

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



TESIS

**EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUAS TERMALES Y
MINEROMEDICINALES EN LOS CENTROS RECREACIONALES DE
UYURMIRI, AGUAS CALIENTES Y MARCANI DE LA PROVINCIA DE
CANCHIS-CUSCO.**

PRESENTADA POR:

Br. LIZBETH MILAGROS LACUTA CAÑARI

Br. MARÍA MAGDALENA CASTRO APAZA

**PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL
DE BIÓLOGO**

ASESOR:

Dr. LUCIANO JULIÁN CRUZ MIRANDA

CUSCO-PERÚ

2026



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor Dr. LUCIANO JULIAN CRUZ MIRANDA
 quien aplica el software de detección de similitud al
 trabajo de investigación/tesistitulada: EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUAS
TERMALES Y MINEROMEDICINALES EN LOS CENTROS RECREACIONALES
DE UYURURI, AGUAS CALIENTES Y MARCANI DE LA PROVINCIA
DE CANCHIS- CUSCO.

Presentado por: LIZBETH MILAGROS LACUTA CAÑARI DNI N° 76860288 ;
 presentado por: MARIA MAGDALENA CASTRO APAZA DNI N°: 74043055
 Para optar el título Profesional/Grado Académico de BIÓLOGO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de Similitud en la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 7.....%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 15 de enero de 2026



 Firma

Post firma LUCIANO J. CRUZ MIRANDA

Nro. de DNI 23833187

ORCID del Asesor 0009-0002-4315-968X

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: **oid:** 27259:546300300

EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUAS TERMALES Y MINEROMEDICINALES EN LOS CENTROS RECREACIONALES ...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:546300300

Fecha de entrega

14 ene 2026, 8:15 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

14 ene 2026, 8:37 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUAS TERMALES Y MINEROMEDICINALES EN LOS CENTROS RE....docx

Tamaño del archivo

73.6 MB

229 páginas

28.425 palabras

156.966 caracteres

7% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 20 palabras)
- ▶ Base de datos de Crossref
- ▶ Base de datos de contenido publicado de Crossref

Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 3%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida, la salud, la fortaleza y la oportunidad de aprender cada día. Gracias por guiar mis pasos, por iluminar mi camino y por sostenerme en los momentos difíciles.

A mis padres Martín Lacuta Vara y Silveria Cañari Conde, gracias por cada sacrificio silencioso y por acompañarme con paciencia durante mi formación profesional. Este logro es tan suyo como mío.

A mis hermanos Jhon y Luis, gracias por su cariño, por su apoyo y por enseñarme que crecer juntos, aprender unos de otros y celebrar cada logro hace que el camino valga la pena.

Lizbeth Lacuta.

A todas las personas que me acompañaron en este camino, y a mí por avanzar un paso más.

María Castro.

AGRADECIMIENTO

A Dios, ante todo, por ser nuestra guía constante y fortaleza en cada etapa de este camino. Reconocemos que cada logro alcanzado es fruto de tu gracia y de la paz que solo tú puedes dar, que nuestro esfuerzo sea siempre para honrarte y que tu presencia continúe guiando nuestro camino.

A nuestra primera casa de estudios universitarios, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, institución que nos brindó la oportunidad de formarnos académica y profesionalmente, especialmente a la Facultad de Ciencias Biológicas y a nuestros docentes por fomentar la investigación científica y el pensamiento crítico que han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

De manera especial, expresamos nuestro más profundo y sincero agradecimiento a nuestro asesor de tesis, Dr. Luciano Julián Cruz Miranda, cuyo acompañamiento ha sido esencial en la realización de este trabajo. Su guía académica, su rigor científico y su compromiso constante no solo orientaron el desarrollo de esta investigación, sino que también enriquecieron significativamente nuestra formación profesional, ¡gracias de todo corazón!

A las instituciones que hicieron posible el desarrollo de la presente investigación, por brindarnos las facilidades necesarias al permitirnos el acceso a sus áreas de aguas termales y mineromedicinales: Sociedad de Beneficencia de Sicuani, Comunidad Campesina de Pata Anza, Empresa Comunal de servicios balnearios eco turísticos de Aguas Calientes - ECOSER BETAC y a la Municipalidad Distrital de San Pedro.

Finalmente, a todas las personas que contribuyeron en la realización de este trabajo.

ÍNDICE

RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN	ii
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	iii
JUSTIFICACIÓN	v
OBJETIVOS.....	vi
HIPÓTESIS.....	vii
VARIABLES.....	vii
CAPÍTULO I : MARCO TEÓRICO	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.1.1. Antecedentes Internacionales.....	1
1.1.2. Antecedentes Nacionales	3
1.1.3. Antecedentes Locales.....	5
1.2. MARCO CONCEPTUAL	8
1.2.1. Aguas Termales.....	8
1.2.2. Aguas Mineromedicinales.....	9
1.2.3. Aguas Termominerales en Perú.....	10
1.2.4. Calidad de Agua.....	11
1.2.5. Parámetros Físicos	12
1.2.6. Parámetros Químicos	15
1.2.7. Parámetros Bacteriológicos	20
1.2.8. Índice de Calidad De Agua (ICA).....	24
1.2.9. Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas (ICSPS).....	26
1.2.10. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Para Agua - MINAM.....	28
1.3. MARCO LEGAL.....	30
CAPITULO II: MATERIALES Y METODOS	31
2.1. MATERIALES	31
2.1.1. Área de procedencia de la muestra	31
2.1.2. Área de procesamiento.....	34
2.1.3. Muestras.....	35
2.1.4. Equipos e insumos	35
2.2. METODOLOGÍA.....	37
2.2.1. Tipo de Investigación.....	37

2.2.2. Línea de Investigación	37
2.2.3. Descripción del Área de Estudio.....	37
2.2.4. Población y Muestra	43
2.2.5. Registro de Datos de Campo.....	44
2.2.6. Determinación de los parámetros físicos y químicos de las aguas termales y mineromedicinales	44
2.2.7. Evaluación de parámetros bacteriológicos de las aguas termales y mineromedicinales	47
2.2.8. Cálculo del Índice de Calidad de Agua (ICA-NSF) de las aguas termales y mineromedicinales	49
2.2.9. Determinación del Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas (ICSPS) de los centros recreacionales	51
CAPITULO III: RESULTADOS.....	54
3.1. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DE LAS AGUAS TERMALES Y MINEROMEDICINALES	54
3.2. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS DE LAS AGUAS TERMALES Y MINEROMEDICINALES	62
3.3. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN BACTERIOLÓGICA DE LAS AGUAS TERMALES Y MINEROMEDICINALES	69
3.4. ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA) DE LAS AGUAS TERMALES Y MINEROMEDICINALES	77
3.4.1. Análisis inferencial de los resultados del ICA de los tres centros recreacionales	86
3.5. ÍNDICE DE CALIFICACIÓN SANITARIA DE PISCINAS (ICSPS) DE LAS AGUAS TERMALES Y MINEROMEDICINALES.....	90
DISCUSIÓN.....	97
CONCLUSIONES	103
RECOMENDACIONES.....	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Puntos de muestreo en los centros termales y mineromedicinales.....	31
Figura 2. Imagen de vista Satelital del centro recreacional de Aguas termales de Uyurmiri – Sicuani.....	38
Figura 3. Imagen de vista Satelital del centro recreacional de Aguas Calientes – Marangani	39
Figura 4. Imagen de vista satelital del centro recreacional de aguas mineromedicinales de Marcani - San Pablo.....	40
Figura 5. Mapa de Ubicación de los distritos de la provincia de Canchis y áreas de estudio.....	42
Figura 6. Grafico de ICA de la fuente de Uyurmiri (U1)	78
Figura 7. Gráfico de ICA del efluente de Uyurmiri (U3)	78
Figura 8. Grafico de ICA de la fuente de Aguas Calientes (C1)	80
Figura 9. Gráfico de ICA del efluente de Aguas Calientes (C3)	81
Figura 10. Gráfico de ICA de la fuente de Marcani (M1)	83
Figura 11. Gráfico de ICA del efluente de Marcani (M3).....	83
Figura 12. Comparación de ICA de las fuentes y efluentes de los tres centros recreacionales...	85
Figura 13. Comparación de ICSPS de los tres centros recreacionales.....	96
Figura 14. Piscina del Centro recreacional de Uyurmiri.	195
Figura 15. Piscina del Centro recreacional de aguas calientes.....	195
Figura 16. Piscina del centro recreacional de Marcani.....	196
Figura 17. Toma de muestra de agua.....	196
Figura 18. Fijación de OD.....	197
Figura 19. Medición de parámetros <i>in situ</i>	197
Figura 20. Preservación y etiquetado de muestras	198
Figura 21. Vista de ducha, servicios Higiénicos y vestuarios del centro recreacional de Uyurmiri	199
Figura 22. Vista de ducha, servicios Higiénicos y vestuarios del centro recreacional de Aguas Calientes.....	200
Figura 23. Vista frontal del área de primeros auxilios y seguridad – Aguas Calientes.....	201
Figura 24. Panel de reglamentos del centro recreacional de Aguas Calientes.	201
Figura 25. Manejo de Residuos sólidos – Aguas calientes.	202
Figura 26. Vista de servicios higiénicos, ducha y vestuarios del centro mineromedicinal de Marcani.	203
Figura 27. Área de tópicos del centro mineromedicinal de Marcani	204
Figura 28. Reglamentos y recomendaciones del centro mineromedicinal de Marcani.	204
Figura 29. Manejo de Residuos Sólidos – Marcani.....	206
Figura 30. Vista de las piscinas con presencia de Bañistas – Aguas Calientes.....	207

Figura 31. Vista de las piscinas con presencia de bañistas – Uyurmiri.....	207
Figura 32. Vista de las piscinas con presencia de bañistas – Marcani	208
Figura 33. Análisis de parámetros fisicoquímicos.	209

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros de determinación de ICA-NSF.....	24
Tabla 2. Rangos de calificación de ICA-NSF.....	25
Tabla 3. Criterios para el Cálculo del Índice De Calificación Sanitaria de Piscinas (ICSPS).....	27
Tabla 4. Rango de calificación de Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas	28
Tabla 5. Número de muestras para análisis físicos, químicos y bacteriológicos	32
Tabla 6. Coordenadas de puntos de muestreo de aguas termales y mineromedicinales.....	33
Tabla 7. Vía de Acceso a los centros recreacionales y mineromedicinales.....	41
Tabla 8. Métodos para la determinación de parámetros físicos de las aguas termales y	
mineromedicinales	45
Tabla 9. Factor de corrección para calcular el caudal.....	46
Tabla 10. Métodos para la determinación de parámetros químicos de las aguas termales y.....	
mineromedicinales.....	47
Tabla 11. Métodos de evaluación para los parámetros bacteriológicos de las aguas termales y.....	
mineromedicinales.....	48
Tabla 12. Parámetros para determinar el ICA-NSF	49
Tabla 13. Rangos de calificación de ICA-NSF	50
Tabla 14. Tabla de criterios de calificación para el cálculo del Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas (ICSPS)	52
Tabla 15. Tabla de calificación de Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas.....	53
Tabla 16. Resultados de los parámetros físicos de las aguas termales de Uyurmiri.....	54
Tabla 17. Resultados de los parámetros físicos de las aguas termales de Aguas Calientes.....	56
Tabla 18. Resultados de los parámetros físicos de las aguas mineromedicinales de Marcani. ...	59
Tabla 19. Resultados de los parámetros químicos de las aguas termales de Uyurmiri.....	62
Tabla 20. Resultados de los parámetros químicos de las aguas termales de Aguas Calientes	64
Tabla 21. Resultados de los parámetros químicos de las aguas mineromedicinales de Marcani	66
Tabla 22. Resultados de la evaluación bacteriológica de las aguas termales de Uyurmiri.....	69
Tabla 23. Resultados de la evaluación bacteriológica de las aguas termales de Aguas Calientes.....	72
Tabla 24. Resultados de la evaluación bacteriológica de las aguas mineromedicinales de Marcani	74
Tabla 25. Comparación de los tres centros recreacionales según parámetros bacteriológicos....	76
Tabla 26. ICA - Uyurmiri	77
Tabla 27. Resultados de ICA – Uyurmiri.	77
Tabla 28. ICA - Aguas calientes	79

Tabla 29. Resultados de ICA – Aguas Calientes.	80
Tabla 30. ICA - Marcani.....	82
Tabla 31. Resultados de ICA – Marcani.....	82
Tabla 32. Cuadro Comparativo del ICA de las fuentes y efluentes de los tres centros recreacionales.....	84
Tabla 33. Modelo de regresión lineal de parámetros que influyen en el ICA de los tres centros recreacionales de la provincia de Canchis	86
Tabla 34. Variables excluidas del modelo de regresión lineal paso a paso aplicado al ICA en piscinas de la provincia de Canchis	87
Tabla 35. ANOVA de regresión lineal de DBO - ICA de los centros recreacionales de la provincia de Canchis.....	88
Tabla 36. Coeficientes de regresión lineal paso a paso para el ICA en las piscinas de la provincia de Canchis: Efecto de la DBO.	89
Tabla 37. Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas – Uyurmiri	90
Tabla 38. Resultados de ICSPS – Uyurmiri.....	91
Tabla 39. Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas – Aguas Calientes	92
Tabla 40. Resultado de ICSPS – Aguas Calientes	93
Tabla 41. Índice de Calificación Sanitaria De Piscinas – Marcani.....	94
Tabla 42. Resultados de ICSPS - Marcani.....	95
Tabla 43. Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas en los tres centros recreacionales	95

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Permiso de acceso de Estudio a los Centros Recreacionales	117
Anexo 2. Resolución de monitoreo de la calidad Sanitaria de Recursos hídricos superficiales.	121
Anexo 3. Reglamento para la preservación y recepción de muestras de agua	123
Anexo 4. Fichas de cadena de custodia de las muestras enviadas	126
Anexo 5. Certificado de Clasificación y Composición Fisicoquímico de fuentes de agua Termo Mineral – Aguas Calientes.....	129
Anexo 6. Tabla de equivalencia de presión atmosférica según la altitud.....	131
Anexo 7. Tabla de solubilidad del oxígeno en agua expuesta al aire saturado de agua a presión atmosférica (101,3 Kpa)1.....	132
Anexo 8. Cálculo de índice de Calidad de Agua de Uyurmiri - Método Software V.01	133
Anexo 9. Cálculo de índice de Calidad de Agua de Aguas Calientes - Método Software V.01.	134
Anexo 10. Cálculo de índice de Calidad de Agua de Marcani - Método Software V.01	135
Anexo 11. Directiva Sanitaria para la determinación de Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas	136
Anexo 12. Ficha técnica de Resultados de ICSPS – Uyurmiri.....	138
Anexo 13. Ficha técnica de Resultados de ICSPS – Aguas Calientes.....	141
Anexo 14. Ficha técnica de Resultados de ICSPS – Marcani.....	144
Anexo 15. Estándares de Calidad Ambiental para Aguas de Uso Recreacional	147
Anexo 16. Resultados de análisis físico y químico del centro recreacional de Uyurmiri – MC QUIMICALAB – CUSCO.....	149
Anexo 17. Resultados de análisis físico y químico del centro recreacional de Aguas Calientes - MC QUIMICALAB – CUSCO.....	151
Anexo 18. Resultados de análisis físico y químico del centro recreacional de Marcani - MC QUIMICALAB – CUSCO.....	153
Anexo 19. Resultados de análisis bacteriológico del centro recreacional de Uyurmiri – MICROLAB -CUSCO / Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabusso” de la Universidad Nacional Agraria La Molina.	155
Anexo 20. Resultados de análisis bacteriológico del centro recreacional de Aguas Calientes – MICROLAB -CUSCO / Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabusso” de la Universidad Nacional Agraria La Molina.	165
Anexo 21. Resultados de análisis bacteriológico del centro recreacional de Marcani – MICROLAB -CUSCO / Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabusso” de la Universidad Nacional Agraria La Molina.	175
Anexo 22. Certificados de calibración de equipos utilizados <i>in situ</i>	185
Anexo 23. Casuística de los resultados obtenidos <i>in situ</i> y en laboratorio.....	194
Anexo 24. Panel fotográfico.....	195

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

APHA: American Public Health Association.

AWWA: American Water Works Association.

C°: Grados centígrados

Cl: Cloro

CT: Coliformes Totales

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno.

DIGESA: Dirección General de Salud Ambiental.

D.S: Decreto supremo.

ECA: Estándares de Calidad Ambiental.

E. coli: *Escherichia coli*

Et al: colaboradores

ICA: Índice de Calidad de Agua.

ICSPS: Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas.

INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

INGEMMET: Instituto Nacional Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú.

L: Litro.

LGA: Ley General de Aguas.

MINAM: Ministerio del Ambiente.

MINCETUR: Ministerio de Comercio Exterior y Turismo.

MINSA: Ministerio de Salud.

ML: Mililitros

Mg: Miligramos

NMP: Numero Más Probable

m: metro

NSF: Fundación Nacional de Sanidad de los Estados Unidos.

OD: Oxígeno Disuelto.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

OPS: Organización Panamericana de la Salud.

pH: Potencial de iones Hidrogeno.

SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.

ST: Solidos Totales.

SUNASS: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento

T: Temperatura.

UFC: Unidad formadora de colonia.

UNSAAC: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

UNT: Unidad Nefelométrica de Turbidez.

μS: Microsiemens.

WPCF: Water Pollution Control Federation.

WQI: Water Quality Index.

ΔT: Variación de temperatura

RESUMEN

La presente investigación evaluó la calidad de las aguas termales y mineromedicinales de los centros recreacionales de Uyurmiri, Aguas calientes y Marcani de la provincia de Canchis – Cusco, en el mes de mayo del 2024. Recolectando un total de 15 muestras provenientes de diferentes puntos de cada centro recreacional. Se realizó un análisis físico y químico (caudal, temperatura, turbiedad, color, olor, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, sólidos suspendidos, pH, cloruros, sulfatos, fosfatos, nitratos, OD, DBO) y el análisis bacteriológico (coliformes totales, termotolerantes, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Salmonella sp.* y *Pseudomona sp.*). Además, se determinó el ICA - NSF y la evaluación integral del ICSPS. Los parámetros físicos y químicos, se encuentran dentro de los valores permisibles, sin embargo, el parámetro OD y DBO no cumplen con los valores establecidos por el ECA - 2017. En Uyurmiri y Marcani, se identificaron valores de NO_3^- que superan los rangos permitidos y solo Marcani presenta valores de color por encima de los límites establecidos. Se registró *Pseudomona spp.* en las tres fuentes de abastecimiento, mientras que en las piscinas están presentes, coliformes totales, termotolerantes, *E.coli*, *Enterococcus faecalis*, y *Pseudomona spp.* con valores elevados después del uso de las piscinas y efluentes. No hay presencia de *Salmonella sp.* en ningún punto de muestreo. El ICA para las tres fuentes son de calidad “MALA”, los efluentes de Marcani y Aguas calientes “MALA” y Uyurmiri de “MUY MALA”. El ICSPS de Uyurmiri presenta una calificación de “NO SALUDABLE”, Marcani y Aguas Calientes como “REGULARMENTE SALUDABLES”.

Palabras clave: Calidad de Agua, Aguas Termales, ICA, ICSPS.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso hidrobiológico de vital importancia para las diferentes actividades cotidianas que el hombre realiza, tales como: recreación, esparcimiento, abastecimiento de agua y agricultura, siendo el recurso más abundante del planeta, dentro de las cuales se encuentran las aguas termales y mineromedicinales, que provienen de capas subterráneas de la tierra a altas temperaturas y son ricas en minerales utilizados con fines terapéuticos; la comunidad científica evidencia que esta práctica es un método eficaz para tratar los signos y síntomas de diversas patologías, como enfermedades reumáticas, cardiovasculares y dermatológicas (Protano et al., 2024), no obstante, sus propiedades pueden alterarse por la interacción con el aire, el suelo o el contacto humano. Cangahuamin Rojas (2021) advierte que ni las altas temperaturas ni la presencia de sales minerales garantizan su esterilidad, ya que pueden albergar microorganismos patógenos capaces de afectar la salud. Bonadonna & La Rosa (2019) manifiestan que la presencia de virus en piscinas recreativas contaminadas puede producir enfermedades de alto riesgo; así mismo, los microorganismos acuáticos naturales, como cianobacterias y especies patógenas de *Vibrio* y microorganismos de origen fecal (humana y animal) son vectores en la transmisión de enfermedades como: diarrea, enfermedades respiratorias, erupciones cutáneas, otitis e infecciones oculares, etc. (Tiwari et al., 2021). Este estudio evalúa la calidad física, química, bacteriológica y sanitaria de los centros de aguas termales y mineromedicinales de la provincia de Canchis, identificando los parámetros que representen un riesgo para la salud pública mediante la recolección y análisis de muestras de agua, utilizando técnicas de laboratorio estandarizadas y criterios normativos. El presente trabajo genera información sobre la calidad de agua de los centros termales y mineromedicinales de la zona, con el fin de establecer medidas preventivas, mejorar la gestión sanitaria y proteger la salud pública.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las fuentes termales en Perú constituyen un invaluable recurso desde un punto de vista turístico, económico, cultural y social, lamentablemente las autoridades, técnicos y población no tienen conciencia del valor de este recurso y se aprecian escasas acciones de adecuada conservación y administración (Vargas, 2010). En la provincia de Canchis, el uso de agua para la recreación se ha incrementado considerablemente en estos últimos años, siendo las más concurridas: Las aguas termales y mineromedicinales de Uyurmiri, Aguas calientes y Marcani, por turistas locales, nacionales y extranjeras, utilizadas en la mayoría de los casos como terapéuticas (hidroterapia) y de uso recreativo. Debido a este creciente uso, resulta fundamental evaluar la calidad física, química, bacteriológica y sanitaria para preservar sus propiedades terapéuticas y evitar la transmisión de enfermedades. Entre los parámetros físicos más relevantes se incluyen la temperatura (generalmente elevada en estos sistemas), la conductividad eléctrica, la turbidez, el pH, color, olor, sólidos totales y suspendidos, los cuales influyen tanto en la percepción del usuario como en la estabilidad de los compuestos minerales. En cuanto a los parámetros químicos, es importante determinar la concentración de minerales característicos de las aguas termales, como sulfatos, fosfatos, nitratos, cloruros, etc., que podrían afectar la salud humana si superan los límites permisibles. De igual modo, el análisis bacteriológico es indispensable, ya que las altas temperaturas no garantizan la ausencia de microorganismos patógenos. Entre los principales indicadores de contaminación fecal y riesgo sanitario se encuentran los coliformes totales, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Salmonella sp.* y *Pseudomonas sp.*, cuya presencia puede desencadenar enfermedades como (criptosporidiosis, giardiasis, legionelosis, gastroenteritis bacteriana y vírica, etc).

Por lo antes expuesto, se han formulado las siguientes interrogantes:

Pregunta general:

¿Cuál es la calidad de las aguas termales y mineromedicinales de los centros recreacionales de Uyurmiri, Aguas Calientes de Occobamba y Marcani, en la provincia de Canchis, región Cusco?

Preguntas específicas:

1. ¿Qué valores presentan los parámetros físicos y químicos de las aguas termales y mineromedicinales de los centros recreacionales de Uyurmiri, Aguas Calientes y Marcani?
2. ¿Qué bacterias están presentes en la aguas termales y mineromedicinales de los centros recreacionales de Uyurmiri, Aguas Calientes y Marcani?
3. ¿Cuál es el Índice de Calificación Sanitaria de los centros recreacionales de las aguas termales y mineromedicinales de Uyurmiri, Aguas Calientes y Marcani?
4. ¿Qué calificación sanitaria presentan los centros recreacionales de Uyurmiri, Aguas Calientes y Marcani?

JUSTIFICACIÓN

Las aguas termales y mineromedicinales son un recurso recreativo, turístico y terapéutico de gran valor socioeconómico, ya que favorecen el bienestar físico y mental de la población y promueven el turismo local. Su composición mineral y propiedades físicas permiten su uso en hidroterapia para tratar y prevenir diversas enfermedades musculoesqueléticas, dermatológicas, cardiovasculares, respiratorias, etc. ofreciendo alternativas naturales de tratamiento y prevención de patologías. No obstante, el estado de conservación y calidad de estas aguas es determinante para que puedan cumplir adecuadamente su función terapéutica y recreativa.

Evaluar la calidad de estas aguas es fundamental para mantener la integridad de los medios acuáticos y de los usuarios; por lo tanto, se hace necesario determinar la naturaleza de los factores físicos, químicos, bacteriológicos y calificación sanitaria de las aguas termales y mineromedicinales de los centros recreacionales de Uyurmiri (Sicuani), Aguas Calientes (Marangani) y Marcani (San Pedro), ubicados en la provincia de Canchis del departamento de Cusco; debido a que el uso recreativo, terapéutico y medicinal de estas aguas se ha incrementado considerablemente en estos últimos años, la población que visita estos centros se encuentran expuestos a un riesgo elevado y de potencial contaminación con graves peligros sanitarios que afectan a la salud pública.

Así mismo, es de suma importancia determinar la composición bacteriológica que permitan establecer los parámetros para aguas de uso recreacional. Por lo que los resultados contribuirán al conocimiento de posteriores investigaciones y a la población en general para evitar enfermedades producidas en medios acuáticos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la Calidad de las aguas termales y mineromedicinales en los centros recreacionales de Uyurmiri, Aguas Calientes y Marcani de la Provincia de Canchis, región Cusco.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar los parámetros físicos y químicos de las aguas termales y mineromedicinales de los centros recreacionales de Uyurmiri, Aguas Calientes y Marcani.
2. Evaluar la presencia de bacterias: coliformes totales y termotolerantes, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Salmonella sp.* y *Pseudomona sp.* de las aguas termales y mineromedicinales de los centros recreacionales en estudio.
3. Calcular el Índice de Calidad de Aguas (ICA) en los centros recreacionales en estudio.
4. Calificar el Índice de Calidad Sanitaria de Piscinas (ICSPS) de los centros recreacionales en estudio.

HIPÓTESIS

Las aguas termales y mineromedicinales en los centros recreacionales de Uyurmiri, Aguas Calientes y Marcani de la Provincia de Canchis, región Cusco; son aptas para el uso recreativo de la población.

VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE

- Parámetros físicos, químicos y bacteriológicos.

VARIABLE DEPENDIENTE

- Índice de Calidad de Agua (ICA)

- Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas (ICSPS)

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

1.1.1. Antecedentes Internacionales

Escalante Gómez (2014), determinó los componentes de la población de microorganismos presentes en las aguas de los manantiales termales en Santa Apolonia, Municipio Tulio Febres Cordero del Estado de Mérida, Venezuela; cuantificando e identificando bacterias heterótrofas aerobias, coliformes totales y fecales. Reporta bacterias heterótrofas aerobias mesófilas en todas las muestras a excepción de coliformes totales y fecales, y aísla 12 cepas bacterianas, de las cuales 6 corresponden a bacilos Gram positivos formadores de esporas. Concluye que existe una relación entre los microorganismos y las características físicas y químicas, no presenta contaminación fecal; y es apta para uso recreacional.

Sacoto Acaro & Andueza leal (2020), determinaron la microbiota presente en el agua termal del balneario Ilalo, en la provincia de Pichincha, Ecuador. En el estudio físico, químico y microbiológico de 18 muestras durante los meses de noviembre a diciembre del año 2018, y la caracterización biotecnológica de las colonias de bacterias. Evaluando las propiedades celulíticas, proteolíticas, lipolíticas, degradación de hidrocarburos y resistencia al plomo. Registran una temperatura promedio de 32,4°C; pH de 7.3, conductividad de 1675 uS/cm, oxígeno disuelto de 4.30 mg/l, bacterias heterótrofas 24.8 UFC/ml, *Pseudomonas* 0.40 UFC/ml, identificando 11 especies diferentes (*Bacillus spp*, *Corynebacterium spp*, *Pseudomonas spp*, *Vibrio alginolyticus*, *Pseudomonas stutzeri*, *Acinotobacter iwoffii*, *Actinomyces spp*, *Moraxella spp*, *Kurthis spp*,

Enterobacter agglomerans y *Brevibacterium spp.*). La caracterización biotecnológica determina que las 11 especies son lipolíticas, degradadoras de hidrocarburos y resistentes al plomo, 10 especies son amilolíticas, 9 especies bacterianas presentan propiedades proteolíticas y 2 especies son celulíticas. Concluyen que las aguas termales del balneario Ilalo, presentan una microbiota escasa, pero diversa, con una buena calidad sanitaria.

Molina Carvajal et al. (2023), estudiaron las fuentes termales de los municipios de Bochalema y Chinacota, Colombia; en las fuentes termales de Raizon y Los Termals, entre los años 2019 y 2020. Determinaron los caudales de cada fuente termal y la calidad de agua por ensayos físicos y químicos. Registran la presencia de la bacteria *Escherichia coli* en concentraciones de 110 Bact/ml, *Klebsiella spp.* (78 Bact/ml), *Salmonella spp.* (12 Bact/ml), e identifican los órdenes Coleóptera y Díptera, correspondientes a las familias Staphylinidae, Muscidae y Tabanidae. Concluye, que la calidad del agua de las fuentes del Raizon presenta cambios en el color de agua, turbiedad, elementos alcalinos y microbiota de origen orgánico por la presencia de especímenes de Muscidae; así mismo, presencia de la bacteria *E.coli* y los géneros *Salmonella* y *Klebsiella*, debido al uso recreativo y turístico, sin embargo en el centro recreacional Los Termals, encontraron especímenes de Tabanidae y Staphylinidae, en menor proporción.

Chalise et al. (2023) Evaluaron la calidad del agua y la hidrogeoquímica de manantiales termales de la provincia de Gandaki, Nepal; de 12 manantiales termales tomando en cuenta 28 parámetros fisicoquímicos para lo cual utilizaron matrices de correlación y análisis estadísticos multivariantes, como análisis de componentes principales y análisis de conglomerados. Según los resultados el caudal de los manantiales varía según la temporada, 0,1 y 4,0 L/s, el pH, la temperatura, la conductividad eléctrica, los sólidos disueltos totales y la turbidez en los manantiales de agua caliente variaron de 7,3 a 8,8, 31,6–64,3 °C, 206–16270 µS/cm, 115–6637

mg/L y 0,21–63,7 NTU; respectivamente. El orden de predominio de los principales aniones y cationes fue: $\text{Cl}^- > \text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{F}^-$ y $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+}$, respectivamente. El Cl^- fue el anión más dominante en los manantiales estudiados, mientras que el PO_4^{3-} se encontraba por debajo del límite de detección en todas las muestras. Las concentraciones de Cl^- oscilaron entre 28,2 y 3964 mg/l ($642 \text{ mg/l} \pm 1106$), las concentraciones de NO_3^- se registró en un promedio de 0.680. Se determinó que las concentraciones medias de Fe y As eran de 0,710 y 0,020 mg/l, respectivamente. De los nueve metales pesados y oligoelementos analizados, Zn^{2+} , Ni^{2+} , Cr^{3+} , Cd^{+2} , Hg (total) y Pb^{2+} se encontraron por debajo del límite de seguridad, pero Fe (total), As (total) y Cu (total) se encontraron por encima del límite de seguridad de la OMS en un total de 3, 5 y 1 puntos de muestreo, respectivamente. El índice de calidad del agua (WQI) en las fuentes de agua caliente oscilaron entre 40,9 y 573, siendo que mayoría de los manantiales (9/12) fue >50 , indicando una calificación de “BUENA CALIDAD” de agua. Concluyendo que la mayoría de las características fisicoquímicas están significativamente influenciadas por la temperatura alta junto con interacciones litológicos, climáticas y múltiples actividades antropogénicas.

1.1.2. Antecedentes Nacionales

Vargas Mahamey (2018), determinó la calidad de las aguas termales de Yura, analizando su calidad física, química y microbiológica, en 10 piscinas durante los meses de septiembre a diciembre del 2017, obteniendo valores promedios de temperatura de 27.4 ± 0.29 °C a 31.95 ± 0.28 °C, pH de 6.05 ± 0.08 a 6.5 ± 0.13 , turbidez de 2.41 ± 1.18 NTU a 39.92 ± 2.96 NTU y conductividad eléctrica de 1630 ± 163.34 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 2421.67 ± 365.70 $\mu\text{S}/\text{cm}$, clasificándolas como aguas bicarbonatadas hipotermas. Por otro lado, en el análisis bacteriológico registró *Coliformes totales* y *termotolerantes* que no presentan diferencia significativa ($p > 0,05$) por lo que estas son aptas para la recreación; *Enterococcus faecalis* representa el 3.33% del total de las muestras

procesadas significando no aptas (>200 NMP/100), no existiendo diferencias significativas ($p>0.05$), clasificándola como aptas; para *Pseudomona aeruginosa*, no encontró diferencias significativas ($p>0.05$) a pesar de que un 26% del total de las muestras procesadas presentaban esta bacteria; así mismo, el 100% de las muestras procesadas no presentaron colonias de *Salmonella* y mohos, y con respecto a levaduras, estuvo presente solo en la muestra procesada de un pozo, representándola con un 2%. Concluye, que las aguas termales de Yura son aptas para el uso recreativo y de contacto directo por no exceder los límites máximos permisibles para aguas de uso recreativo establecidos por el MINAM-2008.

Cruz Carranza (2018), Determinó los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos de las aguas termales de San Mateo en la provincia de Moyobamba del departamento de San Martín, de dos piscinas: una piscina Semi-Olímpica y otra piscina mediana pertenecientes al centro turístico de los baños termales de San Mateo. Donde los parámetros físicos y químicos presentan valores dentro de los estándares permisibles, pero también se observó la ausencia de OD y un leve valor alto de la DBO de 8 mg/L, en lo bacteriológico, se encuentran dentro de los estándares máximos permisibles, así en la piscina mediana se registró 8.75 UFC siendo la más concurrida y en la piscina semi olímpica 7.75 UFC, en cuanto al olor, realizado mediante encuesta, se calificó que es aceptable por el 50% de bañistas. Concluye, que la calidad física, química y bacteriológica de estas aguas cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para aguas de uso recreacional de contacto primario, pero los Índices de Calificación Sanitaria de Piscinas (ICSPS) son calificados como no saludables.

Escobedo Vasquez & Melendez Abanto (2020), Determinaron el Índice de Calidad Sanitaria de las piscinas del centro Pultamarca Baños del Inca-Cajamarca, relacionándola con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) según el Decreto Supremo N° 004 – 2017 – MINAM y

la Directiva Sanitaria N° 033-2011 MINSA-DIGESA-V.01, y evaluaron el vacío legal ambiental. Para ello, en enero del 2019, colectaron 4 muestras representativas de las piscinas del centro Pultamarca Baños del Inca-Cajamarca. Como resultado, la calificación sanitaria varía de 0.416 a 0.490 que lo califica como **REGULARMENTE SALUDABLE**, las piscinas **SI CUMPLEN** con los estándares establecidos por los ECA. Concluyen que las piscinas del centro Pultamarca Baños del Inca-Cajamarca se encuentran “regularmente saludables” al no cumplir cabalmente con los requisitos, los parámetros analizados en laboratorio cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental y se encontró un vacío legal ambiental, ya que la evaluación de la calificación sanitaria del agua termo mineral para piscinas no se encuentra determinado o establecido ni en el Decreto Supremo N°004-2017-ECA-MINAM ni en la Directiva Sanitaria N°033-2010-MINSA/DIGESA.

García Villanueva & Huamán Chávez (2023), Evaluaron la calidad bacteriológica, física y química de las aguas termales del balneario Pampalca del distrito de San Pedro de Coris en Huancavelica, de 4 pozas. Determinando que las aguas son sulfatadas y cloruradas cálcicas y/o magnésicas y cumplen con los parámetros según ECA a excepción de oxígeno disuelto y níquel cuyos valores medios fueron de 2.92 y 0.039 mg/L respectivamente; el valor de ICA fue de 54.18 calificándolo como aceptable; mientras que el índice de calificación sanitaria de las piscinas registra un valor de 0.50 que lo determina como **REGULARMENTE SALUDABLE** debido a la contaminación microbiológica con un valor menor a 1.8 NMP/100 ml para coliformes fecales y totales. Concluyen que estas aguas cumplen con los parámetros de calidad bacteriológica, física y química y son **APTAS** para el uso recreativo y terapéutico.

1.1.3. Antecedentes Locales

Ojeda Rondan (2008), Determinó la calidad bacteriológica de aguas mineromedicinales en los distritos de San Pedro y San Pablo en la provincia de Canchis en la región Cusco, donde halló

la numeración de bacterias heterotróficas aerobias mesófilas viables y el número más probable de coliformes totales, termotolerantes y *Enterococcus faecalis*. encontró coliformes totales en el 100% de las muestras analizadas, que oscilan entre 14 y 64 UFC/100 ml (muestras de San Pedro) y de 7 a 15 UFC/100 ml (muestras de San Pablo), coliformes termotolerantes en el 100% de las muestras de San Pedro y 80% de las muestras de San Pablo, excediendo los valores máximo permisibles para agua de consumo humano establecidos por la OMS y la SUNASS; también registró *Enterococcus faecalis* en 77.78% en el pozo de San Pedro y 88.89% en la piscina de San Pablo, y un 33.33% en la pileta de San Pablo. Los parámetros físicos, químicos y organolépticos, excedieron los límites establecidos para aguas de consumo humano según la OMS. Concluye que las aguas mineromedicinales de San Pedro y San Pablo son NO APTOS para consumo humano, pero APTOS para uso recreacional.

Centeno Teran (2016), Evaluó la calidad de las aguas termales de Cocalmayo del distrito de Santa Teresa en la provincia de La Convención en la región Cusco, en la fuente de origen y en las piscinas de uso público durante el mes de mayo de 2015. Determinó que el Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas en el balneario de Cocalmayo obtuvo un puntaje de 0.66 calificándolo como REGULARMENTE SALUDABLE. Los parámetros físicos y químicos analizados, estaban dentro de los límites máximo permisibles fijado en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), considerándose APTO para aguas de uso recreacional. No registró bacterias coliformes en la fuente de abastecimiento, y en las piscinas, se registran coliformes totales y termotolerantes con un valor < 1.8 NMP/100 ml, estos resultados se hallan por debajo de los límites máximo permisibles, considerándose APTOS para aguas de uso recreativo. Para el Índice de Calidad de Agua (ICA) analizadas de acuerdo al método gráfico, obtuvo una calificación de 77.16 (EXCELENTE) y para el método de Software ICATEST V1.0, una calificación de 72.73

(BUENA); no registra la presencia de metales pesados. Concluye que los baños termales de Cocalmayo son APTOS para aguas de uso recreacional de contacto primario y secundario.

Charalla Cutipa & Cuchuyrumi Porroa (2016), Evaluaron las características físicas, químicas y bacteriológicas de las aguas termales de Uyurmiri, Marcani y Ccaylla de la provincia de Canchis en la región Cusco. En el análisis químico determinaron sodio, litio y potasio, y en menor presencia hierro y zinc, recalando que Marcani y Ccaylla presentaban mayor concentración de sodio y potasio; en cuanto a fluoruros, cloruros y sulfatos, Marcani y Ccaylla superaron los límites máximo permisibles establecidos por MINSA y OMS para aguas de consumo humano y uso recreacional de contacto directo; en las aguas termales de Uyurmiri, también se detectó valores altos de fluoruros y sulfatos. Así mismo, calificaron a los tres centros mineromedicinales como aguas mineralizadas, hipotónicas y neutras, con posibles propiedades terapéuticas, a Marcani y Ccaylla como mesotermal, ambas con una temperatura promedio de 21.6 y Uyurmiri como termal, con una temperatura promedio de 37.4. Las fuentes de origen están exentas de bacterias indicadoras de contaminación; sin embargo, en las piscinas se registraron bacterias patógenas y microorganismos indicadores de contaminación que superan los parámetros aceptables para aguas termo medicinales, en las piscinas de Uyurmiri se encontró la presencia de mesófilos, coliformes totales, coliformes fecales, *Enterococcus*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomona aeruginosa*; en las piscinas de Marcani se halló la presencia de mesófilos, coliformes totales, coliformes fecales, *Enterococcus* y *Escherichia coli*; y en las piscinas de Ccaylla había presencia de mesófilos, coliformes totales, coliformes fecales y *Staphylococcus aureus*; siendo así, Uyurmiri la más contaminada. En cuanto al análisis de mohos y levaduras, los tres balnearios superan los parámetros de las normas internacionales. Según los resultados de una encuesta aplicada, el 90% de la población ingresa a las piscinas sin aseo previo y en Marcani el 80% de los usuarios

contaminan la fuente principal. Concluyen que las aguas de Marcani y Ccaylla son APTAS para consumo humano y las aguas de Uyurmiri únicamente para recreación.

1.2. Marco Conceptual

1.2.1. Aguas Termales

Las aguas termales son recursos hidrológicos subterráneos consideradas de alta y baja entalpia, se consideran como aquellas que surgen del interior de la tierra con temperaturas elevadas de 20°C o superiores en 5 o 6°C a la temperatura ambiental (Vargas, 2010). Las fuentes termales hacen referencia al termino “ascensión” de las aguas profundas debido a fracturas abiertas, accidentes geológicos abiertos o “fisuración activa” que ayudan la circulación del agua, entre las más importantes son: los filones y diques eruptivos, los filones metalíferos, los contactos geológicos, las diaclasas y fisuras finas, las fallas y zonas de milonitización; sin embargo, las aguas profundas ascienden a la superficie por mecanismos de surgencia y estas vienen dadas por dos condicionantes principales; la fracturación intensa con fases tectónicas ya sea por actividad tectónica y la presencia de valles o depresiones (Pinuaga Espejel, 1992).

La clasificación según (Castany, 1971, como se cita en Mestanza Vera, 2024), por su origen corresponde a:

De origen Meteórico: El agua proveniente de las precipitaciones se infiltra para luego por gravedad descender hacia las capas más profundas y elevar su temperatura por el gradiente geotérmico con promedio de temperatura de 33 °C por cada 100 m.

De origen Juvenil: Se distinguen dos tipos principales:

- ✓ Magmáticos, que se generan de la cristalización del magma, y liberan constituyentes volátiles que se sitúan a la superficie en forma de fumarolas, compuesto por hidrógeno y vapor de agua.

- ✓ Volcánicos, que son el resultado de la consolidación de las lavas y el vapor de aguas de origen volcánico.

De origen Mixto: Son producto de la mezcla de aguas meteóricas y juveniles.

1.2.2. Aguas Mineromedicinales

Las aguas mineromedicinales provienen de un manantial natural aforado y, en la mayoría de los casos, no son potables debido a su olor, sabor, elevado residuo seco, sustancias en suspensión, entre otras características. Estas aguas tienen propiedades terapéuticas y se caracterizan por contener 250 mg de gas carbónico libre o una cantidad mínima de un litro por gramo de sales disueltas (Lopez de Azcona, 1960).

La clasificación más aceptada y universal, propuesta por (Valenzuela y San Martin, 1994, como se cita en Fagundo Castillo et al., 2000) es la siguiente:

De acuerdo a su temperatura

Frías: <20°C

Hipotermal: entre 20°C y 35 °C

Mesotermal: entre 35°C y 45°C

Hipertermal: >45° y hasta 50°C

Según Reyes Secades (2015), la clasificación de acuerdo a su mineralización son las siguientes:

1. Aguas con más de un gramo por litro de sustancias mineralizantes:

Sulfatadas: Son aguas con más de 1(g/L) de sustancias mineralizantes, y destaca el anión sulfato. Debido a sus propiedades terapéuticas por iones como sodio, magnesio, bicarbonato y cloruro, son aguas laxantes. Según Huamani Huaccán & Valenzuela Ortiz (2003), indican que este tipo de aguas presentan temperaturas entre 8°C – 75°C, pH ácido a alcalino de entre 5,8 – 9,1; con presencia de sulfatos muy variados entre 25, 52 – 2 408,60 mg/L.

Cloruradas: Son aguas con capacidad estimulante de funciones orgánicas y metabólicas, posee más de 1(g/L) de sustancias mineralizantes e ion cloruro en igual proporción de sodio. Se clasifican en: débiles (menos de 10 g/L), medianas (entre 10 y 50 g/L) y fuertes (más de 50 g/L). Según Huamani Huaccán & Valenzuela Ortiz (2003), este tipo de aguas presentan temperaturas de 15°C – 88°C, pH de 4,5 - 9,2; con presencia de cloruro que varía de 48,562 - 63,60 mg/l.

Bicarbonatadas: También denominadas como carbónicas o carbogaseosas, cuentan con más de 1(g/L) de sustancia mineralizante, por el ion bicarbonato junto al cloruro, magnesio, sodio, calcio, etc. Poseen gran cantidad de ácidos libres ($\text{CO}_2 > 250$ mg/L). Según Huamani Huaccán & Valenzuela Ortiz (2003), presentan temperaturas de 10°C – 71°C, pH entre 5,8 – 9,8; y presencia de bicarbonatos entre 23,59-814 mg/L.

2. Aguas con mineralización inferior a un gramo por litro.

Conocidas como aguas oligominerales ya que la mineralización es inferior a 1g/L, pero poseen abundante cantidad de microelementos como germanio, vanadio, cobalto, molibdeno, silicio, fosforo, etc. Se subdividen en dos subgrupos; de débil mineralización (menores de 0.2 g/L) y mediana mineralización (0.2 – 1 g/L); esta a su vez se clasifica por su temperatura en dos grupos: Acrotopegas (con menos de 20°C) y Acrototermas (con más de 20°C).

