

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

**Evaluación de la calidad de agua de los baños termales de
Tambochaca con fines recreacional, distrito de Yanahuanca,
provincia Daniel Alcides Carrión de la región Pasco, 2021**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero Ambiental**

Autor:

Bach. Evelin Karina SANTIAGO BALBIN

Asesor:

Mg. Rosario Marcela VÁSQUEZ GARCÍA

Cerro de Pasco – Perú - 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

**Evaluación de la calidad de agua de los baños termales de
Tambochaca con fines recreacional, distrito de Yanahuanca,
provincia Daniel Alcides Carrión de la región Pasco, 2021**

Sustentada y Aprobada ante los miembros del jurado:

Msc. Edgar Walter PEREZ JUZCAMAYCA

PRESIDENTE

Mg. Lucio ROJAS VÍTOR

MIEMBRO

Ing. Miguel Ángel BASUALDO BERNUY

MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por
SANTIAGO BALBIN Evelin Karina

Escuela de Formación Profesional
Ingeniería Ambiental

Tipo de trabajo
Tesis

Intitulado
Evaluación de la calidad de agua de los baños termales de Tambochaca con fines recreacional, distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión de la región Pasco, 2021

Índice de similitud
30%

Calificativo
APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software antiplagio.

Cerro de Pasco, 13 de febrero del 2023



Firmado digitalmente por:
ALANIA RICARDI Pit Frank
FAU 20154805048 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 13/02/2023 10:59:45-0500

Documento firmado digitalmente
Pit Frank ALANIA RICARDI
Director(e)
Unidad de Investigación
Facultad de Ingeniería

DEDICATORIA

La presente Tesis dedico a Dios. A mis padres, por estar siempre a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona y creer en mi capacidad, también dedico a mi pequeña hija Elif por ser mi motor y motivo de seguir adelante y a la vez Dedico a mi tierra de Yanahuanca porque es la tierra que me vio nacer y crecer para poder compartir estos conocimientos con mis paisanos.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, doy gracias a Dios por permitirme tener tan buena experiencia dentro de mi universidad, gracias a mi universidad por convertirme en una profesional en lo que tanto me apasiona, gracias a cada maestro que formó parte de este proceso integral de formación. Asimismo, agradezco a mis padres por estar siempre a mi lado brindándome su apoyo.

Finalmente agradezco a quienes leen mi tesis y permitirme compartir mis experiencias, investigaciones y conocimiento.

RESUMEN

Revisando antecedentes no se tiene en la actualidad información de la calidad de agua de los baños termales de Tambochaca con fines recreacional ubicado en el distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión de la región Pasco, lo cual implica el desconocimiento por parte de los usuarios a lo que se están exponiendo al acudir a estos centros de esparcimiento. Según la historia por las versiones de los pobladores desde los años de 1970 se pudo evidenciar el afloramiento de las aguas termales y posteriormente en los años de 1990 se empezó a utilizar las aguas termales con fines de recreación.

La investigación se realizó específicamente en los baños termales de Tambochaca del distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión, con el objetivo de determinar la calidad de agua de los baños termales de Tambochaca con fines recreacional, distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión de la región Pasco.

Concluyendo que la calidad de agua de los baños termales de Tambochaca con fines recreacional en los puntos de monitoreo V-1 (Afloración de las aguas de manantial Tambochaca - antes del uso en las piscinas Tambochaca) y V-2 (Efluente después del uso en las piscinas Tambochaca) cumple con los estándares de calidad ambiental de agua para categoría 1 a excepción de los parámetros químicos boro, manganeso y hierro.

Palabras claves: Baños termales, Tambochaca, recreacional, estándares de calidad ambiental para agua, calidad de agua.

ABSTRACT

Reviewing background, there is currently no information on the water quality of the Tambochaca thermal baths for recreational purposes located in the Yanahuanca district, Daniel Alcides Carrion province of the Pasco region, which implies ignorance on the part of the users to what they are exposing when they go to these recreation centers. According to history, by the versions of the settlers since the 1970s, it was possible to evidence the outcrop of the thermal waters and later in the 1990s the thermal waters began to be used for recreational purposes.

The research was carried out specifically in the Tambochaca thermal baths of the Yanahuanca district, Daniel Alcides Carrión province, with the objective of determining the water quality of the Tambochaca thermal baths for recreational purposes, Yanahuanca district, Daniel Alcides Carrión province of the Pasco region.

Concluding that the water quality of the Tambochaca thermal baths for recreational purposes at monitoring points V-1 (Outcrop of the Tambochaca spring waters - before use in the Tambochaca pools) and V-2 (Effluent after use in the Tambochaca pools) meets the environmental water quality standards for category 1, except for the chemical parameters boron, manganese and iron.

Keywords: Thermal baths, Tambochaca, recreational, environmental quality standards for water, water quality.

INTRODUCCIÓN

El uso de las fuentes de aguas termales como medicina para restaurar la salud se remonta a siglos atrás. A pesar de este conocimiento ancestral son pocos los estudios que se han realizado sobre estos ecosistemas. Por las características fisicoquímicas de las aguas termales, es poco común que sean habitadas por una gran variedad de seres vivos, no obstante, estas mismas características dan lugar al crecimiento de ciertos microorganismos que son propios de estos ambientes y que a lo largo de la evolución se han adaptado a las condiciones extremas de estos ecosistemas.

El objetivo de la presente investigación fue determinar la calidad de agua de los baños termales de Tambochaca con fines recreacional, distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión de la región Pasco, 2021.

Las aguas de Tambochaca son aguas termales que emergen del subsuelo de forma espontánea de un ojo de agua, luego es represado en un depósito mediano de concreto. El grado de temperatura de sus aguas fluctúa entre los 70 a 80°C; sus aguas se caracterizan por ser incolora, inodora, alcalino metálico ligeramente con depósitos de sales ferrosas, también contiene dióxido de carbono y tiene un pH de 7.1 por lo que es clasificado como sódica clorurada y bicarbonatada. Los pobladores de la zona usan sus aguas termo medicinales para curar enfermedades respiratorias, bronquiales, reumáticas y nerviosas, así como en la práctica de terapias con hierbas silvestres de la zona.

La Autora.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema	1
1.2. Delimitación de la investigación	4
1.3. Formulación del problema.....	4
1.3.1. Problema general	4
1.3.2. Problemas Específicos:	4
1.4. Formulación de objetivos	5
1.4.1. Objetivo General.....	5
1.4.2. Objetivos Específicos:.....	5
1.5. Justificación de la investigación	5
1.6. Limitaciones de la investigación.....	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio	7
2.1.1. Antecedentes Internacional	7
2.1.2. Antecedente a nivel nacional	8
2.1.3. Antecedentes a nivel local	11
2.2. Bases teóricas – científicas.....	12
2.3. Definición de términos básicos	22
2.4. Formulación de hipótesis	24
2.4.1. Hipótesis General.....	24

2.4.2. Hipótesis Específicos.....	24
2.5. Identificación de las variables	24
2.5.1 Variable dependiente	24
2.5.2 Variable independiente	25
2.5.3 Variable interviniente	25
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	25

CAPÍTULO III

MÉTODOLÓGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación	27
3.2. Nivel de investigación	27
3.3. Método de investigación	27
3.4. Diseño de investigación	28
3.5. Población y muestra	28
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	28
3.6.1. Técnicas	28
3.6.2. Instrumentos.....	28
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	29
3.8. Técnicas de procesamientos y análisis de datos	29
3.9. Tratamiento estadístico.....	29
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica.....	29

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción del trabajo de campo	30
4.1.1 Ubicación de la zona de estudio	30
4.1.2 Infraestructura de los baños termales de Tambochaca.....	31
4.1.3 Composición de las aguas termales de Tambochaca	33
4.1.4 Ubicación de Puntos de Monitoreo	33
4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	36
4.3 Prueba de hipótesis	53

4.4	Discusión de resultados.....	54
	CONCLUSIONES	
	RECOMENDACIONES	
	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA N° 1: UBICACIÓN DE LOS BAÑOS DE TAMBOCHACA-YANAHUANCA	31
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1: ESQUEMA DEL ORIGEN METEÓRICO DE LAS AGUAS TERMALES	18
FIGURA N° 2: ESQUEMA DEL ORIGEN MIXTO DE LAS AGUAS TERMALES	19

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1: GENERACIÓN DE CALOR POR LOS ISÓTOPOS RADIATIVOS Y SUS PRODUCTOS DE DESINTEGRACIÓN.....	16
CUADRO N° 2: PRODUCCIÓN MEDIA DE CALOR EN ROCAS.....	17
CUADRO N° 3: AGUAS SUPERFICIALES DESTINADAS PARA RECREACIÓN	20
CUADRO N° 4: OPERACIONABILIDAD DE VARIABLES E INDICADORES	26
CUADRO N° 5: UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO	33
CUADRO N° 6: RESULTADOS DE PARÁMETRO FÍSICO DE LOS BAÑOS TERMALES DE TAMBOCHACA	36
CUADRO N° 7: RESULTADOS DE PARÁMETRO QUÍMICOS DE LOS BAÑOS TERMALES DE TAMBOCHACA	37
CUADRO N° 8: RESULTADOS DE PARÁMETRO QUÍMICOS (METALES) DE LOS BAÑOS TERMALES DE TAMBOCHACA	40
CUADRO N° 9: RESULTADOS DE PARÁMETRO MICROBIOLÓGICO DE LOS BAÑOS TERMALES DE TAMBOCHACA	52

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1: RESULTADOS DE PARÁMETRO FÍSICO DE LOS BAÑOS TERMALES DE TAMBOCHACA.....	36
GRÁFICO N° 2: RESULTADOS DE PARÁMETRO NITRATOS DE LOS BAÑOS TERMALES DE TAMBOCHACA.....	38
GRÁFICO N° 3: RESULTADOS DE PARÁMETRO SULFUROS DE LOS BAÑOS TERMALES DE TAMBOCHACA.....	39
GRÁFICO N° 4: RESULTADOS DE BERILIO EN LOS BAÑOS TERMALES DE TAMBOCHACA	44
GRÁFICO N° 5: RESULTADOS DE BORO EN LOS BAÑOS TERMALES DE TAMBOCHACA	45
GRÁFICO N° 6: RESULTADOS DE MANGANESO EN LOS BAÑOS TERMALES DE TAMBOCHACA.....	46
GRÁFICO N° 7: RESULTADOS DE HIERRO EN LOS BAÑOS TERMALES DE TAMBOCHACA	47
GRÁFICO N° 8: RESULTADOS DE COBRE EN LOS BAÑOS TERMALES DE TAMBOCHACA	48
GRÁFICO N° 9: RESULTADOS DE ZINC EN LOS BAÑOS TERMALES DE TAMBOCHACA	49
GRÁFICO N° 10: RESULTADOS DE ARSÉNICO EN LOS BAÑOS TERMALES DE TAMBOCHACA.....	50
GRÁFICO N° 11: RESULTADOS DE PLOMO EN LOS BAÑOS TERMALES DE TAMBOCHACA ...	51
GRÁFICO N° 12: RESULTADOS DE COLIFORMES FECALES POR NÚMERO MÁS PROBABLE EN LOS BAÑOS TERMALES DE TAMBOCHACA	52

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

“El uso de las fuentes de aguas termales como medicina para restaurar la salud se remonta a siglos atrás, utilizándose en una forma empírica. A pesar de este conocimiento ancestral son pocos los estudios que se han realizados sobre estos ecosistemas. Por las características fisicoquímicas de las aguas termales, es poco común que sean habitadas por una gran variedad de seres vivos, no obstante, estas mismas características dan lugar al crecimiento de ciertos microorganismos que son propios de estos ambientes y que a lo largo de la evolución se han adaptado a las condiciones extremas de estos ecosistemas. La calidad microbiológica de las aguas termales no se conoce en la mayoría de los casos, aunque se postula que debido a que son hábitats de condiciones extremas en temperatura, pH, radiación solar y concentraciones iónicas elevadas, su calidad sanitaria debe ser buena. En los últimos años se ha dado una afluencia masiva de la población hacia los sitios donde se ubican los manantiales de aguas termales. Esta población acude a estos lugares para aliviar sus dolencias dado los efectos saludables de estas aguas en la salud de las personas, además de disfrutar de un momento para el descanso y el esparcimiento. Sin embargo, en la mayoría de estos ecosistemas se desconoce la calidad sanitaria y microbiológica,

por lo que se hace imprescindible evaluar el riesgo sanitario que pueden correr las personas que hacen uso de estas aguas, sobre todo teniendo en cuenta que pueden tratarse de personas mayores, enfermas o con su sistema inmunológico debilitado” (Félix Andueza, Santiago Chaucala, Raúl Vinueza, Sandra Escobar, Medina Ramírez, 2020).

“El uso y el consumo de aguas contaminadas en piscinas son un problema de Salud Pública que afectan considerablemente a todos los usuarios como a los niños, jóvenes, adultos, en cuya etapas de vida se presentan un mayor riesgo para iniciar una enfermedad y posteriormente a la muerte en países como América Latina y el Caribe, 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 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 saprofitos incluso patógenos de origen ororino-faríngeo, genitourinario, digestivo y cutáneo” (Martin, 2009).

Revisando antecedentes no se tiene en la actualidad información de la calidad de agua de los baños termales de Tambochaca con fines recreacional ubicado en el distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión de la región Pasco, lo cual implica el desconocimiento por parte de los usuarios a que se están exponiendo al acudir a estos centros de esparcimiento. Según la historia por las versiones de los pobladores desde los años de 1970 se pudo evidenciar el afloramiento de las aguas termales y posteriormente en los años de 1990 se empezó a utilizar las aguas termales con fines de recreación. El tipo de servicio a la fecha es con fines de recreación y medicinal, para evidencia se adjunta las imágenes de afloramiento de las aguas.

“Las Aguas Termales de Tambochaca, se encuentran en el distrito de Yanahuanca, en la provincia de Daniel Alcides Carrión, en la región de Pasco. Este recurso termomedicinal se nutre de aguas subterráneas que, en su origen, se registran a temperaturas superiores a los 80°C. Las aguas subterráneas abastecen 10 pozas y una piscina, en las que su temperatura se gradúa para poder ser utilizada por los visitantes. Los minerales que nutren las aguas de Tambochaca, hacen que el recurso sea recomendado, especialmente, a personas que padezcan enfermedades reumáticas, cutáneas, así como pacientes con altos cuadros de estrés. Para poder acceder a las termas es necesario pagar a la comunidad que administra las fuentes, previamente. Las Aguas Termales de Tambochaca, se hallan a 5 Km del distrito de Yanahuanca” (Turismo.pe, 2020).

Imagen N° 1: Afloración de aguas del baño termal



Fuente: Propias de la investigación

Imagen N° 2: Afloración de aguas del baño termal



Fuente: Propias de la investigación

1.2. Delimitación de la investigación

La investigación se realizó específicamente en los baños termales de Tambochaca del distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es la calidad de agua de los baños termales de Tambochaca con fines recreacional, distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión de la región Pasco, 2021?

