



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

**“CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE LA
PISCINA SEMI OLÍMPICA DEL COMPLEJO TURÍSTICO
DEL DISTRITO DE BAÑOS
DEL INCA - CAJAMARCA 2015”**

PRESENTADA POR EL BACHILLER:

VÁSQUEZ VÁSQUEZ, PALERMO WALTER

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

CAJAMARCA – PERÚ

-2016-

DEDICATORIA

A Dios quien me ha dado la vida, salud, fuerza para salir hacia adelante, aún en los momentos más difíciles de mi existencia.

A mis padres y a toda mi familia, por su apoyo incondicional durante todo este tiempo quienes me impulsaron a seguir el camino correcto en los momentos difíciles que he tenido, y por llenarme de mucha alegría cada día.

A todo el personal administrativo de la Universidad Alas Peruanas.

Palermo Walter

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser guía en mi camino y bendecirme día a día, para lograr todos mis objetivos y metas trazadas.

A mis amigos, y a toda mi familia que me apoyaron moral y espiritual para realizar este trabajo de investigación. Un abrazo grande a todos nunca los olvidaré.

El autor

ÍNDICE

	Pág.
CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN	x
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Delimitaciones de la investigación	2
1.2.1. Delimitación espacial	2
1.2.2. Delimitación social	3
1.2.3. Delimitación temporal	3
1.2.4. Delimitación conceptual	3
1.3 Problemas de investigación	3
1.3.1. Problema principal	3
1.3.2. Problemas secundarios	4
1.4 Objetivos de la investigación	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5 Hipótesis y variables de la investigación	5
1.5.1. Hipótesis General	5
1.5.2. Hipótesis secundarias	5
1.5.3. Variables de la investigación	5
1.6. Metodología de la investigación	6

1.6.1. Tipo y nivel de investigación	6
a. Tipo de investigación	6
b. Nivel de investigación	6
1.6.2. Método y diseño de la investigación	7
a. Método de Investigación	7
b. Diseño de investigación	7
1.6.3. Población y muestra de la investigación	7
1.8.1. Población	7
1.8.2. Muestra	7
1.6.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	9
a. Técnicas	9
b. Instrumentos	9
1.6.5. Justificación e importancia de la investigación	9
a. Justificación	9
b. Importancia	11
c. Limitaciones	11

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación	12
2.2.	Bases teóricas	13
2.3.	Definición de términos básicos	57

CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1.	Análisis de tablas y gráficos	61
-	Conclusiones	74
-	Recomendaciones	75
-	Fuentes de información	76
-	Anexos	79

ÍNDICE DE TABLAS

TABLAS	Pág.
Tabla 1. Muestras del laboratorio NKAP Cajamarca, 2015 - 2016	08
Tabla 2. Horarios de atención en la piscina semi olímpica	18
Tabla 3. Cálculos para la técnica del N.M.P.	35
Tabla 4. Técnica del número más probable	37
Tabla 5. Reactivos y medio de cultivo	38
Tabla 6. Reactivos para prueba confirmativa	39
Tabla 7. Reactivos para aislamiento de colonias	40
Tabla 8. Reactivos para la preparación del agar nutritivo	40
Tabla 9. Resultados de muestras en blanco	62
Tabla 10. Resultados de muestras de agua A.S.	64
Tabla 11. Resultados de muestras de agua D.S.	66
Tabla 12. Análisis comparativo del agua A.S y D.S	68
Tabla 13. Comparación de promedios de muestras de agua	69
Tabla 14. Comparación de promedios de muestras de agua	70
Tabla 15. Cantidad de usuarios de la piscina semi olímpica	71
Tabla 16. Matriz de consistencia	80

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS	Pág.
Figura 1. Plano de ubicación del Distrito de Baños del Inca - Cajamarca.	14
Figura 2. Pozo del Inca ubicado en el Complejo Turístico	15
Figura 3. Imágenes del Complejo Turístico.	17
Figura 4. Medición de cloro en la piscina semi olímpica	19
Figura 5. Acumulación de agua termal para la limpieza de la piscina	20
Figura 6. Captación de agua para llenar el vaso de la piscina semi olímpica	21
Figura 7. Control de pH de la piscina semi olímpica del Complejo Turístico	22
Figura 8. Evolución conceptual de la calidad	24
Figura 9. Detección de coliformes totales y <i>E.coli</i> en aguas	29
Figura 10. Identificación de coliformes, totales, fecales	30
Figura 11. Colonias azul grisáceo, típicas de coliformes fecales	31
Figura 12. <i>Escherichia coli</i> .	32
Figura 13. Índice del NMP y 95% del límite de confianza	41
Figura 14. Pie de atleta	45
Figura 15. La tiña del cuero cabelludo	46
Figura 16. Conjuntivitis	47
Figura 17. Otitis Externa	47
Figura 18. Gastroenteritis	48
Figura 19. Cloro químico	50
Figura 20. Hipoclorito de sodio	51
Figura 21. Dióxido de cloro	52
Figura 22. Peróxido de hidrógeno	53
Figura 23. Electrolisis de sal o cloración salina	54
Figura 24. Tratamiento por luz ultra violeta	55
Figura 25. Tratamiento mediante ozono	56
Figura 26. Muestras en blanco	63
Figura 27. Análisis de agua antes del servicio brindado a los usuarios	65
Figura 28. Análisis de agua después del servicio brindado a los usuarios	67
Figura 29. Comparación de promedios de muestras de agua	69
Figura 30. Cantidad de usuarios por mes	72
Figura 31. Calidad de agua de la piscina semi olímpica del Complejo Turístico	73

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar la calidad microbiológica en el agua de la piscina semi olímpica, antes y después del servicio brindado a los usuarios en el Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca - Cajamarca 2015. Se elaboró con la finalidad conocer la “Calidad microbiológica del agua de la piscina semi olímpica del Complejo Turístico” y así encontrar los resultados de la concentración microbiológica de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, desde el 15 de setiembre de 2015 al 23 de marzo de 2016. Las 24 muestras de agua fueron analizadas en el laboratorio NKAP de la ciudad de Cajamarca. Determinándose que antes del servicio brindado (A-S) 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 D.S 007-2003 SA.

Palabras clave: Coliformes totales, colifomes fecales, *Escherichia coli*, piscina, calidad microbiológica, contaminación, microorganismos y NMP.

ABSTRACT

The aim of this research was to determine the microbiological quality of water in the semi Olympic pool, before and after the service provided to users in the resort district of Baños del Inca - Cajamarca 2015. It was developed in order to know the "microbiological water quality of the semi Olympic pool of tourist complex" and thus find the results of the microbiological concentration of total coliforms, fecal coliforms and Escherichia coli, from 15 September 2015 to 23 March 2016. the 24 samples water were analyzed in the laboratory NKAP the city of Cajamarca. Determined before the service provided (AS) found: Total Coliforms 4.63 MPN / 100 mL, fecal coliforms 4.47 MPN / 100 mL and Escherichia coli 4.47 MPN / 100 mL, and after the service provided was found: Total Coliforms 612.8 NMP / 100 mL, 152.11 fecal coliforms MPN / 100 mL and an Escherichia coli 155.41 MPN / 100 mL. that exceed the value set by D. S 007-2003 in SA.

Key words: total coliforms, fecal coliforms, Escherichia coli, pool, microbiological quality, pollution, microorganisms and NMP.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó a partir de conocer si existe presencia de coliformes totales, coliformes fecales y *escherichia coli* en el agua de la piscina del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca – Cajamarca 2015.

El objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar la calidad microbiológica en el agua de la piscina semi olímpica, antes y después del servicio brindado a los usuarios en el Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca - Cajamarca 2015.

Para lo cual presenta el siguiente problema principal ¿Cuál es la calidad microbiológica en el agua de la piscina semi olímpica, antes y después del servicio brindado a los usuarios en el Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca – Cajamarca 2015?

Esta investigación se justifica de la siguiente manera, en que la presencia de enfermedades originadas en piscinas a nivel internacional como en Ecuador, el 75% es por contacto directo con el agua contaminada a través de la presencia de bacterias, en el Perú el 80 % de estudios realizados por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) es por contacto directo con el agua contaminada de las piscinas. En la ciudad de Cajamarca en el Distrito de Baños del Inca, cuenta con 05 piscinas de uso recreacional, 02 piscinas son para uso exclusivo de niños y 02 piscina para uso de personas adultas ubicadas en el lugar denominado Kunturmarca a la mano izquierda de la entrada principal de Baños del Inca. La otra piscina está ubicada en el Complejo Turístico de Baños del Inca denominada “piscina semi olímpica”, esta investigación surge por la consternación de los bañistas donde informan que existen daños a la salud por tener contacto directo con aguas contaminadas después de haber usado el servicio de la piscina, en los últimos meses informaron al personal administrativo del balneario para que tomen medidas urgentes y no vuelvan a presentarse estos casos de enfermedades gastrointestinales.

Estos resultados permitieron tener un mejor control del agua de la piscina, de acuerdo al Decreto Supremo N° 007-2003-SA del Reglamento Sanitario de Piscinas, y la guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Durante el periodo de estudio de la fecha 15 de setiembre de 2015 al 23 de marzo de 2016, se brindó servicio a 19730 usuarios siendo diciembre, enero y febrero los meses de mayor presencia de usuarios. La calidad del agua tuvo un porcentaje de 73% no apta y 27% apta para el uso de los bañistas del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. Descripción de la realidad problemática

Las piscinas constituyen establecimientos públicos en los que más atención debe poner los servicios de Salud Pública, porque los elementos que se conjugan ponen un riesgo potencial la salud de usuarios que frecuentan cada día. Los agentes patógenos transmitidos por el agua constituyen un problema mundial que demanda un control urgente mediante la implementación de medidas de protección ambiental a fin de evitar el incremento de enfermedades relacionadas con la calidad del agua. (Vargas, 1996)

Los agentes contaminantes del agua de las piscinas son múltiples y pueden proceder de la previa contaminación del agua, de la falta o deficiencia en la limpieza del vaso¹ y dependencias del material accesorio inmerso en la piscina. Cada sujeto que se sumerge en la piscina puede aportar al agua materia orgánica y mineral en considerable cantidad además de millones de gérmenes saprofitosos², incluso patógenos de origen oro-rinofaríngeo, genitourinario, digestivo y cutáneo. (San Martín, 1993)

En la Universidad Simón Bolívar, en Ecuador se realizaron estudios experimentales que acreditan que el 57% de la contaminación aportada al agua de una piscina, se debe al incorrecto mantenimiento por falta de recursos económicos como técnicos, en Perú, el 70 % de investigaciones acreditan que la contaminación de una piscina, se debe a la falta de mantenimiento, en Cajamarca el agua de las piscinas son fiscalizadas por instituciones como DIGESA, DIRESA de la Región Cajamarca, las cuales poco o nada pueden hacer en su calidad de auditores debido a la falta de mantenimiento ocasionado por el factor económico y

¹ **Vaso:** Estructura o recipiente donde se va a contener el agua.

² **Gérmenes saprofitosos:** Bacterias, virus o parásitos que entran al agua proveniente de desechos orgánicos y se convierten en enfermedades.

técnico a pesar de que el centro balneario genera recursos propios para la Municipalidad Distrital de Baños del Inca, además es un centro turístico reconocido como la primera maravilla del Perú.

En este contexto, la presente tesis profesional, se enfocó en determinar la calidad microbiológica del agua de la piscina del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca en Cajamarca, para lo cual se midió el nivel de cloro libre residual y pH. Los parámetros microbiológicos medidos son los establecidos por el Decreto Supremo N° 007-2003-SA del Reglamento Sanitario de Piscinas, con apoyo de la guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para aguas recreacionales seguras, los cuales fueron: Cuantificación de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, usando la metodología establecida en el APHA. Para controlar la calidad microbiológica del agua de estas zonas recreativas teniendo como primera condición que un agua de piscina debe cumplir su pureza *bacteriológica*, si tenemos en cuenta que su uso está sometido a una demanda incesante y creciente por parte de la población a nivel regional, local. No sólo como lugar de esparcimiento, sino también para la práctica del deporte e incluso para la recuperación de ciertas enfermedades, está evidenciada la necesidad permanente de llevar un control riguroso de la calidad del agua del Complejo Turístico.

1.2. Delimitaciones de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

Esta investigación se ejecutará de acuerdo a la metodología del Decreto Supremo N° 007-2003-SA del Reglamento Sanitario de Piscinas, y la guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS), a 6 kilómetros al este de la ciudad de Cajamarca, localizada en la Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca, Región Cajamarca, en la piscina semi olímpica del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca – Cajamarca.

1.2.2. Delimitación social

El presente trabajo de investigación está delimitado a los usuarios que recurren a la piscina semi olímpica del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca – Cajamarca.

1.2.3. Delimitación temporal

El presente trabajo de investigación se realizó el 15 de setiembre de 2015 al 23 de marzo de 2016.

1.2.4. Delimitación conceptual

El presente trabajo de investigación utilizó del Decreto Supremo N° 007-2003-SA del Reglamento Sanitario de Piscinas, y la guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS), que establecen la calidad del agua para piscinas y sus medidas de control que debe tener el agua para brindar un buen servicio de calidad y seguridad en una piscina.

1.3. Problemas de investigación

1.3.1. Problema principal

¿Cuál es la calidad microbiológica en el agua de la piscina semi olímpica, antes y después del servicio brindado a los usuarios en el Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca – Cajamarca 2015?

1.3.2. Problemas secundarios

¿Cuál es la concentración microbiológica de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* en el agua de la piscina semi olímpica, antes del servicio brindado a los usuarios en el Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca – Cajamarca 2015?

¿Cuál es la concentración microbiológica de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* en el agua de la piscina semi olímpica, después del servicio brindado a los usuarios en el Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca – Cajamarca 2015?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

- Determinar la calidad microbiológica en el agua de la piscina semi olímpica, antes y después del servicio brindado a los usuarios en el Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca - Cajamarca 2015.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la concentración microbiológica de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* en el agua de la piscina semi olímpica, antes del servicio brindado a los usuarios en el Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca – Cajamarca 2015.
- Determinar la concentración microbiológica de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* en el agua de la piscina semi

olímpica, después del servicio brindado a los usuarios en el Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca – Cajamarca 2015.

1.5. Hipótesis y variables de la investigación

1.5.1. Hipótesis general

- La calidad microbiológica en el agua de la piscina semi olímpica, antes y después del servicio brindado a los usuarios es superior a los índices de calidad sanitaria en el Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca – Cajamarca 2015.

1.5.2. Hipótesis secundarias

- La concentración microbiológica de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* en el agua de la piscina semi olímpica, antes del servicio brindado a los usuarios superan los índices de calidad sanitaria en el Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca – Cajamarca 2015.
- La concentración microbiológica de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* en el agua de la piscina semi olímpica, después del servicio brindado a los usuarios superan los índices de calidad sanitaria en el Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca – Cajamarca 2015.

1.5.3. Variables de la investigación

V.I: Concentración microbiológica en el agua de la piscina semi olímpica del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca.

V.D: Calidad microbiológica del agua de la piscina semi olímpica del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca.

1.6. Metodología de la investigación

1.6.1. Tipo y nivel de investigación

a). Tipo de investigación

Teniendo en cuenta el propósito de la investigación y de acuerdo a lo analizado, este estudio corresponde a una investigación analítica que consiste fundamentalmente en establecer la comparación de variables. Además, se refiere a la proposición de hipótesis que se trata de probar o invalidar.

b). Nivel de investigación

Descriptivo y explicativo. Porque explica situaciones cómo se manifiesta el fenómeno; implica control de una serie de análisis microbiológicos que demuestran las afecciones con coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, bacterias, que son medidos en base a los lineamientos del Decreto Supremo N° 007-2003-SA del Reglamento Sanitario de Piscinas y de la Guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS), para controlar la calidad microbiológica del agua, y medir su pureza bacteriológica.

1.6.2. Método y diseño de la investigación

a). Métodos de investigación

Se utilizó el método analítico, porque se analizó 24 muestras agua de la piscina del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca – Cajamarca, todas las muestras fueron analizadas en el laboratorio NKAP.

b). Diseño de investigación

En el presente trabajo de investigación se utilizó el diseño cuantitativo, porque las muestras de agua fueron analizadas en el laboratorio NKAP, dando como resultado cantidades de concentración de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, presentes en el agua de la piscina semi olímpica del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca – Cajamarca.

1.6.3. Población y muestra de la investigación

a). Población

Se considera como universo del presente trabajo de investigación a la piscina semi olímpica del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca.

b). Muestra

Establecida por los diferentes registros de análisis de agua tomados en la piscina semi olímpica del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca. Desde el 15 de setiembre de 2015 al 23 de marzo de

2016, analizadas en el laboratorio NKAP. Un total de 24 muestras durante el periodo de estudio de las cuales se analizó 24 muestras de coliformes totales, 24 de coliformes fecales y 24 de *Escherichia coli*.

Tabla 1: Muestras analizadas laboratorio NKAP Cajamarca, 2015 - 2016.

CÓDIGO DE LA MUESTRA	FECHA	DÍAS DE MUESTREO
PBI - 01	13/10/2015	Martes antes del servicio brindado
PBI - 02	15/10/2015	Jueves después del servicio brindado
PBI - 03	27/10/2015	Martes antes del servicio brindado
PBI - 04	29/10/2015	Jueves después del servicio brindado
PBI - 05	10/11/2015	Martes antes del servicio brindado
PBI - 06	12/11/2015	Jueves después del servicio brindado
PBI - 07	24/11/2015	Martes antes del servicio brindado
PBI - 08	26/11/2015	Jueves después del servicio brindado
PBI - 09	08/12/2015	Martes antes del servicio brindado
PBI - 10	10/12/2015	Jueves después del servicio brindado
PBI - 11	22/12/2015	Martes antes del servicio brindado
PBI - 12	23/12/2015	Miércoles después del servicio brindado
PBI - 13	09/01/2016	Sábado antes del servicio brindado
PBI - 14	09/01/2016	Sábado después del servicio brindado
PBI - 15	19/01/2016	Martes antes del servicio brindado
PBI - 16	21/01/2016	Jueves después del servicio brindado
PBI - 17	06/02/2016	Sábado antes del servicio brindado
PBI - 18	07/02/2016	Domingo después del servicio brindado
PBI - 19	23/02/2016	Martes antes del servicio brindado
PBI - 20	25/02/2016	Jueves después del servicio brindado
PBI - 21	08/03/2016	Martes antes del servicio brindado
PBI - 22	10/03/2016	Jueves después del servicio brindado
PBI - 23	22/03/2016	Martes antes del servicio brindado
PBI - 24	23/03/2016	Miércoles después del servicio brindado

Fuente: Laboratorio NKAP, 2015 - 2016 Cajamarca – Perú

1.6.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

a). Técnicas

Las técnicas empleadas para el acopio de la información fueron: Las anotaciones, fotografías, entrevistas y para el análisis de agua se emplearon lo siguiente: *Decreto Supremo N° 007-2003-SA del Reglamento Sanitario de Piscinas, y la guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS).*

b). Instrumentos

Los instrumentos a emplearse para la elaboración del presente trabajo fue:

- Cámara fotográfica
- Computadoras para el procesamiento de la información
- Listas de verificación y cuestionarios
- Consultas a especialistas
- Grabadora
- Laptop
- Libreta de apuntes
- Lapiceros
- Material para la toma de muestras

1.6.5. Justificación, importancia y limitaciones de la investigación

a). Justificación

El presente trabajo de investigación radica en que la presencia de enfermedades originadas en piscinas a nivel internacional como en

Ecuador, el 75% es por contacto directo con el agua contaminada a través de la presencia de bacterias, en el Perú el 80 % de estudios realizados por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) señalan que en Lima Metropolitana de las 250 piscinas monitoreadas solo fueron 50 calificadas como saludables. Estas enfermedades pueden ser desde infecciones a gastrointestinales, pasando por problemas a la piel y conjuntivitis que pueden contraer las personas por nadar en el agua de piscinas contaminadas.

En la ciudad de Cajamarca en el Distrito de Baños del Inca, se cuenta con 05 piscinas de uso recreacional, 02 piscinas son para uso exclusivo de niños y 02 piscina para uso de personas adultas, ubicadas en el lugar denominado Kunturmarca a la mano izquierda de la entrada principal de Baños del Inca. La otra piscina está ubicada en el Complejo Turístico de Baños del Inca denominada “piscina semi olímpica”, la cual fue parte de la investigación del presente trabajo de tesis profesional. Esta investigación surge por la consternación de los bañistas donde informan que existen daños a la salud por tener contacto directo con aguas contaminadas después de haber usado el servicio de la piscina, en los últimos meses informaron al personal administrativo del balneario para que tomen medidas urgentes y no vuelvan a presentarse estos casos de enfermedades gastrointestinales, picazón en la piel, dolor de oído y otros malestares, que denigran a la primera maravilla del Perú.

