

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANANTIALES DEL ÁREA DE INFLUENCIA
DIRECTA DEL BOTADERO EL GUAYAO, CELENDÍN, CAJAMARCA-2024**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR LA BACHILLER

EVELIN JANETH QUIROZ ATALAYA

ASESOR

Ing. M Cs. GIOVANA ERNESTINA CHÁVEZ HORNA

CAJAMARCA – PERÚ


2026



CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
EVELIN JANETH QUIROZ ATALAYA
DNI N° 72541716
Escuela Profesional/Unidad UNC:
DE INGENIERÍA AMBIENTAL
2. Asesor:
ING° M. Cs. GIOVANA ERNESTINA CHÁVEZ HORNA
Facultad/Unidad UNC:
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
3. Grado Académico o título profesional:
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título del trabajo de investigación:
"CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANANTIALES DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL BOTADERO EL GUAYAO, CELENDÍN, CAJAMARCA-2024"
6. Fecha de evaluación: 09/08/2025
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (ORIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 7%
9. Código documento:
10. Resultado de la evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha de Emisión: 29/05/2026

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 ING° M. Cs. GIOVANA ERNESTINA CHÁVEZ HORNA DNI: 40432609

*En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS


En la ciudad de Celendín, a los doce días del mes de marzo del año dos mil veintiséis, se reunieron en el aula 102 de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental - Sede Celendín, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 056-2026-FCA-UNC, de fecha 12 de enero del 2026**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: "**CALIDAD DEL AGUA DE LOS MANANTIALES DEL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL BOTADERO EL GUAYAO, CELENDÍN, CAJAMARCA - 2024**", realizada por la Bachiller **EVELIN JANETH QUIROZ ATALAYA** para optar por el Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**.

A las **NUEVE** horas con **DIEZ** minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el presidente del Jurado anunció la **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD** con calificativo de **QUINCE (15)** por tanto, el Bachiller queda expedido para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**.

A las **DIEZ** horas y **QUINCE** minutos del mismo día, el presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.



Ph.D. Manuel Roberto Roncal Rabanal
PRESIDENTE



Ing° M. Cs. Edgar Darwin Díaz Mori
SECRETARIO



Ing. M. Cs. Adolfo Máximo López Aylas
VOCAL



Ing° M. Cs. Giovana Ernestina Chávez Horna
ASESOR

COPYRIGHT © 2026 by
EVELIN JANETH QUIROZ ATALAYA
Todos los derechos reservados

DEDICATORIA

A mi hija, Jazmín Aitana Quispe Quiroz, quien con su sonrisa y alegría me ha inspirado a seguir adelante en los momentos más difíciles. Tu presencia es el motor que impulsa mis logros.

A mis padres, Pacífico Quiroz Flores y Enedina Nilda Atalaya Cruz, por su apoyo incondicional, por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia, y por ser siempre mi ejemplo a seguir. Este trabajo es un reflejo de su dedicación y amor.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más profundo agradecimiento a mi pareja, Salatiel Quispe Pérez, por su constante apoyo, comprensión y motivación a lo largo de este camino académico. Tu compañía y aliento han sido fundamentales en la culminación de este trabajo.

A mis hermanos, Eber Jhonatan Quiroz Atalaya y Yola Magali Quiroz Atalaya, por su apoyo inquebrantable y por estar siempre presentes, brindándome ánimo en cada etapa de este proceso. Su confianza en mí ha sido una fuente constante de fortaleza.

A mi asesora, Ing. M Cs. Giovanna Ernestina Chávez Horna, por su invaluable guía, experiencia y dedicación durante el desarrollo de esta tesis. Su conocimiento y orientación han sido esenciales para alcanzar los objetivos de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
CAPÍTULO 1.....	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II.....	3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Antecedentes de la Investigación	3
2.2. Bases Teóricas.....	8
2.2.1. Aguas subterráneas: acuíferos	8
2.2.2. Manantiales como agua subterránea.....	11
2.2.3. Calidad del agua.....	12
2.2.4. Determinación del índice de calidad ambiental	13
2.2.5. Lixiviados de un relleno sanitario	15
2.2.6. Movimiento de lixiviados de un relleno sanitario.....	17

2.2.7. Descripción botadero el Guayao de Celendín.....	18
2.3. Definición de Términos Básicos	22
2.3.1. Calidad del agua.....	22
2.3.2. Lixiviado de un relleno sanitario.....	22
2.3.3. Índice de calidad del agua.....	22
CAPÍTULO III.....	23
MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1. Localización de la Investigación	23
3.2. Fuentes, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	30
CAPÍTULO IV.....	37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1. Parámetros de calidad del agua de las fuentes de agua, ubicadas antes y después del botadero El Guayao, Celendín.	37
4.2. Índice de calidad ambiental, de las fuentes de agua, ubicadas antes y después del botadero el Guayao, Celendín – Cajamarca.....	53
4.3. Comparación de los valores de los parámetros físicos y químicos y microbiológico de las fuentes de agua, con los estándares de calidad del agua categoría 3 – D1.....	55
CAPÍTULO V.....	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
5.1. Conclusiones	58

5.2. Recomendaciones.....	59
CAPÍTULO VI.....	60
REFERENCIAS.....	60
CAPÍTULO VII	71
ANEXOS	71
Anexo 1. Datos de las 12 repeticiones y cálculo del ICARHS del manantial antes del botadero (PM-01).....	72
Anexo 2. Datos de las 12 repeticiones y cálculo del ICARHS del manantial después del botadero (PM-02)	74
Anexo 3. Datos de las 12 repeticiones y cálculo del ICARHS del manantial después del botadero (PM-03)	76
Anexo 4. Fotos de la libreta de campo	78
Anexo 5. Informes de laboratorio	81
Anexo 6. Panel fotográfico.....	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valoración del ICARHS	15
Tabla 2 Composición de referencia de un lixiviado	17
Tabla 3 Valoración del ICARHS	36
Tabla 4 Calidad del agua de las fuentes de agua del área de influencia del botadero el Guayao	37
Tabla 5 Análisis de la varianza ANOVA del pH.....	39
Tabla 6 Análisis ANOVA para el oxígeno disuelto.....	40
Tabla 7 Análisis ANOVA para la DQO en los puntos de monitoreo	42
Tabla 8 Análisis ANOVA para el aluminio en los puntos de monitoreo.....	44
Tabla 9 Análisis ANOVA para el hierro.....	46
Tabla 10 Análisis ANOVA para el manganeso	47
Tabla 11 Análisis ANOVA para el cadmio	49
Tabla 12 Análisis ANOVA para el plomo	51
Tabla 13 Análisis ANOVA de los coliformes termotolerantes	52
Tabla 14 Índice de calidad ambiental de las fuentes ubicadas antes y después del botadero el Guayao	53
Tabla 15 Comparación con los estándares de calidad ambiental categoría 3 – D1	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tipos de acuíferos	10
Figura 2 Tipos de manantiales	12
Figura 3 Plano del botadero Celendín.....	21
Figura 4 Afloramiento de rocas sedimentarias de la Formación Celendín (Ks-c) en el área de influencia del botadero El Guayao.....	25
Figura 5 Ubicación de la investigación.....	26
Figura 6 Mapa hidrológico	27
Figura 7 Mapa geológico	28
Figura 8 Manantial 1	30
Figura 9 Manantial 2.....	31
Figura 10 Manantial 3.....	32
Figura 11 EPP y material de muestreo adecuado	32
Figura 12 Muestreo (a), preservación (b) e etiquetado (c) de muestras	33
Figura 13 Envío de muestras al laboratorio	34
Figura 14 Medición de parámetros de campo.....	34
Figura 15 Potencial de hidrógeno en los puntos de monitoreo.....	38
Figura 16 Oxígeno disuelto en los puntos de monitoreo	39
Figura 17 Demanda química de oxígeno (DQO) (mg/L) en los puntos de monitoreo	42
Figura 18 Aluminio en los puntos de monitoreo	43
Figura 19 Hierro en los puntos de monitoreo	45
Figura 20 Manganeso en los puntos de muestro.....	46
Figura 21 Cadmio en los puntos de monitoreo	48
Figura 22 Plomo en los puntos de monitoreo	50
Figura 23 Media de los coliformes termotolerantes (CTT) en los puntos de monitoreo.....	51