1.3.2. Problemas Específicos:

- a. ¿Cuál es la calidad física del agua de los baños termales de Tambochaca con fines recreacional, distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión de la región Pasco, 2021?
- b. ¿Cuál es la calidad química del agua de los baños termales de Tambochaca con fines recreacional, distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión de la región Pasco, 2021?

- c. ¿Cuál es la calidad microbiológica del agua de los baños termales de Tambochaca con fines recreacional, distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión de la región Pasco, 2021?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar la calidad de agua de los baños termales de Tambochaca con fines recreacional, distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión de la región Pasco, 2021

1.4.2. Objetivos Específicos:

- a. Determinar la calidad física del agua de los baños termales de Tambochaca con fines recreacional, distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión de la región Pasco, 2021.
- b. Determinar la calidad química del agua de los baños termales de Tambochaca con fines recreacional, distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión de la región Pasco, 2021.
- c. Determinar la calidad microbiológica del agua de los baños termales de Tambochaca con fines recreacional, distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión de la región Pasco, 2021.

1.5. Justificación de la investigación

1.5.1. Justificación Ambiental

Con la investigación se conoce la calidad de agua de los baños termales de Tambochaca con fines recreacional, al cual acuden los usuarios.

1.5.2. Justificación Social

El conocimiento de la calidad de agua de los baños termales de Tambochaca, permitirá incrementar su uso por parte de los pobladores de Tambochaca, Yanahuanca y turistas.

1.5.3. Justificación Metodológica

Para lograr los objetivos planteados, en la presente investigación se efectuó tomas de muestras de los baños termales de Tambochaca y fueron analizados por un laboratorio información de acreditado por INACAL.

1.6. Limitaciones de la investigación

Se tuvo la siguiente limitación:

- ✓ Poca cooperación por parte de los administradores de los baños termales de Tambochaca.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes Internacional

Rodés Clapés (2012) "Control de calidad de las aguas minero-medicinales realizado en España, el objeto de esta Ponencia es el de proponer una reflexión a las empresas y personas responsables de los Balnearios o Establecimientos Termales acerca de la ineludible necesidad de conocer con los máximos detalles y profundidad, las características de las aguas gracias a las que sus empresas existen y funcionan. Es evidente que si no hay Agua Minero-Medicinal, no hay Balneario. Pero la calidad microbiológica, las características físicas, la composición química, el propio caudal, etc., están sujetos a factores externos susceptibles de generar cambios importantes. Estos pueden producirse bruscamente o bien lentamente en cuyo caso deben detectarse a tiempo de estudiar y conocer sus causas y, por lo tanto, prever posibles acciones correctoras. Por estas razones resulta necesario establecer un sistema de controles y comprobaciones con una periodicidad mínima adecuada que complete con amplitud y con independencia de criterio, el estricto cumplimiento de la legislación estatal y/o autonómica aplicable en cada caso. Detección de posibles contaminaciones accidentales microbiológicas o químicas; conocimiento

profundo de la composición del agua incluyendo los elementos minoritarios, de gran importancia en muchos casos; constancia y estabilidad de estos parámetros junto con los de temperatura, radiactividad, caudal, etc., son controles que requieren un planteamiento periódico desde los puntos de vista, hidrogeológico, higiénico-sanitario, médico, legal y tecnológico, bajo criterios científicos permanentemente actualizados”.

Elías Rojas Martínez (2014) “Determinación del origen y la composición de las aguas termales ubicadas en los municipios de Becerril (Cesar) y Ciénaga (Magdalena), Colombia, En los municipios de Becerril (Cesar, Colombia) y Ciénaga (Magdalena, Colombia), existen afloramientos de aguas subterráneas con altas temperaturas –aguas termales– asociadas a la formación de la Sierra Nevada de Santa Marta, elevación cuyo origen se debe a la formación y acreción de fragmentos de origen oceánico que luego se incorporaron al continente y al crecimiento de extensos territorios volcánicos –proveyendo actividad magmática–, un proceso que genera la destrucción de rocas y la elevación, por diferencia de densidades, de las rocas fundidas, las cuales producen vapores de altas temperaturas que calientan las aguas subterráneas hasta su punto de ebullición, este vapor de agua se filtra entre fisuras presentes en las formaciones rocosas y va ascendiendo hasta la superficie donde se condensa y brota como agua termal. El artículo analiza los resultados obtenidos de los estudios minero-geológicos realizados en estos depósitos de aguas termales, donde se desarrollaron exploraciones geológicas y geoquímicas in situ, toma de muestras y análisis físico-químicos. Se concluye que estos yacimientos son de origen geotérmico y que, por su composición química estas aguas pueden ser usadas en terapias de medicina alternativa y representan una fuente de desarrollo para el ecoturismo.

2.1.2. Antecedente a nivel nacional

Maxe Malca (2015) “Estudio de la calidad físico-química y mineromedicinal del agua termal de los Baños del Inca, los Baños del Inca es uno de los balnearios

más importantes de América se encuentran en el departamento de Cajamarca, a 6 Km al este de la ciudad. El líquido humeante aflora desde la roca volcánica del subsuelo, cuya temperatura alcanza los 70 y 75°C, el calor del agua es de origen volcánico. La presente investigación tiene como propósito determinar las propiedades físicas y composición química del agua, de los Baños del Inca Cajamarca empleando métodos reconocidos de aguas potables y residuales, para conocer su composición e identificar posibles propiedades terapéuticas. Los análisis fisicoquímicos realizados fueron: Temperatura, pH, sólidos disueltos totales, conductividad eléctrica, salinidad, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, sulfuros, sodio, dureza total y dureza de calcio, además de metales fijos y metales disueltos. Se usaron métodos estandarizados, entre ellos los de la APHA, AWWA, WPCF. Los resultados muestran las propiedades físicas y composiciones químicas, con una temperatura promedio de 72,1 °C que según la temperatura permite tipificar estas aguas como hipertermales; presenta características de tipo oligomineral de mediana mineralización, el cual se caracteriza por presentar una importante variedad de iones. El ión predominante de estas aguas es el anión sulfato, el cual presentó concentraciones por encima del resto de los iones analizados, seguido de los bicarbonatos y el sodio. De los resultados se deduce que estas aguas no son aptas para la alimentación y agricultura, son aguas medicinales recomendables en afecciones reumáticas y procesos del aparato locomotor que requieren de rehabilitación de hidroterapia, además de mostrar efectos relajantes y sedantes”.

Vargas Mahaney, Marghori (2017) “Determinación de la calidad microbiológica de las aguas termales de Yura durante los meses de septiembre a diciembre, en el presente trabajo se evaluó la calidad microbiológica de aguas termales del Balneario de Yura del departamento de Arequipa, en los meses de setiembre a diciembre de 2017. De acuerdo a los resultados obtenidos, se determinó que la calidad microbiológica de las aguas termales del Balneario de

Yura es aptas para la recreación, según el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM (aguas recreacionales, contacto primario), con respecto a Coliformes Totales, Coliformes Termo tolerantes y Enterococos fecales y Salmonella. Cabe mencionar que, a pesar que las aguas en estudio se encontraron aptas para la recreación, hubo un 1.67% de las muestras de agua que se encontraron como no aptas con respecto a coliformes termotolerantes, y un 3.33% de muestras en lo que se refiere a Enterococcus faecalis, quiere decir que sobrepasaron el parámetro establecido por el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM (aguas recreacionales, contacto primario). Se determinó también la presencia de Pseudomona a eruginosa el cual se presentó en un 26% de las muestras estudiadas y se hallaron levaduras en un 2%. El análisis estadístico demostró que no hubo diferencia significativa ($p>0.05$) entre los pozos estudiados. Se evaluaron también parámetros fisicoquímicos in situ como temperatura, pH y conductividad eléctrica con un multiparámetro HANNA HI9811-5 y la turbidez con el turbidímetro digital TU430. Con respecto a la temperatura el promedio mínimo fue de 27.4 ± 0.29 °C en el pozo Zamácola (H) y el promedio máximo fue en el pozo Tigre (A) con 31.95 ± 0.28 °C; el promedio de pH se encontró entre 6.05 ± 0.08 en el pozo Tigre (A) y 6.5 ± 0.13 en el pozo Fierro Viejo (I); en lo que respecta a la turbidez el promedio mínimo se encontró en el pozo Tigre (A) con un valor de 2.41 ± 1.18 NTU y el promedio máximo fue de 39.92 ± 2.96 NTU en el pozo Fierro Viejo (I); por último, la conductividad eléctrica, el valor mínimo que presentó fue de 1630 ± 163.34 $\mu\text{S/cm}$ en el pozo Tigrillo (F) y el promedio más alto fue de 2421.67 ± 365.70 $\mu\text{S/cm}$ en el pozo Fierro Viejo (I)".

Nolasco, Lennin y Vigilio, Porfirio (2021) "Con el desarrollo de esta investigación se pretende dar a conocer la propuesta de un, centro de recreación de aguas termales para el desarrollo sostenible del caserío de San Juan de Agojirca y distrito de Baños, provincia Lauricocha, Huánuco 2020, teniendo como objetivo fomentar el desarrollo del distrito. A través del cual se establecieron una

serie de actividades enfocadas a la población y gracias a este proyecto es como se mitiga el problema recreacional, paisajista y turístico existente. A través de la propuesta se motivó a la población a involucrarse a la diversión, recreación preservando las zonas verdes y el medio ambiente, impulsando de esta manera a un mejor desarrollo sostenible y así contribuir para mejorar la calidad de vida de la población”.

2.1.3. Antecedentes a nivel local

Tiza Inés (2009) “Baños termales de Villo Tambochaca la magia termomedicinal de Villo, en el estudio se menciona lo siguiente, desde la época incaica estas aguas medicinales eran usadas por sus propiedades medicinales para aliviar diversas afecciones respiratorias, reumáticas, gastrointestinales y nerviosas. Vista Parcial de Villo – Tambochaca a 3180 m.s.n.m. a orillas del río Chaupihuaranga - zona que se caracteriza por su clima templado de 19 a 20 °C promedio - encontramos en la localidad de Villo - Tambochaca que cuenta con aguas termales, cuyas propiedades curativas y medicinales son conocidas desde épocas precolombinas. Puente Turístico de Villo A través de una carretera no asfaltada de 5 km que parte de Yanahuanca capital de la provincia pasqueña de Daniel Carrión podrás llegar a estos conocidos baños termales administrados por la propia comunidad donde podrás sumergirte en las aguas sulfuroferrosas de origen volcánico cuyas temperaturas pueden llegar a bordear los 70°. Piscina de los Baños Termales de Villo Existen dos pabellones construidos con material noble y una piscina, un pabellón para vestuarios de los usuarios de la piscina y otro pabellón donde encontrarás las 10 tinas ubicadas en cada una en su propia habitación”.

Loyola, Iván (2017) “Complejo termal, comercial y turístico como desarrollo de la arquitectura rural sostenible en la comunidad campesina San Juan Baños de Rabí, distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrion - Pasco 2017 donde menciona lo siguiente; La arquitectura rural o vernácula como

herramienta para el desarrollo de la comunidad con el fin de brindar una mejor alternativa de vida y de aporte al turismo; así el complejo termal, comercial y turístico es un proyecto que se adecua a la necesidad y realidad de la sociedad, siendo objeto de estudio la comunidad campesina San Juan Baños de Rabí, distrito de Yanahuanca; donde las fuentes termales son el recurso importante para la atracción de turistas y esto conlleva a generar comercio. Con el buen uso de los recursos naturales se busca una arquitectura sostenible. Uno de los problemas en el Perú es contar con espacios públicos no saludables e higiénicos, también se tiene el desconocimiento de cómo sacar provecho a las aguas termales para propósitos medicinales ya que las tipologías de baños termales están orientadas a la recreación; en el proyecto se busca relacionar espacios como por ejemplo el agua termal para la salud, áreas libres para la recreación o turismo activo, la producción y los servicios como comercio. Se tiene como objetivo diseñar arquitectónicamente un complejo termal, comercial y turístico para contribuir al desarrollo de la arquitectura rural sostenible en la comunidad campesina San Juan Baños de Rabí. Para lo cual reúne características de una investigación descriptiva aplicada, un tipo de investigación no experimental; utilizando el método de recolección de datos en campo y bibliográfico. De esta manera se pudo concluir que con el complejo termal, comercial y turístico servirá de modelo para la población y para el desarrollo rural, esto gracias a la aceptación de la población turística de aplicar el estilo de la arquitectura rural en el lugar porque se atraería a más turistas gracias al estilo planteado; por ello servirá de ejemplo para que la población adopte este estilo y conserve su identidad”.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1 Baños Termales

“Los baños termales proceden de aguas minerales depositadas en el suelo subterráneo. Son ideales para el tratamiento de enfermedades a través de inhalaciones, irrigaciones o calefacción. La temperatura promedio de esta agua

es de 5°C, superior a la obtenida en la superficie. Además de ser utilizadas de forma terapéutica, sus componentes minerales (calcio, hierro, azufre) y adicionalmente el barro nutren la piel, manteniéndola firme. En la combinación de aguas calientes con baños fríos se obtiene una mejora en la circulación sanguínea. Las venas son fortalecidas y por lo tanto los problemas de varices disminuyen. Según los especialistas los baños termales son recomendables para combatir dolores reumáticos (artritis), inflamaciones crónicas, rigidez articular, lumbalgias, dolores articulares o musculares; y enfermedades a la piel como el acné o soriasis” (Guiafitness, 2019).

2.2.2 Aguas termales con fines recreacionales

“Desde tiempos ancestrales las aguas termales han sido parte de rituales de purificación y renovación. En la actualidad, es también con fines de recreación termal no es solo uno de los tipos de turismo de moda, sino también una fuente de salud y bienestar para aquellos que buscan beneficiarse de las aguas mineromedicinales. La recreación termal también conocido como turismo de aguas termales es una alternativa para viajeros que buscan tratamientos naturales para atacar o prevenir distintas dolencias, relajarse o simplemente disfrutar de experiencias en parajes excepcionales” (Aminitez, 2022).

A diferencia de otros tipos de recreación, La recreación termal destaca por ser un producto con un gran grado de especialización. La recreación de aguas termales también sobresale por las siguientes características:

- Ofrece al turista experiencias únicas que inciden en su bienestar, salud, apariencia física y estado emocional.
- Conjuga a la perfección con otros tipos de turismo como el rural, el gastronómico, el sostenible...
- Tiene una mayor capacidad de desestacionalización de la demanda. El turismo termal se puede disfrutar en cualquier época del año.

- Es un producto turístico muy especializado, pero con poder para la captación de distintos tipos de huéspedes: parejas, personas mayores, jóvenes, etc.
- La oferta turística termal puede perfectamente combinarse con otros productos o servicios relacionados: enología, gastronomía, cultura, naturaleza, deporte.

