa: cuando estos proliferan es donde empiezan hacerse presente las infecciones (Zhiña, 2008)

4.1.2. Turbiedad del agua de las piscinas de la ciudad de Juliaca. Julio – Noviembre. 2018.

En el 100% de las piscinas, la turbiedad fue menor a 5 UNT, lo que se interpreta que tiene Buena calidad puesto que la turbidez se encuentra dentro del rango establecido, la cual demuestra que el valor promedio de turbiedad fue de 1.90 UNT la misma que no sobrepasa los valores establecidos por la directiva sanitaria (<5 UNT) (Tabla 10).

Tabla 10. Calidad según turbiedad del agua en nueve piscinas de la ciudad de Juliaca, julio a noviembre, 2018

Calidad	Turbiedad	Buena		Mala		Total	
		N	%	N	%	N	%
Piscinas	UNT						
La Playa	1.20	3	100.00	0	0.00	3	100.00
Vangaly	2.49	3	100.00	0	0.00	3	100.00
Olympus	4.21	3	100.00	0	0.00	3	100.00
Stella Maris	1.75	3	100.00	0	0.00	3	100.00
Pacifico	1.45	3	100.00	0	0.00	3	100.00
Paraíso	2.08	3	100.00	0	0.00	3	100.00
San Miguel	1.76	3	100.00	0	0.00	3	100.00
Municipal	0.34	3	100.00	0	0.00	3	100.00
Oasis	1.86	3	100.00	0	0.00	3	100.00
Promedio total	1.90	3	100.00	0	0.00	3	100.00

Buena: <5.0 UNT

Mala: 5.0 UNT 0 más

Se muestra los valores promedio de turbiedad observado en nueve piscinas de la ciudad de Juliaca, se observa en línea roja el valor de permisibilidad, se obtuvo que las nueve

piscinas presentan valores de turbiedad dentro de lo permisible (<5.0 UNT), por lo que la calidad de las mismas respecto a este parámetro es el adecuado (Figura 9).

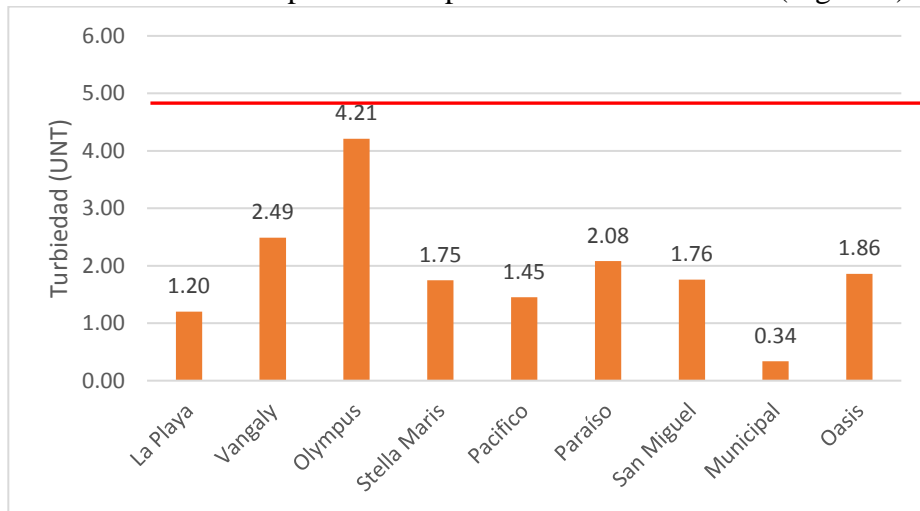


Figura 9. Calidad según turbiedad del agua en nueve piscinas de la ciudad de Juliaca, julio a noviembre del 2018

Los resultados obtenidos en esta investigación fueron similares a los resultados reportados por Carrasquero *et al.* (2015), quienes encontraron valores de turbidez entre 1.52 – 4.71 UNT en 10 piscinas en Maracaibo. También es similar al estudio de (De la Rosa, et al. (2015), que obtuvo un promedio de 1.40 UNT durante el funcionamiento y 1.03 UNT sin la presencia de bañistas. Por otra parte, el estudio de Ortega & Tinoco (2017), reportaron valores de turbiedad que oscila entre 11.75 – 18.50 UNT de las aguas de los 4 parques acuáticos de Guayaquil – Ecuador con un promedio de 13.63 UNT, resultados similares encontró Cruz (2018), en los baños termales de Moyobamba con un promedio de 10 UNT – 11.25 UNT, los cuales cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (turbiedad: hasta 100 UNT), estos resultados fueron inferiores a los resultados reportados por Díaz et al., (2011), quienes encontraron valores entre 22.05 UNT - 30.9 UNT en la salida de la piscina en Morales-México. Estos resultados fueron superiores a nuestro estudio, excediendo los límites máximos permisibles por las normas utilizadas (Norma NTE INEN 1108 (2011): Agua Potable y la Norma Requisitos 742/2013, Criterios técnico sanitarios de las piscinas, España), y también por la D.S.N°003 MINS/DIGESA V.02, 2016 que debe ser <5 UNT, por otra parte estos resultados son superiores a los resultados encontrados por (Layza, 2013), quien evaluó la turbiedad de 84 piscinas de la ciudad de Trujillo encontrando que el 89%(75) de las piscinas se encuentran con una calificación de “Buena” esto nos indica que obtuvieron

una medición de <5 UNT y solo el 11% del total de las piscinas se encuentran con una calificación de Mala.

4.1.3. Concentración de cloro residual del agua de las 9 piscinas de la ciudad de Juliaca. Julio – Noviembre. 2018.

La calidad de las piscinas respecto al contenido de cloro residual, señala que la piscina la Playa presenta una mala calidad (100%) por presentar menor contenido de cloro al recomendable por la norma técnica, del mismo modo las piscinas Vangaly, Olympus, Stella Maris, y Paraíso presentaron mala calidad puesto que el contenido de cloro en el agua fue <0.4 mg/l; La piscina pacífico presento un 100% con Buena calidad, al igual que la piscina San Miguel, ya que presentaron concentraciones de cloro residual entre >0.4mg/l y <1.2mg/l; la piscina Municipal presentó una mala calidad en el 100% de muestras y la piscina Oasis del mismo modo, ambas superan el límite máximo permisible que es de 1.2 mg/l según la D.S. 033 MINSA/DIGESA-V.02-2016. El 22.22% de las piscinas presentaron buena calidad con respecto al contenido de cloro residual y el 77.78% presenta mala calidad, de lo cual se interpreta que mayormente estas piscinas presentan deficiencias en este parámetro de evaluación (Tabla 11).

Tabla 11. Calidad según contenido de cloro residual en nueve piscinas de la ciudad de Juliaca, julio a noviembre del 2018

Calidad	Buena		Mala		Total	
	N	%	N	%	N	%
Piscinas						
La Playa	0	0.00	3	100.00	3	100.00
Vangaly	0	0.00	3	100.00	3	100.00
Olympus	0	0.00	3	100.00	3	100.00
Stella Maris	0	0.00	3	100.00	3	100.00
Pacifico	3	100.00	0	0.00	3	100.00
Paraíso	0	0.00	3	100.00	3	100.00
San Miguel	3	100.00	0	0.00	3	100.00
Municipal	0	0.00	3	100.00	3	100.00
Oasis	0	0.00	3	100.00	3	100.00
Promedio	2	22.22	7	77.78	3	100.00

Buena: >0.4mg/l y <1.2mg/l

Mala: <0.4 mg/l

$$\chi_c^2 = 64,0 > \chi_{t(1,0.05)}^2 = 3.84 \text{ Sig. } (p = 0.001)$$

Se observa en línea roja el valor mínimo y máximo de referencia de cloro residual (>0.4 mg/l y <1.2 mg/l), la concentración de cloro residual en tres piscinas: Vangaly, Olympus y Paraíso presentaron ausencia de cloro residual (0mg/l), seguida por las piscinas: la Playa y Stella Maris con 0.1 mg/l de cloro residual, las 5 piscinas no alcanzan la concentración mínima especificada por la D.S. 003 MINSA/DIGESA V.02. Solo 2 piscina: Pacífico y San Miguel cumplen con presentar valores de cloro residual dentro de lo establecido por la normativa y además que las piscinas Municipal y Oasis, superan el límite máximo permisible (Figura 10).

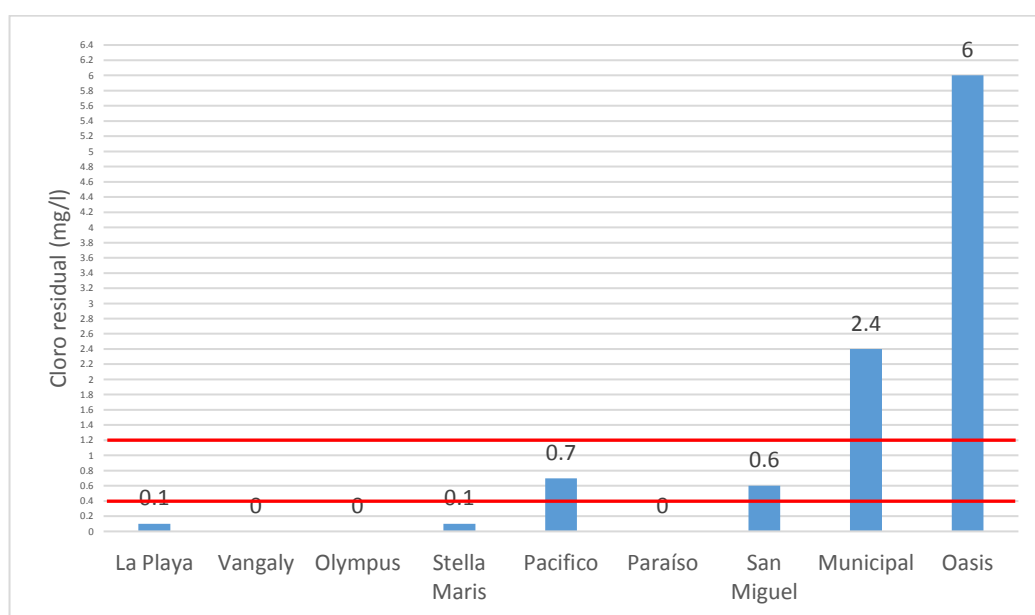


Figura 10. Calidad según contenido de cloro residual en nueve piscinas de la ciudad de Juliaca, julio – noviembre del 2018

Como el valor calculado de Chi-cuadrado (64.00) es mayor que el valor crítico (3.84) con una confiabilidad de 95% ($\alpha = 0.05$), se acepta la hipótesis alterna (H_a), es decir: La calidad microbiológica del agua de las piscinas de la ciudad de Juliaca no se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la Directiva Sanitaria N°033-MINSA/DIGESA –V.02. Coliformes termotolerantes.