1.2.3. Aguas Termominerales en Perú

El país cuenta con amplia variedad de fuentes termales distribuidas en todo el territorio peruano a excepción de la selva baja y algunas zonas costeras; mayormente se encuentran ubicadas sobre los 2000 m.s.n.m. De las 500 fuentes de aguas termominerales inventariadas, 17 están por debajo de esta cota. Este recurso hidrológico forma parte del legado cultural y, según Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR), ha sido utilizado desde tiempos Pre-Incas, prueba de ello son las aguas termales “Baños del Inca” en Cajamarca (Vargas, 2010). Cabe destacar que

en la zona sur abunda las fuentes termales en un total de 97, distribuidas en la región Cusco (26), Arequipa (20), Huancavelica (14), Puno y Moquegua (13) y Tacna (11). Un total de 82 fuentes son utilizadas sin autorización respectiva y bajo concesión se tiene las siguientes:

- ✓ Baños termales de Aguas Calientes en la Raya y Machupicchu en Cusco.
- ✓ Baños termales de Machacancha y baños termales de Lares en Cusco.
- ✓ Baños termales de Cocalmayo de Santa Teresa en Cusco.
- ✓ Aguas termales La Calera en Chivay y Puye I, II y III en Yanque, Arequipa.
- ✓ Aguas termales de Caliente en Pachia, Tacna. (Collazos Masanovic, 2012)

El uso y funcionamiento hidrogeológico de zonas termales en el Perú está legislado por el “Ministerio de comercio exterior y turismo – MINCETUR” quien considera accesibilidad a usos balneológicos, turísticos y medicinales, basándose en el D.L N° 25533 – MINCETUR, y define el otorgamiento de licencia para el uso de las fuentes de Aguas Mineromedicinales y el control de su explotación con fines turísticos, (D.S. N° 021 – 2011 – MINCETUR), en el artículo 5, numeral c), señala que tiene la competencia de supervisar la prestación de los servicios turísticos que ofrecen los centros de turismo termal y/o similares, para su cumplimiento trabaja juntamente a INGEMMET (acredite que las aguas son termo minerales) y DIGESA (acredite aguas que no causen daño a la salud humana).

1.2.4. Calidad de Agua

El término calidad de agua tiene importancia universal cuando está relacionado con el uso específico que se le dará al recurso. Un cuerpo de agua con la calidad necesaria para mantener la vida acuática no siempre es adecuado para nadar y un agua que cumple con las condiciones para el consumo humano podría ser inadecuado para procesos industriales. Por ello, su calidad debe calificarse en función al uso que se le dará. Entonces, se considera que el agua está contaminada

cuando sufre cambios que afectan su uso real o potencial (Barrenechea Martel, 2004), por lo que no se puede determinar cómo bueno o malo sin comparar las características físicas, químicas y biológicas con los estándares de calidad del agua (Rico & Torres Vega, 2009).

1.2.5. Parámetros Físicos

Son parámetros que por su naturaleza son evaluados in situ o pueden ser percibidos por los sentidos (vista, olfato, etc.) y tienen directa repercusión sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua. Se consideran importantes los siguientes parámetros: pH, temperatura, color, olor, turbiedad y sólidos solubles e insolubles (Barrionuevo Inca Roca, 2004).

En el caso de la calidad de aguas termales, a pesar de que se consideran hábitats extremos debido a sus altas temperaturas, exhiben una amplia variedad de microorganismos que dependen de las características fisicoquímicas del agua, como la temperatura, pH y la conductividad eléctrica (Anguisaca Vega & Ortiz Tejedor, 2023).

1.2.5.1. Caudal.

El caudal o flujo de agua es el volumen por unidad de tiempo en cualquier punto de un canal natural o artificial. Las unidades típicas de registro son pies cúbicos por segundo (p³/s), metros cúbicos por segundo (m³/s), galones por minuto (gal/m) y litros por segundo (L/s) (Quiñonez Márquez & Guzmán Ríos, 1986).

1.2.5.2. Temperatura.

Es un indicador físico de la calidad del recurso hídrico que influye en el comportamiento de otros indicadores de calidad de agua como el grado de saturación de oxígeno disuelto, pH y la actividad biológica. La temperatura debe evaluarse en el sitio de muestreo, y normalmente la determinación puede realizarse con termómetros de mercurio (Romero Rojas, 1999).

Para las aguas minero-termales, la temperatura es el indicador más importante, debido a los efectos fisiológicos e hidrodinámicos (Barrionuevo Inca Roca, 2004).

1.2.5.3. Conductividad Eléctrica.

La conductividad eléctrica, es la capacidad del agua para conducir una corriente eléctrica como resultado de la descomposición de los sólidos disueltos en iones con carga positiva y negativa. Los principales iones con carga positiva son el sodio (Na^+), calcio (Ca^{+2}), potasio (K^+) y magnesio (Mg^{+2}) y los iones con carga negativa son el cloruro (Cl^-), sulfato (SO_4^{-2}), carbonato (CO_3^{-2}) y bicarbonato (HCO_3^-). Los nitratos (NO_3^{-2}) y los fosfatos (PO_4^{-3}) contribuyen en menor medida a la conductividad, aunque son muy importantes desde el punto de vista biológico. De esta manera, la conductividad es un indicador inestimable del grado de dureza, alcalinidad y contenido de sólido disueltos en el agua. La conductividad varía en función de la fuente de agua, ya sea aguas subterráneas, aguas drenadas de campos agrícolas, aguas residuales municipales, precipitaciones, entre otras (Arora et al., 2017).

1.2.5.4. Turbiedad.

La turbiedad es una medida de claridad relativa del agua y puede ser causado por materia en suspensión o dispersiones coloidales como es el plancton, organismos microbiológicos, arcillas, cieno, materia orgánica e inorgánica dividida finamente (Chacón Chaquea, 2016). Este parámetro es una propiedad óptica de una suspensión que hace que la luz sea remitida y no transmitida por medio de la suspensión, por tal motivo, el tipo de emisión depende del tamaño, forma de las partículas y la longitud de onda de la luz incidente. El método más utilizado para medir la turbidez es el método instrumental nefelométrico y la determinación de este parámetro de calidad de agua es importante para el consumo humano y otros fines (Romero Rojas, 1999).

1.2.5.5. Color.

El color es un parámetro físico del agua, el término como tal, se refiere al “color verdadero” de una muestra de agua una vez removida con turbidez; sin embargo, antes de este procedimiento (Filtración o centrifugación) la denominación de “color aparente” se refiere al color de las sustancias en solución y coloidales, material suspendido. Las causas más comunes del color del agua se deben a la presencia de partículas coloidales cargadas negativamente (hierro, manganeso coloidal o en solución) y desechos orgánicos en descomposición e inorgánicos como residuos industriales (Romero Rojas, 1999).

1.2.5.6. Olor.

El olor del agua se describe cualitativamente y su presencia se debe a sustancias orgánicas. Los causantes más comunes son ácido sulfúrico, hierro y manganeso, sulfato de sodio y magnesio, cloruro de sodio, aceites fenoles, productos de cloro, diferentes especies de algas, hongos, etc. Para expresar el olor, el método más usado consiste en determinar la relación de dilución de la muestra a 200 ml con agua destilada, a la cual es apenas detectable. Se expresa con un valor de número detectable (ND) de olor (Romero Rojas, 1999).

1.2.5.7. Sólidos Totales.

Con respecto al término “sólidos totales” abarca todos los compuestos que están presentes en las aguas naturales y permanecen como residuo tras la evaporación y secado a 103°, estos incluyen a sólidos disueltos y suspendidos; para su determinación el agua se evapora en una cazuela, sobre un baño maría y secada a 103 – 105°C (Arora et al., 2017). Donde los:

Sólidos totales = Sólidos suspendidos + Sólidos disueltos.

Sólidos totales = Sólidos fijos + Sólidos volátiles.

(Barrenechea Martel, 2004)

1.2.5.8. Sólidos Suspendidos.

Son sólidos disueltos en un agua residual, excepto los solubles y los sólidos en estado coloidal. Los sólidos en suspensión son los que tienen partículas superiores a un micrómetro y que son retenidos en el proceso de filtración en análisis de laboratorio (Barrenechea Martel, 2004).

1.2.5.9. Sólidos Disueltos.

También conocidos como sólidos filtrables y se obtienen después de la evaporación de una muestra previamente filtrada. Comprende sólidos en solución verdadera y solución en estado coloidal, no retenidos en la filtración, ambos son partículas inferiores a un micrómetro (1 μ) (Barrenechea Martel, 2004).

1.2.6. Parámetros Químicos

Los problemas de salud relacionados con los componentes químicos del agua de consumo o de contacto primario se debe generalmente a la capacidad que tienen dichos componentes para provocar efectos adversos en la salud de las personas después de una exposición prolongada, aunque son pocos los compuestos químicos del agua que pueden desencadenar problemas de salud tras una sola exposición, pero la contaminación química del agua de consumo si puede desencadenar efectos nocivos en la salud, algunas de las propiedades químicas del agua son: pH, conductividad eléctrica, salinidad, dureza, iones, etc. (Arora et al., 2017).

1.2.6.1. Potencial de Hidrogeniones (pH).

El pH es una medida de la acidez y la alcalinidad del agua. Se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno. La escala de pH es de 0 (muy ácido) a 14 (muy alcalino), siendo neutro el valor 7. El pH natural de las aguas dulces, aguas ácidas y turbosas de las tierras altas se encuentra entre 4,5; y en las aguas con una intensa actividad fotosintética de las algas en más de 10,0 (Arora et al., 2017). El pH es el parámetro más importante para determinar

la naturaleza corrosiva del agua, cuanto menor sea el valor del pH, mayor será la acidez y la corrosividad. La tasa reducida de actividad fotosintética del fitoplancton en un sistema acuático aumenta la absorción de dióxido de carbono y de bicarbonatos metálicos solubles, que finalmente, aumentan el pH del agua (Singh & Yadav, 2022), siendo así el pH, un parámetro importante para la determinación de la calidad del agua.

1.2.6.2. Oxígeno disuelto (OD).

El oxígeno disuelto es la cantidad de oxígeno gaseoso (O₂) disuelto en el agua. Llega al agua por difusión desde el aire circundante, por aireación y como producto de la fotosíntesis. La mayoría de los organismos acuáticos necesitan el oxígeno disuelto para sobrevivir y crecer (Arora et al., 2017). El oxígeno disuelto (OD) se considera uno de los parámetros más importantes de la calidad del agua en arroyos, ríos y lagos. Cuanto mayor sea la concentración de oxígeno disuelto, mejor será la calidad del agua. El oxígeno es poco soluble en agua y muy sensible a la temperatura, la cantidad real de oxígeno disuelto varía en función de la presión, la temperatura y la salinidad del agua (Omer, 2019). El incremento del crecimiento de la flora acuática y la elevada concentración de materia orgánica puede afectar los niveles de OD en el agua, al caer estos niveles por debajo de 5.0 mg/L, la vida acuática corre riesgo y al llegar a niveles menores a 2 mg/L se presencia grandes mortalidades de la fauna acuática, al punto de alcanzar un cuerpo de agua de condiciones anóxicas (Sánchez et al., 2007).

1.2.6.3. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).

La demanda bioquímica de oxígeno es la cantidad de oxígeno disuelto necesario para la degradación de materia orgánica presente en el agua, utilizada por los organismos biológicos aerobios a cierta temperatura durante un periodo de tiempo específico. Es un indicador de la calidad orgánica del agua, ya que representa la carga contaminante. Se expresa en miligramos de

oxígeno por litro de muestra durante 5 días (DBO5) de incubación a 20 °C (Arora et al., 2017). La materia orgánica se descompone en CO₂ y H₂O, y la energía liberada durante este proceso es utilizada por los microbios para su crecimiento y reproducción, durante este proceso se consume el oxígeno disuelto reduciendo así su concentración. Esta demanda de oxígeno es denominada demanda bioquímica de oxígeno. Cuanta más materia orgánica haya en el agua, mayor será la DBO (Singh & Yadav, 2022) Cuando los niveles de la DBO son altos, los niveles de oxígeno disueltos (OD) disminuyen, ya que las bacterias están consumiendo ese oxígeno en gran cantidad. Al haber menos oxígeno disponible en el agua, los peces y otros organismos acuáticos tienen menor posibilidad de sobrevivir (Sánchez et al., 2007).

1.2.6.4. Nitratos y Nitritos.

El nitrógeno es uno de los elementos más abundantes, importante para el crecimiento de algas y plantas acuáticas. El nitrógeno inorgánico se puede encontrar en su estado libre como un gas (N₂), o como nitrato (NO₃⁻), nitrito (NO₂⁻), o amoníaco (NH₃⁺) (Sánchez et al., 2007). El nitrato (NO₃⁻) es un ion que se encuentra en forma natural en el ambiente y forma parte del ciclo del nitrógeno, es un importante nutriente para las plantas y se encuentra en fertilizantes inorgánicos; y de manera natural en aguas superficiales y subterráneas en bajas concentraciones derivadas de la vegetación. No obstante, sus niveles pueden aumentar considerablemente debido a la escorrentía de tierras agrícolas que han recibido cantidades excesivas de fertilizantes nitrogenados y estiércol, además de la descarga de aguas residuales y la oxidación de desechos nitrogenados provenientes de excretas humanas y animales, incluyendo las contenidas en tanques sépticos.

Por otro lado, el nitrito suele presentarse en concentraciones bajas, excepto en ambientes reductores donde puede formarse químicamente; por ejemplo, en tuberías de distribución de agua

potable mediante la acción de la bacteria *Nitrosomonas*, que convierte nitratos en nitritos durante periodos de estancamiento en tuberías de acero galvanizado con bajo oxígeno, o en sistemas que utilizan cloramina. Así mismo, el exceso de amoníaco libre puede inducir nitrificación, elevando las concentraciones de nitrato y nitrito en el agua potable. Ambos compuestos también pueden originarse por nitrificación en la fuente de agua o en los sistemas de distribución.

Las reacciones del nitrato en el agua causan una disminución del oxígeno disponible, lo cual provoca la mortalidad de organismos acuáticos por asfixia. En cuanto a la salud humana, la presencia de nitratos y nitritos puede provocar metahemoglobinemia, también conocida como “síndrome del lactante azul”, y generar infecciones gastrointestinales. (OMS, 2011), el límite máximo permitido para nitrógeno en forma de nitrato en agua potable es de 10 mg/L, equivalente a 50 mg/L de nitrato total. En cuerpos de agua, concentraciones de nitrito superiores a 90 mg/L resultan letales para los peces (Sánchez et al., 2007).

1.2.6.5. Fosfatos.

El fosfato (PO_4^-) es un ion formado a partir del fósforo inorgánico que se encuentra en el ambiente como un elemento necesario para el crecimiento de plantas y animales, pero tóxico en su forma elemental. Los fosfatos como solución pueden estar presentes en suelos agrícolas, en cuerpos acuáticos los cuales provienen de la filtración de lluvias, o también de la separación de pesticidas orgánicos; su presencia en cantidades moderadas en el agua es buena para el crecimiento de plancton y de otras plantas acuáticas, de esta manera promueve el incremento de la población de peces y mejora la calidad del agua; sin embargo, en concentraciones excesivas genera el crecimiento desmedido de plancton, plantas acuáticas y la materia orgánica viva saturando el cuerpo hídrico y aumentando el consumo de oxígeno (Sánchez et al., 2007). Este fenómeno conduce a procesos de eutrofización.

1.2.6.6. Sulfatos.

Los sulfatos son aniones que se encuentran de manera natural y en muchos minerales, los cuales son utilizados comercialmente en la industria química. Llegan al agua a partir de residuos industriales y precipitaciones atmosféricas; sin embargo, la mayor concentración se encuentra en el agua subterránea y proviene de fuentes naturales (OMS, 2006). Su afección a la salud humana en agua de uso y consumo humano tiene que ver principalmente con su efecto laxante que se da por una alta ingesta de sulfato de sodio y sulfato de magnesio, en medida > 100 mg/L, así mismo los sulfatos con una concentración >200 mg/L influyen en la corrosión de metales, cambiando el sabor del agua y después de una ingestión de cinco gramos al día (Bolaños Alfaro et al., 2017) provoca deshidratación como producto de un cuadro diarreico en niños y adultos mayores. Sin embargo, la OMS no propone ningún valor con límites de referencia, basado en efectos sobre la salud.

1.2.6.7. Cloruros.

El cloruro, cuando se encuentra en su forma de ion (Cl^-), es uno de los aniones inorgánicos más principales en el agua natural y residual. En el agua de consumo, el sabor salado producido por el cloruro es variable y depende de la composición química del agua, concentraciones superiores a 250 mg Cl^- /L es cada vez más probable que los consumidores detecten el sabor del cloruro si el catión es el sodio; pero, cuando los cationes predominantes son calcio y magnesio, ese gusto salado típico puede estar ausente en aguas de hasta $1\ 000$ mg/L, no obstante, algunas personas pueden acostumbrarse al sabor que se produce en concentraciones bajas. Generalmente, la concentración de cloruro es mayor en aguas residuales que en naturales, debido a que el cloruro de sodio (NaCl) es común en la dieta y pasa intacto a través del aparato digestivo. A lo largo de las costas, el cloruro puede estar presente en concentraciones elevadas por el paso del agua del mar a

los sistemas de alcantarillado, también puede aumentar debido a los procesos industriales. Un contenido elevado de cloruro puede dañar las conducciones y estructuras metálicas y perjudicar el crecimiento vegetal (APHA, 2017). No se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el cloruro en el agua de uso y consumo humano (OMS, 2011).

1.2.7. Parámetros Bacteriológicos

Los parámetros bacteriológicos en el agua son indicadores de contaminación, presentando una gran diversidad en las aguas termales las cuales generalmente dependen de sus características fisicoquímicas como la temperatura, pH y conductividad eléctrica, a pesar de que estas presentan temperaturas altas, existen poblaciones bacterianas que ponen en riesgo la salud pública (Anguisaca Vega & Ortiz Tejedor, 2023).

El agua con contaminación microbiológica en general, puede ser la fuente de grandes brotes de enfermedades, como el cólera, disentería y criptosporidiosis; la mayoría de las bacterias patógenas que pueden ser transmitidas por el agua infectan el tracto gastrointestinal y son excretadas en las heces de las personas o animales infectados, las vías de transmisión de estas bacterias incluyen la inhalación y el contacto primario y pueden producir infecciones en el tracto respiratorio, lesiones en la piel o en el cerebro; siendo las bacterias recomendadas como indicadores de la calidad del agua recreativa, el grupo coliformes (OMS, 2011). A continuación, se describen las especies más comunes de bacterias indicadoras de contaminación acuática en centros recreacionales.

1.2.7.1. Coliformes Totales.

Los coliformes totales son bacilos Gram negativos, aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados que se desarrollan en presencia de sales biliares, no tienen citocromo oxidasa y tienen la capacidad de fermentar lactosa con producción de ácido, gas y aldehído a 35 °C o 37 °C/24 - 48

horas. Los géneros más reconocidos y reportados son: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Citrobacter*, donde incluyen especies fecales y ambientales que pueden sobrevivir y proliferar en aguas tanto residuales como naturales, en presencia de biopelículas; por lo tanto, su presencia indica contaminación por entrada de materiales extraños al agua. *Escherichia coli* y los coliformes termotolerantes son un subgrupo de los coliformes totales, que tienen la capacidad de fermentar lactosa a temperaturas más elevadas (OMS, 2011).

1.2.7.2. Coliformes Termotolerantes.

Los coliformes termotolerantes o también conocidos fecales, son bacterias Gram negativas, anaeróbicas facultativas, no esporuladas, que tienen la capacidad de fermentar lactosa a $44,5 \pm 0,2$ °C/24 horas. El género predominante es *Escherichia* y en menor grado especies de *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Klebsiella*. Se encuentran en cantidades elevadas en las heces de animales de sangre caliente y del ser humano. Es un indicador directo de contaminación fecal y del riesgo de transmisión de enfermedades infecciosas gastrointestinales, al estar presentes en el agua o alimentos, en especial la presencia de *E.coli*, indica contaminación fecal reciente (Mora Alvarado & Mata Solano, 2003).

1.2.7.2.1. *Escherichia coli*.

Escherichia coli es una enterobacteria que se puede distinguir de los demás coliformes termotolerantes por su capacidad para producir indol a partir de triptófano o por la producción de la enzima β -glucuronidasa, así mismo, tiene la capacidad de fermentar lactosa y el manitol liberando ácido y gas. Se puede desarrollar de 44 – 45 °C, aunque existen algunas cepas que se desarrollan a 37 °C y otros que no liberan gas. No produce oxidasa ni hidroliza la urea. *E. coli* se encuentra en cantidades elevadas en las heces humanas y animales, y raramente en ausencia de contaminación fecal, aunque hay indicios de que se puede encontrar en suelos tropicales. *E.coli* es

el indicador de contaminación fecal más importante, por ello la importancia de su elección en programas de monitoreo de calidad de agua, así mismo, es utilizado como indicador de desinfección por su mayor sensibilidad que los virus entéricos y protozoos (Mora Alvarado & Mata Solano, 2003).

1.2.7.3. *Enterococcus faecalis*.

Los *Enterococcus faecalis*, son pertenecientes al género de los *Enterococcus*, antiguamente los *enterococos* eran un sub grupo de los *Streptococcus*, pero en la actualidad son un género independiente desde el año 1970, basándose en estudios taxonómicos y moleculares. Los *Enterococcus* son células esféricas u ovoides, no motiles, presentados en forma de pares, de tamaño $0,6 - 2,0 \times 0,6 - 2,5 \mu\text{m}$. Son cocos grampositivos, no formadores de endosporas, anaerobios facultativos, quimiorganotrofos, fermentadores de lactosa. Fermentan un amplio rango de carbohidratos con producción de L (+) - ácido láctico, pero no de gas, y producen un pH final de 4,2 - 4,6. Presentan requerimientos nutricionales complejos. Son catalasa negativos o débilmente positivos. Crecen a temperaturas de 10 °C y 45 °C, aunque el crecimiento óptimo es de 37 °C, pero sobreviven a un calentamiento de 60 °C / 30 min. Pueden crecer a pH 9,6 con 6,5 % de NaCl y con 40 % de bilis. Portan el antígeno D del grupo Lancefield (Díaz Solano et al., 2011). *Enterococcus faecalis*, puede hallarse en el suelo, agua, alimentos, flora, fauna, etc. Es utilizado para evaluar la calidad de agua por su resistencia a condiciones adversas de altas y bajas temperaturas. Su presencia es indicador de contaminación fecal, ya que es una especie abundante del tracto gastrointestinal humano, su afección a la salud pública puede estar relacionado con la gastroenteritis, conjuntivitis, dermatitis, endocarditis, enfermedades respiratorias, infecciones urinarias, etc. (Larrea Murrell et al., 2013).

1.2.7.4. *Salmonella*.

Es una bacteria de la familia Enterobacteriaceae, son bacillos Gram negativos, móviles, que no fermentan lactosa, pero la mayoría produce sulfuro de hidrogeno o gas por fermentación de carbohidratos. El género *Salmonella* se encuentra en el ambiente y algunas especies en un huésped. La descarga de aguas residuales, heces de ganados, aves y animales silvestres, pueden provocar contaminación fecal en los sistemas de distribución de agua, desencadenando la presencia de agentes contaminantes de *Salmonella*. La transmisión se da por vía fecal-oral y está asociada al consumo de agua o alimentos contaminados. Los efectos a la salud publica causan la salmonelosis, que producen cuatro manifestaciones clínicas: gastroenteritis, bacteriemia o septicemia, fiebre tifoidea o paratifoidea y el estado de portadores en personas infectadas anteriormente. Con respecto a la infección intestinal, existen dos grupos de especies de *Salmonella*, las especies o serotipos tifoideos (*Salmonella Typhi* y *S. Paratyphi*) y el resto de especies o serotipos no tifoideos. Las especies de *Salmonella* no tifoideas causan enfermedades transmitidas por el agua de consumo humano y la transmisión de *S. Typhimurium*, se ha asociado con el consumo de aguas subterráneas y superficiales contaminadas, por ello el género *Salmonella* son indicadores de calidad de agua, siendo el análisis de *E.coli* o de coliformes termotolerantes como indicador confiable de la presencia o ausencia de *Salmonella spp.* en el sistema de abastecimiento de agua de consumo humano (OMS, 2011).

1.2.7.5. *Pseudomona aeruginosa*.

Pseudomonas aeruginosa es un bacilo aerobio Gram negativo, monótrico de la familia Pseudomonadaceae, capaz de crecer a temperaturas de 41 – 42 °C; produce catalasa, oxidasa y amoniaco a partir de arginina que pueden crecer en citrato, también producen piocianina, y muchas cepas producen también pioverdina (Mora Alvarado & Mata Solano, 2003). *Pseudomona*

aeruginosa es un microorganismo muy común en el ambiente y puede encontrarse en las heces, el suelo, el agua y las aguas residuales. Se prolifera en ambientes acuáticos, así como en la superficie de materias orgánicas en contacto con el agua. Su presencia en el agua es un indicador de contaminación en el sistema de distribución, se han aislado en gran variedad en ambientes húmedos, como lavamanos, baños de agua, aguas termales, duchas y bañeras, particularmente, en hospitales y otros lugares donde personas comprometidas inmunológicamente son propensas a infecciones. La vía de infección principal es la exposición de tejidos vulnerables, especialmente heridas abiertas y membranas mucosas, al agua contaminada o a instrumentos quirúrgicos contaminados en los hospitales (OMS, 2011).

1.2.8. Índice de Calidad De Agua (ICA)

El ICA fue desarrollado por la Fundación de Sanidad Nacional de los Estados Unidos (NSF) en 1970 y es una expresión simplificada de la integración de 9 parámetros físicos, químicos y biológicos, que expresan la calidad del agua mediante un rango de 0 a 100 (Saravia Solares, 2017).

Tabla 1.

Parámetros de determinación de ICA-NSF

Parámetros	Wi
Oxígeno disuelto	0.17
Coliformes termotolerantes	0.16
pH	0.11
DBO5	0.11
Nitratos	0.10
Fosfatos totales	0.10
T°C de equilibrio	0.10
Turbiedad	0.08
Solidos Totales	0.07

Fuente: (Brown et al., 1970)

La calificación del ICA se da con cinco rangos de color de acuerdo a la suma del peso final de los parámetros, calificándolas como excelente, buena, media, mala y muy mala.

Tabla 2.

Rangos de calificación de ICA-NSF

Calificación del ICA	Rango numérico
Muy mala	0-25
Mala	26-50
Mediana	51-70
Buena	71-90
Excelente	91-100

Fuente: (Wills & Irvine, 1996)

1.2.8.1. Software ICA-TEST.

ICATEST es un software diseñado en Microsoft Visual Basic 6.0, por el Grupo de Investigación en Recursos Naturales junto con el Grupo de investigación en Ciencias Computacionales de la Universidad de Pamplona, a partir del desarrollo de cada uno de los índices teniendo en cuenta la poca homogeneidad en lo que respecta a las diferentes formas de cálculos y tipo de información, para posteriormente ensamblarlos en un solo paquete de software. Esta herramienta computacional permite el cálculo de la gran variedad de índices de calidad de agua y contaminación mediante la evaluación de sus parámetros químicos, físicos y biológicos, reduciéndolo a una expresión sencilla (número, rango, descripción verbal, símbolo o color) dentro de un marco unificado; además de realizar una gran cantidad de cálculos, conversiones y modelación del tipo general de contaminación en ríos y lagos. El ICATEST V 1.0, genera, guarda

los reportes e historiales y observa el comportamiento en modo gráfico, además proporciona la opción de elegir entre un conjunto de índices organizados por países según su origen, (Ramos & Fernández, 2004)

1.2.9. Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas (ICSPS)

Es un criterio para calificar piscinas públicas y privadas de uso colectivo, como el control de la calidad microbiológica, control de calidad de equipamiento e instalaciones, control de calidad de limpieza y control del ordenamiento documentario, con la finalidad de prevenir y controlar diversos factores de contaminación que pueden encontrarse en las piscinas de uso público. (Ministerio de Salud-MINSA, 2011).

El ICSPS se da de acuerdo al siguiente cuadro propuesto en la D.S 033-MINSA/DIGESA, 2011 - VA.01.

Tabla 3.

Criterios para el Cálculo del Índice De Calificación Sanitaria de Piscinas (ICSPS)

Criterios	Variable	Rango de Valor	Puntaje	Calificación	Puntaje máximo por Variable
Control de calidad Microbiológica	Cloro residual	>0.4 mg/l y <1.2 mg/l	0.15	Buena	0.15
		<0.4 mg/l	0.00	Mala	
	Coliformes termotolerantes	Ausencia	0.15	Buena	0.15
		Presencia	0.00	Mala	
	Turbiedad	<5.0 UNT	0.05	Buena	0.15
		5.0 UNT o mas	0.00	Mala	
Control de calidad de Equipamiento e instalaciones	Servicios higiénicos y ducha	SH. Y duchas disponibles limpios y en funcionamiento	0.075	Presencia	0.075
		S.H. y duchas sucios o malogrados o ausentes	0.00	Ausencia	
		Disponibles, limpios, funcionando y con solución desinfectante.	0.075	Presencia	
	Lavapiés	Ausentes o sucios, o malogrados o sin solución desinfectante.	0.00	Ausencia	0.075
	Sistema de recirculación	Instalado y en operación	0.21	Buena	0.21
		Instalado y malogrado (en estado inoperativo).	0.10	Regular	
		No tiene	0.00	Mala	
	Control de calidad de limpieza	Limpieza del local	Hay recipientes para residuos y el local está limpio	0.075	Buena
Hay recipientes para residuos y el local está limpio			0.038	Regular	
Ausencia de recipientes y el local esta sucio			0.00	Mala	
Limpieza del estanque		Limpio y ausencia de solidos flotantes	0.075	Buena	0.075
		Limpio y presencia de solidos flotantes dispersos	0.038	Regular	
		Sucio y presencia de solidos flotantes abundantes	0.00	Mala	
Control de ordenamiento documentario	Libro de registro	Libro de registro presente y al día	0.02	Buena	0.02
		No hay libro o no está al día.	0.00	Mala	
	Aprobación Sanitaria	Cuenta con autorización sanitaria disponible y vigente.	0.12	Buena	0.12
		No cuenta con autorización sanitaria o no está vigente.	0.00	Mala	

Fuente: (MINSA, 2011)

Tabla 4.

Rango de calificación de Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas

Calificación sanitaria	Rango de valores
Saludable	0.80-1
Regularmente saludable	0.40-0.79
No saludable	0-0.39

Fuente: (MINSA, 2011)

1.2.9.1. Piscina.

Es un estanque artificial o semi artificial destinado al contacto primario y colectivo, brinda acceso a equipamientos e instalaciones que afianza un buen funcionamiento de las piscinas mediante el uso deportivo, recreativo o terapéutico del agua (Ministerio de Salud-MINSA, 2016)

1.2.9.2. Cloro Residual.

Es la cantidad de cloro en forma ácido hipocloroso e hipoclorito que queda en el agua tras un cierto tiempo de contacto tras su aplicación inicial (cloración), para proteger de una posible contaminación microbiológica (MINSA, 2011)

1.2.10. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Para Agua - MINAM

El artículo 31, numeral 31.1 de la Ley General del Ambiente (Ley N° 28611), señala los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; así mismo, el numeral 31.2 establece que el ECA es de cumplimiento obligatorio en la formulación de normas legales y políticas públicas, así como un

referente esencial en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental. Esta disposición se alinea con lo establecido en el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú, que reconoce el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida.

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, artículo 3 del reglamento que establece las categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, define que en la aplicación de los ECA para Aguas recreacionales se consideran:

Categoría 1: Poblacional y Recreacional,

Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación (Adjunto en Anexo 15).

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.

1.3. Marco Legal

- ✓ DECRETO SUPREMO 021-2011-MINCETUR
- ✓ DECRETO SUPREMO-004-2017-MINAM-ECA
- ✓ DECRETO SUPREMO-007-2003-SA-MINSA
- ✓ DECRETO SUPREMO N°019-2010-EM-MINEM
- ✓ D.S. 033-MINSA/DIGESA, 2011VA.01
- ✓ D.S. 033-MINSA/DIGESA, 2016-VA.02
- ✓ DECRETO SUPREMO N° 05 – 94 - ITINCI, 1994
- ✓ Ley N° 26842-MINSA-1997, “Ley General de Salud”
- ✓ Ley N° 28611 – 2005, “Ley General del Ambiente”
- ✓ Ley N° 29338 – MINAGRI – 2010 - “Ley de Recursos Hídricos”
- ✓ Resolución Jefatural N.º 010-2016-ANA-MINAGRI
- ✓ Resolución Jefatural N° 007 – 2015 – ANA
- ✓ Resolución Jefatural N° 084- 2020-ANA
- ✓ Resolución Jefatural N° 224 – 2013 – ANA
- ✓ Resolución Directorial N° 2254-2007-MINSA-DIGESA
- ✓ RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 057-2017-SUNASS-CD

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

2.1. Materiales

2.1.1. Área de procedencia de la muestra

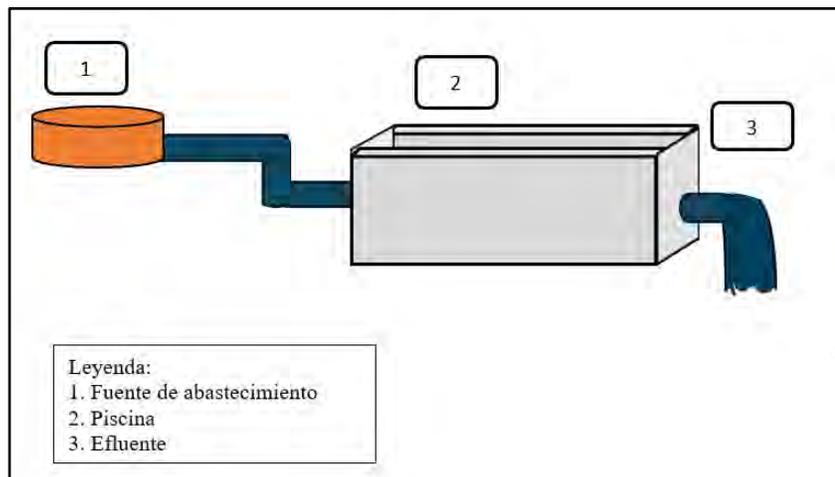
Las muestras fueron obtenidas en las piscinas de Uyurmiri ubicada en la comunidad de Pata Anza - Sicuani, Aguas calientes ubicado en la comunidad de Occobamba – Marangani y Marcani ubicado en el distrito de San Pedro, pertenecientes a la provincia de Canchis, región Cusco. Los puntos de muestreo localizados se encuentran en las coordenadas de la tabla 6, y se caracterizan por ser cuerpos de agua termales y mineromedicinales de uso recreativo. El muestreo para los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos, así como para la evaluación del ICSPS se desarrollaron durante el mes de mayo del 2024.

2.1.1.1. Ubicación de puntos de muestreo.

Los puntos de muestreo fueron determinados considerando los siguientes aspectos:

Figura 1.

Puntos de muestreo en los centros termales y mineromedicinales



El muestreo fue ejecutado en las tres fuentes de abastecimiento, tres piscinas y tres efluentes, considerando la representatividad de cada centro recreacional, así mismo, la toma de muestras en los puntos preestablecidos, se dio de acuerdo al protocolo de muestreo propuesto en la Resolución Directoral N°2254 – MINSA/DIGESA, 2007 (Anexo 2) y en guías basadas en la ISO 19458.

Los puntos de muestreo se seleccionaron de acuerdo con los criterios de la investigación. Se consideró la fuente, ya que no tiene contacto con las personas y permite evaluar la calidad natural del agua; la piscina antes de su uso, con el fin de determinar la calidad del agua previo al contacto humano; la piscina después del uso, para evaluar las condiciones del agua y el grado de contaminación generado por los bañistas; y finalmente el efluente, con el propósito de determinar la carga total de contaminación aportada por los usuarios.

Tabla 5.

Número de muestras para análisis físicos, químicos y bacteriológicos

Muestreo	Análisis físicos	Análisis químicos	Análisis bacteriológicos
Fuente de abastecimiento	1	1	1
Piscina	2	2	2
Efluente	1	1	2

Tabla 6.*Coordenadas de puntos de muestreo de aguas termales y mineromedicinales*

Fuentes Termales	Puntos	Hora	Código de los puntos de muestreo	Coordenadas de los puntos de muestreo			
				Altitud (m.s.n.m)	UTM	Latitud	Longitud
Uyurmiri - Sicuani	Afluente	7:32	U1	3800	19L2608418426668	-14.219952	-71.216213
	Piscina	7:35	U2A	3800	19L2608048426557	-14.221245	-71.215985
		17:10	U2D	3800	19L2608048426557	-14.221245	-71.215985
	Efluente	7:40	U3A	3800	19L2607928426583	-14.222065	-71.216685
		17:17	U3D	3800	19L2607928426583	-14.222065	-71.216685
Aguas Calientes - Marangani	Afluente	7:41	C1	4060	19L2765388401379	-14.451065	-71.072970
	Piscina	7:46	C2A	4060	19L2764938401437	-14.450548	-71.073385
		17:50	C2D	4060	19L2764788401437	-14.450523	-71.073527
	Efluente	7:51	C3A	4060	19L2766138401523	-14.449756	-71.072264
		17:56	C3D	4060	19L2766138401523	-14.449756	-71.072264
Marcani - San Pedro	Afluente	6:50	M1	3485	19L2474178430582	-14.184704	-71.340235
	Piscina	6:54	M2A	3485	19L2474058430544	-14.185009	-71.340460
		16:20	M2D	3485	19L2474058430544	-14.185009	-71.340460
	Efluente	7:00	M3A	3485	19L2474088430541	-14.185037	-71.340346
		16:26	M3D	3485	19L2474088430541	-14.185037	-71.340346

2.1.2. Área de procesamiento

Para el procesamiento de análisis físicos y químicos: caudal, temperatura, conductividad eléctrica, turbidez, olor, pH y fijación de OD, se realizó in situ, y para los parámetros de color, sólidos totales, sólidos en suspensión, OD, DBO, nitratos, fosfatos, sulfatos y cloruros, las muestras fueron enviadas al Laboratorio particular de Ciencias Naturales, Aguas, Suelos, Minerales y Medio Ambiente – **MC QUIMICALAB**, en Cusco, en el mes de mayo del 2024.

Para el procesamiento de análisis bacteriológico, las muestras para evaluar la presencia de coliformes totales, termotolerantes, *E.coli*, *Enterococcus faecalis*, y *Salmonella sp.* fueron enviadas al Laboratorio particular categorizado por el MINSA Resolución N° 0555-2015-DRSC-**MICROLAB** – Laboratorio Microbiológico en Cusco y las muestras para evaluar la presencia de *Pseudomona sp* fueron enviadas al laboratorio particular de Ecología microbiana y biotecnología de la Universidad Nacional Agraria la Molina “**Marino Tabusso**”, en Lima, en el mes de mayo del 2024.

2.1.3. Muestras

- ✓ Muestra de agua para análisis físico
- ✓ Muestra de agua para análisis químico
- ✓ Muestra de agua para análisis bacteriológico

2.1.4. Equipos e insumos

2.1.4.1. Materiales de campo.

- ✓ Gel Pack o Ice pack
- ✓ Gorra sanitaria
- ✓ Barbijo
- ✓ Guantes de latex
- ✓ Guardapolvo o mandil
- ✓ botas esterilizadas
- ✓ Cooler
- ✓ Frascos de muestras estériles de 1L
- ✓ Frascos Winkler de 250 ml
- ✓ Pipeta cuentagotas de 3 ml
- ✓ Papel craft
- ✓ Cinta scotch
- ✓ Pabilo
- ✓ pH metro marca HANNA, modelo. HI98103, serie: H07020053
- ✓ Conductímetro marca HANNA, modelo: HI98311, serie: 05270302101
- ✓ Turbidímetro marca: Milwaukee, modelo: Mi 414, serie: 03070059991

- ✓ Termómetro digital sumergible: marca HANNA, modelo: HI98311, serie: 05270302101
- ✓ Termómetro Ambiental digital, marca BOECO GERMANY
- ✓ Rotulador permanente
- ✓ Cuaderno de campo
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Recipiente de 1 Litro
- ✓ Balde
- ✓ Wincha
- ✓ Objeto Flotador
- ✓ Cronómetro
- ✓ Dispositivo GPS

Reactivos para fijación de oxígeno disuelto

- ✓ Solución Sulfato manganoso $MnSO_4$
- ✓ Solución Yoduro Alcalino
- ✓ Ácido sulfúrico concentrado

2.1.4.2. Materiales de gabinete.

- ✓ Laptop (PC) Intel CORE I5
- ✓ Software ArcGIS V. 10.5
- ✓ Software ICA TEST V.01
- ✓ Software Exel

2.2. Metodología

2.2.1. Tipo de Investigación

Descriptivo-Correlacional

El presente estudio es de tipo descriptivo porque describe las características de la calidad de las aguas termales y mineromedicinales de las fuentes de abastecimiento, piscinas y efluentes.

Es correlacional porque explica para determinar el ICA la relación causa-efecto de los factores físicos, químicos y bacteriológicos.

Enfoque

Es cuantitativo, puesto que los análisis determinan la concentración de las variables físicas, químicas y el número de bacterias en 100ml.

2.2.2. Línea de Investigación

Área de conocimiento: Ciencia Tecnología y Ambiente

Línea de investigación: Recursos hídricos

2.2.3. Descripción del Área de Estudio

2.2.3.1. Ubicación del área de estudio.

2.2.3.1.1. Ubicación política.

Región: Cusco

Provincia: Canchis

Distritos:

- Aguas Termales de Uyurmiri – Sicuani.
- Aguas termales de Aguas Calientes – Marangani.
- Aguas Mineromedicinales de Marcani - San Pedro.

2.2.3.1.2. Ubicación geográfica.

La provincia de Canchis se ubica en la vertiente del Atlántico, en la cuenca alta del río Vilcanota, a una altitud de 3548 m.s.n.m, en un intervalo altitudinal de 3000 a 5000 m.s.n.m, entre las coordenadas: UTM Zona 19L:

1. Este: 228154.71 m Norte: 8453580.47 m
2. Este: 306303.02 m Norte:8441496.87 m
3. Este: 275247.88 m Norte: 8399351.27 m
4. Este: 274773.36 m Norte: 8481156.11 m

Aguas termales de Uyurmiri - Sicuani.

Las aguas termales de Uyurmiri se ubica en la comunidad campesina de Pata Anza del distrito de Sicuani, provincia de Canchis del departamento de Cusco, a 7.7 km de la ciudad de Sicuani a una altitud de 3800 m.s.n.m., clasificada como zona rural según INEI, se encuentra en la coordenada: UTM Zona 19L Este: 260832.92 m, Norte: 8426562.32 m. Este centro recreacional recibe aproximadamente, un promedio de 450 bañistas al mes.

Figura 2.

Imagen de vista Satelital del centro recreacional de Aguas termales de Uyurmiri – Sicuani



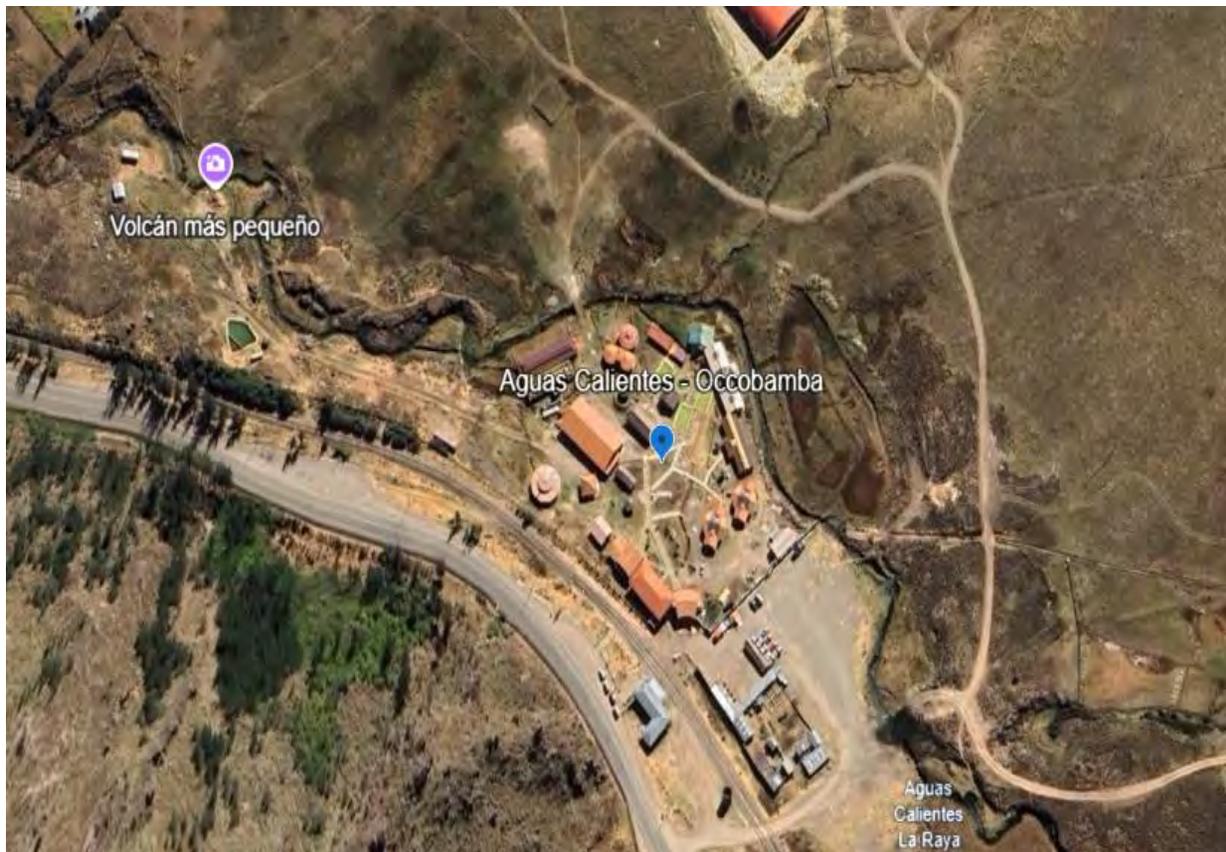
Nota. Imagen obtenida de Google Earth (s.f.).