2.2.3 Características físicas de las aguas termales

“Existen dos tipos de aguas termales de acuerdo a su origen geológico, las magmáticas y las telúricas. El tipo de terreno del que aparecen es una de las principales diferencias entre ambas las aguas magmáticas nacen de filones metálicos o eruptivos, mientras que las telúricas pueden aparecer en cualquier lugar. a temperatura de las aguas magmáticas es más elevada que la de la telúrica. La primera tiene por lo general temperaturas mayores a los 50° C, mientras que las de origen telúrico pocas veces lo hacen. Por otro lado, gracias a que las aguas telúricas son filtradas, estas poseen menor cantidad de mineralización que las magmáticas. Los elementos más comúnmente encontrados en las aguas magmáticas son arsénico, boro, bromo, cobre, fósforo y nitrógeno. Las aguas telúricas tienen por lo general bicarbonatos, cloruros, sales de cal y otros. Una característica importante de las aguas termales es que se encuentran ionizadas. Existen dos tipos de iones, los positivos y los negativos. Contrario a su nombre, los positivos no le traen beneficios al cuerpo humano, y por el contrario, son irritantes. En cambio, los iones negativos tienen la capacidad de relajar el cuerpo. Las aguas termales se encuentran cargadas con iones negativos” (GeoSalud, 2019).

2.2.4 Clasificación de las aguas de acuerdo a su temperatura

- Aguas Hipertermales Más de 45° C
- Aguas Meso termales o calientes De 35 ° a 45° C
- Aguas Hipotermas o poco frías De 21 ° a 35 ° C

- Aguas frías Menos de 20 ° C

2.2.5 El origen del calor de los baños termales

“La observación directa de las zonas más superficiales de la Litosfera y las medidas de temperatura en sondeos profundos han proporcionado datos que demuestran el gradual aumento de la temperatura de la Tierra con la profundidad. Dicho gradiente, muy variable de unas regiones a otras en función de la conductividad térmica de las rocas y del flujo de calor existente desde el interior de la Tierra hacia su superficie, es de unos 3°C por cada 100 m de profundidad y se le denomina Gradiente Geotérmico. El estudio de la distribución del flujo calorífico en la superficie terrestre demuestra como existen dos tipos de regiones muy diferentes: zonas que pueden denominarse normales, que cubren más de un noventa por ciento de la corteza terrestre, con un flujo medio de 1,4 pcal/cm².seg y un aumento de la temperatura de 3°C cada 100 metros de profundidad, y zonas anormalmente calientes donde el flujo puede ser de dos y hasta diez veces superior al normal, lo que equivale a gradientes geotérmicos de 15 a 50 °C cada 100 metros. Las zonas denominadas normales comprenden en particular las grandes cuencas sedimentarias, los escudos continentales, dominios externos y plataformas de las cordilleras alpinas periféricas y las vastas llanuras abisales situadas a una media de 4.000 metros bajo el nivel del mar. Las zonas anormalmente calientes se encuentran en regiones de actividad volcánica reciente o de gran actividad sísmica, como es el caso de las dorsales medio-oceánicas, arcos insulares, etc. A la vista de las cifras antes mencionadas es necesario pensar en la existencia de alguna gran fuente de calor que haya sido o sea capaz de generar esa gran cantidad de calor. La teoría más aceptada a nivel mundial es que el origen de la energía calorífica de nuestro planeta se debe en gran parte a la radiactividad de las rocas. Todas las rocas de la corteza terrestre tienen pequeñas cantidades de elementos radiactivos, entre los que se

encuentran el UZ3, U235, Th232, yel K40. Estos elementos se desintegran paulatinamente a través de una serie de reacciones nucleares hasta transformarse en Pb los tres primeros y en Calcio 40 el último, liberando suficiente energía como para producir el flujo de calor que se observa en la superficie terrestre y para mantener las altas temperaturas que se detectan bajo la misma. En los siguientes cuadros puede observarse la generación de calor por los elementos radiactivos mencionados y la producción media de calor en las rocas” (Pinuaga Espejel, 1995).

Cuadro N° 1: Generación de calor por los isótopos radiactivos y sus productos de desintegración

Generación de calor por los isótopos radiactivos y sus productos de desintegración				
Isótopos	Decae a	Vida media (10 ⁹ años)	Proporción de Isótopo %	Generación de calor (1) ¹ cal/gr.año
U ²³⁸	Pb ²⁰⁶	4,50	99,27	0,70
U ²³⁵	Pb ²⁰⁷	0,71	0,72	0,03
Th ²³²	Pb ²⁰⁸	13,90	100	0,20
K ⁴⁰	Ca ⁴⁰ A ⁴⁰	1,31	0,012	27.10 ⁻⁵

Fuente: Bullard E., 1973

Cuadro N° 2: Producción media de calor en rocas

Tipo de roca	Concentración			Producción de calor (ucal/gr.año)			
	U p.p.m.	Th p.p.m.	K %	U	Th	K	TOTAL
Granito	4,7	20	3,4	3,4	4	0,9	8,3
Basalto	0,6	2,7	0,8	0,44	0,54	0,23	1,21
Peridotita	0,016	0,004	0,0012	0,012	0,001	0,0003	0,013

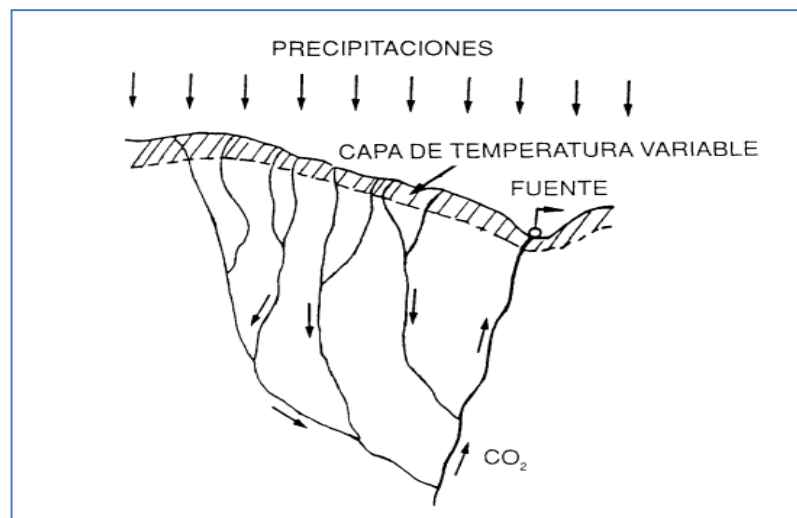
Fuente: Bullard E., 1973

2.2.6 Origen de las Aguas Termales

“Las aguas de origen meteórico que se infiltran en el subsuelo descienden por gravedad hacia capas más profundas, elevando su temperatura en el curso

de su circulación subterránea. Estas aguas pueden ascender posteriormente hasta la superficie, a través de las fisuras y fracturas existentes en las rocas, gracias a ciertos mecanismos de surgencia que se comentarán más adelante. Este es sin lugar a dudas el origen más frecuente de las aguas termales, denominándose comúnmente origen geotérmico (ver fig, 1). Las características físico-químicas de estas aguas vienen dadas por la de los terrenos de donde provienen. Por ello, su contenido en sales, su temperatura y las características hidrológicas son muy variables. No obstante, su temperatura en el punto de surgencia raramente supera los 35-40 °C” (Pinuaga Espejel, 1995).

Figura N° 1: Esquema del Origen Meteórico de las Aguas Termales

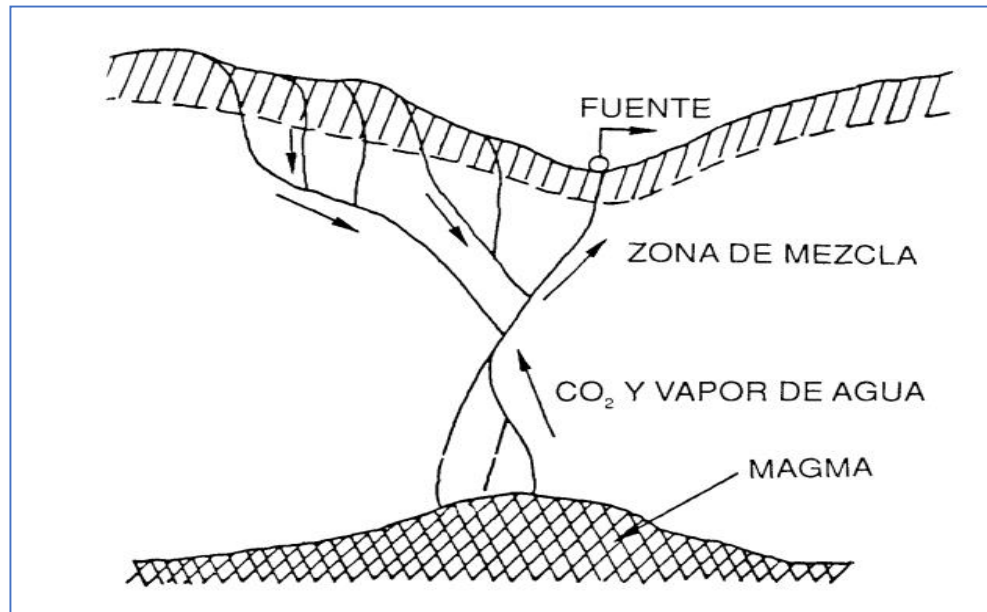


Fuente: Pinuaga Espejel, 1995

“En algunos casos, sin embargo, la sola circulación de las aguas de origen meteórico en profundidad no permite explicar satisfactoriamente las características físico-químicas de las aguas termales, debiéndoles atribuir un origen endógeno, es decir magmático, volcánico y químico. Respecto a las aguas de origen magmático se puede afirmar que existe la posibilidad de que como consecuencia de la cristalización de los magmas se liberen constituyentes volátiles que pueden escaparse en forma de fumarolas, compuestas esencialmente de hidrógeno y vapor de agua, junto con elementos como fluor,

cloro, azufre, carbono, fósforo y boro. Así, se ha calculado que al fundirse un km³ de granito se liberarían 26 millones de toneladas de agua (1 kg de granito produce 10 gr. de agua). Según los estudios de Sosman, confirmados por B. Geze, una intrusión magmática con una potencia de 1000 metros contendría un 5% en peso de agua y al enfriarse lentamente podría producir durante un millón de años una cantidad de agua de unos 23,8 litros de agua por minuto y por kilómetro cuadrado. La composición en sales y la temperatura de estas aguas termales de origen endógeno, con independencia de la roca de la que proceden, son relativamente constantes y de carácter hipertermal. De forma análoga, las aguas juveniles o endógenas pueden también proceder de la consolidación de lavas y de vapor de agua de origen volcánico, acompañados generalmente de gases como el anhídrido carbónico, nitrógeno, sulfhídrico, fluorhídrico, etc. Hasta hace no muchos años, ciertos vulcanólogos se resistían a admitir que los volcanes produjesen agua, hecho que en la actualidad está totalmente probado, al igual que la relación existente entre algunas fuentes de aguas termales y ciertas manifestaciones volcánicas. De igual forma, hay que tener en cuenta que ciertas reacciones químicas de carácter intenso en el seno de la corteza terrestre pueden liberar agua, y que algunos sedimentos al depositarse sobre los fondos marinos dan lugar a un proceso de oclusión de parte del agua de arrastre, originando las denominadas aguas fósiles, particularmente ricas en cloruro sódico (Na Cl), bromo (5r) y Yodo (1). No obstante, las aguas termales pueden tener también un origen mixto, por mezcla de aguas meteóricas de infiltración reciente con aguas endógenas o fósiles” (Figura N° 2) (Pinuaga Espejel, 1995)

Figura N° 2: Esquema del Origen Mixto de las Aguas Termales



Fuente: Pinuaga Espejel, 1995

2.2.7 Normativa ambiental y social en materia de baños termales

- **Categoría I, Subcategoría B de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, según D.S. N° Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM y Disposiciones Complementarias.**

Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo que se ubican en zonas marino costeras o continentales. B1. Contacto primario Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto primario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de actividades como la natación, el esquí acuático, el buceo libre, el surf, el canotaje, la navegación en tabla a vela, la moto acuática, la pesca submarina o similares:

Cuadro N° 3: Aguas superficiales destinadas para recreación

Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
FÍSICOS- QUÍMICOS			
Aceites y Grasas	mg/L	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,08	**
Color	Color verdadero Escala Pt/Co	Sin cambio normal	Sin cambio normal
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	30	50
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	Ausencia de espuma persistente
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos (NO ₃ -N)	mg/L	10	**
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	1	**
Olor	Factor de dilución a 25° C	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,0 a 9,0	**
Sulfuros	mg/L	0,05	**
Turbiedad	UNT	100	**
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	**

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
Berilio	mg/L	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,01	**
Cobre	mg/L	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	**
Níquel	mg/L	0,02	**
Plata	mg/L	0,01	0,05
Plomo	mg/L	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	200	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	Ausencia	Ausencia
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**
<i>Giardia duodenalis</i>	N° Organismo/L	Ausencia	Ausencia
Enterococos intestinales	NMP/100 ml	200	**
<i>Salmonella spp</i>	Presencia/100 ml	0	0
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia

Nota 2:

- UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad.
- NMP/100 ml: Número más probable en 100 ml.
- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Fuente: ECA de Agua

- Ley N° 25207: Declaran Que las Aguas Termomedicinales Denominadas 'aguas Termales de Tambochaca', Serán Administradas por la Comunidad Campesina de Tambochaca

Declaran que las aguas termomedicinales denominadas "Aguas Termales de Tambochaca", serán administradas por la Comunidad Campesina de Tambochaca

LEY N° 25207

EL PRESIDENTE DE LA REPUBLICA

POR CUANTO:

HA DADO LA LEY SIGUIENTE:

El Congreso de la República del Perú;

Ha dado la ley siguiente:

Artículo 1°. — Declárase que las aguas termomedicinales denominadas "Aguas Termales de Tambochaca", ubicadas en el territorio geográfico de la Comunidad Campesina de Tambochaca, del Distrito de Yanahuasca, de la Provincia Daniel A. Carrión, del Departamento de Pasco, serán administradas por esta Comunidad Campesina previo cumplimiento de las disposiciones específicas vigentes.

Artículo 2°. — El Ministerio de Agricultura, y el Ministerio de Salud quedan encargados del cumplimiento de la presente ley.

Artículo 3°. — Esta ley rige desde el día siguiente de su publicación en el Diario Oficial "El Peruano".

Comuníquese al Presidente de la República para su promulgación.

Casa del Congreso, en Lima, a los veintidós días del mes de marzo de mil novecientos noventa.
HUMBERTO CARRANZA PIEDRA, Presidente del Senado.

LUIS ALVARADO CONTRERAS, Presidente (e) de la Cámara de Diputados.

RUPERTO FIGUEROA MENDOZA, Senador Primer Secretario.

JORGE SANCHEZ FARFAN, Diputado Primer Secretario

Al Señor Presidente Constitucional de la República.