Los resultados obtenidos de esta investigación fueron similares a los obtenidos por Ortega y Tinoco (2017), quienes obtuvieron en algunas piscinas niveles insatisfactorios de CRL que se encuentran entre 0.0mg/l – 0.6 mg/l en aguas de 4 parques acuáticos de la ciudad de Guayaquil – Ecuador, por otra parte, también se asemeja con los resultados obtenidos

por Layza (2013), quien determinó la concentración de CRL en 84 piscinas de la provincia de Trujillo en cual en 38% piscinas se encontró una adecuada concentración de cloro ($>0.4\text{mg/dl}$ y $<1.2\text{mg/dl}$) por tanto obtiene una calificación de buena y el 52(62%) son mala. Carrasquero *et al.*, (2015), realizaron muestreos de agua a 10 piscinas en Maracaibo, de lo cual, el 20% mostraron ausencia de cloro y el 70% excedieron el LMP con un promedio de 6.8 mg/l. resultados similares a los encontrados en nuestra investigación.

Marchand (2002), analizó el CRL en 56 muestras de agua de pozo de Lima Metropolitana de los cuales el 75% no presentaba CRL y el 14% si presentó CRL (0.6-1mg/l) de esta manera se comprueba acción eficaz del cloro en la inhibición del crecimiento bacteriano ya que las muestras contaminadas fueron aquellas que no presentaban concentraciones adecuadas de CRL, sin embargo Santa Marina, et al. (2009), reportaron que todas las piscinas (20) cubiertas estudiadas en Guipúzcoa-España, los niveles de cloro libre y combinado se mantienen dentro de los valores reglamentarios de piscinas de la comunidad autónoma de Vasca lo cual es diferente a los resultados obtenidos en la presente investigación. Así mismo difiere con los resultados de De la Rosa, et al. (2015), quienes encontraron durante el funcionamiento: 0.2 mg/l y en su vaciado de la piscina: 0.5mg/l de cloro residual. De igual manera Díaz et al., (2011), que obtuvo en el 1er muestreo: 0.8 mg/l, en el 2do muestreo: 0.03 mg/l, ya que en el 2do muestreo la afluencia de bañistas fue 8 veces mayor que el primero.

DIGESA y MINSA (2013), recomiendan utilizar concentraciones de CRL entre: 0.4 a 1.2 mg/l, ya que concentraciones elevadas de cloro puede ocasionar irritación de las fosas nasales.

4.2. Calidad de equipamiento e instalaciones de las piscinas de la ciudad de Juliaca (Servicios higiénicos y duchas, Lavapiés, Sistema de recirculación).

Las piscinas: Vangaly, Stella Maris, Pacifico, Municipal y Oasis mostraron una calificación de Buena calidad respecto al equipamiento e instalaciones, es decir cumplían con presentar servicios higiénicos y duchas, Lavapiés y sistema de recirculación; mientras que las piscinas La playa, Olympus, Paraíso y San Miguel no presentaron total o parcialmente los servicios señalados, por lo que son considerados de Mala calidad. El 100% de las piscinas presentaron servicios higiénicos y duchas, el 66.66% de las piscinas presentaron Lavapiés y solo el 55.55% de las piscinas contaban con un sistema de recirculación también se observa que, de las nueve piscinas evaluadas en la ciudad de Juliaca, se determinó que el 44% presentó una Mala calidad de equipamiento e instalaciones, mientras que el restante 56% si presentó una buena calidad que requiere un servicio público (Tabla 12).

Tabla 12. Calidad de equipamiento e instalaciones en nueve piscinas de la ciudad de Juliaca, 2018

Piscinas	Servicios		Sistema de	Calificación	N
	higiénicos y ducha	Lavapiés	recirculación		
La Playa	P	A	M	Mala	1
Vangaly	P	P	B	Buena	1
Olympus	P	A	M	Mala	1
Stella Maris	P	P	B	Buena	1
Pacifico	P	P	B	Buena	1
Paraíso	P	P	M	Mala	1
San Miguel	P	A	M	Mala	1
Municipal	P	P	B	Buena	1
Oasis	P	P	B	Buena	1
Presencia	100%	66.66%	55.55%	55.55%	-
Ausencia	0%	33.34%	44.45%	44.45%	-

P: Presencia; A: Ausencia; M: Mala; B: Buena

$$\chi^2_c = 19,36 > \chi^2_{t(1,0.05)} = 3.84 \text{ Sig. } (p = 0.001)$$

Como el valor calculado de Chi-cuadrado (19.36) es mayor que el valor crítico (3.84) con una confiabilidad de 95% ($\alpha = 0.05$), se acepta la hipótesis alterna (Ha), es decir: La calidad de equipamiento e instalaciones (servicios higiénicos y duchas,

Lavapiés, Sistema de recirculación) se encuentran ausentes en la gran mayoría de las piscinas de la ciudad de Juliaca.

Los resultados obtenidos en la investigación con respecto a la Presencia o Ausencia de los S.S.H.H. y Duchas difieren de los resultados obtenidos por Layza (2013), quien realizó una inspección a 84 piscinas de las cuales el 89% de las piscinas tubo una calificación de “Buena” lo que indica que hay presencia de servicios higiénicos y duchas limpias y en funcionamiento y solo el 11% de obtuvieron una calificación de “Mala” lo que indica que no hay presencia de servicios higienicos y ducha o están sucios o malogrados en estas piscinas.

Los resultados obtenidos en la investigación lo referente a presencia y ausencia de Lavapiés son similares a los resultados obtenidos por Layza (2013), quien inspeccionó 84 piscinas de la ciudad de Trujillo, encontrando que, el 46% de las piscinas si cuentan con la presencia de Lavapiés (limpios y en funcionamiento con solución desinfectante) y el 54% de las piscinas hay ausencia de Lavapiés (sucios, malogrados o sin solución desinfectante).

Los resultados obtenidos en la investigación en relación al sistema de recirculación fueron similares a los resultados obtenidos por Ortega & Tinoco (2017), quienes observaron deficiencia en el sistema de recirculación en algunos de los parques acuáticos de Guayaquil – Ecuador, estos resultados son similares a los resultados encontrados por Layza (2013), quien realizó una inspección a 84(100%) piscinas de la ciudad de Trujillo encontrando que el 49%(41) de las piscinas registran que el sistema de recirculación se encuentra con una calificación de “Buena” lo que indica que están instalados y operativos, y el 6% de piscinas tienen una calificación de “Regular” lo que indica que están instalados e inoperativos, el 45% de las piscinas los sistemas de recirculación se encuentran con una calificación de “Mala” lo que indica que las piscinas no cuentan con un sistema de recirculación.

4.3. Evaluación de la calidad de limpieza de las piscinas de la ciudad de Juliaca (Limpieza del local, Limpieza del estanque, Criaderos de *Aedes aegypti*, Cuerpos de agua).

Respecto a la calidad de limpieza de las nueve piscinas de la ciudad de Juliaca, tenemos que la totalidad (100%) de las piscinas presenta Buena calidad, puesto que cuentan con una adecuada limpieza del local, limpieza del estanque, no muestran criaderos de *Aedes aegypti*, y hay ausencia de cuerpos de agua (Tabla 13).

Tabla 13. Calidad de limpieza en nueve piscinas de la ciudad de Juliaca, julio a noviembre del 2018

Piscinas	Limpieza del local	Limpieza del estanque	Criadero de <i>Aedes aegypti</i>	Cuerpo de agua	Calificación
La Playa	B	B	B	B	Buena
Vangaly	B	B	B	B	Buena
Olympus	B	B	B	B	Buena
Stella Maris	B	B	B	B	Buena
Pacífico	B	B	B	B	Buena
Paraíso	B	B	B	B	Buena
San Miguel	B	B	B	B	Buena
Municipal	B	B	B	B	Buena
Oasis	B	B	B	B	Buena
BUENA	9 (100%)	9 (100%)	9 (100%)	9 (100%)	9 (100%)
MALA	0%	0%	0%	0%	0%

B: Buena

M: Mala

$$\chi^2_c = 100,0 > \chi^2_{t(1,0.05)} = 3.84 \text{ Sig. } (p = 0.001)$$

Como el valor calculado de Chi-cuadrado (100) es mayor que el valor crítico (3.84) con una confiabilidad de 95% ($\alpha = 0.05$), se acepta la hipótesis alterna (H_a), es decir: La calidad de limpieza del local, limpieza del estanque, criaderos de *Aedes aegypti*, y cuerpo de agua de la mayoría de las piscinas de la ciudad de Juliaca es buena

Los resultados obtenidos en esta investigación, son similares a los resultados obtenidos por Colmenares (2008), quien diagnosticó que de 13 piscinas evaluadas del estado de Carabobo, la calidad de limpieza fue aceptable, lo cual difieren con los resultados obtenidos por Ortega & Tinoco (2017), quienes observaron que la limpieza de las instalaciones, sistema de desinfección, limpieza de la piscina y sistema de renovación se

diagnóstica de regular, lo que implica que el diagnóstico general de la calidad de la limpieza de algunos parques acuáticos de Guayaquil – Ecuador es no aceptable, por otra parte estos resultados fueron similares a los obtenidos por Layza (2013), quien evaluó la limpieza del local y del estanque de 84 piscinas de la ciudad de Trujillo, encontrando que el 82% de las piscinas la calidad de limpieza es “buena” el 11% es “regular” y el 7% es “mala”, lo referente a la calidad de limpieza de estanque se encontró que el 71% de las piscinas tienen una calificación de “buena”, el 19% regular y el 10% de las piscinas obtuvieron una calificación de mala.

4.4. Verificación del ordenamiento documentario de las piscinas de la ciudad de Juliaca (Libro de registro, autorización Sanitaria).