RESUMEN

La inadecuada gestión del botadero de residuos sólidos El Guayao, en el distrito de Celendín (Cajamarca), evidencia influencia en la calidad de los manantiales ubicados en su área de influencia directa, utilizados para el riego de vegetales. Con el objetivo de determinar la calidad del agua y el índice de calidad ambiental, se realizó un monitoreo comparativo en tres puntos: PM-01, ubicado antes del botadero; PM-02, ubicado después del botadero a una distancia cercana; y PM-03, ubicado después del botadero a una distancia lejana, realizándose 12 muestreos por punto. Los parámetros fisicoquímicos in situ fueron medidos con equipo multiparámetro y los metales pesados, DQO y coliformes termotolerantes fueron analizados en laboratorio acreditado. En el PM-01 no se detectaron metales pesados; sin embargo, la DQO (71.72 mg/L) y los coliformes (1301.87 NMP/100 mL) superaron los ECA categoría III. El PM-02 presentó la mayor afectación, con aluminio (5.50 mg/L), manganeso (0.787 mg/L), cadmio (0.012 mg/L), plomo (0.165 mg/L), DQO (211.61 mg/L), coliformes (11832.13 NMP/100 mL) y oxígeno disuelto reducido (3.61 mg/L), excediendo diversos estándares ambientales. En el PM-03 no se detectó cadmio y los metales no superaron los límites establecidos; no obstante, la DQO (126.93 mg/L) y los coliformes (6092.08 NMP/100 mL) continuaron excediendo los ECA. El índice de calidad ambiental fue 94.43 (bueno) en PM-01, 63.13 (malo) en PM-02 y 77.73 (regular) en PM-03, evidenciando deterioro de la calidad del agua asociado a la influencia directa del botadero.

Palabras clave: botadero, área de influencia, calidad del agua, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

ABSTRACT

The inadequate management of the El Guayao solid waste dumpsite, located in the district of Celendín (Cajamarca), shows an influence on the quality of the springs located within its direct area of influence, which are used for vegetable irrigation. In order to determine water quality and the environmental quality index, a comparative monitoring was conducted at three points: PM-01, located before the dumpsite; PM-02, located after the dumpsite at a short distance; and PM-03, located after the dumpsite at a greater distance, with 12 samplings performed at each point. In situ physicochemical parameters were measured using a multiparameter device, while heavy metals, COD, and thermotolerant coliforms were analyzed in an accredited laboratory. At PM-01, no heavy metals were detected; however, COD (71.72 mg/L) and coliforms (1301.87 MPN/100 mL) exceeded the Category III Environmental Quality Standards (EQS). PM-02 showed the highest level of contamination, with aluminum (5.50 mg/L), manganese (0.787 mg/L), cadmium (0.012 mg/L), lead (0.165 mg/L), COD (211.61 mg/L), coliforms (11832.13 MPN/100 mL), and reduced dissolved oxygen (3.61 mg/L), exceeding several environmental standards. At PM-03, cadmium was not detected and metal concentrations did not exceed the established limits; however, COD (126.93 mg/L) and coliforms (6092.08 MPN/100 mL) continued to exceed the EQS. The environmental quality index was 94.43 (good) at PM-01, 63.13 (poor) at PM-02, and 77.73 (fair) at PM-03, demonstrating deterioration in water quality associated with the direct influence of the dumpsite.

Keywords: dumpsite, influence area, water quality, physicochemical and microbiological parameters.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos constituyen uno de los mayores problemas medioambientales a nivel mundial, ya que su generación descontrolada y su disposición inadecuada afectan gravemente los ecosistemas y la calidad de vida de las personas. A nivel global, se estima que los residuos sólidos podrían incrementarse en un 70 % en los próximos 30 años, pasando de 2010 a 3400 millones de toneladas, debido al crecimiento poblacional y la urbanización acelerada. Sin una adecuada gestión en rellenos sanitarios (Banco Mundial, 2018).

Aunque los rellenos sanitarios representan una solución técnica para la disposición final de residuos, su eficacia depende de una planificación adecuada y del cumplimiento de criterios técnicos. La ausencia de suelos de baja permeabilidad y de materiales aislantes apropiados puede generar contaminación de aguas subterráneas y superficiales, ocasionando impactos ambientales y sociales negativos (Ulca, 2006, p. 2).

En Latinoamérica, más del 50 % de los residuos se dispone a cielo abierto y, en el Perú, más del 40 % termina en botaderos, lo que agrava los problemas de salud pública, sociales y

ambientales (Mendoza Colos, 2022). Además, estos botaderos generan lixiviados que, al infiltrarse en el suelo o escurrir hacia cuerpos de agua, representan una amenaza ambiental significativa debido a su alta carga contaminante (Ñahui y Acosta, 2021, p. 14).

La calidad del agua es un factor crítico para la salud pública y el medio ambiente, especialmente en zonas afectadas por la disposición inadecuada de residuos sólidos, donde los lixiviados generados pueden infiltrarse en el suelo y contaminar fuentes de agua, alterando sus características físico-químicas y microbiológicas, con impactos negativos en la salud humana y la biodiversidad (Baderna et al., 2011, p. 604). De León et al. (2015) analizaron la influencia de un relleno sanitario en aguas naturales circundantes y detectaron altos niveles de contaminantes, incluidos metales pesados, concluyendo que el manejo inadecuado de lixiviados representa una fuente significativa de contaminación para el agua y el suelo.

En Celendín, el botadero El Guayao ha superado su vida útil y enfrenta la saturación total de sus celdas, además de la inoperatividad de sistemas de control de gases y lixiviados. Esto podría estar alterando los acuíferos subterráneos locales, generando riesgos para la calidad del agua y la salud pública. La urgencia de una intervención técnica es innegable, lo que lleva a formular la pregunta: ¿Cuál es la calidad del agua de los manantiales del área de influencia directa del botadero El Guayao, Celendín, Cajamarca-2024?

En este contexto, el estudio tuvo como objetivo general determinar la calidad del agua de los manantiales ubicados en el área de influencia directa del botadero El Guayao, en Celendín, Cajamarca (2024). Para ello, se plantearon como objetivos específicos: determinar los parámetros de calidad del agua en las fuentes ubicadas antes y después del botadero; calcular el índice de calidad ambiental de dichas fuentes; y comparar los valores de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos con los ECAs para agua categoría III.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes de la Investigación

Polo y Guevara (2001) realizaron el diagnóstico de la contaminación de acuíferos por efecto de los lixiviados generados en el vertedero de desechos sólidos la Guásima, Municipio Libertador, Estado Carabobo, se basaron en las características físicas geográficas del área y de los resultados del análisis de la calidad del agua subterránea muestreada en pozos de observación implementados para ese fin. Obtuvieron resultados que el agua de pozos ubicados aguas abajo del vertedero, mostró altas concentraciones de elementos, tales como manganeso y aluminio, mientras que para el hierro este comportamiento fue tanto en los pozos ubicados aguas arriba, como dentro del mismo; también se evidenció la presencia de coliformes fecales y totales, sulfuro de hidrógeno y pesticidas organoclorados en las muestras analizadas en los pozos mencionados. Concluyeron que probablemente se están movilizando contaminantes provenientes de los lixiviados del vertedero hacia las aguas subterráneas en el sector (p. 2).