POR TANTO:

Mando se publique y cumpla

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los cinco días del mes de abril de mil novecientos noventa.

ALAN GARCIA PEREZ, Presidente Constitucional de la República.

ISAAC ROBERTO ANGELES LAZO, Ministro de Agricultura.

PAUL CARO GAMARRA, Ministro de Salud.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1 Aguas termales

“Aguas cuya temperatura de surgencia sea superior en cuatro grados centígrados a la media anual del lugar donde alumbren” (Real academia 2019).

2.3.2 Agua

“El agua es un recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan, y la seguridad de la Nación” (Minam, 2012).

2.3.3 Agua Subterránea

“Se consideran aguas subterráneas las que dentro del ciclo hidrológico, se encuentran en la etapa de circulación o almacenadas debajo de la superficie del terreno y dentro del medio poroso, fracturas de las rocas u otras formaciones geológicas, que para su extracción y utilización se requiere la realización de obras específicas” (Minam, 2016).

2.3.4 Autorización de vertimiento

“Es el otorgamiento de una autorización a través de la certificación ambiental, por el organismo correspondiente, cumpliendo los LMP y la implementación progresiva de los ECA, que comprende el sistema de tratamiento de aguas residuales y el efecto del vertimiento en el cuerpo receptor, sujeta a un pago en función a la cantidad y calidad del efluente en cuestión” (Minam, 2016).

2.3.5 Calidad de agua

“Calidad del agua es un término usado para describir las características químicas, físicas y biológicas del agua. La calidad del agua depende principalmente del uso que se le va a dar. No es simplemente decir que: "esta agua está buena," o "esta agua está mala." Agua perfectamente apropiada para lavar un automóvil puede no ser lo suficientemente de buena calidad para agua

potable a servirse en un banquete en honor de la Reina de Inglaterra” (USGS, 2019).

2.3.6 Concentración

“La relación de una sustancia disuelta o contenida en una cantidad dada de otra sustancia” (Minam, 2016).

2.3.7 Contaminante

“Cualquier sustancia química que no pertenece a la naturaleza del suelo o cuya concentración excede la del nivel de fondo susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o el ambiente” (Minam, 2016).

2.3.8 Efluente

“Descarga directa de aguas residuales que son descargadas al ambiente, cuya concentración de sustancias contaminantes es medida a través de los Límites Máximos Permisibles (LMP)” (Minam, 2016).

2.3.9 Licencia de Uso de Agua

“La licencia de uso del agua es un derecho de uso mediante el cual la Autoridad Nacional, con opinión del Consejo de Cuenca respectivo, otorga a su titular la facultad de usar este recurso natural, con un fin y en un lugar determinado, en los términos y condiciones previstos en los dispositivos legales vigentes y en la correspondiente resolución administrativa que la otorga” (Minam, 2016).

2.3.10 Plan de muestreo

“Documento que contiene la información y programación relacionada con cada una de las etapas que conforman el muestreo y señala los criterios para la toma de muestras” (Minam, 2016).

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

La calidad de agua de los baños termales de Tambochaca con fines recreacional, distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión de la región Pasco cumple con los estándares de calidad ambiental de agua para categoría 1.

2.4.2. Hipótesis Específicos

- a. La calidad física del agua de los baños termales de Tambochaca con fines recreacional, distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión de la región Pasco cumple con los estándares de calidad ambiental de agua para categoría 1.
- b. La calidad química del agua de los baños termales de Tambochaca con fines recreacional, distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión de la región Pasco cumple con los estándares de calidad ambiental de agua para categoría 1.
- c. La calidad microbiológica del agua de los baños termales de Tambochaca con fines recreacional, distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión de la región Pasco cumple con los estándares de calidad ambiental de agua para categoría 1.

2.5. Identificación de las variables

De acuerdo a la ecuación:

$$Y = f(X)$$

Donde:

Y = Variable dependiente y

X = Variable independiente

2.5.1 Variable dependiente

Aguas de los baños termales de Tambochaca con fines recreacional.

2.5.2 Variable independiente

Calidad física, química y microbiológica.

2.5.3 Variable interviniente

Caudal, Temperatura

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

La operacional de variables e indicadores son las siguientes:

Cuadro N° 4: Operacionabilidad de Variables e Indicadores

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
<p>Variable Independiente</p> <p>Calidad física, química y microbiológica.</p>	<p>Programación</p> <hr/> <p>Implementación y operación</p> <hr/> <p>Verificación</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cumplimiento de protocolo de monitoreo de Recursos Hídricos. ✓ Parámetros físicos <ul style="list-style-type: none"> - pH - Temperatura - Conductividad ✓ Parámetros Químicos <ul style="list-style-type: none"> - Metales Totales - Aniones, Cationes ✓ Microbiológico <ul style="list-style-type: none"> - Coliformes Totales y fecales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Monitoreo ▪ Análisis
<p>Variable Dependiente</p> <p>Aguas de los baños termales de Tambochaca con fines recreacional</p>	<p>Identificación de puntos de monitoreo</p> <hr/> <p>Monitoreo de agua</p> <hr/> <p>Análisis de agua</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cumple la categoría I, Subcategoría B de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, según D.S. N° Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Monitoreo ▪ Análisis

Fuente: Propias de la investigación

CAPÍTULO III

MÉTODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

El estudio es de tipo descriptivo donde se detalla las características y parámetros físicas, químicas y microbiológicas en cumplimiento de los estándares de calidad ambiental de agua para categoría 1, según D.S. N° Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo analítico, ya que describió y analizó

3.3. Método de investigación

La investigación se realizó de la siguiente manera:

- Observación del área de estudio
- Establecimiento de dos puntos de muestreo.
- Toma de muestras de acuerdo al protocolo de los recursos hídricos.
- Los análisis fisicoquímicos se realizaron para determinar parámetros: Temperatura, pH, conductividad, salinidad, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, sulfuros, sodio, dureza total y dureza de calcio, además los metales totales.
- El análisis microbiológico se realizó para determinar coliformes totales y fecales.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es no experimental, transeccional ya que se realizó el monitoreo, análisis e interpretación datos en un solo tiempo.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población y Muestra

Población

La población está compuesta por el total de las aguas termales que es gestionada con fines recreacionales.

Muestra

La muestra está representada por dos puntos de monitoreo: una muestra antes de la entrada a las piscinas y la segunda muestra a la salida de las piscinas.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

Cadena de Custodia

Se recolecto información de campo principalmente para resultados de parámetros físicos, donde la cadena de custodia es la ficha que se utiliza para ser llenado en campo.

Recolección y Análisis de Muestras

Las muestras se tomaron a la entrada y salida de aguas de los baños termales de Tambochaca y fueron analizadas en un laboratorio autorizado por INACAL.

3.6.2. Instrumentos

- GPS
- Frascos de 500 mL para toma de muestras.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Procedimiento de Selección. - La selección de puntos de monitoreo fue antes y después de su uso en las piscinas de recreación.

Procedimiento de confiabilidad de los instrumentos de investigación. - Los instrumentos utilizados están acorde al protocolo de toma de muestras y su análisis por un laboratorio autorizado por INACAL.

3.8. Técnicas de procesamientos y análisis de datos

- ✓ Se ordenó y codificó los datos obtenidos del monitoreo.
- ✓ Los resultados de los análisis físicos, químicos y microbiológicos del Laboratorio fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas.

3.9. Tratamiento estadístico

Para el presente estudio los resultados del análisis de agua realizado por el INACAL fueron graficados en gráficos estadísticos para su mejor comprensión.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

Los resultados obtenidos en la investigación servirán para prevenir y tomar decisiones para el mejor uso de los baños termales de Tambochaca lo cual fue formulada por mi persona de manera ética.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción del trabajo de campo

4.1.1 Ubicación de la zona de estudio

Las Aguas Termales de Tambochaca, está ubicada en la región natural Quechua a una altitud de 3,314 m.s.n.m. Está rodeado de montañas y el río Chaupihuaranga, sus aguas termales provienen del Manantial Juchuragra, está ubicado en Tambochaca que pertenece al distrito de Yanahuanca de la provincia de Daniel Alcides Carrión. Desde la capital de región Pasco (Cerro de Pasco) se va desde la ruta por carretera más corta desde **Cerro De Pasco a Yanahuanca**, la distancia es de **88 Km** y la duración aproximada del viaje de **1h 30 min**, desde Yanahuanca a Tambochaca donde se encuentra los **baños termales de Tambochaca** se encuentran a 6 km, en la ruta que va hacia **Oyón**, desde Lima, los visitantes también pueden optar por la ruta alterna hacia Sayán - Churín - Oyón para llegar a estas fuentes medicinales, por otro lado los viaje que habitualmente es realizado siguiendo la ruta hacia la izquierda, partiendo de La Oroya” (Turismo Perú, 2020)..

Mapa N° 1: Ubicación de los Baños de Tambochaca-Yanahuanca



Fuente: Elaboración Propia

4.1.2 Infraestructura de los baños termales de Tambochaca

La infraestructura diseñada para el aprovechamiento turístico de las bondades termales de sus aguas; hace que cuenten con una piscina de aproximadamente 12x25 metros, construido de concreto armado y revestido con mayólicas, la que es alimentada del agua termal mediante un sistema de viaductos conectados desde el ojo del agua hasta la piscina. También cuenta con pozas individuales recubiertas con mayólicas, al que llega el agua termo medicinal mediante el sistema de viaductos similar al de la piscina. Cuenta con 8 vestidores y 2 servicios higiénicos para damas y caballeros. En el entorno de las aguas termales están ubicadas unas viviendas de los pobladores locales construidas

con adobe con techo de dos aguas brindándole a la zona una vista paisajística propia de la sierra andina de Yanahuanca (Lugares turísticos, 2021).

Imagen N° 3: Infraestructura de los baños termales de Tambochaca



Fuente: Propias de la investigación

Imagen N° 4: Infraestructura de los baños termales de Tambochaca



Fuente: Propias de la investigación

4.1.3 Composición de las aguas termales de Tambochaca

Son aguas termales que emergen del subsuelo de forma espontánea de un ojo de agua, luego este es represado por un depósito mediano de concreto. El grado de temperatura de sus aguas fluctúa entre los 70 a 80°C; las características estas aguas son incolora, inodora, alcalino metálico ligeramente con depósitos de sales ferrosas, también contiene dióxido de carbono y tiene un pH de 7.1 por lo que es clasificado como sódica clorurada y bicarbonatada. Los pobladores de la zona usan sus aguas termo medicinales para curar enfermedades respiratorias, bronquiales, reumáticas y nerviosas, así como en la práctica de terapias con hierbas silvestres de la zona (Lugares turísticos, 2021).

4.1.4 Ubicación de Puntos de Monitoreo

Los puntos de monitoreo para nuestra investigación estuvieron comprendidos por los puntos antes y después de su uso en las piscinas de recreación, para más detalle mostramos en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 5: Ubicación de los puntos de monitoreo

N°	Código	Descripción	Coordenadas en WGS-1984	
			ESTE	NORTE
1.-	V-1	Afloración de las aguas de manantial Tambochaca - antes del uso en las piscinas Tambochaca.	330690.63	8839864.62
2.-	V-2	Efluente después del uso en las piscinas Tambochaca	330708.46	8839883.76

Fuente: Elaboración propia

En los puntos de monitoreo identificados mencionados en el cuadro anterior se realizó la toma de muestras para determinar las características de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos tal como se observa en las imágenes siguientes:

Imagen N° 5: Vista de la toma de muestras en el punto V-1- Tambochaca.



Fuente: Propias de la investigación

Imagen N° 6: Vista de las muestras tomadas en el punto V-1- Tambochaca.



Fuente: Propias de la investigación

Imagen N° 7: Vista de la toma de muestras en el punto V-2- Tambochaca.



Fuente: Propias de la investigación

Imagen N° 8: Vista de las muestras tomadas en el punto V-2- Tambochaca.



Fuente: Propias de la investigación

4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados.

4.2.1 Resultados de la Calidad de agua de los Baños Termales de Tambochaca

Para evaluar la calidad de agua se realizó el análisis de aguas en el laboratorio “Servicios Analíticos Generales” acreditado por INACAL del cual tenemos los siguientes resultados:

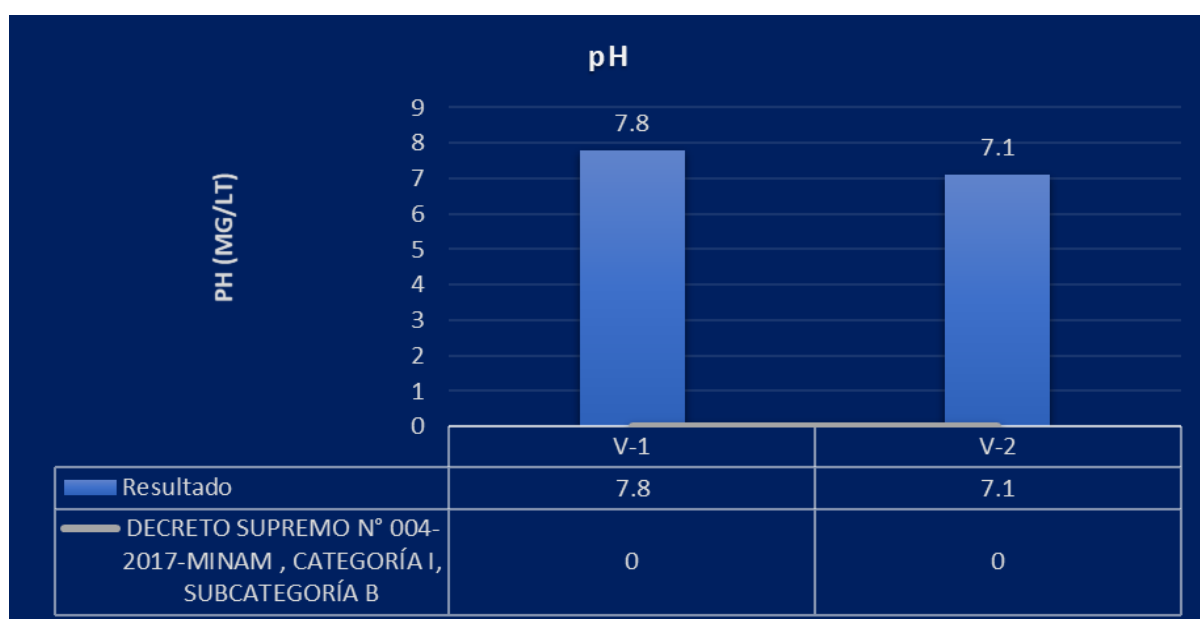
4.2.1.1 Resultados de la Calidad Física de los Baños Termales de Tambochaca

Cuadro N° 6: Resultados de Parámetro Físico de los Baños Termales de Tambochaca

PARÁMETRO	NORMATIVA	V-1	V-2
pH	Resultado	7.8	7.1
	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, Categoría I, Subcategoría B	6.0-9.0	6.0-9.0

Fuente: Servicios Analíticos Generales

Gráfico N° 1: Resultados de Parámetro Físico de los Baños Termales de Tambochaca



Fuente: Elaboración propia

Interpretación de Resultados de potencial de hidrogeno (pH)

En base a los Estándares de Calidad Ambiental para Agua - Categoría I, Subcategoría B del DS-004-2017 MINAM, para el parámetro potencial de hidrogeno (pH) el estándar permitido es de 6 – 9; en base ello en el cuadro N° 03 y grafico N° 01 los resultados en los puntos V-1 (Afloración de las aguas de manantial Tambochaca - antes del uso en las piscinas Tambochaca) y V-2 (Efluente después del uso en las piscinas Tambochaca) se muestran que los resultados se encuentran dentro del estándar de calidad ambiental para agua permitido ya que en el punto V-1 es de 7.8 y V-2 es de 7.1. Determinándose que el pH del agua en ambos puntos es neutras.