Para la evaluación de la calidad de ordenamiento documentario, la evaluación permitió identificar que solo una piscina: Paraiso presenta una Buena calidad, ya que cuentan con Cuaderno o libro de registro y Aprobación sanitaria, mientras que las piscinas La Playa, Vangaly, Olympus, Stella Maris, Pacifico, San Miguel y la piscina Municipal presentaron una Mala calidad, puesto que no cuentan total o parcialmente con la documentación señalada. El 54.55% de las piscinas cuentan con un cuaderno y libro de registro y solo el 11.10% de piscinas cuentan con una aprobación sanitaria, se observa que de las nueve piscinas evaluadas en la ciudad de Juliaca en lo referente a la calidad de ordenamiento documentario se tiene que el 89% de ellas presentan Mala calidad y solo el 11% cumplen con este parámetro de evaluación obteniendo una calificación de Buena calidad (Tabla 14).

Tabla 14. Calidad de ordenamiento documentario en nueve piscinas de la ciudad de Juliaca, julio – noviembre del 2018.

Piscinas	DOCUMENTACION		Calificación
	Cuaderno o libro de registro	Aprobación sanitaria	
La Playa	M	M	Mala
Vangaly	M	M	Mala
Olympus	B	M	Mala
Stella Maris	M	M	Mala
Pacifico	M	M	Mala
Paraíso	B	B	Buena
San Miguel	B	M	Mala
Municipal	B	M	Mala
Oasis	B	M	Mala
Buena	5 (55.55%)	1 (11.10%)	1 (11.10%)
Mala	4 (44.45%)	8 (88.90%)	8 (88.90%)

B: Buena; M: Mala

$$\chi_c^2 = 79,21 > \chi_{t(1,0.05)}^2 = 3.84 \text{ Sig. } (p = 0.001)$$

Como el valor calculado de Chi-cuadrado (79.21 es mayor que el valor crítico (3.84) con una confiabilidad de 95% ($\alpha = 0.05$), se acepta la hipótesis alterna (H_a), es decir: El control de Ordenamiento Documentario de las piscinas de la ciudad de Juliaca la mayoría de estas no cuentan con un libro de registro o no está al día y tampoco con una autorización sanitaria vigente.

Los resultados obtenidos en esta investigación, son similares a los resultados obtenidos por Layza (2013), quien inspeccionó a 84 piscinas de la ciudad de Trujillo en lo referente al libro de registro encontró que el 39% calificaron como “Buena” esto indica que contaba con la presencia de un libro de registro y estaba al día, por el contrario el 61% calificó como “Mala” que indica que no cuentan con un libro de registro o no está al día, en relación a la aprobación sanitaria encontró que, el 7% de las piscinas calificó de “Buena” y el 93% de las piscinas calificó como “Mala” esto indica que no cuentan con una aprobación sanitaria o no está vigente; estos resultados difieren a los resultados obtenidos por Ortega & Tinoco (2017), quienes observaron que, en todos los parques acuáticos de la ciudad de Guayaquil – Ecuador, los dos parámetros (libro de registro y autorización sanitaria) controlados se evalúan de excelente (1), lo que implica que el diagnóstico general de este indicador resulte aceptable en todos los casos.

4.5. Calidad sanitaria de las piscinas de la ciudad de Juliaca

De los resultados obtenidos de los 4 criterios de evaluación para determinar para la calidad sanitaria de las piscinas se tiene lo siguiente: el 78% de las piscinas obtienen una calificación de Mala ya que no cumplen con la calidad bacteriológica y fisicoquímica, el 55% de las piscinas obtienen una calificación de Buena para la calidad de equipamiento e instalaciones, el 100% de las piscinas cumplen con la calidad de limpieza y el 89 % de las piscinas no cumplen con la calidad de Ordenamiento documentario, todas las piscinas no cumplen con dos o tres criterios de evaluación y solo la piscina Paraíso es la única que no cumple con un criterio que es la de calidad de ordenamiento documentario (Tabla 15).

Tabla 15. Calificación de la calidad bacteriológica y fisicoquímica, calidad de Equipamiento e instalación, calidad de limpieza, calidad de ordenamiento documentario, de las nueve piscinas de la ciudad de Juliaca, julio – noviembre. 2018

Piscinas	Cuatro criterios de evaluación para determinar la calidad sanitaria de las piscinas				Calificación	
	Calidad bacteriológica y fisicoquímica	Calidad de equipamiento e Instalaciones	Calidad de limpieza	Calidad de ordenamiento documentario	Saludable	No saludable
La playa	M	M	B	M	--	X
Vangaly	M	B	B	M	--	X
Olympus	M	M	B	M	--	X
Stella Maris	M	B	B	M	--	X
Pacífico	B	B	B	M	--	X
Paraíso	M	M	B	B	--	X
San Miguel	B	M	B	M	--	X
Municipal	M	B	B	M	--	X
Oasis	M	B	B	M	--	X
BUENA	2 (22%)	5 (55%)	9 (100%)	1 (11%)	0 %	100%
MALA	7 (78%)	4 (44%)	0 (0%)	8 (89%)		

B: Buena; M: Mala

Según los resultados obtenidos de la calificación sanitaria de los cuatro criterios: calidad bacteriológica y fisicoquímica, calidad de equipamiento e instalaciones, calidad de limpieza y la calidad de ordenamiento documentario, se determinó que las nueve piscinas no cumplen con uno o más de los criterios de evaluación. De lo cual se interpreta que en la ciudad de Juliaca las piscinas que prestan servicio al público no tienen la calidad sanitaria requerida y por tanto son No Saludables (Tabla 16).

Tabla 16. Calificación sanitaria de nueve piscinas de la ciudad de Juliaca, julio – noviembre. 2018

Calificación sanitaria	N piscinas	%	Valor
Saludable	0	0.00	Cumple con todos los criterios
No saludable	9	100.00	No cumple con uno o más

$$\chi_c^2 = 49,0 > \chi_{t(1,0.05)}^2 = 3.84 \text{ Sig. } (p = 0.001)$$

Como el valor calculado de Chi-cuadrado (49.00) es mayor que el valor crítico (3.84) con una confiabilidad de 95% ($\alpha = 0.05$), se acepta la hipótesis alterna (H_a), es decir: La calidad sanitaria de las piscinas de la ciudad de Juliaca es No saludable y por tanto son un riesgo para la salud de los bañistas.

Los resultados obtenidos en la investigación, fueron mayores a los obtenidos por la DIRESA-ICA(2013), que inspeccionaron a 6 piscinas del cercado de Ica, encontrando observaciones en 4 de las piscinas, lo cual se asemejan a los resultados obtenidos por la DIGESA (2013), quienes realizaron una inspección y calificación a 209 piscinas de Lima Metropolitana y el Callao, de los cuales solo 50 fueron calificados como Saludable, por otro lado fueron similares a los obtenidos por la DIRESA-JUNIN (2013), quienes realizaron una inspección a todas las piscinas de la ciudad de Huancayo y dentro de ellos a la piscina Colombina es la única que fue calificada como saludable ya que cumplía con las normas sanitarias en tanto que las otras piscinas por el bajo costo no reunían las condiciones de higiene, lo que se asemeja a los resultados obtenidos por Layza (2013), quien diagnostico el estado sanitario de 84 piscinas de la ciudad de Trujillo determinando que el 25% de las piscina se encuentran en un estado sanitario de Saludable, el 45% de piscinas tienen una calificación de regularmente saludable y el 30% se encuentran en un estado sanitario de No Saludable. Por lo contrario, los resultados obtenidos por la GERESA- LIBERTAD (2013), informó que las piscinas se encuentran en óptimas condiciones ya que de las 33 piscinas inspeccionadas solo una no pasó las pruebas microbiológicas.

V. CONCLUSIONES

El 56% de las piscinas: la Playa, Vangaly, Olympus, Stella Maris y la piscina San Miguel, obtuvieron una calificación de Mala al encontrarse presencia de coliformes termotolerantes con un promedio de 1,443.33 NMP/100. En relación a la calidad fisicoquímica del agua el 78% de las piscinas obtienen una calificación de mala, al encontrarse la turbiedad en 1.90 UNT y 1.1 mg/l de cloro libre residual.

La calidad de equipamiento e instalaciones de las 9 piscinas de la ciudad de Juliaca indican que el 56% de las piscinas: Vangaly, Stella Maris, Pacífico, Municipal y Oasis presentan buena calidad en relación a los servicios higiénicos y duchas, Lavapiés y sistema de recirculación.

La calidad de limpieza de las 9 piscinas de la ciudad de Juliaca (Limpieza del local, Limpieza del estanque, Criaderos de *Aedes aegypti*, Cuerpos de agua), indica que el 100% de las piscinas cumplen con la normatividad obteniendo una calificación de buena calidad.

El ordenamiento documentario de las piscinas de la ciudad de Juliaca respecto al Libro de registro y autorización Sanitaria, indican que el 89% de las piscinas presentan una mala calidad.

En conclusión, la Calidad sanitaria de las piscinas de la ciudad de Juliaca el 100% está considerada como no saludables y por ende es un riesgo para la salud de los bañistas que concurren a estos establecimientos ya que no cumplen con uno o más criterios de calidad, como son: calidad bacteriológica y fisicoquímica, calidad de Equipamiento e Instalaciones, calidad de limpieza y calidad de Ordenamiento documentario.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda los encargados o responsables del mantenimiento de las piscinas a cumplir con el reglamento sanitario de piscinas y realizar diariamente el control de los parámetros fisicoquímicos como pH, cloro residual por lo menos dos veces al día, también debe realizarse un control microbiológico por lo menos una vez al mes y que se realice antes y después de los servicios brindados a los usuarios.

Se recomienda la realización de trabajos de investigación que consideren la detección de parásitos, hongos, virus, bacterias, protozoos, entre otros, además de la detección de parámetros fisicoquímicos como: pH, temperatura, Sólidos totales disueltos de las piscinas.

Se recomienda a la DIRESA realizar inspecciones sanitarias, evaluaciones y monitoreo constante a las piscinas, con el propósito de se cumplan con la normativa sanitaria de piscinas.

Se recomienda a las piscinas controlar que los bañistas cumplan con las normas establecidas como: ducharse antes y después de usar la piscina, usar gorras con el fin de disminuir las fuentes contaminantes.