De León et al., (2015) realizaron la investigación sobre la calidad de las aguas naturales afectadas por la contaminación de los lixiviados originados en el relleno sanitario municipal (RSM) de Linares (Nuevo León), México, monitorearon aguas superficiales (presa) y aguas subterráneas (pozos de agua) teniendo en consideración normas nacionales e internacionales (NOM, WHO, US EPA). Obtuvieron resultados de concentraciones de contaminantes de las fuentes aledañas al RSM: NO_3^- (>10 mg/L), Pb (>10 $\mu\text{g/L}$), Mn (>150 $\mu\text{g/L}$), Fe (>300 $\mu\text{g/L}$). Concluyeron que existe deficiencias en el manejo y depósito final de los residuos sólidos municipales, cuya gestión de lixiviados es nula. En particular, identificaron altas concentraciones de NO_3 , Pb, Mn y Fe en el agua subterránea y en escurrimientos superficiales que generan una importante contaminación del suelo y del agua, aspecto muy relevante si las personas de la región consumen agua contaminada procedente de pozos que puede ocasionar efectos nocivos en su salud (p. 514).

Izquierdo Upiachihua (2016) evaluó la calidad del agua de cuatro fuentes de agua, ubicadas en el área de influencia del botadero municipal de la ciudad de Yurimaguas, región Loreto, y la posible contaminación que puede estar causando los lixiviados, consideró algunos indicadores como: nitratos, bicarbonatos, temperatura, pH, oxígeno disuelto, cadmio, cromo, plomo DBO, DQO, coliformes totales, coliformes termotolerantes, lo comparó con los ECAs categoría 3; concluyó con respecto a los parámetros fisicoquímicos, que ninguno sobrepasa los valores establecidos en los ECAs; con respecto a los metales pesados el cromo y el plomo sobrepasan los ECAs, con respecto a los parámetros microbiológicos todos los parámetros exceden los ECAs; en el caso de la DBO determinó que en 3 fuentes se sobrepasa los ECAs y en el caso de la

DQO se excede en las 4 fuentes de agua; por lo tanto, determinó que en las fuentes de agua no se está cumpliendo con los ECAs categoría 3 (p.XI).

Benavides Barrrios (2019) identificó la influencia del arroyo León, Barranquilla, que recibe las descargas pluviales de la zona y la escorrentía de aguas de un antiguo relleno sanitario, en la calidad del agua de la laguna Ciénega; para el estudio del arroyo utilizó el índice de calidad de agua (ICA) propuesto por el IDEAM, y para la laguna aplicó el índice de calidad marina (ICAM) propuesta por el INVERMAR; seleccionó 13 puntos de monitoreo a la largo del cauce del arroyo y 10 puntos dentro de la laguna, monitoreo parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Obtuvo resultados que indican que el arroyo, desde su origen y hasta la desembocadura, presenta un ICA entre 0,34 y 0,46, lo que indica que su calidad de agua está catalogada como “MALA”, aportando gran cantidad de materia orgánica; y de la laguna valores de ICAM entre 26,49 y 42,03, del total de las muestras analizadas el 50% presenta una calidad “pésima”, lo cual es un indicador del mal estado del cuerpo de agua. El 22% corresponde a estaciones con agua de calidad “inadecuada” y el 28% restante agua con calidad “aceptable”; mostrando la fuerte presiones sobre el entorno físico y natural circundante, tanto por el arroyo con las actividades antrópicas de su entorno (p. 8).

Mulato Pari (2021) analizó la calidad del agua en el área de influencia del ex botadero de residuos sólidos del centro poblado de Pampachacra, distrito de Huancavelica, la investigación se desarrolló en época de lluvia y evaluó los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en cuatro puntos de muestreo. Obtuvo los siguientes resultados: comparando con los ECAs para agua, los parámetros que exceden son la turbidez con 18.5, pH con 9.31, dureza total con un valor de 208 mg/L y coliformes

totales con un valor de 23000 NMP/100 mL. Concluyó que existe contaminación del agua en el ex botadero pues esta sobrepasa los Estándares de Calidad Ambiental para Agua tanto en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, por lo que no es apta para consumo humano (p. 9).

Ñahui y Acosta (2021) realizaron el estudio del efecto de la descarga de lixiviado del exbotadero El Edén en un cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, Provincia de Huancayo, realizaron un muestreo, las muestras para ensayos preliminares y muestras para la investigación en cinco oportunidades durante la temporada de estiaje; obtuvieron resultados de los parámetros que exceden a los límites máximos permisibles: demanda química de oxígeno (DQO) en promedio 171.1 mg/L, demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) en promedio 113.65 mg/L, y Hierro (Fe) en promedio 9.01 mg/L superando los límites máximos permisibles, significantes en el nivel del 5 %. Concluyeron que la descarga de lixiviado del exbotadero tiene efecto significativo en el cuerpo de agua adyacente (p. 11).

Pinto Paredes (2018) realizó la evaluación de la calidad del agua del río Chili en los sectores de Sachaca, Jacobo Hunter, Tiabaya y Uchumayo, con elevada contaminación por residuos sólidos, para el uso de riego de vegetales y bebidas de animales, lo realizó en la temporada húmeda y temporada seca; monitoreo parámetros in situ pH, Oxígeno Disuelto, Temperatura y Conductividad y ex situ Aceites y Grasas, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), DQO, Sulfatos, metales (aluminio, arsénico, boro, bario, cadmio, cromo, cobre, hierro, mercurio, manganeso, níquel, plomo y zinc), coliforme fecales o Termotolerantes, Coliformes Totales, Escherichia Coli y Huevos y Larvas de Helminto. Obtuvo resultados que en época húmeda solo en un punto de

monitoreo la DQO se encontró por encima del estándar y para los parámetros microbiológicos los coliformes totales no cumple, coliformes fecales y termotolerantes y *Escherichia Coli* si cumple. Concluyó que las aguas del río no son aptas para el regadío de la vegetación, ni consumo de bebida para animales (p. VI).

Vargas Mendoza (2021) analizó la variación espacio-temporal del ICA del río San Gabán-Carabaya-Puno, aplicó la metodología de la Autoridad Nacional del Agua, agrupando 14 parámetros físico-químicos, inorgánicos y microbiológicos, a partir de datos de monitoreos de la calidad del Agua en temporadas de avenida y estiaje; monitoreo en 6 puntos diferentes en el cauce del río. Concluyó que los ICARHS en la cuenca del río, dentro de su variación espacial y temporal, fluctúan entre 76 a 91, para la época de estiaje y para el periodo de avenidas, de igual manera entre 76 y 91. Dichos valores alcanzados permitió inferir que la calidad del agua está entre regular a bueno, para el período analizado, que fue de cinco (05) años (p. XI).