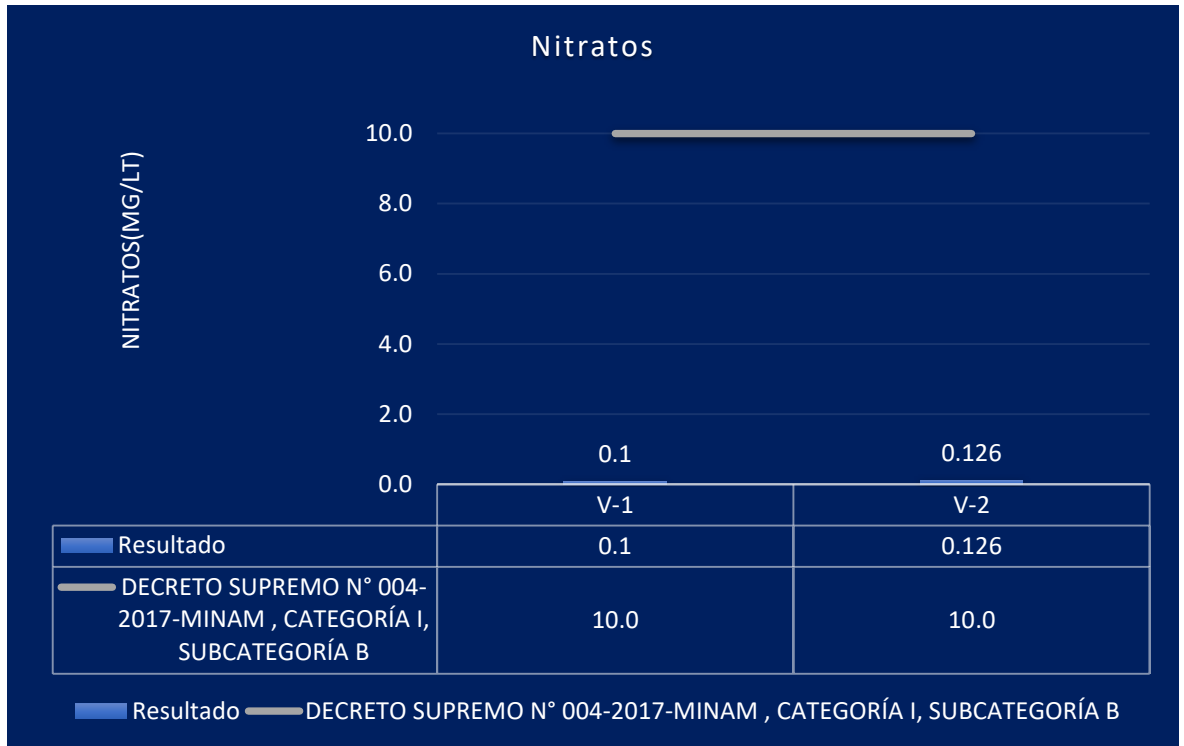
4.2.1.2 Resultados de la Calidad Química de los Baños Termales de Tambochaca

Cuadro N° 7: Resultados de Parámetro Químicos de los Baños Termales de Tambochaca

PARÁMETRO		NORMATIVA	V-1	V-2
Nitratos		Resultado	0.1	0.126
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	10.0	10.0
Sulfuros	mg/l	Resultado	0.002	0.002
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	0.050	0.050

Fuente: Servicios Analíticos Generales

Gráfico N° 2: Resultados de Parámetro Nitratos de los Baños Termales de Tambochaca

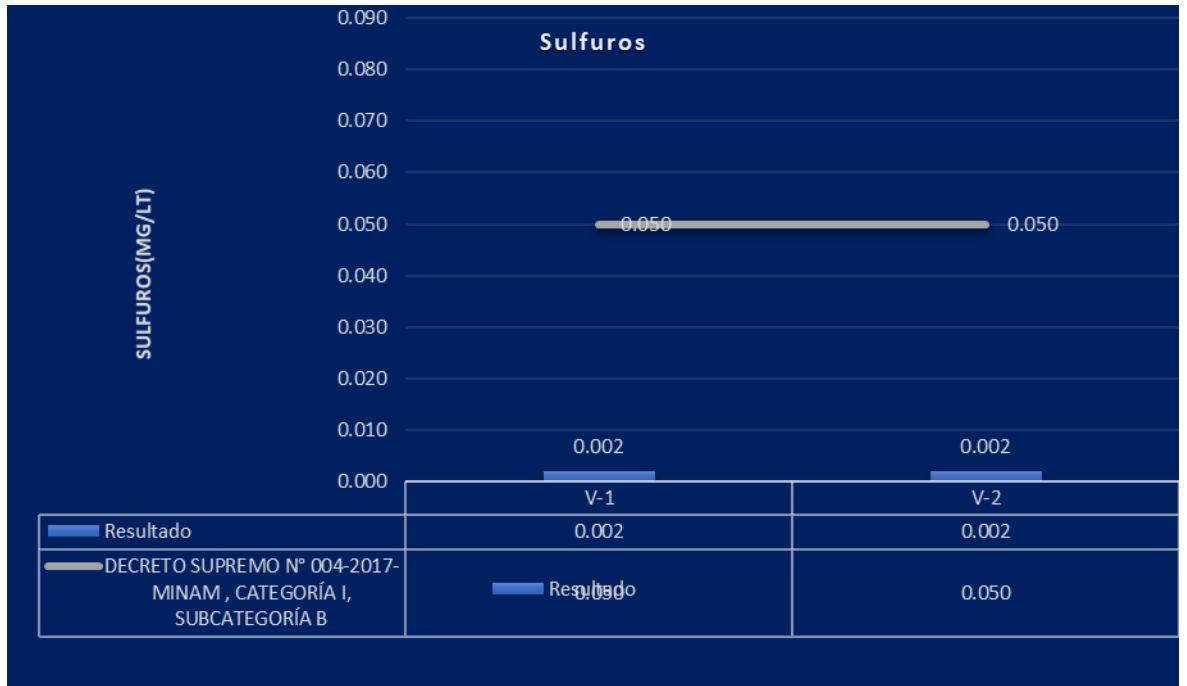


Fuente: Elaboración propia

Interpretación de Resultados de Nitratos

En base a los Estándares de Calidad Ambiental para agua - Categoría I, Subcategoría B del DS-004-2017 MINAM, para los **Nitratos** el estándar permitido es de 10.0 mg/l; en base ello en el cuadro N° 04 y gráfico N° 02 los resultados en los puntos V-1 (Afloración de las aguas de manantial Tambochaca - antes del uso en las piscinas Tambochaca) y V-2 (Efluente después del uso en las piscinas Tambochaca) se muestran que los resultados se encuentran dentro del estándar de calidad ambiental para agua permitido ya que en el punto V-1 es de 0.1 mg/lt y V-2 es de 0.126 mg/lt, determinando que los Nitratos del agua en ambos puntos se encuentran dentro de lo permitido.

Gráfico N° 3: Resultados de Parámetro Sulfuros de los Baños Termales de Tambochaca



Fuente: Elaboración propia

Interpretación de Resultados de Sulfuros

En base a los Estándares de Calidad Ambiental para agua - Categoría I, Subcategoría B del DS-004-2017 MINAM, para los **Sulfuros** el estándar permitido es de 0.050 mg/l; en base ello en el cuadro N° 04 y gráfico N° 02 los resultados en los puntos V-1 (Afloración de las aguas de manantial Tambochaca - antes del uso en las piscinas Tambochaca) y V-2 (Efluente después del uso en las piscinas Tambochaca) se muestran que los resultados se encuentran dentro del estándar de calidad ambiental para agua permitido ya que en el punto V-1 es de 0.002 mg/lit y V-2 es de 0.002 mg/lit, determinando que los Sulfuros del agua en ambos puntos se encuentran dentro de lo permitido.

**Cuadro N° 8: Resultados de Parámetro Químicos (Metales) de los Baños
Termales de Tambochaca**

PARÁMETRO		NORMATIVA	V-1	V-2
Litio (Li)	mg/l	Resultado	6.29703	5.87823
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Berilio (Be)	mg/l	Resultado	0.00063	0.00126
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	0.040	0.0400
Boro (B)	mg/l	Resultado	7.083	7.354
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	0.5	0.5
Sodio (Na)	mg/l	Resultado	408.307	382.080
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Magnesio (Mg)	mg/l	Resultado	49.146	47.084
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Aluminio (Al)	mg/l	Resultado	<0.004	<0.004
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	0,2	0,2
Silicio (Si)	mg/l	Resultado	23.581	26.821
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Sílice (SiO ₂)	mg/l	Resultado	50.463	57.397
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Silicato (SiO ₃)	mg/l	Resultado	63.900	72.690
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Fosforo (P)	mg/l	Resultado	0.004	0.004
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Potasio (K)	mg/l	Resultado	73.013	70.955

		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Calcio (Ca)	mg/l	Resultado	192.314	190.625
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Titanio (Ti)	mg/l	Resultado	0.00039	0.00046
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Vanadio (V)	mg/l	Resultado	0.00036	0.00035
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	0,1	0,1
Cromo (Cr)	mg/l	Resultado	<0.002	<0.002
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	0,05	0,05
Manganeso (Mn)	mg/l	Resultado	0.607571	0.583216
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	0.1	0.1
Hierro (Fe)	mg/l	Resultado	2.63148	2.3564
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	0.30	0.30
Cobalto (Co)	mg/l	Resultado	0.000156	0.000143
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Níquel (Ni)	mg/l	Resultado	0.00033	0.00037
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	0,02	0,02
Cobre (Cu)	mg/l	Resultado	0.0004	0.0003
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	2	2
Zinc (Zn)	mg/l	Resultado	0.00434	0.00222
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	3	3
Galio (Ga)	mg/l	Resultado	0.00003	0.00004
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____

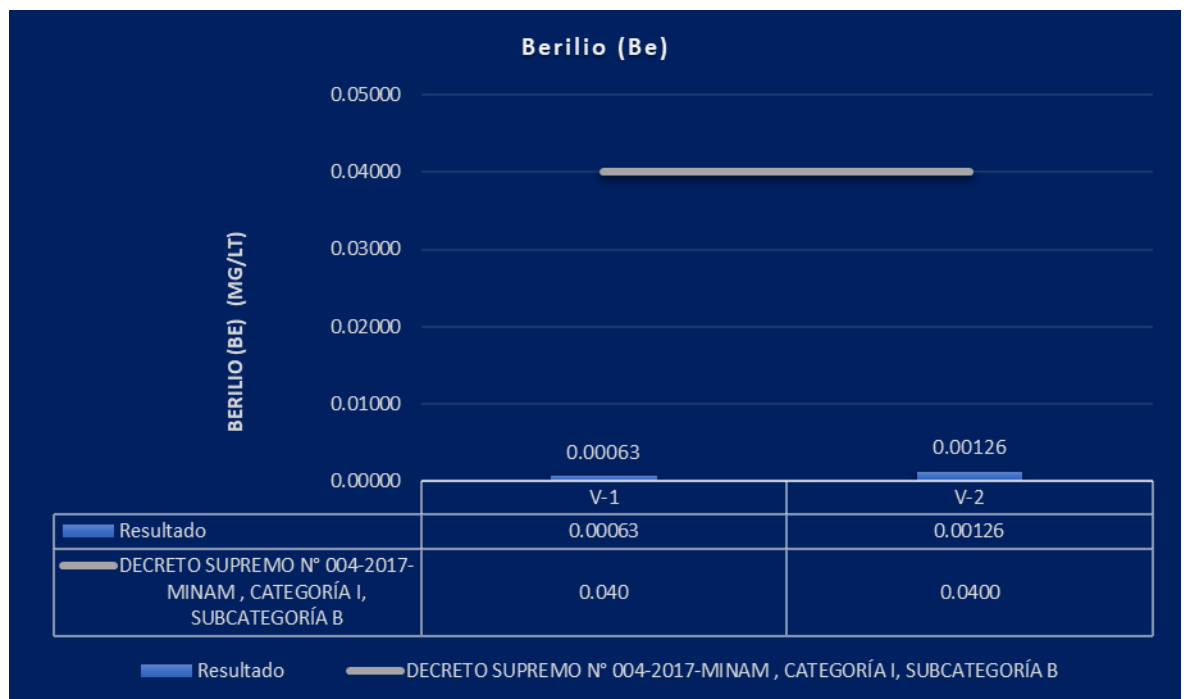
Germanio (Ge)	mg/l	Resultado	0.00860	0.00821
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Arsénico (As)	mg/l	Resultado	0.35662	0.32326
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	0.01	0.01
Selenio (Se)	mg/l	Resultado	<0.0002	<0.0002
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	0,01	0,01
Rubidio (Rb)	mg/l	Resultado	0.82162	0.81956
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Estroncio (Sr)	mg/l	Resultado	2.64230	2.6511
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Zirconio (Zr)	mg/l	Resultado	0.00021	0.00028
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Niobio (Nb)	mg/l	Resultado	0.00062	0.00041
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Molibdeno (Mo)	mg/l	Resultado	0.00011	0.00017
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Plata (Ag)	mg/l	Resultado	0.00039	0.0013
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	0,01	0,01
Cadmio (Cd)	mg/l	Resultado	<0.00002	<0.00002
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Indio (In)	mg/l	Resultado	<0.00002	0.000050
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Estaño (Sn)	mg/l	Resultado	<0.0004	<0.0004
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM,	_____	_____

		CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B		
Antimonio (Sb)	mg/l	Resultado	0.02800	0.0287
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	0,006	0,006
Cesio (Cs)	mg/l	Resultado	0.77562	0.8106
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Bario (Ba)	mg/l	Resultado	0.37593	0.38737
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	0,7	0,7
Lantano (La)	mg/l	Resultado	0.000010	0.000017
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM , CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Cerio (Ce)	mg/l	Resultado	0.000011	0.000022
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Terbio (Tb)	mg/l	Resultado	<0.00001	<0.00001
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Lutecio (Lu)	mg/l	Resultado	0.000002	0.000005
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Tantalio (Ta)	mg/l	Resultado	0.000050	0.000070
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Wolframio (W)/ Tungsteno	mg/l	Resultado	0.00732	0.00653
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Mercurio (Hg)	mg/l	Resultado	<0.00002	<0.00002
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	0,001	0,001
Talio (Tl)	mg/l	Resultado	0.00458	0.00470
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Plomo (Pb)	mg/l	Resultado	<0.0001	<0.0001