Los resultados del presente trabajo de investigación servirán de guía para posteriores investigadores interesados en el tema de “calidad microbiológica del agua de la piscina semi olímpica del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca”. Estos resultados permitirán tener un mejor control del agua de la piscina, de acuerdo al *Decreto*

Supremo N° 007-2003-SA del Reglamento Sanitario de Piscinas, y la guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

b). Importancia

El estudio de la investigación se desarrolló con la finalidad de conocer la calidad microbiológica del agua de la piscina semi olímpica del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca - Cajamarca, que permitirían controlar los riesgos que afectan a la salud de los usuarios. El tema de investigación se basa en que la afluencia de bañistas es a diario. El vaso de agua de la piscina es sometido solamente dos veces por semana a limpieza y desinfección, el agua de llenado no es sometida a ninguna desinfección por cloración por lo que la preocupación es el aumento considerable de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* presentes en el agua.

c). Limitaciones

Durante la presente investigación se consideró las siguientes limitaciones:

- Escasa información en temas relacionados a la calidad microbiológica del agua en piscinas.
- Falta de investigación en temas relacionados con la calidad microbiológica del agua de piscinas en el Perú.
- Horario atípico de trabajo para la toma de muestras de agua realizadas a horas 5:00 am y 6:30 pm los días martes, jueves, sábados y domingos.
- Personal administrativo del Complejo Turístico de Baños del Inca, no brindó la información necesaria para la presente investigación.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

En la tesis para optar por la licenciatura en Química y Farmacia, “Determinación de la calidad microbiológica del agua de piscinas ubicadas en el Complejo Deportivo de la Ciudad Merliot y el Polideportivo de la Universidad de El Salvador durante tres meses del año 2011”. Concluyen que los resultados de la investigación determinaron que el conteo de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* en el agua de las tres piscinas estaban dentro de los límites máximos permisibles según la Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08 para agua potable (<1.1 NMP/100mL); demostrando que el pH y cloro libre residual, mantienen los niveles de Coliformes dentro de los límites máximos permitidos, por tanto no representan peligro para los bañistas. No así la presencia de *Enterococcus faecalis*, procedente de la liberación rectal involuntaria. Además el conteo de *heterótrofas aerobias* está por encima del límite máximo recomendado por la guía de la OMS para aguas recreacionales (200 UFC/mL), estos microorganismos son procedentes del reblandecimiento y descamación cutánea de los bañistas. Por lo tanto indica que el agua no era apta para uso recreativo durante el periodo de mayo a julio de 2011. (Alvarrenga y Aragón, 2012)

En la Universidad de Cuenca en Ecuador, en la tesis para la obtención del Título de Bioquímico Farmacéutico, “*Determinación de la calidad microbiológica del agua de la piscina de la Universidad de La Cuenca*”. La presente investigación concluye Según el análisis de los resultados, se encontró que un 73,33 % de las muestras analizadas estuvieron contaminadas. De éstas 22 muestras (100%) presentaron un valor superior al permitido (Ausencia o < a 3) para coliformes totales siendo la principal causa

de la contaminación del agua de piscina; un 81,8 % estuvieron contaminadas con aerobios mesófilos, un 68,2% con *Enterococo D de Lancefield* y un 63,6% con *E.coli*; no cumpliendo así con los requisitos microbiológicos establecidos por el Stándard métodos 20 th edición y la Norma DIN Stándard Alemana 9304/1985 para piscinas. (Zhiña, 2008)

En la biblioteca de la Universidad Alas Peruanas, no se encuentra ningún tipo de investigación relacionado con la “Calidad Microbiológica del Agua de la Piscina semi olímpica del Complejo Turístico del Distrito de los Baños del Inca”, por lo que la presente tesis profesional se cataloga como el primer trabajo de esta magnitud.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Área de influencia del proyecto de investigación

Ubicación: El Complejo Turístico de Baños del Inca está situado en el distrito del mismo nombre, ubicado a 6 Km. al este de la ciudad de Cajamarca a una altitud de 2667 m.s.n.m. a pocos metros del río Chonta. El territorio distrital colinda con los distritos de Llacanora, la Encañada, Namora y Cajamarca. Baños del Inca, tiene un área urbana desarrollada en el centro de la cual se encuentra el Complejo Turístico de Baños del Inca, pero la mayor extensión del distrito está formada por centros poblados y caseríos que constituyen una hermosa campiña, pequeños valles, hondonadas, quebradas, bosques, pastizales y asentamientos rurales con chozas de barro techadas con paja y teja que resaltan el gran atractivo de los alrededores de la zona urbana y que se complementan a la perfección con nuestra riqueza termal.

Clima: Templado sub tropical, posee una temperatura de 3°C a 26°C durante el año. Una temperatura promedio anual de 13°C, la época de lluvias se da de diciembre a marzo, el resto del año es seco principalmente en el periodo comprendido entre los meses de junio y agosto, el resto de meses del año se presentan lluvias esporádicas y un clima templado. La mayor parte del año las variadas tonalidades de verdes predominan en la campiña de Baños del Inca.

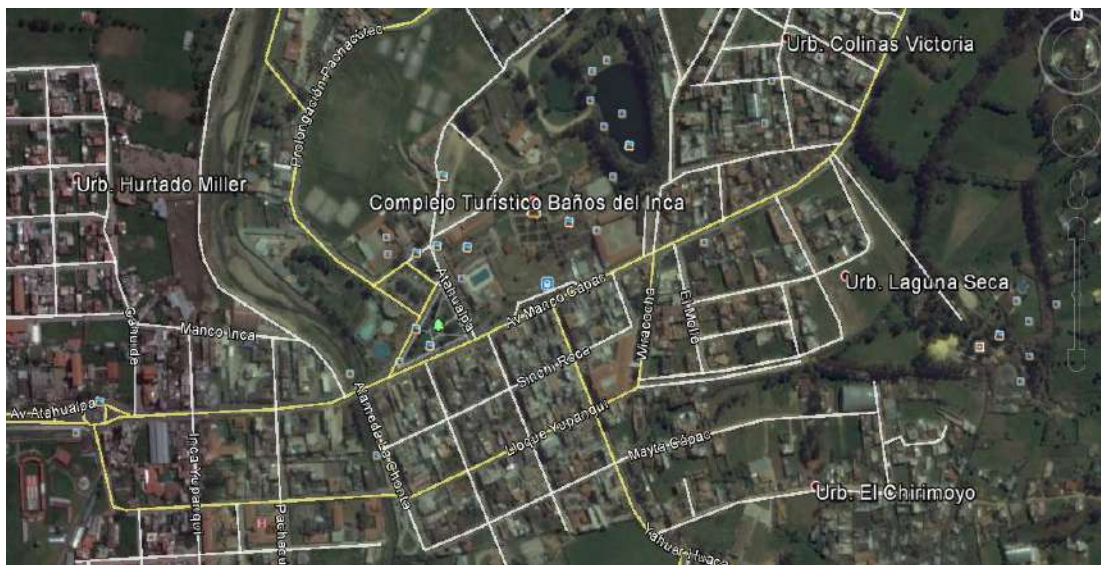


Figura 1. Plano de ubicación del Distrito de Baños del Inca - Cajamarca.
Fuente: Google earth, 2016

Historia: Baños del Inca tiene una presencia en la historia que data desde hace muchos siglos anteriores a la llegada de los españoles y de los mismos incas del Tahuantinsuyo. Fue uno de los lugares más importantes de la cultura Caxamarca y de su más poderoso curacazgo, el de Cuismanco; el mismo que hacia finales de la segunda mitad del siglo XV se encontraba en uno de sus periodos de mayor apogeo. El lugar en ese entonces constaba de algunas edificaciones que constituían una de las principales residencias de los curacas en las inmediaciones de las fuentes de agua termal, las mismas que eran usadas como un lugar de sanación y culto al agua.

La llegada de los Incas en el año 1462 encontró una tenaz resistencia de los Caxamarca, la misma que culminaría en un pacto entre ambos reinos que daba cierta entrada a la dominación Inca y al culto del dios sol, pero que mantenía la casta y rango de los Cuismanco, de esta manera el lugar denominado en ese entonces Pulltumarka pasa a ser un preferente lugar de visita y descanso para los últimos incas del Tahuantinsuyo, siendo Atahualpa su más asiduo visitante, época en que a sus manantiales se les conocieron como Nina Yaku y al pozo que éste usaba se lo llamó Inti Puquio (manantial del sol). A la llegada de los españoles en el año 1532 tuvieron su primer encuentro con el gobernador inca en este lugar.



Figura 2: Pozo del Inca ubicado en el Complejo Turístico de Baños del Inca - Cajamarca.

De sitio de curacas e incas, pasó a ser parte de la encomienda de Melchor Verdugo, posteriormente un fundo privado, luego adquiere la categoría de Villa hacia los finales de la colonia. Las cartas, crónicas y apuntes que hacen los españoles y estudiosos europeos de la talla de Antonio Raimondi y A.

Von Humboldt acrecentaron la fama de estos baños termales, dando cuenta de las bondades de estas aguas, es así que empiezan a denominar al lugar como Baños del Inca.

Finalmente en el año 1959 el Congreso de la República le da categoría de distrito a Los Baños del Inca y el primero de noviembre de 1989 se crea el Complejo Turístico de Baños del Inca, y partir de ese entonces se escribe una nueva historia que nos sitúa en la actualidad consolidados como uno de los principales atractivos del norte del Perú, de Cajamarca y del distrito de Baños del Inca que en la actualidad es la Primera Maravilla del Perú, por nuestra historia, tradiciones, riqueza termal, belleza de nuestra campiña y calidez de nuestra gente.

El Complejo Turístico recibe cada día a unos cuatro mil visitantes de todo el mundo. Es considerado la principal atracción del circuito turístico del departamento de Cajamarca. Aquí se encuentra la famosa Poza del Inca, que mide cuatro metros de largo por cuatro de ancho y tiene una profundidad de un metro con setenta centímetros. En este lugar, según los historiadores, Atahualpa recuperaba sus fuerzas antes de emprender nuevas jornadas de conquista y, más tarde, para combatir a las huestes de Huáscar, su hermano. Los Baños del Inca luce bien conservado y con algunas renovaciones.



Figura 3: A: Complejo Turístico. B: Pozo del Inca, C: Los Perolitos, D: Piscina semi olímpica

2.2.2. Piscina semi olímpica del balneario turístico

En el Complejo Turístico de los Baños del Inca cuenta con cuatro secciones: servicio de duchas (19 compartimentos), pozas colectivas (35 habitaciones), 58 pozas individuales para los turistas y una sección imperial con 19 pozas y una piscina semi olimpica en donde se desarrolló el tema de investigación.

La piscina semi olímpica tiene una temperatura de agua de 32°C que es utilizada por los bañista de uso recreacional y como fines de prácticas de deporte, es usado por damas, caballeros y niños de todas las edades. El agua para el abastecimiento de la piscina es canalizada del lugar denominado *los perolitos* sin ningún tipo tratamiento siendo considerado como aguas termales de origen natural. Los días de atención de atención en la piscina semi olímpica es martes, miércoles, jueves, sábado y domingo. Lunes y viernes no hay atención por labores de mantenimiento. Los horarios son los siguientes:

Tabla 2: Horarios de atención en la piscina semi olímpica del Complejo Turístico.

TURNOS	
Mañana	Tarde
5:00 a.m. a 6:45 a.m.	1:00 p.m. a 2:45 p.m.
7:00 a.m. a 8:45 a.m.	3:00 p.m. a 4:45 p.m.
9:00 a.m. a 10:45 a.m.	5:00 p.m. a 6:15 p.m.
11:00 a.m. a 12:45 a.m.	6:30 p.m. a 8:45 p.m.

Fuente: Elaboración propia, 2016

a. Cloración del agua de la piscina semi olímpica del Complejo Turístico de Baños del Inca

En la piscina semi olímpica del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca, no se realiza ningún tipo de cloración pese a que en el Decreto Supremo N° 007-2003-SA del Reglamento Sanitario de Piscinas indica que toda agua que es utilizada para uso recreativo debe tener un tratamiento adecuado con cloro para la desinfección del agua, de tal forma reducir la presencia de microorganismos que se encuentran en el agua. (D.S. N° 007, 2003)

La cloración es trascendente en la calidad del agua. Un agua desinfectada por cloro, además de conservarse libre de patógenos, la mantiene cristalina sin el crecimiento y desarrollo de cultivos microbianos que enturbian el agua.

El cloro mata patógenos como las bacterias y los virus rompiendo las uniones químicas moleculares. Cuando las enzimas entran en contacto con el cloro, uno o más de los átomos de hidrógeno es substituido por el cloro. Esto provoca que la molécula se transforme o se rompa. Si la enzima no funciona correctamente, causa la muerte de la célula o bacteria. (Zhiña, 2008)



Figura 4: Medición de cloro en la piscina semi olímpica del Complejo Turístico

b. Mantenimiento de la piscina semi olímpica del Complejo Turístico de Baños del Inca

El mantenimiento de la piscina semi olímpica del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca se realizó los días lunes y viernes. Para la limpieza y desinfección se utilizó detergente (ace), cloro y agua termal fría acumulada en taques de concreto. Dicho mantenimiento de la piscina está a cargo del personal administrativo y trabajadores del Complejo Turístico. Después de haberse realizado el mantenimiento de la piscina es llenado el vaso con agua termal caliente, producto de una fuente de calor con origen magnético o volcánico aún muy latente que se conoce desde tiempos pre-incas. Se trata de manantiales de agua caliente subterráneas conocidos como perolitos, saliendo a una temperatura de 70°C.



Figura 5: Acumulación de agua termal para la limpieza de la piscina



Figura 6: Captación de agua para llenar el vaso de la piscina semi olímpica

c. Control de dureza y pH

La dureza y el pH son importantes pero no determinantes en el control de la calidad del agua de las piscinas. La dureza excesiva del agua provoca como siempre formación de sarro en el equipo y materiales con los que el agua está en contacto. Si se detecta este problema, el agua deberá tener un tratamiento previo de ablandamiento o se pueden agregar químicos, como por ejemplo, tratamiento con fosfatos, para mantener en suspensión el calcio y el magnesio. El pH del agua deberá estar entre 6.5 y 8.5. Fuera de este rango se pueden presentar problemas de turbidez en el agua ya que el clarificador no actúa correctamente. Para corregir por el pH se emplean modificadores tales como hidróxido de sodio (sosa cáustica) para subir el pH o ácido clorhídrico (ácido muriático) para bajar el pH del agua. (Acosta, 2004)

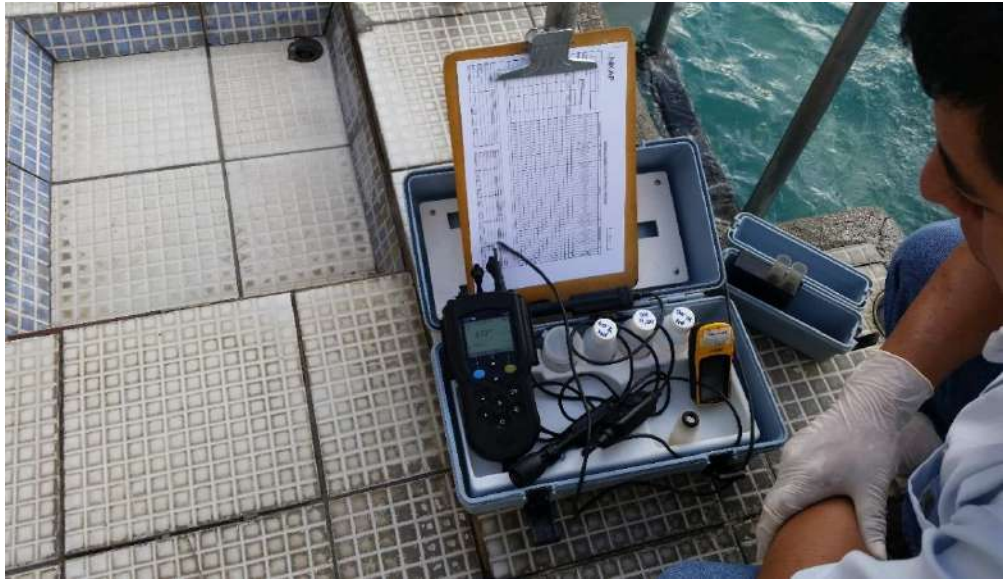


Figura 7: Control de pH de la piscina semi olímpica del Complejo Turístico

d. Clarificador

Un clarificador es un agente químico, generalmente polímeros de alto peso molecular, que tienen la propiedad de coagular y flocular partículas coloidales. Esto es muy importante ya que para clarificar y limpiar el agua se requiere que las partículas de suciedad se retiren del agua. En una piscina se produce material orgánico por la actividad de los bañistas y por el medio ambiente mismo. El sudor, la urea, los restos de tejido cutáneo, los restos de descomposición de hojas y ramas, el polvo y las partículas que arrastra el aire, son materia que aparece en el agua y que debe ser retirada. Para este propósito, eventualmente se agrega clarificador, con lo que se induce a la formación de partículas que sedimentan y se separan al fondo de la piscina para que puedan ser retiradas por la aspiradora y retenidas en el filtro de la piscina. (Acosta, 2004)

e. Proceso de filtración

El agua de las piscinas todos los días debe clorarse y filtrarse. Solo de esta forma se puede asegurar que se tienen óptimas condiciones de calidad del agua. La cloración es para mantener los niveles de cloro adecuados y evitar el crecimiento de: algas esporas microorganismos de otro tipo.

La filtración es para continuamente retirar los sólidos producidos y la materia orgánica que se integra al agua y siempre tener un agua cristalina. Cuando la piscina es de uso doméstico, se recomienda que al menos se filtre el agua durante 6 horas al día. Cuando el uso es intensivo como ocurre en balnearios y piscinas públicas, se recomienda que al menos durante el día, el agua pase tres veces a través del filtro. (Acosta, 2004)

2.2.3. Sistema de gestión de calidad

a. Desarrollo del concepto de calidad

La calidad es el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con las necesidades o expectativas establecidas, generalmente implícitas u obligatorias (ISO 9000:2005). El concepto de calidad ha evolucionado conforme el ser humano ha cambiado de perspectiva. Según se resume en la siguiente tabla: Desde el punto de vista conceptual, se identifican cuatro etapas del desarrollo de la calidad: control de calidad, aseguramiento de la calidad, proceso de calidad total y mejora continua de calidad total (Ver Figura 8). (Cubillos y Rozo, 2009)

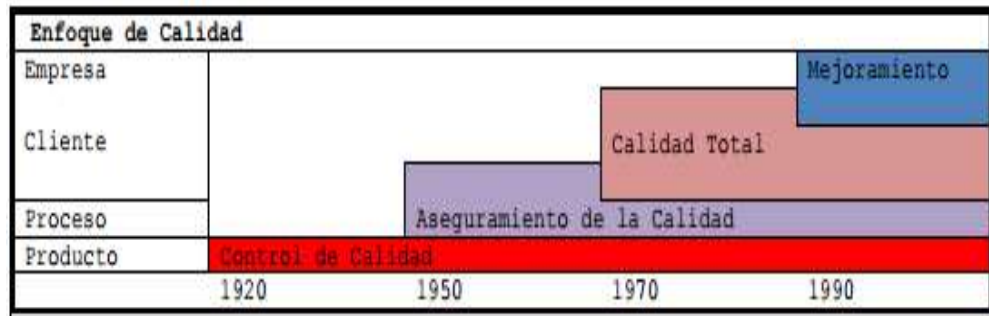


Figura 8: Evolución conceptual de la calidad (modificado).
Fuente: Cubillos y Rozo, 2009

b. Acreditación de laboratorios en el Perú - Indecopi

La acreditación es la emisión de una declaración, basada en una decisión tomada después de la revisión, en la que señala que se cumple con los requisitos especificados por una tercera parte relativa a un organismo de evaluación de la conformidad que manifiesta la demostración formal de su competencia para llevar a cabo tareas específicas de evaluación de la conformidad. (Huayta, 2013)

La acreditación de un laboratorio es el proceso mediante el cual, en interés de la sociedad, un organismo autorizado, conocido como organismo de acreditación, evalúa y declara formalmente que un laboratorio es técnicamente competente para la realización de un ensayo o grupo de ensayos determinado, siendo este último el organismo de evaluación de la conformidad, es decir, el encargado de evaluar y declarar los servicios y productos que cumplen con los requisitos específicos. La acreditación genera así, confianza en los informes y resultados de análisis emitidos por los laboratorios que voluntariamente se han sometido a la evaluación frente a estándares altamente profesionales. (Huayta, 2013)

c. Alcance de la acreditación de laboratorios en el Perú

Para Laboratorios de Ensayo: Se otorga con relación a:

- Los métodos de ensayo normalizados o no normalizados (validados), los cuales deben ser vigentes
- Al tipo de producto materia del ensayo
- A la ubicación o lugar de realización de los ensayos, que pueden ser permanentes o aquellos que se realizan fuera de sus instalaciones. (Huayta, 2013)

Para Laboratorios de Calibración: Se otorga con relación a:

- Métodos o procedimientos de calibración normalizados o no normalizados (validados), los cuales deben ser vigentes
- Una Magnitud o sub-magnitud (Ej. Masa)
- Un Instrumento a calibrar (pesas). (Huayta, 2013)

d. Características del sistema Peruano de acreditación

- Es un sistema voluntario.
- El sistema asegura que los resultados de los informes de ensayo, certificados/ informes de inspección y certificados de conformidad, otorgados por las entidades acreditadas sean confiables.
- Aceptación nacional de los informes y certificados emitidos.
- Reduce el número de auditorías que los clientes tendrían que realizar a los laboratorios, organismos de certificación o de inspección. (Huayta, 2013)

e. Guías y Normas Técnicas que establecen los requisitos de los OEC

- NTP-ISO/IEC 17025 Requisitos Generales para la Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración.
- NTP- ISO 17020 Criterios Generales para el funcionamiento de los diversos Tipos de Organismos que realizan Inspección.
- NTP-ISO 17021 Requisitos Generales para Organismos que operan la Evaluación y Certificación /Registro de Sistemas de Calidad.
- GP-ISO/IEC 65 Requisitos Generales para Organismos que operan Sistemas de Certificación de Productos.
- NTP-ISO/IEC 17024 Evaluación de la Conformidad. Requisitos Generales para organismos que operan la certificación de personas. (Mello, 2008)

f. Norma INTE-ISO/IEC 17025:2005 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración”

Esta norma describe todos los requisitos que deben cumplir los laboratorios de ensayo o de calibración que desean demostrar que operan un Sistema de Gestión de Calidad eficaz y en mejora continua, que son técnicamente competentes tanto en cuanto en personal como en instalaciones, condiciones ambientales, métodos validados, equipos y patrones confiables y que son capaces de producir resultados de ensayo o calibración confiables. (Mello, 2008)

La norma incluye tanto Requisitos de Gestión que corresponden al funcionamiento y la efectividad del sistema de gestión de calidad del laboratorio, siendo estos similares a los de la norma ISO 9001, como Requisitos Técnicos, los cuales abordan la cualificación de la plantilla, la metodología de los ensayos y los muestreos, los equipos y la

calidad y los informes de los resultados de ensayos y calibraciones.
(Mello, 2008)

2.2.4. Importancia del monitoreo de agua de piscinas

Se debe de realizar monitoreos generales de calidad en el agua de las piscinas para determinar cambios en las características físicas y químicas del agua, que impliquen síntomas adversos al entrar en contacto con los bañistas, como: irritación de la piel, ojos y mucosas; o a mediano plazo limita el grado de desinfección del agua, lo cual sumado a las molestias en los usuarios, predispone a un mayor riesgo de infección. (APHA, 1992)

Los parámetros que deberían monitorearse con mayor frecuencia son aquellos cuya medición constituya un menor costo y que puedan ser medidos fácilmente por los encargados del mantenimiento dando resultados confiables; entre los parámetros destacan: turbidez, nivel de desinfectante residual y pH. La necesidad de monitorear otros parámetros está sujeta a la capacidad de supervisión de la gerencia, presupuesto, densidad de bañistas y uso; Sin embargo, siempre es recomendable realizar monitoreos microbiológicos en piscinas públicas y semipúblicas. (OMS, 2006)

Debe haber un manual de procedimientos de operación establecido por los supervisores de la institución a cargo de las piscinas, redactado de manera sencilla y clara para que los empleados sepan exactamente qué hacer, según los resultados obtenidos en monitoreo del agua; debe incluir también procedimientos para que el personal sea capaz de actuar en caso de encontrar resultados anómalos o inesperados que puedan afectar la correcta preservación del agua y en última instancia causar malestar, síntomas de enfermedad o daños en los usuarios. (APHA, 1992)

Los operarios deben estar capacitados para saber actuar por cuenta propia y asegurar si las acciones realizadas por sus compañeros o subordinados son las adecuadas para mantener el estado óptimo del agua. Los gerentes a cargo de la supervisión general deben revisar regularmente los datos obtenidos en pruebas y garantizar que los operarios a cargo del mantenimiento de la piscina han tomado las acciones preventivas y remediales adecuadas para que el agua sea segura para los usuarios, o guiarles en caso de no realizar los procedimientos correctos. (APHA, 1992)

2.2.5. Análisis microbiológico del agua

A. Importancia sanitaria del estudio microbiológico del agua

El acceso al agua es fundamental para la salud, uno de los derechos humanos básicos y un componente en las políticas eficaces de protección de la salud. El agua es esencial para la vida y todas las personas deben disponer de un suministro satisfactorio (suficiente, inocuo y accesible). La mejora del acceso al agua puede proporcionar beneficios tangibles para la salud. Debe realizarse el máximo esfuerzo para lograr que la inocuidad del agua de sea la mayor posible (OMS, 2006)

El agua está contaminada por microorganismos patógenos de origen fecal como virus, bacterias, y parásitos. Muchas enfermedades importantes se asocian a contaminación del agua por desechos humanos. Algunas de estas enfermedades, como las gastrointestinales causan mortalidad causa de mortalidad infantil y a personas de la tercera edad.