Llovera Carahuatay (2019) realizó la determinación del ICA del manantial de agua Azufre y una quebrada Azufre caserío el Pabellón, la Encañada, Cajamarca, que alimentan a un canal de riego, aplicó el ICA-PE, el monitoreo se realizó con frecuencia mensual durante los años 2016-2018, midió parámetros fisicoquímicos como temperatura, conductividad, pH, aceites y grasas, cianuro WAD, oxígeno disuelto, nitratos y metales totales. Los resultados de los parámetros evaluados fueron comparados con los ECA para agua categoría 3; en donde los parámetros que no cumplieron la normativa fueron el pH y oxígeno disuelto en CAQ-1, nitratos, oxígeno disuelto, manganeso, cobalto, selenio y cobre en CAQD-1, en base a la comparación de resultados cálculo el ICA. Obtuvo valores del ICA-PE que oscilan entre 94.52 y 96.34 para CAQ-1

y entre 88.03 y 95.14 para CAQD-1. Concluyó que los valores promedio del ICA-PE del agua de CAQ1 y CAQD-1 son calificados como excelente, y son aptas para fines agrícolas (p. 8).

Zegarra Chávez (2022) evaluó los parámetros físicos, químicos del agua de la quebrada Grande por efecto de la contaminación con lixiviados provenientes del botadero del distrito de Sucre, ubicó dos puntos de monitoreo antes y después del botadero, realizó 6 repeticiones en época seca y 6 en época húmeda; obtuvo resultados: el pH con un valor mínimo de 8.33 y un valor máximo de 8.50, oxígeno disuelto un valor mínimo de 6.2 mg/L y un valor máximo de 7,2 mg/L, DBO5 el valor antes del botadero fue de 1,09 mg/L y después fue de 1,32 mg/L; DQO antes del botadero fue de 3,27 mg/L y después del botadero fue de 3,97 mg/L. Concluyó que los resultados obtenidos no superaron los valores de los ECAs para agua de categoría III, por lo tanto, es aceptable para riego de vegetales y bebida de animales (p. XVI).

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Aguas subterráneas: acuíferos

El agua subterránea es aquella que se encuentra debajo de la superficie terrestre formando los acuíferos. Específicamente, se halla bajo el nivel freático y llena completamente los espacios porosos y fisuras del suelo. Este recurso hídrico puede emerger de manera natural a través de manantiales, áreas de escurrimiento, cauces de ríos o fluir hacia pozos y galerías mediante intervención humana. Su renovación es constante gracias al proceso de recarga, que proviene principalmente de las precipitaciones, pero también puede ser alimentado por el escurrimiento superficial, cursos de agua

superficiales (especialmente en regiones áridas), acuíferos cercanos o el retorno de ciertos usos, destacando especialmente el retorno de sistemas de riego (López et al., 2009, p. 14).

Los acuíferos son estructuras geológicas que albergan agua subterránea. Desde una perspectiva práctica, un acuífero debe tener la capacidad de retener y transportar agua en cantidades suficientes para que su explotación sea económicamente viable. Por ejemplo, las formaciones arcillosas pueden retener grandes volúmenes de agua, pero no permiten su fácil movimiento, por lo que no cumplen con los requisitos para ser considerados acuíferos. En esencia, un acuífero se comporta como un depósito de agua, donde se deben tener en cuenta aspectos como el flujo de entrada, el flujo de salida y su capacidad de almacenamiento y regulación (Fuentes, 1992, p. 6).

Vélez et al. (2011) clasificaron los acuíferos de acuerdo a las condiciones de presión hidrostática:

- **Acuíferos libres o no confinados.** tienen agua directamente expuesta a la atmósfera, llamada superficie freática, y su espesor saturado cambia con las precipitaciones, lo que hace que el espesor no saturado sea variable.
- **Acuíferos cautivos, a presión, confinados o artesianos.** No tienen superficie libre de agua, pero hay una superficie de presión llamada superficie piezométrica. A veces, la presión es tan alta que el agua se eleva por encima del terreno, creando pozos de agua saltante.
- **Acuíferos semiconfinados.** imitados por una capa semipermeable (acuitardo) en la base, el techo o ambos. Esta configuración permite que el agua fluya entre acuíferos separados por el acuitardo en respuesta a las diferencias en los niveles piezométricos entre ellos.

(p. 49-51).

Figura 1

Tipos de acuíferos



Fuente: (López et al., 2009, p. 18)

En lo que respecta a las aguas subterráneas de acuíferos profundos y confinados, generalmente son seguras desde el punto de vista microbiológico y químicamente estables, a menos que haya contaminación directa. No obstante, los acuíferos poco profundos o no confinados pueden estar en riesgo de contaminación debido a la influencia de prácticas agrícolas, sistemas de alcantarillado local y la disposición de residuos industriales, que pueden dar lugar a descargas o filtraciones contaminantes (OMS, 2006).

En numerosos países, especialmente en regiones áridas, los recursos hídricos subterráneos son de una importancia vital para el bienestar y la salud de la mayoría de la población, ya que suministran prácticamente la totalidad del agua necesaria para usos domésticos, agrícolas e industriales. Además, las aguas subterráneas respaldan diversos

ecosistemas que proporcionan una amplia gama de beneficios y servicios a la población. Por tanto, la gestión integral de estos ecosistemas y recursos naturales se convierte en un elemento esencial para preservar nuestro planeta. Es fundamental que la gestión de humedales vinculados a las aguas subterráneas, al igual que otros tipos de humedales, esté estrechamente relacionada con la gestión de los recursos hídricos (Ramsar, 2010, p. 9).

2.2.2. *Manantiales como agua subterránea*

Punto de salida de agua subterránea hacia la superficie terrestre, donde el agua fluye de manera continua o intermitente debido a la saturación del acuífero (la formación geológica subterránea que almacena el agua) en ese punto específico. Los manantiales son el resultado de la interacción entre la topografía y la geología de una región. La presión del agua acumulada en el acuífero provoca que el agua subterránea salga a la superficie, creando una fuente de agua visible (Vélez et al., 2011, p. 65).

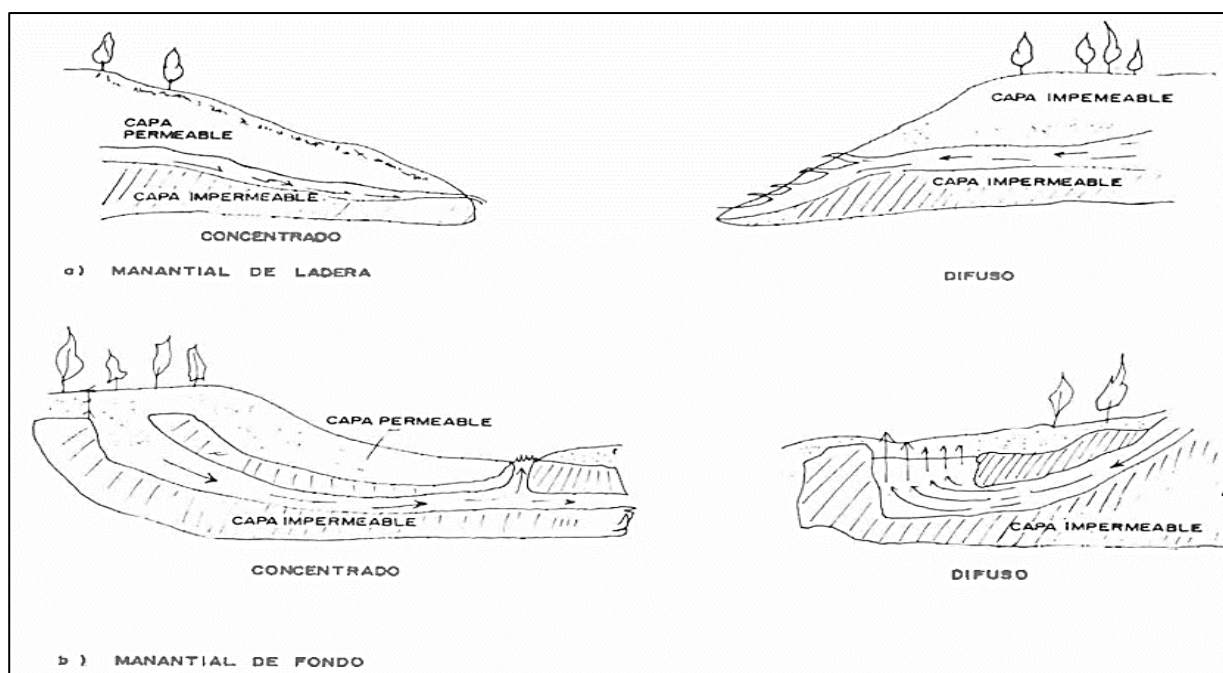
Paliou y Gornitzky (2011): clasifican los manantiales en manantial de ladera y de fondo