VII. REFERENCIAS

- 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.
- APHA, AWWA, WEF. (2005). *Standard Methods for the Examination of water and wasterwater* (21st ed.). New York.
- Arando, P.; Delgado, J.; Garabito, M.; Ignacio, W. y Michel, C. (2014). Analisis comparativo de la contaminación microbiológica en las piscinas de Miraflores y Chaqui en el departamento de Potosí, gestion 2012., 23–32 p.
- Arellano, J. y Guzmán, J. (2011). Ingeniería ambiental. *Alfaomega Grupo Editor S.A. México*.
- Arriaza, AE.; Waight, SE.; Contreras, CE., Ruano, AB.; Lopez, A.; Ortiz, D. (2015). Determinacion bacteriológica de la calidad d agua para consumo humano obtenidos de filtros ubicados dentro del campus central de la universidad San Carlos de Guatemala. *Revista Científica.*, Vol. 25 N°, 21–29 p.
- BABAAHMADY, E.; MAHMUDY, M., CHERAGH, A. (2011). Diagnóstico fúngico de las piscinas públicas cubiertas. *Higiene y Sanidad Ambiental 11*, 815–819 p .
- Barrenechea, A. (2005). Tratamiento de agua para consumo. *Editorial Universidad Nacional Del Callao. Lima - Perú, Volumen 1*, 4–45 p.
- 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, Ingenieria y Tecnología Año 6 N°14*, 11–24 p.
- 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, 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.
- Comisión Nacional del Agua (CNA) y Instituto Mexicano de Tecnología de agua (IMTA). (1991). Programa de agua limpia - Determinacion de coliformes fecales. *Manual N° 7*.
- 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.*
- Curi, R., & Crisóstomo, M. (2017). *Conocimiento sobre medidas preventivas para evitar enfermedades en usuarios que acuden a la piscina de san Cristóbal, Huancavelica – 2017. Universidad Nacional de Huancavelica.*
- De la Rosa, C; Cano, M; Rubio, B. (2015). Analisis fisicoquímico y microbiológico del agua de la piscina de la escuela de nivel medio superior de Guanajuato. *Revista de Divulgacion Científica. Verano de La Investigacion Científica, 1 N°2.*
- Díaz, B., Esteller, M., & Garrido, S. (2011). Calidad fisicoquímica y Microbiológica del agua en parques acuáticos. *Hidrobiológica, 21(1), 49–62.*
- DIGESA, & MINSA. (2013). *Reglamento Sanitario de Piscinas* (1st ed.). Lima.
- DIGESA y MINSA. (2017). Verano Saludable. Relación de piscinas inspeccionadas a nivel nacional, 9 p.
- (DIGESA), D. G. de S. A. (2015). El público usuario debe exigir la presencia del sticker amarillo para verificar si la piscina es saludable y evitar enfermedades.
- Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). (2008). Procedimiento de Análisis de coliformes totales , fecales y E. coli. *Dirección de Protección Del Ambiente . Área de Laboratorio de Protección Ambiental : Ministerio de Salud . Puno - Perú., 33 p.*
- 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.
- Dufour, A., Evans, O., Behymer, T., & Cantú, R. (2006). Water Ingestion During Swimming Activities in a Pool: A Pilot Study. *4 (4): 425-430., 4(4), 425–430.*
- Fernández, A.; Burrillo, P.; Felipe, J.; Gallardo, L.; Tamaral, F. (2013). Concentraciones de cloro en el aire de las piscinas cubiertas y sus efectos en la salud de los trabajadores a pie de piscina. *Gac. Santaria 27(5), Universida, 411–417 p.*
- 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, 70–73 p.*
- GERESA, & Libertad, L. (2013). Estado sanitario de las piscinas de la provincia de

- Trujillo de la región la Libertad dirigido a la Municipalidad distrital de la provincia de Trujillo- Informe N°128-2013-GR-LL-GGR/GS-SGPGT-Salud Ambiental-ASB-REAV. Trujillo: Gerencia Regional de Salud la Libertad.
- GERESA - Ica. (2013). Estado Sanitario de las piscinas de la provincia de Ica - Perú, Gerencia Regional de Salud Ica.
- Gertiser, M.; Visciarelli, E.; Basabe, N.; Perez, M.; Costamagna, S. (2010). *Acanthamoeba* spp. en piscinas cubiertas de la ciudad de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Acta Bioquim Clin Latinoam* 44(4), 697–703.
- Giampaoli, S y Romano, V. (2014). Salud y Seguridad en las aguas de recreo. *Boletín de La Organización Mundial de La Salud.*, Vol. 92 (2, 77–152.
- Godó, J. (2010). Tratamiento avanzado del agua de una piscina a través de la radiación ultravioleta. *Piscinas XXI*, 229, 59–64 p.
- Gomez, D.; Herrera, M.; Lopez, R.; Sanz, J.; Saquero, M.; Ubeda, P. (2014). Manual de Piscinas. *Monografía de Sanidad Ambiental N° 6*, 131 p.
- Guerra, M.; Francisco, J., Adelwart, S. . S. (2008). Caracterización de aguas residuales. Laboratorio de ingeniería Ambiental.
- Laura, E. (2014). *Microbiología de los Alimentos*. Puno.
- Layza, M. (2013). *Diagnóstico del estado sanitario de la piscina inspeccionada de la provincia Trujillo, región la Libertad-2013*. Universidad Nacional de Trujillo.
- Llana, S.; Zarzoso, M.; Soriano, P. (2009). Riesgos para la salud de la natación en piscinas cloradas. *Archivos de Medicina Del Deporte*, XXVI N°130, 46–58 p.
- Marchand, E. (2002). *Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Martínez, R. y Alvarado, L. (2013). Calidad bacteriológica de aguas en piscinas públicas y privadas de la ciudad de Cumaná, estado Sucre, Venezuela. *Bol. Malariol. Salud Ambiental;*, 53(1), 37–45.
- Medigan, M.; Martinko, J.; Parker, J. y B. (2004). *Biología de Microorganismos* (10° Edición). España.
- MINAM. (2005). Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación. Lima - Perú. *D. S. N° 015- 2015*, 3–4 P.
- Montserrat, M. (2011). Enfermedades mas comunes relacionadas con las piscinas. las infecciones transmitidas por las aguas recreativas son prevenibles con medidas sencillas por parte del público, los centros acuáticos y las autoridades de salud

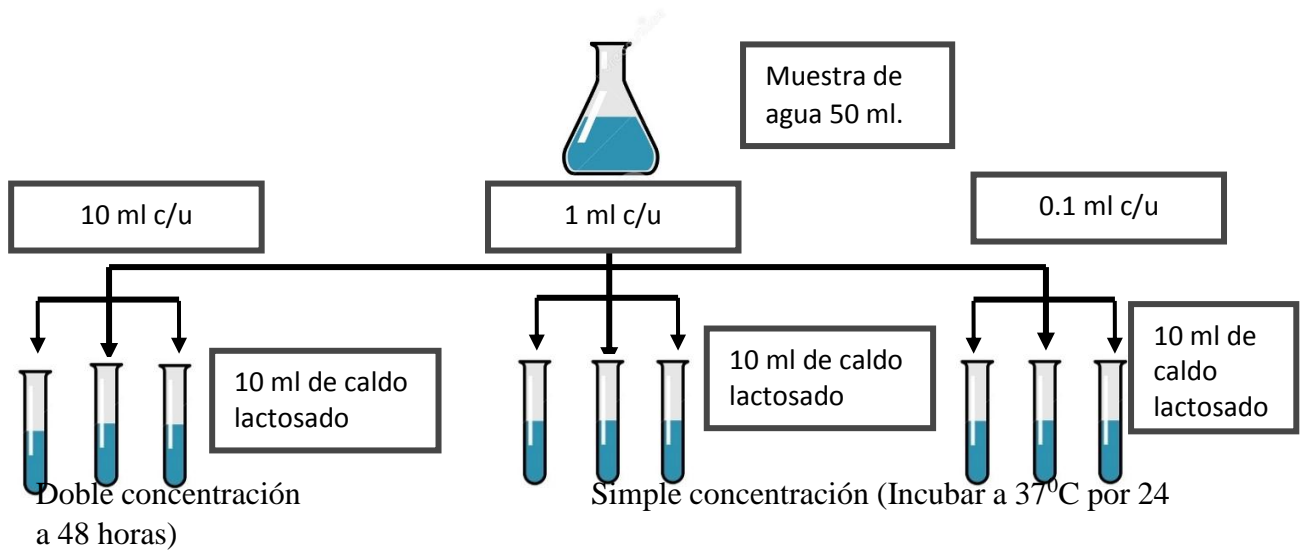
- pública. *Interempres. Estados Unidos*.
- Mora, M.; Mata, A. (2003). Conceptos Básicos de agua para consumo humano y disposición de aguas residuales. *Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Laboratorio Nacional de Aguas . Costa Rica*.
- Navarro, J. (2014). Evaluación de la calidad bacteriológica en aguas de pozo en la comunidad de Manacamiri de la región de Loreto. *Tesis Para Optar El Título Profesional de Ingeniero En Gestión Ambiental . Universidad Nacional de La Amazonía Peruana. Facultad de Agronomía. Loreto - Perú*.
- Ocaña, E. (2015). *Estudio Microbiológico de las aguas termomedicinales del parque acuático los Elenes, Canton. Guano, Provincia Chimborazo*. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.
- OPS, & OMS. (2013). Guía Rápida para la Vigilancia Sanitaria del Agua. Santo Domingo: Ministerio de Salud Pública.
- 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*.
- MSP; OPS; OMS. (2013). Guía rápida para la vigilancia sanitaria del agua. República Dominicana - Santo Domingo.
- OMS, OPS. (2009). Medición del cloro residual en el agua. *Guía Técnica Sobre Saneamiento, Agua y Salud. N°11*.
- Portal de la Dirección Regional de Salud (DIRESA) de Junín. (2013). Inspección a piscinas en la región de Junín - Perú. Retrieved from <http://diresajunin.gob.pe/index.php?option=comcontent&view=article&id=648:inspeccion-de-piscinas-en-toda-la-region&catid=38:notas-deprensa-diresa-junin&Itemid=185>
- Reiss, R., Schoenig, P., & Wright, G. (2006). Development of Factors for Estimating Swimmer's Exposures to Chemical in Swimming Pools. *Human and Ecological Risk Assessment, 12*, 139–156.
- Romero, J. (2009). *Calidad del agua* (tercera ed). Bogotá - Colombia: Editorial. Escuela colombiana de Ingeniería.
- Romero, J. A. (2005). *Calidad del agua* (2da. Edici). Bogotá - Colombia.
- Rueda, S.; Escobar, H.; Mena, S.; Rentería, J. (2007). Evaluación ambiental de las piscinas de uso público en el municipio de Quipdó, Chocó, Colombia. *Revista*

- Institucional Universidad Tecnológica de Chocó: Investigación, Biodiversidad y Desarrollo*; 26(2), 73–78 p.
- 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.
- 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), 69.
- Torres, F. (2009). Desarrollo y Aplicación de un Índice de calidad de agua para ríos en Puerto Rico. *Tesis Para Optar El Grado de Grado Maestro En Ciencias. Ingeniería Civil, Universidad de Puerto Rico Reciento Universitario de Mayaguez.*
- Vázquez, P. (2016). *Calidad microbiológica del agua de la piscina semi olímpica del complejo turístico del distrito de Baños del Inca – Cajamarca 2015*. Universidad Alas Peruanas.
- Zhiña, B. J. (2008). Determinación de la calidad microbiológica del agua de piscinas de la Universidad de Cuenca. *Tesis Para Optar El Título de Bioquímico -Farmacéutico. Facultad de Ciencias Químicas de La Universidad de Cuenca - Ecuador*, 119 p.