		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	0.01	0.01
Bismuto (Bi)	mg/l	Resultado	0.000022	0.000195
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Torio (Th)	mg/l	Resultado	0.000716	0.000807
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	_____	_____
Uranio (U)	mg/l	Resultado	0.00011	0.000203
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	0,02	0,02

Fuente: Servicios Analíticos Generales

Gráfico N° 4: Resultados de Berilio en los Baños Termales de Tambochaca



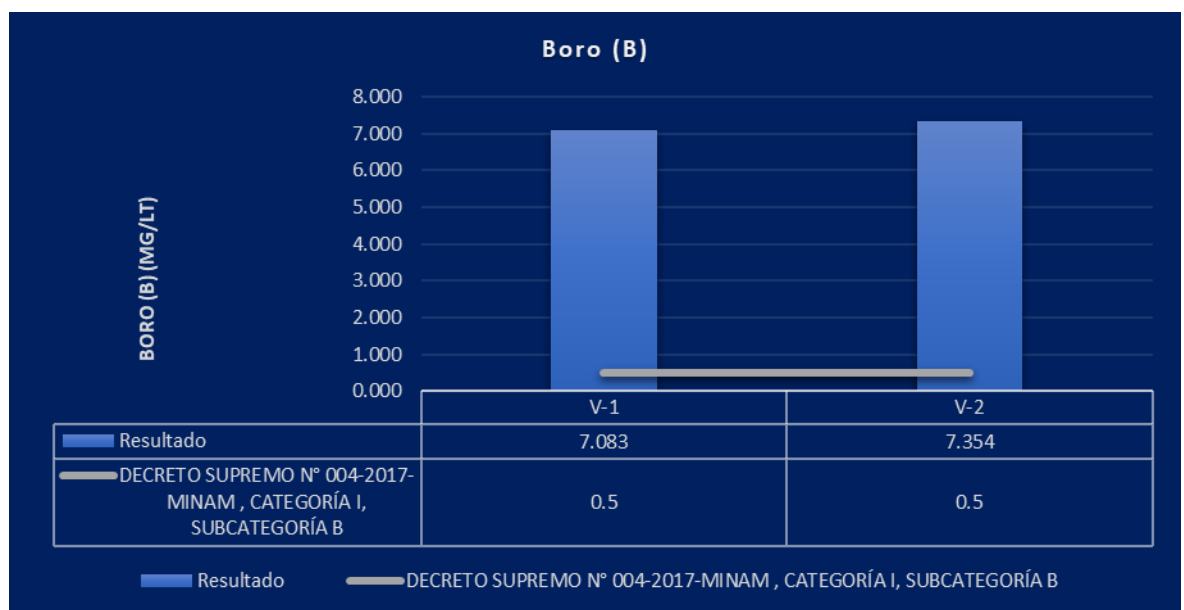
Fuente: Elaboración propia

Interpretación de Resultados de Berilio

En base a los Estándares de Calidad Ambiental para agua - Categoría I, Subcategoría B del DS-004-2017 MINAM, para el **Berilio** el estándar permitido es de 0.040 mg/l; en base ello en el cuadro N° 05 y gráfico N° 04 los resultados

en los puntos V-1 (Afloración de las aguas de manantial Tambochaca - antes del uso en las piscinas Tambochaca) y V-2 (Efluente después del uso en las piscinas Tambochaca) se muestran que los resultados se encuentran dentro del estándar de calidad ambiental para agua permitido ya que en el punto V-1 es de 0.00063 mg/lit y V-2 es de 0.00126 mg/lit, determinando que el Berilio del agua en ambos puntos se encuentran dentro de lo permitido.

Gráfico N° 5: Resultados de Boro en los Baños Termales de Tambochaca



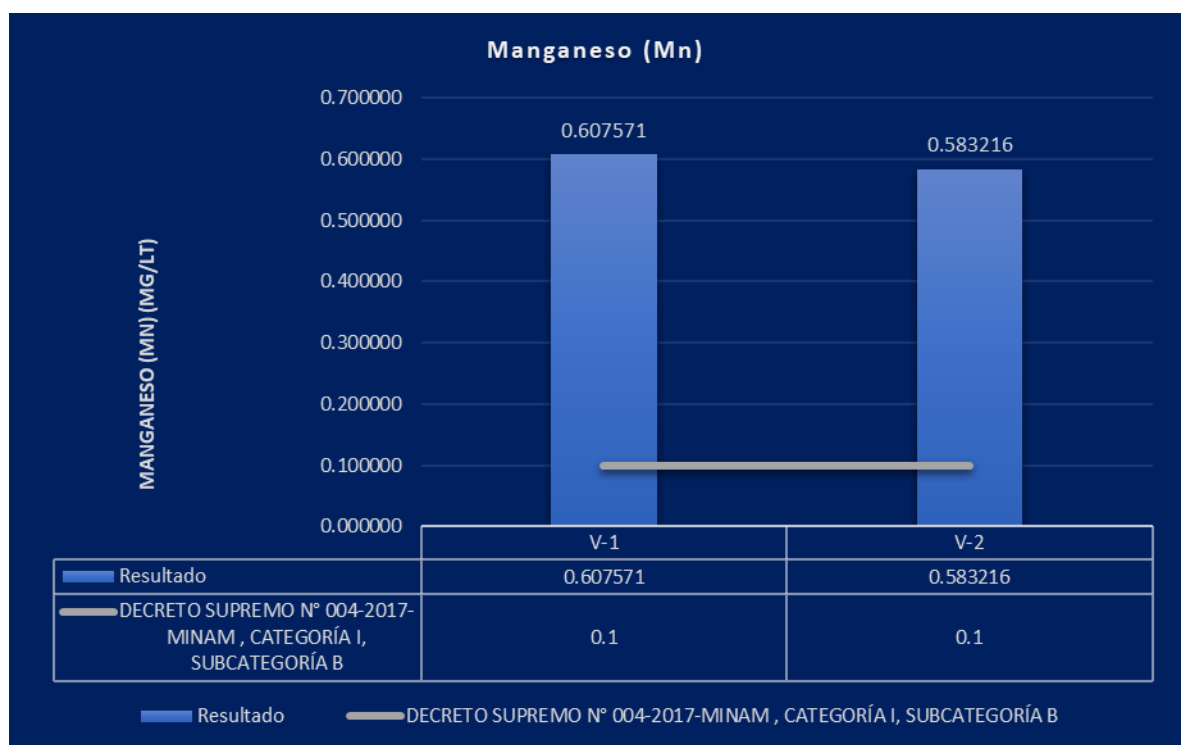
Fuente: Elaboración propia

Interpretación de Resultados de Boro

En base a los Estándares de Calidad Ambiental para agua - Categoría I, Subcategoría B del DS-004-2017 MINAM, para el **Boro** el estándar permitido es de 0.5 mg/l; en base ello en el cuadro N° 05 y gráfico N° 05 los resultados en los puntos V-1 (Afloración de las aguas de manantial Tambochaca - antes del uso en las piscinas Tambochaca) y V-2 (Efluente después del uso en las piscinas Tambochaca) se muestran que los resultados se encuentran superando los estándar de calidad ambiental para agua permitido ya que en el punto V-1 es de 7.083 mg/lit y V-2 es de 7.354 mg/lit, determinando que el Boro del agua en ambos puntos se encuentra superando casi 14 veces más de lo permitido, cabe

mencionar por el autor (Nutritienda de España, 2021) menciona que “El boro es un mineral necesario para el cuerpo humano, especialmente para mantener huesos y articulaciones fuertes, pero está en debate y estudio si es o no un mineral esencial para el ser humano. Puede encontrarse en diferentes formas como por ejemplo borato de sodio, quelato de boro o tetraborato de sodio decahidrato”.

Gráfico N° 6: Resultados de Manganeso en los Baños Termales de Tambochaca



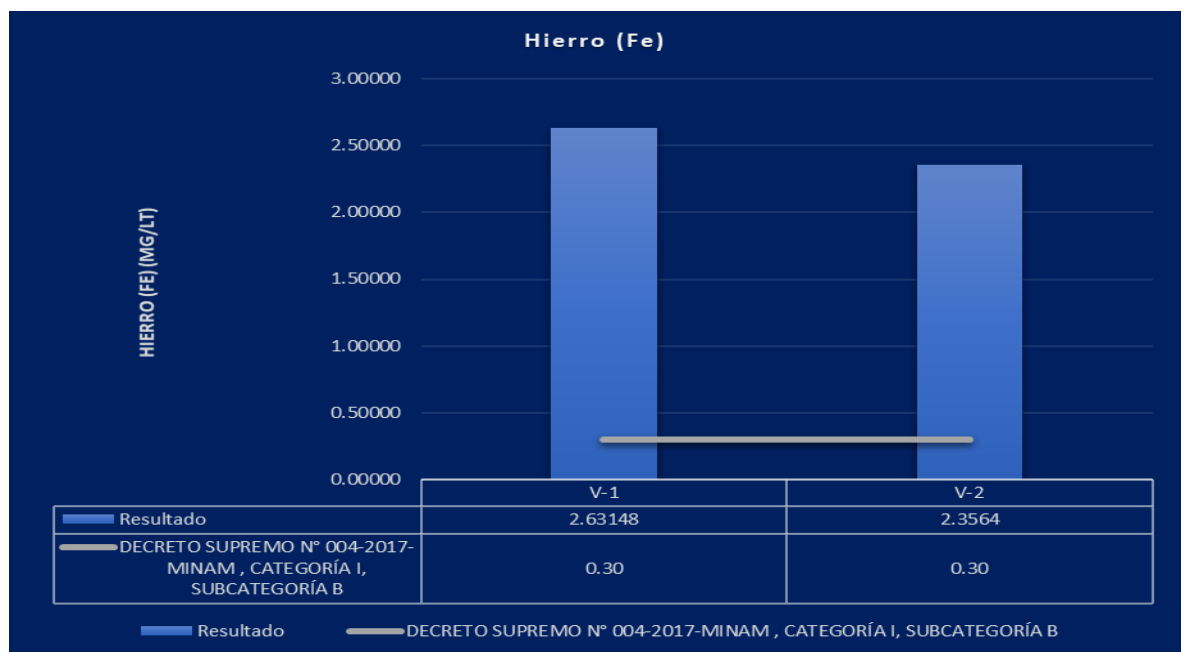
Fuente: Elaboración propia

Interpretación de Resultados de Manganeso

En base a los Estándares de Calidad Ambiental para agua - Categoría I, Subcategoría B del DS-004-2017 MINAM, para el **Manganeso** el estándar permitido es de 0.1 mg/l; en base ello en el cuadro N° 05 y grafico N° 06 los resultados en los puntos V-1 (Afloración de las aguas de manantial Tambochaca - antes del uso en las piscinas Tambochaca) y V-2 (Efluente después del uso en las piscinas Tambochaca) se muestran que los resultados se encuentra

superando los estándar de calidad ambiental para agua permitido ya que en el punto V-1 es de 0.607571 mg/lit y V-2 es de 0.583216 mg/lit, determinando que el Manganeso del agua en ambos puntos superan 6 veces más de lo permitido. El autor (National Institutes of Health, 2019) menciona que *“El manganeso es un mineral que necesita el organismo para mantenerse sano. El organismo usa el manganeso para producir energía y proteger las células. El organismo también necesita manganeso para fortalecer los huesos, para la reproducción, la coagulación sanguínea y para mantener un sistema inmunitario sano”*.

Gráfico N° 7: Resultados de Hierro en los Baños Termales de Tambochaca



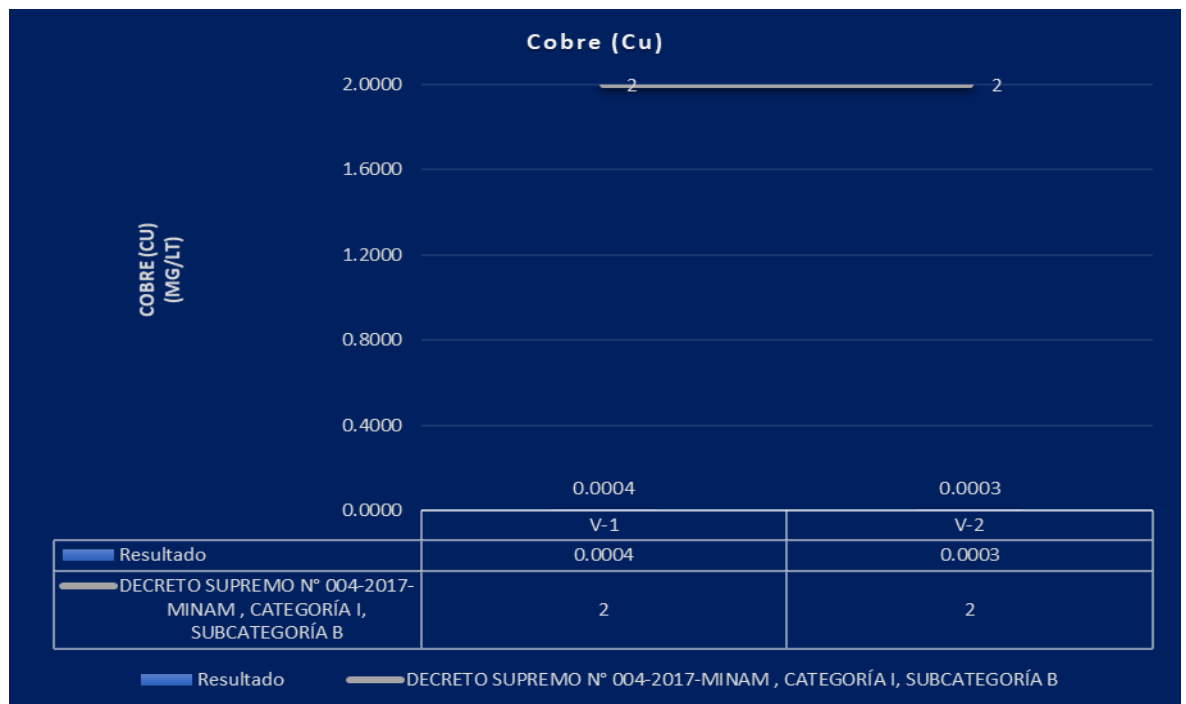
Fuente: Elaboración propia

Interpretación de Resultados de Hierro

En base a los Estándares de Calidad Ambiental para agua - Categoría I, Subcategoría B del DS-004-2017 MINAM, para el **Hierro** el estándar permitido es de 0.30 mg/l; en base ello en el cuadro N° 05 y gráfico N° 07 los resultados en los puntos V-1 (Afloración de las aguas de manantial Tambochaca - antes del uso en las piscinas Tambochaca) y V-2 (Efluente después del uso en las piscinas Tambochaca) se muestran que los resultados se encuentran superando los

estándar de calidad ambiental para agua permitido ya que en el punto V-1 es de 2.63148 mg/lit y V-2 es de 2.3564 mg/lit, determinando que el Hierro del agua en ambos puntos se encuentran superando 7 veces más de lo permitido, cabe mencionar que el autor (National Institutes of Health, 2019) menciona que “El hierro es un mineral necesario para el crecimiento y desarrollo del cuerpo. El cuerpo utiliza el hierro para fabricar la hemoglobina, una proteína de los glóbulos rojos que transporta el oxígeno de los pulmones a distintas partes del cuerpo, además de la mioglobina, una proteína que suministra oxígeno a los músculos. El cuerpo también necesita hierro para fabricar las hormonas y el tejido conectivo”.