Manantiales de ladera. Se generan por el flujo gravitacional del agua a través de un sustrato impermeable, emergiendo en laderas de cerros. Son frecuentes en la región altoandina y se emplean como recurso hídrico para abastecimiento rural, los manantiales de ladera se subdividen en. *Concentrados*, cuando el agua brota en un punto específico y definido. *Difusos*, cuando el agua emerge de manera dispersa en un área más amplia, generando sectores anegados conocidos en la región andina como vegas o ciénegos (Paliou y Gornitzky, 2011, p. 17).

Manantiales de fondo. Se caracterizan por la emergencia ascendente del agua en zonas bajas o fondos de valles, generalmente asociada a acuíferos confinados que ejercen presión para que el agua alcance la superficie. Al igual que los manantiales de ladera, estos pueden clasificarse en *Concentrados*, cuando el agua surge de un punto localizado. *Difusos*, cuando el agua emerge de forma dispersa, cubriendo un área más extensa (García Rodríguez, 2021, p. 5).

Figura 2

Tipos de manantiales



Fuente: (Pittman, s.f., p. 7)

2.2.3. Calidad del agua

La calidad del agua se define como el conjunto de características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas que determinan la composición y condición del agua en función de su adecuación para un uso específico. Se establece midiendo parámetros que analizan aspectos como la presencia de sólidos disueltos y suspendidos, conductividad

eléctrica, acidez, alcalinidad, dureza, presencia de microorganismos patógenos, concentración de nutrientes, oxígeno disuelto, metales pesados, contaminantes químicos y otros compuestos que pueden afectar la potabilidad del agua y su idoneidad para actividades recreativas, industriales, agrícolas o ecológicas (Doménech, 2002, p. 141).

Sierra (2011) menciona que calidad del agua se puede definir como:

- Un conjunto de medidas y características que evalúan las concentraciones y propiedades de sustancias orgánicas e inorgánicas.
- La composición y el estado de la vida acuática en ese cuerpo de agua. Esta calidad varía en función de factores tanto externos como internos al cuerpo de agua, y estas variaciones pueden ser tanto espaciales como temporales (p. 47)

En el Perú, la calidad del agua se evalúa al comparar los resultados de varios aspectos físicos, químicos y biológicos con los valores establecidos en el ECA-Agua, dependiendo de la categoría del cuerpo de agua. Esto determina si cumple o no con los estándares, identificando solo los aspectos críticos y sus concentraciones correspondientes. Sin embargo, esta evaluación no proporciona una clara categorización de la calidad del agua, es decir, si es excelente, buena, regular, mala o muy mala (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2020, p. 4).

2.2.4. Determinación del Índice de Calidad Ambiental

Para la determinación del índice de calidad ambiental, la ANA (2020) especifica el siguiente procedimiento:

- Se procede a identificar la categoría del agua de acuerdo a los estándares de calidad ambiental-agua, con los cuales se llevará a cabo la comparación.

- Se realiza la determinación de tres factores: F1 alcance, F2 frecuencia y F3 amplitud; donde F1 refleja la cantidad de parámetros de calidad que no satisfacen los valores definidos en los ECAs; F2 indica la cantidad de información que no se ajusta a las regulaciones ambientales establecidas en el ECA-Agua; F3 corresponde a una evaluación de la discrepancia presente en los datos, calculada a través de la suma normalizada de los excesos, es decir, los valores que sobrepasan la norma, con relación al total de datos disponible. Se calculan con las siguientes formulas:

$$F1 = \frac{\text{número de parámetros que no cumplen con los ECA - agua}}{\text{número total de parámetros a evaluar}}$$

$$F2 = \frac{\text{número de parámetros que NO cumplen el ECA - agua de los datos evaluados}}{\text{número total de datos evaluados}}$$

$$F3 = \left(\frac{\text{suma normalizada de excedentes}}{\text{suma normalizada de excedentes} + 1} \right) * 100$$

- Una vez que se han calculado los factores, se procede a determinar el índice mediante la siguiente fórmula:

$$ICARHS = 100 - \left(\sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{1,732}} \right)$$

- Una vez calculado el ICARHS se interpreta la calificación:

Tabla 1*Valoración del ICARHS*

ICA-PE	Calificación	Interpretación
95 – 100	Excelente	La calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.
80 – 94	Bueno	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
65 – 79	Regular	La calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
45 – 64	Malo	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento.
0 - 44	Pésimo	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan previo tratamiento.

Fuente: (CCME, 2001, como se citó en ANA, 2020, p. 20)

2.2.5. Lixiviados de un relleno sanitario

Son fluidos resultantes de la descomposición de la materia orgánica en un módulo de relleno sanitario, botadero, así como a aquellos que surgen debido a la infiltración del

agua de lluvia. Este líquido, al pasar a través de la masa de residuos sólidos, disuelve, extrae y transporta los diversos componentes sólidos, líquidos o gaseosos que se encuentran en los residuos dispuestos (Corona, 2008, p. 12).

En su estudio, Sandoval (2017) hace referencia a una serie de efectos perjudiciales que los lixiviados pueden tener sobre los seres humanos.

- Los compuestos orgánicos volátiles presentes en los lixiviados generados por un relleno sanitario húmedo pueden tener efectos perjudiciales, principalmente en el sistema nervioso y el gastrointestinal, con posibles consecuencias cancerígenas y teratogénicas.
- Los metales que se encuentran en los lixiviados liberados durante la descomposición de los residuos sólidos orgánicos en un relleno sanitario húmedo pueden tener impactos negativos significativos. La exposición prolongada a metales pesados puede ocasionar daños en el hígado, los riñones y el sistema cardiovascular, así como enfermedades neurológicas.
- Los alcoholes presentes en los lixiviados durante la descomposición de los residuos sólidos orgánicos en un relleno sanitario húmedo pueden provocar malformaciones congénitas, mutaciones y efectos cancerígenos.
- Por otro lado, los compuestos orgánicos sintéticos en los líquidos lixiviados formados en rellenos sanitarios húmedos pueden causar daños en el sistema respiratorio, reproductor y nervioso.

La composición de los lixiviados puede fluctuar significativamente dependiendo del tipo de residuos, las cantidades de lluvia en la zona, las tasas de descomposición química y otras condiciones locales, incluyendo el material impermeable empleado. Sin

embargo, todos los lixiviados comparten la característica de contener una concentración considerable de materia orgánica (Corona, 2008, p. 12).