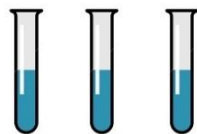
ANEXOS

Anexo A. Flujoograma del número más probable (NMP) para coliformes totales y fecales.

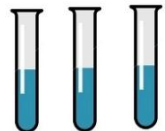
TEST PRESUNTIVO



TEST CONFIRMATIVO (De las muestras positivas)



Se inocula el caldo verde Brillante Bilis



TESTE DE AISLAMIENTO

De las muestras de gas positivo se inocularán en agar EMB.

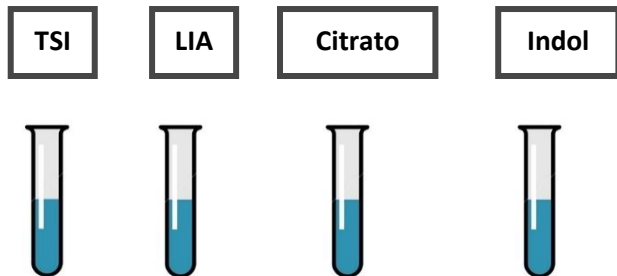
Colonia Lactosa (+)



Medio EMB

Incubar a 37°C por 24 a 48 horas

Colonia verde brillante



Solo este tipo de Colonias pasarán a las pruebas Bioquímicas.

Fuente: (Laura 2014)

ANEXO B. TABLA DEL NUMERO MAS PROBABLE POR 100 ml

Usando tres tubos sembrados cada uno con 10, 1.0 y 0.1 ml. de muestra

Tubos positivos			N.M.P.	Tubos positivos			N.M.P.
10 ml.	1.0 ml.	0.1 ml.		10 ml.	1.0 ml.	0.1 ml.	
0	0	1	3	2	0	0	9
0	0	2	6	2	0	1	14
0	0	3	9	2	0	2	20
0	1	0	3	2	0	3	26
0	1	1	6	2	1	0	15
0	1	2	9	2	1	1	20
0	1	3	12	2	1	2	27
0	2	0	6	2	1	3	34
0	2	1	9	2	2	0	21
0	2	2	12	2	2	1	28
0	2	3	16	2	2	2	35
0	3	0	9	2	2	3	42
0	3	1	13	2	3	0	29
0	3	2	16	2	3	1	36
0	3	3	19	2	3	2	44
1	0	0	4	2	3	3	53
1	0	1	7	3	0	0	23
1	0	2	11	3	0	1	29
1	0	3	15	3	0	2	64
1	1	0	7	3	0	3	95
1	1	1	11	3	1	0	43
1	1	2	15	3	1	1	75
1	1	3	19	3	1	2	120
1	2	0	11	3	1	3	160
1	2	1	15	3	2	0	93
1	2	2	20	3	2	1	150
1	2	3	24	3	2	2	210
1	3	0	16	3	2	3	290
1	3	1	20	3	3	0	240
1	3	2	24	3	3	1	460
1	3	3	29	3	3	2	1100
				3	3	3	1100+

Fuente: Laura 2014

Pruebas de hipótesis

a) Hipótesis general

Ha: La calidad sanitaria de las piscinas de la ciudad de Juliaca es No saludable y por tanto son un riesgo para la salud de los bañistas.

Ho: La calidad sanitaria de las piscinas de la ciudad de Juliaca es Saludable y por tanto no son un riesgo para la salud de los bañistas.

Nivel de significancia

Se trabajó con el nivel de 95% de confiabilidad ($\alpha = 0.05$).

Estadístico de prueba.

Chi-cuadrado de homogeneidad

Este estadístico permite identificar si alguna categoría presenta una frecuencia significativamente mayor a las restantes, se utiliza en tablas de una sola entrada (una sola variable).

$$\chi_c^2 = \sum_1 \left(\frac{O_i - E_i}{E_i} \right)^2$$

Donde:

χ_c^2 : Ji-cuadrado calculada.

O_i : Frecuencias observadas.

E_i : Frecuencias esperadas, aquella frecuencia que se observaría si las categorías fuesen homogéneas.

Regla de decisión.

Si $\chi_c^2 > \chi_t^2$ = se rechaza la Ho y se acepta la Ha, caso contrario se acepta la Ho.

Valores de prueba

Calidad	Observado	Esperado
Buena	30	100
Mala	70	0
Total	100	100

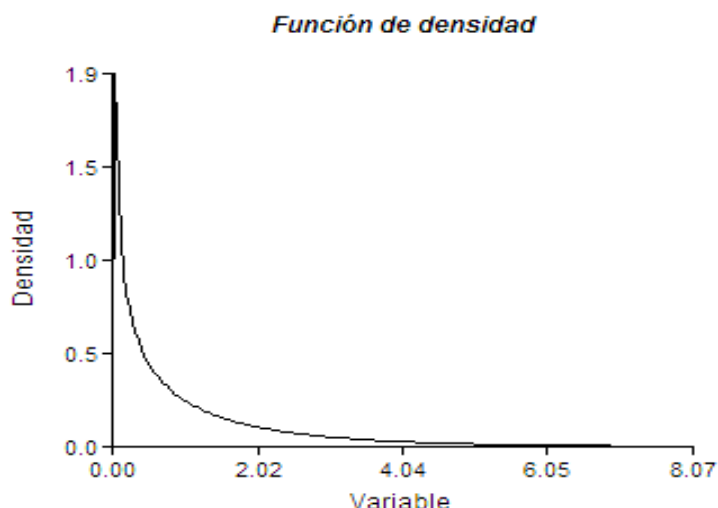
Cálculo del Valor estadístico.

Los resultados en el software SPSS fueron:

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado	49,00	1	0,001
N de casos válidos	9		

El valor calculado se contrasta contra el valor tabular (crítico) que para 1 grado de libertad es de 3.84.

Decisión.



Como el valor calculado de Chi-cuadrado (49.00) es mayor que el valor crítico (3.84) con una confiabilidad de 95% ($\alpha = 0.05$), se acepta la hipótesis alterna (H_a), es decir: La calidad sanitaria de las piscinas de la ciudad de Juliaca es No saludable y por tanto son un riesgo para la salud de los bañistas.

b) Hipótesis específica 1

H_a : La calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de las piscinas de la ciudad de Juliaca no se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la Directiva

Sanitaria N°033-MINSA/DIGESA –V.02(Cloro Residual, Coliformes termotolerantes, Turbiedad).

Ho: La calidad microbiológica del agua de las piscinas de la ciudad de Juliaca se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la Directiva Sanitaria N°033-MINSA/DIGESA –V.02(Cloro Residual, Coliformes termotolerantes, Turbiedad).

Nivel de significancia

Se trabajó con el nivel de 95% de confiabilidad ($\alpha = 0.05$).

Estadístico de prueba.

Chi-cuadrado de homogeneidad

Este estadístico permite identificar si alguna categoría presenta una frecuencia significativamente mayor a las restantes, se utiliza en tablas de una sola entrada (una sola variable).

$$\chi_c^2 = \sum_1 \left(\frac{O_i - E_i}{E_i} \right)^2$$

Donde:

χ_c^2 : Ji-cuadrado calculada.

O_i : Frecuencias observadas.

E_i : Frecuencias esperadas, aquella frecuencia que se observaría si las categorías fuesen homogéneas.

Regla de decisión.

Si $\chi_c^2 > \chi_t^2$ = se rechaza la Ho y se acepta la Ha, caso contrario se acepta la Ho.

Valores de prueba

Calidad	Observado (%)	Esperado (%)
Buena	20	100
Mala	80	0
Total	100	100

Cálculo del Valor estadístico.

Los resultados en el software SPSS fueron:

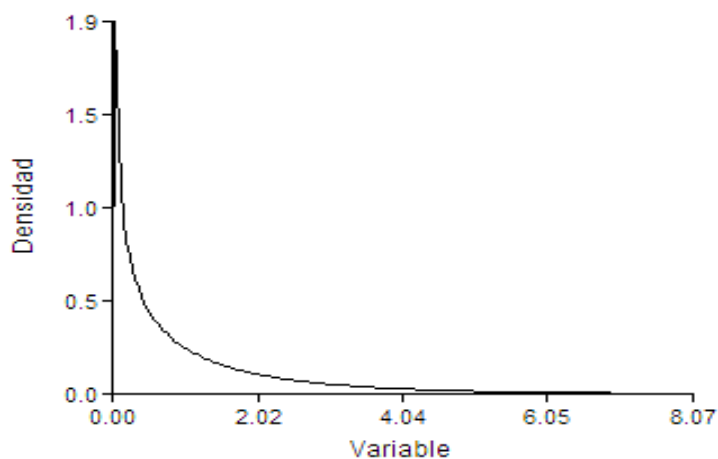
Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado	64,00	1	0,001
N de casos válidos	9		

El valor calculado se contrasta contra el valor tabular (crítico) que para 1 grado de libertad es de 3.84.

Decisión.

Función de densidad



Como el valor calculado de Chi-cuadrado (64.00) es mayor que el valor crítico (3.84) con una confiabilidad de 95% ($\alpha = 0.05$), se acepta la hipótesis alterna (H_a), es decir: La calidad microbiológica del agua de las piscinas de la ciudad de Juliaca no se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la Directiva Sanitaria N°033-MINSA/DIGESA –V.02(Cloro Residual, Coliformes termotolerantes, Turbiedad).

c) Hipótesis específica 2

Ha: La calidad de equipamiento e instalaciones (servicios higiénicos y duchas, Lavapiés, Sistema de recirculación) se encuentran ausentes en la gran mayoría de las piscinas de la ciudad de Juliaca.