La materia fecal contiene una gran cantidad de bacterias, casi siempre inofensivas, algunas de éstas son utilizadas como indicadores de

contaminación fecal. En la mayoría de infecciones por bacterias entéricas patógenas existe el estado de portador sano, por lo que en las comunidades donde estas infecciones son comunes, una proporción de individuos sanos serán foco de excreción de bacterias patógenas, este estado de portador puede variar de unas semanas hasta toda la vida del individuo. (Sandoval y Carlos, 1991)

La presencia de algunos tipos de bacterias coliformes en el agua señala la presencia de excremento. Tradicionalmente se los ha considerado como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua destinada a las piscinas de uso público, donde la presencia o ausencia de estos indicadores de contaminación son identificados por la visualización como:



Figura 9: Detección de Coliformes totales y E.coli en aguas
Fuente: Sandoval y Carlos, 1991

a. Coliformes totales

El grupo coliforme se define como todas las bacterias Gram negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa en cultivos a temperatura de 35°C a 37°C, produciendo ácido y gas (CO₂) en 24 horas. Entre ellos

se encuentran la *Escherichia coli*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella*. Este tipo de bacterias se encuentran comúnmente en el medioambiente (Por ejemplo, en el suelo y las plantas) y generalmente no causan problemas. (DPCN, 2009)

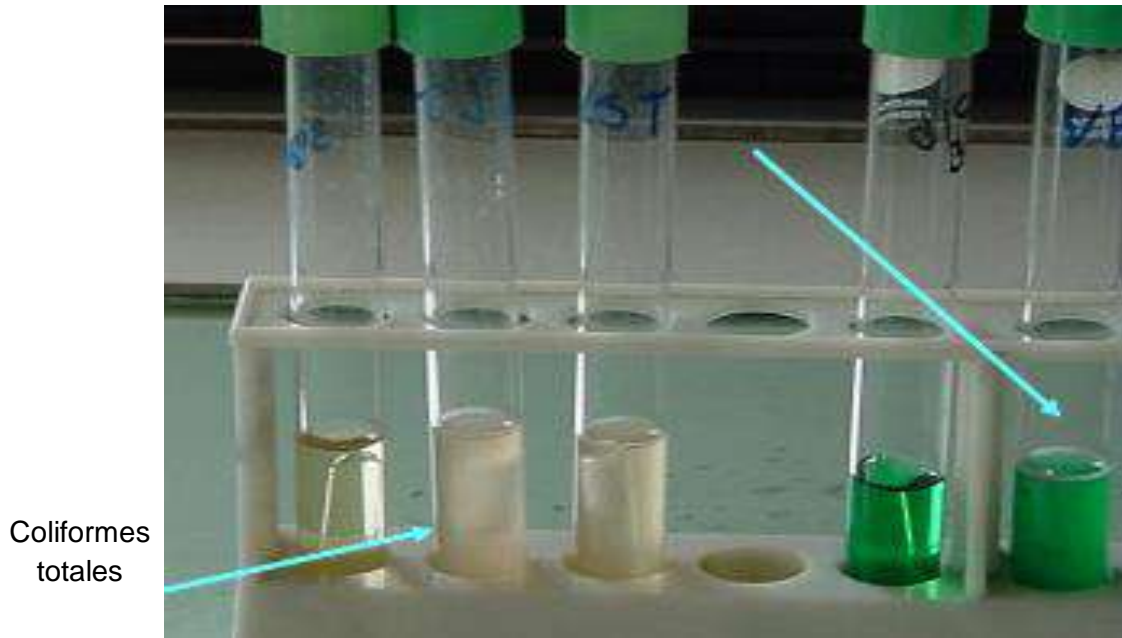


Figura 10: Identificación de coliformes, totales, fecales
Fuente: Sandoval y Carlos, 1991

b. Coliformes fecales

Se define como coliformes fecales a aquellos que fermentan la lactosa a 44.5 – 45.5. °C. Análisis que permite descartar a enterobacter³, puesto que esta no crece a esa temperatura. La prueba de coliformes fecales positiva indica un 90% de probabilidad de que el coliformes aislado sea *E.coli*.

³ Las Enterobacterias: Son una familia heterogénea y amplia de bacilos gram negativos que residen en el colon del hombre.

Los coliformes son una familia de bacterias que se encuentran comúnmente en las plantas, el suelo y los animales, incluyendo a los humanos. La presencia de coliformes en el suministro de agua es un indicio de que el suministro de agua puede estar contaminado con agua negras u otro tipo de desechos en descomposición. (Perez y Rojas, 2004)

Es un subgrupo de bacterias coliformes totales que se encuentran en grandes cantidades en los intestinos y excremento de los humanos y animales. Su presencia indica que el agua está contaminada con excremento o desechos de alcantarillas, y tiene el potencial de causar enfermedades. (DPCN, 2009)

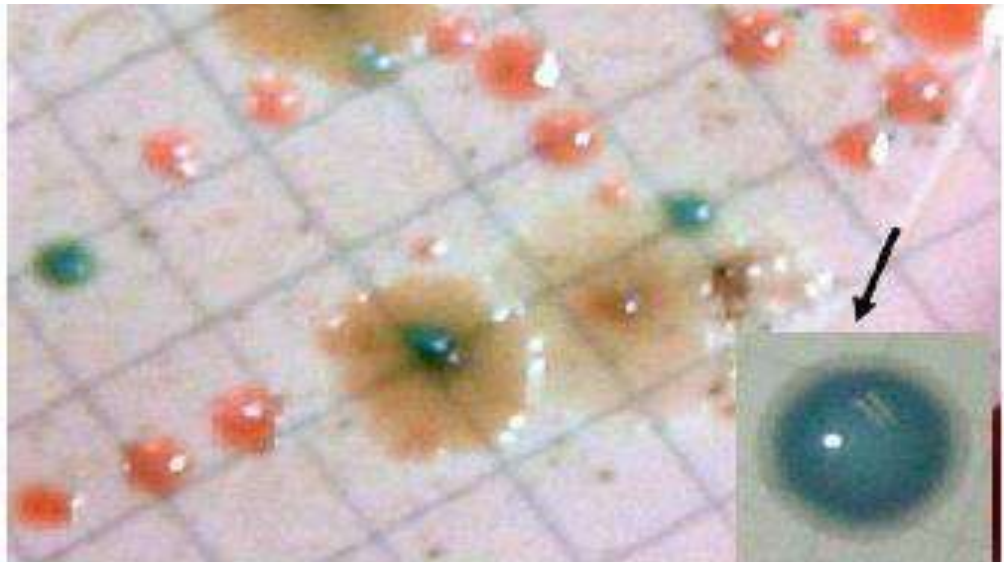


Figura 11: Colonias azul grisáceo, típicas de coliformes fecales de muestras de agua
Fuente: Sandoval y Carlos, 1991

c. *Escherichia coli*

Escherichia coli está presente en grandes concentraciones en la microflora intestinal normal de las personas y los animales donde, por lo general, es inocua. Sin embargo, en otras partes del cuerpo *E. coli* puede causar enfermedades graves, como infecciones de las vías urinarias, bacteriemia y meningitis. Un número reducido de cepas enteropatógenas pueden causar diarrea aguda. Se han determinado varios tipos de *E. coli* enteropatógenas, basándose en diferentes factores de virulencia: *E. coli* enterohemorrágica (ECEH), *E. coli* enterotoxígena (ECET), *E. coli* enteropatógena (ECEP), *E. coli* enteroinvasiva (ECEI), *E. coli* enteroagregativa (ECEA) y *E. coli* de adherencia difusa (ECAD). (DPCN, 2009)

Taxonomía

Dominio: Bacteria
Filo: Proteobacteria
Clase: Gammaproteobacteria
Orden: Enterobacteriales
Familia: Enterobacteriaceae
Género: *Escherichia*
Especie: *E. coli*

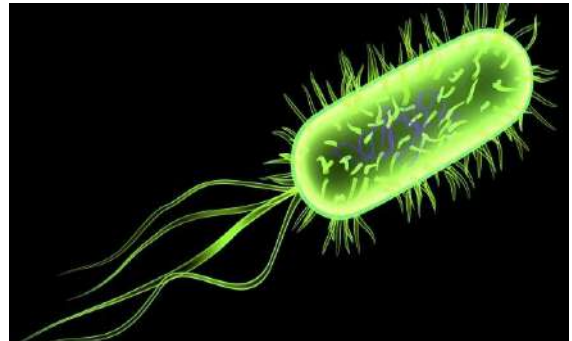


Figura 12: *Escherichia coli*.

El aislamiento de esta bacteria en el agua da alto grado de certeza de contaminación de origen fecal, alrededor del 99%. No es absoluta porque se han aislado cepas de *E. coli* que no tienen origen fecal, pero es un grado de certeza es más razonable para certificar contaminación con ese origen. Sin embargo, el aislamiento de este microorganismo no permite distinguir si la contaminación proviene de excretas de humano o animal, lo cual puede ser importante, puesto

que la contaminación que se desea habitualmente controlar es de origen humano. (Pérez y Rojas, 2004)

- **Efectos sobre la salud humana**

E. coli O157:H7⁴, producen diarrea que puede ser desde leve y no hemorrágica hasta altamente hemorrágica, siendo esta última indistinguible de la colitis hemorrágica. Entre el 2% y el 7% de los enfermos desarrollan el síndrome hemolítico urémico⁵ (SHU), que puede ser mortal y se caracteriza por insuficiencia renal aguda y anemia hemolítica. Los niños menores de cinco años son los que tienen más riesgo de desarrollar el SHU. La infectividad de las cepas de ECEH es sustancialmente mayor que la de otras cepas: tan solo 1000 bacterias pueden causar una infección. (Nataro y Kaper, 1998)

Fuentes y prevalencia Las *E.coli* enteropatógenas son microorganismos entéricos y las personas son el reservorio principal, El ganado, como las vacas y ovejas y en menor medida las cabras, los cerdos y los pollos, son una fuente importante, las cuales también se han asociado con hortalizas crudas, como los brotes de frijoles. Estos agentes patógenos se han detectado en diversos ambientes acuáticos. La infección se asocia con la transmisión de persona a persona, el contacto con animales, los alimentos y el consumo de agua contaminada. Relevancia de su presencia en el agua de consumo, la transmisión de cepas patógenas de *E. coli* por medio de aguas recreativas. (Nataro y Kaper, 1998)

⁴ ***E. coli* O157:H7**: Es una cepa enterohemorrágica de la bacteria *E. coli*

⁵ **Síndrome hemolítico urémico**: Es un trastorno que ocurre generalmente cuando una infección en el aparato digestivo produce sustancias tóxicas que destruyen los glóbulos rojos

B. Técnica del número más probable de microorganismos (NMP) y de los tubos múltiples

El conteo de bacterias por el método del Número Más Probable (NMP) proporciona una estimación de los organismos viables existentes en un sustrato. Este concepto debe manejarse para una adecuada enumeración de microorganismos.

La técnica permite inocular tres o cinco tubos del mismo nivel de diluciones de un banco de diluciones decimales de la muestra; los límites de confianza son más precisos conforme aumentan el número de tubos (Hasta 15 tubos) por nivel, la información es más satisfactoria cuando el mayor inóculo de muestra estudiada presenta gas en alguno o en todos los tubos y el más pequeño evidencia gas en ninguno o en la mayoría de los tubos. (Pascual, 1992)

- Cálculos para la técnica del N.M.P

La densidad bacteriana puede calcularse mediante fórmula o por medio de la tabla del NMP que utiliza el número de tubos positivos en las diluciones múltiples. (Ver figura 13)

Para obtener el N.M.P. procedemos de la siguiente manera:

Anotar el número de tubos positivos de cada una de las disoluciones; por ejemplo:

Tabla 3: Cálculos para la técnica del N.M.P.

Técnica	Características
Dilución 1:10	= 2 tubos positivos
Dilución 1:100	= 2 tubos positivos
Dilución 1:1000	= 0 negativo

Fuente: APHA, 1992

- **Técnica de diluciones en tubo múltiple (Número más Probable o NMP)**

El Método para el análisis de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* de la piscina semi olímpica del Complejo Turístico de Baños del Inca fue analizado mediante el método del Número más Probable (NMP), se fundamenta en la capacidad de este grupo microbiano de fermentar la lactosa con producción de ácido y gas al incubarlos a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 48 h., utilizando un medio de cultivo que contenga sales biliares. Esta determinación consta de dos fases, la fase presuntiva y la fase confirmativa. (Camacho, Giles, Ortegón, Palao & Serrano, 2009)

En la fase presuntiva el medio de cultivo que se utiliza es el caldo lauril sulfato de sodio el cual permite la recuperación de los microorganismos dañados que se encuentren presentes en la muestra y que sean capaces de utilizar a la lactosa como fuente de carbono. Durante la fase confirmativa se emplea como medio de cultivo caldo lactosado bilis verde brillante el cual es selectivo y solo permite el desarrollo de aquellos microorganismos capaces de tolerar tanto las sales biliares como el verde brillante. (Camacho, Giles, Ortegón, Palao & Serrano, 2009)

La determinación del número más probable de microorganismos coliformes fecales se realiza a partir de los tubos positivos de la prueba presuntiva y se fundamenta en la capacidad de las bacterias para fermentar la lactosa y producir gas cuando son incubados a una temperatura de $44.5 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ por un periodo de 24 a 48 h. (Camacho, Giles, Ortegón, Palao & Serrano, 2009)

La búsqueda de *Escherichia coli* se realiza a partir de los tubos positivos de caldo EC, los cuales se siembran por agotamiento en medios selectivos y diferenciales (Agar Mac Conkey, Agar eosina azul de metileno) y posteriormente realizando las pruebas bioquímicas básicas (IMViC)⁶ a las colonias típicas. (Camacho, Giles, Ortegón, Palao & Serrano, 2009)

La presencia de *Escherichia coli* en el agua de la piscina, es una indicación de que el material fecal ha entrado en la piscina por medio de piel contaminada, materia fecal que ha accidentalmente o deliberadamente se introdujo, o por el abastecimiento de agua contaminada. También indica que el tratamiento no ha conseguido eliminar esta contaminación. Desde el punto de vista bioquímico *E. coli* puede producir indol a partir de triptófano, es positivo a la prueba rojo de metilo, no utiliza el citrato como fuente de carbono, produce aproximadamente igual cantidad de CO_2 y de H_2 a partir de la glucosa, produce un resplandor metálico en el medio de EMB, son microorganismos con movilidad, capaz de crecer a temperatura de 44.5°C . (Larrañaga, Carballo, Rodríguez & Fernández, 1998)

Esta técnica se utilizó para la determinación de los coliformes totales, fecales y *Escherichia Coli* como:

⁶ **El IMVIC:** Es una prueba utilizada en biología para la identificación bacterias

Tabla 4: Técnica del número más probable

Técnica del número más probable (NMP) y de los tubos múltiples		
Parámetros	Técnica	características
Coliformes totales	(APHA 9221.B)	El método consiste utilizar volúmenes de 10 mL de caldo Lauril Triptosa de concentración doble (2X) para inóculos de 10 mL de muestra, y de concentración simple (X) para inóculos de 1 mL de muestra y diluciones.
Coliformes fecales	(APHA,9221 E1)	El método consiste, de cada uno de los tubos que contiene 10 mL de caldo EC con campana Durgams. Incubar a una temperatura de 44.5 °C en baño María con circulación por un tiempo de 24-48 horas
<i>Escherichia coli</i>	(APHA,9221 G2)	A partir de los tubos positivos de bilis verde brillante (LBVB), con la ayuda de un asa, inocular a los medios EC y SIM. incubar por 24 horas en baño termorregulador a 44.5 °C

Fuente: APHA, 1992

C. Reactivos y medios de cultivo para el análisis de agua

- Caldo Lauril triptosa (prueba presuntiva)

Medio recomendado por APHA para detección y recuento de coliformes en aguas. Medio rico en nutrientes, que permite un rápido desarrollo de los microorganismos fermentadores de la lactosa, aún de los fermentadores lentos.

La triptosa es la fuente de nitrógeno, vitaminas, minerales y aminoácidos, la lactosa es el hidrato de carbono fermentable, las sales de fosfato proveen un sistema buffer, y el cloruro de sodio mantiene el balance osmótico, Es un medio selectivo, ya que el lauril sulfato de sodio inhibe el desarrollo de la flora acompañante. Por la fermentación

de la lactosa, se produce ácido y gas, éste último se evidencia al utilizar las campanas Durham. (APHA, 1992)

Tabla 5: Reactivos y medio de cultivo

REACTIVOS	PESO
Tripstosa	20.0 g
Lactosa	5.0 g
Fosfato dipotásico (K_2HPO_4)	2.75 g
Fosfato monopotásico (KH_2PO_4)	2.75 g
Cloruro de sodio (NaCl)	5.0 g
Lauril sulfato de sodio	0.1 g
Purpura de bromocresol	0.1g
Agua de destilada	1L
pH	6.8± 0.2

Fuente: APHA, 1992.

- **Caldo lactosado verde brillante bilis 2%**

Este medio está recomendado para el recuento de coliformes totales y fecales, por la técnica del número más probable, en el medio de cultivo, la peptona aporta los nutrientes necesarios para el adecuado desarrollo bacteriano, la bilis y el verde brillante son los agentes selectivos que inhiben el desarrollo de bacterias Gram positivas y Gram negativas a excepción de coliformes, y la lactosa es el hidrato de carbono fermentable. Es una propiedad del grupo coliforme, la fermentación de la lactosa con producción de ácido y gas.

Tabla 6: Reactivos para prueba confirmativa

REACTIVOS	PESO
Peptona	10 g
Lactosa	10.0 g
Fosfato dipotásico	2,0 g
Agar	15.0 g
Eosina	0.4 g
Azul de metileno	0.065 g
Agua destilada	1L
pH final luego de esterilización	7.1 ± 0.1

Fuente: APHA, 1992.

- **Agar eosina azul de metileno (EAM)**

Para aislamiento de colonias Coliformes

Prueba complementaria

Este es utilizado para el aislamiento selectivo de bacilos Gram negativos de rápido desarrollo y escasas exigencias nutricionales. Permite el desarrollo de todas las especies de la familia Enterobacteriaceae.

La diferenciación entre organismos capaces de utilizar la lactosa y/o sacarosa, y aquellos que son incapaces de hacerlo, está dada por los indicadores eosina y azul de metileno; éstos ejercen un efecto inhibitorio sobre muchas bacterias Gram positivas. Muchas cepas de *Escherichia coli*. Presentan un característico brillo metálico. Las cepas que utilizan la lactosa poseen centro oscuro con periferia azulada o rosada, mientras que las que no lo hacen son incoloras.

Tabla 7: Reactivos para aislamiento de colonias

REACTIVOS	PESO
Peptona	10 g
Lactosa	10.0 g
Fosfato dipotásico	2,0 g
Agar	15.0 g
Eosina	0.4 g
Azul de metileno	0.065 g
Agua destilada	1L
pH final luego de esterilización	7.1 ± 0.1

Fuente: APHA, 1992

- **Agar nutritivo**

Tabla 8: Reactivos para la preparación del agar nutritivo

REACTIVOS	PESO
Peptona	5.0 g
Extracto de carne	3.0 g
Agar	15.0 g
Agua destilada	1 L
pH final luego de esterilización	6.8

Fuente: APHA, 1992

Figura 13: Índice del NMP y 95% del límite de confianza para varias combinaciones de resultados positivos.