Tabla 2

Composición de referencia de un lixiviado

Parámetros	Unidades	Lixiviado joven <5 años		Lixiviado intermedio 5-10 años		Lixiviado maduro > 10 años	
		Max	Min	Max	Min	Max	Min
		pH	Unidades	8.26	7.77	8.5	7.6
CE	mS/cm	36.7	27.1	23.5	16.2	20.6	11.6
AGV	meq/L	295	70	100	50	62.5	45
AT	mg CaCO ₃ /L	36300	12400	10746	7344	8694	1689
DT	mg CaCO ₃ /L	4324	1251	1863	866	2700	400
DBO ₅	mg O ₂ /L	13391	1171	1594	496	935	165
DQO	mg O ₂ /L	25455	9181	6638	3673	2197	1105
COT	mg COT/L	7840	3531	3025	1240	999	415
ST	mg/L	33796	17673	17950	10596	9345	5472
SDT	mg/L	33703	17041	17775	10473	8877	5382
NTK	mg N-NTK/L	2492	2184	2072	1204	1095	9.2
NH ₃ Libre	mg NH ₃	1090	187	787	237	257	4.1
N Amoniacal	mg N-NH ₄ /L	2184	1050	1848	1008	956	9.2
Cl	mg Cl/L	4200	2121	3099	1398	2420	800

Fuente: (Torres et al., 2014)

2.2.6. *Movimiento de lixiviados de un relleno sanitario*

El flujo de lixiviados es el desplazamiento de líquidos contaminados a través de los materiales de un relleno sanitario que contiene residuos peligrosos. Este movimiento puede ser provocado por la infiltración de agua de lluvia, la presión interna derivada de la descomposición de los residuos o la compactación de los mismos. Debido a que estos líquidos pueden contener sustancias tóxicas y compuestos químicos peligrosos, su

manejo adecuado es fundamental para prevenir la contaminación del suelo y del agua subterránea. (Martínez, 2005, p. 26).

Para evitar la migración de lixiviados hacia el suelo y los acuíferos en rellenos sanitarios, se implementan sistemas de recolección conformados por pozos perforados estratégicamente y redes de tuberías, diseñados para capturar y canalizar los lixiviados generados por los residuos. Estos líquidos contaminados son conducidos hacia puntos de extracción centralizados y posteriormente enviados a tanques de almacenamiento o plantas de tratamiento, garantizando su gestión segura y minimizando riesgos de contaminación ambiental, especialmente sobre las aguas subterráneas y el entorno inmediato (Alcázar, 2016, p. 23-25).

2.2.7. Descripción botadero el Guayao de Celendín

2.2.7.1. Tiempo de funcionamiento

En 1999, el gobierno local, en colaboración con instituciones como CEDEPAS, SNV y CARE PE, promovió el proyecto sistema integral de gestión de residuos sólidos (SIGRES), que tenía como objetivo principal el diseño e implementación de un parque para el tratamiento de residuos sólidos mediante la construcción de un relleno sanitario. Este proyecto se concretó en el año 2000, desde entonces, ha estado en funcionamiento continuo durante 25 años, hasta la actualidad (2025).

2.2.7.2. Vida útil

La vida útil planificada para las celdas de compactación, según el proyecto SIGRES (2001), era alcanzar su capacidad máxima en un período de 10 años, como se detalla en el informe de Alva et al. (2004). Sin embargo, el proyecto consideró la

posibilidad de extender esta vida útil a 20 años mediante la disposición de residuos en un segundo nivel.

Adicionalmente, Alva et al. (2004) señalaron que una gestión eficiente de los residuos sólidos orgánicos, con tasas de aprovechamiento del 37.43%, 50.00%, 75.00% y 100%, habría permitido extender la vida útil del relleno sanitario a 13.40, 14.03, 15.30 y 16.57 años, respectivamente. No obstante, debido a la ausencia de una gestión eficaz de estos residuos, la vida útil inicialmente proyectada ha sido superada.

2.2.7.3. Volumen de residuos colocados

La estimación del volumen de residuos dispuestos en el relleno sanitario se ve afectada por la falta de compactación de los residuos debido a la ausencia de maquinaria especializada y la aplicación insuficiente de la capa de cobertura de tierra, cuyo espesor debería ser de entre 0.10 y 0.30 metros. Estas deficiencias dificultan una medición precisa del volumen. Según Rabanal (2015), la falta de compactación y cobertura adecuada afecta la estimación del volumen de residuos, mientras que Alva et al. (2004) calcularon que las celdas alcanzarían su capacidad máxima de 11,514.82 metros cúbicos por celda para el año 2011.5, basándose en la densidad de los residuos y la capacidad de retención de las celdas.

2.2.7.4. Aislamiento de lixiviados

En los primeros años de operación, el vertedero contaba con un sistema de colectores y una poza de lixiviados operativa. Sin embargo, debido a la acumulación de residuos y la falta de gestión adecuada, estos sistemas sufrieron un deterioro significativo. Según Rabanal (2013), la poza de lixiviados nunca llegó a funcionar adecuadamente, lo

que generó incertidumbre sobre los impactos en los acuíferos subterráneos. Actualmente, se observa obstrucción generalizada en el vertedero y la emergencia de lixiviados hacia la superficie, fenómeno conocido como "eflorescencia de lixiviados", lo que aumenta el riesgo de contaminación de recursos hídricos subterráneos.

2.2.7.5. Forma de cobertura

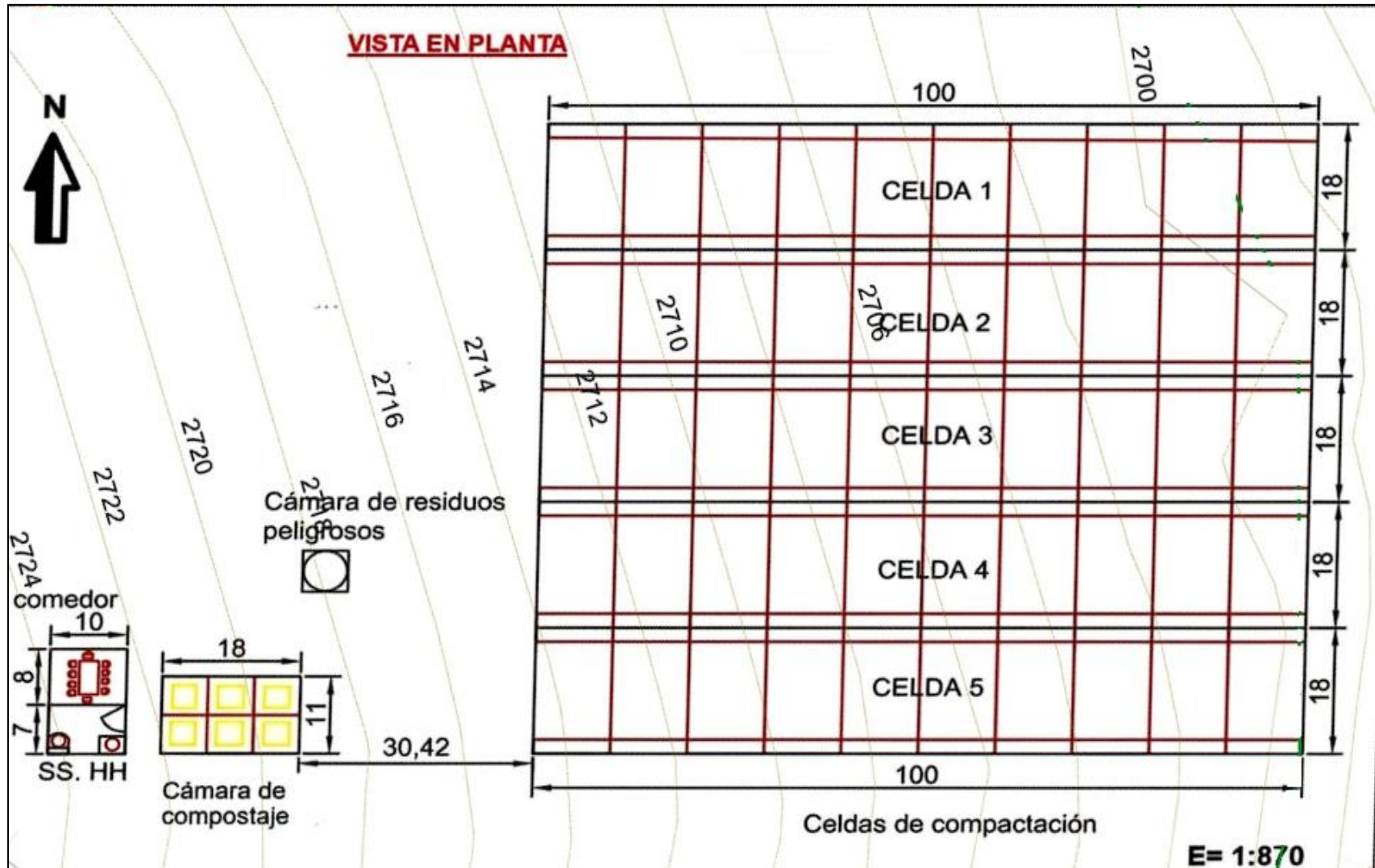
La cobertura diaria de los residuos sólidos en el vertedero debía realizarse con una capa de tierra de 0.30 metros de espesor, obtenida de la tierra excavada. Sin embargo, según Rabanal (2013), esta operación no se ejecutó de manera eficiente. La cobertura no cumple con los estándares de 0.10 a 0.30 metros ni con la compactación requerida, lo que genera dispersión de residuos y retrasos en la cobertura de los residuos depositados en horas vespertinas, los cuales se cubren al día siguiente, permitiendo la entrada de vectores sanitarios. Actualmente, muchos residuos no reciben cobertura adecuada, lo que agrava los efectos ambientales, como la emisión de olores, proliferación de plagas, alteraciones en el suelo y el agua, y la liberación de gases de efecto invernadero.