Aguas termales de Aguas Calientes - Marangani

Las aguas termales de Aguas Calientes, se ubica en la comunidad de Occobamba del distrito de Marangani, provincia de Canchis del departamento de Cusco, a una altitud de 4060 m.s.n.m., clasificada como zona rural según INEI. Se encuentra en la coordenada: UTM Zona 19L Este: 276513.55 m, Norte: 8401409.86 m. Este centro recreacional recibe aproximadamente, un promedio de 6 000 bañistas por mes.

Figura 3.

Imagen de vista Satelital del centro recreacional de Aguas Calientes – Marangani



Nota. Imagen obtenida de Google Earth (s.f.).

Aguas mineromedicinales de Marcani - San Pedro

Las aguas mineromedicinales de Marcani están ubicadas en el distrito de San Pedro, provincia de Canchis del departamento de Cusco, se encuentra a una altitud de 3485 m.s.n.m., clasificada como zona urbana según INEI. Se encuentra en la coordenada: UTM Zona 19L Este: 247398.72 m Norte: 8430550.41 m. Este centro recreacional recibe aproximadamente, un promedio de 2 000 visitantes por mes.

Figura 4.

Imagen de vista satelital del centro recreacional de aguas mineromedicinales de Marcani - San Pablo.



Nota. Imagen obtenida de Google Earth (s.f.).

2.2.3.2. Accesibilidad.

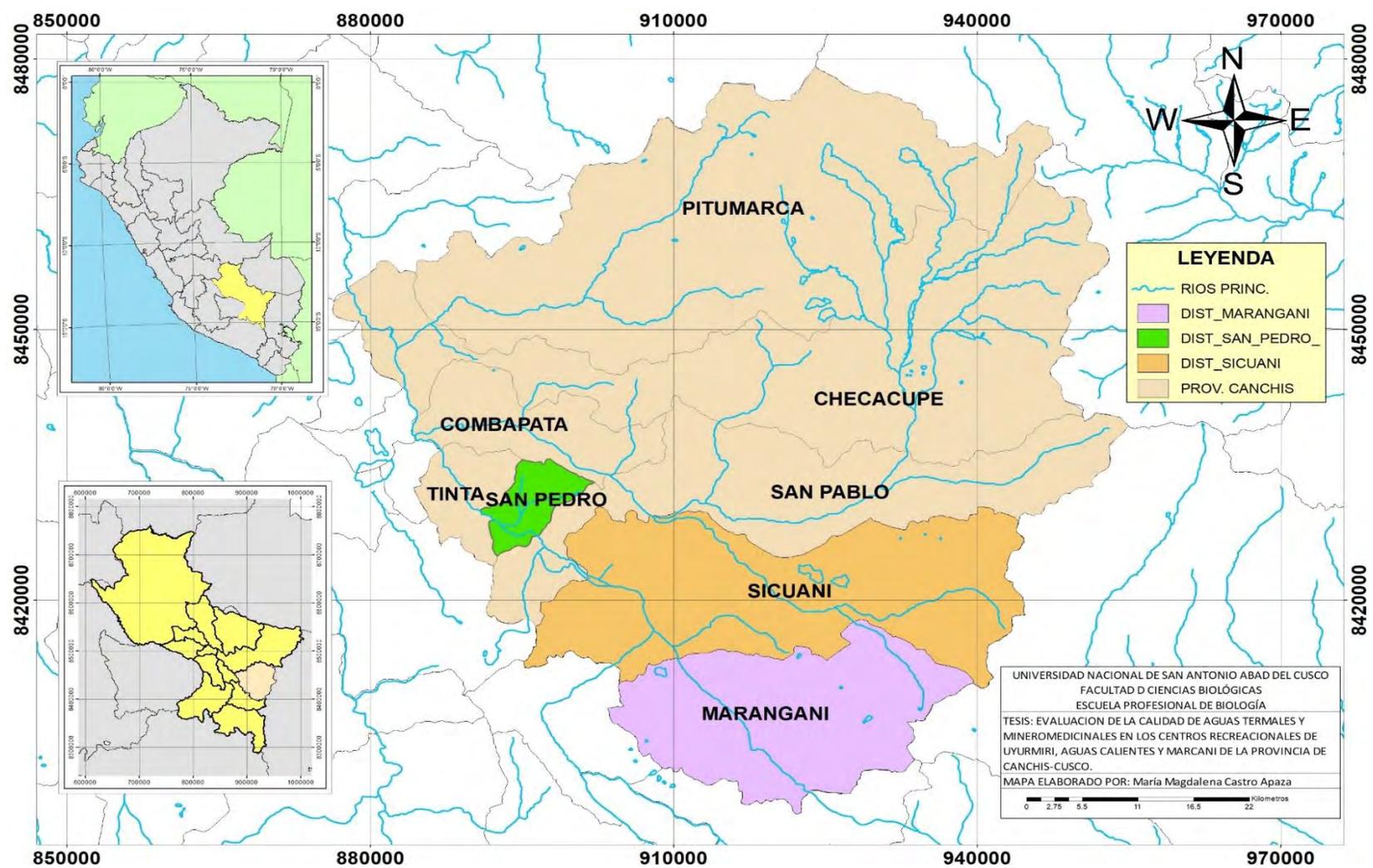
Tabla 7.

Vía de Acceso a los centros recreacionales y mineromedicinales.

Centro	Vía	Distancia	Tiempo
Recreacional y/o			
Mineromedicinal			
Uyurmiri	Terrestre, trocha carrozable Sicuani - Comunidad de Pata Anza.	7 km	25 minutos.
Aguas Calientes	Terrestre, carretera principal panamericana. Sicuani – Marangani/Comunidad Occobamba	27 km	30 minutos
Marcani	Terrestre, carretera principal panamericana Sicuani – distrito de San Pedro.	17.2 Km	25 minutos

Figura 5.

Mapa de Ubicación de los distritos de la provincia de Canchis y áreas de estudio.



2.2.4. Población y Muestra

Población

La población para la presente investigación descriptiva, está constituida por los centros de aguas termales y mineromedicinales más concurridas, con piscinas de uso individual y colectivo; que corresponden a: Uyurmiri-Sicuani, Aguas calientes-Marangani y Marcani-San Pedro, ubicados en la provincia de Canchis de la región Cusco.

Muestra

Las muestras son no probabilísticas y escogidas intencionalmente, seleccionando una piscina representativa por cada centro termal y mineromedicinal, ubicando tres puntos para la toma de muestras de aguas (fuente de abastecimiento, piscinas y efluente), así mismo, el monitoreo en la piscina y el efluente se realizó antes y después del uso, siendo 5 muestras por cada centro recreacional.

2.2.5. Registro de Datos de Campo

Para el registro de datos de campo se empleó fichas técnicas conteniendo la siguiente información:

- Código de ubicación de muestreo.
- Origen de la fuente termal.
- Fecha y hora de muestreo.
- Localidad, distrito, provincia y región.
- Coordenadas de ubicación.
- Datos personales del muestreador.
- Condiciones climáticas.
- Otros datos adicionales referente al lugar de muestreo.

Se completó la “Ficha de registro de datos de campo del programa de vigilancia de la calidad de los registros hídricos” propuesta por la Dirección General de Salud Ambiental.

2.2.6. Determinación de los parámetros físicos y químicos de las aguas termales y mineromedicinales

2.2.6.1. Toma de Muestra.

Para nitratos, fosfatos, cloruros y sulfatos, se utilizó envases de polietileno de 500 ml de volumen.

Para sólidos totales disueltos y sólidos suspendidos se utilizó envases de polietileno de 1000 ml de volumen.

Para OD, se utilizó frascos Winkler de 250 ml evitando la formación de burbujas al interior del frasco, la fijación se realizó in situ.

Para DBO₅²⁰, se utilizó frascos Winkler de 250 ml.

Las muestras fueron llevadas al laboratorio particular de análisis físico y químico **MC QuimicaLab - Cusco**, dentro de las 24 horas del muestreo.

2.2.6.2. Análisis de muestras para la determinación de parámetros físicos.

Tabla 8.

Métodos para la determinación de parámetros físicos de las aguas termales y mineromedicinales

Parámetros físicos	Método	Contexto
Caudal	Método volumétrico	In situ
Temperatura	Termómetro	In situ
Conductividad eléctrica	Conductímetro	In situ
Turbiedad	Turbidímetro	In situ
Olor	Prueba de umbral	In situ
Color	Comparación con discos coloreados	Laboratorio MC QUIMICALAB
Sólidos totales disueltos	Método gravimétrico	Laboratorio MC QUIMICALAB
Sólidos suspendidos	Método de liofilización	Laboratorio MC QUIMICALAB

Fuente: (APHA, 2017)

- **Medición de Caudal**

Se realizó mediante el método volumétrico, registrando el tiempo que tarda en llenar un envase de 1000 ml. Luego, se aplicó la siguiente fórmula:

$$Q = V/T$$

Donde;

Q: caudal m³/s

V; volumen en m³

T; tiempo en segundos

Para el punto de muestreo en aguas calientes se utilizó el método de flotador, donde se midió la velocidad en la que un objeto avanza dentro de un espacio determinado de la canaleta; se aplicó la siguiente formula:

$$Q = V \times A_m$$

$$V = L/T$$

$$V_m = K \times V_s$$

Donde;

$$Q = \text{caudal m}^3/\text{s}$$

$$V = \text{velocidad superficial m/s}$$

$$A = \text{área de la sección m}^2$$

$$L = \text{longitud entre Punto A y B en metros}$$

$$T = \text{tiempo promedio en segundos}$$

$$K = \text{factor de corrección}$$

Tabla 9.

Factor de corrección para calcular el caudal

Tipo de cause	Factor de Corrección
Canal revestido en concreto, profundidad del agua mayor a 15cm.	0.85
Canal en tierra, profundidad del agua mayor a 15cm.	0.75
Riachuelos profundidad del agua mayor a 15 cm.	0.55
Canales de tierra, profundidad del agua menor a 15cm.	0.25 – 0.55

Fuente: (Ministerio de Agricultura y riego, 2014)

2.2.6.3. Análisis de muestras para la determinación de parámetros químicos.

Tabla 10.

Métodos para la determinación de parámetros químicos de las aguas termales y mineromedicinales.

Parámetros químicos	Método	Contexto
pH	pH-metro	In situ
Cloruros	Método de Mohr	Laboratorio MC QUIMICALAB
Sulfatos	Método gravimétrico con combustión de residuos	Laboratorio MC QUIMICALAB
Fosfatos	Espectrofotometría ultravioleta-visible	Laboratorio MC QUIMICALAB
Nitratos	Reducción de cadmio	Laboratorio MC QUIMICALAB
OD	Método Winkler	In situ y Laboratorio MC QUIMICALAB
DBO₅²⁰	Método volumétrico sin dilución	Laboratorio MC QUIMICALAB

Fuente: (APHA, 2017)

2.2.7. Evaluación de parámetros bacteriológicos de las aguas termales y mineromedicinales

2.2.7.1. Toma de muestras.

Se utilizaron frascos de vidrio esterilizados de 500 ml, sin ser sometidas a enjuagues, las cuales estuvieron conservados en cooler a una temperatura de 0 – 4 °C mediante el uso de un preservante de temperatura (Ice pack) para luego ser llevados al Laboratorio particular categorizado por el MINSA Resolución N° 0555-2015-DRSC- **MICROLAB**, para su posterior análisis bacteriológico; y las muestras para el análisis de *Pseudomona sp.* fueron enviadas al laboratorio de Ecología microbiana y biotecnología de la Universidad Nacional Agraria la Molina “**Marino Tabusso**” - Lima, en el menor tiempo posible.

Para la preservación de las muestras obtenidas, la tapa del frasco estuvo cubierto con papel Kraft y fijado con un cordel. Las muestras fueron rotuladas y selladas con cinta adhesiva transparente, considerando:

- ✓ Numero de muestra
- ✓ Código de punto de muestreo
- ✓ Origen de la fuente de muestreo
- ✓ Fecha y hora de la toma de muestra
- ✓ Nombre del responsable del muestreo

Así mismo, se llevó una ficha de cadena de custodia, ficha de muestreo y solicitud de análisis para el ingreso al laboratorio.

Tabla 11.

Métodos de evaluación para los parámetros bacteriológicos de las aguas termales y mineromedicinales.

Parámetros Bacteriológicos	Método	Contexto
Coliformes totales	Técnica de fermentación en tubos múltiples.	Laboratorio MICROLAB
Coliformes termotolerantes	Técnica de fermentación en tubos múltiples.	Laboratorio MICROLAB
<i>Escherichia coli</i>	Técnica de fermentación de tubos múltiples y confirmación en agar EMB.	Laboratorio MICROLAB
<i>Enterococcus faecalis</i>	Técnica de fermentación en tubos múltiples.	Laboratorio MICROLAB
<i>Salmonella sp.</i>	Técnica de pre-enriquecimiento y enriquecimiento selectivo	Laboratorio MICROLAB
<i>Pseudomona sp.</i>	Técnica de fermentación en tubos múltiples.	Laboratorio Marino Tabusso - UNALM

Fuente: (APHA, 2017)

2.2.8. Cálculo del Índice de Calidad de Agua (ICA-NSF) de las aguas termales y mineromedicinales

Se utilizó el método propuesto por la National Sanitario Foundation de los Estados Unidos de Norteamérica, que considera nueve parámetros como indicadores de índice calidad de agua. Para el cálculo de ICA-NSF se utilizó el Software ICATEST V1.0.

La siguiente tabla presenta a los nueve parámetros y sus pesos correspondientes:

Tabla 12.

Parámetros para determinar el ICA-NSF

Parámetros	Wi
% de saturación de OD	0.17
Coliformes termotolerantes NMP/ 100 ml	0.16
pH	0.11
DBO ₅ mg/L	0.11
Nitratos mg/L	0.10
Fosfatos totales mg/L	0.10
Δt °C de equilibrio	0.10
Turbiedad NFT	0.08
Solidos totales mg/L	0.07

Fuente:(Brown et al., 1970)

La calificación del ICA se da con cinco rangos de color de acuerdo a la suma del peso final de los parámetros, calificándolas como excelente, buena, media, mala y muy mala.

Tabla 13.

Rangos de calificación de ICA-NSF

Calidad de agua	Rango de ICA
Muy mala	0-25
Mala	26-50
Mediana	51-70
Buena	71-90
Excelente	91-100

Fuente: (Wills & Irvine, 1996)

Esta calificación fue calculada mediante el software ICATEST V1.0, cabe mencionar que, para el parámetro de oxígeno disuelto, se calculó previamente el porcentaje de saturación de oxígeno en el agua, ya que el valor que se obtuvo en laboratorio fue en mg/L. Para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Saturación de OD} = \frac{\text{OD medido en campo mg/L}}{\text{OD teórico mg/L}} \times 100$$

Para el valor de OD teórico se calculó el factor de corrección según la altitud en la que se encuentra el punto de muestreo, después se buscó el valor de OD teórico según la temperatura en el agua, en la tabla de solubilidad de oxígeno, para posteriormente multiplicar y tener un valor de OD teórico exacto y finalmente obtener el % de Saturación de oxígeno. (Adjunto en Anexo 6 y 7).

2.2.9. Determinación del Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas (ICSPS) de los centros recreacionales

Para determinar el Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas, se llevó a cabo una inspección técnica integral en cada uno de los centros recreacionales evaluados. Las inspecciones se realizaron con la participación y acompañamiento de los responsables de cada establecimiento, aplicando la Ficha de Inspección Técnica de Piscinas establecida en la Directiva Sanitaria N° 033-MINSA/DIGESA-2011 (Norma Técnica de Vigilancia y Control Sanitario de Piscinas), como se detalla en los anexos 12,13 y 14.

Las visitas de campo se ejecutaron los días 14, 15 y 18 de mayo de 2024.

Para el cálculo del Índice de Calificación Sanitaria de las piscinas públicas y privadas de uso colectivo se empleó la tabla de Criterios de Calificación establecida por (MINSA/DIGESA, 2011).

El índice se obtuvo considerando los cuatro criterios de calificación definidos en dicha norma:

1. Calidad microbiológica
2. Control de calidad de equipamiento e instalaciones
3. Control de calidad de limpieza
4. Control de ordenamiento documentario

Cada criterio fue ponderado y sumado según los puntajes establecidos en la tabla oficial, determinando finalmente la categoría sanitaria de cada piscina (saludable, regularmente saludable y no saludable).

Tabla 14.

Tabla de criterios de calificación para el cálculo del Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas (ICSPS)

Crterios	Variable	Rango de Valor	Puntaje	Calificación	Puntaje máximo por Variable	
Control de calidad Microbiológica	Cloro residual	>0.4 mg/l y <1.2 mg/l	0.15	Buena	0.15	
		<0.4 mg/l	0.00	Mala		
	Coliformes termotolerantes	Ausencia	0.15	Buena	0.15	
		Presencia	0.00	Mala		
	Turbiedad	<5.0 UNT	0.05	Buena	0.15	
5.0 UNT o mas		0.00	Mala			
Control de calidad de Equipamiento e instalaciones	Servicios higiénicos y ducha	SH. Y duchas disponibles limpios y en funcionamiento	0.075	Presencia	0.075	
		SH. Y duchas sucios o malogrados o ausentes	0.00	Ausencia		
	Lavapiés	Disponibles, limpios, funcionando y con solución desinfectante.	0.075	Presencia	0.075	
		Ausentes o sucios, o malogrados o sin solución desinfectante.	0.00	Ausencia		
	Sistema de recirculación	Instalado y en operación	0.21	Buena	0.21	
		Instalado y malogrado (en estado inoperativo).	0.10	Regular		
		No tiene	0.00	Mala		
	Control de calidad de limpieza	Limpieza del local	Hay recipientes para residuos y el local está limpio	0.075	Buena	0.075
			Hay recipientes para residuos y hay residuos sólidos dispersos	0.038	Regular	
Ausencia de recipientes y el local esta sucio			0.00	Mala		
Limpieza del estanque		Limpio y ausencia de solidos flotantes	0.075	Buena	0.075	
		Limpio y presencia de solidos flotantes dispersos	0.038	Regular		
		Sucio y presencia de solidos flotantes abundantes	0.00	Mala		
Control de ordenamiento documentario	Libro de registro	Libro de registro presente y al día	0.02	Buena	0.02	
		No hay libro o no está al día.	0.00	Mala		
	Aprobación Sanitaria	Cuenta con autorización sanitaria disponible y vigente.	0.12	Buena	0.12	
		No cuenta con autorización sanitaria o no está vigente.	0.00	Mala		

Fuente: (MINSA, 2011)

La calificación de ICSPS se dará de acuerdo al siguiente cuadro propuesto en el D.S. 033 MINSA/DIGESA, 2011.

Tabla 15.

Tabla de calificación de Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas

CALIFICACION SANITARIA	RANGO DE VALORES
Saludable	0.80 – 1
Regularmente saludable	0.40 – 0.79
No saludable	0 – 0.39

Fuente: (MINSA, 2011).

CAPITULO III

RESULTADOS

3.1. Análisis de los parámetros físicos de las aguas termales y mineromedicinales

Tabla 16.

Resultados de los parámetros físicos de las aguas termales de Uyurmiri

Determinaciones	Unidad	U1	U2A	U2D	U3	ECA D.S. 004 - 2017 Categoría 1 Subcategoría: B1
Caudal	ml/s	111	-	-	41	-
Hora		7:32 am	7:35 am	17:10 pm	17:17pm	
Temperatura	°C	36.6	28.7	28.1	27.7	-
Conductividad eléctrica	μS/cm	4440	4490	4535	4590	-
Turbiedad	NTU	18.1	3.8	4.1	4.6	100
Color	UCV PT/Co	0	0	0	0	Sin cambio normal
Olor		inodoro	inodoro	inodoro	inodoro	Aceptable
Sólidos totales (ST)	mg/L	3450	3250	3400	3410	-
Sólidos en suspensión	mg/ L	180	150	170	170	-

LEYENDA:

U1: Afluente – fuente de abastecimiento.

U2A: Piscina – Antes del uso de las personas.

U2D: Piscina – Después del uso de las personas.

U3: Efluente.

La tabla 16, muestra el registro de caudal que ingresa a la piscina en 111 ml/s mientras que el egreso es de 41 ml/s (registrado a la misma hora), vinculado al recambio de agua lo que garantiza la renovación constante. Existe una diferencia de 70 ml/s entre el caudal de entrada y salida, representando el caudal neto de acumulación para mantener el nivel del agua y permitir el recreo, ya que además existe perdidas de agua por arrastre debido al movimiento constante de los bañistas dentro de la piscina.

La temperatura del agua en la fuente es de 36.6 °C, mientras que en la piscina es de 28.7 °C, esta diferencia de 7.9 °C se debe probablemente a la distancia de 122.95 metros que transcurre el agua entre ambos puntos, durante la cual el agua pierde temperatura progresivamente; una vez en la piscina, la temperatura se estabiliza y se mantiene constante con variaciones mínimas.

La conductividad eléctrica se incrementa en la piscina en comparación con la fuente de abastecimiento, debido a la evaporación del agua, secreciones corporales y productos químicos personales, por lo que la concentración de iones se incrementa en 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ entre la piscina antes del uso y el efluente.

La turbidez en la fuente de abastecimiento es de 18.1 NTU y en la piscina de 3.8 NTU, esta diferencia de 14.3 NTU se debe a la sedimentación de las partículas en suspensión producto de la evaporación, partículas orgánicas, precipitados químicos. En el periodo de 10 h, la turbidez aumenta en 0.3 NTU por la actividad de los bañistas y por la remoción de las partículas y los sólidos suspendidos en el fondo de la piscina, al mismo tiempo en el efluente se incrementa en 0.5 NTU (4.6) con respecto a la piscina después del uso. El mismo fenómeno ocurre con los sólidos totales y suspendidos, cuyo resultado en la fuente es más elevado que en la piscina antes del uso, y después del uso se incrementa en 150 mg/L y 20mg/L respectivamente, para luego mantenerse constante con ligeras variaciones.

Se observa que la mayoría de los parámetros físicos estudiados en el centro recreativo de Uyurmiri, no están considerados dentro de los Estándares de Calidad Ambiental Nacional para Aguas según el Decreto Supremo -004-2017-MINAM-ECA, a excepción de la turbidez, color, olor, las cuales resultaron dentro de los parámetros establecidos, estos resultados estarían relacionados a la deficiente limpieza de la piscina, mencionando que solo se realizan 2 limpiezas generales por semana.

Tabla 17.

Resultados de los parámetros físicos de las aguas termales de Aguas Calientes

Determinaciones	Unidad	C1	C2A	C2D	C3	ECA D.S. 004 - 2017 Categoría 1 Subcategoría: B1
Caudal	ml/s	299	-	-	128	-
Hora		7:41am	7:46am	17:50pm	17:56pm	
Temperatura	°C	49.5	31.9	30.9	30.2	-
Conductividad eléctrica	μS/cm	7645	7495	7900	7860	-
Turbiedad	NTU	16	2.5	3.4	3.2	100
Color	UCV PT/Co	0	0	0	0	Sin cambio normal
Olor		inodoro	inodoro	inodoro	inodoro	Aceptable
Sólidos totales (ST)	mg/L	4050	4400	4550	3600	-
Sólidos en suspensión	mg/L	80	70	90	80	-

LEYENDA

C1: Afluente – fuente de abastecimiento.

C2A: Piscina – Antes del uso de las personas.

C2D: Piscina – Después del uso de las personas.

C3: Efluente

La tabla 17, muestra el registro de caudal que ingresa a la piscina en 299 ml/s mientras que el egreso es de 128 ml/s (registrado a la misma hora), debido a que existe un filtro en la tubería del efluente, siendo 171 ml/s la diferencia entre el caudal de entrada y salida, representando el caudal neto de acumulación para mantener el nivel del agua y permitir el recreo, ya que además existe pérdidas de agua por arrastre debido al ingreso, salida y movimiento de los bañistas dentro de la piscina.

La Temperatura en la fuente es de 49.5 °C y en la piscina disminuye a 31.9, existiendo una diferencia de 17.6 °C, para posteriormente mantenerse constante con ligeras variaciones, este descenso podría deberse a que el agua recorre una distancia de 85.51 metros a través de una canaleta al aire libre, donde pierde calor por exposición ambiental. Además, durante el trayecto esta agua se mezcla con agua más fría para moderar su temperatura y garantizar condiciones óptimas de recreación.

La conductividad eléctrica desciende desde la fuente a la piscina en 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$, esta diferencia es por la dilución al haberse repuesto agua fresca con menor contenido de sales, así mismo por la pérdida de sales debido a precipitación química que incluye al incremento de pH y la disminución de temperatura. En la piscina después del uso se incrementa en 405 $\mu\text{S}/\text{cm}$, debido a la introducción de contaminantes orgánicos e inorgánicos tales como sudor, secreciones corporales (mucosa, saliva y orina) y productos químicos personales, provocando que la concentración de iones se incremente y por lo tanto la conductividad eléctrica. En el efluente disminuye en 40 $\mu\text{S}/\text{cm}$, esto es debido a una purificación parcial del agua, donde cierta cantidad de ST y carga iónica quedan atrapados por un proceso de filtración simple, por la misma razón, la presencia de ST que se incrementaba ligeramente del afluente a la piscina, disminuye en el

efluente; además la mayor cantidad de sólidos se encontrarían de manera disuelta, ya que la cantidad de sólidos suspendidos en el efluente es de 80 mg/L.

La turbidez en la fuente de abastecimiento es de 16 NTU lo cual se debe a que el ojo de agua, al estar expuesto al aire libre, presenta una mayor vulnerabilidad a la contaminación, además durante la observación, se identificó la presencia de diversos contaminantes, como microplásticos, polvo, insectos, excrementos de aves y otros sólidos suspendidos. En medio del centro recreacional, se encuentra una caseta de filtro de agua, por donde pasan las canaletas que conducen el flujo hacia las diferentes piscinas; a lo largo de este recorrido, parte de los sedimentos quedan adheridos a las paredes de la canaleta; así mismo, por el caudal del afluente y la considerable distancia entre la fuente y la piscina, el agua se va clarificando progresivamente, para posteriormente mantenerse constante entre la piscina y el efluente.

El valor de sólidos totales en la fuente es de 4050 mg/L y al llegar a la piscina incrementa en 350 mg/L, lo cual podría deberse a la interacción con las superficies y el fondo de la piscina, ya que ésta ya contiene residuos acumulados (polvo, suciedad, restos de químicos anteriores, biofilm, sales adheridas, etc), entonces al llegar a la piscina esta agua disuelve parte de esos residuos, lo que incrementa los ST. En el periodo de 10 h la cantidad de ST incrementa en 150 mg/L como resultado del uso de los bañistas. Sin embargo, a la misma hora en el efluente se registra una disminución en 950 mg/L con respecto a la piscina después del uso, debido a que existe un filtro simple que ayuda en la retención de sólidos suspendidos y atrapa partículas sólidas. El registro de sólidos suspendidos se mantiene constante de la fuente al efluente, con ligeras variaciones en la piscina.

Los parámetros físicos estudiados en el centro recreacional de Aguas calientes son comparados con los valores establecidos según los Estándares de Calidad Ambiental Nacional para

Aguas y se observa que la mayoría de estos parámetros no se encuentran, con la excepción de turbidez, color y olor, las cuales resultaron dentro de los rangos establecidos, este centro recreacional recibe mantenimiento y limpieza diaria antes de la llegada de los bañistas.

Tabla 18.

Resultados de los parámetros físicos de las aguas mineromedicinales de Marcani.

Determinaciones	Unidad	M1	M2A	M2D	M3	ECA D.S. 004 - 2017 Categoría 1 Subcategoría: B1
Caudal	ml/s	125	-	-	29	-
Hora		6:50am	6:54am	16:20pm	16:26pm	
Temperatura	°C	16.0	16.8	17.9	17.7	-
Conductividad eléctrica	µS/cm	14465	12530	12650	13225	-
Turbiedad	NTU	19.1	4.5	4.7	8.7	100
Color	UCV PT/Co	10	5	5	5	Sin cambio normal
Olor		Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	acceptable
Sólidos totales (ST)	mg/L	8300	7250	7950	8200	-
Sólidos en suspensión	mg/L	120	80	90	100	-

LEYENDA

M1: Afluente – fuente de abastecimiento.

M2A: Piscina – Antes del uso de las personas.

M2D: Piscina – Después del uso de las Personas.

M3: Efluente.

En la tabla 18, el registro de caudal de la fuente es de 125 ml/s y del efluente, 29 ml/s, existiendo una diferencia de 96 ml/s (registrado a la misma hora), siendo el caudal neto de

acumulación para evitar la reducción de agua en la piscina debido a la transferencia de cantidades de líquido retenido en los trajes de baño y superficie corporal de los usuarios al entrar y salir de la piscina. De este total, únicamente 29 ml/s salen como agua residual, contribuyendo al recambio y renovación del agua de la piscina, lo que es fundamental para garantizar su calidad.

La temperatura del agua asciende en $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ desde el afluente hasta la piscina, este aumento se debe a que el agua, al salir de la captación, fluye a través de una tubería de 45.29 metros hasta llegar a la piscina, donde permanece expuesta a la temperatura ambiente, esta exposición favorece el ligero incremento térmico observado. En el periodo de 9 h, la temperatura de la piscina incrementa en $1.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ lo cual, probablemente, se debe a que la piscina se encuentra expuesta al aire libre y recibe incidencia directa del sol durante el día, para luego mantenerse constante con una ligera variación de 0.2°C .

La conductividad eléctrica del afluente a la piscina presenta una diferencia de $1935\text{ }\mu\text{S/cm}$, esta diferencia es debido a que el agua pasa por un filtro antes de llegar a la piscina. En el periodo de 9 h, se observa un incremento de $120\text{ }\mu\text{S/cm}$ por el uso de los bañistas, la introducción de fluidos corporales y productos químicos personales, lo que eleva la concentración de iones en el agua y, en consecuencia, su conductividad. En el efluente se observa un aumento de $575\text{ }\mu\text{S/cm}$ evidenciando la carga iónica total incorporada al agua por la actividad humana, circulación y remoción del agua. Marcani, por ser un centro mineromedicinal de uso interno y externo, tiene mayor cantidad de minerales, iones y sales disueltos, lo que hacen que la conductividad eléctrica sea más elevada en comparación con los demás centros recreacionales.

La turbidez registrada en la fuente es de $19,1\text{ NTU}$, en la piscina es de 4.5 NTU , esta diferencia de $14,6\text{ NTU}$ se debe al proceso de filtración que el agua atraviesa antes de ingresar a la piscina. En el periodo de 9 h, esta turbidez se mantiene constante dentro de la piscina con una

ligera variación de 0,2 NTU, pero en el efluente asciende a 8.7 NTU, representando la carga total de sólidos en suspensión al momento de salir del sistema provocado por el movimiento hidráulico y remoción del agua, además que no existe ningún tipo de filtro en el efluente. Este parámetro está relacionado con el COLOR, cuyo resultado en la fuente es de 10 UCVPT/Co, siendo alto en comparación con los demás puntos de muestreo, que al igual que la turbidez va descendiendo hasta 5 UCVPT/Co, ya que al disminuir la turbidez aumenta la claridad del agua permitiendo la transmisión de luz, sin embargo, este color se mantiene constante hasta el efluente.

Una tendencia similar se observa en los sólidos totales (ST) y sólidos suspendidos (SS), cuyos valores disminuyen tras la filtración, pero aumentan levemente a medida que el agua circula por la piscina y vuelve a incrementarse en el efluente, reflejando el efecto del uso recreativo sobre la calidad del agua.

Se observa que la mayoría de los parámetros estudiados no están contemplados en los Estándares de Calidad Ambiental para aguas recreacionales. Sin embargo, los parámetros de turbidez y olor sí se encuentran dentro de los límites permitidos, mientras que el parámetro de color excede los valores establecidos por dicha normativa. La piscina de este centro mineromedicinal, recibe limpieza y mantenimiento diario.

3.2. Análisis de los parámetros químicos de las aguas termales y mineromedicinales

Tabla 19.

Resultados de los parámetros químicos de las aguas termales de Uyurmiri

Determinaciones	Unidad	U1	U2A	U2D	U3	ECA D.S. 004 - 2017 Categoría 1 Subcategoría:B1
Hora		7:32am	7:35am	17:10pm	17:17pm	
pH	-	6.8	7.4	7.3	7.4	6.0 – 9.0
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	1.3	1.7	1.7	1.8	≥ 5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	2.8	2.9	7.2	4.3	Menor a 5
Nitratos NO3-	mg/L	1.24	0.93	12.4	4.62	10
Fosfatos PO4=	mg/L	0.018	0.025	0.014	0.023	-
Sulfatos SO4=	mg/L	1280	1136	1101	1100	-
Cloruros Cl-	mg/L	331	362	346	346	-

LEYENDA

U1: Afluente – fuente de abastecimiento.

U2A: Piscina - antes del uso de las personas.

U2D: Piscina - después del uso de las personas.

U3: Efluente.

En la Tabla 19, se registra un pH de 6.8 en la fuente, existe un incremento en 0.6 unidades al llegar a la piscina, alcanzando un valor de 7.4, según Hem (1985), este cambio se da por la difusión de dióxido de carbono (CO₂) hacia la atmósfera durante el trayecto, lo que favorece la

conversión de bicarbonatos en carbonatos, esta transformación reduce la concentración de iones H^+ , por lo tanto, se incrementa el valor del pH. Por lo que el pH es ligeramente alcalino, con una variación de 0.1.

El valor de oxígeno disuelto (OD) es de 1.3 mg/L en la fuente, incrementando en 0.4 mg/L al ingreso de la piscina (1.7 mg/L), lo cual se atribuye al descenso de la temperatura, por lo que el OD también presenta una variación ya que aumenta la capacidad del agua para disolver el

oxígeno. Posteriormente, en la piscina el OD se mantiene constante y en el efluente presenta una leve diferencia de 0.1 mg/l, debido al contacto con el aire (por agitación, caída en cascada, burbujeo y movimiento de masas de agua) donde se produce oxigenación.

La DBO₅ en la fuente es de 2.8 mg/L y en la piscina antes del uso aumenta en 0.1 mg/L. En el periodo de 10 h se registra 7.2 mg/L, incrementando en 2.57 veces su valor, se atribuye a una elevada carga orgánica, relacionados con los nitratos incrementándose 10 veces su valor, debido al uso de los bañistas, probablemente por el sudor, orina y otras secreciones; según Richert et al., (2011), se puede esperar una concentración de 3 000 mg a 7 000 mg de nitrógeno por litro de orina; la presencia de coliformes también aporta la evidencia de carga orgánica, contribuyendo al incremento de la DBO₅. En el efluente, disminuye en 2,9 mg/L de DBO₅ vinculado a la reducción de concentración de nitratos que también disminuyen en 7.78 mg/L, posiblemente asociada a la actividad desnitrificante de la bacteria *Pseudomonas sp.* Los parámetros DBO₅ y nitratos correspondientes a la piscina después del uso, superan los valores establecidos en los ECA.

Los valores de fosfatos registrados son mínimos y la presencia elevada de sulfatos y cloruros son producto del afloramiento geotermal, los cuales son aprovechados por sus propiedades terapéuticas en los centros termales; además, según INGEMMET (2003), este centro termal recibiría la clasificación de aguas sulfatadas y cloruradas.

Tabla 20.*Resultados de los parámetros químicos de las aguas termales de Aguas Calientes*

Determinaciones	Unidad	C1	C2A	C2D	C3	ECA D.S. 004 - 2017 Categoría 1 Subcategoría: B1
Hora		7:41am	7:46am	17:50pm	17:56pm	
pH	-	6.6	7.3	7.2	7.3	6.0 – 9.0
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	1.3	1.5	1.5	1.7	≥ 5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	2.2	2.9	10.3	8.4	Menor a 5
Nitratos NO₃⁻	mg/L	1.24	0.62	1.65	1.86	10
Fosfatos PO₄⁼	mg/L	0.032	0.045	0.059	0.048	-
Sulfatos SO₄⁼	mg/L	798	939	844	814	-
Cloruros Cl⁻	mg/L	1923	2077	1961	2092	-

LEYENDA

C1: Afluente – fuente de abastecimiento.

C2A: Piscina - antes del uso de las personas.

C2D: Piscina - después del uso de las personas.

C3: Efluente.

En la Tabla 20, se registra un pH de 6.6 en la fuente y 7.3 en la piscina, existiendo una diferencia de 0.7, pasando de un valor ligeramente ácido a uno ligeramente alcalino, este cambio se relaciona con la alta temperatura en la fuente y con la pérdida de CO₂ hacia la atmósfera durante su trayecto facilitando así la conversión de bicarbonatos en carbonatos. En los demás puntos de muestreo el pH se mantiene con una variación de 0.1 ya que la temperatura del agua disminuye al

diluirse con agua fría. Además, el producto iónico del agua depende de la temperatura, según Hem (1985).

El oxígeno disuelto (OD) en la fuente es de 1.3 mg/L e incrementa en 0.2 mg/L al ingresar a la piscina (1.5 mg/L), lo cual está relacionado con la temperatura en la fuente (49.5°C) ya que a mayor temperatura disminuye la solubilidad del oxígeno. Posteriormente, el oxígeno disuelto se incrementa en 0,2 mg/L, como resultado a la disminución de la DBO₅.

La DBO₅ en la fuente es de 2.2 mg/L y en la piscina antes del uso se incrementa a 2.9 mg/L; en el periodo de 10 h registra un valor de 10.3 mg/L, incrementando en 3.55 veces su valor, esta concentración supera los límites establecidos por el ECA, debido a la elevada presencia de contaminantes orgánicos y coliformes. En el efluente se observa una disminución en 1,9 mg/L, esto se debe a la presencia de un filtro simple y la mezcla con agua de reposición con baja carga orgánica que diluye la DBO total.

Los nitratos se encuentran dentro de los valores establecidos por el ECA, lo cual se debe a que el centro recreacional aplica normativas sanitarias para el uso adecuado de las piscinas, como requisito obligatorio de ducha previa al ingreso, medida que contribuye a reducir la contaminación biológica que es un indicador de la elevada presencia de nitratos.

Los valores de fosfatos son mínimos. Los sulfatos y cloruros son producto del afloramiento volcánico y geotermal, los cuales son aprovechados por sus propiedades terapéuticas; Aguas Calientes, es un centro con actividad volcánica lo cual influye en la mayor cantidad de cloruros en comparación con Uyurmiri, por ello son denominadas aguas cloruradas según INGEMMET (2003). En la fuente y piscina antes del uso, se registra un incremento en 154 mg/L de Cloruros, esto se explica por la presencia de restos biológicos atrapadas en la piscina que contengan cloruro de sodio y retención de cloruros en las paredes porosas de la piscina. Posteriormente en el periodo

de 10 h, disminuye en 116 mg/L de cloruros debido al desborde y pérdida de agua por evaporación o por el comportamiento dinámico de los bañistas donde arrastran cloruros. Entre la piscina después del uso y el efluente se registra un incremento en 131 mg/L debido a que el efluente sale del fondo de la piscina, además tiene contacto con rocas volcánicas que liberan gases ricos en cloruro de hidrógeno.

Tabla 21.

Resultados de los parámetros químicos de las aguas mineromedicinales de Marcani

Determinaciones	Unidad	M1	M2A	M2D	M3	ECA D.S. 004 - 2017 Categoría 1 Subcategoría: B1
Hora		6:50am	6:54am	16:20pm	16:26pm	
pH	-	6.5	6.6	6.7	6.7	6.0 – 9.0
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	4.2	4.0	3.2	3.7	≥ 5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	2.3	2.5	8.1	3.2	Menor a 5
Nitratos NO₃⁻	mg/L	1.24	1.24	12.7	4.76	5
Fosfatos PO₄⁼	mg/L	0.016	0.013	0.038	0.025	10
Sulfatos SO₄⁼	mg/L	142	140	158	156	-
Cloruros Cl⁻	mg/L	4038	3645	3692	3923	-

LEYENDA:

M1: Afluente - fuente de abastecimiento

M2A: Piscina - antes del uso de las personas

M2D: Piscina - después del uso de las personas

M3: Efluente

En la tabla 21, se observa que el pH se encuentra ligeramente ácido, con variación de 0.1 de la fuente a la piscina antes del uso y después de un periodo de 9 horas aumenta en 0.1 para luego mantenerse constante, lo cual se debe a la alta concentración de cloruros.

Los valores de oxígeno disuelto (OD) son más altos en comparación con los demás centros recreacionales, lo cual se atribuye a las bajas temperaturas del agua. En la fuente se registra un valor de 4.2 mg/L de OD y en la piscina se registra un valor 4.0 mg/L, disminuyendo en 0,2 mg/L, debido a la retención de materia orgánica en la piscina. Después de 9 horas de uso, se registra 3.2 mg/L de OD, disminuyendo en 0,8 mg/L, como resultado del aumento de materia orgánica y presencia de bacterias durante el día. En el efluente se registra un incremento de 0,5 mg/L, ya que entra en contacto con el aire por el flujo en caída vertical lo que favorece la incorporación de oxígeno al agua.

En la fuente se registra una concentración de 2.3 mg/L de DBO₅, mientras que, en la piscina, antes del uso, esta concentración es ligeramente mayor, con un valor de 2.5 mg/L. Después de 9 horas de uso, la DBO₅ se incrementa significativamente, alcanzando 8.1 mg/L, lo que representa un aumento de 3.52 veces respecto al valor inicial en la fuente. Este incremento está relacionado con la disminución del OD debido a la mayor presencia de materia orgánica y al incremento de nitratos. En este mismo periodo, la concentración de nitratos se eleva a 12.7 mg/L, representando un aumento de 10.24 veces con respecto a la fuente, lo cual se atribuye al exceso de contaminantes generados por la actividad humana, principalmente secreciones corporales y orina. En el efluente, la DBO₅ se reduce a 3.2 mg/L, lo que equivale a una disminución de 2.53 veces en comparación con el valor máximo registrado durante el uso; esta reducción también se observa en la concentración de nitratos, que alcanza los 4.76 mg/L, disminuyendo 2.66 veces su valor, lo cual está relacionado con la elevada presencia de bacterias desnitrificantes del género *Pseudomona*. Los

valores de DBO₅ y nitratos correspondientes a la piscina después del uso, superan los límites establecidos por los ECA.

Los valores de fosfatos registrados son mínimos. De acuerdo al REAL DECRETO 1798 de 2010 – España, La presencia de sulfatos no es significativo terapéuticamente, ya que debe tener valores > 200 mg/L. La elevada concentración de cloruros son producto del afloramiento geotermal, los cuales son aprovechados por sus propiedades terapéuticas en centros mineromedicinales; además Marcani, recibe la clasificación de aguas cloruradas según INGEMMET (2003). De la fuente a la piscina se observa una disminución de 393 mg/L de cloruros, lo cual se explica por la estratificación térmica o química del agua al no mezclarse uniformemente en la piscina ya que no existe una recirculación adecuada. Después de 9 horas de uso, se observa un incremento en 47 mg/L por la interacción humana, y en el efluente el valor se eleva en 231 mg/L por el aporte biológico durante día y por la mayor recirculación del agua.

Los parámetros físicos y químicos de las aguas termales y mineromedicinales de los tres centros recreacionales se encuentran dentro de los límites permitidos por los Estandares de Calidad Ambiental, por lo que, respecto a estas características, los tres centros de aguas termales y mineromedicinales, son Aptos para su uso recreacional.

3.3. Análisis bacteriológico de las aguas termales y mineromedicinales

Tabla 22.

Resultados de la evaluación bacteriológica de las aguas termales de Uyurmiri.