Ho: La calidad de equipamiento e instalaciones (servicios higiénicos y duchas, Lavapiés, Sistema de recirculación) se encuentran presentes en la gran mayoría de las piscinas de la ciudad de Juliaca.

Nivel de significancia

Se trabajó con el nivel de 95% de confiabilidad ($\alpha = 0.05$).

Estadístico de prueba.**Chi-cuadrado de homogeneidad**

Este estadístico permite identificar si alguna categoría presenta una frecuencia significativamente mayor a las restantes, se utiliza en tablas de una sola entrada (una sola variable).

$$\chi_c^2 = \sum_i \left(\frac{O_i - E_i}{E_i} \right)^2$$

Donde:

χ_c^2 : Ji-cuadrado calculada.

O_i : Frecuencias observadas.

E_i : Frecuencias esperadas, aquella frecuencia que se observaría si las categorías fuesen homogéneas.

Regla de decisión.

Si $\chi_c^2 > \chi_i^2$ = se rechaza la Ho y se acepta la Ha, caso contrario se acepta la Ho.

Valores de prueba

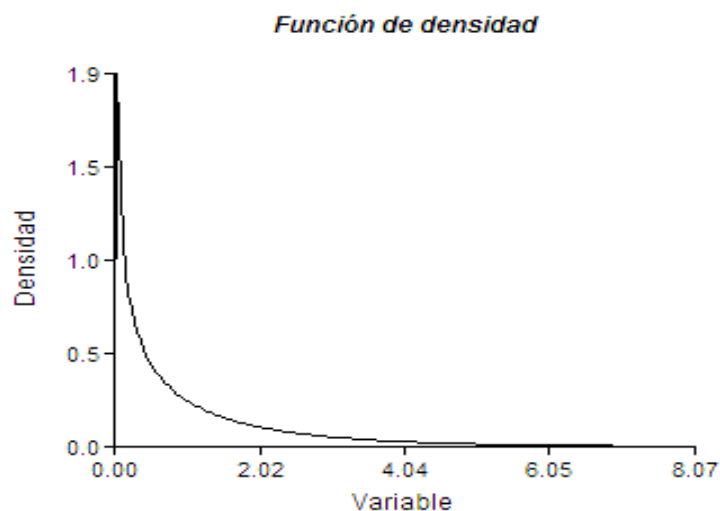
Calidad	Observado (%)	Esperado (%)
Buena	56	100
Mala	44	0
Total	100	100

Cálculo del Valor estadístico.

Los resultados en el software SPSS fueron:

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado	19,36	1	0,001
N de casos válidos	9		

El valor calculado se contrasta contra el valor tabular (crítico) que para 1 grado de libertad es de 3.84.

Decisión.

Como el valor calculado de Chi-cuadrado (19.36) es mayor que el valor crítico (3.84) con una confiabilidad de 95% ($\alpha = 0.05$), se acepta la hipótesis alterna (H_a), es decir: La calidad de equipamiento e instalaciones (servicios higiénicos y duchas, Lavapiés, Sistema de recirculación) se encuentran ausentes en la gran mayoría de las piscinas de la ciudad de Juliaca.

d) Hipótesis específica 3

Ha: La calidad de limpieza del local, limpieza del estanque, criaderos de Aedes aegypti, y cuerpo de agua de la mayoría de las piscinas de la ciudad de Juliaca es buena.

Ho: La calidad de limpieza del local, limpieza del estanque, criaderos de Aedes aegypti, y cuerpo de agua de la mayoría de las piscinas de la ciudad de Juliaca no es buena.

Nivel de significancia

Se trabajó con el nivel de 95% de confiabilidad ($\alpha = 0.05$).

Estadístico de prueba.**Chi-cuadrado de homogeneidad**

Este estadístico permite identificar si alguna categoría presenta una frecuencia significativamente mayor a las restantes, se utiliza en tablas de una sola entrada (una sola variable).

$$\chi_c^2 = \sum_1 \left(\frac{O_i - E_i}{E_i} \right)^2$$

Donde:

χ_c^2 : Ji-cuadrado calculada.

O_i : Frecuencias observadas.

E_i : Frecuencias esperadas, aquella frecuencia que se observaría si las categorías fuesen homogéneas.

Regla de decisión.

Si $\chi_c^2 > \chi_{\alpha}^2$ = se rechaza la Ho y se acepta la Ha, caso contrario se acepta la Ho.

Valores de prueba

Calidad	Observado (%)	Esperado (%)
Buena	100	100
Mala	0	0
Total	100	100

Cálculo del Valor estadístico.

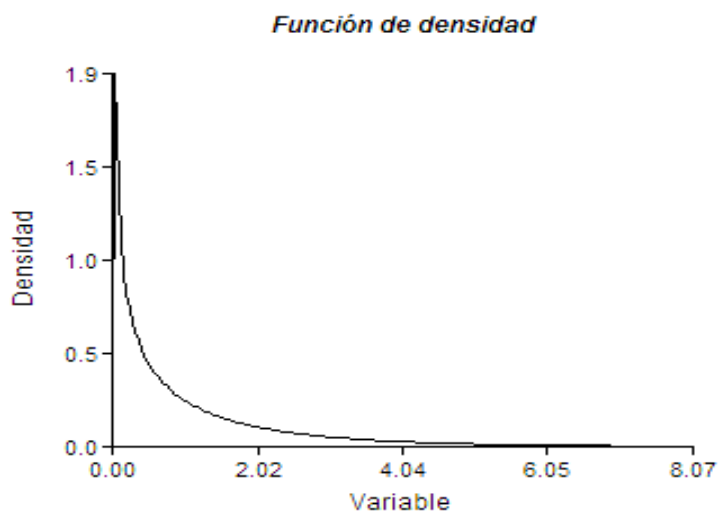
Los resultados en el software SPSS fueron:

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado	100,0	1	0,001
N de casos válidos	9		

El valor calculado se contrasta contra el valor tabular (crítico) que para 1 grado de libertad es de 3.84.

Decisión.



Como el valor calculado de Chi-cuadrado (100) es mayor que el valor crítico (3.84) con una confiabilidad de 95% ($\alpha = 0.05$), se acepta la hipótesis alterna (H_a), es decir: La calidad de limpieza del local, limpieza del estanque, criaderos de Aedes aegypti, y cuerpo de agua de la mayoría de las piscinas de la ciudad de Juliaca es buena.

e) Hipótesis específica 4

Ha: El control de Ordenamiento Documentario de las piscinas de la ciudad de Juliaca la mayoría de estas no cuentan con un libro de registro o no está al día y tampoco con una autorización sanitaria vigente.

Ho: El control de Ordenamiento Documentario de las piscinas de la ciudad de Juliaca la mayoría de estas si cuentan con un libro de registro o no está al día y tampoco con una autorización sanitaria vigente

Nivel de significancia

Se trabajó con el nivel de 95% de confiabilidad ($\alpha = 0.05$).

Estadístico de prueba.**Chi-cuadrado de homogeneidad**

Este estadístico permite identificar si alguna categoría presenta una frecuencia significativamente mayor a las restantes, se utiliza en tablas de una sola entrada (una sola variable).

$$\chi_c^2 = \sum_1 \left(\frac{O_i - E_i}{E_i} \right)^2$$

Donde:

χ_c^2 : Ji-cuadrado calculada.

O_i : Frecuencias observadas.

E_i : Frecuencias esperadas, aquella frecuencia que se observaría si las categorías fuesen homogéneas.

Regla de decisión.

Si $\chi_c^2 > \chi_t^2$ = se rechaza la Ho y se acepta la Ha, caso contrario se acepta la Ho.

Valores de prueba

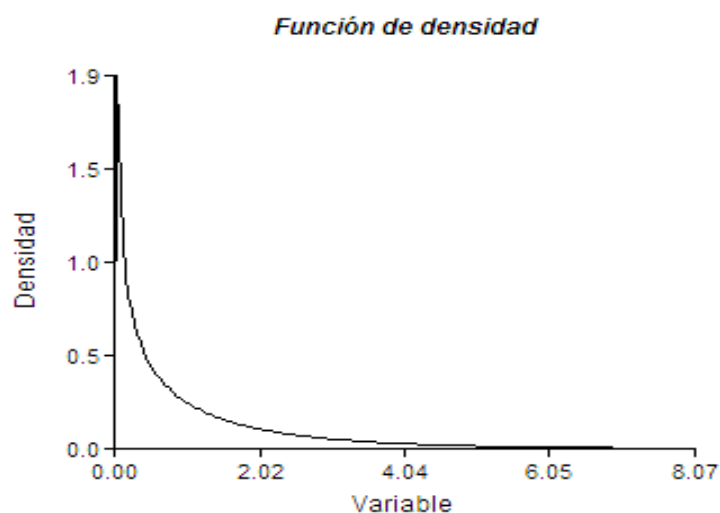
Calidad	Observado (%)	Esperado (%)
Buena	11	100
Mala	89	0
Total	100	100

Cálculo del Valor estadístico.

Los resultados en el software SPSS fueron:

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado	79,21	1	0,001
N de casos válidos	9		

El valor calculado se contrasta contra el valor tabular (crítico) que para 1 grado de libertad es de 3.84.

Decisión.

Como el valor calculado de Chi-cuadrado (79.21 es mayor que el valor crítico (3.84) con una confiabilidad de 95% ($\alpha = 0.05$), se acepta la hipótesis alterna (H_a), es decir: El control de Ordenamiento Documentario de las piscinas de la ciudad de Juliaca la mayoría de estas no cuentan con un libro de registro o no está al día y tampoco con una autorización sanitaria vigente.