TABLA 9221: IV. ÍNDICE DE NMP Y 95% DE LÍMITE DE CONFIANZA PARA VARIAS COMBINACIONES DE RESULTADOS POSITIVOS CUANDO SON USADOS 5 TUBOS POR DILUCIÓN (10mL , 1.0mL , 0.1 mL)							
Combinación de positivos	MPN Index / 100mL	Límites de confianza		Combinación de Positivos	MPN Index / 100mL	Límites de confianza	
		Inferior	Superior			Inferior	Superior
0-0-0	<1.8	-	6.8	4-0-3	25	9.8	70
0-0-1	1.8	0.090	6.8	4-1-0	17	6.0	40
0-1-0	1.8	0.090	6.9	4-1-1	21	6.8	42
0-1-1	3.6	0.70	10	4-1-2	26	9.8	70
0-2-0	3.7	0.70	10	4-1-3	31	10	70
0-2-1	5.5	1.8	15	4-2-0	22	6.8	50
0-3-0	5.6	1.8	15	4-2-1	26	9.8	70
1-0-0	2.0	0.10	10	4-2-2	32	10	70
1-0-1	4.0	0.70	10	4-2-3	38	14	100
1-0-2	6.0	1.8	15	4-3-0	27	9.9	70
1-1-0	4.0	0.71	12	4-3-1	33	10	70
1-1-1	6.1	1.8	15	4-3-2	39	14	100
1-1-2	8.1	3.4	22	4-4-0	34	14	100
1-2-0	6.1	1.8	15	4-4-1	40	14	100
1-2-1	8.2	3.4	22	4-4-2	47	15	120
1-3-0	8.3	3.4	22	4-5-0	41	14	100
1-3-1	10	3.5	22	4-5-1	48	15	120
1-4-0	10	3.5	22	5-0-0	23	6.8	70
2-0-0	4.5	0.79	15	5-0-1	31	10	70
2-0-1	6.8	1.8	15	5-0-2	43	14	100
2-0-2	9.1	3.4	22	5-0-3	58	22	150
2-1-0	6.8	1.8	17	5-1-0	33	10	100
2-1-1	9.2	3.4	22	5-1-1	46	14	120
2-1-2	12	4.1	26	5-1-2	63	22	150
2-2-0	9.3	3.4	22	5-1-3	84	34	220
2-2-1	12	4.1	26	5-2-0	49	15	150
2-2-2	14	5.9	36	5-2-1	70	22	170
2-3-0	12	4.1	26	5-2-2	94	34	230
2-3-1	14	5.9	36	5-2-3	120	36	250
2-4-0	15	5.9	36	5-2-4	150	58	400
3-0-0	7.8	2.1	22	5-3-0	79	22	220
3-0-1	11	3.5	23	5-3-1	110	34	250
3-0-2	13	5.6	35	5-3-2	140	52	400
3-1-0	11	3.5	26	5-3-3	170	70	400
3-1-1	14	5.6	36	5-3-4	210	70	400
3-1-2	17	6.0	36	5-4-0	130	36	400
3-2-0	14	5.7	36	5-4-1	170	58	400
3-2-1	17	6.8	40	5-4-2	220	70	440
3-2-2	20	6.8	40	5-4-3	280	100	710
3-3-0	17	6.8	40	5-4-4	350	100	710
3-3-1	21	6.8	40	5-4-5	430	150	1100
3-3-2	24	9.8	70	5-5-0	240	70	710
3-4-0	21	6.8	40	5-5-1	350	100	1100
3-4-1	24	9.8	70	5-5-2	540	150	1700
3-5-0	25	9.8	70	5-5-3	920	220	2600
4-0-0	13	4.1	35	5-5-4	1600	400	4600
4-0-1	17	5.9	36	5-5-5	>1600	700	-
4-0-2	21	6.8	40				

Fuente: APHA 9221 C, 1981

2.2.6. Agentes contaminantes del agua de piscinas

El uso de aguas para fines recreativos se ha incrementado en las últimas décadas por todo el planeta. Las piscinas y otras instalaciones de aguas de recreo ofrecen la posibilidad de disfrutar y mejorar la salud, pero también pueden entrañar riesgos sanitarios, aunque con la mejora de la gestión y las tecnologías modernas para el tratamiento de las aguas y la vigilancia de la calidad del agua (por ejemplo, mediante protocolos para detectar bacterias en tiempo real) esas instalaciones han pasado a ser más seguras. (OMS, 2014)

La contaminación en las piscinas puede darse por dos factores principales: suciedad transportada por los bañistas, o por un deficiente mantenimiento tanto del agua como de las estructuras del estanque. Muchos individuos asumen, erróneamente, que los mayores problemas de contaminación en las piscinas tienen lugar únicamente en las piletas públicas, pero los microorganismos y sustancias indeseadas se encuentran en todo tipo de estanques sencillamente por la presencia de los bañistas. Los elementos de excreción, la saliva, las cremas o protectores solares, el pelo, sudor las grasas ensucian la piscina levemente pero si esa suciedad “simple” no se elimina, la misma se torna más pesada contaminando más fuertemente el agua. Éstos proceden de la orina y el sudor, ambos contienen urea y amonio como queratina en altas concentraciones. (Valenzuela, 1968)

Previa contaminación del agua, de la falta o deficiencia en la limpieza del vaso y dependencias, del material accesorio inmerso en la piscina y principalmente del propio usuario. Cada sujeto que se sumerge en la piscina puede aportar al agua materia orgánica y mineral en considerable cantidad además de millones de gérmenes saprofitoso incluso patógenos de origen oro-rino-faríngeo, genito-urinario, digestivo y cutáneo. (Valenzuela, 1968)

Estudios experimentales acreditan que la contaminación aportada al agua de una piscina por una sola persona es, por término medio, unos diez millones de gérmenes totales, un millón de coliformes y cien mil coliformes fecales. Cierta tipo de pacientes, después de una sesión en la piscina, pueden aportar de 15 000 a 40 000 gérmenes por mL de agua. Esto gérmenes provenientes principalmente de la orina son *Escherichia coli*. (Grassi, 1964)

2.2.7. Factores que favorecen la contaminación microbiológica

- Temperatura elevada del agua que facilita el desarrollo de microorganismos: la temperatura es uno de los factores fundamentales que influyen en el crecimiento de los microorganismos, la mayoría de los microorganismos proliferan a temperaturas iguales o superiores a 20°C, aunque se admite que las células microbianas pueden crecer a temperaturas comprendidas entre -18°C y 100°C. (Larrañaga, Carballo, Rodríguez & Fernández, 1998)
- Niveles de desinfectante bajos o ausentes.
- Las superficies que no son lisas y son de difícil limpieza y fácil acúmulo de suciedad pueden agredir la piel mojada y blanda, lo que favorece la penetración de algunos microorganismos. Por ejemplo la suciedad en el suelo que rodea a la piscina se adhiere a los pies de los usuarios y termina en el agua.
- Los bañistas: cada usuario, tanto si está sano como enfermo o convaleciente, elimina a través de la piel, de las mucosas y del aparato genitourinario gérmenes que se depositan en el agua.
- La mayoría de estos gérmenes llegan al agua envueltos con partículas de piel, de cosméticos y de protectores solares, por lo que se

encuentran muy protegidos contra los desinfectantes habituales del agua y eso dificulta su eliminación. Estas partículas se concentran en la superficie del agua, más próxima a los bañistas, dónde los desinfectantes se debilitan a causa de las radiaciones solares.

- Elementos que caen al agua: Sobre todo en las piscinas descubiertas el aire arrastra elementos como tierra, hojas de plantas, insectos vivos y muertos, contaminación, elementos químicos contaminantes que transporta el viento y todo esto termina en muchas ocasiones en el agua.
- Los no bañistas: contaminan a través del calzado.

2.2.8. Enfermedades más comunes relacionadas con agua de piscinas

a. Pie de atleta (*tinea pedis*)

Se contagia por el contacto con piel infectada o con hongos en determinadas áreas como duchas, vestidores, piscinas. Puede ser una infección crónica. Normalmente se cura con tratamiento con cremas sobre la piel pero otras veces precisa de tratamiento oral. (Olmo, 2011)

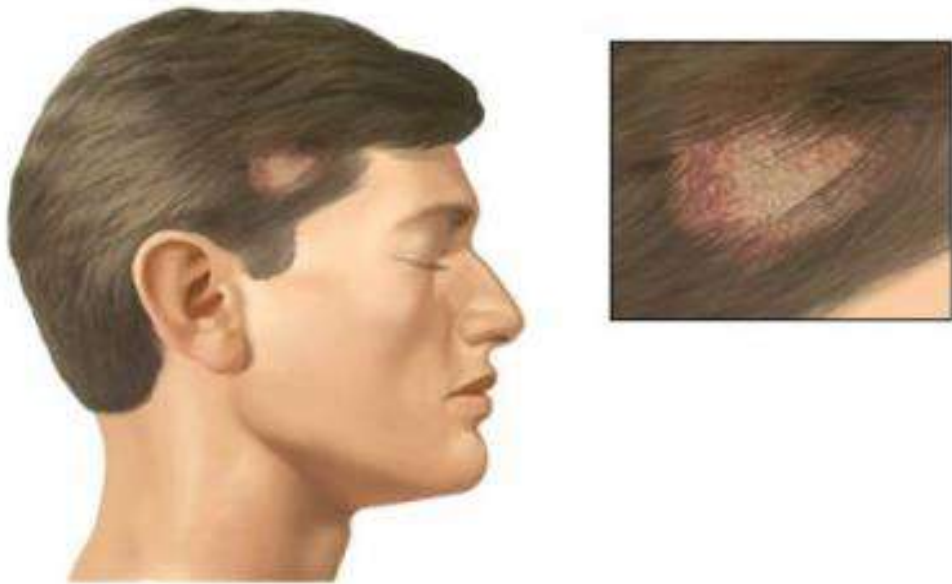
Inicialmente hay sudoración entre los dedos, mal olor y presencia de pequeñas vesículas que se rompen y dejan salir líquido. Las alteraciones suelen empezar entre el 4º y 5º dedo y pueden extenderse al resto de los dedos, resto y a las uñas. (Zhiña, 2008)



Figura 14: Pie de atleta
Fuente: (Zhiña, 2008)

b. La tiña del cuero cabelludo (*tinea capitis*)

La tiña del cuero cabelludo afecta principalmente a los niños, es poco común en adultos. Se cree que esto es así porque el aceite normal de la piel (sebo), que aumenta en el cuero cabelludo después de la pubertad, tiene propiedades que lo hacen resistente a los hongos. La mayoría de los casos de contagio se producen de persona a persona a través de toallas u otros objetos compartidos. Los hongos y sus esporas pueden permanecer vivas en peines, cepillos, toallas sucias, muebles y sábanas durante largos períodos. Algunas personas son portadores de los hongos, es decir, que tienen los hongos en la piel y el cabello, pero no padecen la infección o sus síntomas. Sin embargo, pueden pasar los hongos a otras personas que entonces sí desarrollan síntomas. En ocasiones los brotes de tiña del cuero cabelludo se producen en una misma familia o en las escuelas. (Zhiña, 2008)



c. Conjuntivitis

La conjuntivitis es una inflamación de la conjuntiva, generalmente causada por virus, bacterias o una alergia. La conjuntiva puede resultar inflamada debido a una reacción alérgica al polvo, el moho, la caspa animal o el polen, y puede verse irritada por la acción del viento, el polvo, el humo y otras clases de agentes que producen contaminación del aire. También puede sufrir irritación debido a un resfriado común o un brote de sarampión. La luz ultravioleta de una soldadura eléctrica de arco, una lámpara solar o incluso la intensa luz solar reflejada en la nieve pueden irritar la conjuntiva. (Zhiña, 2008)



Figura 16: Conjuntivitis
Fuente: Zhiña, 2008

d. Externa u oído de nadador

El oído de nadador (otitis externa) es bastante común consiste en la inflamación, irritación o infección de conducto auditivo externo (tubito que conduce los sonido desde el exterior del cuerpo hasta el tímpano).

Cuando el agua entra al oído, puede arrastrar bacterias y hongos. Usualmente el agua vuelve a salir; el oído se seca, y las bacterias y hongos no causan problemas. Pero a veces el agua permanece atrapada en el conducto auditivo externo y la piel queda húmeda.

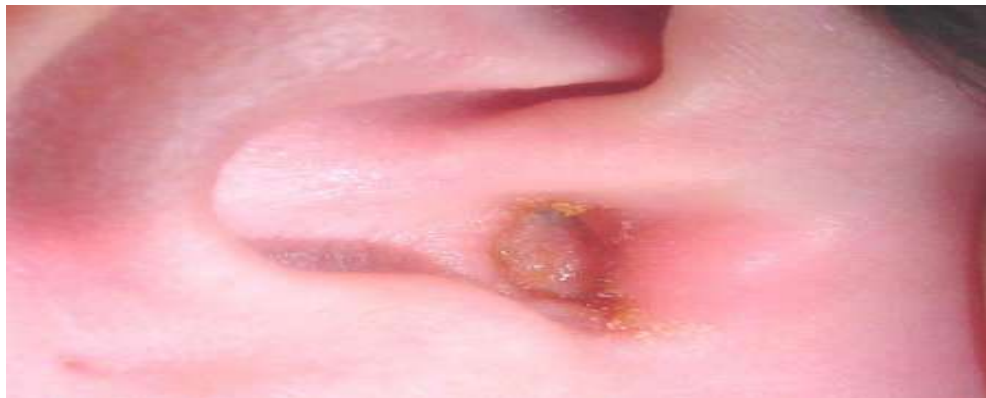


Figura 17: Otitis Externa
Fuente: Zhiña, 2008

d. Gastroenteritis

La inflamación de la mucosa del estómago se denomina gastritis, mientras que la de los intestinos se conoce como enteritis. Cuando son ambos órganos los afectados se produce una gastroenteritis, que es la irritación e inflamación del conjunto del tracto digestivo. Producida por bacterias de *Escherichia coli*.

Los síntomas a menudo comienzan con pérdida de apetito, náuseas o vómitos. Pueden presentarse murmullos intestinales audibles, retortijones y diarrea moderada a intensa con o sin presencia de sangre y moco. La persona puede tener fiebre, sentirse decaída, sufrir dolores musculares y notar cansancio extremo. Junto con los líquidos corporales se pierden los electrolitos, particularmente el sodio y el potasio. (Zhiña, 2008)



Figura 18: Gastroenteritis
Fuente: Zhiña, 2008

2.3. Sistemas de tratamiento de piscinas

2.3.1. Sistemas manuales

a. Cloro químico

El cloro es un agente químico muy activo que actúa por oxidación. Convierte los residuos orgánicos complejos, como pueden ser: (piel, pelo, algas y suciedad orgánica variada, en compuestos simples que pueden evaporarse en forma de gas. La desinfección con este compuesto es el método más usado, fácil, eficaz y barato. Su nombre comercial es Sinclorino (Ácido tricloroisocianúrico). Las pastillas de cloro es la opción más habitual a la hora del cuidado de la piscina privada, desde hace unos años ha mejorado mucho esta forma de mantenimiento, ya que las pastillas actuales además de clorar de forma progresiva contienen otros productos que ayudan al mantenimiento de la piscina, como son bactericidas, alguicidas, cristalizadores, fungicidas, floculantes. Cuando el cloro se aplica al agua requiere, dependiendo del tipo de agua, un mayor o menor período de contacto y una mayor o menor dosis del desinfectante. (Vásquez, 2011)

Generalmente, un agua relativamente clara, con un pH cerca de la neutralidad, sin muchas materias orgánicas y sin fuertes contaminaciones, requiere de unos cinco a diez minutos de contacto con dosis menores a 1 mg/L de cloro. En cada caso se deberá determinar la dosis mínima requerida para que permanezca un pequeño residuo libre entre 0.4 y 1.5 mg/L o ppm (partes por millón) que asegure un agua exenta de agentes patógenos vivos. (Vásquez, 2011)



Figura 19: Cloro químico
Fuente: Vásquez, 2011

b. Hipoclorito de sodio

Otro compuesto clorado que se suele utilizar con gran frecuencia en forma líquida o en pastillas. Compuesto con fórmula NaClO . La solución del hipoclorito de sodio se utiliza con frecuencia como desinfectante y como agente blanqueante. Se obtiene a partir del cloruro sódico en un proceso electroquímico. Se puede administrar a través de una bomba de dosificación. (Vásquez, 2011)

Su utilización modifica el pH del agua, por lo que es necesario llevar un control de este. Tiene un gran poder desinfectante para la piscina, es letal para varios microorganismos, virus y bacterias vegetativas. Tiene un carácter residual lo cual favorece su poder desinfectante. Su principal inconveniente es su coste comercial y su manipulación ya que es altamente corrosivo, y precisa de una instalación de depósitos ventilados y bombas dosificadoras. Aunque esto último desaparecería si se generara “in situ” mediante un proceso físico-químico, tal y como se verá en el siguiente apartado. (Vásquez, 2011)



Figura 20: Hipoclorito de sodio
Fuente: Vásquez, 2011

c. Dióxido de cloro

Debido a sus cualidades oxidantes selectivas, su aplicación es una alternativa a ser considerada donde, además de la desinfección, se requiere mejorar la calidad organoléptica del agua. Tiene un gran efecto en el control del sabor y el olor, pero su uso como desinfectante se ve limitado a causa de su complejidad y sensibilidad en la producción, y a un relativo coste elevado. El dióxido de cloro no se vende como un producto listo para su uso, por lo que debe generarse in situ. Además, su producción y manejo entrañan complejidad y riesgos. Por lo que se usa en combinación con otras sustancias químicas para el tratamiento del agua. (Vásquez, 2011)



Figura 21: Dióxido de cloro
Fuente: Vásquez, 2011

d. Peróxido de hidrógeno

El peróxido de hidrógeno es un desinfectante líquido, ecológico, libre de cloro, bromo y otras sustancias tóxicas. Se caracteriza por su eficacia y bajo consumo en la desinfección y tratamiento de agua de piscina ecológico y sin toxicidad. Tiene un gran poder, por lo que el agua se mantiene desinfectada incluso en los días de más calor y en el caso de que la piscina sea poco utilizada, el producto tarda más en consumirse, gracias a su efecto depósito. Pero su principal problema reside en que es necesario de una manipulación especializada, ya que es muy peligrosa. Esto implica que el uso de este compuesto eleve el coste de la instalación además de ser más caro que el cloro. (Vásquez, 2011)



Figura 22: Peróxido de hidrógeno
Fuente: Vásquez, 2011

2.3.2. Sistema automatizado

Los métodos físico-químicos son sistemas que mediante un proceso físico transforman sustancias no desinfectantes en otras que sí lo son para la limpieza del agua de la piscina. Estas transformaciones se realizan “in situ”, según la demanda del agua y los productos que se generan se dosifican automáticamente según las exigencias del agua a tratar. (Vásquez, 2011)

Los métodos físico-químicos más utilizados para la desinfección de piscinas son:

- Electrólisis de sal o cloración salina.
- Luz ultravioleta.
- Tratamiento mediante ozono.

A. Electrólisis de sal o cloración salina

El sistema de electrólisis salina no tiene consumo teórico de sal ya que trabaja en un ciclo cerrado. Cuando el agua salada se somete al proceso de electrólisis de sal, se convierte en hipoclorito de sodio que desinfecta el agua, pero en cuanto dicha agua retorna a la piscina y entra en contacto con el aire, el hipoclorito de sodio se volatiliza y vuelve a convertirse en sal que queda disuelta de nuevo en el agua. Efectivamente, la electrogeneración de hipoclorito sódico (NaClO) a partir de cloruro sódico vuelve nuevamente a rendir cloruro sódico tras la oxidación de la materia orgánica o la eliminación de patógenos. Con este proceso se genera cloro puro sin otros subproductos indeseables aunque si productos que alargan el tiempo del efecto desinfectante. No provoca irritación en los ojos, las mucosas y la piel. Aunque es necesario realizar una nivelación del pH. (Vásquez, 2011)

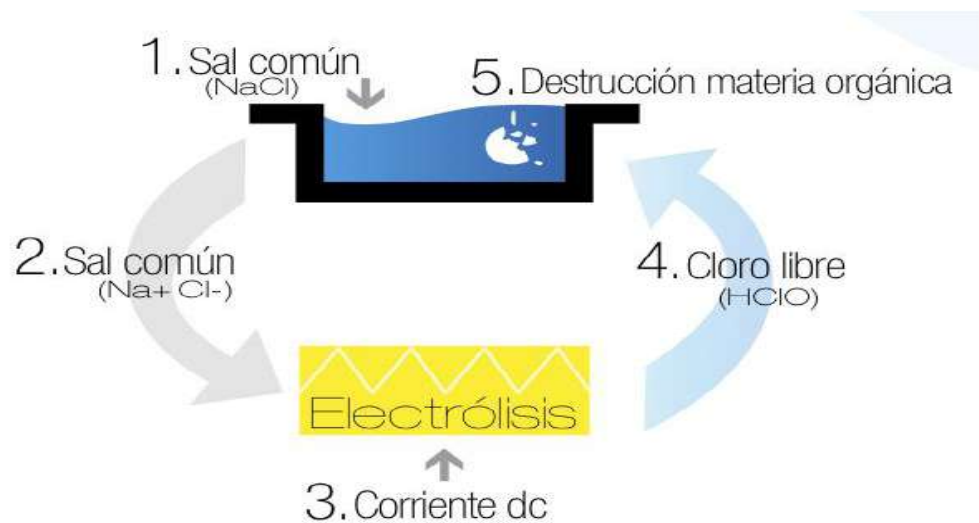


Figura 23: Electrólisis de sal o cloración salina
Fuente: Vásquez, 2011

B. Tratamiento por luz ultra violeta

El equipo automático de rayos de luz ultravioleta UV-C consigue una doble desinfección del agua mediante una reducción muy importante de las cloraminas⁷ (cloro combinado) y la neutralización de las bacterias, virus y otros microorganismos presentes en el agua, impidiendo que se reproduzcan. El resultado es una excelente calidad del agua, sin malos olores ni problemas de irritación de los ojos, menor gasto de producto químico y ahorro de agua de renovación. Pero solo se puede considerar como un proceso de apoyo, es necesario el aporte de otros elementos de desinfección. (Vásquez, 2011)



Figura 24: Tratamiento por luz ultra violeta
Fuente: Vásquez, 2011

⁷ **La cloramina (monocloramina):** es un compuesto químico de fórmula NH_2Cl . Por lo general se utiliza como una solución diluida con función desinfectante

C. Tratamiento mediante ozono

El ozono (O_3) es un agente desinfectante muy efectivo y puede ser usado en piscinas reemplazando al cloro y el bromo que contienen productos químicos para la desinfección. El ozono una vez utilizado para la desinfección pasa a formar oxígeno y no deja rastro en el agua, pero el agua de la piscina para su mantenimiento necesita que tenga siempre una pequeña cantidad de desinfectante, por lo que el ozono al no tener carácter residual, debe utilizarse en compañía de otro compuesto, ya sea clorado u otro producto químico parecido. En muchos casos la cantidad de cloro en el agua de la piscina baja del 90%. (Vásquez, 2011)

El ozono se produce artificialmente mediante vario métodos, el más usado es mediante la electricidad, necesita oxígeno que extraen del aire o de bombas de oxígeno y electricidad. Su principal beneficio es la casi eliminación de típico olor a piscina, eliminación de los ojos rojos y demás desventajas del uso exclusivo del cloro y su peor desventaja es el coste y la instalación. Comparado con otros procesos descritos la maquinaria necesaria es muy grande, por lo que requiere de un gran espacio y como se ha dicho anteriormente es necesario el aporte adicional de productos complementarios. (Vásquez, 2011)

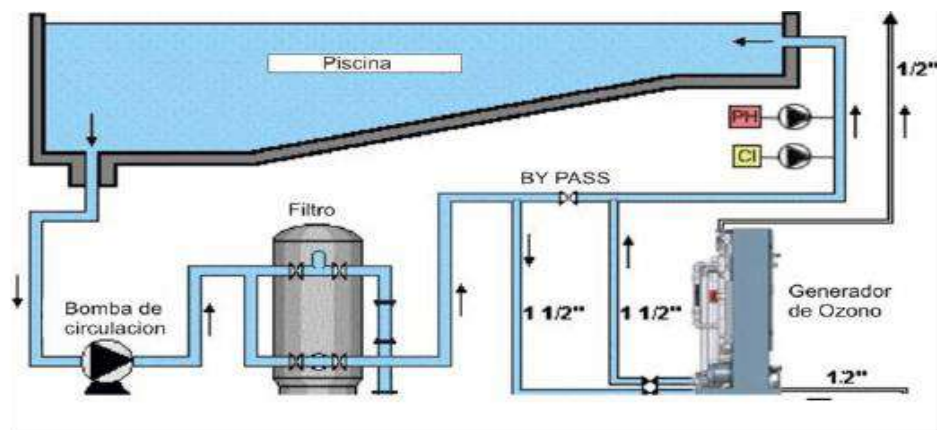


Figura 25: Tratamiento mediante ozono
Fuente: Vásquez, 2011

2.4. Definición de términos básicos

Aguas recreativas: Aguas de origen natural o artificial destinadas al baño recreativo o deportivo, las cuales deben poseer equipamiento e instalación necesaria para garantizar su función adecuada.