Gráfico N° 8: Resultados de Cobre en los Baños Termales de Tambochaca



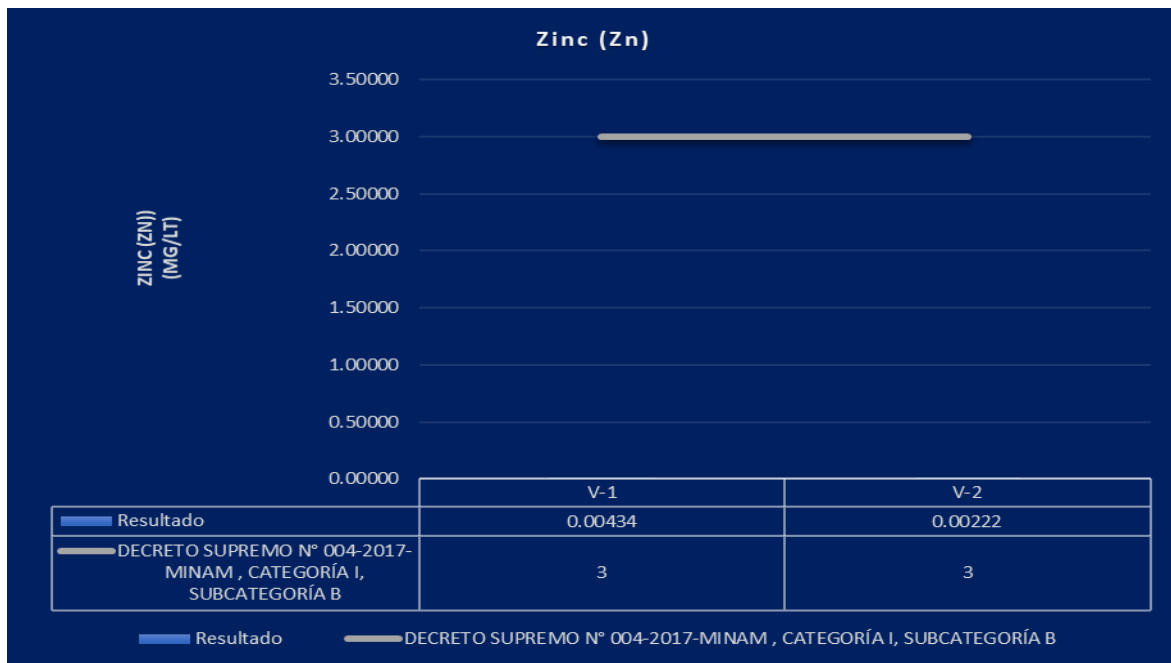
Fuente: Elaboración propia

Interpretación de Resultados de Cobre

En base a los Estándares de Calidad Ambiental para agua - Categoría I, Subcategoría B del DS-004-2017 MINAM, para el **Cobre** el estándar permitido es de 2 mg/l; en base ello en el cuadro N° 05 y gráfico N° 08 los resultados en los puntos V-1 (Afloración de las aguas de manantial Tambochaca - antes del uso en las piscinas Tambochaca) y V-2 (Efluente después del uso en las piscinas

Tambochaca) se muestran que los resultados se encuentran dentro del estándar de calidad ambiental para agua permitido ya que en el punto V-1 es de 0.0004 mg/lit y V-2 es de 0.0003 mg/lit, determinando que el Cobre del agua en ambos puntos se encuentran dentro de lo permitido.

Gráfico N° 9: Resultados de Zinc en los Baños Termales de Tambochaca

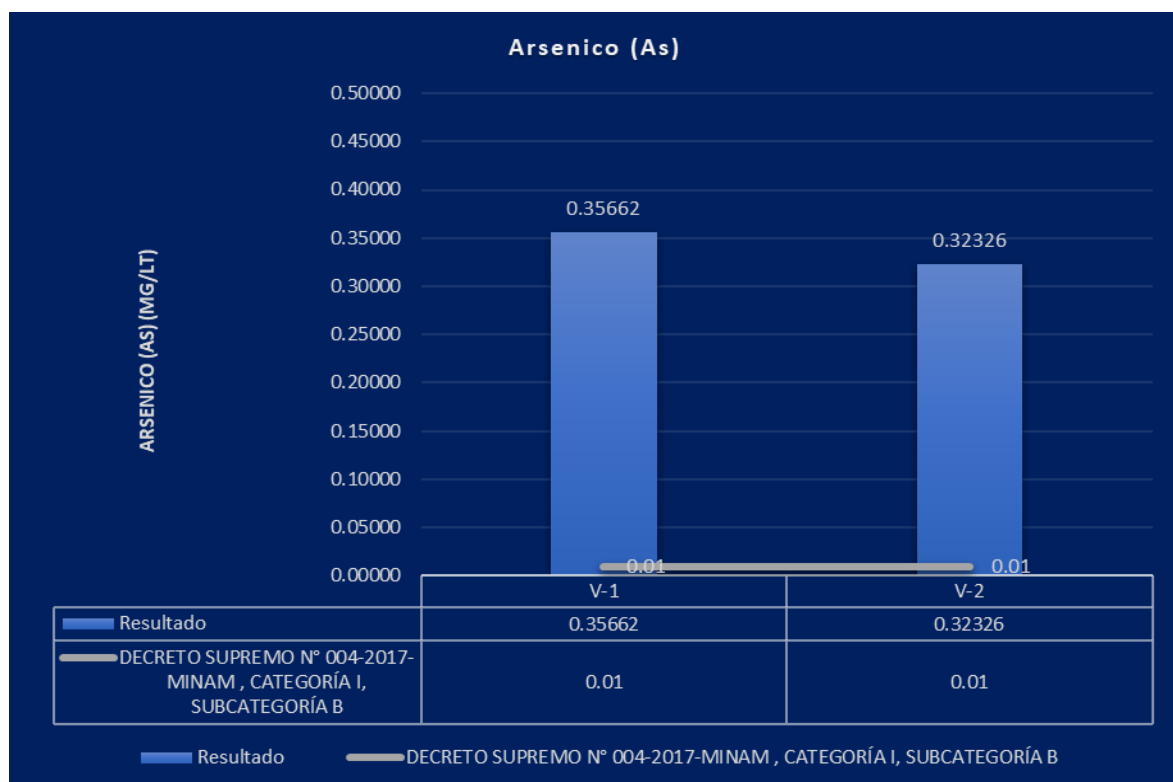


Fuente: Elaboración propia

Interpretación de Resultados de Zinc

En base a los Estándares de Calidad Ambiental para agua - Categoría I, Subcategoría B del DS-004-2017 MINAM, para el **Zinc** el estándar permitido es de 3 mg/l; en base ello en el cuadro N° 05 y gráfico N° 09 los resultados en los puntos V-1 (Afloración de las aguas de manantial Tambochaca - antes del uso en las piscinas Tambochaca) y V-2 (Efluente después del uso en las piscinas Tambochaca) se muestran que los resultados se encuentran dentro del estándar de calidad ambiental para agua permitido ya que en el punto V-1 es de 0.00434 mg/lit y V-2 es de 0.00222 mg/lit , determinando que el Zinc del agua en ambos puntos se encuentran dentro de lo permitido.

Gráfico N° 10: Resultados de Arsénico en los Baños Termales de Tambochaca

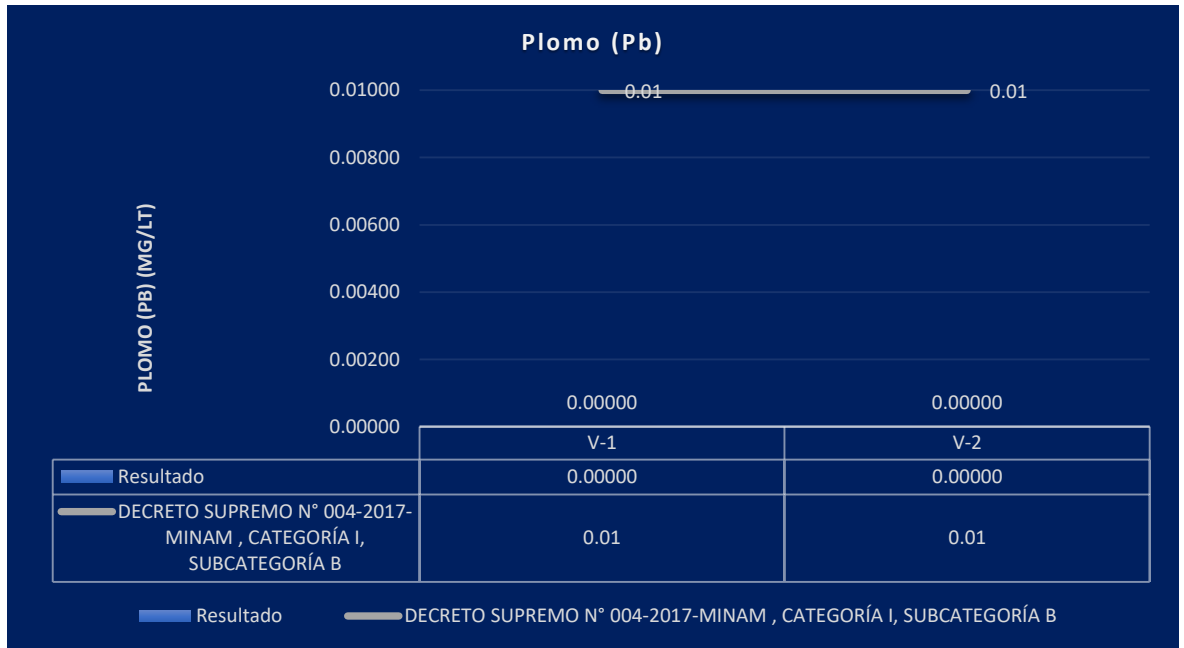


Fuente: Elaboración propia

Interpretación de Resultados de Arsénico

En base a los Estándares de Calidad Ambiental para agua - Categoría I, Subcategoría B del DS-004-2017 MINAM, para el **Arsénico** el estándar permitido es de 0.01 mg/l; en base ello en el cuadro N° 05 y gráfico N° 10 los resultados en los puntos V-1 (Afloración de las aguas de manantial Tambochaca - antes del uso en las piscinas Tambochaca) y V-2 (Efluente después del uso en las piscinas Tambochaca) se muestran que los resultados se encuentran dentro del estándar de calidad ambiental para agua permitido ya que en el punto V-1 es de 0.35662 mg/lit y V-2 es de 0.32326 mg/lit, determinando que el Arsénico del agua en ambos puntos se encuentran dentro de lo permitido.

Gráfico N° 11: Resultados de Plomo en los Baños Termales de Tambochaca



Fuente: Elaboración propia

Interpretación de Resultados de Plomo

En base a los Estándares de Calidad Ambiental para agua - Categoría I, Subcategoría B del DS-004-2017 MINAM, para el **Plomo** el estándar permitido es de 0.01 mg/l; en base ello en el cuadro N° 05 y gráfico N° 11 los resultados en los puntos V-1 (Afloración de las aguas de manantial Tambochaca - antes del uso en las piscinas Tambochaca) y V-2 (Efluente después del uso en las piscinas Tambochaca) se muestran que los resultados se encuentran dentro del estándar de calidad ambiental para agua permitido ya que en el punto V-1 es de 0.0001 mg/lit y V-2 es de 0.0001 mg/lit , determinando que el Plomo del agua en ambos puntos se encuentran dentro de lo permitido.

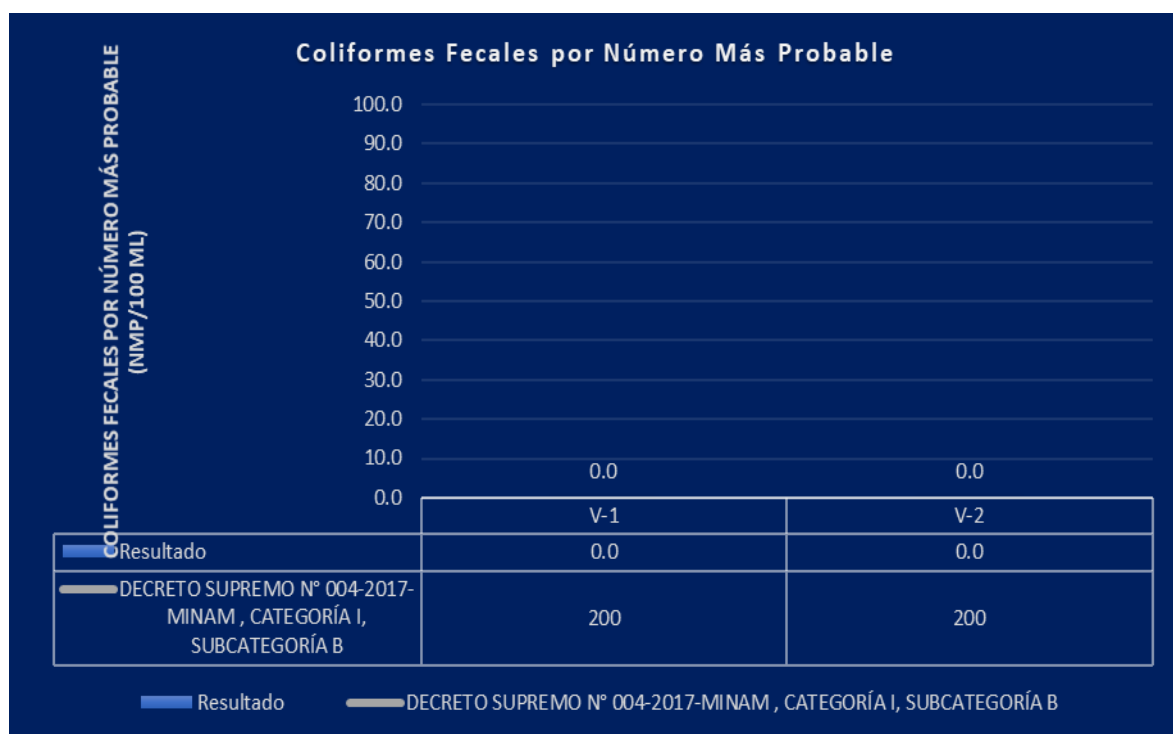
4.2.1.3 Resultados de la Calidad Microbiológica de los Baños Termales de Tambochaca

**Cuadro N° 9: Resultados de Parámetro Microbiológico de los Baños
Termales de Tambochaca**

PARÁMETRO		NORMATIVA	V-1	V-2
Coliformes Fecales por Número más Probable	NMP/100 mL	Resultado	<1.8	<1.8
		DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM, CATEGORÍA I, SUBCATEGORÍA B	200	200

Fuente: Servicios Analíticos Generales

Gráfico N° 12: Resultados de Coliformes Fecales por Número más Probable en los Baños Termales de Tambochaca



Fuente: Elaboración propia

Interpretación de Resultados de Coliformes Fecales

En base a los Estándares de Calidad Ambiental para agua - Categoría I, Subcategoría B del DS-004-2017 MINAM, para el **Coliformes Fecales** el

estándar permitido es de 200 NMP/100 ml; en base ello en el cuadro N° 05 y grafico N° 13 los resultados en los puntos V-1 (Afloración de las aguas de manantial Tambochaca - antes del uso en las piscinas Tambochaca) y V-2 (Efluente después del uso en las piscinas Tambochaca) se muestran que los resultados se encuentran dentro del estándar de calidad ambiental para agua permitido ya que en el punto V-1 es de <1.8 mg/lit y V-2 es de <1.8 mg/lit, determinando que los Coliformes Fecales del agua en ambos puntos se encuentran dentro de lo permitido.