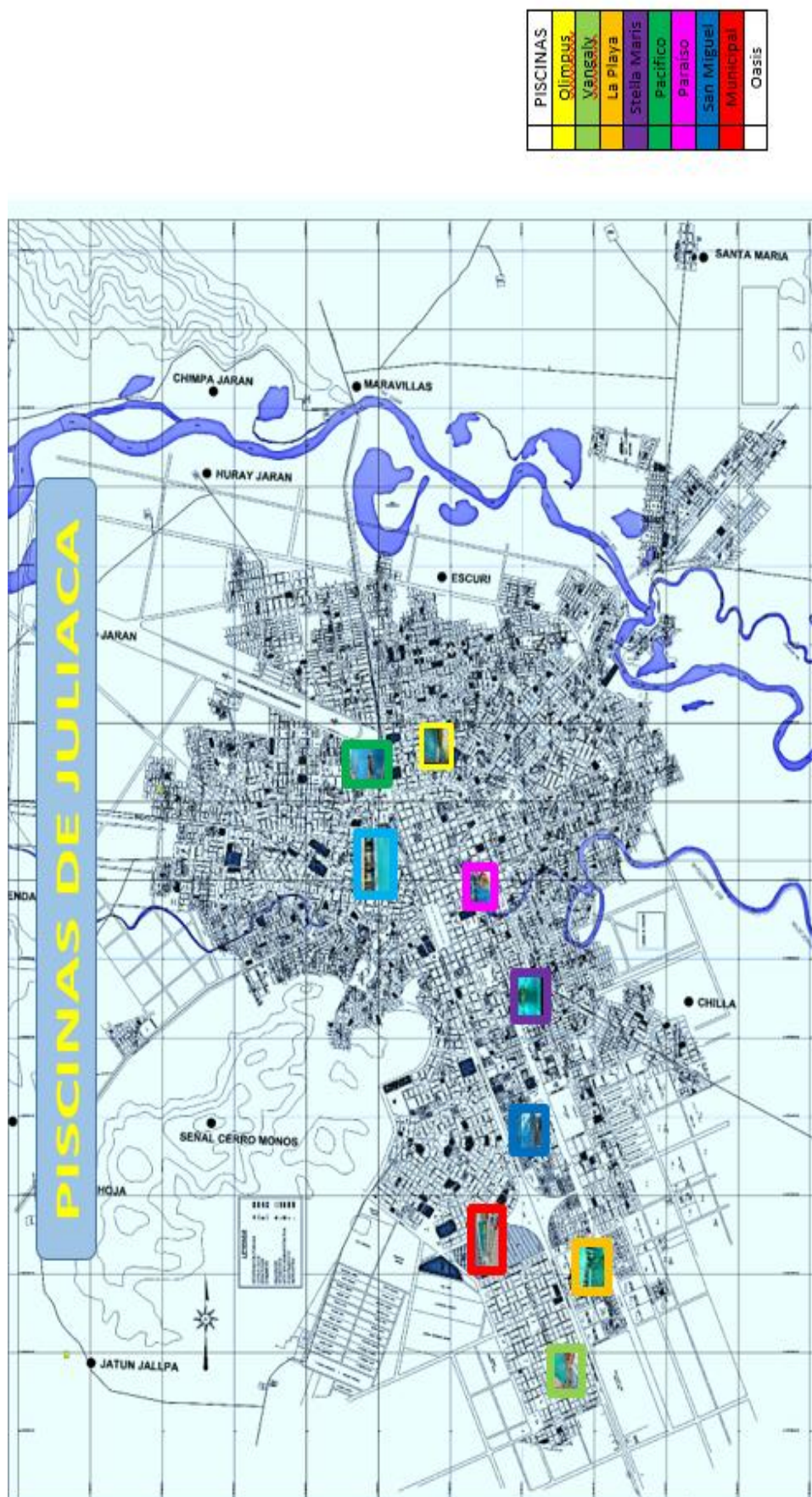


Figura 11. Mapa de la ciudad de Juliaca con las 9 piscinas en estudio, julio – noviembre, 2018.



Figura 12. Inspección a la Piscina Stella Marys: en donde se realizó las tomas de muestras de agua para el análisis microbiológico y fisicoquímico y además se evaluó la calidad de Equipamiento, calidad de limpieza y el ordenamiento documentario del establecimiento, julio – noviembre del 2018



Figura 13. Inspección a la Piscina Pacífico: en donde se realizó las tomas de muestras de agua para el análisis microbiológico y fisicoquímico y además se evaluó la calidad de Equipamiento, calidad de limpieza y el ordenamiento documentario del establecimiento, julio – noviembre del 2018.



Figura 14. Inspección a la Piscina Paraíso: en donde se realizó las tomas de muestras de agua para el análisis microbiológico y fisicoquímico y además se evaluó la calidad de Equipamiento, calidad de limpieza y el ordenamiento documentario del establecimiento, julio – noviembre del 2018.



Figura 15. Inspección a la Piscina San Miguel: en donde se realizó las tomas de muestras de agua para el análisis microbiológico y fisicoquímico y además se evaluó la calidad de Equipamiento, calidad de limpieza y el ordenamiento documentario del establecimiento, julio – noviembre del 2018.



Figura 16. Inspección a la Piscina Municipal: en donde se realizó las tomas de muestras de agua para el análisis microbiológico y fisicoquímico y además se evaluó la calidad de Equipamiento, calidad de limpieza y el ordenamiento documentario del establecimiento, julio – noviembre del 2018.

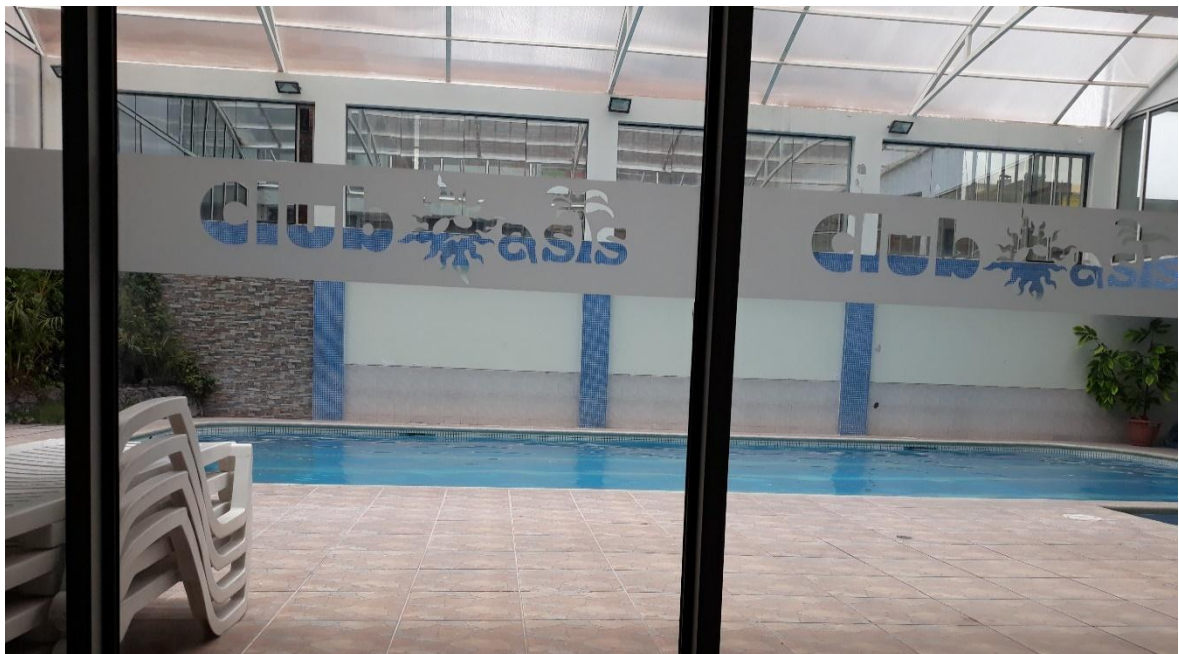


Figura 17. Inspección a la Piscina Oasis: en donde se realizó las tomas de muestras de agua para el análisis microbiológico y fisicoquímico y además se evaluó la calidad de Equipamiento, calidad de limpieza y el ordenamiento documentario del establecimiento, julio – noviembre del 2018.



Figura 18. Toma de muestras de agua para el análisis microbiológico de la piscina Olympus de la ciudad de Juliaca, de igual manera se realizó para las demás piscinas, julio – noviembre del 2018.



Figura 19. Resultados obtenidos por el metodo de la determinacion del Numero mas Probable para Coliformes fecales y totales (test de aislamiento en agar EMB). A (cisterna), B (mitad del Estanque), C (Salida), de las muestras de agua de la piscina Olympos, julio – noviembre del 2018.

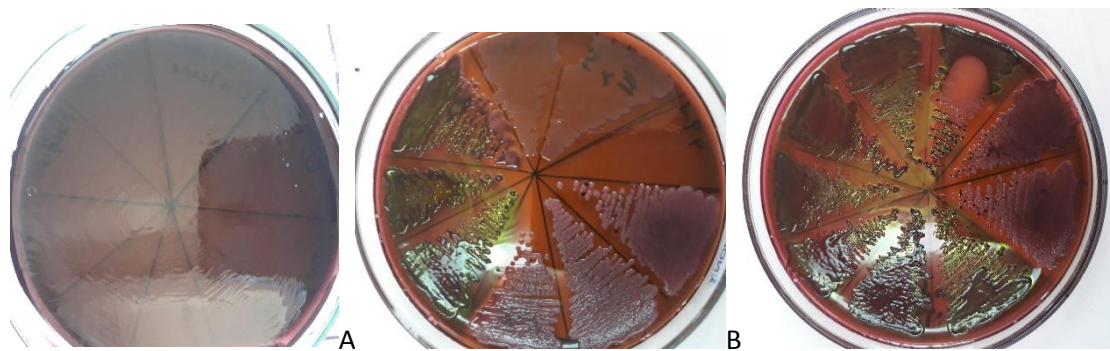


Figura 20. Resultados obtenidos por el metodo de la determinacion del Numero mas Probable para Coliformes fecales y totales (test de aislamiento en agar EMB). A (cisterna), B (mitad del Estanque), C (Salida), de la muestra de agua de la piscina Vangaly, julio – noviembre del 2018.



Figura 21. Resultados obtenidos por el metodo de la determinacion del Numero mas Probable para Coliformes fecales y totales (test de aislamiento en agar EMB). A (cisterna), B (mitad del Estanque), C (Salida), de la muestra de agua de la piscina la Playa, julio – noviembre, 2018.