APHA: Asociación Americana de Salud Pública.

Bacterias: Son microorganismos unicelulares que presentan un tamaño de unos pocos micrómetros y diversas formas incluyendo esferas, barras y hélices.

Calidad del agua: Se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua. Es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o propósito.

Calidad Higiénico-Sanitario: Que no se distribuyan microorganismos patógenos para la salud.

Contaminación del agua: Es una modificación generalmente, provocada por el hombre, haciéndola impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales y la vida natural.

Cloro: Elemento químico altamente reactivo, fundamental para la desinfección del agua de las piscinas.

Cloración: Es la adición de cloro gas o compuestos de cloro al agua, con el propósito de desinfectarla y/u oxidar algún compuesto que ella contenga.

Cloro residual libre: Es el Cloro existente bajo la forma de desinfectante.

Cloro residual combinado: Son las “cloraminas” formadas al reaccionar el Cloro Residual libre con el amoníaco y los residuos nitrogenados.

Cloro residual total: Es la suma del Cloro Residual Libre y el Cloro Residual Combinado. Se determina mediante el test DPD-3.

Cloramina (monocloramina): Es un compuesto químico de fórmula NH_2Cl . Por lo general se utiliza como una solución diluida con función desinfectante.

Desinfección: Destrucción de organismos vivos y bacterias en número suficiente (99,9%) como para evitar enfermedades.

Dureza: Característica del agua que expresa su contenido de calcio y magnesio. Se expresa como carbonato cálcico equivalente.

DPD: Es el nombre simplificado y comercial que se le da al producto químico: N, N Dietil parafenilendiamina.

Electrólisis del agua: Es la descomposición de agua (H_2O) en los gases oxígeno (O_2) e hidrógeno (H_2) por medio de una corriente eléctrica.

Enterobacter: Las *Enterobacterias* son una familia heterogénea y amplia de bacilos gram negativos que residen en el colon del hombre sin causar enfermedad aunque con frecuencia son causantes de un número considerable de infecciones.

Esterilización: Destrucción completa (100%) de todos los organismos vivos y bacterias.

Filtración: Sistema para retención de sólidos en suspensión.

IMVIC: Es una prueba utilizada en biología para la identificación bacterias. Se compone de cuatro pruebas: Indol, Rojo de metilo, Voges-Proskauer y Citrato. El resultado de este test se expresa mediante símbolos de positivo o negativo (+ o -) según el resultado de cada prueba, siguiendo siempre el orden establecido por las iniciales del método.

Limpieza: Acción de limpiar la suciedad, lo superfluo o lo perjudicial de algo.

Microorganismos: Los microorganismos son aquellos seres vivos más diminutos que únicamente pueden ser apreciados a través de un microscopio.

Monitorización: Medición repetida para conocer si se han producido cambios a lo largo del tiempo; sinónimo de "vigilancia" o "seguimiento". En la práctica, son sistemas de medida de cualquier parámetro, que posteriormente permite comparar con un valor guía y actuar si la comparación es insatisfactoria.

Número más probable (NMP): El método del Número más probable, también conocido como el método de los ceros de Poisson, es una forma de obtener datos cuantitativos en concentraciones de elementos discretos a partir de datos de incidencia positiva/negativa.

Organismos patógenos: Organismos, incluidos virus, bacterias o quistes, capaces de causar una enfermedad (tifus, cólera, disentería) en un receptor (por ejemplo una persona). Hay diversos tipos de organismos que NO causan enfermedades. Estos se denominan no patógenos.

OEC: Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado.

Oxidación: Destrucción de los contaminantes orgánicos y nitrogenados presentes en la piscina (suciedad, algas y residuos humanos).

Piscina: Construcción o recipiente de grandes dimensiones para bañarse, nadar o practicar deportes acuáticos.

pH: El pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una solución. El pH indica la concentración de iones hidronio $[H_3O^+]$ presentes en determinadas sustancias. La sigla significa "potencial de hidrógeno".

Sistema genitourinario: Se encuentra formado por los órganos encargados de la producción y eliminación de la orina así como por los órganos del aparato reproductor. Si bien son dos sistemas distintos, entran en estrecha relación en su parte final por lo que los trastornos de uno de ellos afectan directamente al otro.

Sistema físico de desinfección: Procedimiento de desinfección basado en la aplicación de equipos de filtración adecuados para la retención de bacterias, aplicación de radiación ultravioleta, aumento de la temperatura o cualquier otro sistema utilizado con el fin de retener o destruir la carga bacteriológica del agua sin introducir productos químicos ni aplicar procedimientos electroquímicos.

Sistema físico-químico de desinfección: Procedimiento de desinfección basado en la aplicación de equipos generadores de ozono, iones, o cualquier otro sistema utilizado para la destrucción de las bacterias mediante procedimientos electroquímicos.

CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Análisis de tablas y gráficos

La presente tesis profesional, se ejecutó en la piscina semi olímpica del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca del Departamento de Cajamarca. Se elaboró con la finalidad conocer la “*Calidad microbiológica del agua de la piscina semi olímpica del Complejo Turístico*” y así determinar la concentración microbiológica de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, desde el 15 de setiembre de 2015 al 23 de marzo de 2016. Para lo cual se solicitó permiso al Área de administración del Complejo Turístico de Baños del Inca, se gestionó en coordinación mediante oficio N° 253-2015-FI-UAP-2015 de fecha 05 de octubre de 2015 con la Universidad Alas Peruanas, prescrito por la Coordinadora de Ingeniería Ambiental MCs. Ing. Socorro del Pilar Rudas Gallardo.

Los resultados de la presente investigación permitieron conocer la calidad de agua que se utiliza en la piscina semi olímpica del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca. Las 24 muestras de agua fueron analizadas en el laboratorio NKAP de la ciudad de Cajamarca, los resultados fueron comparados con el Decreto Supremo N° 007-2003-SA del Reglamento Sanitario de Piscinas.

A continuación se presenta los resultados obtenidos:

Las muestras en blanco fueron tomadas en la captación de agua (*fuera de la piscina*) que abastece a la piscina semi olímpica del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca, fueron tomadas 02 veces por semana, los días martes y jueves a las 05: 00 am horas en las fechas que se detallan en la Tabla 9.

a. Resultados de muestras en blanco de agua

Tabla 9: Resultados de muestras en blanco

RESULTADOS DEL LABORATORIO NKAP								
Muestras en Blanco								
Código de muestra	Fecha de muestreo	Cloro libre	pH	Volumen de la muestra	Coliformes totales NMP/100mL	Coliformes fecales NMP/100mL	<i>Escherichia coli</i> NMP/100mL	***
CPBI -01	13/10/2015	<0.1 mg/L	7.65	200mL	<1.7	<1.7	<1.7	A-S
CPBI -02	27/10/2015	<0.1 mg/L	8.04	200mL	<1.6	<1.6	<1.6	A-S
CPBI -03	10/11/2015	<0.1 mg/L	8.3	200mL	<1.5	<1.5	<1.5	A-S
CPBI -04	24/11/2015	<0.1 mg/L	8.01	200mL	<1.7	<1.7	<1.7	A-S
CPBI -05	08/12/2015	<0.1 mg/L	8.03	200mL	<1.6	<1.6	<1.6	A-S
CPBI -06	22/12/2015	<0.1 mg/L	7.95	200mL	<1.5	<1.5	<1.5	A-S
CPBI -07	09/01/2016	<0.1 mg/L	8.6	200mL	<1.7	<1.7	<1.7	A-S
CPBI -08	19/01/2016	<0.1 mg/L	8.1	200mL	<1.8	<1.8	<1.8	A-S
CPBI -09	06/02/2016	<0.1 mg/L	7.98	200mL	<1.7	<1.7	<1.7	A-S
CPBI -10	23/02/2016	<0.1 mg/L	8.3	200mL	<1.6	<1.6	<1.6	A-S
CPBI -11	08/03/2016	<0.1 mg/L	7.71	200mL	<1.5	<1.5	<1.5	A-S
CPBI -12	22/03/2016	<0.1 mg/L	8.21	200mL	<1.8	<1.8	<1.8	A-S

Leyenda (***): (A,S): Antes del servicio brindado a los usuarios

Fuente: Laboratorio NKAP, 2015-2016.

En la Tabla 9, se aprecian los resultados obtenidos de los parámetros en análisis en estudio como coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, analizado mediante el método de tubos múltiples, tomadas en la captación de agua para el abastecimiento de la piscina semi olímpica del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca. El resultado encontrado determinó que es un agua apta para el uso de aguas recreativas comparadas en el D.S. N° 007-2003-SA, obteniendo un resultado promedio <1.76 NMP/100 mL para los tres parámetros en análisis.

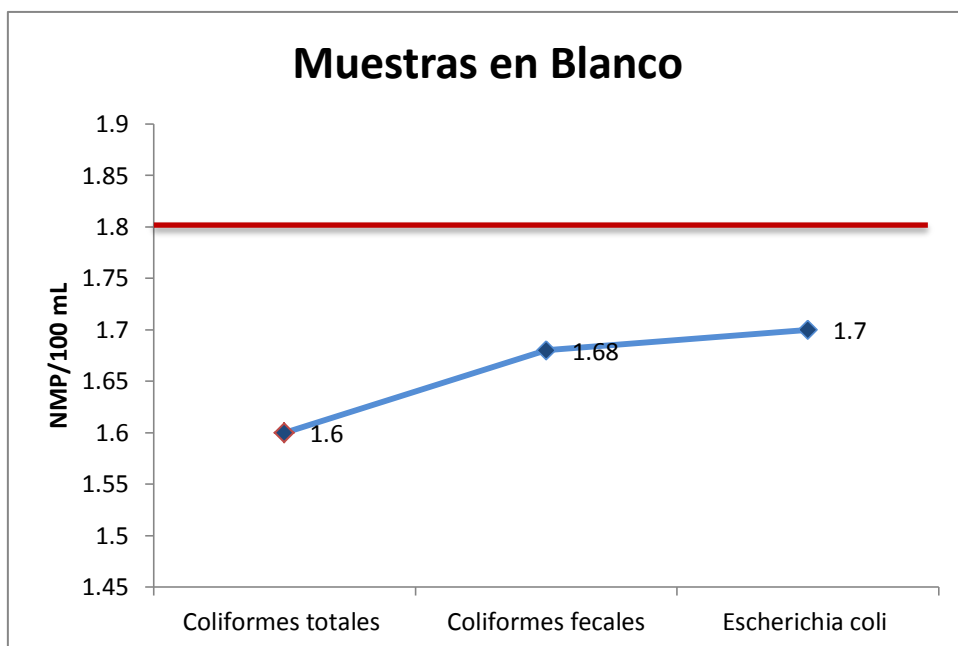


Figura 26: Muestras en blanco
Fuente: Laboratorio NKAP, 2015- 2016

En la Figura 26, se aprecia el resumen de los resultados obtenidos de los parámetros en análisis como coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* con sus promedios ponderados en cada muestra, comprobando que se encuentran dentro de los límites máximos permisibles <1.8 NMP/100 mL según el D.S. N° 007-2003-SA. Siendo aguas aptas para el uso como agua recreativa. Por ende, se da cumplimiento con el *Reglamento Sanitario de Piscinas, Título I, de las Disposiciones generales, del Artículo 3º*, que enmarca en el ítem 1, que la **piscina**, es el conjunto de uno o más estanques 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 con los equipamientos e instalaciones necesarios que garantizan su funcionamiento adecuado.

b. Resultados de muestras de agua tomadas antes del servicio brindado a los usuarios en la piscina semi olímpica de Baños del Inca

Tabla 10: Resultados de muestras de agua A.S.

RESULTADOS DEL LABORATORIO NKAP								
N°	Código de muestra	Fecha de muestreo	Cloro libre	pH	Coliformes totales NMP/100mL	Coliformes fecales NMP/100mL	Escherichia coli NMP/100mL	***
1	PBI -01	13/10/2015	0.1 mg/L	7.41	4.5	4.5	4.5	A-S
2	PBI -03	27/10/2015	0.1 mg/L	8.15	2.5	2.5	2.5	A-S
3	PBI -05	10/11/2015	0.1 mg/L	7.89	<1.8	<1.8	<1.8	A-S
4	PBI -07	24/11/2015	0.1 mg/L	7.34	<1.8	<1.8	<1.8	A-S
5	PBI -09	08/12/2015	0.1 mg/L	7.88	3.9	2.2	2.2	A-S
6	PBI -11	22/12/2015	0.1 mg/L	8.23	<1.8	<1.8	<1.8	A-S
7	PBI -13	09/01/2016	0.1 mg/L	8.04	4.5	4.5	4.5	A-S
8	PBI -15	19/01/2016	0.1 mg/L	8.03	2	<1.8	<1.8	A-S
9	PBI -17	06/02/2016	0.1 mg/L	6.98	49	49	49	A-S
10	PBI -19	23/02/2016	0.1 mg/L	7.70	<1.8	<1.8	<1.8	A-S
11	PBI -21	08/03/2016	0.1 mg/L	7.71	<1.8	<1.8	<1.8	A-S
12	PBI -23	22/03/2016	0.1 mg/L	7.66	<1.8	<1.8	<1.8	A-S

Leyenda (***): (A, S): Antes del servicio brindado a los usuarios

Fuente: Laboratorio NKAP, 2015- 2016

En la Tabla 10, se aprecia los resultados obtenidos de los parámetros en análisis como coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, analizado mediante el método de tubos múltiples, tomadas en la piscina semi olímpica del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca Cajamarca, Donde se determinó que en las fechas 13 octubre de 2015, 27 octubre de 2015, 08 diciembre de 2015, 09 de enero de 2016, 06 de febrero de 2016; hubo presencia de bacterias que superan los límites indicados por el D.S. N° 007-2003-SA, a pesar de que son muestras tomadas antes del servicio brindado a los usuarios. Esto da a entender que no se realizó una limpieza y desinfección adecuada del vaso por el personal administrativo encargado de la piscina.

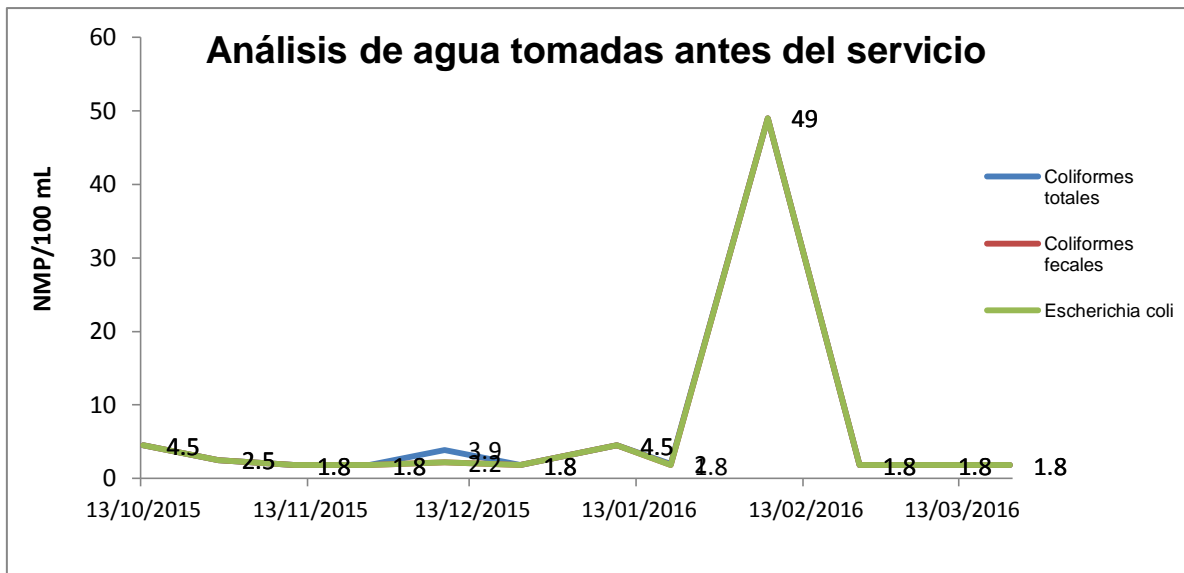


Figura 27: Análisis de agua antes del servicio brindado a los usuarios
Fuente: Laboratorio NKAP, 2015- 2016

En la Figura 27, se evalúa el resumen de los resultados obtenidos de los parámetros en análisis, antes del servicio brindado a los usuarios a las 05: 00 am, como coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, pudiendo evidenciar que la fecha con mayor presencia de bacterias es el día sábado 06 de febrero del presente, con un total de 49 NMP/100mL debiendo ser menor a 1.8 NMP/100mL, porque aparentemente el agua está exenta de microorganismos además no ha sido usada por ningún usuario. Comprobando que se encuentran fuera de los límites establecidos por el D.S. 007-2013-SA. Por ende, no se da cumplimiento con el Reglamento Sanitario de Piscinas, Título II, de las Autoridades Competentes, del Artículo 6º, que enmarca en el ítem 2, de Vigilar las condiciones sanitarias de las instalaciones y servicios de las piscinas para uso público.

c. Resultados de muestras de agua tomadas después del servicio brindado a los usuarios en la piscina semi olímpica de Baños del Inca

Tabla 11: Resultados de muestras de agua tomadas D.S.

RESULTADOS DEL LABORATORIO NKAP								
N°	Código de muestra	Fecha de muestreo	Cloro libre	pH	Coliformes totales NMP/100mL	Coliformes fecales NMP/100mL	Escherichia coli NMP/100mL	***
1	PBI -02	15/10/2015	0.1 mg/L	7.23	400	33	30	D-S
2	PBI -04	29/10/2015	0.1 mg/L	8.01	820	48	48	D-S
3	PBI -06	12/11/2015	0.1 mg/L	7.26	600	57	53	D-S
4	PBI -08	26/11/2015	0.1 mg/L	7.01	760	27	27	D-S
5	PBI -10	10/12/2015	0.1 mg/L	7.62	970	42	42	D-S
6	PBI -12	23/12/2015	0.1 mg/L	7.69	400	35	35	D-S
7	PBI -14	09/01/2016	0.1 mg/L	7.92	790	33	33	D-S
8	PBI -16	21/01/2016	0.1 mg/L	7.43	1300	1300	1300	D-S
9	PBI -18	07/02/2016	0.1 mg/L	7.81	1300	240	240	D-S
10	PBI -20	25/02/2016	0.1 mg/L	7.63	7.8	4.5	4.5	D-S
11	PBI -22	10/03/2016	0.1 mg/L	6.83	23	23	23	D-S
12	PBI -24	23/03/2016	0.1 mg/L	6.57	4.5	4.5	4.5	D-S

Leyenda (***): (D, S): Después del servicio brindado a los usuarios

Fuente: Laboratorio NKAP, 2015- 2016

En la Tabla 11, se aprecian los resultados obtenidos de los parámetros en análisis como coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, analizado mediante el método de tubos múltiples, tomadas en la piscina semi olímpica del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca Cajamarca, donde se determinó que de un total de 24 muestras analizadas durante el periodo de investigación del presente trabajo profesional, las muestras más representativas fueron los días jueves 21 de enero y el sábado 07 de febrero del presente, se determinó que hubo mayor presencia de bacterias que superan los límites indicados por el D.S. N° 007-2003-SA.