Determinaciones	Unidad	U1	U2A	U2D	U3A	U3D	ECA D.S. 004 – 2017 Categoría 1 Subcategoría: B1
Hora		7:32am	7:35am	17:10pm	7:40am	17:17pm	
Coliformes totales	NMP/100 mL	0	9x10 ²	11x10 ²	14x10 ²	21x10 ²	--
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	0	7x10 ²	9x10 ²	12x10 ²	17x10 ²	200
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	ausencia	presencia	presencia	presencia	presencia	Ausencia
<i>Enterococcus faecalis</i>	NMP/100 mL	0	400	8x10 ²	11x10 ²	13x10 ²	200
<i>Salmonella sp.</i>	Presencia/100 mL	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudomona spp</i>	NMP/100 mL	9.2	79	240	94	460	0

LEYENDA:

U1: Afluente – fuente de abastecimiento

U2A: Piscina - antes del uso de las personas

U2D: Piscina - después del uso de las personas

U3A: Efluente - antes del uso de las personas

U3D: Efluente - después del uso de las personas

En la tabla 22, se observa la presencia de coliformes totales en todos los puntos a excepción de la fuente, lo que indica que la contaminación bacteriológica se debe al contacto del agua con las personas. En la piscina antes del uso, se observa 900 NMP/100 mL de coliformes totales, después de un periodo de 5 min se incrementan a 1400 NMP/100 mL en el efluente, existiendo una diferencia de 500 NMP/100 mL, debido a la falta de limpieza respecto al día anterior, así mismo el bajo caudal favorece la permanencia de microorganismos en esa área, incrementando los niveles de coliformes observados. Después de 9 horas de uso, en la piscina, se registra un valor de 1100 NMP/100 mL atribuible a la actividad humana. Esta misma interacción provoca un aumento adicional en el efluente donde se registra un valor de 2100 NMP/100 mL de coliformes totales existiendo una diferencia de 1,000 NMP/100 mL en un intervalo de solo 7 minutos. Este notable incremento en tan corto tiempo se debe a la dispersión o arrastre de microorganismos ya presentes, favorecida por el movimiento del agua, el caudal y las turbulencias generadas por los usuarios. Un patrón similar se presenta para coliformes termotolerantes cuyos valores sobrepasan los estándares permisibles según los ECA y el MINSA/DIGESA, 2011 – Directiva Sanitaria N° 033, que establece que estas bacterias deben estar ausentes. Es importante destacar que los coliformes termotolerantes, son indicadores de contaminación fecal humana y de animales de sangre caliente, de allí su incidencia en el incremento de la carga bacteriana en las piscinas después del uso de los bañistas.

La bacteria *Escherichia coli*, se registra en todos los puntos excepto en la fuente, superando los valores establecidos por el ECA, siendo un agente causal de cuadros infecciosos como las enfermedades gastrointestinales.

Con respecto a *Enterococcus faecalis*, todos los puntos de muestreo, excepto la fuente, registra de 400 NMP/100 mL a 1300 NMP/100 mL, excediendo los valores máximos establecidos

por el ECA indicando contaminación atribuible a los bañistas y a la insuficiente limpieza de la piscina, ya que la fuente se encuentra libre de este patógeno lo que confirma que la contaminación se genera dentro de la piscina, aunque en la piscina antes del uso se detectó la presencia de este patógeno, pero en menor cantidad que en los otros puntos.

La bacteria *Salmonella sp.* no se registra en ninguno de los puntos de muestreo por ser un agente patógeno que provoca graves enfermedades como la salmonelosis.

La *Pseudomona sp.*, por ser una bacteria común en el ambiente y en el suelo, se registra 9.2 NMP/100 mL en la fuente y en la piscina antes del uso la concentración se incrementó a 69,8 NMP/100 mL, atribuible a la limpieza deficiente y falta de renovación de agua limpia, en el efluente se observa un incremento de 15 NMP/100mL de *Pseudomona spp.*, debido a que el efluente fluye del fondo de la piscina y lleva mayor carga de materia orgánica. Después de 9 horas de uso por los bañistas, la cantidad aumenta en 161 NMP/100mL por lo que en el efluente se incrementa en 220 NMP/100 mL en un periodo de 7 minutos. Esta bacteria de acuerdo al reglamento vigente de ECA, debería de estar AUSENTE, por ser un patógeno que puede generar riesgos de infección en personas con sistema inmune debilitado.

Tabla 23.*Resultados de la evaluación bacteriológica de las aguas termales de Aguas Calientes*

Determinaciones	Unidad	C1	C2A	C2D	C3A	C3D	ECA D.S. 004 – 2017 Categoría 1 Subcategoría: B1
Hora		7:41 am	7:46 am	17:50 pm	7:51 am	17:56 pm	
Coliformes totales	NMP/100 mL	0	20	39	23	64	--
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	0	11	28	20	28	200
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	ausencia	presencia	presencia	presencia	presencia	Ausencia
<i>Enterococcus faecalis</i>	NMP/100 mL	0	200	250	180	360	200
<i>Salmonella sp.</i>	Presencia/100 mL	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudomona spp.</i>	NMP/100 mL	11	15	43	20	240	0

LEYENDA:

C1: Afluente – fuente de abastecimiento.

C2A: Piscina - antes del uso de las personas

C2D: Piscina - después del uso de las personas

C3A: Efluente - antes del uso de las personas

C3D: Efluente - después del uso de las personas

En la tabla 23, se observa la presencia de coliformes totales en todos los puntos de muestreo a excepción de la fuente, tal como ocurre en el centro recreacional de Uyurmiri, la contaminación en la piscina se incrementa en función a la actividad humana, tanto en el cuerpo de agua como en el efluente.

Se registra la presencia de coliformes termotolerantes en todos los puntos de muestro a excepción de la fuente, los cuales de acuerdo al ECA se encuentran dentro de los parámetros establecidos; sin embargo, de acuerdo a MINSA/DIGESA, 2011 – Directiva Sanitaria N° 033, no cumple con la normativa que exige ausencia de coliformes termotolerantes. La contaminación inicia en la piscina antes del uso y va incrementando en todos los puntos sin variaciones significativas, debido a que este centro presenta un reglamento interno donde se exige que la ducha previa al ingreso.

Se encontró presencia de *Escherichia coli* en los 4 puntos de muestreo, exceptuando la fuente, estos registros incumplen las normas del reglamento de ECA ya que este patógeno debería de estar AUSENTE debido a que son contaminantes fecales y tienen la capacidad de causar enfermedades gastrointestinales.

Con respecto a *Enterococcus faecalis*, están presentes en todos los puntos de muestro a excepción de la fuente; los puntos de muestreo de la piscina y del efluente antes del uso, tienen presencia de este patógeno, indicando que puede deberse a la falta de limpieza de la piscina, en estos mismos puntos después de 10 horas de uso se registra valor de 250 NMP/100mL en la piscina y 360 NMP/100mL en el efluente, cuyos resultados superan los valores establecidos por el ECA.

No se registra *Salmonella sp.* en ningún punto de muestreo, respecto a *Pseudomona spp.*, se halló en todo los puntos de muestreo, tanto en la fuente, piscinas antes y después del uso y en el efluente, lo cual es indicativo de contaminación ya que esta especie es una bacteria que puede estar presente en el agua, suelo y áreas genitales de personas infectadas, y puede crecer fácilmente en temperaturas de hasta 41°C siendo Aguas calientes óptimo para su supervivencia y multiplicación, esta especie debería de estar AUSENTE de acuerdo al reglamento del ECA.

Tabla 24.

Resultados de la evaluación bacteriológica de las aguas mineromedicinales de Marcani

Determinaciones	Unidad	M1	M2A	M2D	M3A	M3D	ECA D.S. 004 – 2017 Categoría 1 Subcategoría: B1
Hora		6:50am	6:54am	16:20pm	7:00am	16:26pm	
Coliformes totales	NMP/100 mL	0	0	28	7	28	--
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	0	0	21	4	20	200
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	ausencia	ausencia	presencia	presencia	presencia	Ausencia
<i>Enterococcus faecalis</i>	NMP/100 mL	0	40	6x10 ²	60	6x10 ²	200
<i>Salmonella sp.</i>	Presencia/100 mL	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudomona spp.</i>	NMP/100 mL	2.1	<1.8	40	<1.8	430	0

LEYENDA:

M1: Afluente – fuente de abastecimiento

M2A: Piscina - antes del uso de las personas

M2D: Piscina - después del uso de las personas

M3A: Efluente - antes del uso de las personas

M3D: Efluente - después del uso de las personas

En la tabla 24, no se registra presencia de coliformes totales en la fuente y piscina antes del uso, pero en el efluente se registra 7 NMP/100 mL. Después de 9 horas de uso se observa un valor de 28 NMP/100 mL en la piscina y en efluente, lo cual indica que la contaminación es provocada por la intervención humana; en los mismos puntos hubo presencia de coliformes termotolerantes;

sin embargo, estos se encuentran dentro de los valores establecidos por el ECA mas no según el MINSA/DIGESA, 2011 – Directiva Sanitaria N° 33.

Escherichia coli, no se observa en la fuente ni piscina antes del uso, pero si en los demás puntos de muestreo. Por ende, estos puntos incumplen con la normativa, ya que este patógeno debe estar ausente, al tratarse de un contaminante fecal. Su presencia se atribuye a los bañistas, dado que antes de la intervención humana se observa ausencia de *E. coli*.

Con respecto a *Enterococcus faecalis*, no se registra en la fuente, lo que indica que el agua viene libre de esta bacteria. Sin embargo, en la piscina y en el efluente, antes del uso, se observa la presencia de esta bacteria en cantidades mínimas, después de 9 horas de uso, ambos puntos superan los valores establecidos por el ECA, lo cual se atribuye a la contaminación generada por los bañistas.

No existe presencia de *Salmonella sp.* en ninguno de los puntos estudiados. Se registra presencia de *Pseudomona spp*, en los 5 puntos de muestreo, indicando contaminación bacteriana desde la fuente ya que esta bacteria debería de estar AUSENTE de acuerdo al reglamento establecido por el ECA.

Tabla 25.

Comparación de los tres centros recreacionales según parámetros bacteriológicos.

Centro recreacional	Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	<i>E. coli</i>	<i>Enterococcus faecalis</i> (NMP/100 mL)	<i>Salmonella sp.</i>	<i>Pseudomonas spp.</i> (NMP/100 mL)	Grado de contaminación
Uyurmiri	1 700 (U3D)	Presencia	1 300 (U3D)	Ausencia	460	Contaminación Alta
Aguas Calientes	28	Presencia	360 (C3D)	Ausencia	240	Contaminación moderada
Marcani	21	Presencia	600 (M2D / M3D)	Ausencia	430	Contaminación moderada

Para fines comparativos y de evaluación del riesgo sanitario, consideramos el **valor más crítico** por lugar de muestreo, definido como, el **valor máximo cuantificado** (NMP/100 mL) para bacterias indicadoras (*coliformes termotolerantes*, *Enterococcus faecalis* y *Pseudomonas spp.*), y la **presencia/ausencia** para bacterias patógenas específicas (*Escherichia coli* y *Salmonella sp.*). Este criterio se fundamenta en el principio de protección sanitaria, el cual establece que la condición más desfavorable registrada en un cuerpo de agua representa el mayor riesgo potencial para la salud humana, en aguas destinadas a uso recreacional o terapéutico (Zar, 2014). Los coliformes termotolerantes, indicadores clásicos de contaminación fecal, mostraron diferencias marcadas entre los sitios evaluados. Uyurmiri presentó el valor más elevado (1 700 NMP/100 mL), superando ampliamente el ECA para agua establecido, Aguas Calientes (28 NMP/100 mL) y Marcani (21 NMP/100 mL) se mantuvieron dentro de los límites permisibles. Este resultado evidencia una mayor carga de contaminación fecal en Uyurmiri, probablemente asociada a deficiencias en el manejo sanitario, mayor presión antrópica o escasa protección de la fuente. Ninguno de los centros recreacionales cumple plenamente con los criterios bacteriológicos de calidad establecidos para aguas de uso recreacional, siendo Uyurmiri el sitio más afectado.

3.4. Índice de Calidad de Agua (ICA) de las aguas termales y mineromedicinales

Tabla 26.

ICA - Uyurmiri

Determinaciones	Unidad	U1	U3
Hora		9:40 am	17:12pm
Oxígeno Disuelto	(% sat)	30.92	36.8
Coliformes termotolerantes	(NMP/100ml)	0	1700
pH	(Unid)	6.8	7.4
DBO	(mg/L)	2.8	4.3
Nitratos	(mg/L)	1.24	4.62
Fosfatos Totales	(mg/L)	0.018	0.023
Δt °C de equilibrio	(°C)	17	15
Turbiedad	(NTU)	18.1	4.6
Solidos Totales	(mg/L)	3450	3410

LEYENDA: U1: Afluente – fuente de abastecimiento

U3: Efluente.

Tabla 27.

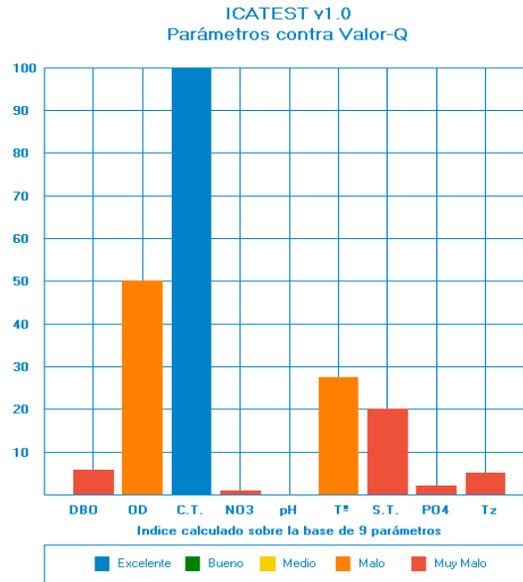
Resultados de ICA – Uyurmiri.

Puntos de Muestreo	Calificación cuantitativa de ICA	Calificación cualitativa de ICA
(Fuente) U1	29.96	(26 – 50) - MALA
(Efluente) U3	20.24	(0-25) – MUY MALA

Nota: elaborado en base a la tabla 26

Figura 6.

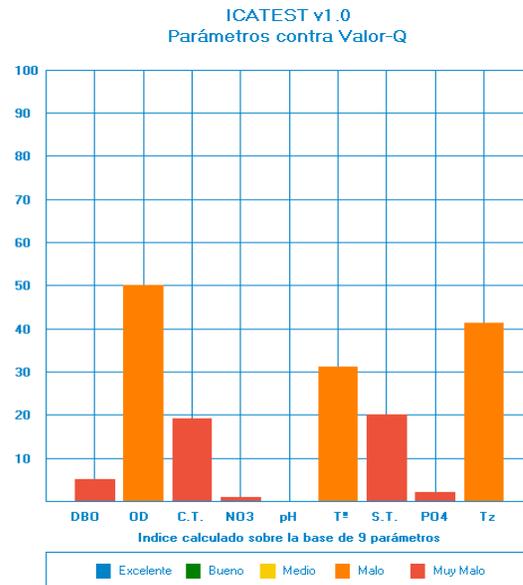
Grafico de ICA de la fuente de Uyurmiri (U1)



Nota: elaborada en base a la tabla 27

Figura 7.

Gráfico de ICA del efluente de Uyurmiri (U3)



Nota: elaborada en base a la tabla 27

En la tabla 27, se muestra el ICA para la fuente, con un valor de 29.96, lo que la califica con una calidad de agua MALA, y para el efluente desciende en 9.72, registrando un valor de 20.24, indicando una calidad de agua MUY MALA. En la figura 6, se observa que el parámetro de coliformes termotolerantes le contribuye excelencia al valor del ICA en la fuente, y los demás parámetros inciden negativamente. Esto es debido a que la fuente no tiene contacto con las personas, por ello no se encuentra la presencia de coliformes termotolerantes; mientras que en la figura 7, se observa que todos los parámetros influyen negativamente, en mayor grado el pH, nitratos, fosfatos, DBO, coliformes termotolerantes y sólidos totales, siendo el resultado de la concentración final de materia orgánica de parte de los bañistas y la falta de limpieza de la piscina.

Tabla 28.

ICA - Aguas calientes

Determinaciones	Unidad	C1	C3
Hora		8:25 am	18:10pm
Oxígeno disuelto	(% sat)	39.56	37.48
Coliformes termotolerantes	(NMP/100ml)	0	28
pH	(Unid)	6.6	7.3
DBO	(mg/L)	2.2	8.4
Nitratos	(mg/L)	1.24	1.86
Fosfatos totales	(mg/L)	0.032	0.048
T-C° de equilibrio	(°C)	29	19
Turbiedad	(NTU)	16	3.2
Solidos totales	(mg/L)	4050	3600

LEYENDA: C1: Afluente – fuente de abastecimiento.

C3: Efluente

Tabla 29.

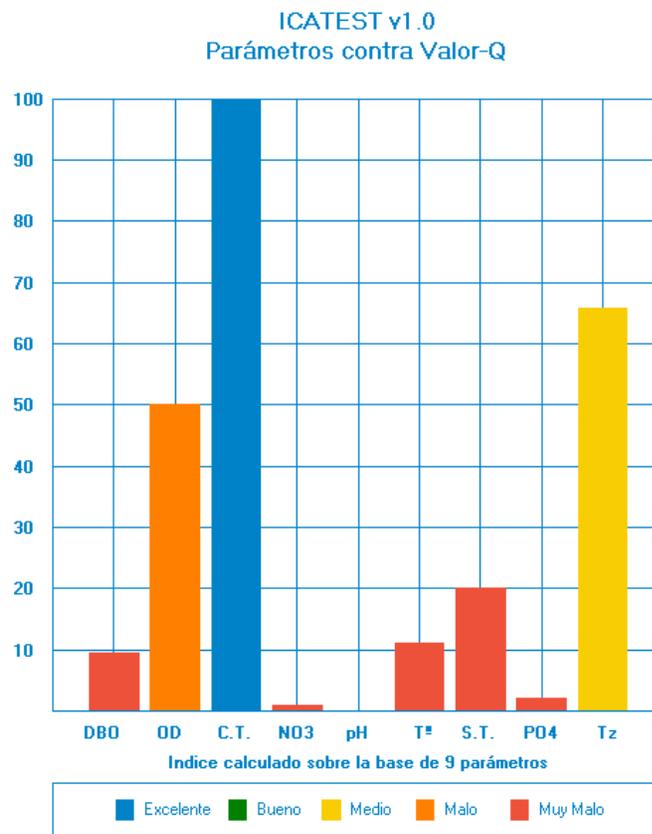
Resultados de ICA – Aguas Calientes.

Puntos de muestreo	Calificación cuantitativa de ICA	Calificación cualitativa de ICA
(Fuente) C1	33.62	(26 – 50) - MALA
(Efluente) C3	26.7	(26 – 50) - MALA

Nota: Elaborado en base a la tabla 28.

Figura 8.

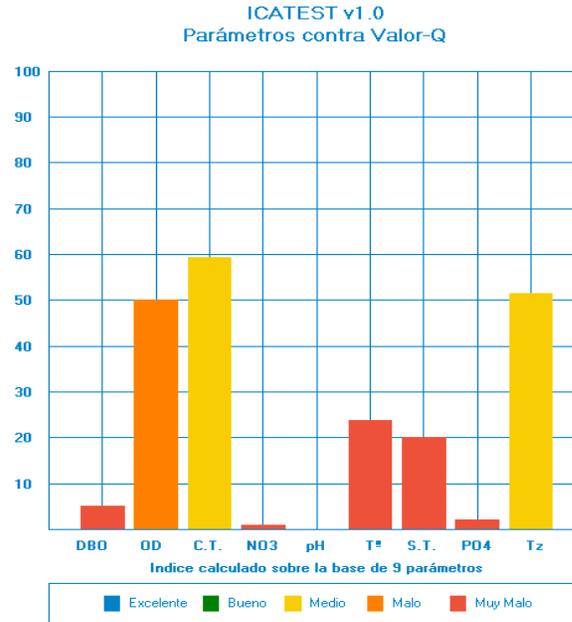
Grafico de ICA de la fuente de Aguas Calientes (C1)



Nota: Elaborado en base a la tabla 29

Figura 9.

Gráfico de ICA del efluente de Aguas Calientes (C3)



Nota: Elaborado en base a la tabla 29

En la tabla 29, se muestra un ICA de 33.62 para la fuente, y un ICA de 26.7 para el efluente, presentando una diferencia de 6.92, lo cual califica a ambos puntos con una calidad de agua MALA. En la figura 8, se observa que el parámetro de coliformes termotolerantes le contribuye excelencia al valor del ICA en la fuente por estar ausente, y los demás parámetros influyen negativamente, debido a que el ojo de agua no tiene contacto con las personas por ello no se encuentra la presencia de coliformes termotolerantes, pero sí se encuentra expuesta al aire libre y a la contaminación aérea, sin embargo, la turbidez es elevada, además es el punto con mayor temperatura de agua. En la figura 9, se visualiza que el parámetro de coliformes termotolerantes aumenta en su concentración por lo que contribuye negativamente a la calidad del agua.

Tabla 30.*ICA - Marcani*

Determinaciones	Unidad	M1	M3
Hora		6:50 am	16:20pm
Oxígeno disuelto	(% sat)	65.67	60.31
Coliformes termotolerantes	(NMP/100ml)	0	20
pH	(Unid)	6.5	6.7
DBO	(mg/L)	2.3	3.2
Nitratos	(mg/L)	1.24	4.76
Fosfatos totales	(mg/L)	0.016	0.025
T - C° de equilibrio	(°C)	2.6	3
Turbiedad	(NTU)	19.1	8.7
Solidos totales	(mg/L)	8300	8200

LEYENDA: M1: Afluente – fuente de abastecimiento

M3: Efluente

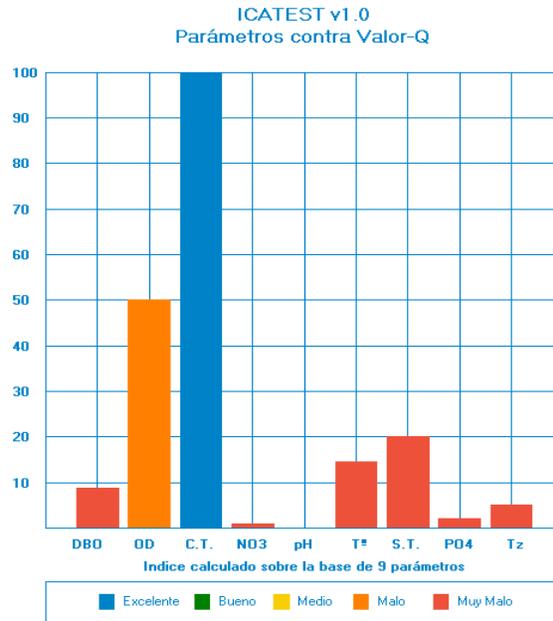
Tabla 31.*Resultados de ICA – Marcani*

Puntos de muestreo	Calificación cuantitativa de	Calificación cualitativa de
	ICA	ICA
(Fuente) M1	29	(26 – 50) MALA
(Efluente) M3	30.76	(26 – 50) - MALA

Nota: Elaborado en base a la tabla 30.

Figura 10.

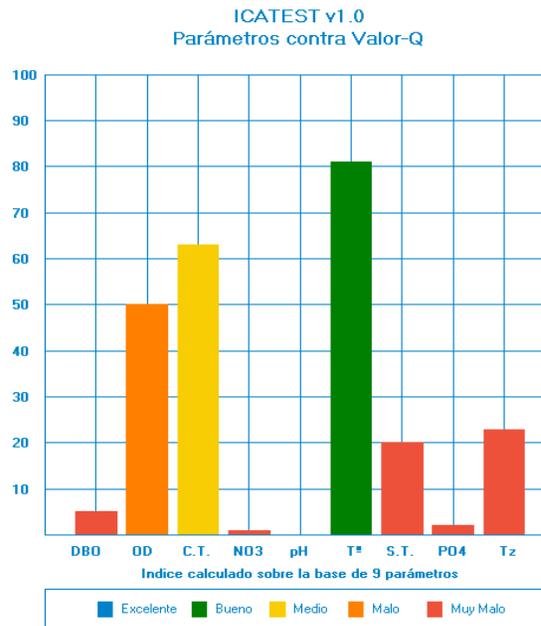
Gráfico de ICA de la fuente de Marcani (M1)



Nota: Elaborado en base a la tabla 31

Figura 11.

Gráfico de ICA del efluente de Marcani (M3)



Nota: Elaborado en base a la tabla 31

En la tabla 31, se registra el ICA de la fuente con un valor de 29 y del efluente con un valor de 30.76, incrementando en 1.76, ambos puntos calificados con una calidad de agua MALA. En la figura 10, se observa que la ausencia de coliformes termotolerantes, es el único parámetro que le da excelencia al valor del ICA en la fuente, ya que los demás parámetros influyen negativamente. En la figura 11, se observa que el incremento del ICA es debido al cambio de temperatura, a pesar de que la concentración de coliformes termotolerantes se incrementa, lo que significa que el parámetro de temperatura tiene mayor influencia en el resultado del ICA.

Tabla 32.

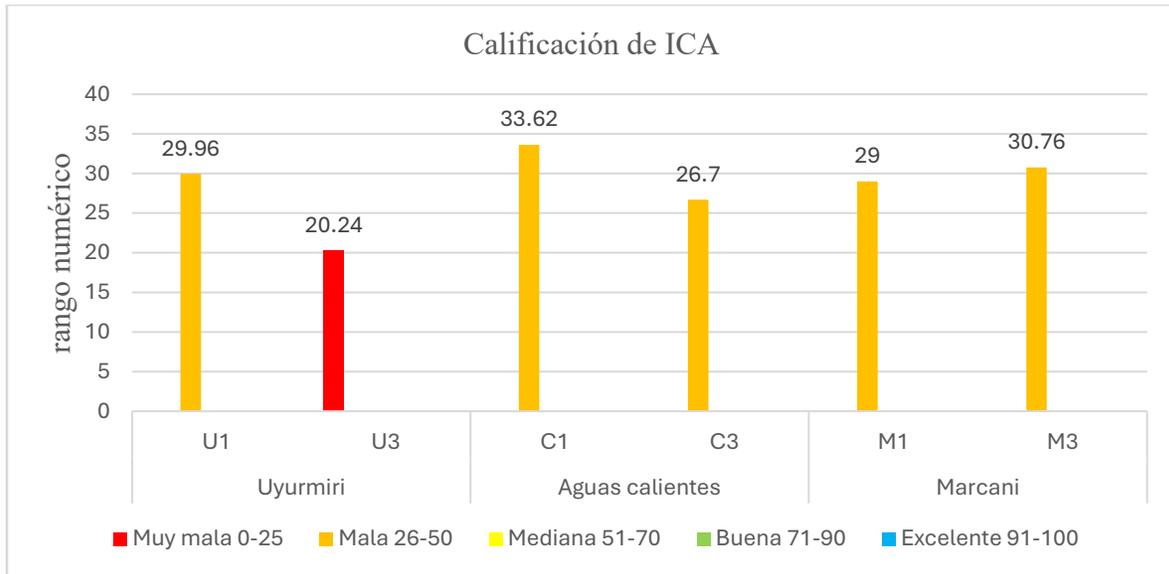
Cuadro Comparativo del ICA de las fuentes y efluentes de los tres centros recreacionales

Calificación del ICA	Rango numérico	Uyurmiri		Aguas calientes		Marcani	
		U1	U3	C1	C3	M1	M3
Muy mala	0-25		20.24				
Mala	26-50	29.96		33.62	26.7	29	30.76
Mediana	51-70						
Buena	71-90						
Excelente	91-100						

Nota: Elaborado en base a las tablas 27, 29 y 31.

Figura 12.

Comparación de ICA de las fuentes y efluentes de los tres centros recreacionales.



Nota: Elaborado en base a la tabla 32.

El ICA califica como aguas de calidad “MALA” a las fuentes de los tres centros recreacionales (Uyurmiri, Aguas calientes y Marcani), donde Marcani tiene el ICA más bajo (29) y Aguas Calientes tiene una mejor calidad (33.62), seguido de Uyurmiri (29.29). El efluente del centro recreacional de Uyurmiri muestra una calidad “MUY MALA” pese a que es uno de los centros recreacionales con menor concurrencia de usuarios con respecto a Aguas Calientes. El efluente de Aguas calientes muestra una calidad “MALA” siendo el centro recreacional más concurrido por los bañistas en toda la provincia de Canchis y a pesar de que exige el cumplimiento de las normativas sanitarias, muchos usuarios las infringen. El efluente que tiene mayor puntaje es el centro mineromedicinal de Marcani, sin embargo, presenta una calidad “MALA” aun cuando cuenta con mínima concurrencia de bañistas.

3.4.1. Análisis inferencial de los resultados del ICA de los tres centros recreacionales

Ho: Los parámetros influyen no significativamente en la calidad del agua de los centros recreacionales de la provincia de Canchis.

H1: Los parámetros influyen significativamente en la calidad del agua de los centros recreacionales de la provincia de Canchis.

$$P < 0.05$$

Tabla 33.

Modelo de regresión lineal de parámetros que influyen en el ICA de los tres centros recreacionales de la provincia de Canchis

R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
,878 ^a	0.770	0.713	2.45717

a. Predictores: (Constante), DBO

El análisis de regresión lineal identifica a que la DBO es el predictor principal del índice de calidad de agua. El modelo obtenido presenta un coeficiente de correlación de $R = 0.878$, lo que refleja una asociación muy fuerte entre ambas variables. Asimismo, el coeficiente de determinación ($R^2 = 0.770$) indica que la DBO influye en el 77 % del índice de calidad de agua, mientras, mientras que el 23% está determinado por los otros parámetros.

El error estándar de la estimación (2.45) resulta relativamente bajo, lo que evidencia que las predicciones del modelo mantienen una buena precisión respecto a los valores observados.

El modelo confirma que la demanda bioquímica de oxígeno constituye un predictor determinante en la calidad del agua, debido a que un mayor contenido de materia orgánica incrementa el consumo de oxígeno disuelto por parte de los microorganismos, reduciendo así la disponibilidad de este recurso y deteriorando el estado sanitario del agua.

Tabla 34.

Variables excluidas del modelo de regresión lineal paso a paso aplicado al ICA en piscinas de la provincia de Canchis

Modelo	En beta	t	Sig.	Correlación parcial	Estadísticas de colinealidad
Oxígeno disuelto	-,049b	-0.170	0.876	-0.098	0.896
Coliformes termotolerantes	-,478b	-1.278	0.291	-0.594	0.354
Nitratos	,362b	0.979	0.400	0.492	0.424
pH	-,249b	-0.416	0.706	-0.233	0.202
Temperatura	,066b	0.240	0.826	0.137	0.992
Sólidos totales	-,001b	-0.005	0.996	-0.003	0.869
Fosfatos totales	,155b	0.583	0.601	0.319	0.967
Turbiedad	-,363b	-0.771	0.497	-0.407	0.288

a. Variable dependiente: Valor del índice

b. Predictores en el modelo: (Constante), DBO

El procedimiento de regresión lineal paso a paso seleccionó únicamente a la DBO como variable predictora significativa del índice de calidad de agua, mientras que el resto de parámetros fueron excluidos del modelo por no alcanzar los niveles de significancia estadística.

Aunque algunos parámetros como los coliformes termotolerantes y los nitratos presentaron correlaciones moderadas en el análisis bivariado, su efecto no resultó significativo dentro del modelo multivariado, lo que evidencia que la DBO concentra el mayor poder explicativo sobre la variabilidad del índice de calidad.

Tabla 35.

ANOVA de regresión lineal de DBO - ICA de los centros recreacionales de la provincia de Canchis

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	80.934	1	80.934	13.405	,022 ^b
Residuo	24.151	4	6.038		
Total	105.085	5			

a. Variable dependiente: Valor del índice

b. Predictores: (Constante), DBO

El análisis de varianza (ANOVA) aplicado al modelo de regresión lineal muestra que la relación entre la DBO y el índice de calidad de agua, estadísticamente es significativa, ya que el valor de $F = 13.405$ con un nivel de significancia de $p = 0.022$ es < 0.05 , lo que confirma que el modelo no es producto del azar y que la DBO explica de manera consistente la variabilidad del ICA.

Tabla 36.

Coefficientes de regresión lineal paso a paso para el ICA en las piscinas de la provincia de Canchis: Efecto de la DBO.

	Coefficientes no estandarizados	Desv. Error	Coefficientes estandarizados Beta	t	Sig.
(Constante)	43,997	4,382		10,041	,001
DBO	-5,148	1,406	-,878	-3,661	,022

a Variable dependiente: Valor del índice

El análisis de los coeficientes muestra que la constante ($B = 43.997$; $p = 0.001$) es estadísticamente significativa, lo que representa el valor estimado del índice de calidad de agua cuando la DBO es igual a cero.

Por su parte, la DBO presenta un coeficiente negativo y significativo ($B = -5.148$; $p = 0.022$), con un beta estandarizada de -0.878 . Esto indica que por cada unidad que aumenta la DBO, el índice de calidad de agua disminuye en aproximadamente 5.15 unidades, manteniéndose constantes las demás condiciones. El valor $t = -3.661$ confirma la significancia de este efecto dentro del modelo.

Por lo tanto, se acepta la H_0 y se rechaza la H_1 , ya que el parámetro DBO es el único parámetro que influye significativa en la calidad del agua de los centros recreacionales de la provincia de Canchis.

3.5. Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas (ICSPS) de las aguas termales y mineromedicinales

Tabla 37.

Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas – Uyurmiri

Crterios	Variable	Rango de Valor	Puntaje	Calificación	Puntaje máximo por Variable
Control de calidad Microbiológica	Cloro residual	<0.4 mg/l	No aplica	No aplica	0.00
	Coliformes termotolerantes	Presencia	0.00	Mala	0.00
	Turbiedad	<5.0 UNT	0.05	Buena	0.05
Control de calidad de Equipamiento e instalaciones	Servicios higiénicos y ducha	SH. Y duchas sucios o malogrados o ausentes	0.00	Ausencia	0.00
	Lava pies	Ausentes o sucios, o malogrados o sin solución desinfectante.	0.00	Ausencia	0.00
	Sistema de recirculación	No tiene	0.00	Mala	0.00
Control de calidad de limpieza	Limpieza del local	Hay recipientes para residuos y el local está limpio	0.075	Regular	0.075
	Limpieza del estanque	Sucio y presencia de solidos flotantes abundantes	0.00	Mala	0.00
Control de ordenamiento documentario	Libro de registro	No hay libro o no está al día.	0.00	Mala	0.00
	Aprobación Sanitaria	No cuenta con autorización sanitaria o no está vigente.	0.00	Mala	0.00
RESULTADOS					0.125

Nota: Elaboración en base a registros de campo.

Tabla 38.

Resultados de ICSPS – Uyurmiri.

CALIFICACION SANITARIA	RANGO DE VALORES
Saludable	0.80 – 1
Regularmente saludable	0.40 – 0.79
No saludable	0 – 0.39

Nota: Elaborado en base a la tabla 37.

La tabla 37, muestra que Uyurmiri presenta un puntaje de 0.125 en el ICSPS, por lo que de acuerdo a la Directiva Sanitaria N°033-MINSA/DIGESA V.01., 2011, responde a una calificación de NO SALUDABLE, como se observa en la tabla 38; debido a que incumple con siete criterios de calificación y solo cumple con dos criterios (turbiedad y Limpieza del local). Cabe destacar que el parámetro de cloro residual no aplica en estos centros recreacionales, ya que no utilizan ningún tipo de desinfectantes por ser aguas termo minerales con fines medicinales.

Tabla 39.*Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas – Aguas Calientes*

Criterios	Variable	Rango de Valor	Puntaje	Calificación	Puntaje máximo por Variable
Control de calidad Microbiológica	Cloro residual	<0.4 mg/l	No Aplica	No Aplica	0.00
	Coliformes termotolerantes	Presencia	0.00	Mala	0.00
	Turbiedad	<5.0 UNT	0.05	Buena	0.05
Control de calidad de Equipamiento e instalaciones	Servicios higiénicos y ducha	SH. Y duchas disponibles limpios y en funcionamiento	0.075	Presencia	0.075
	Lava pies	Ausentes o sucios, o malogrados o sin solución desinfectante.	0.00	Ausencia	0.00
	Sistema de recirculación	Instalado y en operación.	0.21	Buena	0.21
Control de calidad de limpieza	Limpieza del local	Hay recipientes para residuos y el local está limpio	0.075	Buena	0.075
	Limpieza del estanque	Limpio y ausencia de solidos flotantes	0.075	Buena	0.075
Control de ordenamiento documentario	Libro de registro	Libro de registro presente y al día	0.02	Buena	0.02
	Aprobación Sanitaria	Cuenta con autorización sanitaria disponible y vigente.	0.12	Buena	0.12
RESULTADOS					0.625

Nota: Elaboración en base a registros de campo.

Tabla 40.

Resultado de ICSPS – Aguas Calientes

CALIFICACION SANITARIA	RANGO DE VALORES
Saludable	0.80 – 1
Regularmente saludable	0.40 – 0.79
No saludable	0 – 0.39

Nota: Elaborado en base a la tabla 39.

La tabla 39, muestra que Aguas Calientes presenta un puntaje de 0.625 en el ICSPS, por lo que de acuerdo a la Directiva Sanitaria N°033-MINSA/DIGESA V.01., 2011, se califica como **REGULARMENTE SALUDABLE** como se observa en la tabla 40; siendo dos criterios de calificación que incumple (presencia de coliformes termotolerantes y ausencia de lava pies). El parámetro de cloro residual no aplica en este centro recreacional, debido a que no utilizan ningún tipo de desinfectantes por ser aguas termominerales con interés terapéutico.

Tabla 41.*Índice de Calificación Sanitaria De Piscinas – Marcani*

Crterios	Variable	Rango de Valor	Puntaje	Calificación	Puntaje máximo por Variable
Control de calidad Microbiológica	Cloro residual	<0.4 mg/l	No Aplica	No Aplica	0.00
	Coliformes termotolerantes	Presencia	0.00	Mala	0.00
	Turbiedad	<5.0 UNT	0.05	Buena	0.05
Control de calidad de Equipamiento e instalaciones	Servicios higiénicos y ducha	SH. Y duchas disponibles limpios y en funcionamiento	0.075	Presencia	0.075
	Lava pies	Ausentes o sucios, o malogrados o sin solución desinfectante.	0.00	Ausencia	0.00
	Sistema de recirculación	Instalado y en operación	0.21	Buena	0.21
Control de calidad de limpieza	Limpieza del local	Hay recipientes para residuos y el local está limpio	0.075	Buena	0.075
	Limpieza del estanque	Limpio y presencia de solidos flotantes dispersos	0.038	Regular	0.038
Control de ordenamiento documentario	Libro de registro	Libro de registro presente y al día	0.02	Buena	0.02
	Aprobación Sanitaria	Cuenta con autorización sanitaria disponible y vigente.	0.12	Buena	0.12
RESULTADOS					0.588

Nota: Elaboración en base a registros de campo.

Tabla 42.*Resultados de ICSPS - Marcani*

CALIFICACION SANITARIA	RANGO DE VALORES
Saludable	0.80 – 1
Regularmente saludable	0.40 – 0.79
No saludable	0 – 0.39

Nota: Elaborado en base a la tabla 41.

La tabla 41, muestra que Marcani presenta un puntaje de 0.588 en el ICSPS, por lo que de acuerdo a la Directiva Sanitaria N°033-MINSA/DIGESA V.01., 2011, se le confiere una calificación de **REGULARMENTE SALUDABLE**, como se observa en la tabla 42; debido a que incumple con dos criterios de calificación (presencia de coliformes termotolerantes y ausencia de lava pies). El parámetro de cloro residual no aplica debido a que este centro no utiliza ningún tipo de desinfectante por ser aguas mineromedicinales con interés terapéutico.

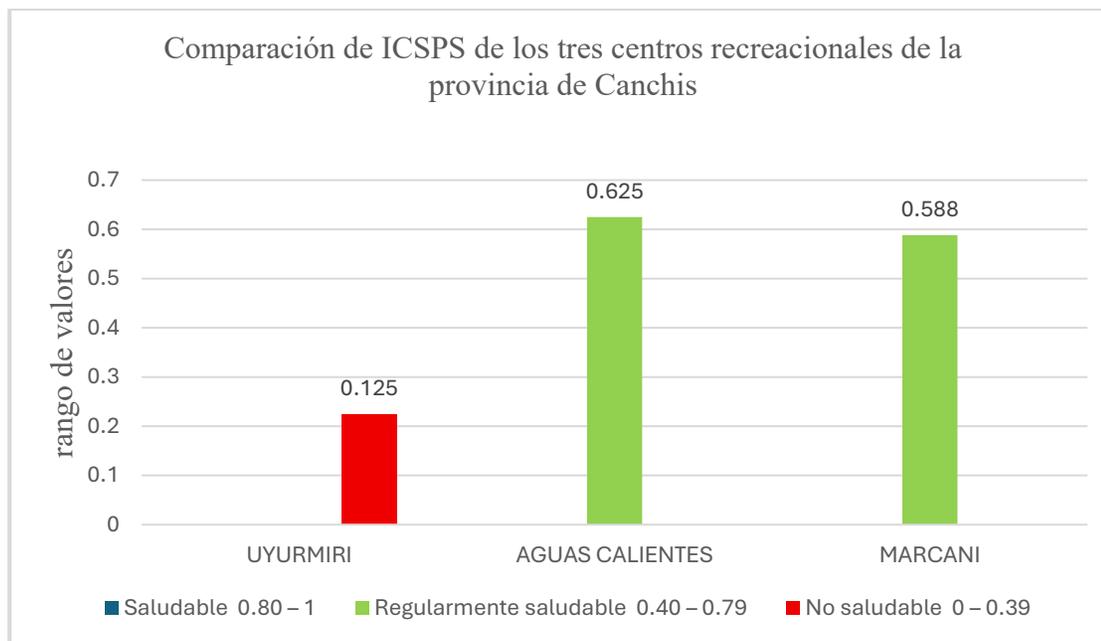
Tabla 43.*Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas en los tres centros recreacionales*

Calificación Sanitaria	Rango de Valores	Uyurmiri	Aguas Calientes	Marcani
Saludable	0.80 – 1			
Regularmente saludable	0.40 – 0.79		0.625	0.588
No saludable	0 – 0.39	0.125		

Nota: Elaborado en base a las tablas 38, 40 y 42.

Figura 13.

Comparación de ICSPS de los tres centros recreacionales



Nota: Elaborado en base a la tabla 43.

En la tabla 43 y la figura 13, se observa que ninguno de los tres centros recreacionales evaluados presenta una calificación sanitaria SALUDABLE, debido al incumplimiento de diversos criterios establecidos por la Directiva Sanitaria N°033-MINSA/DIGESA V.01., 2011. Los centros recreacionales de Aguas Calientes y Marcani tienen una calificación sanitaria de REGULARMENTE SALUDABLE y Uyurmiri presenta una calificación sanitaria de NO SALUDABLE. Aguas Calientes presenta el mayor puntaje (0.625) pese a que es el centro recreacional con más incidencia de bañistas.

DISCUSIÓN

El centro recreacional de Uyurmiri es clasificada como Aguas Bicarbonatadas Mesotermiales de acuerdo a Valenzuela y San Martín (1994), ya que la temperatura de la fuente es de 36.6 °C. Se halla un valor de 0 UCV PT/Co de color y de olor INODORO, a diferencia de Charalla Cutipa & Cuchuyrumi Porroa (2016), quienes describieron estas aguas con olor, sabor y color INACEPTABLE. Sacoto Acaro & Andueza Leal (2020), en las aguas termales del balneario Ilalo, Ecuador, registran una temperatura promedio de 32,4°C; pH de 7.3, conductividad de 1675 uS/cm. Se registra una turbiedad de 18.1 NTU en la fuente y un promedio de 4,17 NTU de la piscina al efluente, a diferencia de Vargas Mahamey (2018), quien registra valores de 2.41 NTU a 39.92 NTU en las aguas termales de Yura, Arequipa. Se registra una valor de 3 377.5 mg/L de Sólidos Totales en promedio, en cambio Centeno Teran (2016) Según Huamani Huaccán & Valenzuela Ortiz (2003) e INGEMMET (2003), estas aguas son clasificadas como Sulfatadas de pH ligeramente alcalino de 7.23 en promedio, con presencia de Sulfatos entre 1100 mg/L – 1280 mg/L, cuyos valores de acuerdo a la OMS (2011) para aguas de consumo humano sería INACEPTABLE y Cloruradas con valores de 331 mg/L – 362 mg/L, y aunque estas aguas no son de consumo humano, podrían ocasionar problemas a la salud debido a una ingestión accidental. La DBO₅ en la piscina después el uso supera el valor permitido por ECA y OD se encuentra por debajo del indicado, al igual que el estudio de Sacoto Acaro & Andueza Leal (2020) quienes registran un valor de OD de 4.30 mg/L. En cambio, Cruz Carranza (2018), en las aguas termales de San Mateo en la provincia de Moyobamba – San Martín, determina la ausencia de OD y un leve valor elevado de DBO₅.

El centro recreacional de Aguas Calientes de Occobamba, de acuerdo a Valenzuela y San Martín (1994) se clasifica como Aguas Hipertermales Bicarbonatadas ya que presenta una

temperatura de 49.5 °C en la fuente; según Huamani Huaccán & Valenzuela Ortiz (2003) e INGEMMET (2003), como aguas sulfatadas y cloruradas; y como aguas termales de aprovechamiento según el D.S. N° 05 – 94 - ITINCI, 1994, emitido por el MITINCI ahora MINCETUR. Se halló un resultado de 7725 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de conductividad eléctrica, en promedio, lo que determina una alta mineralización. Presenta un pH ligeramente neutro, lo cual se encuentra dentro de los parámetros de ECA, se halló OD por debajo del valor permisible, la DBO₅ después del uso de la piscina es de 10.3 mg/L lo cual supera los valores permisibles por ECA, al igual que Uyurmiri. Se clasifican también como aguas Cloruradas ya que presentan 2013,05 mg/L de cloruro en promedio, como Garcia Villanueva & Huaman Chavez (2023) en su estudio de aguas termales del balneario Pampalca del distrito de San Pedro de Coris en Huancavelica, determinaron dichas aguas como sulfatadas, cloruradas, cálcicas y/o magmáticas.