2.2.7.6. Problemática actual

El botadero El Guayao en Celendín enfrenta una crítica situación ambiental y sanitaria, ya que ha superado su vida útil y actualmente no dispone de espacio para seguir recibiendo residuos. Además, carece de una base impermeable, lo que ha generado una alta velocidad de percolación de lixiviados hacia el subsuelo, contaminando el suelo y posiblemente fuentes de agua cercanas. Este sitio opera a cielo abierto sin un manejo técnico adecuado, lo que ha ocasionado la proliferación de vectores como roedores, moscas y otros insectos, exponiendo a la población cercana a riesgos para la salud.

Figura 3

Plano del botadero Celendín



2.3. Definición de Términos Básicos

2.3.1. *Calidad del agua*

Composición química, física y biológica del agua, que determina su idoneidad para diversos usos, o su capacidad para mantener la salud de los ecosistemas acuáticos.

2.3.2. *Lixiviado de un relleno sanitario*

líquido contaminado que se genera por la interacción del agua de lluvia con los residuos sólidos. Contiene sustancias potencialmente peligrosas y requiere un tratamiento especial para evitar la contaminación ambiental.

2.3.3. *Índice de calidad del agua*

Medida estadística compuesta que sintetiza la información obtenida de varios parámetros o variables en un solo valor representativo. Este valor se utiliza para evaluar, comparar y monitorizar condiciones, fenómenos o estados específicos de manera simplificada y coherente (Gobierno de México, 2015, p. 2).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización de la Investigación

El estudio se realizó en la ciudad de Celendín, específicamente en las zonas circundantes al botadero El Guayao, ubicado en la provincia de Celendín. Las coordenadas UTM correspondientes al botadero fueron 9242096 N y 814677 E, a una altitud de 2722 metros sobre el nivel del mar. El proyecto se desarrolló en dos fases distintas: la primera fase se realizó en fuentes de agua cercanas al botadero El Guayao, mientras que la segunda fase se ejecutó en el Laboratorio Regional de Agua.

El botadero el Guayao ubicado al noroeste de la ciudad de Celendín, a una distancia de aproximadamente 2 kilómetros. Está situado en el recorrido de la carretera en dirección al centro poblado de Cashacongá (Medina Vereau, 2016).

Según el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 2020), el área de influencia directa presenta una geología dominada por unidades sedimentarias del Cretácico. Predomina la Formación Cajamarca (Ks-ca) del Cretácico Superior, ubicada

principalmente en el entorno de los manantiales 2 y 3, mientras que en el sector occidental, donde se localiza el Manantial 1 (línea base), aflora la Formación Inca (Ki-in) del Cretácico Inferior. Estas unidades están conformadas principalmente por calizas, areniscas y lutitas fracturadas, las cuales condicionan la dinámica geomorfológica e hidrológica del área. Asimismo, se identifican depósitos aluviales cuaternarios recientes (Qt-al) en sectores localizados, originados por procesos de erosión, transporte y sedimentación fluvial.

En el contexto hidrogeológico, se distinguen dos categorías significativas: acuíferos porosos consolidados y no consolidados. Los acuíferos porosos consolidados, compuestos por formaciones geológicas más compactas, albergan agua subterránea en espacios porosos interconectados, como las areniscas y los conglomerados. Los acuíferos no consolidados, por otro lado, engloban depósitos aluviales y permiten la acumulación de agua subterránea en los espacios entre los sedimentos no consolidados, como las gravas y las arenas (ZEE-Cajamarca, 2012).

En lo que respecta a la geomorfología, se destaca una ladera de montaña fuertemente empinada formada por rocas del Cretácico Superior, que ha sido moldeada a lo largo de millones de años por procesos erosivos. Además, se observa un complejo de terrazas, algunas de las cuales son propensas a inundaciones periódicas debido a su proximidad a cuerpos de agua, mientras que otras permanecen no inundables, lo que refleja la influencia de la acción fluvial en la configuración del paisaje (ZEE-Cajamarca, 2012).

Figura 4

Afloramiento de rocas sedimentarias de la formación Cajamarca (Ks-c) en el área de influencia del botadero El Guayao



Nota: Afloramiento de rocas sedimentarias pertenecientes a la formación Celendín (Ks-c), compuestas principalmente por calizas margosas y lutitas del Cretácico Superior. La estratificación presenta una orientación Az: N280° y un buzamiento Bz: 35°. El fracturamiento y la disposición estructural de estas rocas favorecen la infiltración y el posible transporte de lixiviados a través de planos de debilidad, lo que incrementa la susceptibilidad de contaminación hacia los suelos y cuerpos de agua cercanos.