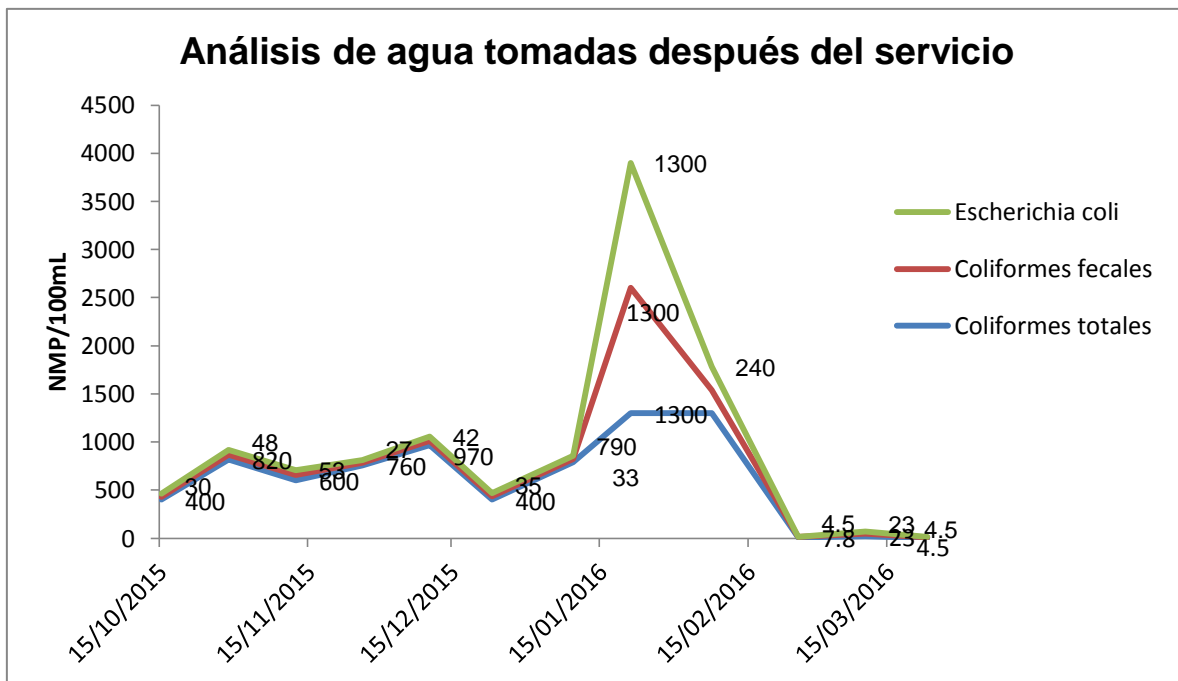


Figura 28: Análisis de agua después del servicio brindado a los usuarios
Fuente: Laboratorio NKAP, 2015- 2016

En la Figura 28, se evalúan el resumen de los análisis de agua, obtenidos de los parámetros en análisis como coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, logrando evidenciar que el día jueves 21 de enero de 2016, se encontró mayor presencia de bacterias que superan los límites indicados por el D.S. N° 007-2003-SA, logrando con un total de 1300 NMP/100mL, de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, con una diferencia de 1298.2 NMP/100mL, comprobando que superan los límites establecidos por el D.S. 007-2013-SA. y el sábado 07 de febrero del presente, se encontró coliformes totales 1300 NMP/100mL, seguido de coliformes fecales y *Escherichia coli*, con 240 NMP/100mL, con una diferencia de 1060 NMP/100mL.

Si las autoridades competentes aplicaran medidas de control para hacer frente al riesgo potencial de los parámetros en estudio, evitarían enfermedades gastro intestinales sobre todo en niños.

d. Análisis comparativo del agua ANTES y DESPUÉS servicio brindado a los usuarios

Tabla 12: Análisis comparativo del agua AS Y DS.

ANTES Y DESPUÉS							
CONTAMINACIÓN DE AGUA DE PISCNA							
A-S				D-S			
Fecha de muestreo	Coliformes totales	Coliformes fecales	Escherichia coli	Fecha de muestreo	Coliformes totales	Coliformes fecales	Escherichia coli
10/11/2015	<1.8	<1.8	<1.8	12/11/2015	600	57	53
24/11/2015	<1.8	<1.8	<1.8	21/01/2016	1300	1300	1300
06/02/2016	49	49	49	07/02/2016	1300	240	240
23/02/2016	<1.8	<1.8	<1.8	23/03/2016	4.5	4.5	4.5

Leyenda: (A, S): Antes del servicio brindado a los usuarios (D, S): Después del servicio brindado a los usuarios

Fuente: Laboratorio NKAP, 2015- 2016

En la Tabla 12, se evalúan los resultados del análisis comparativo de las muestras de agua *Antes y Después* del servicio brindado a los usuarios en la piscina semi olímpica de Baños del Inca, obtenidos de los parámetros analizados como coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, para lo cual se comparó los resultados más representativos durante el periodo de estudio, obtenidos del promedio de los resultados emitidos por el laboratorio NKAP, 2015- 2016 para lo cual se detalla en la siguiente tabla (Ver Tabla 13).

e. Comparación de promedios de muestras de agua

Tabla 13: Comparación de promedios de muestras de agua

Parámetros Microbiológicos	A-S	D-S
Coliformes totales	6.43	614.60
Coliformes fecales	6.27	153.91
<i>Escherichia coli</i>	6.27	153.61

Tabla 13: Comparación de promedios de muestras de agua

Fuente: Laboratorio NKAP, 2015- 2016

En la tabla 13, se muestra el promedio de parámetros analizados de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, de las 24 muestras realizadas se clasificó la más destacadas trabajando con su resultado promedio de las muestras antes y después del servicio brindado a los usuarios que recurren a la piscina semi olímpica del Complejo Turístico de Baños del Inca.

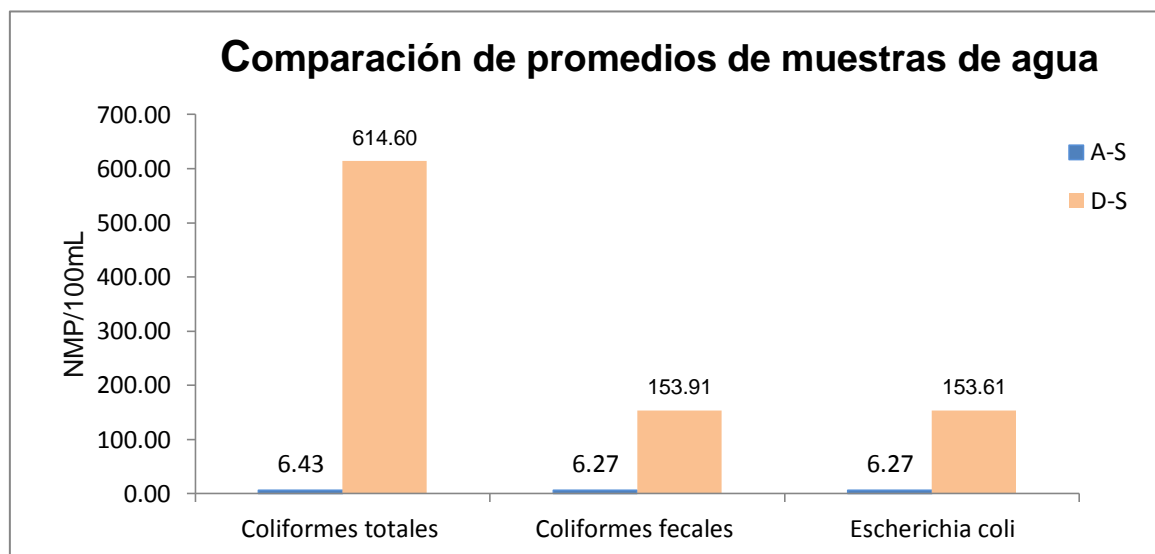


Figura 29: Comparación de promedios de muestras de agua

Fuente: Laboratorio NKAP, 2015- 2016

En la Figura 29, se aprecian la comparación de promedios de las muestras de agua tomadas en la piscina semi olímpica del Complejo Turístico del Baños del Inca dando como resultado, coliformes totales 6.43 NMP/100mL antes del servicio brindado a los usuarios y coliformes fecales 6.27 al igual que la *Escherichia coli*. Mientras que después del servicio como resultado se obtiene, coliformes totales 614.60 NMP/100mL, coliformes fecales 153.91 NMP/100mL y de *Escherichia coli* 153.61 NMP/100mL.

f. Calidad microbiológica antes y después del servicio

Tabla 14: Comparación de promedios de muestras de agua

CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE LA PISCINA							
D.S 007-2003 S.A							
Límite de detección NMP/100 mL			Parámetros Microbiológicos	A-S	Incremento A-S	D-S	Incremento D-S
Coliformes totales	Coliformes fecales	<i>Escherichia coli</i>					
<1.8	<1.8	<1.8	Coliformes totales	6.43	4.63	614.6	612.8
<1.8	<1.8	<1.8	Coliformes fecales	6.27	4.47	153.91	152.11
<<1.8	<1.8	<1.8	<i>Escherichia coli</i>	6.27	4.47	153.61	155.41

Tabla 14: Calidad microbiológica del agua de la piscina

Fuente: Laboratorio NKAP, 2015- 2016

En la Tabla 14, se aprecian la comparación de los resultados promedios con los valores indicados por el D.S 007-2003 S.A de las muestras de agua tomadas en la piscina semi olímpica del Complejo Turístico del Baños del Inca, los parámetros como, coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*. Dando como resultado que superan los límites máximos permitidos para aguas recreativas.

3.2. Grafica de Calidad de agua de la piscina del Complejo Turístico

Para la gráfica de la calidad de agua de la piscina semi olímpica del Complejo Turístico del Distrito de Baños de Inca, se tomó en cuenta la cantidad de bañista que hicieron uso del servicio durante el periodo de estudio, siendo un total de 119730 usuarios. Ver al detalle de cantidad de usuarios atendidos por fechas en el (Anexo 7).

Tabla 15: Cantidad de usuarios de la piscina semi olímpica del Complejo Turístico

MESES 2015-2016	CANTIDAD DE USUARIOS PISCINA
Octubre	15462
Noviembre	19021
Diciembre	21407
Enero	23610
Febrero	20889
Marzo	19341
TOTAL	119730

Tabla 15: Cantidad de usuarios por mes

Fuente: Administración del Complejo Turístico de Baños del Inca

En la Tabla 15, se muestra la cantidad de usuarios por mes que ingresaron a la piscina semi olímpica del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca, siendo el mes de enero con mayor presencia de usuarios que hicieron uso de la piscina.

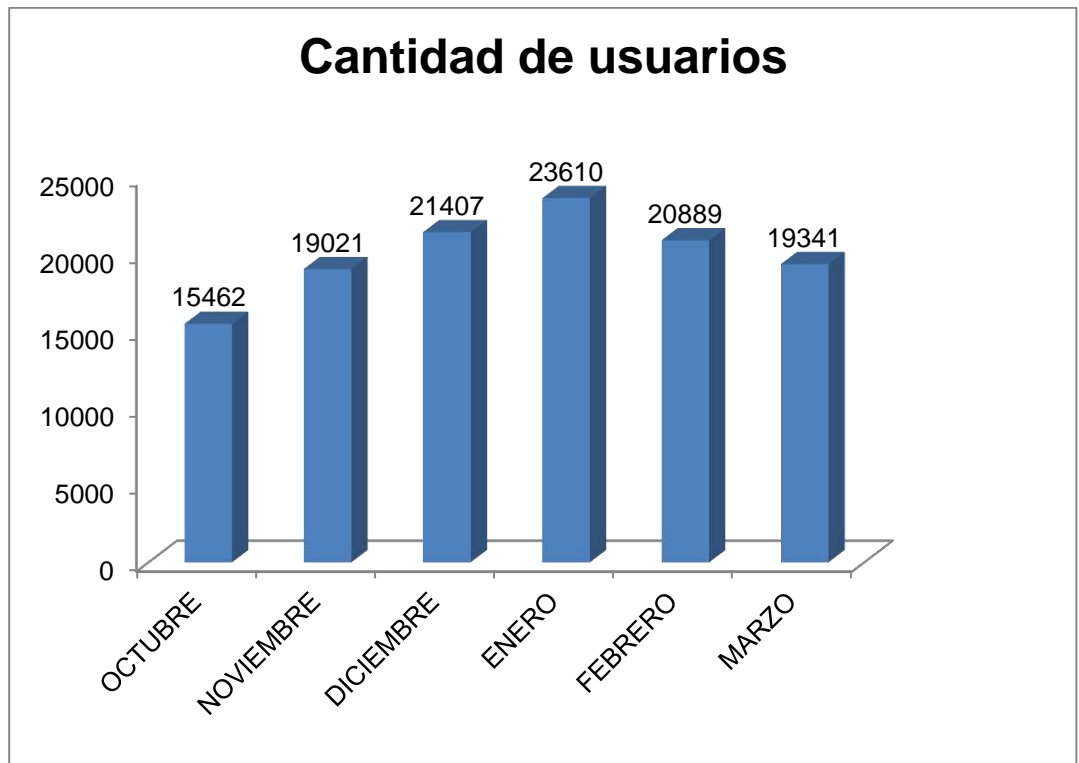


Figura 30: Cantidad de usuarios por mes
Fuente: Administración del Complejo Turístico de Baños del Inca

En la Figura 30, se aprecian la comparación por mes de la cantidad de usuarios que ingresaron a la piscina semi olímpica del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca. Siendo los meses de vacaciones escolares la mayor presencia de usuarios que recurren hacer uso del agua de esta piscina, con fines de recreación y como prácticas de deporte.

PORCENTAJE DE CALIDAD DE AGUA

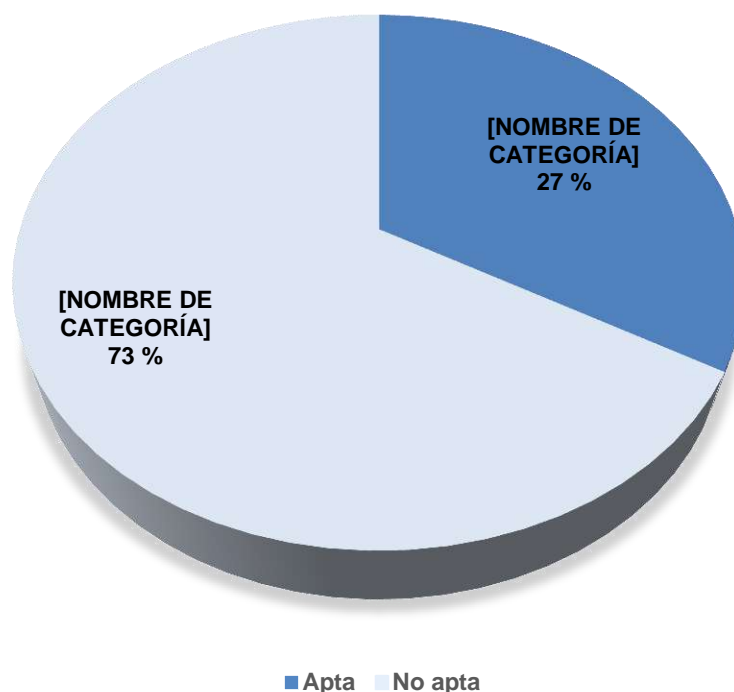


Figura 31: Calidad de agua de la piscina semi olímpica del Complejo Turístico.
Fuente. Elaboración propia, 2016

En el figura 31: Se muestra los resultados de porcentaje de calidad de agua de la piscina semi olímpica del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca. Dando como resultado 73% apta y 27 % no apta para uso como aguas recreativas. Comprobando que se encuentran fuera de los límites establecidos en el Reglamento Sanitario de Piscinas D.S. 007-2013-SA. Por ende, no se da cumplimiento al *Capítulo VI*, desinfección de piscinas del artículo 47°; *Título VI*, Calidad Sanitaria del Agua Artículo 52° y Artículo 53°.

CONCLUSIONES

La calidad microbiológica en el agua de la piscina semi olímpica, antes y después del servicio brindado a los usuarios en el Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca, superan los valores establecidos en el D.S 007-2003 - SA. Por lo que no cumple el Reglamento Sanitario de Piscinas.

La concentración microbiológica promedio de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* en el agua de la piscina semi olímpica, antes del servicio brindado (A-S) a los usuarios en el Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca es: En coliformes totales es de 4.63 NMP/100 mL, en coliformes fecales es de 4.47 NMP/100 mL y en *Escherichia coli* es de 4.47 NMP/100 mL, los cuales superan los valores establecidos en el D.S 007-2003 SA.

La concentración microbiológica de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* en el agua de la piscina semi olímpica, después del servicio brindado (D-S) a los usuarios en el Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca es: En coliformes totales es de 612.8 NMP/100 mL, en coliformes fecales es de 152.11 NMP/100 mL y en *Escherichia coli* es de 155.41 NMP/100 mL, los cuales superan los valores establecidos en el D.S 007-2003 SA.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la administración del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca, cumplir el buen mantenimiento de limpieza y desinfección de la piscina para uso recreativo y como prácticas. Agregar cloro al agua de la piscina para disminuir el crecimiento de bacterias.

Se recomienda a través de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental, o la Oficina que haga sus veces de la Vigilancia Sanitaria de Piscinas, hacer cumplir el reglamento con la limpieza y desinfección pactada en el *Capítulo VI* artículo 47°. Llevar un control de pH y cloro residual de acuerdo al *Título VI* calidad sanitaria del agua artículo 52° y artículo 53°.

Se recomienda a los usuarios tener un mejor aseo personal en las duchas que se encuentran a los costados de la piscina, antes de ingresar hacer uso del agua de la piscina.

Desinfectar los pasillos de la piscina para no llevar en los pies bacterias al agua antes de la piscina.

El agua de la piscina semi olímpica debe ser cambiado en su totalidad todos los días para no generar acumulación de bacterias.

Fuentes de información

Alvarenga, G y 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 durante tres meses del año 2011”*. Tesis.

Acosta, M. (2004). “Programa de vigilancia y control de piscinas”

APHA, AWWA, WEF, 22 Ed, (2012). Métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales. Parte B 9221, C, E1, G2. Técnica de tubo de fermentación múltiple para los miembros del grupo de coliformes. Pag: 965- 976.

APHA-AWWA-WPCF (1992). "Métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales" Asociación Americana de Salud Pública. Washington.

Camacho, A. Giles, M. Ortegón, A. Palao, M. Serrano, B. y Velázquez, O. (2009). “Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos”. 2ª ed. Facultad de Química, UNAM. México.

Cubillos, M., & Rozo, D. (2009). El concepto de calidad: Historia, evolución e importancia para la competitividad. Revista Universidad De La Salle, pág. 80-99.

División de Salud Pública del Carolina del Norte - DPCN, (2009). Determinación de coliformes en el agua.

Grassi, C. (1964) "Estudio sanitario de las piscinas" Tesis Doctoral U.C. Madrid. Pág. 125.

Historia del Complejo Turístico de baños del Inca. Fecha de consulta 08/01/2016. Disponible en:

<http://www.perutoptours.com/index06caincabath.html>

Huayta, T. (2013). Acreditación de laboratorios en el Perú Indecopi.

Larrañaga, I. Carballo, J. Rodríguez, M. Fernández, J. (1998). “Control e higiene de los alimentos”, s/e, Editorial Cobra, S.L., Madrid – España.pg.74.

Mello, A. (2008). Acreditación de laboratorios en el Perú Indecopi – SNA.

Nataro, JP. y Kaper, JB. (1998). Diarrheagenic Escherichia coli. Clinical Microbiology Reviews, 11:142–201.

OMS (1 979). "Virus humanos en el agua, aguas servidas y suelo". Serie informes técnicos 639. 1979,52. OMS.

Organización Mundial de la Salud -OMS. (2006). Importancia del monitoreo de agua de piscinas.

Olmo, M. (2011). “Enfermedades más comunes relacionadas con las piscinas”

Pascual, M. (1992). “Metodología analítica para alimentos y bebidas”, s/e, Editorial Díaz de Santos S.A., pg.11.

Pérez, J. y Rojas, R. (2004). Determinación de coliformes fecales.

Reglamento Sanitario de Piscinas Decreto Supremo N° 007-2003-SA.

Sandoval, A. y Carlos, G. (1991). Importancia sanitaria del estudio microbiológico del agua

San Martín, J. (1993). Piscinas de tratamiento. Higiene y control. Bol Soc Esp Hidrol Med; 8(2): 102-105. Fecha de consulta 17/12/2015. Disponible en: http://aguas.igme.es/igme/publica/pdfjor_aguas_mine/11_piscinas.pdf

Vázquez, G. (2011). Sistemas de tratamiento de piscinas, mecánico y automatizado

Valenzuela, M. (1968). Compendio de Hidrología Médica. Ed. Científico-Médica. Madrid.

Vargas, G. (1996). Control y vigilancia de la calidad del agua.

Zhiña, J. (2008). *“Determinación de la calidad microbiológica del agua de piscinas de la Universidad de Cuenca”*. Tesis.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de consistencia

Tabla 16: Matriz de consistencia

PROBLEMA(S) DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO(S) DE LA INVESTIGACION	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLES E INDICADORES	MÉTODO DE ANÁLISIS	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
<p>Problema principal:</p> <p>¿Cuál es la calidad microbiológica en el agua de la piscina semi olímpica, antes y después del servicio brindado a los usuarios en el Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca – Cajamarca 2015?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar la calidad microbiológica en el agua de la piscina semi olímpica, antes y después del servicio brindado a los usuarios en el Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>La calidad microbiológica en el agua de la piscina semi olímpica, antes y después del servicio brindado a los usuarios es superior a los índices de calidad sanitaria en el Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca – Cajamarca 2015.</p>	<p>V.I.</p> <p>Concentración microbiológica en el agua de la piscina semi olímpica.</p>			<p>Tipo de investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analítica <p>Nivel de investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Descriptiva - Explicativa <p>Diseño de investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cuantitativa <p>Población</p> <ul style="list-style-type: none"> - El agua de la piscina del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca. <p>Muestra</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las 24 muestras de agua, que serán analizadas en el laboratorio. 24 de coliformes totales, 24 de coliformes fecales y 24 de <i>Escherichia coli</i>. <p>Técnicas de recolección de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anotación, entrevistas, fotografías.
<p>Problemas secundarios:</p> <p>¿Cuál es la concentración microbiológica de Coliformes totales, coliformes fecales y <i>Escherichia coli</i> en el agua de la piscina se olímpica, antes del servicio brindado a los usuarios en el Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca – Cajamarca 2015?</p> <p>¿Cuál es la concentración microbiológica de Coliformes totales, coliformes fecales y <i>Escherichia coli</i> en el agua de la piscina semi olímpica, después del servicio brindado a los usuarios en el Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca – Cajamarca 2015?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>Determinar la concentración microbiológica de coliformes totales, coliformes fecales y <i>Escherichia coli</i> en el agua de la piscina semi olímpica, antes del servicio brindado a los usuarios en el Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca – Cajamarca 2015.</p> <p>Determinar la concentración microbiológica de coliformes totales, coliformes fecales y <i>Escherichia coli</i> en el agua de la piscina semi olímpica, después del servicio brindado a los usuarios en el Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca – Cajamarca 2015.</p>	<p>Hipótesis secundarias:</p> <p>La concentración microbiológica de coliformes totales, coliformes fecales y <i>Escherichia coli</i> en el agua de la piscina semi olímpica, antes del servicio brindado a los usuarios superan los índices de calidad sanitaria en el Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca – Cajamarca 2015.</p> <p>La concentración microbiológica de coliformes totales, coliformes fecales y <i>Escherichia coli</i> en el agua de la piscina semi olímpica, después del servicio brindado a los usuarios superan los índices de calidad sanitaria en el Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca – Cajamarca 2015.</p>	<p>V.D. Calidad microbiológica del agua de la piscina semi olímpica del Complejo Turístico del Distrito de Baños del Inca</p> <p>Indicador:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coliformes totales - Coliformes fecales - <i>Escherichia coli</i> 	<p>- Metodología del Decreto Supremo N° 007-2003-SA del Reglamento Sanitario de Piscinas, y la guía de la Organización Mundial de la Salud (OMS)</p>	<p>- Cuestionario al personal administrativo.</p> <p>- Ficha de resultados del análisis de agua en laboratorio</p>	

Fuente: Elaboración propia, 2016

ANEXO 2: Encuesta al personal administrativo del Complejo Turístico



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE LA PISCINA DEL COMPLEJO TURÍSTICO DEL
DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA – CAJAMARCA 2015"

1. ¿Cuántas personas aproximadamente ingresan a la piscina del complejo turístico?