El centro mineromedicinal de Marcani, de acuerdo a Valenzuela y San Martin (1994) se clasifica como aguas Frías ya que presenta temperatura < 20 °C; de acuerdo al D.S. N° 05 - 94 – ITINCI se clasifican como aguas mineromedicinales y según Huamani Huaccán & Valenzuela Ortiz (2003) e INGEMMET (2003), como aguas sulfatadas, cloruradas y bicarbonatadas. Se obtuvo resultados de conductividad eléctrica de 13217,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en promedio, lo que lo determina de alta mineralización. Se halló valores 5 UCV PT/Co - 10 UCV PT/Co de color, superando los valores exigidos por ECA. Respecto a Olor se muestra Inodoro, presenta un pH ligeramente ácido, sin embargo, se encuentra dentro de los parámetros exigidos por ECA, sulfatos de 149 mg/L en promedio, lo cual según la OMS (2011) sería inaceptable para aguas de consumo humano y Cloruros de 3824,5 mg/L en promedio. Ojeda Rondan (2008) en su estudio de las aguas mineromedicinales de San Pedro y San Pablo en la provincia de Canchis, determinó que los parámetros fisicoquímicos y organolépticos de estas aguas excedieron los límites establecidos para

aguas de consumo humano según la OMS, concluyendo que estas aguas no son aptas para consumo humano, pero si aptos para uso recreacional.

El parámetro de Cloro Residual, se obvió hallando además un valor de 0 mg/L, debido a que estos centros recreacionales no utilizan ningún desinfectante para la limpieza de sus pozos, sin embargo, sería necesario una desinfección ya que se halla la presencia de bacterias patógenas para la salud.

En el análisis bacteriológico de las tres fuentes de los centros recreacionales, se registró *Pseudomona spp.* mientras que no se observa al resto de las bacterias, probablemente, debido a que *Pseudomona spp.* tiene la capacidad de inhibir otras bacterias como los coliformes (OMS, 2018), encontrándose a esta bacteria como patógeno oportunista, además de ser una bacteria común en el ambiente, ya que puede estar presente en el aire, suelo y agua. En el estudio realizado por Molina Carvajal et al. (2023), en las fuentes termales de los municipios de Bochalema y Chinacota en Colombia, encontraron presencia de las bacterias *Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*, *Salmonella spp.*, en concentraciones de 110 Bact/ml. La mayor cantidad de *Pseudomona spp.* se determinó en la fuente de Aguas Calientes con 11 NMP/100 ml, seguido de Uyumiri con 9.2 NMP/100 ml y en menor concentración en el centro recreacional de Marcani con 2.1 NMP/100 ml.

En la piscina de Uyumiri, antes de la actividad humana, se reporta valores de coliformes totales (900 NMP/100 mL), termotolerantes (700 NMP/100 mL), presencia de *E.coli*/100 mL, *Enterococcus faecalis* (400 NMP/100 mL) y *Pseudomona spp.* (79 NMP/100 mL); después de la actividad humana, estos valores se incrementan indicando que la piscina se encuentra contaminada tanto antes y después del uso, teniendo relación con el estudio realizado por Charalla Cutipa & Cuchuyrumi Porroa (2016), quienes obtuvieron presencia de mesófilos, coliformes totales,

coliformes termotolerantes, *Enterococcus* y *Escherichia coli* en la piscina del mismo centro recreacional. Por lo que, estas aguas son calificadas como NO APTOS de acuerdo a ECA. No se registra presencia de *Salmonella sp.*, a diferencia de Molina Carvajal (2023), quien registra la presencia de la bacteria *Salmonella spp.* en concentraciones de 12 Bact/ml.

La piscina del centro recreacional de Aguas Calientes, antes de la actividad humana, reporta valores de: coliformes totales (20 NMP/100 ml), termotolerantes (11 NMP/100 ml), presencia de *E.coli*/100 mL, *Enterococcus faecalis* (200 NMP/100 ml) y *Pseudomona spp.* (15 NMP/100 ml), los cuales se elevan después de la actividad humana, estos valores se encuentran dentro de los límites que establece ECA, a excepción de *E. coli* que se encuentra presente, lo que hace que sea calificado como NO APTO para uso recreacional, este centro cuenta con estudios anuales realizados por INGEMMET, según esta investigación se registró las mismas bacterias mencionadas anteriormente pero en menor cantidad que la piscina de Uyurmiri, a pesar de tener mayor cuidado en las condiciones sanitarias de las piscinas, cabe mencionar que es el centro recreacional más visitado por los turistas y habitantes locales siendo un factor que influye en los resultados; en cambio, Escobedo Vasquez & Meléndez Abanto (2020) en su estudio de las piscinas del centro Pultamarca baños del inca – Cajamarca, las califican como aptas para uso recreacional según ECA.

Referente a la carga bacteriana en la piscina del centro recreacional de Marcani, antes del uso de la piscina, no se observa coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, pero si se registra la presencia de *Enterococcus faecalis* (40 NMP/mL) y *Pseudomonas spp.* (<1.8 NMP/100 mL). Sin embargo, después del uso de los bañistas, estos valores se incrementaron, evidenciando el impacto de la actividad humana sobre la calidad microbiológica del agua. Mientras que Ojeda Rondan (2008), en su estudio realizado en el mismo lugar, encontró presencia de

coliformes totales que oscilaban entre 14 y 64 UFC/100 mL, coliformes termotolerantes en el 100% de las muestras estudiadas y *Enterococcus faecalis* en el 77.78% de las muestras analizadas en el pozo de Marcani. En consecuencia, la baja incidencia de estas bacterias se debe a que hay menor afluencia de bañistas, pero con una escasa supervisión y falta de prácticas de los reglamentos que exige (MINSA/DIGESA, 2011).

En cuanto a los efluentes, de los tres centros recreacionales, Uyurmiri registra valores altos después de la actividad humana con coliformes totales (21×10^2 NMP/100 mL), termotolerantes (17×10^2 NMP/100 mL), presencia de *E.coli*/100 mL, *Enterococcus faecalis* (13×10^2 NMP/100 mL) y *Pseudomona spp.* (460 NMP/100 mL), seguido del efluente de Aguas Calientes y por último los resultados más bajos fueron determinados en el efluente de Marcani.

El índice de calidad del agua (ICA) de las fuentes en los tres centros recreacionales evaluados, tienen una calificación “MALA” con valores entre 29 a 33.62, que difiere con Centeno Terán (2016), que registra en el “Balneario de Cocalmayo” un valor de 72.73 en la fuente de abastecimiento y lo califica de calidad “BUENA”; de igual manera, Chalise et al. (2023) en su estudio de calidad del agua y la hidrogeoquímica de manantiales termales de la provincia de Gandaki, Nepal, califica a 9 de 12 manantiales estudiados como aguas de calidad BUENA. Mientras que los efluentes de Aguas Calientes y Marcani, registran una calidad “MALA” con valores de 26.7 y 30.76, respectivamente, y Uyurmiri “MUY MALA” con un valor de 20.24.

La Calificación Sanitaria de Piscinas del centro recreacional de Uyurmiri tiene un valor de 0.125, calificándola como “NO SALUDABLE”, al igual que Cruz Carranza (2018), quien califica a las aguas termales de San Mateo en la provincia de Moyobamba – San Martín, como NO SALUDABLES con un puntaje de 0.308. El centro recreacional de Aguas Calientes tiene un valor de 0.625, lo que lo califica como “REGULARMENTE SALUDABLE”, al igual que Centeno

Teran (2016) en su estudio de las aguas termales de Cocalmayo, califica dichas aguas con un valor de 0.66 como REGULARMENTE SALUDABLES, del mismo modo que Escobedo Vasquez & Melendez Abanto (2020), en su estudio del centro recreacional de Pultamarca Baños del Inca-Cajamarca, obtuvieron valores en un intervalo de 0.416 a 0.490 calificándola como REGULARMENTE SALUDABLE. Con respecto al centro mineromedicinal de Marcani, se obtuvo un resultado de 0.588, cuyo valor la califica como “REGULARMENTE SALUDABLE”, al igual que el centro recreacional de Aguas Calientes. De los tres centros recreacionales estudiados, Aguas Calientes resultó con mayor puntaje, seguido de Marcani y en último lugar el centro recreacional de Uyurmiri, evidenciando de esta manera la falta de higiene y limpieza general de la infraestructura que presenta de acuerdo a los criterios de calificación del ICSPS.

CONCLUSIONES

1. Los parámetros físicos y químicos estudiados en los tres centros recreacionales, se encuentran dentro de los valores establecidos según los Estándares de Calidad Ambiental para agua, categoría 1 - poblacional y recreacional, subcategoría B1. Sin embargo, parámetros como OD y DBO se encuentran fuera de los valores establecidos. En Uyurmiri y Marcani se detectaron niveles de NO_3^- que exceden los límites de los ECA para agua y solo en Marcani se registraron valores de Color fuera de los rangos permitidos.
2. Se registró la presencia de *Pseudomona spp.* en las tres fuentes de abastecimiento de aguas termales y mineromedicinales de Uyurmiri, Aguas calientes y Marcani, en intervalos de 2.1 – 11 NMP/100 mL. Mientras que en las piscinas antes y después del uso, están presentes coliformes totales ($20 - 11 \times 10^2$ NMP/100 mL), coliformes termotolerantes ($11 - 9 \times 10^2$ NMP/100 mL), *E.coli*, *Enterococcus faecalis* ($40 - 8 \times 10^2$ NMP/100 mL), y *Pseudomona spp.* ($<1.8 - 240$ NMP/100 mL); y en los efluentes antes y después del uso, coliformes totales ($7 - 21 \times 10^2$ NMP/100 mL), coliformes termotolerantes ($4 - 17 \times 10^2$ NMP/100 mL), *E.coli*, *Enterococcus faecalis* ($60 - 13 \times 10^2$ NMP/100 mL), y *Pseudomona spp.* ($<1.8 - 460$ NMP/100 mL). No se encontró presencia de *Salmonella sp.* en ningún punto de muestreo.
3. El Índice de Calidad de Agua (ICA) para las tres fuentes de los centros recreacionales de Uyurmiri (29.96), Aguas Calientes (33.62) y Marcani (29) son de calidad “MALA”. Los efluentes de Marcani (30.76) y Aguas calientes (26.7) presentan calidad de “MALA” y el efluente de Uyurmiri (20.24) presenta calidad de “MUY MALA”.
4. La Calificación Sanitaria del centro recreacional de Uyurmiri presenta un puntaje de 0.125, calificándose como “NO SALUDABLE”, mientras que los centros recreacionales de Marcani y Aguas Calientes alcanzaron puntajes de 0.588 y 0.625, respectivamente, calificándose como “REGULARMENTE SALUDABLES”.

RECOMENDACIONES

1. Implementar un plan de manejo sostenido que permita prevenir, controlar y mitigar los riesgos sanitarios y ambientales asociados a la contaminación en los centros recreacionales de aguas termales y mineromedicinales, con el fin de proteger la salud pública.
2. Llevar registros documentados de limpieza, desinfección, mantenimiento y resultados de análisis, los cuales deben estar disponibles para las autoridades sanitarias cuando sean requeridas.
3. La Dirección General de Salud Ambiental de Cusco, debe exigir el cumplimiento de los reglamentos del balneario para así mejorar la calidad higiénica y el orden en los bañistas.
4. Fortalecer la capacitación continua del personal encargado de la limpieza y desinfección de los centros recreacionales en buenas prácticas de operación y mantenimiento.
5. Por la elevada concurrencia de turistas a los centros termales y mineromedicinales, se recomienda controlar el aforo de usuarios, especialmente en horarios de alta concurrencia, para evitar la sobrecarga de las piscinas y el deterioro de la calidad del agua.

Referencias Bibliográficas

- American Public Health Association. (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (APHA-AWWA-WPCF, Ed.; 23RD ed., Vol. 23RD).
<https://doi.org/10.2105/SMWW.2882.216>
- Anguisaca Vega, A. E., & Ortiz Tejedor, J. G. (2023). Análisis fisicoquímico y bacteriológico de las piscinas de aguas termales, más concurridas, de la parroquia Baños. Cuenca – Ecuador. *Anatomía Digital*, 6(3.2), 86–102. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i3.2.2678>
- Arora, P., Kohli, R. K., Garg, V. K., & Dhawan, A. (2017). *Physical, chemical and biological characteristics of water (e content module)*.
<https://www.researchgate.net/publication/322419790>
- Barrenechea Martel, A. (2004). Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua. In *Tratamiento de agua para consumo humano* (pp. 1–54).
- Barrionuevo Inca Roca, Y. A. (2004). *La explotación de las aguas minero termales con fines turísticos* [Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/2717>
- Bolaños Alfaro, J. D., Cordero Castro, G., & Segura Araya, G. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). *Revista Tecnología En Marcha*, 30(4), 15. <https://doi.org/10.18845/tm.v30i4.3408>
- Bonadonna, L., & La Rosa, G. (2019). A review and update on waterborne viral diseases associated with swimming pools. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(2), 1–11. <https://doi.org/10.3390/ijerph16020166>

- Brown, R. M., McClelland, N. I., Deininger, R. A., & Tozer, R. G. (1970). *A water quality index-do we dare?* 117, 339–343. <https://es.scribd.com/document/389699238/A-Water-Quality-Index-Do-we-dare-BROWN-R-M-1970>
- Cangahuamin Rojas, S. R. (2021). *Calidad fisicoquímica y microbiológica de las aguas termales del “Complejo Turístico Santa Catalina”, ubicado en Pampallacta, Provincia de Napo, Ecuador* [Universidad Central de Ecuador].
<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/CANGAHUAMIN%20SILVIA,%20%20ECUADOR.pdf>
- Centeno Teran, R. (2016). *Evaluación de la calidad de las aguas termales del balneario de Cocalmayo, distrito de Santa Teresa, La Convención, Cusco* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].
<https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/2657>
- Chacon Chaquea, M. Y. (2016). *Análisis Físico y Químico de la Calidad del Agua*.
- Chalise, B., Paudyal, P., Kunwar, B. B., Bishwakarma, K., Thapa, B., Pant, R. R., & Neupane, B. B. (2023). Water quality and hydrochemical assessments of thermal springs, Gandaki Province, Nepal. *Heliyon*, 9(6). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17353>
- Charalla Cutipa, V. B., & Cuchuyrumi Porroa, B. (2016). *Características fisicoquímicas y bacteriológicas de aguas termales de Ccaylla, Marcani, Uyurmiri y descripción de las prácticas de los usuarios de la provincia de Canchis del departamento de Cusco* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].
<https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/1707>

- Collazos Masanovic, E. A. (2012). Complejo turístico termal en Huancahuasi [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. In *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas*.
<http://hdl.handle.net/10757/300130>
- Cruz Carranza, M. (2018). *Determinación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua en las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín, 2015* [Tesis de ingeniera, Universidad Nacional de San Martín]. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2874>
- Decreto Supremo N° 05 - 94 - ITINCI, Pub. L. No. D.s. 04-94-ITINCI, Ley N° 25333, 6 (1994).
<https://www2.congreso.gob.pe/sicr/tradocestproc/clproley2001.nsf/pley/B6381AA3B0D089B305256D27007A106A?opendocument>
- Díaz Solano, B. H., Vicenta Esteller, M., & Garrido Hoyos, S. E. (2011). Calidad físico-química y microbiológica del agua en parques acuáticos. *Hidrobiológica*, 21(1), 49–62.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972011000100005
- Directiva Sanitaria Para La Determinación Del Índice de Calificación Sanitaria de Las Piscinas Públicas y Privadas de Uso Colectivo: Directiva Sanitaria N°033 - MINSA/DIGESA - V.01, Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental 1 (2011).
- Equivalencias de presión atmosférica según la altitud*. (2018).
<https://es.scribd.com/document/377608159/Equivalencias-de-Presion-Atmosferica-Segun-Altitud>
- Escalante, D. (2014). *Calidad microbiológica del agua de manantiales de aguas minerales termales del sector Santa Apolonia, Municipio Tulio Febres del estado Mérida* [Tesis de licenciatura, Universidad de los Andes]. <http://bdigital.ula.ve/storage/pdf/40082.pdf>

- Escobedo Vasquez, C. A., & Melendez Abanto, W. E. (2020). *Indice de Calidad Sanitaria de las piscinas (ICSPS) y vacio legal ambiental del agua termomineral de las piscinas del centro Pultamarca Baños del Inca - Cajamarca*. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24128>
- Fagundo Castillo, J. R., González Hernández, P., & Sánchez Rodríguez, L. (2000). *Fundamentos del Termalismo con Enfasis en la Hidroquímica*.
- García Villanueva, M. J., & Huaman Chavez, L. J. (2023). *Evaluación de la calidad bacteriológica y fisicoquímica de las aguas termales del Balneario Pampalca, distrito de San Pedro de Coris, Huancavelica*. <https://hdl.handle.net/20.500.14005/13139>
- Hem, J. D. (1985). *Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water* (third). U.S. Geological survey water. <https://pubs.usgs.gov/wsp/wsp2254/pdf/wsp2254a.pdf>
- Huamani Huaccán, A., & Valenzuela Ortiz, G. (2003). Aguas termales y minerales en el oriente central del Perú. In *Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)*.
- Huañec Villena, B., & Quispe Mamani, A. (2024). Complejo Turístico De Las Aguas Minero Medicinales De Marcani – San Pedro. In *Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*.
- Larrea Murrell, J. A., Rojas Badia, M. M., Romeu Alvarez, B., Rojas Hernandez, N. M., & Heydrich Perez, M. (2013). Bacterias indicadoras de contaminacion fecal en la evaluacion de las aguas: revision de la literatura. *Revista CENIC.Ciencias Biologicas* , vol.44, 1–12. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181229302004>
- Ley General del Ambiente 28611, Pub. L. No. 28611, 1 (2005). <https://www.leyes.congreso.gob.pe/documentos/leyes/28611.pdf>

- Lopez de Azcona, J. M. (1960). Las Aguas Minero-Medicinales. Su Industrializacion. *Instituto de España*.
- Mestanza Vera, R. C. J. (2024). *Contaminacion fisicoquimica y bacteriologica de las aguas termales de Churin, Picoy y Collpa*. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/8922>
- Ministerio de Agricultura y riego. (2014). *Manual No 5 Medición de agua*.
<https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/manual-riego/manual5.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Riego-MINAGRI-(Ahora MIDAGRI). (2010). *Ley de Recursos Hídricos No 29338*. <https://hdl.handle.net/20.500.12543/228>
- Ministerio de Agricultura y Riego-MINAGRI-(Ahora MIDAGRI). (2016). *Resolución Jefatural N°010-2016-ANA*. 1–59.
<https://www.gob.pe/institucion/ana/normas-legales/538681-r-j-010-2016->
- Ministerio de comercio exterior y turismo - MINCETUR. (2011). *Decreto Supremo 021-2011-MINCETUR*. Diario oficial El Peruano. <https://www.gob.pe/institucion/mincetur/normas-legales/27872-21-2011-mincetur-sg>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego-MIDAGRI. (2020). *Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS)*. www.ana.gob.pe
- Ministerio de Energia y Minas-MINEM. (2010). *Decreto Supremo No 019-2010-EM*.
https://www.minem.gob.pe/archivos/legislacion-15-_Decreto_Supremo_N%C2%BA_019-2010-EM__Reglamento__de_la_Ley_N%C2%BA_26848_-_Ley_Org%C3%A1nica_de_Recursos_Geot%C3%A9rmicos-z4wzz252z1zz825zz.pdf
- Ministerio de Industria, Comercio Interior, & Turismo e Integración - MICTI (ahora MINCETUR). (1992). *Decreto de Ley No 25533 - Otorgamiento de licencias para*

funcionamiento de centros termales. Diario oficial El Peruano.

<https://www.ana.gob.pe/publicaciones/d-ley-no-25533>

Ministerio de Salud. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*.

Ministerio de Salud-MINSA. (1997). *Ley General de Salud N° 26842*.

<https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/256661-26842>

Ministerio de Salud-MINSA. (2003). *DECRETO SUPREMO No 007-2003-SA*.

Ministerio de Salud-MINSA. (2011). *Directiva sanitaria para la determinación del Índice de Calificación Sanitaria de las piscinas públicas y privadas de uso colectivo* (pp. 1–21).

<http://www.minsa.gob.pe/webftp.asp?ruta=normaslegales/2010/RM484-2010-MINSA.pdf>

Ministerio de Salud-MINSA. (2016). Directiva sanitaria para la determinación del índice de calificación sanitaria de las piscinas públicas y privadas de uso colectivo. In *Directiva Sanitaria N° 33 - MINSA/DIGESA - V.02* (pp. 1–18).

http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RM_527_2016_SA.pdf

Ministerio del Ambiente-MINAM. (2017). *Decreto Supremo No004-2017 -MINAM* (pp. 1–10).

<https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>

MINSA/DIGESA. (2011). Directiva Sanitaria para la Determinación del Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas Públicas y Privadas de Uso Colectivo: Directiva Sanitaria N°033 - MINSA/DIGESA - V.01. *Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental*, 19.

Molina Carvajal, L. J., Rivera, M. E., Delgado Rodríguez, J. R., & Cajiao Pedraza, Á. M. (2023). Calidad del agua termal en los municipios de Bochalema y Chinácota, Colombia. *Boletín de Geología*, 45(2). <https://doi.org/10.18273/revbol.v45n2-2023004>

Mora Alvarado, D., & Mata Solano, A. V. (2003). *Conceptos básicos de aguas para consumo humano y disposición de aguas residuales*.

Ojeda Rondan, K. (2008). *Determinación de la calidad bacteriológica de las aguas minero medicinales de San Pedro y San Pablo de la provincia de Canchis, Cusco* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].
http://especializada.unsaac.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=35797&query_desc=au%3A%22Ojeda%20Rondan%2C%20Kelly%20Ver%C3%B3nica.%22

Omer, N. H. (2019). *Water Quality Parameters*.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.89657>

OMS. (2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano* (4ta ed.).

Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guías para la calidad del agua potable* (Tercera edición, Vol. 1).

Organización Mundial de la Salud. (2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano* (1st ed.). World Health Organization.
<https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241549950>

Organización Mundial de la Salud. (2018). *Guías para la calidad del agua de consumo humano* (cuarta edición). <http://apps.who.int/>

Pinuaga Espejel, J. I. (1992). Infraestructura hidrotermal. In *Infraestructura Hidrotermal* (pp. 3.3-3.9).

Protano, C., Vitali, M., De Giorgi, A., Marotta, D., Crucianelli, S., & Fontana, M. (2024).

Balneotherapy using thermal mineral water baths and dermatological diseases: a systematic

review. In *International Journal of Biometeorology* (Vol. 68, Issue 6, pp. 1005–1013).

Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s00484-024-02649-x>

Quiñonez Márquez, F., & Guzmán Ríos, S. (1986). *Determinación de caudal y técnicas de muestreo en agua superficial*. United States Geological Survey.

Ramos, G., & Fernández, N. (2004). Icatest V 1.0 una herramienta informática para el análisis y valoración de la calidad del agua. *Revista de La Facultad de Ciencias*, Vol.2, 88–97. <https://www.researchgate.net/publication/28186248>

REAL DECRETO 1798/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula la explotación y comercialización de aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas para consumo humano., Pub. L. No. 16, 1 (2010).

<https://www.saludcastillayleon.es/institucion/es/recopilacion-normativa/salud-publica/aguas-consumo/real-decreto-1798-2010-30-diciembre-regula-explotacion-come.ficheros/141136-RD1798-2010.pdf>

Resolución Directoral N°2254, Pub. L. No. 2254, Diario Oficial el Peruano 1 (2007).

Resolución Jefatural N.º 010, Pub. MINAGRI – ANA. L. No. 010, Diario Oficial el Peruano (2016). *Protocolo Nacional para el monitoreo de recursos Hídricos superficiales*.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/656307/60190132695140460020200426-24009-15lpuxo.pdf?v=1587960369>

Resolución Jefatural N° 007, Pub. ANA, L. No 007, Diario Oficial el Peruano (2015).

Reglamento de Procedimientos Administrativos para el Otorgamiento de Derechos de Uso de Agua y Autorizaciones de Ejecución de Obras en Fuentes Naturales de Agua.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/657194/24465248402343320920200426-24009-1mzeskz.pdf?v=1587961129>

Resolución Jefatural N° 084, Pub. ANA, L, No 084, Diario Oficial el Peruano (2020)

Aprobar la metodología: “*Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS)*”

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/752819/rj-20084-2020-ana20200601-27004-k6sqh7.pdf?v=1653409137>

Resolución Jefatural N° 224, Pub. ANA, L, No 224, Diario Oficial el Peruano (2013)

Reglamento para el Otorgamiento de Autorizaciones de Vertimiento y Reuso de Aguas residuales tratadas.

https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/658408/r-j-224_con_reglament...20200426-24009-16960yk.pdf?v=1587962077

Reyes Secades, G. (2015). *Proyecto de estudio en la caracterización físico-química y microbiológica de aguas y lodos de pozos termales existentes en país* (pp. 12–13).

Richert, A., Gensch, R., Jonsson, H., Stenstrom, T.-A., & Dagerskog, L. (2011). Guía práctica de uso de la orina en la producción agrícola. In *Claudia Wendland* (Vol. 2, Issue 4). Stockholm Environment Institute, EcoSanRes. www.ecosanres.org

Rico, P., & Torres Vega, F. J. (2009). *Desarrollo y aplicación de un Índice de Calidad de Agua para ríos en Puerto Rico* [Universidad de Mayaguez].

<https://scholar.uprm.edu/server/api/core/bitstreams/0536e18d-63c5-4f19-9639-fca4f5c088f9/content>

Romero Rojas, J. A. (1999). *Calidad del agua* (México Alfahomega).

- Sacoto Acaro, D., & Andueza leal, F. D. (2020). Microbiología del agua termal del balneario Ilaló. Pichincha. Ecuador. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 9(1), 18–25.
- Sánchez, O., Herzing, M., Peters, E., Marquez, R., & Zambrano, L. (2007). *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México* (Primera edición). Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT)-México.
- Saravia Solares, P. C. (2017). Determinación de los índices de calidad del agua ICA-NSF para consumo humano de los ríos Teocinte y Acatán, que abastecen la planta de tratamiento de agua Santa Luisa zona 16, Guatemala. In *Año* (Vol. 12, Issue 1).
<https://revistas.usac.edu.gt/index.php/asa/article/view/1424/897>
- Singh, M., & Yadav, R. (2022). Physico-chemical parameters for water quality check: a comprehensive review. *International Journal of Research and Analytical Reviews*.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11070.25929>
- Tiwari, A., Oliver, D. M., Bivins, A., Sherchan, S., & Pitkänen, T. (2021). Bathing water quality monitoring practices in europe and the United States. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11). <https://doi.org/10.3390/ijerph18115513>
- Vargas Mahamey, M. (2018). *Determinación de la calidad microbiológica de las aguas termales de Yura durante los meses de septiembre a diciembre, 2017* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Agustín].
<https://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6465>
- Vargas, V. (2010). Las fuentes termales en el Perú, estado y uso actual. *Sociedad Geológica Del Perú*, 9, 1175–1178. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/3009#files>

Wills, M., & Irvine, K. (1996). Application of the national sanitation foundation water quality the Cazenovia Creek, NY, pilot watershed management project. *Middle States Geographer*, 95–104.

https://www.researchgate.net/publication/237259303_APPLICATION_OF_THE_NATIONAL_SANITATION_FOUNDATION_WATER_QUALITY_INDEX_IN_THE_CAZENOVIA_CREEK_NY_PILOT_WATERSHED_MANAGEMENT_PROJECT

Zar, J. H. . (2014). *Biostatistical analysis*. Pearson Education Limited.

ANEXOS

Anexo 1. Permiso de acceso de Estudio a los Centros Recreacionales

SOLICITO: Permiso para realizar estudio de tesis de investigación

**SEÑOR PRESIDENTE DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE PATA ANZA
EVER JHUALLANCA**

Yo, **MARIA MAGDALENA CASTRO APAZA** Identificada con DNI N° 74043055 con domicilio en la com. Accobamba s/n de la ciudad de Sicuani, con teléfono N° 916817543, email mariaely9229@gmail.com y la Srta. Lizbeth Milagros Lacuta Cañari identificada con DNI° 76860288.

Ante usted con el debido respeto me presento y DIGO:

Que, en mi condición de egresada de la carrera profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, con código de matrícula 170171, solicito a usted permiso para realizar mi tesis de investigación de Pre-Grado sobre "Calidad de Aguas Hidrotermales" teniendo en cuenta los parámetros del Índice de Calidad de Aguas (ICA) e Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas Públicas (ICSPPS) en los baños termales de UYURMIRI de la Comunidad de Pata Anza.

POR LO EXPUESTO:

Ruego a usted, acceder a mi petición.

Sicuani, 26 de abril de 2021



María Magdalena Castro Apaza

DNI N° 74043055



Ever Jhuallanca
Ever Jhuallanca Unofree
DNI: 24702157
PRESIDENTE NTL



Ever Jhuallanca Tinta
COMUNIDAD CAMP. PATA ANZA
SICUANI - CUSCO
DNI: 24713484
PRESIDENTE

Eduardo
DNI 20063203
SECRETARIO



Ever Jhuallanca
2470200



SOCIEDAD DE BENEFICENCIA DE SICUANI

“Año de la Unidad, la paz y el desarrollo”

Sicuani, 03 de Noviembre del 2023

CARTA N° 037 -2023- EVV- SBS-PD

SEÑORITA:

MARÍA MAGDALENA CASTRO APAZA

REF: Aceptación para realizar estudio de Investigación

CIUDAD.-

De mi especial consideración:

Mediante la presente carta hago respuesta a su solicitud de fecha 02 de octubre del 2023, en virtud del cual nos solicitó permiso para realizar estudio de tesis de Investigación de pre grado sobre “ Calidad de Aguas Hidrotermales” en la aguas termales de Uyurmire. Pues bien por acuerdo unánime de Directorio se autoriza a la Estudiante MARÍA MAGDALENA CASTRO APAZA, egresada de la carrera de Biología de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco iniciar su estudio de investigación.

Lo que comunico a Ud., para fines que viera por conveniente.

Atentamente,



CIEDAD DE BENEFICENCIA SICUANI


Ing. Eloy Velarde Velásquez
PRESIDENTE DEL DIRECTORIO

CC.
Archivo



**EMPRESA COMUNAL DE SERVICIOS
BALNEARIOS ECO-TURISTICOS AGUAS
CALIENTES OCCOBAMBA MARANGANI
CANCHIS - CUSCO**



**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE LA
EMPRESA PARA OBTENCIÓN DE GRADO DE TÍTULO
PROFESIONAL**

Yo, Roberto Mamani chura, con DNI: 4183284, en mi calidad de gerente General de la **empresa comunal de servicios balnearios eco turístico de aguas calientes ECOSER BETAC**, con R.U.C. N° 20527098573, ubicado en la Comunidad de Occobamba del Distrito de Marangani, Canchis Cusco, Peru.

OTORGO LA AUTORIZACIÓN, a la Sr.(a) Lizbeth Milagros Lacuta Cañari con DNI: 76860288 y a la Sr.(a) Maria Magdalena Castro Apaza con DNI: 774043055 egresadas/bachiller de la carrera profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, para que utilice la información necesaria de la empresa con la finalidad de que pueda desarrollar su tesis para optar por el Título Profesional.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener en nombre o cualquier distintivo de la empresa, marcando con una "X" la opción seleccionada.

(X) Mantener en Reserva en nombre o cualquier distintivo de la empresa.

() Mencionar en nombre de la empresa.

**ECOSER BETAC**

Roberto Mamani Chura
DNI: 4183284
GERENTE

El egresado o bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en el trabajo de investigación, en la tesis o trabajo de Suficiencia Profesional son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Egresado será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente, y asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, puede ejecutar.

"OCCOBAMBA EN LOS OJOS DEL MUNDO"
CEL: 930638495



**MUNICIPALIDAD DISTRITAL
DE SAN PEDRO
GERENCIA MUNICIPAL**



San Pedro, 26 de abril del 2024.

CARTA N° 011-2024-GM-MDSP

Señorita:

María Magdalena Castro Apaza

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

PRESENTE.-

Asunto : Autorización de tesis
Ref. : Solicitud, Carta Nro. 41-2024-EPB-FCB/UNSAAC

Tengo el agrado de dirigirme a Ud., en atención al documento de referencia de su solicitud, la Municipalidad Distrital de San Pedro ha accedido a la Srta. María Magdalena Castro Apaza a darle la Autorización para que pueda de realizar su tesis de investigación de Pre-Grado sobre **"Calidad de Aguas Hidrotermales"**, por lo cual tendrá acceso y uso de la información y la aplicación de instrumentos de investigación, ello se realizara en un plazo de 30 días después de la notificación de la carta, debiendo remitirse una nueva solicitud en caso de prolongación del caso así mismo la información que realice deberá remitirse una copia de sus actuados a esta entidad; con anterioridad a su entrega a su universidad para coordinaciones previas. Con el compromiso de que nos haga llegar una copia del trabajo que va a realizar.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Atentamente;

 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN PEDRO

Lic. Wilbert Tintaya Callo
DNI: 23947539
GERENTE MUNICIPAL

Anexo 2. Resolución de monitoreo de la calidad Sanitaria de Recursos hídricos

MINISTERIO DE SALUD

2254/2007/DIGESA/SA
No.....



Resolución Directoral

Lima, 11 de SETIEMBRE del 2007

Vista la propuesta de la Dirección de Ecología y Protección del Ambiente relacionada al **PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD SANITARIA DE LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES** para su aprobación ;

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al artículo 22° de la Ley General de Aguas - Decreto Ley N° 17752, así como a los artículos 68°, 69° y 78° del reglamento de la referida ley, aprobado por Decreto Supremo N° 261-69-AP, la Dirección General de Salud Ambiental, como Autoridad Sanitaria, es competente entre otros, para la preservación y vigilancia de la calidad de los recursos hídricos del país, la cual se ejecuta a través del **PROGRAMA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITARIA DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HIDRICOS** a cargo de la Dirección de Ecología y Protección del Ambiente- DEPA, el mismo que se desarrolla dentro del marco normativo para el desarrollo equilibrado y sostenible, a fin de proteger la salud humana y el ambiente;

Que, para la ejecución del mencionado protocolo, se requiere aprobar un instrumento técnico de gestión que permita implementar los procedimientos, metodologías y parámetros de medición en campo, parámetros determinados en laboratorio: físicos, iones principales, metales y parámetros de agentes microbiológicos y sustancias orgánicas, que deben cumplir aquellas instituciones públicas y privadas que implementen acciones de vigilancia de las aguas del país, en función a la actividades antropogénicas y fuentes contaminantes, que servirán para comparar con los valores límites establecidos en el artículo 82° del reglamento de la Ley General de Aguas y de acuerdo a la clasificación de los recursos hídricos estipulada en el artículo 81° del mencionado reglamento;

Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 105° de la Ley General de Salud - Ley N° 26842, corresponde a la Autoridad de Salud dictar las medidas necesarias para minimizar y controlar los riesgos para la salud de las personas, disposición concordante con el artículo 50° del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud, aprobado por Decreto Supremo N° 023-2005-SA, que establece entre otras funciones, que corresponde a la Dirección de Ecología y Protección del Ambiente- DEPA, la vigilancia sanitaria de los recursos agua, aire y suelo para identificar los riesgos a la salud humana, y supervisar el cumplimiento de las normas y reglamentos sanitarios, en los aspectos de ecología y protección del ambiente en



coordinación con las Direcciones de Salud, los órganos del Sector Salud y otros Sectores relacionados a esta actividad;

Estando a lo propuesto y de conformidad con la Ley N°27657- Ley del Ministerio de Salud y su reglamento aprobados por Decreto Supremo N° 013-2002-SA, Decreto Ley N° 17752 , Ley N° 26842 y Decreto Supremo N° 023-2005-SA;

SE RESUELVE:

- 1° **APROBAR** el **PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD SANITARIA DE LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES** y sus **ANEXOS I, II, III y IV** que contiene los **Parámetros Establecidos en el Monitoreo, la Ubicación de Puntos de Muestreo y Registros de Campo, la Medición de Caudales, la Frecuencia de Monitoreo y Pautas del Muestreo, Preservación, Conservación y Envío de las Muestras al Laboratorio de Análisis, que forman parte de la presente Resolución Directoral.**
- 2° El presente Protocolo será de cumplimiento para todas aquellas personas jurídicas que implementen la vigilancia de la calidad sanitaria de las aguas en el territorio nacional, como requisito para la validez de sus observaciones ante la Autoridad Sanitaria.
- 3° La Autoridad Sanitaria podrá revisar periódicamente el Protocolo de Monitoreo, de oficio o a solicitud de otras instituciones, a fin de aplicar nuevos criterios basados en estudios de investigación.
- 4° Disponer la publicación del Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales en el Diario Oficial "El Peruano" y en la Página Web de la Dirección General de Salud Ambiental (www.digesa.minsa.gob.pe).



Regístrese y comuníquese



MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
DIGESA
Dra. FABIOLE M. CAJURRO VILLARAN
Directora General

Anexo 3. Reglamento para la preservación y recepción de muestras de agua

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL DIGESA-MINSA	LISTADO DE REQUISITOS PARA RECEPCION DE MUESTRAS DE AGUA	Código: AT-LI-01 Revisión: 03 Fecha: 2017-04-03 Página: 1 de 6
---	---	--

LISTADO DE REQUISITOS PARA RECEPCIÓN DE MUESTRAS DE AGUAS NATURALES (a), AGUAS RESIDUALES (b), AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO (c), AGUAS SALINAS (d) Y AGUA DE PROCESO (e)

VERSION 00

HISTORIAL DE REVISIONES			
N° REVISIÓN	FECHA	SECCIÓN	MODIFICACIÓN EFECTUADA
1	2017-01-04	Ítem II Ítem III	Biológicos: Físicoquímicos, Básicos: Se elimina los siguientes ensayos de área de Básicos: cianuro WAD, cloruros, sulfatos y turbiedad. Así como la referencia EPA OIA 1677.2004 CN WAD. Orgánicos: Bifenilpoliclorados, hidrocarburos totales de petróleo Referencias
2	2017-03-03	Ítem III	Físicoquímicos: Orgánicos: Se elimina tiosulfato de preservación. Se añade nota (8)
3	2017-04-03	Ítem III	Físicoquímicos. Adición de nota 9
4			
5			

ELABORADO Y REVISADO POR: * <ul style="list-style-type: none"> • Enma Castro • Carlos Lavado • Nelly Sivipaucar • Rafael Huapaya • Sixto Guevara 	APROBADO POR: * Biga. Ivonne Loayza Ramos Jefe Laboratorio DIGESA
--	--

*Firmas en original

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL DIGESA-MINSA	LISTADO DE REQUISITOS PARA RECEPCION DE MUESTRAS DE AGUA	Código: AT-LI-01
		Revisión: 03 Fecha: 2017-04-03 Página: 2 de 6

I. MICROBIOLÓGICOS

Ensayo	Tipo de muestra	Tipo de envase	Cantidad mínima de muestra ⁽²⁾	Preservación / Conservación	Tiempo de Conservación
Bacterias heterotróficas	Agua para uso y consumo humano, agua purificada.	V ⁽¹⁾	100 mL	Si fueran cloradas, preservar con tiosulfato de sodio al 3% 0.1 mL / 120 mL de muestra ⁽³⁾ . Refrigerar de 4 °C a < 8° C	No exceder de 6 horas
Coliformes totales, fecales, <i>Escherichia coli</i> . (Método fermentación tubos múltiples)	Agua para uso y consumo humano, agua purificada.	V ⁽¹⁾	250 mL	Si fueran cloradas, preservar con tiosulfato de sodio al 3% 0.1 mL / 120 mL de muestra ⁽³⁾ . Refrigerar de 4 °C a < 8° C	No exceder de 24 horas
Coliformes totales, fecales, <i>Escherichia coli</i> . (Método fermentación tubos múltiples)	Agua natural, aguas residuales, aguas salinas.	V ⁽¹⁾	250 mL	Refrigerar de 4 °C a < 8° C	No exceder de 6 horas
Coliformes totales, fecales (Método filtración por membrana)	Agua para uso y consumo humano, agua purificada.	V ⁽¹⁾	500 mL	Si fueran cloradas, preservar con tiosulfato de sodio al 3% 0.1 mL / 120 mL de muestra ⁽³⁾ . Refrigerar de 4 °C a < 8° C	No exceder de 24 horas
Enterococcus (Método tubos múltiples)	Agua salinas, agua de piscina.	V ⁽¹⁾	250 mL	Refrigerar de 4 °C a < 8° C	No exceder de 6 horas
<i>Vibrio cholerae</i> (A/P)	Agua superficial Agua natural,	V ⁽¹⁾	2 a 4 L	Refrigerar de 4 °C a < 8° C	No exceder de 6 horas
<i>Vibrio cholerae</i> (A/P)	Agua residual.	V ⁽¹⁾	1 L	Refrigerar de 4 °C a < 8° C	No exceder de 6 horas
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Aguas de piscina.	V ⁽¹⁾	500 mL	Si fueran cloradas, preservar con tiosulfato de sodio al 3% 0.1 mL / 120 mL de muestra ⁽³⁾ . Refrigerar de 4 °C a < 8° C.	No exceder de 6 horas

Clasificación basada en la norma NTP 214.042: 2012

- Agua subterráneas, agua de manantial, aguas superficiales, río, laguna/lago, agua de deposición atmosférica (lluvia o pluvial)
- Agua residual doméstica, industrial y municipal.
- Agua de bebida (agua potable, agua de mesa, agua envasada), agua de piscina, agua de laguna artificial.
- Agua de mar, aguas salobres, aguas de inyección o reinyección.
- Agua purificada.

(1) Frasco de vidrio esterilizado en el laboratorio.

(2) Al tomar la cantidad mínima de muestra que se indica en la tabla, asegurarse de dejar suficiente espacio aéreo en el envase, aproximadamente 2,5 cm.

(3) El frasco de vidrio esterilizado y con el preservante es preparado en el laboratorio.

Referencia:

- APHA, AWW, WEF. 2012. Standard methods for examination of water & wastewater, 22nd Edition.

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL DIGESA-MINSA	LISTADO DE REQUISITOS PARA RECEPCION DE MUESTRAS DE AGUA	Código: AT-LI-01 Revisión: 03 Fecha: 2017-04-03 Página: 5 de 6
---	---	--

III. FISICOQUIMICOS

Ensayo	Tipo de envase	Cantidad mínima de muestra ⁽⁹⁾	Preservación / Conservación	Tiempo de Conservación
BÁSICOS				
Alcalinidad	P o V ⁽¹⁾	200 mL	Refrigerar ≤ 6°C	14 días
DBO ₅	P o V ⁽¹⁾	1000 mL	Refrigerar ≤ 6°C	48 horas
Dureza (cálcica, total)	P ⁽²⁾	500 mL	Agregar 3 mL de HNO ₃ 1+1 ⁽⁷⁾ hasta pH < 2	6 meses
Sólidos (disueltos, suspendidos, totales.)	P o V ⁽¹⁾	1000 mL	Refrigerar ≤ 6°C	7 días
Sólidos sedimentables	P o V ⁽¹⁾	1000 mL	Refrigerar ≤ 6°C	48 horas
METALES				
Metales ⁽⁵⁾	P ⁽²⁾ (no tapa de metal)	1000 mL	Agregar 3 mL de HNO ₃ 1+1 ⁽⁷⁾ hasta pH < 2	6 meses
Mercurio	-Vidrio borosilicato o cuarzo -Plástico: FEP (Perfluoro etileno-propileno) -Plástico: PTFE (Politetrafluoroetileno)	500 ml	Agregar 2,5 ml de ácido clorhídrico (c) ⁽⁶⁾	28 días
ORGÁNICOS				
Aceites y grasas (MEH-material extractable en hexano)	V ⁽¹⁾ ámbar	1000 mL	Agregar HCl o H ₂ SO ₄ 1+1 ⁽⁴⁾ hasta pH < 2, Refrigerar ≤ 6 °C.	28 días
Bifenilpoliclorados (PCB), como arocloros (1242,1254,1260)	V (D) ⁽³⁾ ámbar, tapa de revestimiento interno de PTFE. (no tapa de metal)	03 viales x 40 mL ⁽⁸⁾	Refrigerar a ≤ 6 °C	14 días
Hidrocarburos totales de petróleo TPH rango DRO (C10- C38)	V (D) ⁽³⁾ ámbar, tapa de revestimiento interno de PTFE. (no tapa de metal)	04 x 1000 mL	Si tiene cloro residual añadir 0,8 mL de tiosulfato al 10% (0.008%) Refrigerar a ≤ 6 °C	7 días

Notas:

Refrigerar = almacenar a >0 °C (mayor al punto de congelamiento de agua); en oscuridad.