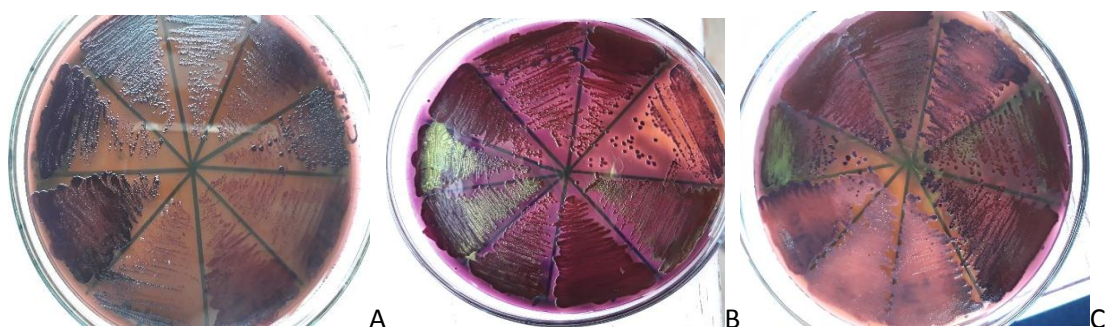


Figura 22. Resultados obtenidos por el metodo de la determinacion del Numero mas Probable para Coliformes fecales y totales (test de aislamiento en agar EMB). A (cisterna), B (mitad del Estanque), C (Salida), de la muestra de agua de la piscina Stella Maris, julio – noviembre del 2018.

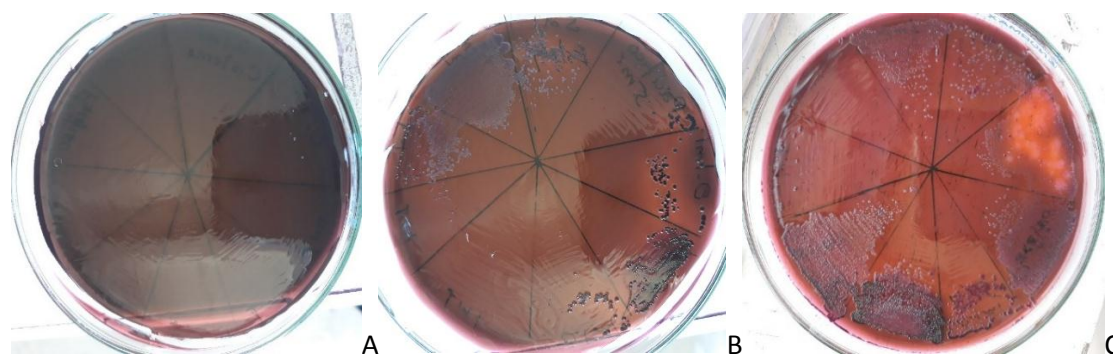


Figura 23. Resultados obtenidos por el metodo de la determinacion del Numero mas Probable para Coliformes fecales y totales (test de aislamiento en agar EMB). A (cisterna), B (mitad del Estanque), C (Salida), de la muestra de agua de la piscina Pacifico, julio – noviembre del 2018.



Figura 24. Resultados obtenidos por el metodo de la determinacion del Numero mas Probable para Coliformes fecales y totales (test de aislamiento en agar EMB). A (cisterna), B (mitad del Estanque), C (Salida), de la muestra de agua de la piscina Paraíso, julio – noviembre del 2018.



Figura 25. Resultados obtenidos por el metodo de la determinacion del Numero mas Probable para Coliformes fecales y totales (test de aislamiento en agar EMB). A (cisterna), B (mitad del Estanque), C (Salida), de la muestra de agua de la piscina San Miguel, julio – noviembre del 2018.

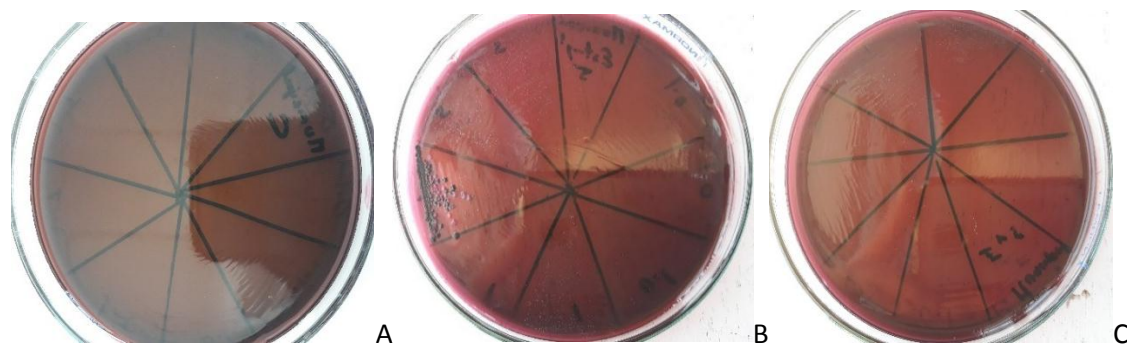


Figura 26. Resultados obtenidos por el metodo de la determinacion del Numero mas Probable para Coliformes fecales y totales (test de aislamiento en agar EMB). A (cisterna), B (mitad del Estanque), C (Salida), de la muestra de agua de la piscina Municipal, julio – noviembre del 2018.

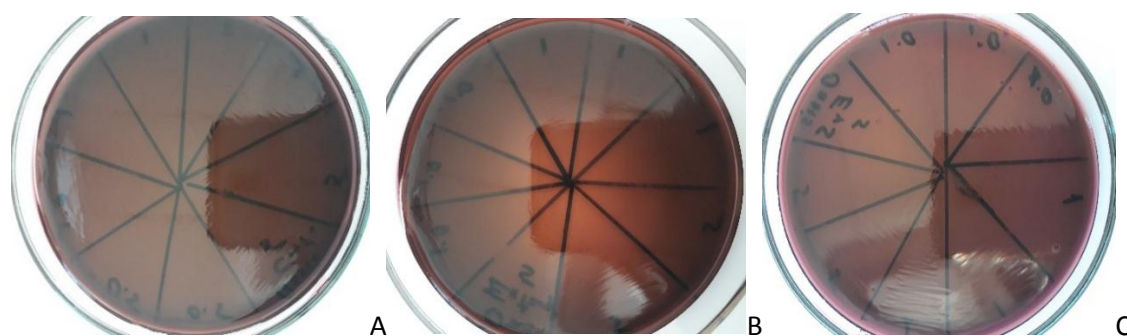


Figura 27. Resultados obtenidos por el metodo de la determinacion del Numero mas Probable para Coliformes fecales y totales (test de aislamiento en agar EMB). A (cisterna), B (mitad del Estanque), C (Salida), de la muestra de agua de la piscina Oasis, Julio – noviembre del 2018.



Figura 28. La imagen muestra un lavapies de la piscina Paraiso lo cual toda piscina debe disponer, limpios y con solución desinfectante, julio – noviembre del 2018.



Figura 29. Sistema de recirculación de la piscina Municipal, julio – noviembre del 2018.



Figura 30. Observacion del filtro del sistema de recirculacio como este retiene los pelos, entre otros, julio – noviembre del 2018.

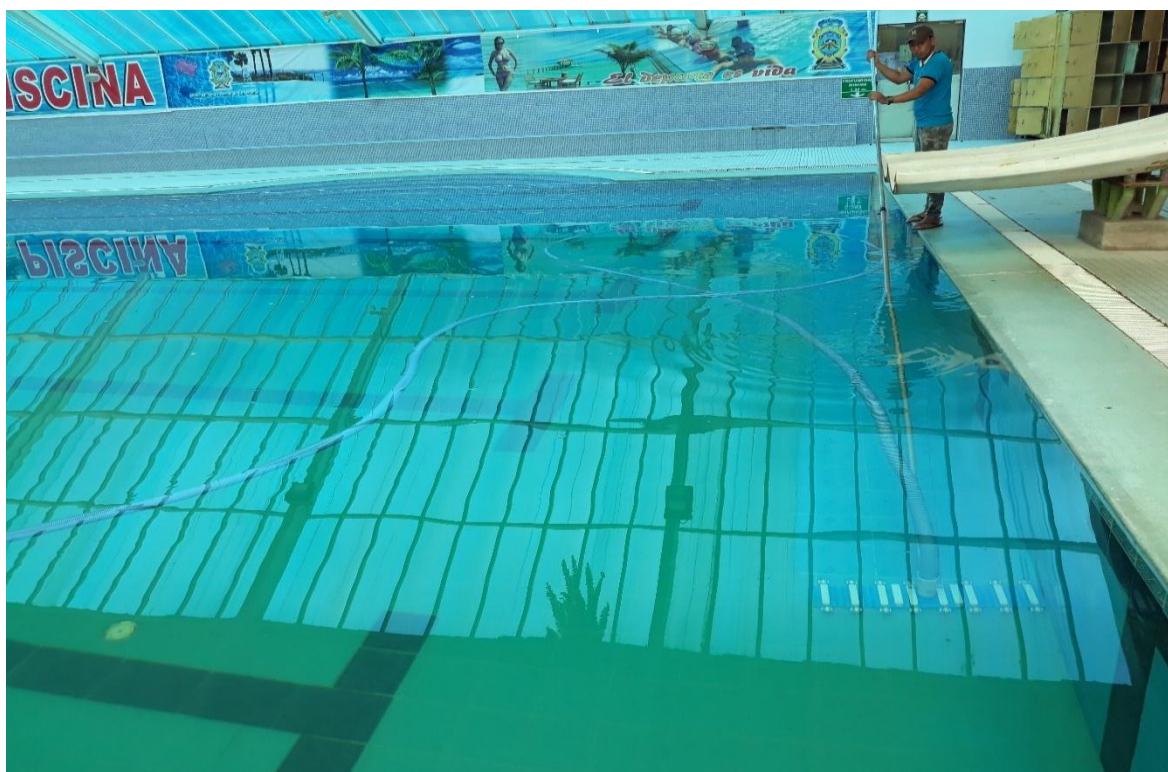


Figura 31. Limpieza del agua: aspiracion del sedimento del agua del estanque en horas de la mañana, Julio – noviembre del 2018.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS



CONSTANCIA

LA JEFE DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE ALIMENTOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO (UNA) PUNO HACE CONSTAR QUE:

Que la Srta. Br. **MARIA ELENA CONDORI SILVA**, egresada de la Facultad de Ciencias Biológicas, Especialidad Microbiología y Laboratorio Clínico ha realizado su trabajo de investigación motivo de tesis, intitulado: **CALIDAD SANITARIA DE LAS PISCINAS DE LA CIUDAD DE JULIACA** ejecutando los análisis microbiológicos en muestras de agua durante los meses de Julio a Noviembre del 2018, desempeñándose con responsabilidad y dedicación.

Se expide el presente a solicitud del interesado y para los fines convenientes.

Puno, 17 de Diciembre del 2018.