300 PERSONAS.

2. ¿Se cuenta con un manual de procedimientos para la limpieza?

SI SE TRABAJA CON MANUAL DE PROCEDIMIENTOS
PARA LA LIMPIEZA.

3. ¿Qué días se realiza la limpieza?

Los días Jueves y Viernes.

4. ¿Qué materiales se usa para la limpieza?

ACE - CLORO - AGUA TERRESTRAL

5. ¿Se cuenta con un registro de control de agua?

NO, RESTRICION LOS RESPONSABLES DE DIRECCION.

6. ¿A qué temperatura está el agua de la piscina?

30°

7. ¿Reportan los usuarios enfermedades?

NO.

8. ¿Qué días hay mayor afluencia de personas?

FINES DE SEMANA Sábado - Domingo.

ANEXO 3: Permisos para la toma de muestras de agua



"Año de la consolidación del Mar de Grau de la Educación"

Cajamarca, 05 de octubre de 2015

OFICIO N° 253-2015-FI-UAP--2015

Señor(a): Ing. TEODORO PALOMINO RÍOS
PRESIDENTE DEL COMPLEJO TURÍSTICO BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA

Referencia: *Solicita Autorización para tomar muestras en el Complejo Turístico - Piscina Baños del Inca.*

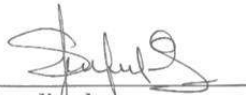
Presente:

Tengo el agrado de dirigirme a Usted para saludarle y felicitarle por el trabajo que viene realizando en este prestigioso Complejo, Turístico Baños del Inca y a la vez solicitarle autorización para realizar la toma de muestras en la piscina pública de Baños del Inca" para complementar la parte metodológica de elaboración de la Tesis Profesional denominada: " **CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE LA PISCINA SEMI OLÍMPICA DEL COMPLEJO TURÍSTICO DEL DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA 2015** ". Desarrollado por el bachiller PALERMO WALTER VÁSQUEZ VÁSQUEZ, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental.

Sin otro particular, y conocedora del apoyo incondicional en mejora de la formación académica de los egresados, aprovecho la oportunidad para reiterarle las muestras de mi consideración y estima.

Atentamente;




Coordinadora
Escuela Profesional Ingeniería Ambiental

C/Copia





COMITÉ DE ADMINISTRACIÓN DEL COMPLEJO TURISTICO
BAÑOS DEL INCA

"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

Los Baños del Inca, 09 de Octubre del 2015

CARTA N° 162-2015 / CACTBI

COORDINADORA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA AMBIENTAL
UAP

Presente -

Ref.: Oficio N°253-2015-FI-UAP-2015

De mi consideración:

Por intermedio de la presente tengo a bien dirigirme a Ud. para saludarlo y a la vez hacer de su conocimiento que el Comité de Administración del Complejo Turístico Baños del Inca, en Sesión Ordinaria de fecha 09 de octubre del presente año, visto el Oficio N°253-2015-FI-UAP-2015. Se acordó por unanimidad apoyarle y pueden realizar la toma de muestras en la semi piscina olímpica del CTBI.

Sin otro particular, quedo de Usted.

Atentamente,

Complejo Turístico Baños del Inca
Comité de Administración
José R. Chávez Cabrera
SECRETARIO

Cc.
Archivo

ANEXO 4: Resultados de las muestras en blanco



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente		CPBI - 01
Item de Ensayo		Agua de Piscina
Fecha de Muestreo		13/10/2015
Hora de Muestreo		05:00
Parámetro	Símbolo	Unidad
pH*	Units pH	7.65
Cloro*	Cl ₂	mg/L
		<0.10

(*) Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente		CPBI - 01
Item de Ensayo		Agua de Piscina
Fecha de Muestreo		13/10/2015
Hora de Muestreo		05:00
Parámetro	Símbolo	Unidad
Coliformes Totales	NMP/100mL	<1.7
Coliformes Fecales	NMP/100mL	<1.7
Escherichia Coli	NMP/100mL	<1.7



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente		CPBI - 02
Item de Ensayo		Agua de Piscina
Fecha de Muestreo		27/10/2015
Hora de Muestreo		05:00
Parámetro	Símbolo	Unidad
pH*		Units pH
		8.04
Cloro*	Cl ₂	mg/L
		<0.10

(*) Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente		CPBI - 02
Item de Ensayo		Agua de Piscina
Fecha de Muestreo		27/10/2015
Hora de Muestreo		05:00
Parámetro	Símbolo	Unidad
Coliformes Totales		NMP/100mL
		<1.6
Coliformes Fecales		NMP/100mL
		<1.6
Escherichia Coli		NMP/100mL
		<1.6



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente		CPBI - 03
Item de Ensayo		Agua de Piscina
Fecha de Muestreo		10/11/2015
Hora de Muestreo		05:00
Parámetro	Símbolo	Unidad
pH*	Units pH	8.3
Cloro*	Cl ₂ mg/L	<0.10

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente		CPBI - 03
Item de Ensayo		Agua de Piscina
Fecha de Muestreo		10/11/2015
Hora de Muestreo		05:00
Parámetro	Símbolo	Unidad
Coliformes Totales	NMP/100mL	<1.5
Coliformes Fecales	NMP/100mL	<1.5
Escherichia Coli	NMP/100mL	<1.5



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente		CPBI - 04
Item de Ensayo		Agua de Piscina
Fecha de Muestreo		24/11/2015
Hora de Muestreo		05:00
Parámetro	Símbolo	Unidad
pH*		Units pH
Cloro*	Cl2	mg/L
		8.01
		<0.10

(*) Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente		CPBI - 04
Item de Ensayo		Agua de Piscina
Fecha de Muestreo		24/11/2015
Hora de Muestreo		05:00
Parámetro	Símbolo	Unidad
Coliformes Totales	NMP/100mL	<1.7
Coliformes Fecales	NMP/100mL	<1.7
Escherichia Coli	NMP/100mL	<1.7



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente		CPBI - 05
Item de Ensayo		Agua de Piscina
Fecha de Muestreo		08/12/2015
Hora de Muestreo		05:00
Parámetro	Símbolo	Unidad
pH*	Units pH	8.03
Cloro*	Cl2 mg/L	<0.10

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente		CPBI - 05
Item de Ensayo		Agua de Piscina
Fecha de Muestreo		08/12/2015
Hora de Muestreo		05:00
Parámetro	Símbolo	Unidad
Coliformes Totales	NMP/100mL	<1.6
Coliformes Fecales	NMP/100mL	<1.6
Escherichia Coli	NMP/100mL	<1.6



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente		CPBI - 06
Item de Ensayo		Agua de Piscina
Fecha de Muestreo		22/12/2015
Hora de Muestreo		05:00
Parámetro	Símbolo	Unidad
pH*	Units pH	7.95
Cloro*	Cl ₂	mg/L
		<0.10

(*) Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente		CPBI - 06
Item de Ensayo		Agua de Piscina
Fecha de Muestreo		22/12/2015
Hora de Muestreo		05:00
Parámetro	Símbolo	Unidad
Coliformes Totales	NMP/100mL	<1.5
Coliformes Fecales	NMP/100mL	<1.5
Escherichia Coli	NMP/100mL	<1.5



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente		CPBI - 07	
Item de Ensayo		Agua de Piscina	
Fecha de Muestreo		09/01/2016	
Hora de Muestreo		05:00	
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	8.6
Cloro*	Cl ₂	mg/L	<0.10

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente		CPBI - 07	
Item de Ensayo		Agua de Piscina	
Fecha de Muestreo		09/01/2016	
Hora de Muestreo		05:00	
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales		NMP/100mL	<1.7
Coliformes Fecales		NMP/100mL	<1.7
Escherichia Coli		NMP/100mL	<1.7



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente		CPBI - 08	
Item de Ensayo		Agua de Piscina	
Fecha de Muestreo		19/01/2016	
Hora de Muestreo		05:00	
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	8.1
Cloro*	Cl2	mg/L	<0.10

(*) Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente		CPBI - 08	
Item de Ensayo		Agua de Piscina	
Fecha de Muestreo		19/01/2016	
Hora de Muestreo		05:00	
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales		NMP/100mL	<1.8
Coliformes Fecales		NMP/100mL	<1.8
Escherichia Coli		NMP/100mL	<1.8



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente			CPBI - 09
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			06/02/2016
Hora de Muestreo			05:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	7.98
Cloro*	Cl2	mg/L	<0.10

(*) Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente			CPBI - 09
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			06/02/2016
Hora de Muestreo			05:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales		NMP/100mL	<1.7
Coliformes Fecales		NMP/100mL	<1.7
Escherichia Coli		NMP/100mL	<1.7



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente		CPBI - 10	
Item de Ensayo		Agua de Piscina	
Fecha de Muestreo		23/02/2016	
Hora de Muestreo		05:00	
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	8.3
Cloro*	Cl ₂	mg/L	<0.10

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente		CPBI - 10	
Item de Ensayo		Agua de Piscina	
Fecha de Muestreo		23/02/2016	
Hora de Muestreo		05:00	
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales		NMP/100mL	<1.6
Coliformes Fecales		NMP/100mL	<1.6
Escherichia Coli		NMP/100mL	<1.6



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente		CPBI - 11	
Item de Ensayo		Agua de Piscina	
Fecha de Muestreo		08/03/2016	
Hora de Muestreo		05:00	
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	7.71
Cloro*	Cl2	mg/L	<0.10

(*) Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente		CPBI - 11	
Item de Ensayo		Agua de Piscina	
Fecha de Muestreo		08/03/2016	
Hora de Muestreo		05:00	
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales		NMP/100mL	<1.5
Coliformes Fecales		NMP/100mL	<1.5
Escherichia Coli		NMP/100mL	<1.5



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente			CPBI - 12
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			22/03/2016
Hora de Muestreo			05:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	8.21
Cloro*	Cl ₂	mg/L	<0.10

(*) Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente			CPBI - 12
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			22/03/2016
Hora de Muestreo			05:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales		NMP/100mL	<1.8
Coliformes Fecales		NMP/100mL	<1.8
Escherichia Coli		NMP/100mL	<1.8



Anexo 5: Resultados de las muestras de agua de la piscina



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente		PBI - 01	
Item de Ensayo		Agua de Piscina	
Fecha de Muestreo		13/10/2015	
Hora de Muestreo		5:00	
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	7.41
Cloro*	Cl ₂	mg/L	<0.10

(*) Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente		PBI - 01	
Item de Ensayo		Agua de Piscina	
Fecha de Muestreo		13/10/2015	
Hora de Muestreo		5:00	
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales		NMP/100mL	4.5
Coliformes Fecales		NMP/100mL	4.5
Escherichia Coli		NMP/100mL	4.5



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente			PBI - 02
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			15/10/2015
Hora de Muestreo			18:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	7.23
Cloro*	Cl2	mg/L	<0.10

(*) Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente			PBI - 02
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			15/10/2015
Hora de Muestreo			18:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales		NMP/100mL	400
Coliformes Fecales		NMP/100mL	33
Escherichia Coli		NMP/100mL	30



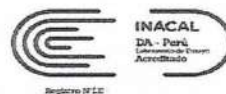


INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente			PBI - 03
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			27/10/2015
Hora de Muestreo			5:00
Parámetro	Simbolo	Unidad	
pH*		Units pH	
Cloro*	Cl2	mg/L	<0.10

(*) Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente			PBI - 03
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			27/10/2015
Hora de Muestreo			5:00
Parámetro	Simbolo	Unidad	
Coliformes Totales		NMP/100mL	2.5
Coliformes Fecales		NMP/100mL	2.5
Escherichia Coli		NMP/100mL	2.5



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente			PBI - 04
Ítem de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			29/10/2015
Hora de Muestreo			5:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	8.01
Cloro*	Cl ₂	mg/L	<0.10

(* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente			PBI - 04
Ítem de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			29/10/2015
Hora de Muestreo			5:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales		NMP/100mL	820
Coliformes Fecales		NMP/100mL	48
Escherichia Coli		NMP/100mL	48



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente			PBI - 05
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			10/11/2015
Hora de Muestreo			5:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	7.89
Cloro*	Cl ₂	mg/L	<0.10

(*) Los métodos Indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente			PBI - 05
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			10/11/2015
Hora de Muestreo			5:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales		NMP/100mL	<1.8
Coliformes Fecales		NMP/100mL	<1.8
Escherichia Coli		NMP/100mL	<1.8



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente			PBI - 06
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			12/11/2015
Hora de Muestreo			18:10
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	7.26
Cloro*	Cl2	mg/L	<0.10

(*) Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente			PBI - 06
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			12/11/2015
Hora de Muestreo			18:10
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales		NMP/100mL	600
Coliformes Fecales		NMP/100mL	57
Escherichia Coli		NMP/100mL	53



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente			PBI - 07
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			24/11/2015
Hora de Muestreo			5:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	7.34
Cloro*	Cl2	mg/L	<0.10

(*) Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente			PBI - 07
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			24/11/2015
Hora de Muestreo			5:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales	NMP/100mL		<1.8
Coliformes Fecales	NMP/100mL		<1.8
Escherichia Coli	NMP/100mL		<1.8



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente		PBI - 08	
Item de Ensayo		Agua de Piscina	
Fecha de Muestreo		26/11/2015	
Hora de Muestreo		18:00	
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	7.01
Cloro*	Cl ₂	mg/L	<0.10

(*) Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente		PBI - 08	
Item de Ensayo		Agua de Piscina	
Fecha de Muestreo		26/11/2015	
Hora de Muestreo		18:00	
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales	NMP/100mL		760
Coliformes Fecales	NMP/100mL		27
Escherichia Coli	NMP/100mL		27



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente			PBI - 09
Ítem de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			08/12/2015
Hora de Muestreo			5:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	7.88
Cloro*	Cl ₂	mg/L	<0.10

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente			PBI - 09
Ítem de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			08/12/2015
Hora de Muestreo			5:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales		NMP/100mL	3.9
Coliformes Fecales		NMP/100mL	2.2
Escherichia Coli		NMP/100mL	2.2



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente			PBI - 10
Ítem de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			10/12/2015
Hora de Muestreo			18:20
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	7.62
Cloro*	Cl2	mg/L	<0.10

(*) Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente			PBI - 10
Ítem de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			10/12/2015
Hora de Muestreo			18:20
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales	NMP/100mL		970
Coliformes Fecales	NMP/100mL		42
Escherichia Coli	NMP/100mL		42



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente			PBI - 11
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			22/12/2015
Hora de Muestreo			5:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	8.23
Cloro*	Cl ₂	mg/L	<0.10

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente			PBI - 11
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			22/12/2015
Hora de Muestreo			5:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales		NMP/100mL	<1.8
Coliformes Fecales		NMP/100mL	<1.8
Escherichia Coli		NMP/100mL	<1.8



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente		PBI - 12	
Item de Ensayo		Agua de Piscina	
Fecha de Muestreo		23/12/2015	
Hora de Muestreo		18:00	
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	7.69
Cloro*	Cl ₂	mg/L	<0.10

(*) Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente		PBI - 12	
Item de Ensayo		Agua de Piscina	
Fecha de Muestreo		23/12/2015	
Hora de Muestreo		18:00	
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales		NMP/100mL	400
Coliformes Fecales		NMP/100mL	35
Escherichia Coli		NMP/100mL	35



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente			PBI - 13
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			09/01/2016
Hora de Muestreo			5:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	8.04
Cloro*	Cl ₂	mg/L	<0.10

(* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente			PBI - 13
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			09/01/2016
Hora de Muestreo			5:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales		NMP/100mL	4.5
Coliformes Fecales		NMP/100mL	4.5
Escherichia Coli		NMP/100mL	4.5



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente			PBI - 14
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			09/01/2016
Hora de Muestreo			18:10
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	7.92
Cloro*	Cl ₂	mg/L	<0.10

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente			PBI - 14
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			09/01/2016
Hora de Muestreo			18:10
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales		NMP/100mL	79x10
Coliformes Fecales		NMP/100mL	33
Escherichia Coli		NMP/100mL	33



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente			PBI - 15
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			19/01/2016
Hora de Muestreo			5:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	8.03
Cloro*	Cl ₂	mg/L	<0.10

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente			PBI - 15
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			19/01/2016
Hora de Muestreo			5:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales		NMP/100mL	2
Coliformes Fecales		NMP/100mL	<1.8
Escherichia Coli		NMP/100mL	<1.8



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente		PBI - 16	
Item de Ensayo		Agua de Piscina	
Fecha de Muestreo		21/01/2016	
Hora de Muestreo		18:00	
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	7.43
Cloro*	Cl2	mg/L	<0.10

(* Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente		PBI - 16	
Item de Ensayo		Agua de Piscina	
Fecha de Muestreo		21/01/2016	
Hora de Muestreo		18:00	
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales		NMP/100mL	13x10 ²
Coliformes Fecales		NMP/100mL	13x10 ²
Escherichia Coli		NMP/100mL	13x10 ²



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente			PBI - 17
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			06/02/2016
Hora de Muestreo			04:50
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	6.98
Cloro*	Cl2	mg/L	<0.10

(*) Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente			PBI - 17
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			06/02/2016
Hora de Muestreo			04:50
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales	NMP/100mL		49
Coliformes Fecales	NMP/100mL		49
Escherichia Coli	NMP/100mL		49



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente			PBI - 18
Ítem de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			07/02/2016
Hora de Muestreo			6:40
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	7.81
Cloro*	Cl2	mg/L	<0.10

(*) Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente			PBI - 18
Ítem de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			07/02/2016
Hora de Muestreo			06:40
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales	NMP/100mL		13x10 ²
Coliformes Fecales	NMP/100mL		24x10
Escherichia Coli	NMP/100mL		24x10



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente			PBI - 19
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			23/02/2016
Hora de Muestreo			05:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	7.70
Cloro*	Cl ₂	mg/L	<0.10

(*) Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente			PBI - 19
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			23/02/2016
Hora de Muestreo			05:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales		NMP/100mL	<1.8
Coliformes Fecales		NMP/100mL	<1.8
Escherichia Coli		NMP/100mL	<1.8



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente			PBI - 20
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			25/02/2016
Hora de Muestreo			17:30
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	7.63
Cloro*	Cl ₂	mg/L	<0.10

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente			PBI - 20
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			25/02/2016
Hora de Muestreo			17:30
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales		NMP/100mL	7.8
Coliformes Fecales		NMP/100mL	4.5
Escherichia Coli		NMP/100mL	4.5



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente			PBI - 21
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			08/03/2016
Hora de Muestreo			5:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	
Cloro*	Cl2	mg/L	<0.10

(*) Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente			PBI - 21
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			08/03/2016
Hora de Muestreo			5:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales		NMP/100mL	
Coliformes Fecales		NMP/100mL	
Escherichia Coli		NMP/100mL	



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente			PBI - 22
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			10/03/2016
Hora de Muestreo			17:40
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	6.83
Cloro*	Cl2	mg/L	<0.10

(*) Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente			PBI - 22
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			10/03/2016
Hora de Muestreo			17:40
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales		NMP/100mL	23
Coliformes Fecales		NMP/100mL	23
Escherichia Coli		NMP/100mL	23



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente			PBI - 23
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			22/03/2016
Hora de Muestreo			17:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	7.66
Cloro*	Cl ₂	mg/L	<0.10

(*) Los metodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente			PBI - 23
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			22/03/2016
Hora de Muestreo			17:00
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales		NMP/100mL	<1.8
Coliformes Fecales		NMP/100mL	<1.8
Escherichia Coli		NMP/100mL	<1.8



INFORME DE ENSAYO

Pág. 02 de 03

Código de Cliente			PBI - 24
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			23/03/2016
Hora de Muestreo			17:16
Parámetro	Símbolo	Unidad	
pH*		Units pH	6.57
Cloro*	Cl ₂	mg/L	<0.10

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



INFORME DE ENSAYO

Pág. 03 de 03

Código de Cliente			PBI - 24
Item de Ensayo			Agua de Piscina
Fecha de Muestreo			23/03/2016
Hora de Muestreo			17:16
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Coliformes Totales		NMP/100mL	4.5
Coliformes Fecales		NMP/100mL	4.5
Escherichia Coli		NMP/100mL	4.5