- (1) P: frasco de plástico polietileno de alta densidad de boca ancha; V: frasco de vidrio de borosilicato de boca ancha.
- (2) De primer uso.
- (3) V(D): acondicionado en el laboratorio con solventes orgánicos (Ej.: acetona luego con hexano) o secar a 300 °C por 20 minutos sin tapa
- (4) 1+1: un volumen de ácido + un volumen de agua destilada (libre de compuestos orgánicos)
Ácido sulfúrico: concentración 98% y grado P.A.

Anexo 4. Fichas de cadena de custodia de las muestras enviadas

DIGESA
 Dirección General de
 Inspección y Control
 Ambiental
 Los Amargos N° 330 Lima Tel: 442-8353 - 442-8356
 Fax: 4229404 e-mail: digesa@digesa.mesa.gob.pe

DIRECCIÓN DE LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
ANEXO III: Cadena de custodia

Formulario
 Caja N°

Agua

N° de informe de ensayo(1)
1

Solicitante: Lizbeth Lantigua / María Castro Apaza Proyecto/Programa: TESIS: Evaluación de Calidad de agua Termal
 Dirección: Uyurmiri Dist.: Sicuaní Prov.: Canchis Dpto.: Cusco No. Oficial Memo:
 Contacto: Telf: 91687543 Fax:
 e-mail:

Responsable del muestreo:

Firma:

Código DILAB (1)	Código de campo	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Matriz (2)	Origen de la fuente (3)	Puntos de muestreo	Localidad, urb., AA HH	Distrito	Provincia	Departamento	U.T.M.		N° de frascos por punto de muestreo		Volumen total (ml)
											Este	Norte	P	V	
	U1	05/05/2024	07:32 am		Subterráneo	Fuente de Abastecimiento	Comunidad de Pata Anza	Sicuaní	Canchis	Cusco	14260941	8426688	3	2	1000ml
	U2A	05/05/2024	02:35 pm			Piscina antes del uso	Comunidad camp Pata Anza	Sicuaní	Canchis	Cusco	14260904	8426557	3	2	1000ml
	U2D	05/05/2024	17:10 pm			Piscina después del uso	Comunidad camp Pata Anza	Sicuaní	Canchis	Cusco	14260904	8426557	3	2	1000ml
	U3A	05/05/2024	07:40 am			Efluente antes del uso	Comunidad camp Pata Anza	Sicuaní	Canchis	Cusco	14260792	8426583	3	2	1000ml
	U3D	05/05/2024	17:17 pm			Efluente después del uso	Comunidad camp Pata Anza	Sicuaní	Canchis	Cusco	14260792	8426583	3	2	1000ml
												Sub-total			

(1) Campo exclusivo para el laboratorio

(2) AP(Agua Potable)AR(Agua Residual)AS(Agua Superficial)AT(Agua Subterránea)AM(Agua de mar)AL(Agua Pluvial)EF(Efluente)VE(Ventilación)SE(Sedimentos)BV(Blanco Viajero)DP(Duplicado)BC(Blanco de Campo)BE(Blanco de Equipo)BF(Blanco de Frasco)LD(Lodos)SU (suelos)

(3) Ejemplo para matriz AS origen de la muestra: Río Corontara. Los datos deben coincidir con las etiquetas de los frascos.

Entregado por:	Nombre	Institución	Firma	Fecha	Hora	1) Muestras recibidas intactas: <table border="1"><tr><td>SI</td><td>No</td></tr><tr><td>SI</td><td>No</td></tr></table> Tipo de recipiente adecuado: <table border="1"><tr><td>SI</td><td>No</td></tr><tr><td>SI</td><td>No</td></tr></table> Muestras dentro del periodo de análisis: <table border="1"><tr><td>SI</td><td>No</td></tr><tr><td>SI</td><td>No</td></tr></table> Conservación de las muestras: Frio <input type="checkbox"/> Ambiente <input checked="" type="checkbox"/>	SI	No	Comentarios										
SI	No																		
SI	No																		
SI	No																		
SI	No																		
SI	No																		
SI	No																		
Recibido por:	<u>Lizbeth M. Lantigua Canan</u>		<u>[Firma]</u>	<u>05/05/24</u>															
Entregado por:	<u>HC Quimicilab</u>																		
Recibido por:	<u>UNALM</u>																		

Completar el formulario en el dorso de la hoja

DIRECCIÓN DE LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
ANEXO III: Cadena de custodia

Agua

Formulario
Caja N°

N° de informe de ensayo(1)
2

Solicitante: Luzbeth lauta Giron / Tierra los rio apaga Proyecto/Programa: Tesis: Evaluación de Calidad de aguas frías No. Oficial Memo:
 Dirección: Aguas Calientes Dist.: Marangani Prov.: Canchis Dpto.: Cusco
 Contacto: Telf.: Fax:
 e-mail:

Responsable del muestreo: Firma:

Código DILAB (1)	Código de campo	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Matriz (2)	Origen de la fuente (3)	Puntos de muestreo	Localidad, urb., AA HH	Distrito	Provincia	Departamento	U.T.M.		N° de frascos por punto de muestreo		Volumen total (ml)
											Este	Norte	P	V	
	C1	05/05/2024	02:41 p.m.		Subterránea	fuentes de abastecimiento	Occobamba	Marangani	Canchis	Cusco	192376539	8401374	3	2	1000ml
	C2A	05/05/2024	02:44 p.m.			Piscina antes del uso	Occobamba	Marangani	Canchis	Cusco	192376493	8401437	3	2	1000ml
	C2B	05/05/2024	17:50 p.m.			Piscina después del uso	Occobamba	Marangani	Canchis	Cusco	192376493	8401437	3	2	1000ml
	C3A	05/05/2024	02:51 p.m.			Efluente antes del uso	Occobamba	Marangani	Canchis	Cusco	192376613	8401523	3	2	1000ml
	C3B	05/05/2024	17:56 p.m.			Efluente después del uso	Occobamba	Marangani	Canchis	Cusco	192376613	8401523	2	2	1000ml
Sub-total															

(1) Campo exclusivo para el laboratorio

(2) AP(Agua Potable),AR(Agua Residual),AS(Agua Superficial),AT(Agua Subterránea),AM(Agua de mar),AL(Agua Pluvial),EF(Efluente),VE(Ventimientos), SE(Sedimentos),BV(Blanco Vajero),DP(Duplicado),BC(Blanco de Campo),BE(Blanco de Equipo),BF(Blanco de Frasco),LD(Lodos),SU (suelos)

(3) Ejemplo para matriz AS origen de la muestra: Río Corrientes. Los datos deben coincidir con las etiquetas de los frascos.

Entregado por:	Nombre <u>Mara T. Castro Apaga</u>	Institución	Firma 	Fecha <u>05/05/25</u>	Hora	(1) Muestras recibidas intactas: Tipo de recipiente adecuado: Muestras dentro del periodo de análisis: Conservación de las muestras: Frio <input type="checkbox"/> Ambiente <input checked="" type="checkbox"/>	Si No Si No Si No	Comentarios
Recibido por:								
Entregado por:								
Recibido por:								

Completar el formulario en el curso de la hoja

Anexo 5. Certificado de Clasificación y Composición Físicoquímico de fuentes de agua Termo Mineral – Aguas Calientes



CERTIFICADO DE CLASIFICACIÓN Y COMPOSICIÓN FÍSICO QUÍMICA DE FUENTES DE AGUA TERMO MINERAL

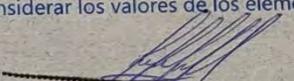
La fuente **AGUAS CALIENTES**.... con coordenadas UTM, Norte...**8401377**....
y Este **276535**... Zona. **19 - S.**, ubicada en el departamento....**Cusco**.....,
provincia...**Canchis**....., distrito....**Marangani**....., lugar.**C.C. Occobamba**.
fue clasificada:

- a. **Por sus propiedades físicas:**
Es Termal (53 °C), por ser mayor a 20 °C.
- b. **Por sus propiedades químicas:**
Es Mineral (5142.297 mg/L), la suma total de iones supera los 1 000 mg/L.
- c. **Por sus propiedades físico - químicas:**
Es Termo-mineral
- d. **Por su composición hidroquímica:**
Es Clorurada Sódica
- e. **Por su radioactividad:**
No es Radioactivo, debido a que el nivel de radioactividad para Alfa Total, es menor a lo establecido en la norma peruana (0.5 Bq/L), mientras que el valor de Beta Total, no supera el valor de 1 milisievert/año (mSv/a); por lo tanto, no requiere control regulatorio.
- f. **Por su presión osmótica:**
Son aguas Hipertónicas, dado que contiene osmolalidad mayor de 0,55'.

Composición química:
Ref. Informe de Laboratorio...**SGS -MA2331554**

ANÁLISIS QUÍMICO:			
ANIONES mg/L		CATIONES mg/L	
Cl	1898.25	Na	1070.335
SO ₄	569.97	K	120.08
HCO ₃	927.7	Ca	353.004
CO ₃	<0.6	Mg	37.150
ELEMENTOS TRAZA mg/L:			
Al	0.003	Mn	0.3487
Sb	0.05626	Hg	<0.00009
As	0.51245	Mo	0.00455
Ba	0.0692	Ni	<0.0006
Be	0.00713	Ag	<0.00001
B	27.256	Pb	<0.0006
Cd	<0.00003	Se	0.0019
Cu	<0.00009	U	0.00117
Cr	<0.0003	V	<0.0003
Fe	1.8658	Zn	0.0146

Nota: Considerar los valores de los elementos químicos.


Ing. JOSE LUIS MORENO HERRERA
 Especialista en Hidrogeología
 INGEMMET
 Ing. Jose Luis Moreno Herrera
 Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
 INGEMMET

Anexo 6. Tabla de equivalencia de presión atmosférica según la altitud

EQUIVALENCIAS DE PRESIÓN ATMOSFÉRICA SEGÚN LA ALTITUD						
Altitud Metros	Presión Milibares	Altura en mmHg de Hg	Presión Atmosférica	Altitud Metros	Presión Milibares	Altura en mm de Hg
0	1013	760	1.000	3000	701	526
50	1007	755	0.994	3050	697	523
100	1001	751	0.988	3100	692	519
150	995	747	0.982	3150	688	516
200	989	742	0.977	3200	683	513
250	984	738	0.971	3250	679	509
300	978	733	0.965	3300	675	506
350	972	729	0.959	3350	670	503
400	966	725	0.953	3400	666	500
450	960	720	0.948	3450	662	496
500	955	716	0.942	3500	658	493
550	949	712	0.936	3550	653	490
600	943	707	0.931	3600	649	487
650	938	703	0.925	3650	645	484
700	932	699	0.92	3700	641	481
750	926	695	0.914	3750	637	478
800	921	691	0.909	3800	633	475
850	915	686	0.903	3850	629	471
900	910	682	0.898	3900	624	468
950	904	678	0.892	3950	620	465
1000	899	674	0.887	4000	616	462
1050	893	670	0.882	4050	612	459
1100	888	666	0.876	4100	608	456
1150	883	662	0.871	4150	604	453
1200	877	658	0.866	4200	600	450
1250	872	654	0.860	4250	597	447
1300	867	650	0.855	4300	593	445
1350	861	646	0.850	4350	589	442
1400	856	642	0.845	4400	585	439
1450	851	638	0.840	4450	581	436
1500	846	634	0.834	4500	577	433
1550	840	630	0.829	4550	573	430
1600	835	626	0.824	4600	570	427
1650	830	623	0.819	4650	566	424
1700	825	619	0.814	4700	562	422
1750	820	615	0.809	4750	558	419
1800	815	611	0.804	4800	555	416
1850	810	607	0.799	4850	551	413
1900	805	604	0.794	4900	547	411
1950	800	600	0.789	4950	544	408
2000	795	596	0.785	5000	540	405
2050	790	593	0.780	5050	537	402
2100	785	589	0.775	5100	533	400
2150	780	585	0.770	5150	529	397
2200	775	582	0.765	5200	526	394
2250	771	578	0.761	5250	522	392
2300	766	574	0.756	5300	519	389

Fuente: (<https://es.scribd.com/document/377608159/Equivalencias-de-Presion-Atmosferica-Segun-Altitud>)

Anexo 7. Tabla de solubilidad del oxígeno en agua expuesta al aire saturado de agua a presión atmosférica (101,3 Kpa)1

Temperature °C	Oxygen Solubility mg/L						Temperature °C	Oxygen Solubility mg/L					
	Chlorinity: 0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0		Chlorinity: 0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0
0.0	14.621	13.728	12.888	12.097	11.355	10.657	26.0	8.113	7.711	7.327	6.962	6.615	6.285
1.0	14.216	13.356	12.545	11.783	11.066	10.392	27.0	7.968	7.575	7.201	6.845	6.506	6.184
2.0	13.829	13.000	12.218	11.483	10.790	10.139	28.0	7.827	7.444	7.079	6.731	6.400	6.085
3.0	13.460	12.660	11.906	11.195	10.526	9.897	29.0	7.691	7.317	6.961	6.621	6.297	5.990
4.0	13.107	12.335	11.607	10.920	10.273	9.664	30.0	7.559	7.194	6.845	6.513	6.197	5.896
5.0	12.770	12.024	11.320	10.656	10.031	9.441	31.0	7.430	7.073	6.733	6.409	6.100	5.806
6.0	12.447	11.727	11.046	10.404	9.799	9.228	32.0	7.305	6.957	6.624	6.307	6.005	5.717
7.0	12.139	11.442	10.783	10.162	9.576	9.023	33.0	7.183	6.843	6.518	6.208	5.912	5.631
8.0	11.843	11.169	10.531	9.930	9.362	8.826	34.0	7.065	6.732	6.415	6.111	5.822	5.546
9.0	11.559	10.907	10.290	9.707	9.156	8.636	35.0	6.950	6.624	6.314	6.017	5.734	5.464
10.0	11.288	10.656	10.058	9.493	8.959	8.454	36.0	6.837	6.519	6.215	5.925	5.648	5.384
11.0	11.027	10.415	9.835	9.287	8.769	8.279	37.0	6.727	6.416	6.119	5.835	5.564	5.305
12.0	10.777	10.183	9.621	9.089	8.586	8.111	38.0	6.620	6.316	6.025	5.747	5.481	5.228
13.0	10.537	9.961	9.416	8.899	8.411	7.949	39.0	6.515	6.217	5.932	5.660	5.400	5.152
14.0	10.306	9.747	9.218	8.716	8.242	7.792	40.0	6.412	6.121	5.842	5.576	5.321	5.078
15.0	10.084	9.541	9.027	8.540	8.079	7.642	41.0	6.312	6.026	5.753	5.493	5.243	5.005
16.0	9.870	9.344	8.844	8.370	7.922	7.496	42.0	6.213	5.934	5.667	5.411	5.167	4.933
17.0	9.665	9.153	8.667	8.207	7.770	7.356	43.0	6.116	5.843	5.581	5.331	5.091	4.862
18.0	9.467	8.969	8.497	8.049	7.624	7.221	44.0	6.021	5.753	5.497	5.252	5.017	4.793
19.0	9.276	8.792	8.333	7.896	7.483	7.090	45.0	5.927	5.665	5.414	5.174	4.944	4.724
20.0	9.092	8.621	8.174	7.749	7.346	6.964	46.0	5.835	5.578	5.333	5.097	4.872	4.656
21.0	8.915	8.456	8.021	7.607	7.214	6.842	47.0	5.744	5.493	5.252	5.021	4.801	4.589
22.0	8.743	8.297	7.873	7.470	7.087	6.723	48.0	5.654	5.408	5.172	4.947	4.730	4.523
23.0	8.578	8.143	7.730	7.337	6.963	6.609	49.0	5.565	5.324	5.094	4.872	4.660	4.457
24.0	8.418	7.994	7.591	7.208	6.844	6.498	50.0	5.477	5.242	5.016	4.799	4.591	4.392
25.0	8.263	7.850	7.457	7.083	6.728	6.390							

Fuente: American Public Health Association (2017)

Anexo 8. Cálculo de índice de Calidad de Agua de Uyurmiri - Método Software V.01



ICATest v1.0 - Reporte NSF

Fecha: 2/09/2025
Hora: 11:08:29
Lugar: Uyurmiri U1
Analista: Maria Castro y Lizbeth Lacuta

Valor del índice: 29.96
Número de parámetros: 9
Clasificación: Mala
Rango: 26-50
Color: Naranja

Detalles:

Parámetro	Resultado	Valor Q	Factor de pond.	Subíndice
DBO	2,8	5.67	0.11	0.62
Oxígeno disuelto	30,92	50	0.17	8.5
Coliformes fecales	0	100	0.16	16
Nitratos	1,24	1	0.1	0.1
pH	6,8	0	0.11	0
Temperatura	17	27.38	0.1	2.74
Sólidos totales	3450	20	0.07	1.4
Fosfatos totales	0,018	2	0.1	0.2
Turbidez	18,1	5	0.08	0.4



ICATest v1.0 - Reporte NSF

Fecha: 2/09/2025
Hora: 11:28:17
Lugar: Uyurmiri U3
Analista: Maria Castro y Lizbeth Lacuta

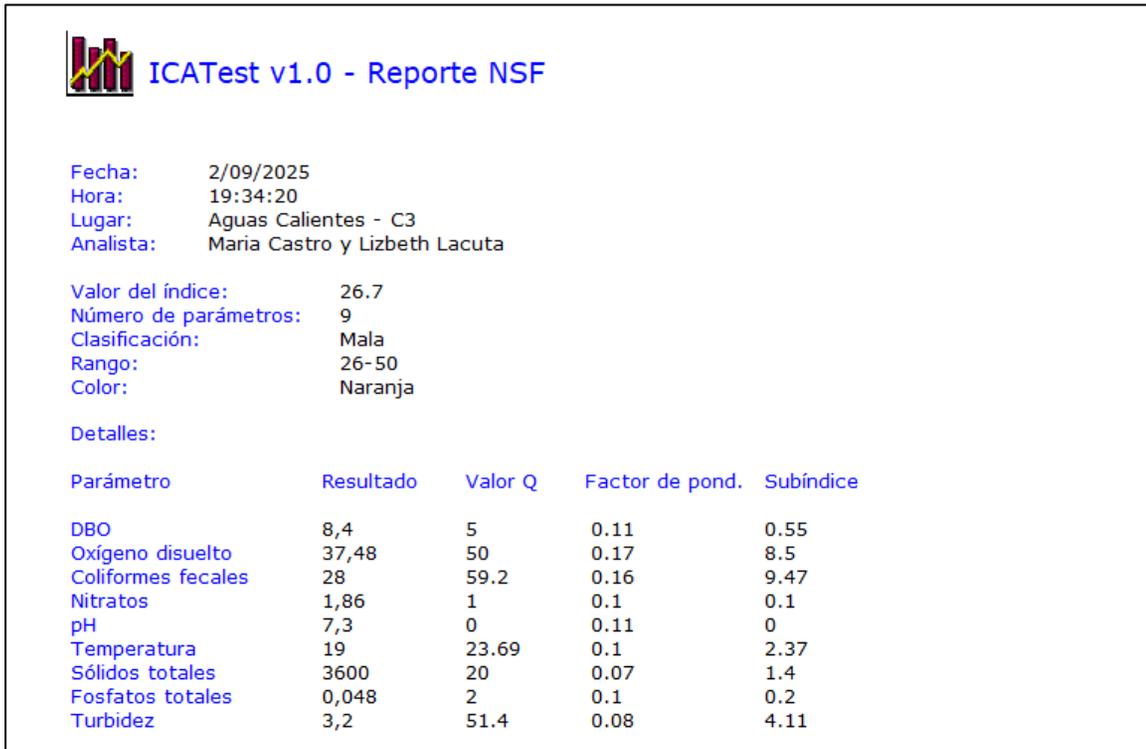
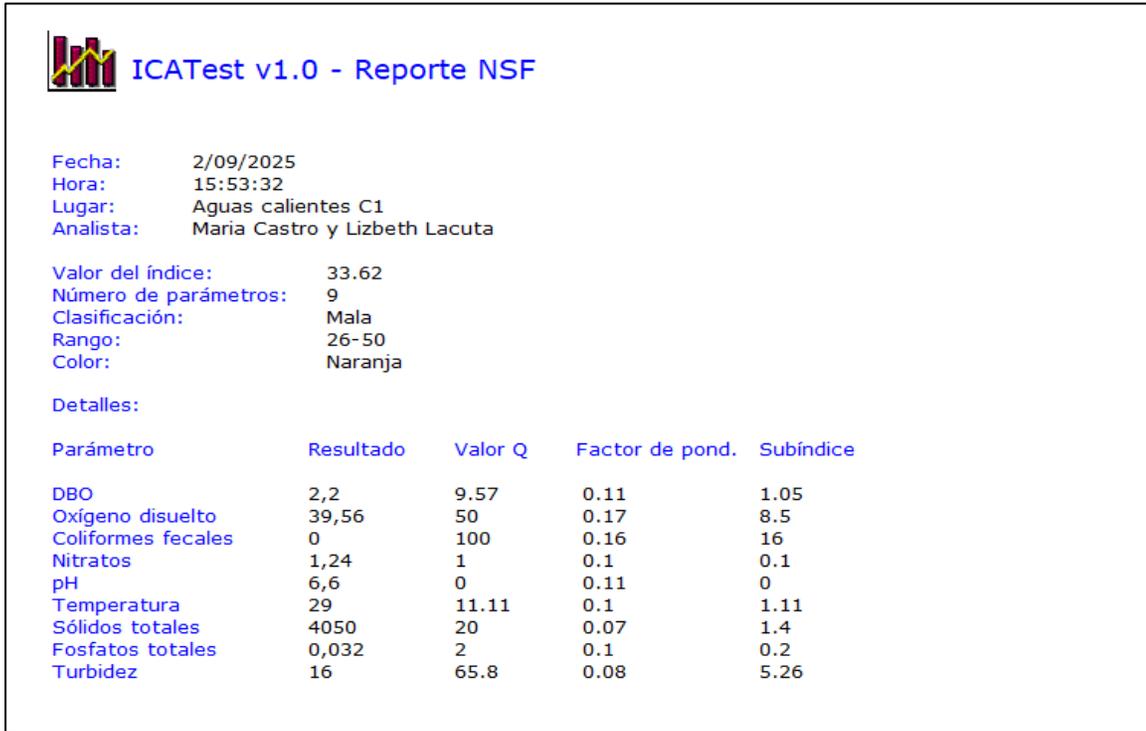
Valor del índice: 20.24
Número de parámetros: 9
Clasificación: Pobre
Rango: 0-25
Color: Rojo

Detalles:

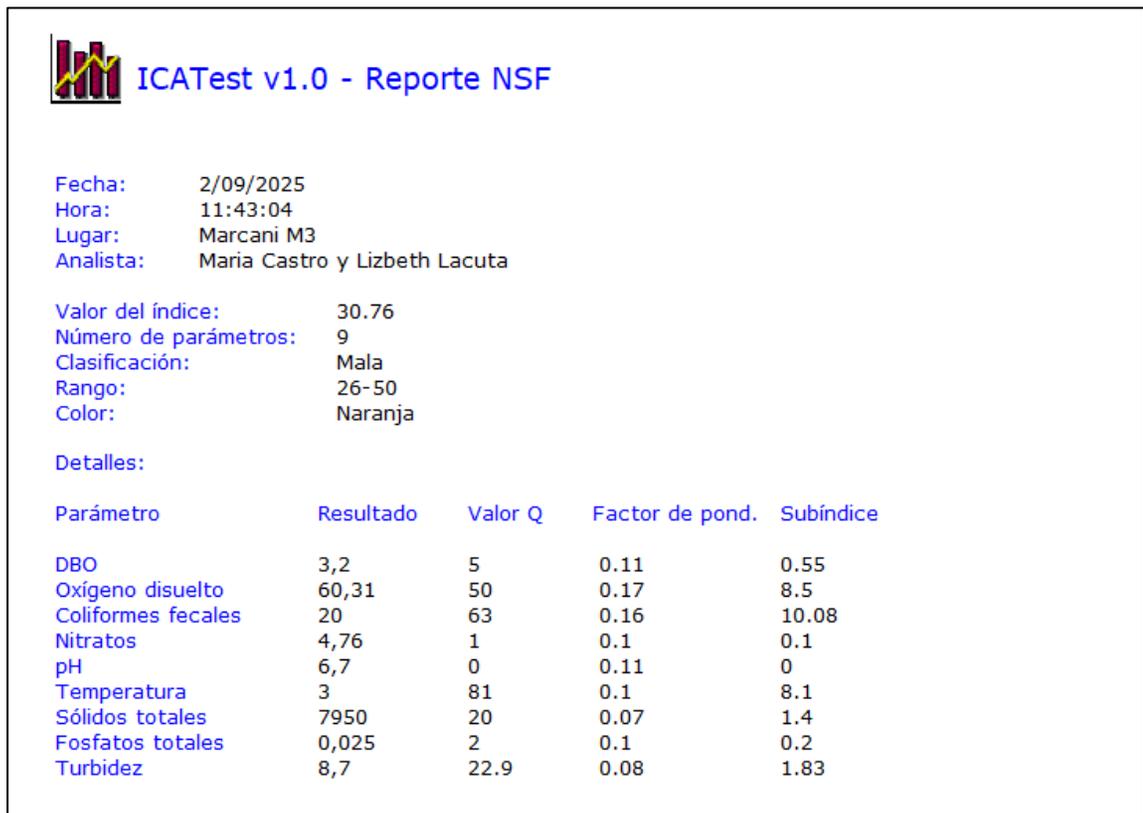
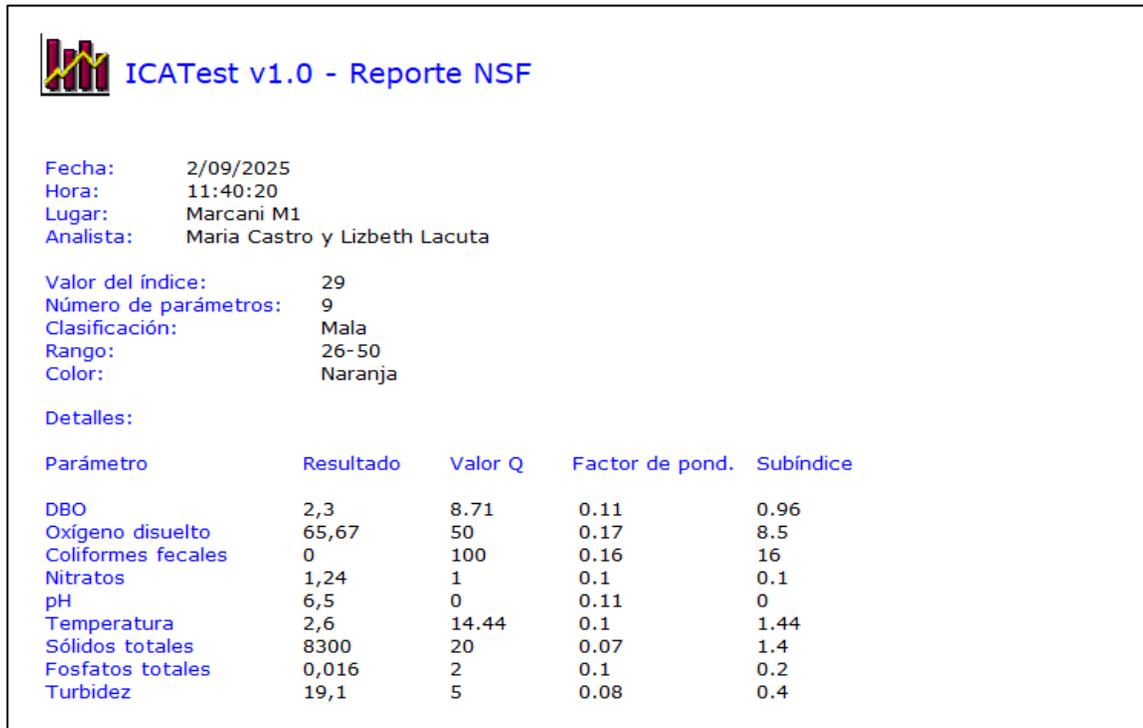
Parámetro	Resultado	Valor Q	Factor de pond.	Subíndice
DBO	4,3	5	0.11	0.55
Oxígeno disuelto	36,8	50	0.17	8.5
Coliformes fecales	1700	19.2	0.16	3.07
Nitratos	4,62	1	0.1	0.1
pH	7,4	0	0.11	0
Temperatura	15	31.08	0.1	3.11
Sólidos totales	3410	20	0.07	1.4
Fosfatos totales	0,023	2	0.1	0.2
Turbidez	4,6	41.4	0.08	3.31

Anexo 9. Cálculo de índice de Calidad de Agua de Aguas Calientes - Método Software

V.01



Anexo 10. Cálculo de índice de Calidad de Agua de Marcani - Método Software V.01



Anexo 11. Directiva Sanitaria para la determinación de Índice de Calificación Sanitaria de Piscinas

MINISTERIO DE SALUD

No. 484-2010/MINSA



Resolución Ministerial

Lima, 16 de JUNIO del 2010

Visto el Expediente N° 10-034219-001 que contiene el Informe N° 469-2010/DSB/DIGESA, de la Dirección General de Salud Ambiental y el Informe N° 412-2010-OGAJ/MINSA de la Oficina General de Asesoría Jurídica; y,

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 105° de la Ley N° 26842 Ley General de Salud, señala que corresponde a la Autoridad de Salud competente, dictar las medidas necesarias para minimizar y controlar los riesgos para la salud de las personas derivados de plementos, factores y agentes ambientales;



M. Arce R.

Que, el literal a) del artículo 48° del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud, aprobado mediante Decreto Supremo N° 023-2005-SA establece entre otras funciones de la Dirección General de Salud Ambiental, conducir la vigilancia de riesgos ambientales y la planificación de medidas de prevención y control;



E. CRUZ S.

Que, mediante documento del visto, la Dirección General de Salud Ambiental, propone para su aprobación el proyecto de "Directiva Sanitaria para la determinación del Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas Públicas y Privadas de Uso Colectivo" cuya finalidad es contribuir a prevenir y controlar los diferentes factores que se presentan en las piscinas públicas y privadas de uso colectivo que pone en riesgo la salud de los usuarios;



J. Olivera A.

Estando a lo propuesto por la Dirección General de Salud Ambiental;

Con el visado del Director General de la Dirección General de Salud Ambiental, del Director General de la Oficina General de Asesoría Jurídica y del Viceministro de Salud; y



D. León Ch.

De conformidad con lo previsto en el literal l) del artículo 8º de la Ley Nº 27657 Ley del Ministerio de Salud;

SE RESUELVE:

Artículo 1º.- Aprobar la Directiva Sanitaria Nº 033 -Minsa/DIGESA-V.01 "Directiva Sanitaria para la Determinación del índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas Públicas y Privadas de Uso Colectivo", que forma parte integrante de la presente Resolución Ministerial.



M. Arco R.

Artículo 2º.- Encargar a la Dirección General de Salud Ambiental la difusión y supervisión de lo dispuesto en la citada Directiva Sanitaria.



E. Cruz S.

Artículo 3º.- Las Direcciones de Salud de Lima y las Direcciones Regionales de Salud o las que hagan sus veces, son responsables de la difusión, supervisión e implementación de lo dispuesto en la presente Resolución Ministerial en el ámbito de sus respectivas jurisdicciones.

Artículo 4º.- Encargar a la Oficina General de Comunicaciones la publicación de la presente Resolución Ministerial en el Portal de Internet del Ministerio de Salud, en la dirección: http://www.minsa.gob.pe/transparencia/dqe_normas.asp.

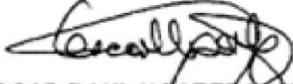


W. Olvera A.

Regístrese, comuníquese y publíquese.



D. León Ch.


OCAR RAUL UGARTE OBILLUZ
Ministro de Salud



Anexo 12. Ficha técnica de Resultados de ICSPS – Uyurmiri

Directiva Sanitaria para la Determinación del Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas Públicas y Privadas de Uso Colectivo



Dirección General de Salud Ambiental

FICHA DE INSPECCIÓN TÉCNICA DE PISCINA

Inspector: <u>Mary Lucrecia Apaza y Lideth Milagro Lucila Cañan</u>	Fecha: <u>14/05/2024</u>
Entidad Administradora: <u>Comunidad campesina de Palatansa</u>	
Representante de la Entidad Administradora: <u>Presidente de la comunidad Camp. Palatansa</u>	
Atendido por: <u>Presidente de comunidad Camp. Palatansa</u>	DNI: <u>24713764</u>
Características Generales de la Piscina: (PUP / PPUC / Patera / Recreacional / Deportiva / Climatizada / Area / Máx. N° de Usuarios por día / Otros.....)	
BASE LEGAL	
- Ley N° 26842 "Ley General de Salud"	
- Ley N° 27657 "Ley del Ministerio de Salud"	
- D.S. N° 007-2003-SA "Reglamento Sanitario de Piscinas"	
1.- Aspectos generales	
1.1 La piscina tiene autorización sanitaria de funcionamiento?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
1.2 Cuenta con personal operativo técnicamente capacitado?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
1.3 Cuenta con libro de registro con anotaciones de: Fecha / Hora / T° agua / T° ambiente / Cl residual libre pH / grado de transparencia / Observaciones	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
1.4 Cuenta con botiquín de primeros auxilios?	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> No
1.5 Cuenta con enfermería (para > 450 usuarios)?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
1.6 Cuenta con libro de registro de accidentes?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
1.7 Cuenta con personal salvavidas?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
1.8 Cuenta con torres de salvataje?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
1.9 Cuenta con salvavidas/ boyas en lugar visible y fácil acceso?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
1.10 Cuenta con normas para el usuario sobre el uso de piscinas?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
1.11 Cuenta con programa de desinsectación y desratización?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
1.12 La patera tiene acceso directo a otros estanques?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
1.13 Piscina con zona de descanso y sombreado (1/4 parte)?	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> No
1.14 Elementos estructurales que establezcan condiciones inseguras?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
2.- Facilidades Sanitarias y vestuario	
2.1 N° de duchas suficiente?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
2.2 SSHH con acceso independiente y N° suficiente?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
2.3 SSHH varones con urinarios?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
2.4 SSHH con lavatorios?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
2.5 SSHH con papel higiénico, toallas / secador y jabón líquido?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
2.6 Vestuario mujeres cabinas individuales y N° suficiente?	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> No
2.7 Vestuario anexo a SS.HH?	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
2.8 Cabinas A> 1m2, piso no resbaladizo y ventilado?	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> No
2.9 Vestuario con ventilación adecuada?	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> No
2.10 Vestuario con fuente de agua tipo bebedero / limitadores de flujo?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
2.11 Los materiales aseguran una correcta limpieza y desinf. periódica?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
2.12 Piso antideslizante con sistema eficaz y adecuado drenaje de agua?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No
2.13 Armarios con material de acero inoxidable / guardarropa común?	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> No

MINISTERIO DE SALUD



MINISTERIO DE SALUD

Directorio Nacional de Salud Ambiental

GUIA DE INSPECCION TÉCNICA DE PISCINA		
3.- Agua Potable, Alcantarillado y zona de seguridad		
3.1 Abastecimiento de agua de la red pública?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
3.2 Tiene tanque de compensación?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
3.3 Tiene canaleta exterior?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
3.4 Las rejillas son de material anticorrosivo y antideslizante?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
3.5 Paseo perimetral con piso antideslizante y libre de obstáculos?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
3.6 Paseo perimetral con pendiente hacia canaleta exterior?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
3.7 Conexión de desagües directa con la Red Pública?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
3.8 Piscina de uso público con lavapies (L>3m)?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
3.9 Sistema de lavapies con desinfectante (C= 0.01 %)?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
4.- Del estanque		
4.1 Cuenta con canaletas de Limpieza (si A > 200 m2)?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
4.2 Cuenta con desnatadores (si A < 200 m2)?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
4.3 Cuenta con Boquillas de Retorno con d < 5 m / h = 0.30 m?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
4.4 Cuenta con boquilla de aspiración?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
4.5 Cuenta con escaleras cada 37.5 m?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
4.6 Escaleras de mat. Antideslizante, anticorrosivo y barandales?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
4.7 Pasos de escalera amplio y L> 0.6 m?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
4.8 Existe material o recubrimiento susceptible a crecimiento bacteriano?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
4.9 Cuenta con boquilla de aspiración?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
5.- Iluminación y Ventilación		
5.1 Piscina iluminada con luz natural / artificial adecuada?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
5.2 Espejo del agua iluminado adecuadamente?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
5.3 Piscina cerrada con ventilación natural adecuada?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
6.- Residuos sólidos		
6.1 Presencia visible de insectos y / o roedores?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
6.2 Cuenta con certificado de fumigación (C / 6 meses)?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
6.3 Lugar de almacenamiento central de RRSS adecuado?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
7.- Casa de máquinas		
7.1 Cuenta con sistema de recirculación de agua?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
7.2 Cuenta con equipo automático de desinfección?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
7.3 Cuenta con pozo de drenaje y válvula de purga?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
7.4 Cuenta con manómetros?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
7.5 Cuenta con medidor de caudal a la salida de los filtros?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
7.6 Cuenta con grifos para el muestreo de agua?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
7.7 Cuenta con manómetro a la entrada y salida del filtro?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
7.8 Cuenta con visor de vidrio para el seguimiento de lavado de filtros?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No

Anexo 13. Ficha técnica de Resultados de ICSPS – Aguas Calientes

Directiva Sanitaria N° 033 - MINSA/DIGESA - V.01
 Directiva Sanitaria para la Determinación del Índice de Calificación Sanitaria de las Piscinas Públicas y Privadas de Uso Colectivo



Dirección General de Salud Ambiental

FICHA DE INSPECCIÓN TÉCNICA DE PISCINA

Inspector: <u>Marta Castro Apiza y Irabeth Milagros Lavista Cuñani</u>	Fecha: <u>15/05/2024</u>
Entidad Administradora: <u>Empresa Municipal de Servicios de Bañerías Ecu Turísticas de Aguas Calientes</u>	
Representante de la Entidad Administradora: <u>Roberto Mamani Chura - Gerente de Ecoser - Betac</u>	
Atendido por: <u>Gerente de Ecoser - Betac</u>	DNI: <u>41832844</u>
Características Generales de la Piscina: (PUP / PPUC / Patera / Recreacional / Deportiva / Climatizada / Area / Máx. N° de Usuarios por día / Otros)	
BASE LEGAL	
- Ley N° 26842 "Ley General de Salud"	
- Ley N° 27657 "Ley del Ministerio de Salud"	
- D.S. N° 007-2003-SA "Reglamento Sanitario de Piscinas"	
1.- Aspectos generales	
1.1 La piscina tiene autorización sanitaria de funcionamiento?	<input checked="" type="checkbox"/> Si () No
1.2 Cuenta con personal operativo técnicamente capacitado?	<input checked="" type="checkbox"/> Si () No
1.3 Cuenta con libro de registro con anotaciones de: Fecha / Hora / T° agua / T° ambiente / Cl residual libre	<input checked="" type="checkbox"/> Si () No
6.4 pH / grado de transparencia / Observaciones	
1.4 Cuenta con botiquín de primeros auxilios?	<input checked="" type="checkbox"/> Si () No
1.5 Cuenta con enfermería (para > 450 usuarios)?	<input checked="" type="checkbox"/> Si () No
1.6 Cuenta con libro de registro de accidentes?	<input checked="" type="checkbox"/> Si () No
1.7 Cuenta con personal salvavidas?	<input checked="" type="checkbox"/> Si () No
1.8 Cuenta con torres de salvataje?	() Si <input checked="" type="checkbox"/> No
1.9 Cuenta con salvavidas, boyas en lugar visible y fácil acceso?	() Si () No
1.10 Cuenta con normas para el usuario sobre el uso de piscinas?	<input checked="" type="checkbox"/> Si () No
1.11 Cuenta con programa de desinsectación y desratización?	<input checked="" type="checkbox"/> Si () No
1.12 La patera tiene acceso directo a otros estanques?	() Si <input checked="" type="checkbox"/> No
1.13 Piscina con zona de descanso y sombreado (1/4 parte)?	<input checked="" type="checkbox"/> Si () No
1.14 Elementos estructurales que establezcan condiciones inseguras?	() Si <input checked="" type="checkbox"/> No
2.- Facilidades Sanitarias y vestuario	
2.1 N° de duchas suficiente?	<input checked="" type="checkbox"/> Si () No
2.2 SSHH con acceso independiente y N° suficiente?	<input checked="" type="checkbox"/> Si () No
2.3 SSHH varones con urinarios?	<input checked="" type="checkbox"/> Si () No
2.4 SSHH con lavatorios?	<input checked="" type="checkbox"/> Si () No
2.5 SSHH con papel higiénico, toallas / secador y jabón líquido?	() Si <input checked="" type="checkbox"/> No
2.6 Vestuario mujeres cabinas individuales y N° suficiente?	<input checked="" type="checkbox"/> Si () No
2.7 Vestuario anexo a SS.HH?	() Si <input checked="" type="checkbox"/> No
2.8 Cabinas A> 1m2, piso no resbaladizo y ventilado?	<input checked="" type="checkbox"/> Si () No
2.9 Vestuario con ventilación adecuada?	<input checked="" type="checkbox"/> Si () No
2.10 Vestuario con fuente de agua tipo bebedero / limitadores de flujo?	() Si <input checked="" type="checkbox"/> No
2.11 Los materiales aseguran una correcta limpieza y desinf. periódica?	<input checked="" type="checkbox"/> Si () No
2.12 Piso antideslizante con sistema eficaz y adecuado drenaje de agua?	() Si <input checked="" type="checkbox"/> No
2.13 Armarios con material de acero inoxidable / guardarropa común?	() Si <input checked="" type="checkbox"/> No

Bo de Occumbay
Ecoser - Betac



MINISTERIO DE SALUD

Dirección General de Salud Ambiental

GUIA DE INSPECCION TÉCNICA DE PISCINA		
3.- Agua Potable, Alcantarillado y zona de seguridad		
3.1 Abastecimiento de agua de la red pública?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
3.2 Tiene tanque de compensación?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
3.3 Tiene canaleta exterior?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
3.4 Las rejillas son de material anticorrosivo y antideslizante?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
3.5 Paseo perimetral con piso antideslizante y libre de obstáculos?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
3.6 Paseo perimetral con pendiente hacia canaleta exterior?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
3.7 Conexión de desagües directa con la Red Pública?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
3.8 Piscina de uso público con lavapies (L>3m)?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
3.9 Sistema de lavapies con desinfectante (C= 0,01 %)?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
4.- Del estanque		
4.1 Cuenta con canaletas de Limpieza (si A > 200 m2)?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
4.2 Cuenta con desnatadores (si A < 200 m2)?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
4.3 Cuenta con Boquillas de Retorno con d < 5 m / h = 0,30 m?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
4.4 Cuenta con boquilla de aspiración?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
4.5 Cuenta con escaleras cada 37,5 m?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
4.6 Escaleras de mat. Antideslizante, anticorrosivo y barandales?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
4.7 Pasos de escalera amplio y L> 0,6 m?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
4.8 Existe material o recubrimiento susceptible a crecimiento bacteriano?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
4.9 Cuenta con boquilla de aspiración?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
5.- Iluminación y Ventilación		
5.1 Piscina iluminada con <u>luz natural</u> / artificial adecuada?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
5.2 Espejo del agua iluminado adecuadamente?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
5.3 Piscina cerrada con ventilación natural adecuada?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
6.- Residuos sólidos		
6.1 Presencia visible de insectos y / o roedores?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
6.2 Cuenta con certificado de fumigación (C / 6 meses)?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
6.3 Lugar de almacenamiento central de RRSS adecuado?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
7.- Casa de máquinas		
7.1 Cuenta con sistema de recirculación de agua?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
7.2 Cuenta con equipo automático de desinfección?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
7.3 Cuenta con pozo de drenaje y válvula de purga?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
7.4 Cuenta con manómetros?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
7.5 Cuenta con medidor de caudal a la salida de los filtros?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
7.6 Cuenta con grifos para el muestreo de agua?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
7.7 Cuenta con manómetro a la entrada y salida del filtro?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
7.8 Cuenta con visor de vidrio para el seguimiento de lavado de filtros?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No

Anexo 14. Ficha técnica de Resultados de ICSPS – Marcani

Directiva Sanitaria N° 033 -
MINSA/DIGESA – V.01 Directiva Sanitaria para la Determinación del Índice de
Calificación Sanitaria de las Piscinas Públicas y
Privadas de Uso Colectivo



FICHA DE INSPECCIÓN TÉCNICA DE PISCINA

Dirección General de

Inspector: <u>Maria Castro Apaza - Lebeth Hilarys Leiza Curiosi</u>	Fecha: <u>18/05/2024</u>	
Entidad Administradora: <u>Municipalidad Distrital de San Pedro</u>		
Representante de la Entidad Administradora: <u>Moderata Chalco Inca - Alcaldesa de la Municipalidad</u>		
Atendido por:	DNI:	
Características Generales de la Piscina: (PUP / PPUC / Patena / Recreacional / Deportiva / Climatizada / Área / Máx. N° de Usuarios por día / Otros _____)		
BASE LEGAL		
- Ley N° 26842 "Ley General de Salud"		
- Ley N° 27657 "Ley del Ministerio de Salud"		
- D.S. N° 007-2003-SA "Reglamento Sanitario de Piscinas"		
1.- Aspectos generales		
1.1 La piscina tiene autorización sanitaria de funcionamiento?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
1.2 Cuenta con personal operativo técnicamente capacitado?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
1.3 Cuenta con libro de registro con anotaciones de:	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Fecha / Hora / T° agua / T° ambiente / Cl residual libre		
pH / grado de transparencia / Observaciones		
1.4 Cuenta con botiquín de primeros auxilios?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
1.5 Cuenta con enfermería (para > 450 usuarios)?	<input type="checkbox"/> Sí	<input checked="" type="checkbox"/> No
1.6 Cuenta con libro de registro de accidentes?	<input type="checkbox"/> Sí	<input checked="" type="checkbox"/> No
1.7 Cuenta con personal salvavidas?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
1.8 Cuenta con torres de salvataje?	<input type="checkbox"/> Sí	<input checked="" type="checkbox"/> No
1.9 Cuenta con salvavidas, boyas en lugar visible y fácil acceso?	<input type="checkbox"/> Sí	<input checked="" type="checkbox"/> No
1.10 Cuenta con normas para el usuario sobre el uso de piscinas?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
1.11 Cuenta con programa de desinsectación y desratización?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
1.12 La patena tiene acceso directo a otros estanques?	<input type="checkbox"/> Sí	<input checked="" type="checkbox"/> No
1.13 Piscina con zona de descanso y sombreado (1/4 parte)?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
1.14 Elementos estructurales que establezcan condiciones inseguras?	<input type="checkbox"/> Sí	<input checked="" type="checkbox"/> No
2.- Facilidades Sanitarias y vestuario		
2.1 N° de duchas suficiente?	<input type="checkbox"/> Sí	<input checked="" type="checkbox"/> No
2.2 SSHH con acceso independiente y N° suficiente?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
2.3 SSHH varones con urinarios?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
2.4 SSHH con lavatorios?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
2.5 SSHH con papel higiénico, toallas / secador y jabón líquido?	<input type="checkbox"/> Sí	<input checked="" type="checkbox"/> No
2.6 Vestuario mujeres cabinas individuales y N° suficiente?	<input type="checkbox"/> Sí	<input checked="" type="checkbox"/> No
2.7 Vestuario anexo a SS.HH?	<input type="checkbox"/> Sí	<input checked="" type="checkbox"/> No
2.8 Cabinas A> 1m2, piso no resbaladizo y ventilado?	<input type="checkbox"/> Sí	<input checked="" type="checkbox"/> No
2.9 Vestuario con ventilación adecuada?	<input type="checkbox"/> Sí	<input checked="" type="checkbox"/> No
2.10 Vestuario con fuente de agua tipo bebedero / limitadores de flujo?	<input type="checkbox"/> Sí	<input checked="" type="checkbox"/> No
2.11 Los materiales aseguran una correcta limpieza y desinf. periódica?	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
2.12 Piso antideslizante con sistema eficaz y adecuado drenaje de agua?	<input type="checkbox"/> Sí	<input checked="" type="checkbox"/> No
2.13 Armarios con material de acero inoxidable / guardarropa común?	<input type="checkbox"/> Sí	<input checked="" type="checkbox"/> No

Salud Ambiental

MINISTERIO DE SALUD

Directiva Sanitaria N° 033 -
 MINSA/DIGESA – V.01 Directiva Sanitaria para la Determinación del Índice de
 Calificación Sanitaria de las Piscinas Públicas y
 Privadas de Uso Colectivo



MINISTERIO DE SALUD

Dirección General de Salud Ambiental

GUIA DE INSPECCION TÉCNICA DE PISCINA		
3.- Agua Potable, Alcantarillado y zona de seguridad		
3.1 Abastecimiento de agua de la red pública?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
3.2 Tiene tanque de compensación?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
3.3 Tiene canaleta exterior?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
3.4 Las rejillas son de material anticorrosivo y antideslizante?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
3.5 Paseo perimetral con piso antideslizante y libre de obstáculos?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
3.6 Paseo perimetral con pendiente hacia canaleta exterior?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
3.7 Conexión de desagües directa con la Red Pública?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
3.8 Piscina de uso público con lavapies (L>3m)?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
3.9 Sistema de lavapies con desinfectante (C= 0.01 %)?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
4.- Del estanque		
4.1 Cuenta con canaletas de Limpieza (si A > 200 m ²)? <i>comunal</i>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
4.2 Cuenta con desnatadores (si A < 200 m ²)?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
4.3 Cuenta con Boquillas de Retorno con d < 5 m / h = 0.30 m?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
4.4 Cuenta con boquilla de aspiración?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
4.5 Cuenta con escaleras cada 37.5 m?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
4.6 Escaleras de mat. Antideslizante, anticorrosivo y barandales?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
4.7 Pasos de escalera amplio y L > 0.6 m?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
4.8 Existe material o recubrimiento susceptible a crecimiento bacteriano?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
4.9 Cuenta con boquilla de aspiración?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
5.- Iluminación y Ventilación		
5.1 Piscina iluminada con luz <u>natural</u> / artificial adecuada?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
5.2 Espejo del agua iluminado adecuadamente?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
5.3 Piscina cerrada con ventilación natural adecuada?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
6.- Residuos sólidos		
6.1 Presencia visible de insectos y / o roedores?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
6.2 Cuenta con certificado de fumigación (C / 6 meses)?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
6.3 Lugar de almacenamiento central de RRSS adecuado?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
7.- Casa de máquinas		
7.1 Cuenta con sistema de recirculación de agua?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
7.2 Cuenta con equipo automático de desinfección?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
7.3 Cuenta con pozo de drenaje y válvula de purga?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No
7.4 Cuenta con manómetros?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
7.5 Cuenta con medidor de caudal a la salida de los filtros?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
7.6 Cuenta con grifos para el muestreo de agua?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
7.7 Cuenta con manómetro a la entrada y salida del filtro?	<input type="checkbox"/> SI	<input checked="" type="checkbox"/> No
7.8 Cuenta con visor de vidrio para el seguimiento de lavado de filtros?	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> No

Anexo 15. Estándares de Calidad Ambiental para Aguas de Uso Recreacional

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
FÍSICO-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	**
Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	**
arsénico	mg/L	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	**
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	**
Niquel	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	**
Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS			
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	200	1000
<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

UNT: Unidad nefelométrica de turbiedad

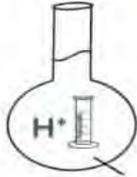
NMP/100 ml: Número más probable en 100 ml

** : significa que el parámetro no aplica para esta subcategoría

Los valores de estos parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Fuente: Ministerio del Ambiente, Decreto Supremo N° 004 – 2017 – MINAM.