4.3 Prueba de hipótesis

En la investigación se planteó la siguiente hipótesis:

“La calidad de agua de los baños termales de Tambochaca con fines recreacional, distrito de Yanahuanca, provincia Daniel Alcides Carrión de la región Pasco cumple con los estándares de calidad ambiental de agua para categoría 1”.

En nuestra investigación se pudo determinar que la calidad de agua de los baños termales de Tambochaca con fines recreacional en los puntos de monitoreo V-1 (Afloración de las aguas de manantial Tambochaca - antes del uso en las piscinas Tambochaca) y V-2 (Efluente después del uso en las piscinas Tambochaca) cumple con los estándares de calidad ambiental de agua para categoría 1 a excepción de los parámetros químicos específicamente el boro, manganeso y hierro; por lo que se cumple la hipótesis planteada.

Cabe mencionar que los contenidos de boro, manganeso y hierro no tiene efectos dañinos al ser humano en su uso como recreativas, pero si estas fueran ingeridas podría tener efectos dañinos a los seres humanos.

4.4 Discusión de resultados

- Los resultados de la Calidad Física de los Baños Termales de Tambochaca específicamente el potencial de hidrogeno (pH) se encuentran dentro del estándar de calidad ambiental para agua - Categoría I, Subcategoría B del DS-004-2017 MINAM, lo cual garantiza que son aptas para recreación.
- Los resultados de la Calidad Químicos de los Baños Termales de Tambochaca con fines recreacional en los puntos de monitoreo V-1 (Afloración de las aguas de manantial Tambochaca - antes del uso en las piscinas Tambochaca) y V-2 (Efluente después del uso en las piscinas Tambochaca) cumple con los estándares de calidad ambiental de agua para categoría 1 a excepción de los parámetros químicos: boro, manganeso y hierro, cabe mencionar estos metales posiblemente sirven curativamente en zonas recreacionales por lo que sería necesario profundizar la investigación.
- Los resultados de la Calidad Microbiológica de los Baños Termales de Tambochaca con fines recreacional en los puntos V-1 (Afloración de las aguas de manantial Tambochaca - antes del uso en las piscinas Tambochaca) y V-2 (Efluente después del uso en las piscinas Tambochaca) cumple con los estándares de calidad ambiental de agua para categoría 1.

CONCLUSIONES

- i. La Calidad Física en los puntos de monitoreo V-1 (Afloración de las aguas del manantial Tambochaca - antes del uso en las piscinas Tambochaca) y V-2 (Efluente después del uso en las piscinas Tambochaca) cumple con los estándares de calidad ambiental de agua para categoría 1 por lo que en estos parámetros se garantiza su uso adecuado recreacional.
- ii. La Calidad Microbiológica en los puntos de monitoreo V-1 (Afloración de las aguas del manantial Tambochaca - antes del uso en las piscinas Tambochaca) y V-2 (Efluente después del uso en las piscinas Tambochaca) cumple con los estándares de calidad ambiental de agua para categoría 1 por lo que en estos parámetros se garantiza su uso adecuado recreacional.
- iii. Con respecto a los parámetros Químicos en los puntos de monitoreo V-1 (Afloración de las aguas del manantial Tambochaca - antes del uso en las piscinas Tambochaca) y V-2 (Efluente - después del uso en las piscinas Tambochaca) no cumple con los estándares de calidad ambiental de agua para categoría 1 en los metales de boro, manganeso y hierro, cabe mencionar que estos metales posiblemente sirven curativamente en zonas recreacionales por lo que sería necesario profundizar la investigación en la presencia de estos metales en aguas para uso recreacional.
- iv. Las aguas del manantial de Tambochaca cumplen con los estándares de calidad ambiental para recreación por lo tanto los pobladores que visitan se garantiza la salubridad de las aguas termales de Tambochaca.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario recomendar a los especialistas en salud determinar si el contenido de metales como boro, manganeso y hierro en las aguas son dañinos o no para fines de recreación.
2. Difundir la investigación a los miembros de la comunidad de Tambochaca y a los administradores de los baños termales para garantizar el uso de los baños termales a sus usuarios.
3. Difundir la presente investigación a los profesionales y poblaciones interesadas.
4. Finalizo la investigación dando a conocer que es necesario y profundizar si los metales boro, manganeso y hierro son dañinas o no para fines de recreación.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Delfor Americo (2016) *“Balneario termomedicinal y recreacional de putina”*.
- Félix Andueza, Santiago Chaucala, Raúl Vinueza, Sandra Escobar, Gerardo Medina-Ramírez y Judith Araque (2017) *“Calidad microbiológica de las aguas termales del balneario “El Tingo”. Pichincha. Ecuador”*.
- National Institutes of Health (2019) *“El hierro y manganeso”*.
- Nutritienda de España (2021) *“El boro”*.
- Mayra Alejandra (2013) *“Las aguas termales y su impacto en el desarrollo turístico de la parroquia san juan de pastocalle del cantón latacunga, provincia de Cotopaxi”*.
- Maxe Malca (2015) *“Estudio de la calidad físico-química y mineromedicinal del agua termal de los Baños del Inca”*.
- Ministerio del Ambiente (2012) *“Glosario de términos”*
- Ministerio del Ambiente (2016) *“Glosario de términos, Sitios Contaminados”*.
- Ministerio del Ambiente (2017) *“Estándar de calidad ambiental para agua - Categoría I, Subcategoría B del DS-004-2017 MINAM”*.
- Pinuaga Espejel (1995) *“Origen de los baños termales”*.
- Rodés Clapés (2012) *Control de calidad de las aguas minero-medicinales realizado en España*.
- Tiza, Inés (2009) *Baños termales de Villo Tambochaca la magia termomedicinal de Villo*.

Páginas de Internet:

- Condor Capcha (2013), tipo y diseño de la investigación extraído de:
<https://es.slideshare.net/edgarcondor/4-tipo-y-diseo-de-la-investigacion>
- Guiafitness, (2019), aguas termales extraído de: <https://guiafitness.com/que-son-los-banos-termales.html>
- GeoSalud (2019). Las Aguas Termales y sus propiedades, extraído de:
[curativashhttps://www.geosalud.com/aguas_termales/aguas_termales.htm](https://www.geosalud.com/aguas_termales/aguas_termales.htm)

USGS (2019). Glosario extraído de: Calidad de agua

<https://water.usgs.gov/gotita/waterquality.html>

ANEXOS

ANEXO N° 01
INFORME DE ENSAYO



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE - 047



INFORME DE ENSAYO N° 162137-2022 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL : SANTIAGO BALBÍN EVELIN KARINA
DOMICILIO LEGAL : JR. MOQUEGUA Nº335 - CHAUPIMARCA - PASCO - PASCO
SOLICITADO POR : SANTIAGO BALBÍN EVELIN KARINA
REFERENCIA : RESERVADO POR EL CLIENTE
PROCEDENCIA : VILLO - TAMBOCHACA - YANAHUANCA
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 2022-04-20
FECHA(S) DE ANÁLISIS : 2022-04-20 AL 2022-04-28
FECHA(S) DE MUESTREO : 2022-04-19
MUESTREADO POR : EL CLIENTE
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C	Unidades
Nitratos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO ₃ -B, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrate). Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method.	0.033	NO ₃ ⁻ - N mg/L
Sulfuros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 S ²⁻ -D. Sulfide. 23rd Ed. 2017. Methylene Blue Method.	0.002	S ²⁻ mg/L
Numeración de Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.	1.8 ¹⁰	NMF/100mL
METALES TOTALES por ICP-MS: Plata, Aluminio, Arsénico, Bario, Berilio, Cadmio, Cobalto, Cromo, Cobre, Mercurio, Manganeso, Molibdeno, Níquel, Plomo, Antimonio, Selenio, Talio, Torio, Uranio, Vanadio, Zinc.	EPA Method 200.8 Revision 5.4 (1994). Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	---	mg/L
METALES TOTALES por ICP-MS: Litio, Bismuto, Boro, Sodio, Magnesio, Silicio, Silicio, Silicato, Fósforo, Potasio, Calcio, Titanio, Hierro, Galio, Germanio, Rubidio, Estroncio, Zirconio, Niobio, Indio, Estaño, Cesio, Lantano, Cerio, Terbio, Lutecio, Tantalio, Wolframio	EPA Method 200.8, Revisión 5.4, 1994. Validado (Aplicado fuera del alcance), 2019. Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.	---	mg/L

L.C.: límite de cuantificación.

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua Superficial	Agua Superficial
Matriz analizada	Agua Natural	Agua Natural
Fecha de muestreo	2022-04-19	2022-04-19
Hora de inicio de muestreo (h)	18:00	18:30
Condiciones de la muestra	Refrigerada/Preservada	Refrigerada/Preservada
Código del Cliente	V-1	V-2
Código del Laboratorio	22041336	22041337
Ensayo	Unidades	Resultados
Nitratos	NO ₃ ⁻ - N mg/L	0.095 0.126
Sulfuros	S ²⁻ mg/L	<0.002 <0.002
Numeración de Coliformes Fecales ⁽¹⁾	NMF/100mL	<1.8 <1.8

(1) Coliformes Fecales es lo mismo que coliformes termotolerantes.

Ing. *[Firma]*
 Ing. María Tello Haucar
 Director Técnico
 C.I.P. N° 219624
 Servicios Analíticos Generales S.A.C.

EXPERTS
 WORKING
 FOR YOU

Cod. FI 002 / Versión 09/ F.E.: 09/2020

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de posibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y sus culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima
 • Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com



INFORME DE ENSAYO N° 162137-2022 CON VALOR OFICIAL

II. RESULTADOS:

Producto declarado		Agua Superficial	Agua Superficial
Matriz analizada		Agua Natural	Agua Natural
Fecha de muestreo		2022-04-19	2022-04-19
Hora de inicio de muestreo (h)		18:00	18:30
Condiciones de la muestra		Refrigerada/ Preservada	Refrigerada/ Preservada
Código del Cliente		V-1	V-2
Código del Laboratorio		22041336	22041337
Ensayo	L.D.M.	Unidades	Resultados
Metales totales			
Litio (Li)	0.00006	mg/L	6.29703
Berilio (Be)	0.00001	mg/L	0.00063
Boro (B)	0.0002	mg/L	7.083
Sodio (Na)	0.003	mg/L	408.307
Magnesio (Mg)	0.004	mg/L	49.146
Aluminio (Al)	0.004	mg/L	<0.004
Silicio (Si)	0.004	mg/L	23.581
Silice (SiO ₂)	0.008	mg/L	50.463
Silicato (SiO ₄)	0.01	mg/L	63.90
Fosforo (P)	0.002	mg/L	0.004
Potasio (K)	0.007	mg/L	73.013
Calcio (Ca)	0.004	mg/L	192.314
Titanio (Ti)	0.00005	mg/L	0.00039
Vanadio (V)	0.00004	mg/L	0.00036
Cromo (Cr)	0.0002	mg/L	<0.0002
Manganeso (Mn)	0.00001	mg/L	0.607571
Hierro (Fe)	0.00005	mg/L	2.63148
Cobalto (Co)	0.000006	mg/L	0.000156
Niquel (Ni)	0.00002	mg/L	0.00033
Cobre (Cu)	0.0001	mg/L	0.0004
Zinc (Zn)	0.00005	mg/L	0.00434
Galio (Ga)	0.00002	mg/L	0.00003
Germanio (Ge)	0.00002	mg/L	0.0086
Arsenico (As)	0.00001	mg/L	0.35662
Selenio (Se)	0.0002	mg/L	<0.0002
Rubidio (Rb)	0.00002	mg/L	0.82162
Estroncio (Sr)	0.00001	mg/L	2.6423
Zirconio (Zr)	0.00002	mg/L	0.00021
Niobio (Nb)	0.00001	mg/L	0.00062
Molibdeno (Mo)	0.00005	mg/L	0.000117
Plata (Ag)	0.00002	mg/L	0.00039
Cadmio (Cd)	0.00002	mg/L	<0.00002
Indio (In)	0.00002	mg/L	<0.00002
Estanho (Sn)	0.0004	mg/L	<0.0004
Antimonio (Sb)	0.0001	mg/L	0.028
Cesio (Cs)	0.00002	mg/L	0.77562
Bario (Ba)	0.00002	mg/L	0.37593
Lantano (La)	0.000002	mg/L	0.00001
Cerio (Ce)	0.000004	mg/L	0.000011
Terbio (Tb)	0.00001	mg/L	<0.00001
Lutecio (Lu)	0.000001	mg/L	0.000002
Tantalo (Ta)	0.00001	mg/L	0.00005
Wolframio (W)/ Tungsteno	0.00002	mg/L	0.00732
Mercurio (Hg)	0.00002	mg/L	<0.00002
Talio (Tl)	0.00002	mg/L	0.00458
Plomo (Pb)	0.0001	mg/L	<0.0001
Bismuto (Bi)	0.000004	mg/L	0.000022
Torio (Th)	0.000005	mg/L	0.000716
Uranio (U)	0.000002	mg/L	0.00011

L.D.M.: límite de detección del método.

Lima, 03 de Mayo del 2022.

EXPERTS
WORKING
FOR YOU

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de preservación del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para comprobar la AUTENTICIDAD del presente informe comuníquese al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegítima y sus culpables serán procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

ANEXO N° 02

IMAGENES DE LAS ACTIVIDADES DE CAMPO

Ubicación del afloramiento de las aguas termales de Tambochaca



Preservado de muestras antes de ser enviadas para su análisis a la ciudad de Lima



Vista de efluente generado de las piscinas en Tambochaca que llegan a parar al río
Chaupihuaranga