ANEXO 6: Cadena de custodia



CADENA DE CUSTODIA Y ORDEN DE TRABAJO, PARA AGUAS

NKAP S.R.L.
P.O. Box 149, Rio

INFORME DE ENSAYO			FISICOQUIMICO		METALES		QUIMICOS					MICROBIOLOGICOS						
Cantidad de Envases:			Conductividad		HCP DISUELTOS		Acidos y Grasas					Coliformes Totales						
1L. P. <input type="checkbox"/> 0.50L P. <input type="checkbox"/> 0.25L P. <input type="checkbox"/> 0.125L P. <input type="checkbox"/>			1L. V. <input type="checkbox"/> 0.30L V. <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>		HCP TOTAL		Alcalinidad					Coliformes Fecales						
T°C Recepción <input type="checkbox"/>			Color <input type="checkbox"/> Sabor <input type="checkbox"/> pH <input type="checkbox"/> Temperatura <input type="checkbox"/> TSS <input type="checkbox"/> TDS <input type="checkbox"/> TS <input type="checkbox"/> Solidos Sedimentable <input type="checkbox"/> Turbiedad <input type="checkbox"/>		Uranio <input type="checkbox"/>		Dureza <input type="checkbox"/> Cloro <input type="checkbox"/> Cloruro <input type="checkbox"/> Cloruro Libre <input type="checkbox"/> Cloruro Total <input type="checkbox"/> Cloruro Wad <input type="checkbox"/> DBO <input type="checkbox"/> DICO <input type="checkbox"/> Fenoles <input type="checkbox"/> Fluoruros <input type="checkbox"/> Nitratos <input type="checkbox"/> Nitros <input type="checkbox"/> CO <input type="checkbox"/> Sulfatos <input type="checkbox"/> Sulfuros <input type="checkbox"/> SAAM <input type="checkbox"/> Cromo Hexavalente <input type="checkbox"/> Nitrogeno amoniacal <input type="checkbox"/> Clorito, Clorato <input type="checkbox"/>					E. Coli <input type="checkbox"/> B. Heterotrofos <input type="checkbox"/> Hongos y Levaduras <input type="checkbox"/> Parásitos <input type="checkbox"/> Salmonella <input type="checkbox"/> Organismos de Vida Libre <input type="checkbox"/> Huevos Helmintos <input type="checkbox"/> Virus <input type="checkbox"/>						
T°C Recepción <input type="checkbox"/>			OBSERVACIONES _____ _____ _____		CONFORME <input type="checkbox"/> NO CONFORME <input type="checkbox"/>													
ITEM	CODIGO DE MUESTRA	HORA	FECHA	TIPO DE MUESTRA														
01	P82-01	5:00Am	09-01-2016	Rixina														
					X													
							X											
													X	X	X			

DATOS		CLIENTE
Nombre	Entregado por	
Empresa	Palmo M. Iglesias Iglesias	
Fecha y Hora	09-01-2016 / 8:00 Am	
Firma	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
Sello de seguridad	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	

DATOS		MONITOREO	ADMINISTRACION	LAB. QUIMICA	LAB. MICROBIOLOGIA
Nombre	NKAP SRL				
Fecha					
Hora					
Firma					
Sello Seguridad	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>				

ANEXO 7: Usuarios de la piscina por día y mes

Tabla 17: Cantidad de usuarios por día que ingresan a la piscina

SERVICIO - PISCINA	
OCTUBRE	TOTAL
01/10/2015	560.00
03/10/2015	790.00
04/10/2015	1,001.00
06/10/2015	350.00
07/10/2015	455.00
08/10/2015	620.00
10/10/2015	880.00
11/10/2015	1,020.00
13/10/2015	750.00
14/10/2015	555.00
15/10/2015	734.00
17/10/2015	523.00
18/10/2015	420.00
20/10/2015	761.00
21/10/2015	641.00
23/10/2015	825.00
24/10/2015	976.00
25/10/2015	600.00
27/10/2015	460.00
28/10/2015	652.00
29/10/2015	789.00
31/10/2015	1,100.00
TOTAL GENERAL	15,462.00

Fuente: Elaboración propia, 2016

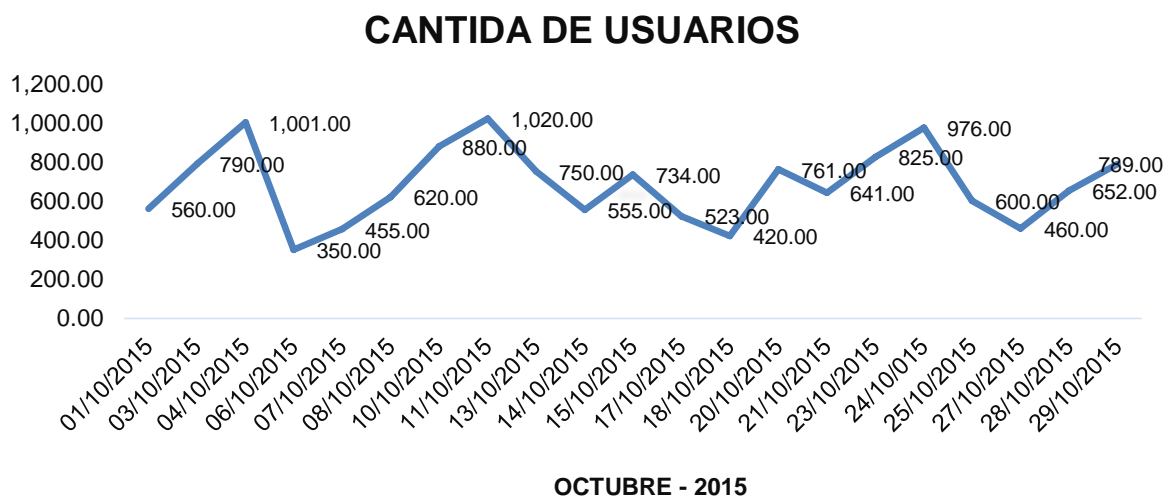


Figura 32: Cantidad de usuarios del mes de enero

Fuente: Elaboración propia, 2016

Tabla 18: Cantidad de usuarios por día que ingresan a la piscina

SERVICIO - PISCINA	
NOVIEMBRE	TOTAL
01/11/2015	1,100.00
03/11/2015	970.00
04/11/2015	603.00
05/11/2015	831.00
07/11/2015	790.00
08/11/2015	1,200.00
10/11/2015	1,115.00
11/11/2015	980.00
12/11/2015	1,020.00
14/11/2015	450.00
15/11/2015	670.00
17/11/2015	885.00
18/11/2015	1,002.00
19/11/2015	1,299.00
21/11/2015	865.00
22/11/2015	903.00
24/11/2015	470.00
25/11/2015	798.00
28/11/2015	890.00
29/11/2015	1,200.00
30/11/2015	980.00
TOTAL GENERAL	19,021.00

Fuente: Elaboración propia, 2016

CANTIDA DE USUARIOS

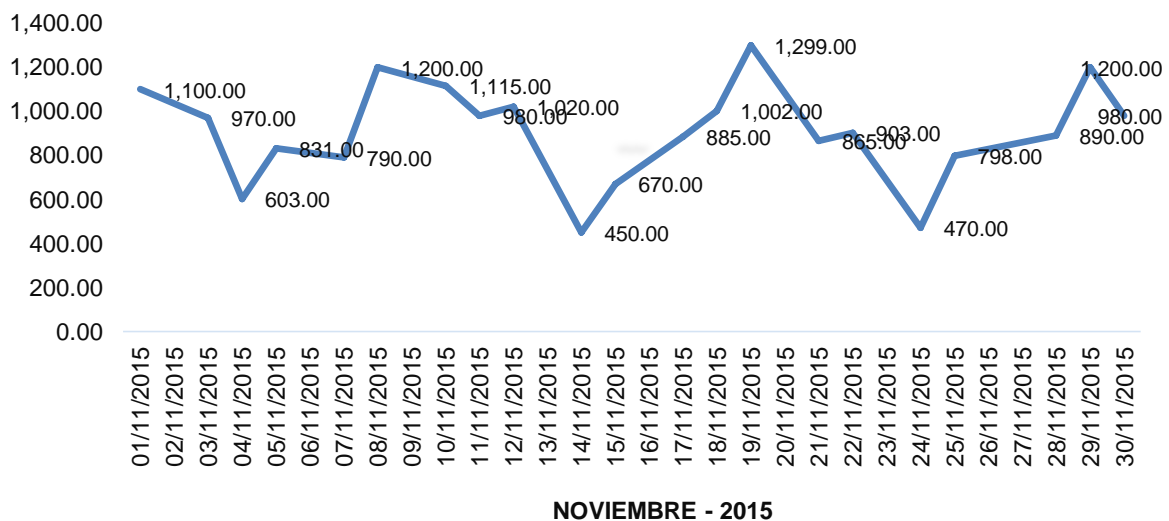


Figura 33: Cantidad de usuarios del mes de febrero
Fuente: Elaboración propia, 2016

Tabla 19: Cantidad de usuarios por día que ingresan a la piscina

SERVICIO - PISCINA	
DICIEMBRE	TOTAL
01/12/2015	980.00
02/12/2015	1,080.00
03/12/2015	950.00
05/12/2015	500.00
06/12/2015	720.00
08/12/2015	760.00
09/12/2015	1,200.00
10/12/2015	1,110.00
12/12/2015	970.00
13/12/2015	598.00
15/12/2015	930.00
16/12/2015	1,340.00
17/12/2015	964.00
19/12/2015	1,299.00
20/12/2015	1,110.00
22/12/2015	903.00
23/12/2015	540.00
24/12/2015	230.00
26/12/2015	1,300.00
27/12/2015	1,240.00
29/12/2015	924.00
30/12/2015	789.00
31/12/2015	970.00
TOTAL GENERAL	21,407.00

Fuente: Elaboración propia, 2016

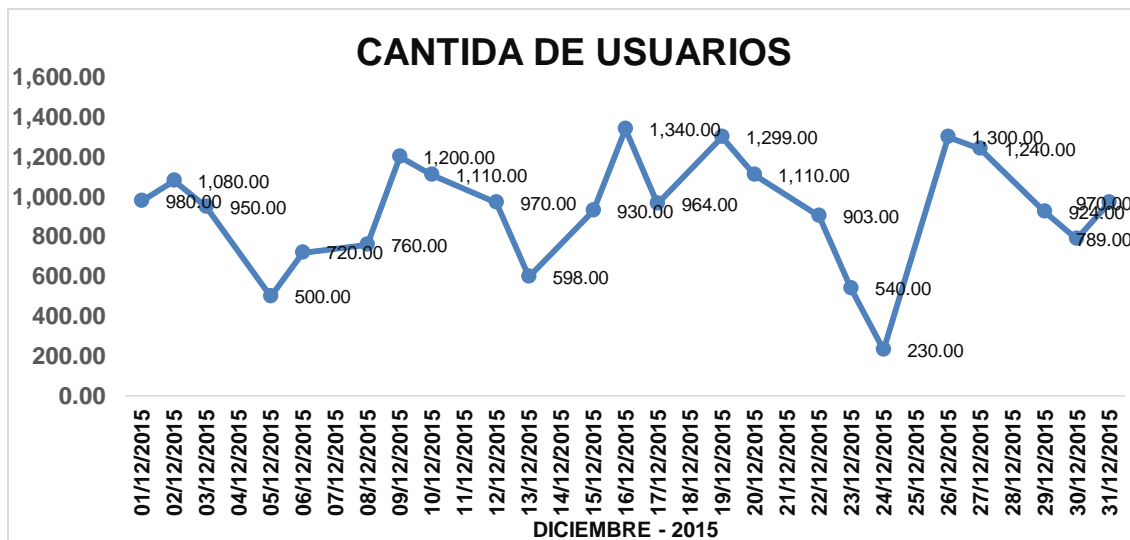


Figura 34: Cantidad de usuarios del mes de febrero

Fuente: Elaboración propia, 2016

Tabla 20: Cantidad de usuarios por día que ingresan a la piscina

SERVICIO - PISCINA	
ENERO	TOTAL
02/01/2016	1,272.00
03/01/2016	1,161.00
05/01/2016	1,011.00
06/01/2016	831.00
07/01/2016	807.00
08/01/2016	3.00
09/01/2016	1,326.00
10/01/2016	1,275.00
11/01/2016	6.00
12/01/2016	1,080.00
13/01/2016	879.00
14/01/2016	885.00
15/01/2016	6.00
16/01/2016	1,299.00
17/01/2016	1,239.00
19/01/2016	903.00
20/01/2016	603.00
21/01/0216	1,149.00
23/01/2015	1,500.00
24/01/2016	1,317.00
26/01/2016	924.00
27/01/2016	828.00
28/01/2016	807.00
30/01/2016	1,329.00
31/01/2016	1,170.00
TOTAL GENERAL	23,610.00

Fuente: Elaboración propia, 2016

INGRESO POR SERVICIO

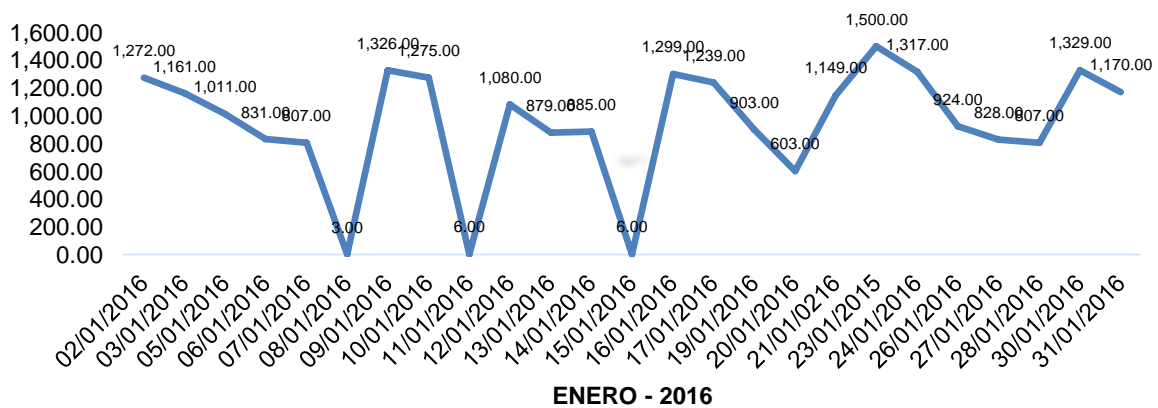


Figura 35: Cantidad de usuarios del mes de febrero
Fuente: Elaboración propia, 2016

Tabla 21: Cantidad de usuarios por día que ingresan a la piscina

SERVICIO - PISCINA	
FEBRERO	TOTAL
02/02/2016	1,092.00
03/02/2016	891.00
04/02/2016	801.00
06/02/2016	885.00
07/02/2016	1,416.00
08/02/2016	24.00
09/02/2016	1,149.00
10/02/2016	894.00
11/02/2016	954.00
12/02/2016	9.00
13/02/2016	1,263.00
14/02/2016	1,179.00
16/02/2016	1,035.00
17/02/2016	624.00
18/02/2016	879.00
20/02/2016	1,455.00
21/02/2016	1,314.00
23/02/2016	1,044.00
24/02/2016	702.00
25/02/2016	720.00
27/02/2016	1,308.00
28/02/2016	1,251.00
TOTAL GENERAL	20,889.00

Fuente: Elaboración propia, 2016

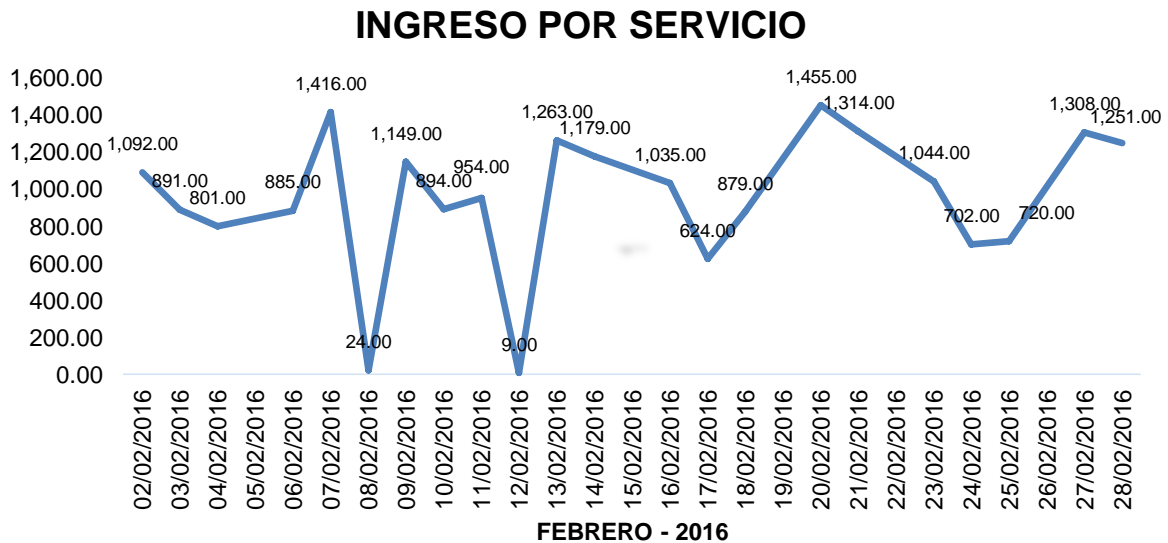


Figura 36: Cantidad de usuarios del mes de febrero

Fuente: Elaboración propia, 2016

Tabla 22: Cantidad de usuarios por día que ingresan a la piscina

SERVICIO - PISCINA	
MARZO	TOTAL
01/03/2016	1,203.00
02/03/2016	777.00
03/03/2016	786.00
04/03/2016	33.00
05/03/2016	1,341.00
06/03/2016	1,215.00
08/03/2016	978.00
09/03/2016	462.00
10/03/2016	795.00
12/03/2016	1,338.00
13/03/2016	1,248.00
15/03/2016	786.00
16/03/2016	846.00
17/03/2016	570.00
19/03/2016	1,224.00
20/03/2016	1,422.00
22/03/2016	840.00
23/03/2016	387.00
26/03/2016	189.00
27/03/2016	1,134.00
29/03/2016	756.00
30/03/2016	513.00
31/03/2016	498.00
TOTAL GENERAL	19,341.00

Fuente: Elaboración propia, 2016

INGRESO POR SERVICIO

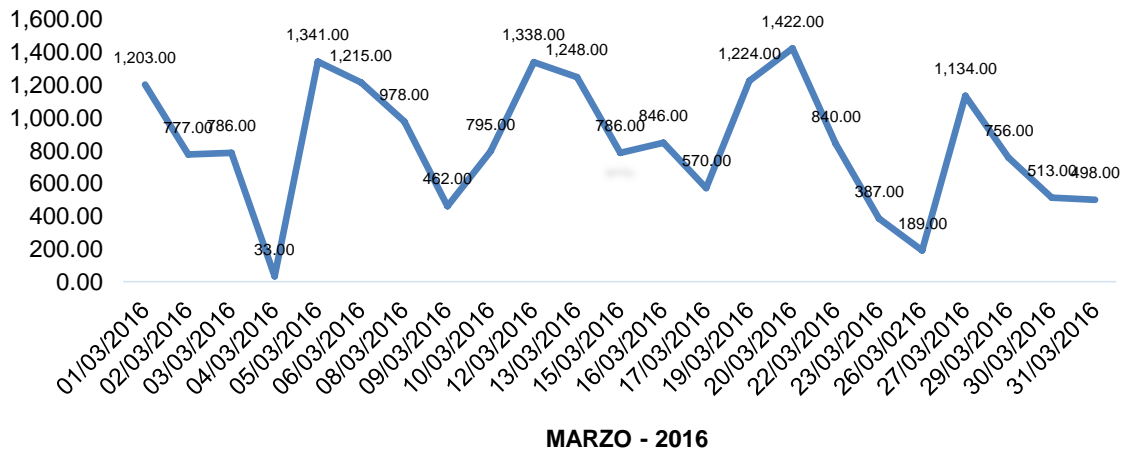


Figura 37: Cantidad de usuarios del mes de febrero

Fuente: Elaboración propia, 2016

ANEXO 8: Figuras de la toma de muestras



Figura 38: Toma de muestras de agua.



Figura 39: Medición de pH

ANEXO 9: Preparación de Material



Figura 40: Preparación de materiales



Figura 41: Preparación de reactivos

ANEXO 10: Análisis de Laboratorio



Figura 42: Inoculación de la muestra en tubos múltiples



Figura 43: Inoculación de la muestra en tubos múltiple

ANEXO 11: Valores indicados por la directiva sanitaria de piscinas.

Tabla 23: Tabla de calificación para el cálculo del índice de calificación sanitaria de piscinas

Criterio	Variable	Rango de Valor	Puntaje	Calificación	Puntaje Máximo por Variable	
1.- Control de Calidad Microbiológica	Cloro residual	>0.4 mg/l y < 1.2 mg/l	0.15	Buena	0.15	
		<0.4 mg/l	0.00	Mala		
	Coliformes Termotolerantes	Ausencia	0.15	Buena	0.15	
		Presencia	0.00	Mala		
	Turbiedad	< 5.0 UNT	0.05	Buena	0.05	
		5.0 UNT o más	0.00	Mala		
2.- Control de Calidad de Equipamiento e Instalaciones	Servicios higiénicos y ducha	S.H. y duchas disponibles, limpios y en funcionamiento	0.075	Presencia	0.075	
		S.H. y duchas sucios o malogrados o ausentes	0.00	Ausencia		
	Lavapies	Disponibles, limpios, funcionando y con solución desinfectante.	0.075	Presencia	0.075	
		Ausentes o sucios, o malogrados o sin solución desinfectante.	0.00	Ausencia		
	Sistema de recirculación	Instalado y en operación	0.21	Buena	0.21	
		Instalado y malogrado (en estado inoperativo).	0.10	Regular		
		No tiene	0.00	Mala		
	3.- Control de Calidad de Limpieza	Limpieza del local	Hay recipientes para residuos y el local esta limpio	0.075	Buena	0.075
			Hay recipientes para residuos y hay residuos sólidos dispersos	0.038	Regular	
Ausencia de recipientes y el local esta sucio			0.00	Mala		
Limpieza del estanque		Limpio y ausencia de solidos flotantes	0.075	Buena	0.075	
		Limpio y presencia de solidos flotantes dispersos	0.038	Regular		
		Sucio y presencia de solidos flotantes abundantes	0.00	Mala		
4.- Control de Ordenamiento Documentario	Libro de Registro	Libro de registro presente y al día	0.02	Buena	0.02	
		No hay libro o no esta al día.	0.00	Mala		
	Aprobación Sanitaria	Cuenta con autorización Sanitaria disponible y vigente.	0.12	Buena	0.12	
		No cuenta con autorización sanitaria o no esta vigente.	0.00	Mala		

Fuente: D.S N° 033 – Minsa - Digesa