Anexo 16. Resultados de análisis físico y químico del centro recreacional de Uyurmiri –
MC QUIMICALAB – CUSCO.



MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN Cel: 946887776 - 951562574

INFORME N° LQ 0401-24
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA

SOLICITA :
- MARIA MAGDALENA CASTRO APAZA,
- LIZBETH MILAGROS LACUTA CAÑARI.

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAS TERMALES Y MINERO
MEDICINALES EN LOS CENTROS RECREACIONALES DE UYURMIRI, AGUAS CALIENTES Y MARCANI
DE LA PROVINCIA DE CANCHIS - CUSCO"

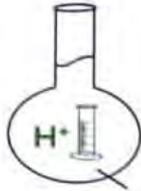
MUESTRAS : AGUAS.
M₁.- AFLUENTE.
M₂.- PISCINA ANTES.
M₃.- PISCINA DESPUES.
M₄.- EFLUENTE.

LOCALIDAD : UYURMIRI.
DISTRITO : SICUANI.
PROVINCIA : CANCHIS.
DEPARTAMENTO : CUSCO.
FECHA DE INFORME : 10/06/2024

RESULTADOS :

DETERMINACIONES	UNIDAD	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄
Temperatura	°C	36.6	28.7	28.1	27.7
pH		6.8	7.4	7.3	7.4
Conductividad Eléctrica	µS/cm	4440	4490	4535	4590
Turbidez	NTU	18.1	3.8	4.1	4.6
Color	UCV PT/Co	0	0	0	0
Olor		Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro
Sólidos totales ST	mg/L	3450	3250	3400	3410
Sólidos en Suspensión	mg/L	180	150	170	170
Oxígeno disuelto OD	mg/L	1.3	1.7	1.7	1.8
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	mg/L	2.8	2.9	7.2	4.3

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez
INGENIERO QUÍMICO
CIP 234338



MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN Cel: 946887776 - 951562574

RESULTADOS :

DETERMINACIONES		UNIDAD	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄
Nitratos	NO ₃ ⁻	mg/L	1.24	0.93	12.4	4.62
Fosfatos	PO ₄ ⁻	mg/L	0.018	0.025	0.014	0.023
Sulfatos	SO ₄ ⁻	mg/L	1280	1136	1101	1100
Cloruros	Cl ⁻	mg/L	331	362	346	346
Cloro Residual		mg/L	-	0.0	-	-

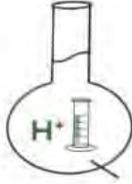
MÉTODO DE ANÁLISIS: Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).

NOTA:

- Los resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas.
- Las muestras fueron tomadas por el solicitante.


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
COMITÉ DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez
INGENIERO QUÍMICO
CIP 234336

Anexo 17. Resultados de análisis físico y químico del centro recreacional de Aguas Calientes - MC QUIMICALAB – CUSCO.



MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
 RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN Cel: 946887776 - 951562574

INFORME N° LQ 0400-24
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA

SOLICITA : - MARIA MAGDALENA CASTRO APAZA.
- LIZBETH MILAGROS LACUTA CAÑARI.

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAS TERMALES Y MINERO MEDICINALES EN LOS CENTROS RECREACIONALES DE UYURMIRI, AGUAS CALIENTES Y MARCANI DE LA PROVINCIA DE CANCHIS - CUSCO"

MUESTRAS : AGUAS.
M₁.- AFLUENTE.
M₂.- PISCINA ANTES.
M₃.- PISCINA DESPUES.
M₄.- EFLUENTE.

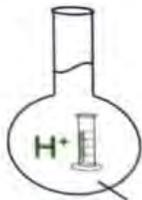
LOCALIDAD : AGUAS CALIENTES.
DISTRITO : MARANGANI.
PROVINCIA : CANCHIS.
DEPARTAMENTO : CUSCO.
FECHA DE INFORME : 10/06/2024

RESULTADOS :

DETERMINACIONES	UNIDAD	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄
Temperatura	°C	49.5	31.9	30.9	30.2
pH		6.6	7.3	7.2	7.3
Conductividad Eléctrica	µS/cm	7645	7495	7900	7860
Turbidez	NTU	16	2.5	3.4	3.2
Color	UCV PT/Co	0	0	0	0
Olor		Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro
Sólidos totales ST	mg/L	4050	4400	4550	3600
Sólidos en Suspensión	mg/L	80	70	90	80
Oxígeno disuelto OD	mg/L	1.3	1.5	1.5	1.7
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	mg/L	2.2	2.9	10.3	3.4

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

 Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez
 INGENIERO QUÍMICO
 CIP 238338



MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIAN Cel: 946887776 - 951562574

RESULTADOS :

DETERMINACIONES		UNIDAD	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄
Nitratos	NO ₃ ⁻	mg/L	1.24	0.62	1.65	1.86
Fosfatos	PO ₄ ⁻	mg/L	0.032	0.045	0.059	0.048
Sulfatos	SO ₄ ⁻	mg/L	798	939	844	814
Cloruros	Cl ⁻	mg/L	1923	2077	1961	2092
Cloro Residual		mg/L	-	0.0	-	-

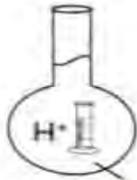
MÉTODO DE ANÁLISIS: Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).

NOTA:

- Los resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas.
- Las muestras fueron tomadas por el solicitante.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez
INGENIERO QUIMICO
CIP 238338

Anexo 18. Resultados de análisis físico y químico del centro recreacional de Marcani -
MC QUIMICALAB – CUSCO.



MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN Cel: 946887776 - 951562574

INFORME N° LQ 0399-24
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA

SOLICITA :
- MARIA MAGDALENA CASTRO APAZA
- LIZBETH MILAGROS LACUTA CAÑARI

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAS TERMALES Y MINERO MEDICINALES EN LOS CENTROS RECREACIONALES DE UYURMIRI, AGUAS CALIENTES Y MARCANI DE LA PROVINCIA DE CANCHIS - CUSCO"

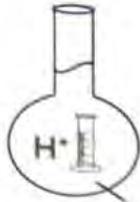
MUESTRAS : AGUAS
M₁- AFLUENTE
M₂- PISCINA ANTES
M₃- PISCINA DESPUES
M₄- EFLUENTE

LOCALIDAD : MARCANI
DISTRITO : SAN PEDRO
PROVINCIA : CANCHIS
DEPARTAMENTO : CUSCO
FECHA DE INFORME : 10/06/2024

RESULTADOS :

DETERMINACIONES	UNIDAD	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄
Temperatura	°C	16.0	16.8	17.9	17.7
pH		6.5	6.6	6.7	6.7
Conductividad Eléctrica	µS/cm	14465	12530	12650	13225
Turbidez	NTU	19.1	4.5	4.7	8.7
Color	UCV PT/Co	10	5	5	5
Olor		Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro
Sólidos totales ST	mg/L	8300	7250	7950	8200
Sólidos en Suspensión	mg/L	120	80	90	100
Oxígeno disuelto OD	mg/L	4.2	4.0	3.2	3.7
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO ₅	mg/L	2.3	2.5	8.1	3.2

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
H. Cumpa
Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez
INGENIERO QUÍMICO
CIP 226338



MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE
RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN Cel: 946887776 - 951562574

RESULTADOS

DETERMINACIONES		UNIDAD	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄
Nitratos	NO ₃ ⁻	mg/L	1.24	1.24	12.7	4.76
Fosfatos	PO ₄ ⁻	mg/L	0.016	0.013	0.038	0.025
Sulfatos	SO ₄ ⁻	mg/L	142	140	158	156
Cloruros	Cl ⁻	mg/L	4038	3645	3692	3923
Cloro Residual		mg/L	-	0.0	-	-

MÉTODO DE ANÁLISIS: Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).

NOTA:

- Los resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas.
- Las muestras fueron tomadas por el solicitante.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Gury Manuel Cumpa Gutiérrez
INGENIERO QUÍMICO
CIP 238338

**Anexo 19. Resultados de análisis bacteriológico del centro recreacional de Uyurmiri –
MICROLAB -CUSCO / Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología
“Marino Tabusso” de la Universidad Nacional Agraria La Molina.**



microlab
LABORATORIO MICROBIOLÓGICO
Telf.: 229773 - RPC. 969 772139
LABORATORIO CATEGORIZADO POR EL MINSA RESOLUCION N° 0555-2015-DRSC

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUAS

Datos Generales	
Proyecto:	TESIS: "EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUAS TERMALES Y MINERO MEDICINALES EN LOS C. RECREACIONALES DE UYURMIMI, AGUAS CALIENTES Y MARCANI CANCHIS-CUSCO"
Solicita:	MARIA MAGDALENA CASTRO APAZA MILAGROS LACUTA CAÑARI
Número de muestra:	U1
Comunidad:	Uyurmiri
Sector:	-
Distrito:	Sicuaní
Provincia:	Canchis
Departamento:	Cusco
Fuente:	FUENTE DE ABASTECIMIENTO
Fecha de obtención de la muestra:	05 de mayo del 2024
Hora de obtención de la muestra:	7:32 am

EXAMEN BACTERIOLÓGICO			
Parámetros	Unidad de medida	Resultados	Límites permisibles B1: Contacto primario
Coliformes Totales	NMP/100mL	0	--
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	0	200
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	Ausencia	Ausencia
<i>Enterococcus faecalis</i>	NMP/100mL	0	200
<i>Salmonella spp.</i>	Presencia/100 mL	0	0
Conclusión	Los valores se encuentran dentro de los límites permisibles para aguas superficiales destinadas para recreación.		

NOTA: SE CONSIDERAN LOS ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA-D.S. N° 004-2017-MINAM.

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO: Los establecidos para cada ensayo.

- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización del Laboratorio.
- Los resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas.
- La toma de muestra no fue realizada por el laboratorio Microlab

16/05/2024

microlab

Blga. Elizabet Samanez Gibaja
MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA

microlab

Blga. Rocio M. Escalante Guzmán
MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA

Urb. Mariscal Gamarra 1-D (1ra Etapa)
Atención: Lunes a Sábado de 7 a.m. a 8 p.m.
(Horario Corrido)

"Calidad y Rapidez a su Servicio"



microlab

LABORATORIO MICROBIOLÓGICO
Telf.: 229773 - RPC. 969 772139
LABORATORIO CATEGORIZADO POR EL MINSA RESOLUCION N° 0555-2015-DRSC

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUAS

Datos Generales	
Proyecto:	TESIS: "EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUAS TERMALES Y MINERO MEDICINALES EN LOS C. RECREACIONALES DE UYURMIMI, AGUAS CALIENTES Y MARCANI CANCHIS-CUSCO"
Solicita:	MARIA MAGDALENA CASTRO APAZA
Número de muestra:	MILAGROS LACUTA CAÑARI
Comunidad:	U2A
Sector:	Uyurmiri
Distrito:	-
Provincia:	Sicuaní
Departamento:	Canchis
Fuente:	Cusco
Fecha de obtención de la muestra:	PISCINA ANTES DE USO
Hora de obtención de la muestra:	05 de mayo del 2024
	7:35 am

EXAMEN BACTERIOLÓGICO			
Parámetros	Unidad de medida	Resultados	Limites permisibles B1: Contacto primario
Coliformes Totales	NMP/100mL	9x10 ²	--
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	7x10 ²	200
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	Presencia	Ausencia
<i>Enterococcus faecalis</i>	NMP/100mL	400	200
<i>Salmonella spp.</i>	Presencia/100 mL	0	0
Conclusión	Los valores NO se encuentran dentro de los limites permisibles para aguas superficiales destinadas para recreación..		

NOTA: SE CONSIDERAN LOS ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA-D.S. N° 004-2017-MINAM.

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO: Los establecidos para cada ensayo.

- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización del Laboratorio.
- Los resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas.
- La toma de muestra no fue realizada por el laboratorio Microlab

16/05/2024

B^lga. Elizabeth Samper Gibaja
MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA

B^lga. Rocio M. Escalante Guzmán
MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA

Urb. Mariscal Gamarra 1-D (1ra Etapa)
Atención: Lunes a Sábado de 7 a.m. a 8 p.m.
(Horario Corrido)

"Calidad y Rapidez a su Servicio"



microlab

LABORATORIO MICROBIOLÓGICO

Tel.: 229773 - RPC. 969 772139

LABORATORIO CATEGORIZADO POR EL MINSA RESOLUCION N° 0555-2015-DRSC

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUAS

Datos Generales	
Proyecto:	TESIS: "EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUAS TERMALES Y MINERO MEDICINALES EN LOS C. RECREACIONALES DE UYURMIMI, AGUAS CALIENTES Y MARCANI CANCHIS-CUSCO"
Solicita:	MARIA MAGDALENA CASTRO APAZA MILAGROS LACUTA CAÑARI
Número de muestra:	U2D
Comunidad:	Uyurmiri
Sector:	-
Distrito:	Sicuaní
Provincia:	Canchis
Departamento:	Cusco
Fuente:	PISCINA DESPUES DE USO
Fecha de obtención de la muestra:	05 de mayo del 2024
Hora de obtención de la muestra:	5:10 pm

EXAMEN BACTERIOLÓGICO			
Parámetros	Unidad de medida	Resultados	Limites permisibles B1: Contacto primario
Coliformes Totales	NMP/100mL	11x10 ²	--
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	9x10 ²	200
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	Presencia	Ausencia
<i>Enterococcus faecalis</i>	NMP/100mL	800	200
<i>Salmonella spp.</i>	Presencia/100 mL	0	0
Conclusión	Los valores NO se encuentran dentro de los limites permisibles para aguas superficiales destinadas para recreación..		

NOTA: SE CONSIDERAN LOS ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA-D.S. N° 004-2017-MINAM.

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO: Los establecidos para cada ensayo.

- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización del Laboratorio.
- Los resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas.
- La toma de muestra no fue realizada por el laboratorio Microlab

16/05/2024


Blga. Elizabeth Samaniez Gibaja
MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA


Blga. Rocio M. Escalante Guzmán
MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA

Urb. Mariscal Gamarra 1-D (1ra Etapa)
Atención: Lunes a Sábado de 7 a.m. a 8 p.m.
(Horario Corrido)

"Calidad y Rapidez a su Servicio"



microlab

LABORATORIO MICROBIOLÓGICO
Telf.: 229773 - RPC. 969 772139

LABORATORIO CATEGORIZADO POR EL MINSA RESOLUCION N° 0555-2015-DRSC

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUAS

Datos Generales	
Proyecto:	TESIS: "EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUAS TERMALES Y MINERO MEDICINALES EN LOS C. RECREACIONALES DE UYURMIMI, AGUAS CALIENTES Y MARCANI CANCHIS-CUSCO"
Solicita:	MARIA MAGDALENA CASTRO APAZA MILAGROS LACUTA CAÑARI
Número de muestra:	U3A
Comunidad:	Uyurmiri
Sector:	-
Distrito:	Sicuaní
Provincia:	Canchis
Departamento:	Cusco
Fuente:	EFLUENTE ANTES DE USO
Fecha de obtención de la muestra:	05 de mayo del 2024
Hora de obtención de la muestra:	7:40 am

EXAMEN BACTERIOLÓGICO			
Parámetros	Unidad de medida	Resultados	Limites permisibles B1: Contacto primario
Coliformes Totales	NMP/100mL	14x10 ²	--
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	12x10 ²	200
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	Presencia	Ausencia
<i>Enterococcus faecalis</i>	NMP/100mL	11x10 ²	200
<i>Salmonella spp.</i>	Presencia/100 mL	0	0
Conclusión	Los valores NO se encuentran dentro de los limites permisibles para aguas superficiales destinadas para recreación..		

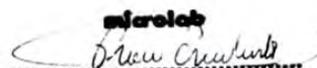
NOTA: SE CONSIDERAN LOS ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA-D.S. N° 004-2017-MINAM.

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO: Los establecidos para cada ensayo.

- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización del Laboratorio.
- Los resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas.
- La toma de muestra no fue realizada por el laboratorio MicroLab

16/05/2024


Blga. Elizabeth Samanez Gibaja
MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA


Blga. Rocio M. Escalante Guzman
MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA

Urb. Mariscal Gamarra 1-D (1ra Etapa)
Atención: Lunes a Sábado de 7 a.m. a 8 p.m.
(Horario Corrido)

"Calidad y Rapidez a su Servicio"



microlab

LABORATORIO MICROBIOLÓGICO

Tel.: 229773 - RPC. 969 772139

LABORATORIO CATEGORIZADO POR EL MINSA RESOLUCION N° 0555-2015-DRSC

ANÁLISIS BACTERIOLOGICO DE AGUAS

Datos Generales	
Proyecto:	TESIS: "EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUAS TERMALES Y MINERO MEDICINALES EN LOS C. RECREACIONALES DE UYURMIMI, AGUAS CALIENTES Y MARCANI CANCHIS-CUSCO"
Solicita:	MARIA MAGDALENA CASTRO APAZA MILAGROS LACUTA CAÑARI
Número de muestra:	U3D
Comunidad:	Uyurmiri
Sector:	-
Distrito:	Sicuaní
Provincia:	Canchis
Departamento:	Cusco
Fuente:	EFLUENTE DESPUES DE USO
Fecha de obtención de la muestra:	05 de mayo del 2024
Hora de obtención de la muestra:	5:17 pm

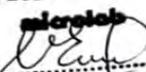
EXAMEN BACTERIOLOGICO			
Parámetros	Unidad de medida	Resultados	Limites permisibles B1: Contacto primario
Coliformes Totales	NMP/100mL	21x10 ²	--
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	17x10 ²	200
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	760	Ausencia
<i>Enterococcus faecalis</i>	NMP/100mL	13x10 ²	200
<i>Salmonella spp.</i>	Presencia/100 mL	0	0
Conclusión	Los valores NO se encuentran dentro de los límites permisibles para aguas superficiales destinadas para recreación.		

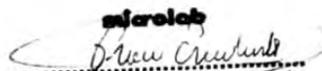
NOTA: SE CONSIDERAN LOS ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA-D.S. N° 004-2017-MINAM.

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO: Los establecidos para cada ensayo.

- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización del Laboratorio.
- Los resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas.
- La toma de muestra no fue realizada por el laboratorio Microlab

16/05/2024


Bilga. Elizabeth Samaniez Gibaja
MAGISTER EN BIOTECNOLOGIA


Bilga. Rocío M. Escalante Guzmán
MAGISTER EN BIOTECNOLOGIA

Urb. Mariscal Gamarra 1-D (1ra Etapa)
Atención: Lunes a Sábado de 7 a.m. a 8 p.m.
(Horario Corrido)

"Calidad y Rapidez a su Servicio"



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA



INFORME DE ENSAYO N° 2405167- LMT

SOLICITANTE: LIZBETH MILAGROS LACUTA CAÑARÍ // MARIA CASTRO APAZA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA – U1 (FUENTE DE ABASTECIMIENTO)

PROCEDENCIA	: Uyurmiri – Sicuani – Canchis – Cuzco
TIPO DE ENVASE	: Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 500 ml aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2024 – 05 – 06
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2024 – 05 – 07
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2024 – 05 – 10
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2024 – 05 – 13

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2405167
¹ Enumeración de Pseudomonas sp. (NMP/100ml)	9.2

Métodos:

¹American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 30 de mayo de 2024


 DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
 y Biotecnología "Marino Tabusso"
 Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA



INFORME DE ENSAYO N° 2405168- LMT

SOLICITANTE: LIZBETH MILAGROS LACUTA CAÑARÍ // MARIA CASTRO APAZA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA – U2A (PISCINA ANTES DE USO)

PROCEDENCIA : Uyurmiri – Sicuani – Canchis – Cuzco
 TIPO DE ENVASE : Botella de plástico
 CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 ml aprox.
 ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
 FECHA DE MUESTREO : 2024 – 05 – 06
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2024 – 05 – 07
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2024 – 05 – 10
 FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2024 – 05 – 13

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2405168
¹ Enumeración de Pseudomonas sp. (NMP/100ml)	79

Métodos:

¹American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

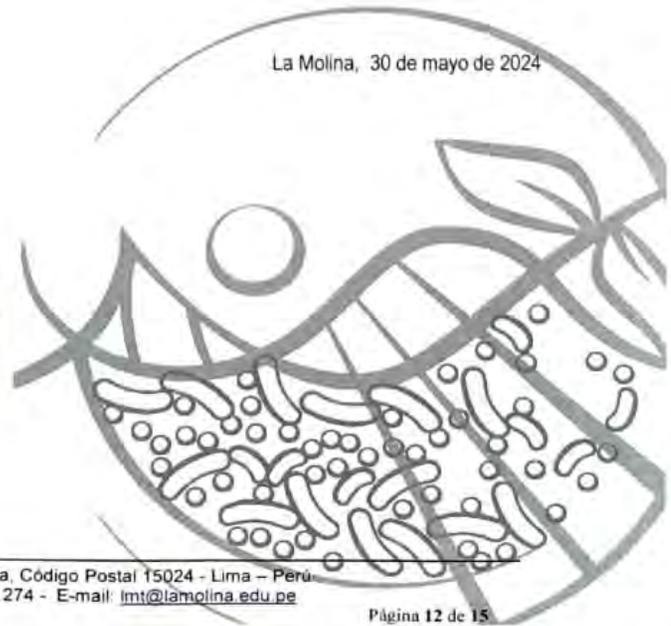
Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 30 de mayo de 2024


 DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
 y Biotecnología "Marino Tabusso"
 Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274
 E-mail: lmt@lamolina.edu.pe





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA



INFORME DE ENSAYO N° 2405169- LMT

SOLICITANTE: LIZBETH MILAGROS LACUTA CAÑARI // MARIA CASTRO APAZA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA – U2D (PISCINA DESPUÉS DE USO)

PROCEDENCIA	: Uyurmiri – Sicuani – Canchis – Cuzco
TIPO DE ENVASE	: Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 500 ml aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2024 – 05 – 06
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2024 – 05 – 07
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2024 – 05 – 10
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2024 – 05 – 13

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2405169
1Enumeración de Pseudomonas sp. (NMP/100ml)	240

Métodos:

¹American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

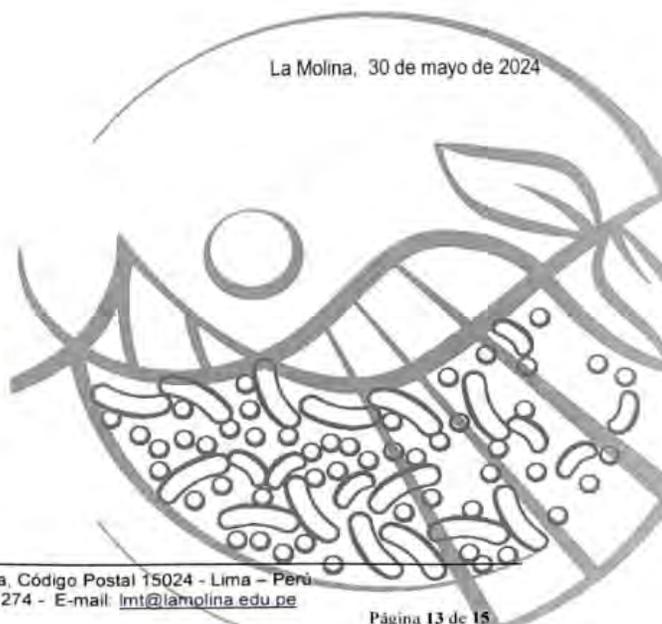
Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 30 de mayo de 2024


 DRA. DORIS ZÚNIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
 y Biotecnología "Marino Tabusso"
 Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274
 E-mail: lmt@lamolina.edu.pe





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA



INFORME DE ENSAYO N° 2405170- LMT

SOLICITANTE: LIZBETH MILAGROS LACUTA CAÑARÍ // MARIA CASTRO APAZA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA – U3A (EFLUENTE ANTES DE USO)

PROCEDENCIA : Uyurmiri – Sicuani – Canchis – Cuzco
TIPO DE ENVASE : Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 ml aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2024 – 05 – 06
FECHA DE RECEPCIÓN : 2024 – 05 – 07
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2024 – 05 – 10
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2024 – 05 – 13

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2405170
Enumeración de Pseudomonas sp. (NMP/100ml)	94

Métodos:

American Public Health Association: 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 30 de mayo de 2024


DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274
E-mail: lm1@lamolina.edu.pe





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA



INFORME DE ENSAYO N° 2405171- LMT

SOLICITANTE: LIZBETH MILAGROS LACUTA CAÑARI // MARIA CASTRO APAZA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA – USD (EFLUENTE DESPUÉS DE USO)

PROCEDENCIA	: Uyurmiri – Sicuani – Canchis – Cuzco
TIPO DE ENVASE	: Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 500 ml aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2024 – 05 – 06
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2024 – 05 – 07
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2024 – 05 – 10
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2024 – 05 – 13

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2405171
¹ Enumeración de Pseudomonas sp. (NMP/100ml)	460

Métodos:

¹American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

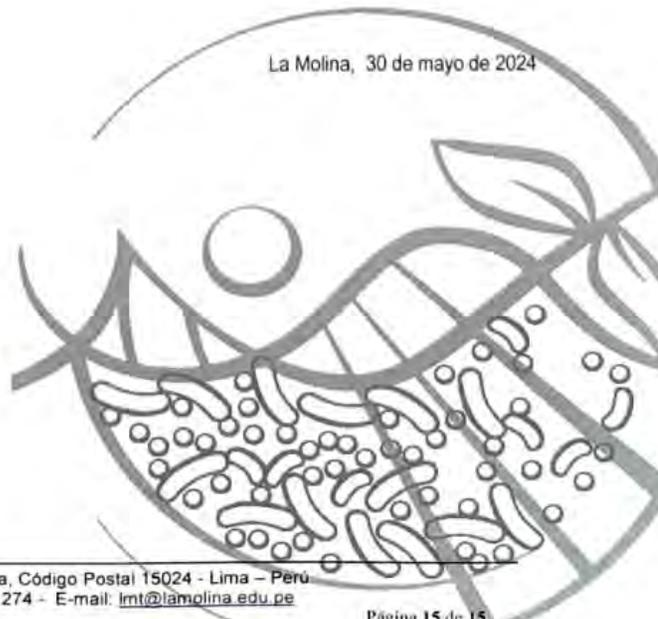
Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 30 de mayo de 2024

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
 y Biotecnología "Marino Tabusso"
 Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274
 E-mail: imt@lamolina.edu.pe



Anexo 20. Resultados de análisis bacteriológico del centro recreacional de Aguas Calientes – MICROLAB -CUSCO / Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología “Marino Tabusso” de la Universidad Nacional Agraria La Molina.



microlab
LABORATORIO MICROBIOLÓGICO
 Telf.: 229773 - RPC. 969 772139
 LABORATORIO CATEGORIZADO POR EL MINSA RESOLUCION N° 0555-2015-DRSC

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUAS

Datos Generales	
Proyecto:	TESIS: "EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUAS TERMALES Y MINERO MEDICINALES EN LOS C. RECREACIONALES DE UYURMIMI, AGUAS CALIENTES Y MARCANI CANCHIS-CUSCO"
Solicita:	MARIA MAGDALENA CASTRO APAZA MILAGROS LACUTA CAÑARI
Número de muestra:	C1
Comunidad:	Aguas Calientes
Sector:	-
Distrito:	Marangani
Provincia:	Canchis
Departamento:	Cusco
Fuente:	FUENTE DE ABASTECIMIENTO
Fecha de obtención de la muestra:	05 de mayo del 2024
Hora de obtención de la muestra:	7:41 am

EXAMEN BACTERIOLÓGICO			
Parámetros	Unidad de medida	Resultados	Limites permisibles B1: Contacto primario
Coliformes Totales	NMP/100mL	0	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	0	200
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	Ausencia	Ausencia
<i>Enterococcus faecalis</i>	NMP/100mL	0	200
<i>Salmonella spp.</i>	Presencia/100 mL	0	0
Conclusión	Los valores se encuentran dentro de los límites permisibles para aguas superficiales destinadas para recreación.		

NOTA: SE CONSIDERAN LOS ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA-D.S. N° 004-2017-MINAM.

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO: Los establecidos para cada ensayo.

- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización del Laboratorio.
- Los resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas.
- La toma de muestra no fue realizada por el laboratorio Microlab

16/05/2024

Blga. Elizabeth Sánchez Gibaja
 MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA

Urb. Mariscal Gamarra 1-D (1ra Etapa)
 Atención: Lunes a Sábado de 7 a.m. a 8 p.m.
 (Horario Corrido)

Blga. Rocio M. Escalante Guzmán
 MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA

"Calidad y Rapidez a su Servicio"



microlab

LABORATORIO MICROBIOLÓGICO

Tel.: 229773 - RPC. 969 772139

LABORATORIO CATEGORIZADO POR EL MINSA RESOLUCION N° 0555-2015-DRSC

ANÁLISIS BACTERIOLOGICO DE AGUAS

Datos Generales	
Proyecto:	TESIS: "EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUAS TERMALES Y MINERO MEDICINALES EN LOS C. RECREACIONALES DE UYURMIMI, AGUAS CALIENTES Y MARCANI CANCHIS-CUSCO"
Solicita:	MARIA MAGDALENA CASTRO APAZA MILAGROS LACUTA CAÑARI
Número de muestra:	CZA
Comunidad:	Aguas C.
Sector:	-
Distrito:	Marangani
Provincia:	Canchis
Departamento:	Cusco
Fuente:	PISCINA ANTES DE USO
Fecha de obtención de la muestra:	05 de mayo del 2024
Hora de obtención de la muestra:	7:46 am

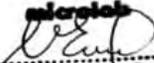
EXAMEN BACTERIOLOGICO			
Parámetros	Unidad de medida	Resultados	Limites permisibles B1: Contacto primario
Coliformes Totales	NMP/100mL	20	--
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	11	200
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	Presencia	Ausencia
<i>Enterococcus faecalis</i>	NMP/100mL	200	200
<i>Salmonella spp.</i>	Presencia/100 mL	0	0
Conclusión	Los valores NO se encuentran dentro de los limites permisibles para aguas superficiales destinadas para recreación.		

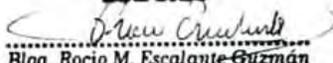
NOTA: SE CONSIDERAN LOS ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA-D.S. N° 004-2017-MINAM.

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO: Los establecidos para cada ensayo.

- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización del Laboratorio.
- Los resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas.
- La toma de muestra no fue realizada por el laboratorio Microlab

16/05/2024


Blga. Elizabet Samaniez Gibaja
MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA


Blga. Rocio M. Escalante Guzmán
MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA

Urb. Mariscal Gamarra 1-D (1ra Etapa)
Atención: Lunes a Sábado de 7 a.m. a 8 p.m.
(Horario Corrido)

"Calidad y Rapidez a su Servicio"



microlab

LABORATORIO MICROBIOLÓGICO

Tel.: 229773 - RPC. 969 772139

LABORATORIO CATEGORIZADO POR EL MINSA RESOLUCION N° 0555-2015-DRSC

ANÁLISIS BACTERIOLOGICO DE AGUAS

Datos Generales	
Proyecto:	TESIS: "EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUAS TERMALES Y MINERO MEDICINALES EN LOS C. RECREACIONALES DE UYURMIMI, AGUAS CALIENTES Y MARCANI CANCHIS-CUSCO"
Solicita:	MARIA MAGDALENA CASTRO APAZA MILAGROS LACUTA CAÑARI
Número de muestra:	C2D
Comunidad:	Aguas C.
Sector:	-
Distrito:	Marangani
Provincia:	Canchis
Departamento:	Cusco
Fuente:	PISCINA DESPUES DE USO
Fecha de obtención de la muestra:	05 de mayo del 2024
Hora de obtención de la muestra:	5:50 pm

EXAMEN BACTERIOLOGICO			
Parámetros	Unidad de medida	Resultados	Limites permisibles B1: Contacto primario
Coliformes Totales	NMP/100mL	39	--
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	28	200
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	Presencia	Ausencia
<i>Enterococcus faecalis</i>	NMP/100mL	250	200
<i>Salmonella spp.</i>	Presencia/100 mL	0	0
Conclusión	Los valores NO se encuentran dentro de los limites permisibles para aguas superficiales destinadas para recreación.		

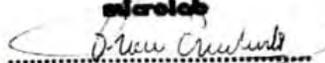
NOTA: SE CONSIDERAN LOS ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA-D.S. N° 004-2017-MINAM.

METODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO: Los establecidos para cada ensayo.

- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización del Laboratorio.
- Los resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas.
- La toma de muestra no fue realizada por el laboratorio Microlab

16/05/2024


B^lga. Elizabeth Samaniez Gibaja
MAGISTER EN BIOTECNOLOGIA


B^lga. Rocio M. Escalante Guzmán
MAGISTER EN BIOTECNOLOGIA

Urb. Mariscal Gamarra 1-D (1ra Etapa)
Atención: Lunes a Sábado de 7 a.m. a 8 p.m.
(Horario Corrido)

"Calidad y Rapidez a su Servicio"



microlab

LABORATORIO MICROBIOLÓGICO

Telf.: 229773 - RPC. 969 772139

LABORATORIO CATEGORIZADO POR EL MINSA RESOLUCION N° 0555-2015-DRSC

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUAS

Datos Generales	
Proyecto:	TESIS: "EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUAS TERMALES Y MINERO MEDICINALES EN LOS C. RECREACIONALES DE UYURMIMI, AGUAS CALIENTES Y MARCANI CANCHIS-CUSCO"
Solicita:	MARIA MAGDALENA CASTRO APAZA MILAGROS LACUTA CAÑARI
Número de muestra:	C3A
Comunidad:	Aguas C.
Sector:	-
Distrito:	Marangani
Provincia:	Canchis
Departamento:	Cusco
Fuente:	EFLUENTE ANTES DE USO
Fecha de obtención de la muestra:	05 de mayo del 2024
Hora de obtención de la muestra:	7:51 am

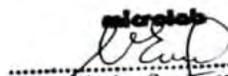
EXAMEN BACTERIOLÓGICO			
Parámetros	Unidad de medida	Resultados	Limites permisibles B1: Contacto primario
Coliformes Totales	NMP/100mL	23	--
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	20	200
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	Presencia	Ausencia
<i>Enterococcus faecalis</i>	NMP/100mL	180	200
<i>Salmonella spp.</i>	Presencia/100 mL	0	0
Conclusión	Los valores NO se encuentran dentro de los limites permisibles para aguas superficiales destinadas para recreación.		

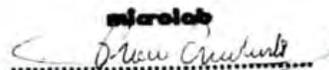
NOTA: SE CONSIDERAN LOS ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA-D.S. N° 004-2017-MINAM.

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO: Los establecidos para cada ensayo.

- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización del Laboratorio.
- Los resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas.
- La toma de muestra no fue realizada por el laboratorio Microlab

16/05/2024


Elizabeth Samánez Gibaja
MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA


Rocío M. Escalante Guzmán
MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA

Urb. Mariscal Gamarra 1-D (1ra Etapa)
Atención: Lunes a Sábado de 7 a.m. a 8 p.m.
(Horario Corrido)

"Calidad y Rapidez a su Servicio"



microlab

LABORATORIO MICROBIOLÓGICO

Telf.: 229773 - RPC. 969 772139

LABORATORIO CATEGORIZADO POR EL MINSA RESOLUCION N° 0555-2015-DRSC

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUAS

Datos Generales	
Proyecto:	TESIS: "EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUAS TERMALES Y MINERO MEDICINALES EN LOS C. RECREACIONALES DE UYURMIMI, AGUAS CALIENTES Y MARCANI CANCHIS-CUSCO"
Solicita:	MARIA MAGDALENA CASTRO APAZA MILAGROS LACUTA CAÑARI
Número de muestra:	C3D
Comunidad:	Aguas C.
Sector:	-
Distrito:	Marangani
Provincia:	Canchis
Departamento:	Cusco
Fuente:	EFLUENTE DESPUES DE USO
Fecha de obtención de la muestra:	05 de mayo del 2024
Hora de obtención de la muestra:	5:56 pm

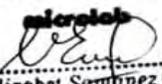
EXAMEN BACTERIOLÓGICO			
Parámetros	Unidad de medida	Resultados	Limites permisibles B1: Contacto primario
Coliformes Totales	NMP/100mL	64	--
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	28	200
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	Presencia	Ausencia
<i>Enterococcus faecalis</i>	NMP/100mL	360	200
<i>Salmonella spp.</i>	Presencia/100 mL	0	0
Conclusión	Los valores NO se encuentran dentro de los limites permisibles para aguas superficiales destinadas para recreación.		

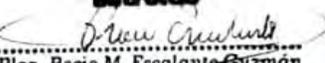
NOTA: SE CONSIDERAN LOS ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA-D.S. N° 004-2017-MINAM.

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO: Los establecidos para cada ensayo.

- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización del Laboratorio.
- Los resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas.
- La toma de muestra no fue realizada por el laboratorio MicroLab

16/05/2024


Blga. Elizabeth Sánchez Gibaja
MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA


Blga. Rocio M. Escalante Guzmán
MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA

Urb. Mariscal Gamarra 1-D (1ra Etapa)
Atención: Lunes a Sábado de 7 a.m. a 8 p.m.
(Horario Corrido)

"Calidad y Rapidez a su Servicio"



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA



INFORME DE ENSAYO N° 2405162- LMT

SOLICITANTE: LIZBETH MILAGROS LACUTA CAÑARI // MARIA CASTRO APAZA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA – C1 (FUENTE DE ABASTECIMIENTO)

PROCEDENCIA : Aguas Calientes – Marangani – Canchis - Cuzco
TIPO DE ENVASE : Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 ml aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2024 – 05 – 06
FECHA DE RECEPCIÓN : 2024 – 05 – 07
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2024 – 05 – 10
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2024 – 05 – 13

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2405162
1.Enumeración de Pseudomonas sp. (NMP/100ml)	11

Métodos:

1American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods, 3rd Ed. Chapter 13.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 30 de mayo de 2024


DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274
E-mail: lm@lamolina.edu.pe





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA



INFORME DE ENSAYO N° 2405163- LMT

SOLICITANTE: LIZBETH MILAGROS LACUTA CAÑARÍ // MARIA CASTRO APAZA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA – C2A (PISCINA ANTES DE USO)

PROCEDENCIA	: Aguas Calientes – Marangani – Canchis - Cuzco
TIPO DE ENVASE	: Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 500 ml aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2024 – 05 – 06
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2024 – 05 – 07
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2024 – 05 – 10
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2024 – 05 – 13

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2405163
1'Enumeración de Pseudomonas sp. (NMP/100ml)	15

Métodos:

*American Public Health Association, 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 30 de mayo de 2024


 DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
 y Biotecnología "Marino Tabusso"
 Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274
 E-mail: lmt@lamolina.edu.pe





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA



INFORME DE ENSAYO N° 2405164- LMT

SOLICITANTE: LIZBETH MILAGROS LACUTA CAÑARÍ // MARIA CASTRO APAZA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA – C2D (PISCINA DESPUÉS DE USO)

PROCEDENCIA	: Aguas Calientes – Maranganí – Canchis - Cuzco
TIPO DE ENVASE	: Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 500 ml aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2024 – 05 – 06
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2024 – 05 – 07
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2024 – 05 – 10
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2024 – 05 – 13

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2405164
Enumeración de Pseudomonas sp. (NMP/100ml)	43

Métodos:

¹American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

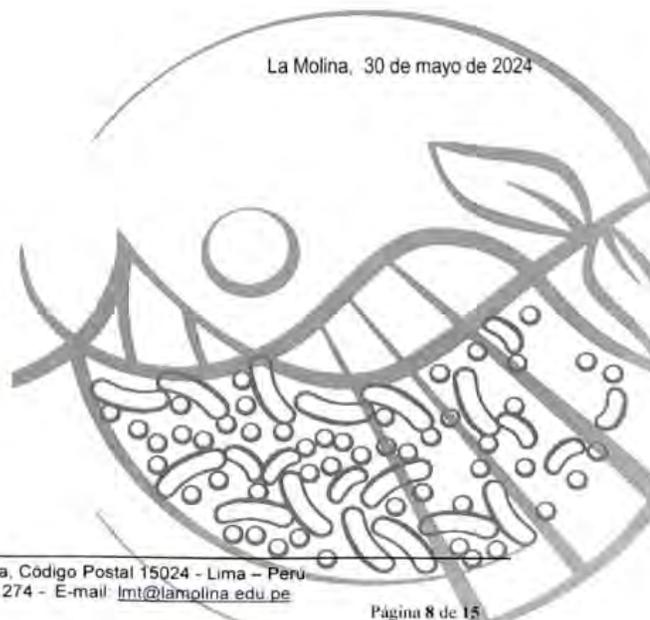
Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 30 de mayo de 2024


DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso"
 Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274
 E-mail: lmt@lamolina.edu.pe





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA



INFORME DE ENSAYO N° 2405165- LMT

SOLICITANTE: LIZBETH MILAGROS LACUTA CAÑARI // MARIA CASTRO APAZA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA – C3A (EFLUENTE ANTES DE USO)

PROCEDENCIA	: Aguas Calientes – Marangani – Canchis - Cuzco
TIPO DE ENVASE	: Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 500 ml aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2024 – 05 – 06
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2024 – 05 – 07
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2024 – 05 – 10
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2024 – 05 – 13

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2405165
1Enumeración de Pseudomonas sp. (NMP/100ml)	20

Métodos:

1American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

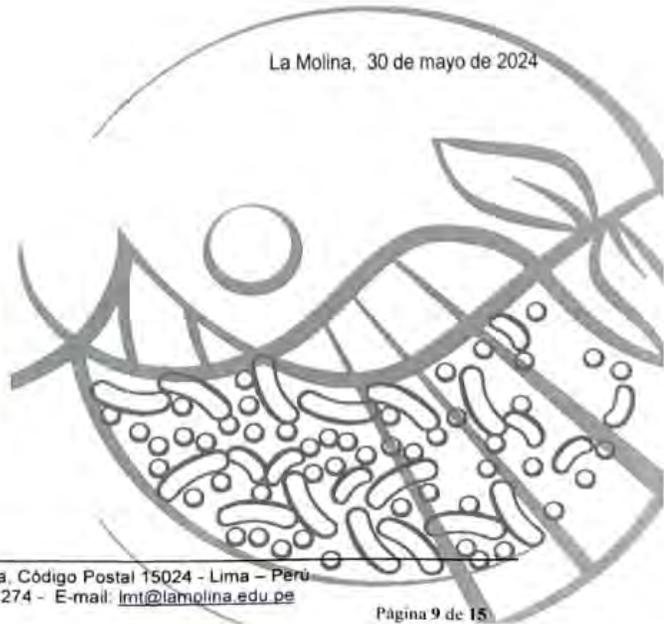
Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 30 de mayo de 2024


DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
 y Biotecnología "Marino Tabusso"
 Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274
 E-mail: lmt@lamolina.edu.pe





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA



INFORME DE ENSAYO N° 2405166- LMT

SOLICITANTE: LIZBETH MILAGROS LACUTA CAÑARÍ // MARIA CASTRO APAZA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA – C3D (EFLUENTE DESPUÉS DE USO)

PROCEDENCIA : Aguas Calientes – Maranganí – Canchis – Cuzco
 TIPO DE ENVASE : Botella de plástico
 CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 ml aprox.
 ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
 FECHA DE MUESTREO : 2024 – 05 – 06
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2024 – 05 – 07
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2024 – 05 – 10
 FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2024 – 05 – 13

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2405166
1Enumeración de Pseudomonas sp. (NMP/100ml)	240

Métodos:

¹American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

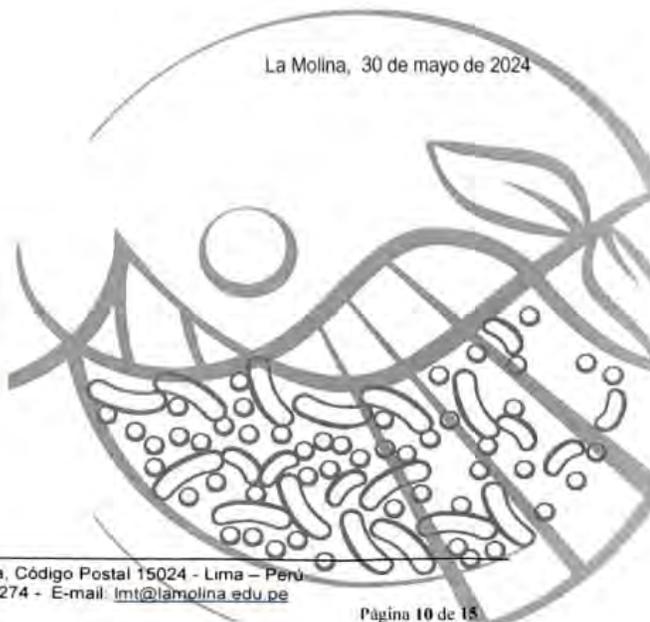
Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 30 de mayo de 2024

DRA. DORIS ZÚNIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso" Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274
 E-mail: lmt@lamolina.edu.pe



Anexo 21. Resultados de análisis bacteriológico del centro recreacional de Marcani –
MICROLAB -CUSCO / Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología
“Marino Tabusso” de la Universidad Nacional Agraria La Molina.



microlab

LABORATORIO MICROBIOLÓGICO

Telf.: 229773 - RPC. 969 772139

LABORATORIO CATEGORIZADO POR EL MINSA RESOLUCION N° 0555-2015-DRSC

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUAS

Datos Generales	
Proyecto:	TESIS: "EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUAS TERMALES Y MINERO MEDICINALES EN LOS C. RECREACIONALES DE UYURMIMI, AGUAS CALIENTES Y MARCANI CANCHIS-CUSCO"
Solicita:	MARIA MAGDALENA CASTRO APAZA MILAGROS LACUTA CAÑARI
Número de muestra:	M1
Comunidad:	Marcani
Sector:	-
Distrito:	San Pedro
Provincia:	Canchis
Departamento:	Cusco
Fuente:	FUENTE DE ABASTECIMIENTO
Fecha de obtención de la muestra:	05 de mayo del 2024
Hora de obtención de la muestra:	6:50 am

EXAMEN BACTERIOLÓGICO			
Parámetros	Unidad de medida	Resultados	Limites permisibles B1: Contacto primario
Coliformes Totales	NMP/100mL	0	—
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	0	200
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	Ausencia	Ausencia
<i>Enterococcus faecalis</i>	NMP/100 mL	0	200
<i>Salmonella spp.</i>	Presencia/100 mL	0	0
Conclusión	Los valores se encuentran dentro de los límites permisibles para aguas superficiales destinadas para recreación.		

NOTA: SE CONSIDERAN LOS ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA-D.S. N° 004-2017-MINAM.

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO: Los establecidos para cada ensayo.

- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización del Laboratorio.
- Los resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas.
- La toma de muestra no fue realizada por el laboratorio Microlab

16/05/2024

Blga. Elizabet Samaniez Gibaja
 MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA

Blga. Rocio M. Escalante Guzmán
 MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA

Urb. Mariscal Gamarra 1-D (1ra Etapa)
 Atención: Lunes a Sábado de 7 a.m. a 8 p.m.
 (Horario Corrido)

"Calidad y Rapidez a su Servicio"



microlab

LABORATORIO MICROBIOLÓGICO

Tel.: 229773 - RPC. 969 772139

LABORATORIO CATEGORIZADO POR EL MINSA RESOLUCION N° 0555-2015-DRSC

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUAS

Datos Generales	
Proyecto:	TESIS: "EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUAS TERMALES Y MINERO MEDICINALES EN LOS C. RECREACIONALES DE UYURMIMI, AGUAS CALIENTES Y MARCANI CANCHIS-CUSCO"
Solicita:	MARIA MAGDALENA CASTRO APAZA MILAGROS LACUTA CAÑARI
Número de muestra:	M2A
Comunidad:	Marcani
Sector:	-
Distrito:	San Pedro
Provincia:	Canchis
Departamento:	Cusco
Fuente:	PISCINA ANTES DE SU USO
Fecha de obtención de la muestra:	05 de mayo del 2024
Hora de obtención de la muestra:	6:54 am

EXAMEN BACTERIOLÓGICO			
Parámetros	Unidad de medida	Resultados	Limites permisibles B1: Contacto primario
Coliformes Totales	NMP/100mL	0	--
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	0	200
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	Ausencia	Ausencia
<i>Enterococcus faecalis</i>	NMP/100mL	40	200
<i>Salmonella spp.</i>	Presencia/100 mL	0	0
Conclusión	Los valores se encuentran dentro de los límites permisibles para aguas superficiales destinadas para recreación.		

NOTA: SE CONSIDERAN LOS ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA-D.S. N° 004-2017-MINAM.

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO: Los establecidos para cada ensayo.

- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización del Laboratorio.
- Los resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas.
- La toma de muestra no fue realizada por el laboratorio Microlab

16/05/2024

microlab

[Firma]
Blga. Elizabeth Samanez Gibaja

MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA

Urb. Mariscal Gamarra 1-D (1ra Etapa)

Atención: Lunes a Sábado de 7 a.m. a 8 p.m.
(Horario Corrido)

microlab

[Firma]
Blga. Rocio M. Escalante Guzmán

MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA

"Calidad y Rapidez a su Servicio"



microlab

LABORATORIO MICROBIOLÓGICO

Tel.: 229773 - RPC. 969 772139

LABORATORIO CATEGORIZADO POR EL MINSA RESOLUCION N° 0555-2015-DRSC

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUAS

Datos Generales	
Proyecto:	TESIS: "EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUAS TERMALES Y MINERO MEDICINALES EN LOS C. RECREACIONALES DE UYURMIMI, AGUAS CALIENTES Y MARCANI CANCHIS-CUSCO"
Solicita:	MARIA MAGDALENA CASTRO APAZA MILAGROS LACUTA CAÑARI
Número de muestra:	M2D
Comunidad:	Marcani
Sector:	-
Distrito:	San Pedro
Provincia:	Canchis
Departamento:	Cusco
Fuente:	PISCINA DESPUES DE USO
Fecha de obtención de la muestra:	05 de mayo del 2024
Hora de obtención de la muestra:	4:20 pm

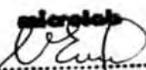
EXAMEN BACTERIOLÓGICO			
Parámetros	Unidad de medida	Resultados	Limites permisibles B1: Contacto primario
Coliformes Totales	NMP/100mL	28	--
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	21	200
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	Presencia	Ausencia
<i>Enterococcus faecalis</i>	NMP/100mL	6×10^2	200
<i>Salmonella spp.</i>	Presencia/100 mL	0	0
Conclusión	Los valores NO se encuentran dentro de los límites permisibles para aguas superficiales destinadas para recreación.		

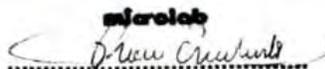
NOTA: SE CONSIDERAN LOS ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA-D.S. N° 004-2017-MINAM.

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO: Los establecidos para cada ensayo.

- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización del Laboratorio.
- Los resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas.
- La toma de muestra no fue realizada por el laboratorio Microlab

16/05/2024


Blga. Elizabet Samanez Gibaja
MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA


Blga. Rocío M. Escalante Guzmán
MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA

Urb. Mariscal Gamarra 1-D (1ra Etapa)
Atención: Lunes a Sábado de 7 a.m. a 8 p.m.
(Horario Corrido)

"Calidad y Rapidez a su Servicio"



microlab

LABORATORIO MICROBIOLÓGICO

Telf.: 229773 - RPC. 969 772139

LABORATORIO CATEGORIZADO POR EL MINSA RESOLUCION N° 0555-2015-DRSC

ANÁLISIS BACTERIOLOGICO DE AGUAS

Datos Generales	
Proyecto:	TESIS: "EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUAS TERMALES Y MINERO MEDICINALES EN LOS C. RECREACIONALES DE UYURMIMI, AGUAS CALIENTES Y MARCANI CANCHIS-CUSCO"
Solicita:	MARIA MAGDALENA CASTRO APAZA MILAGROS LACUTA CAÑARI
Número de muestra:	M3A
Comunidad:	Marcani
Sector:	-
Distrito:	San Pedro
Provincia:	Canchis
Departamento:	Cusco
Fuente:	EFLUENTE ANTES DE USO
Fecha de obtención de la muestra:	05 de mayo del 2024
Hora de obtención de la muestra:	7:00 am

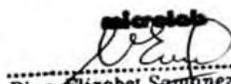
EXAMEN BACTERIOLOGICO			
Parámetros	Unidad de medida	Resultados	Limites permisibles B1: Contacto primario
Coliformes Totales	NMP/100mL	7	--
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	4	200
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	Presencia	Ausencia
<i>Enterococcus faecalis</i>	NMP/100mL	60	200
<i>Salmonella spp.</i>	Presencia/100 mL	0	0
Conclusión	Los valores NO se encuentran dentro de los límites permisibles para aguas superficiales destinadas para recreación.		

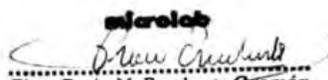
NOTA: SE CONSIDERAN LOS ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA-D.S. N° 004-2017-MINAM.

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO: Los establecidos para cada ensayo.

- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización del Laboratorio.
- Los resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas.
- La toma de muestra no fue realizada por el laboratorio MicroLab

16/05/2024


B^ga. Elizabeth Samanez Gibaja
MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA


B^ga. Rocio M. Escalante Guzmán
MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA

Urb. Mariscal Gamarra 1-D (1ra Etapa)
Atención: Lunes a Sábado de 7 a.m. a 8 p.m.
(Horario Corrido)

"Calidad y Rapidez a su Servicio"



microlab

LABORATORIO MICROBIOLÓGICO

Tel.: 229773 - RPC. 969 772139

LABORATORIO CATEGORIZADO POR EL MINSA RESOLUCION N° 0555-2015-DRSC

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUAS

Datos Generales	
Proyecto:	TESIS: "EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUAS TERMALES Y MINERO MEDICINALES EN LOS C. RECREACIONALES DE UYURMIMI, AGUAS CALIENTES Y MARCANI CANCHIS-CUSCO"
Solicita:	MARIA MAGDALENA CASTRO APAZA MILAGROS LACUTA CAÑARI
Número de muestra:	M3D
Comunidad:	Marcani
Sector:	-
Distrito:	San Pedro
Provincia:	Canchis
Departamento:	Cusco
Fuente:	EFLUENTE DESPUES DE USO
Fecha de obtención de la muestra:	05 de mayo del 2024
Hora de obtención de la muestra:	4:26 pm

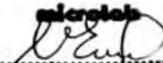
EXAMEN BACTERIOLÓGICO			
Parámetros	Unidad de medida	Resultados	Limites permisibles B1: Contacto primario
Coliformes Totales	NMP/100mL	28	--
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	20	200
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	Presencia	Ausencia
<i>Enterococcus faecalis</i>	NMP/100mL	6×10^2	200
<i>Salmonella spp.</i>	Presencia/100 mL	0	0
Conclusión	Los valores NO se encuentran dentro de los limites permisibles para aguas superficiales destinadas para recreación.		

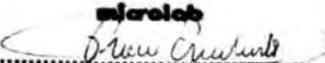
NOTA: SE CONSIDERAN LOS ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA-D.S. N° 004-2017-MINAM.

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO: Los establecidos para cada ensayo.

- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización del Laboratorio.
- Los resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas.
- La toma de muestra no fue realizada por el laboratorio Microlab

16/05/2024


Biga. Elizabeth Samaniez Gibaja
MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA


Biga. Rocio M. Escalante Guzmán
MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA

Urb. Mariscal Gamarra 1-D (1ra Etapa)
Atención: Lunes a Sábado de 7 a.m. a 8 p.m.
(Horario Corrido)

"Calidad y Rapidez a su Servicio"



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA



INFORME DE ENSAYO N° 2405157- LMT

SOLICITANTE: LIZBETH MILAGROS LACUTA CAÑARÍ // MARIA CASTRO APAZA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA - M1 (FUENTE DE ABASTECIMIENTO)

PROCEDENCIA : Marcaní - San Pedro - Canchis - Cuzco
TIPO DE ENVASE : Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 ml aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2024 - 05 - 06
FECHA DE RECEPCIÓN : 2024 - 05 - 07
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2024 - 05 - 10
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2024 - 05 - 13

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2405157
1Enumeración de Pseudomonas sp. (NMP/100ml)	2.1

Métodos:

¹American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 30 de mayo de 2024


DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274
E-mail: imt@lamolina.edu.pe





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA



INFORME DE ENSAYO N° 2405158- LMT

SOLICITANTE: LIZBETH MILAGROS LACUTA CAÑARÍ // MARIA CASTRO APAZA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA – M2A (PISCINA ANTES DE USO)

PROCEDENCIA	: Marcaní – San Pedro – Canchis - Cuzco
TIPO DE ENVASE	: Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 500 ml aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2024 – 05 – 06
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2024 – 05 – 07
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2024 – 05 – 10
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2024 – 05 – 13

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2405158
Enumeración de Pseudomonas sp. (NMP/100ml)	< 1.8

Metodos:

American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

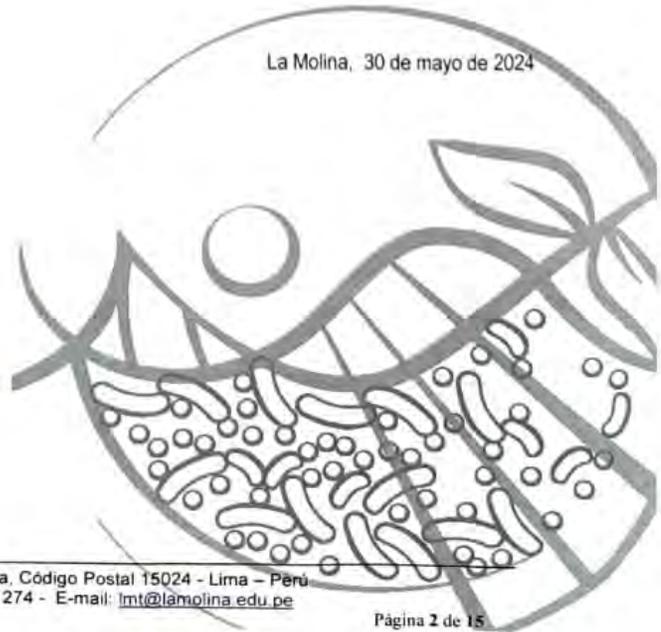
La Molina, 30 de mayo de 2024


DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
 y Biotecnología "Marino Tabusso"
 Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA



INFORME DE ENSAYO N° 2405159- LMT

SOLICITANTE: LIZBETH MILAGROS LACUTA CAÑARI // MARIA CASTRO APAZA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA – M2D (PISCINA DESPUÉS DE USO)

PROCEDENCIA : Marcaní – San Pedro – Canchis - Cuzco
TIPO DE ENVASE : Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 ml aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2024 – 05 – 06
FECHA DE RECEPCIÓN : 2024 – 05 – 07
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2024 – 05 – 10
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2024 – 05 – 13

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2405159
1Enumeración de Pseudomonas sp. (NMP/100ml)	40

Métodos:

*American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

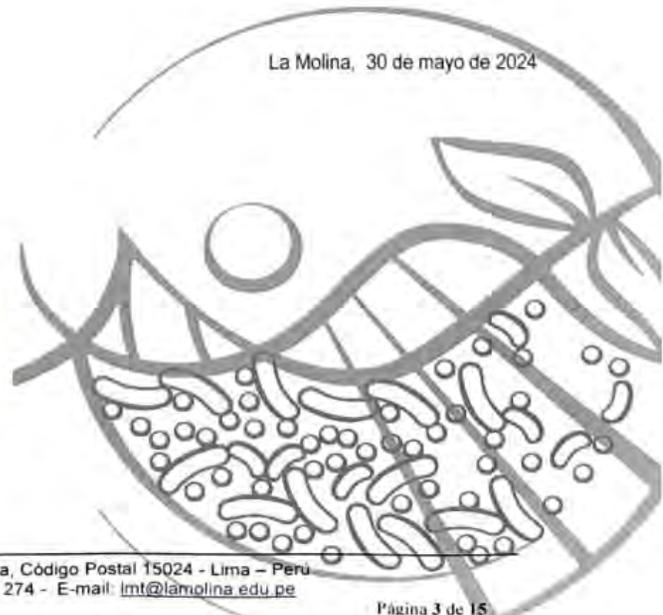
Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 30 de mayo de 2024


DRA. DORIS ZÚNIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274
E-mail: lmt@lamolina.edu.pe



Av. La Molina s/n La Molina, Código Postal 15024 - Lima – Perú
Teléfono: (511) 614-7800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

Página 3 de 15



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA



INFORME DE ENSAYO N° 2405160- LMT

SOLICITANTE: LIZBETH MILAGROS LACUTA CAÑARÍ // MARIA CASTRO APAZA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA – M3A (EFLUENTE ANTES DE USO)

PROCEDENCIA : Marcaní – San Pedro – Canchis - Cuzco
TIPO DE ENVASE : Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 500 ml aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2024 – 05 – 06
FECHA DE RECEPCIÓN : 2024 – 05 – 07
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2024 – 05 – 10
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2024 – 05 – 13

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2405160
1Enumeración de Pseudomonas sp. (NMP/100ml)	< 1.8

Métodos:

¹American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

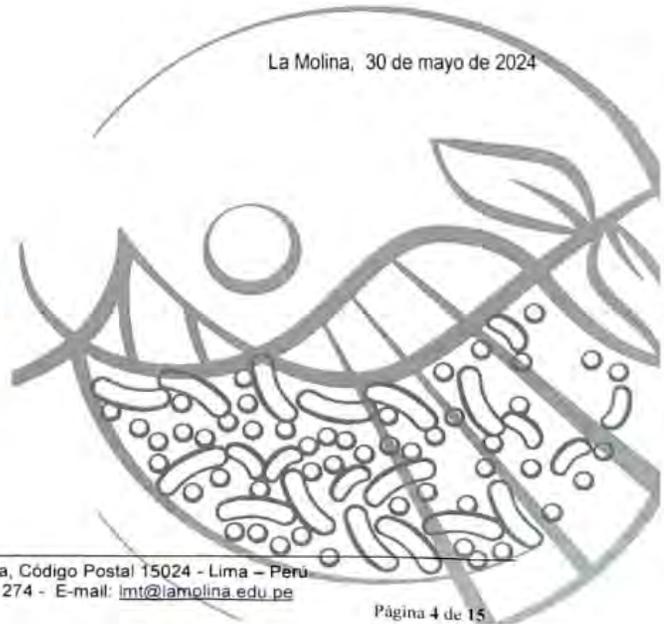
La Molina, 30 de mayo de 2024

DRA. DORIS ZÚÑIGA DAVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso" Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274

E-mail: imt@lamolina.edu.pe





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA



INFORME DE ENSAYO N° 2405161- LMT

SOLICITANTE: LIZBETH MILAGROS LACUTA CAÑARI // MARIA CASTRO APAZA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA – M3D (EFLUENTE DESPUÉS DE USO)

PROCEDENCIA	: Marcaní – San Pedro – Canchis - Cuzco
TIPO DE ENVASE	: Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 01 und. x 500 ml aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN	: En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO	: 2024 – 05 – 06
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2024 – 05 – 07
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	: 2024 – 05 – 10
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO	: 2024 – 05 – 13

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Análisis Microbiológico	Muestra 2405161
1Enumeración de Pseudomonas sp. (NMP/100ml)	430

Métodos:

*American Public Health Association. 1992. Compendium of methods for the Microbiological Examination of foods. 3rd Ed. Chapter 13.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio en muestras proporcionadas por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento:

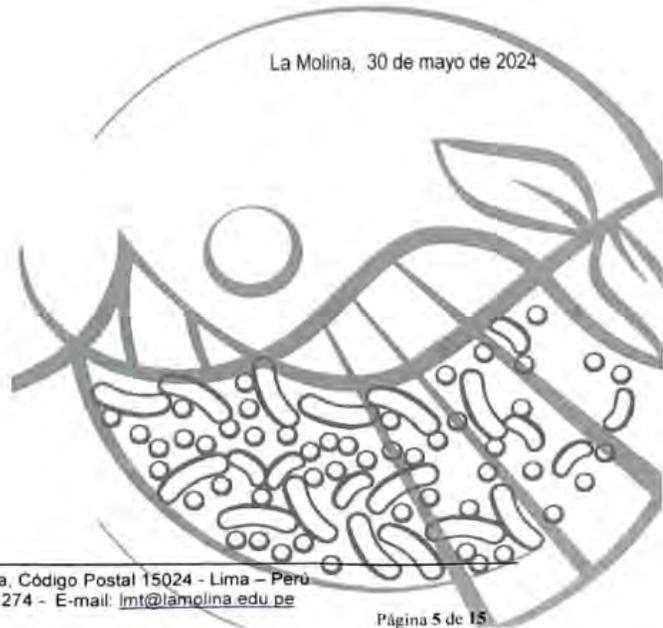
Este documento tiene validez sólo para la muestra descrita.

La Molina, 30 de mayo de 2024


 DRA. DORIS ZÚNIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
 y Biotecnología "Marino Tabusso"
 Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 6147800 anexo 274
 E-mail: imt@lamolina.edu.pe



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PL - FQ036 - 25 - 2

Página 2 de 3

8. PROCEDIMIENTO UTILIZADO:

PC-020 PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE MEDIDORES DE pH, EDICIÓN 2, 2017, INACAL.

9. PATRONES DE REFERENCIA UTILIZADOS:

TRAZABILIDAD	INSTRUMENTO / MRC	N° CERTIFICADO
Este instrumento es trazable a los patrones de INACAL - DM.	Un termómetro digital con incertidumbre de 0,022 °C a 25 °C	LT-306-2023
Materiales de Referencia Certificado (MRC) trazables a los patrones de Inorganic Ventures	MRC con valor nominal de 4,009 unidades de pH e incertidumbre de 0,014 unidades de pH	S2-WCS707634
Materiales de Referencia Certificado (MRC) trazables a los patrones de Inorganic Ventures	MRC con valor nominal de 6,981 unidades de pH e incertidumbre de 0,015 unidades de pH	T2-WCS725813
Materiales de Referencia Certificado (MRC) trazables a los patrones de Inorganic Ventures	MRC con valor nominal de 9,934 unidades de pH e incertidumbre de 0,019 unidades de pH	U1-WCS731683R

Se utilizó un baño termostático con certificado PL - TH043 - 25 - 1.

10. CONDICIONES AMBIENTALES:

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%HR)
Inicial	19,42	72,1
Final	21,22	68,3

Se usó un termohigrómetro con certificado PL-TH161-24-7.

11. OBSERVACIONES:

La incertidumbre expandida de medición reportada es la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

La incertidumbre expandida declarada en el presente certificado ha sido estimada según: Procedimiento "PC-020, Procedimiento para la calibración de medidores de pH" y "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida", primera edición, 2008, del Centro Español de Metrología (CEM).

Se colocó en el equipo la etiqueta de calibración de Paz Laboratorios S.R.L. identificada con N° 02156.

(*) Información proporcionada por el cliente.

(**) Información tomada del manual del equipo.

EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PL - FQ036 - 25 - 2

Página 3 de 3

12. TOMA DE DATOS DEL AJUSTE:

Valor certificado a 25 °C (pH)	Lectura del instrumento (pH)	
	Antes del ajuste	Después del ajuste
4,009	4,0	4,0
6,981	7,0	7,0
9,934	9,9	9,9

13. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN:

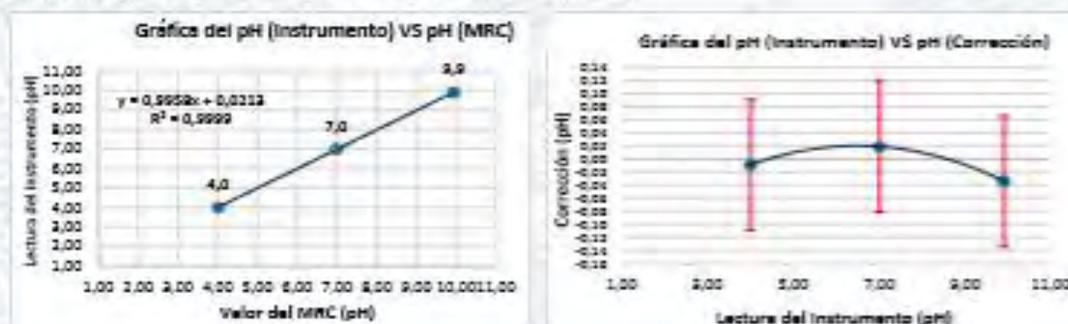
Valor certificado a 25 °C (pH)	Lectura del instrumento (pH)	Error (pH)	Incertidumbre (pH)
4,009	4,0	0,0	0,1
6,981	7,0	0,0	0,1
9,934	9,9	0,0	0,1

Nota 1: La lectura del instrumento es el valor promedio de tres lecturas a una temperatura estabilizada de 25°C.

Nota 2: La profundidad mínima de inmersión fue de aproximadamente 4 cm.

Nota 3: El tiempo de estabilización promedio fue de 3 minutos.

14. GRÁFICAS DE LOS RESULTADOS DE CALIBRACIÓN:



***** FIN DEL DOCUMENTO *****

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PL - FQ038 - 25 - 2

Página 1 de 3

1. SOLICITANTE : CUMPA GUTIERREZ GURY MANUEL
2. DIRECCIÓN DEL CLIENTE : CÓVIDUC A-4 , SAN SEBASTIÁN, CUSCO
3. DATOS DEL EQUIPO:
 - INSTRUMENTO : Conductímetro
 - MARCA : HANNA
 - MODELO : HI98311
 - SERIE : 05270302101
 - IDENTIFICACIÓN : No indica (*)
 - INTERVALO DE INDICACIÓN : 0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 3999 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (**)
 - COMPENSACIÓN DE TEMPERATURA : Activado
 - RESOLUCIÓN (**): 1 $\mu\text{S}/\text{cm}$
 - RESOLUCIÓN DEL TERMÓMETRO : 1 $^{\circ}\text{C}$ (**)
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN: Laboratorio de Fisicoquímica de Paz Laboratorios S.R.L.
5. FECHA DE CALIBRACIÓN: 2025-02-17
6. ORDEN DE TRABAJO: 83059
7. ACLARACIONES DEL CERTIFICADO:

Este certificado de calibración es trazable a los patrones Nacionales o Internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo al Sistema Internacional de unidades (SI).

Los resultados reportados son válidos solo para el equipo de medición en las condiciones y momento en que se realizó la calibración. El solicitante y/o usuario es responsable de definir el periodo de calibración según la recomendación del fabricante, uso, análisis de deriva y exactitud de medición.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido de manera completa. Los extractos o modificaciones requerirán la autorización explícita de PAZ LABORATORIOS S.R.L.

El certificado sin la firma digital carece de validez.

Arequipa, 17 de febrero de 2025

Signatario autorizado:



CRISTINE ALFARO JUDITH DEASA
PAZ LABORATORIOS S.R.L.
DIRECCIÓN DE LABORATORIOS
tecnologia@pazlaboratorios.com
fecha: 17/02/2025 20:04



EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PL - FQ038 - 25 - 2

Página 2 de 3

8. PROCEDIMIENTO UTILIZADO:

PC-022 PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE MEDIDORES DE CONDUCTIVIDAD ELECTROLÍTICA (CONDUCTÍMETROS), EDICIÓN 2, 2023, INACAL.

9. PATRONES DE REFERENCIA UTILIZADOS:

TRAZABILIDAD	INSTRUMENTO / MRC	N° CERTIFICADO
Este instrumento es trazable a los patrones de INACAL - DM	Un termómetro digital con resolución de 0,001 °C	LT-306-2023
Materiales de Referencia Certificado (MRC) trazables a los patrones de Inorganic Ventures.	MRC con valor nominal de 1,97 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e incertidumbre de 0,14 $\mu\text{S}/\text{cm}$	U2-COND735833
	MRC con valor nominal de 85,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e incertidumbre de 0,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$	U2-COND736056
	MRC con valor nominal de 1417 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e incertidumbre de 4 $\mu\text{S}/\text{cm}$	U2-COND733715

Para la estabilización de temperatura de los materiales de referencia certificados (MRC) se utilizó un baño de calibración con certificado PL - TH043 - 25 - 1.

10. CONDICIONES AMBIENTALES:

	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%HR)
Inicial	20,70	70,5
Final	21,73	67,8

Se usó un termohigrómetro con certificado PL-TH161-24-7.

11. OBSERVACIONES:

La incertidumbre expandida de medición reportada es la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

La incertidumbre expandida declarada en el presente certificado ha sido estimada siguiendo las directrices de: Procedimiento "PC-022, Procedimiento para la calibración de medidores de conductividad electrolítica (conductímetros), edición 2, 2023" y "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" del Centro Español de Metrología (CEM), edición 1, 2008.

Se colocó en el equipo la etiqueta de calibración de Paz Laboratorios S.R.L. identificada con N°02154

(*) Información proporcionada por el cliente.

(**) Información tomada del manual del equipo.

La unidad de $1 \mu\text{mhos}/\text{cm} = 1 \mu\text{S}/\text{cm}$.

"EL USO IMPROPIO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE HECHOS SANCIONADOS CONFORME A LEY"

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PL - FQ038 - 25 - 2

Página 3 de 3

12. DATOS DEL AJUSTE:

Valor certificado a 25 °C		Lectura del instrumento	
		Antes del ajuste	Después del ajuste
85,4	µS/cm	87,0	86,0
1417	µS/cm	1433	1415

13. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN:

Valor certificado a 25°C (µS/cm)	Variación de temperatura del equipo a 25°C	Lectura del instrumento (µS/cm)	Error (µS/cm)	Incertidumbre (µS/cm)
1,97	0,2	3	0,1	0,3 (*)
85,4	0,2	86	1	2
1417	0,2	1421	4	18

(*) Punto de calibración fuera del alcance acreditado

Nota 1: La lectura del instrumento es el valor promedio de tres lecturas a la temperatura estabilizada de 25 °C

Nota 2: La profundidad mínima de inmersión fue de aproximadamente 3 cm.

Nota 3: El tiempo de estabilización promedio fue de al menos 7 minutos.

Nota 4: La variación de temperatura es la diferencia entre el patrón de referencia corregido y la indicación de temperatura del equipo.

***** FIN DEL DOCUMENTO *****

EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PL - FQ034 - 25 - 2

Página 1 de 3

1. **SOLICITANTE** : CUMPA GUTIERREZ GURY MANUEL
2. **DIRECCIÓN DEL CLIENTE** : COVIDUC A-4, SAN SEBASTIÁN, CUSCO
3. **DATOS DEL EQUIPO:**
 - INSTRUMENTO** : Turbidímetro
 - MARCA** : Milwaukee
 - MODELO** : Mi 415
 - SERIE** : 03070059991
 - IDENTIFICACIÓN** : No indica (*)
 - INTERVALO DE MEDIDA** : 0 FNU a 1000 FNU (**)
 - RESOLUCIÓN (**)** : 0,01 FNU (0 FNU a 50 FNU)
: 1 FNU (50 FNU a 1000 FNU)

4. **LUGAR DE CALIBRACIÓN:** Laboratorio de Físicoquímica de Paz Laboratorios S.R.L.
5. **FECHA DE CALIBRACIÓN:** 2025-02-14
7. **ORDEN DE TRABAJO:** 83059
8. **ACLARACIONES DEL CERTIFICADO:**

Este certificado de calibración es trazable a los patrones Nacionales o Internacionales, que realicen las unidades de medida de acuerdo al Sistema Internacional de unidades (SI).

Los resultados reportados son válidos solo para el equipo de medición en las condiciones y momento en que se realizó la calibración. El solicitante y/o usuario es responsable de definir el periodo de calibración según la recomendación del fabricante, uso, análisis de deriva y exactitud de medición.

La difusión del presente certificado debe ser de forma completa. Los extractos o sin modificaciones requiere que se cuente con la autorización de PAZ LABORATORIOS S.R.L.

El certificado sin la firma digital carece de validez.

Arequipa, 17 de Febrero de 2025

Signatario autorizado:



OSIRIS ALFARO JUDITH DEASA
PAZ LABORATORIOS S.R.L.
Supervisión de Laboratorio
metrologia@pazlaboratorios.com
fecha: 17/02/2025 18:04



"El uso indebido de este certificado de calibración constituye delito sancionado conforme a ley"

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PL - FQ034 - 25 - 2

Página 2 de 3

9. PROCEDIMIENTO UTILIZADO:

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. MÉTODO 2130 B, 4B, EDICIÓN 24, 2021, AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. VALIDADO (MODIFICADO)

10. PATRONES UTILIZADOS:

TRAZABILIDAD	MRC	N° CERTIFICADO
Materiales de Referencia Certificados de turbidez trazables a los patrones de CPAchem Ltd.	MRC con valor nominal de 10,01 NTU e incertidumbre de 0,05 NTU	978655
	MRC con valor nominal de 20,0 NTU e incertidumbre de 0,1 NTU	978654
	MRC con valor nominal de 100 NTU e incertidumbre de 0,8 NTU	978653
	MRC con valor nominal de 800 NTU e incertidumbre de 5 NTU	978652

Se utilizó un cronómetro con certificado: CLC-0955-001-24

11. CONDICIONES AMBIENTALES:

	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (% HR.)
Inicial	21,51	65,3
Final	22,13	68,4

Para el control de las condiciones ambientales se usó un termohigrómetro con certificado PL-TH161-24-7.

12. OBSERVACIONES:

La incertidumbre expandida de medición reportada es la incertidumbre estándar de medición, multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

La incertidumbre expandida declarada en el presente certificado ha sido estimada siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida", primera edición, 2008, del Centro Español de Metrología (CEM).

Se colocó en el equipo la etiqueta de calibración de Paz Laboratorios S.R.L. identificada con N° **02153**

(*) Información proporcionada por el cliente.

(**) Información tomada del manual del equipo.

"ES UNO INSERIDO EN ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE BELLO RACIONADO CONFORME A LEY"

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PL - FQ034 - 25 - 2

Página 3 de 3

13. TOMA DE DATOS DEL AJUSTE:

Valor certificado (NTU)	Lectura del instrumento (FNU)	
	Antes del ajuste	Después del ajuste
10,01	9,01	9,98
20,0	18,92	20,00
100	80	99
800	660	801

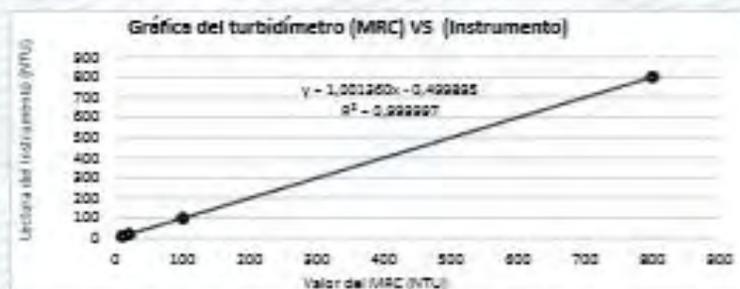
14. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN:

Valor certificado (NTU)	Lectura del instrumento (NTU)	Error (NTU)	Incertidumbre (NTU)
10,01	9,98	-0,03	0,09
20,0	20,00	0,00	0,16
100	99	-1	2
800	801	1	6

Nota 1: Los valores de lectura del instrumento son el promedio de diez mediciones.

Nota 2: Considerar que 1 NTU es equivalente a 1 FNU.

15. GRÁFICA DE LOS RESULTADOS DE CALIBRACIÓN:



“EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY”

Anexo 23. Casuística de los resultados obtenidos *in situ* y en laboratorio.

LUGAR	punto	Caudal	Hora	T° del agua	Δ T°	T° Ambiente	C.E	Turbidez	Color	ST	SS	pH	OD	%sat OD	DBO	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁼	SO ₄ ⁼	Cl ⁻	Cloro Residual	CT	CTI	E. coli	E. faecalis	Salmonella spp	Pseudomona spp
Unidad		ml/s		°C	°C	°C	µS/cm	NTU	UCV PT/Co	mg/L	mg/L	mg/L	%sat	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NMP/100 mL	NMP/100 mL	NMP/100 mL	NMP/100 mL	NMP/100 mL	NMP/100 mL
Marcani	M1	125	6:50 a. m.	16	2.6	13.4	14465	19.1	10	8300	120	6.5	4.2	65.67	2.3	1.2	0.016	142	4038	0	0	0	0	0	0	2.1
Marcani	M2A		6:54 a. m.	16.8	3.9	12.9	12530	4.5	5	7250	80	6.6	4	63.86	2.5	1.2	0.013	140	3645	0	0	0	0	40	0	1.7
Marcani	M2D		16:20 pm	17.9	2.8	15.1	12650	4.7	5	7950	90	6.7	3.2	52.16	8.1	13	0.038	158	3692	0	28	21	60	600	0	40
Marcani	M3D	29	16:26 pm	17.7	3	14.7	13225	8.7	5	8200	100	6.7	3.7	60.31	3.2	4.8	0.025	156	3923	0	28	20	80	600	0	430
Marcani	M3A		7:00 a.m																		7	4	20	60	0	1.7
Aguas calientes	C1	299	7:41 a.m	49.5	29	20.5	7645	16	0	4050	80	6.6	1.3	39.56	2.2	1.2	0.032	798	1923	0	0	0	0	0	0	11
Aguas calientes	C2A		7:46 a. m	31.9	13.2	18.7	7495	2.5	0	4400	70	7.3	1.5	34.22	2.9	0.6	0.045	939	2077	0	20	11	30	200	0	15
Aguas calientes	C2D		17:50 pm	30.9	19.6	11.3	7900	3.4	0	4550	90	7.2	1.5	33.64	10.3	1.7	0.059	844	1961	0	39	28	80	250	0	43
Aguas calientes	C3D	128	17:56 pm	30.2	19	10.8	7860	3.2	0	3600	80	7.3	1.7	37.48	8.4	1.9	0.048	814	2092	0	64	28	100	360	0	240
Aguas calientes	C3A		7: 51 a.m																		23	20	60	180	0	20
Uyurmiri	U1	111	7:32 a.m	36.6	17	19.6	4440	18.1	0	3450	180	6.8	1.3	30.92	2.8	1.24	0.018	1280	331	0	0	0	0	0	0	9.2
Uyurmiri	U2A		7: 35 a.m	28.7	10.5	18.2	4490	3.8	0	3250	150	7.4	1.7	35.37	2.9	0.93	0.025	1136	362	0	900	700	220	400	0	79
Uyurmiri	U2D		17:10 p.m	28.1	13.5	14.6	4535	4.1	0	3400	170	7.3	1.7	34.76	7.2	12.4	0.014	1101	346	0	1100	900	350	800	0	240
Uyurmiri	U3D	41	17: 17 p.m	27.7	15	12.7	4590	4.6	0	3410	170	7.4	1.8	36.8	4.3	4.62	0.023	1100	346	0	2100	1700	760	1300	0	460
Uyurmiri	U3A		7: 40 a.m																		1400	1200	560	1100	0	94

Anexo 24. Panel fotográfico.

Figura 14. Piscina del Centro recreacional de Uyumiri.



Figura 15. Piscina del Centro recreacional de aguas calientes



Figura 16. Piscina del centro recreacional de Marcani



Figura 17. Toma de muestra de agua



Figura 18. Fijación de OD



Figura 19. Medición de parámetros *in situ*





Figura 20. Preservación y etiquetado de muestras



Figura 21. Vista de ducha, servicios Higiénicos y vestuarios del centro recreacional de Uyumiri



Figura 22. Vista de ducha, servicios Higiénicos y vestuarios del centro recreacional de Aguas Calientes



Figura 23. Vista frontal del área de primeros auxilios y seguridad – Aguas Calientes.



Figura 24. Panel de reglamentos del centro recreacional de Aguas Calientes.





Figura 25. Manejo de Residuos sólidos – Aguas calientes.



Figura 26. Vista de servicios higiénicos, ducha y vestuarios del centro mineromedicinal de Marcani.



Figura 27. Área de tópicos del centro mineromedicinal de Marcani



Figura 28. Reglamentos y recomendaciones del centro mineromedicinal de Marcani.







Figura 29. Manejo de Residuos Sólidos – Marcani.



Figura 30. Vista de las piscinas con presencia de Bañistas – Aguas Calientes



Figura 31. Vista de las piscinas con presencia de bañistas – Uyurmiri.



Figura 32. Vista de las piscinas con presencia de bañistas – Marcani



Figura 33. Análisis de parámetros físicoquímicos.