En la figura 5 la línea celeste: Dirección de estratificación (Azimut); línea verde: buzamiento (Bz). Con estos datos estructurales se concluye que el lixiviado existente del botadero se regirá a la dirección (NE) de la permeabilidad primaria del macizo rocoso. La permeabilidad secundaria (falla geológica) también ayuda al recorrido del lixiviado

Figura 5

Ubicación de la investigación

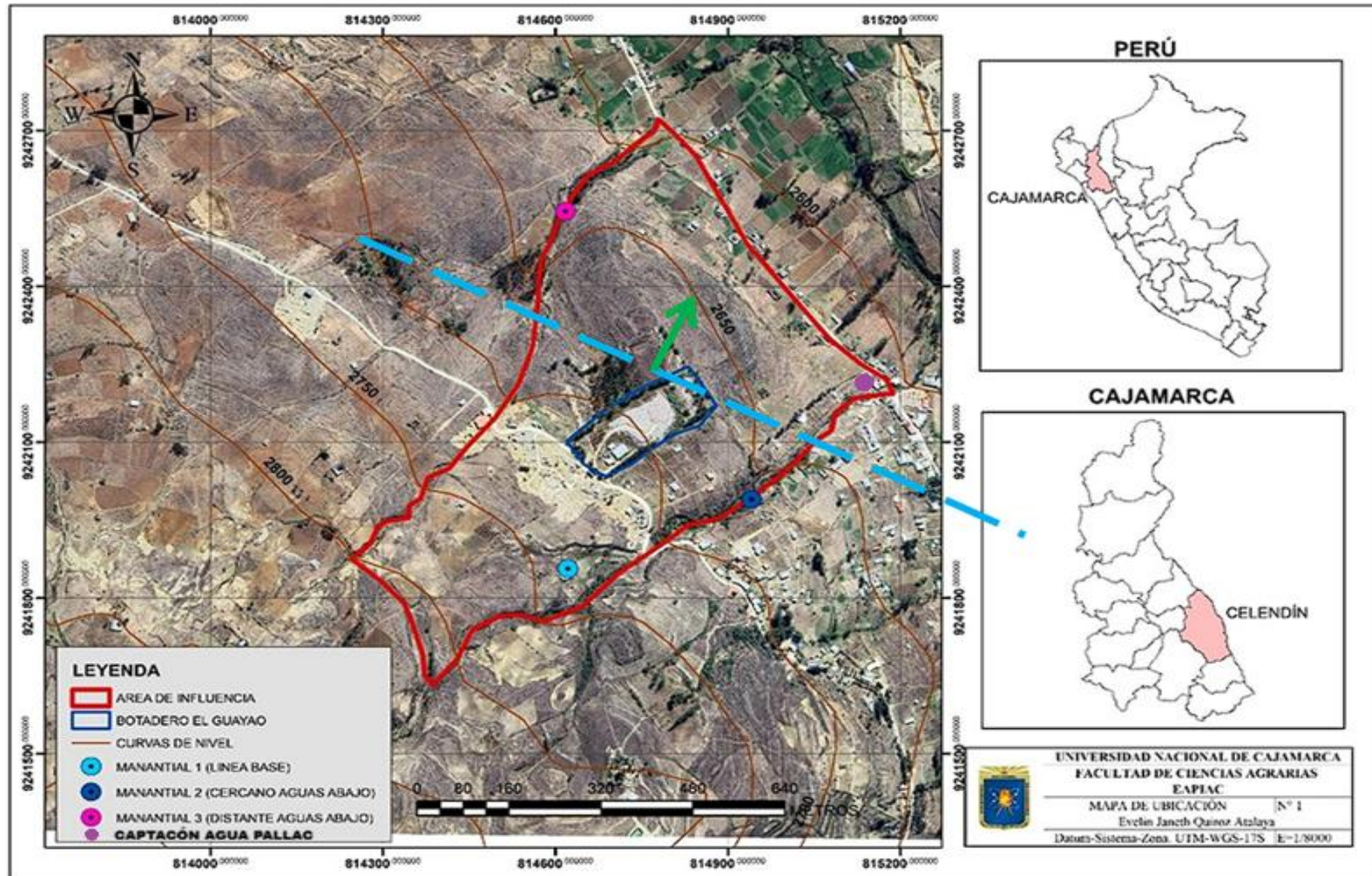


Figura 6

Mapa hidrológico

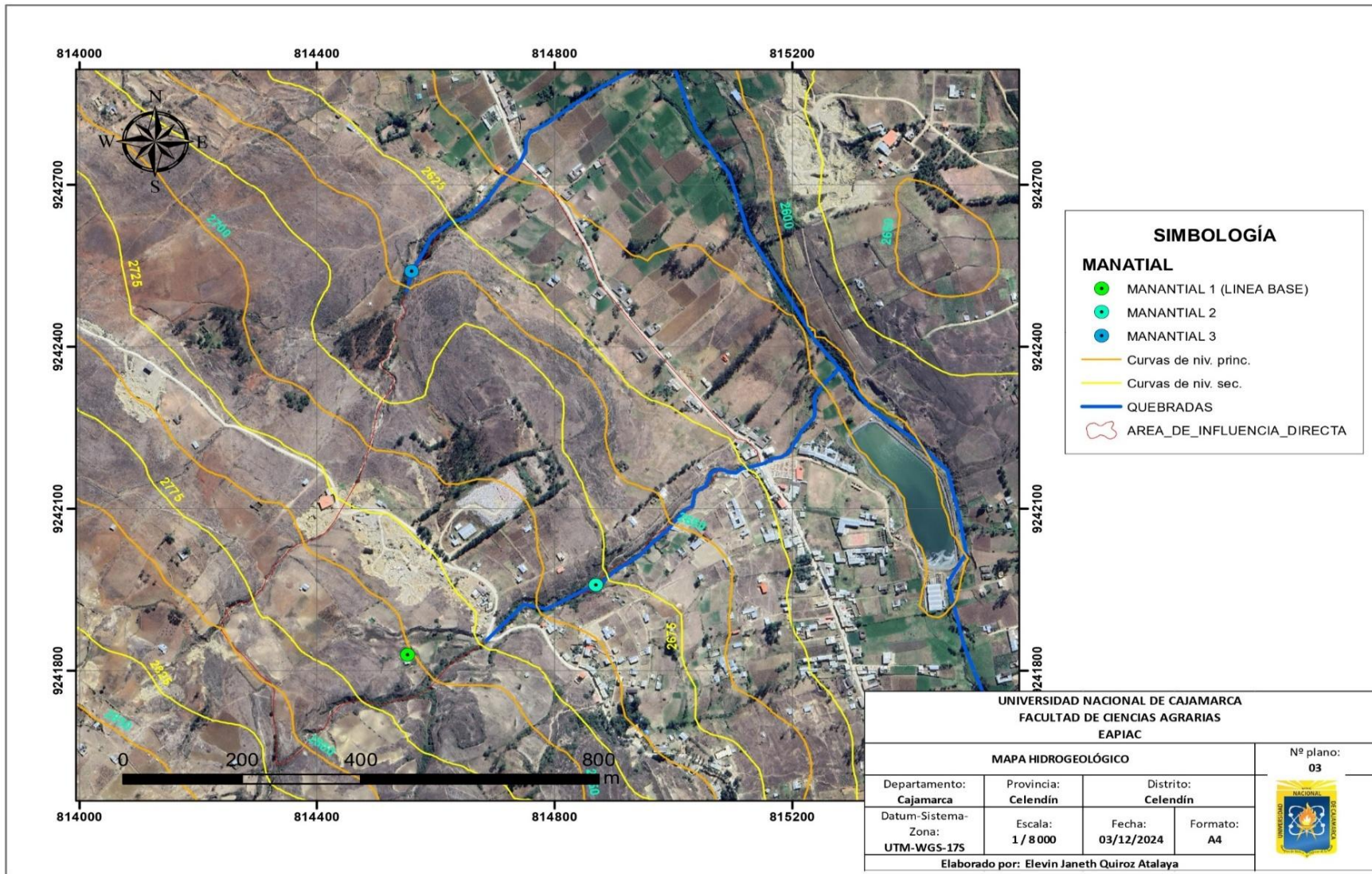
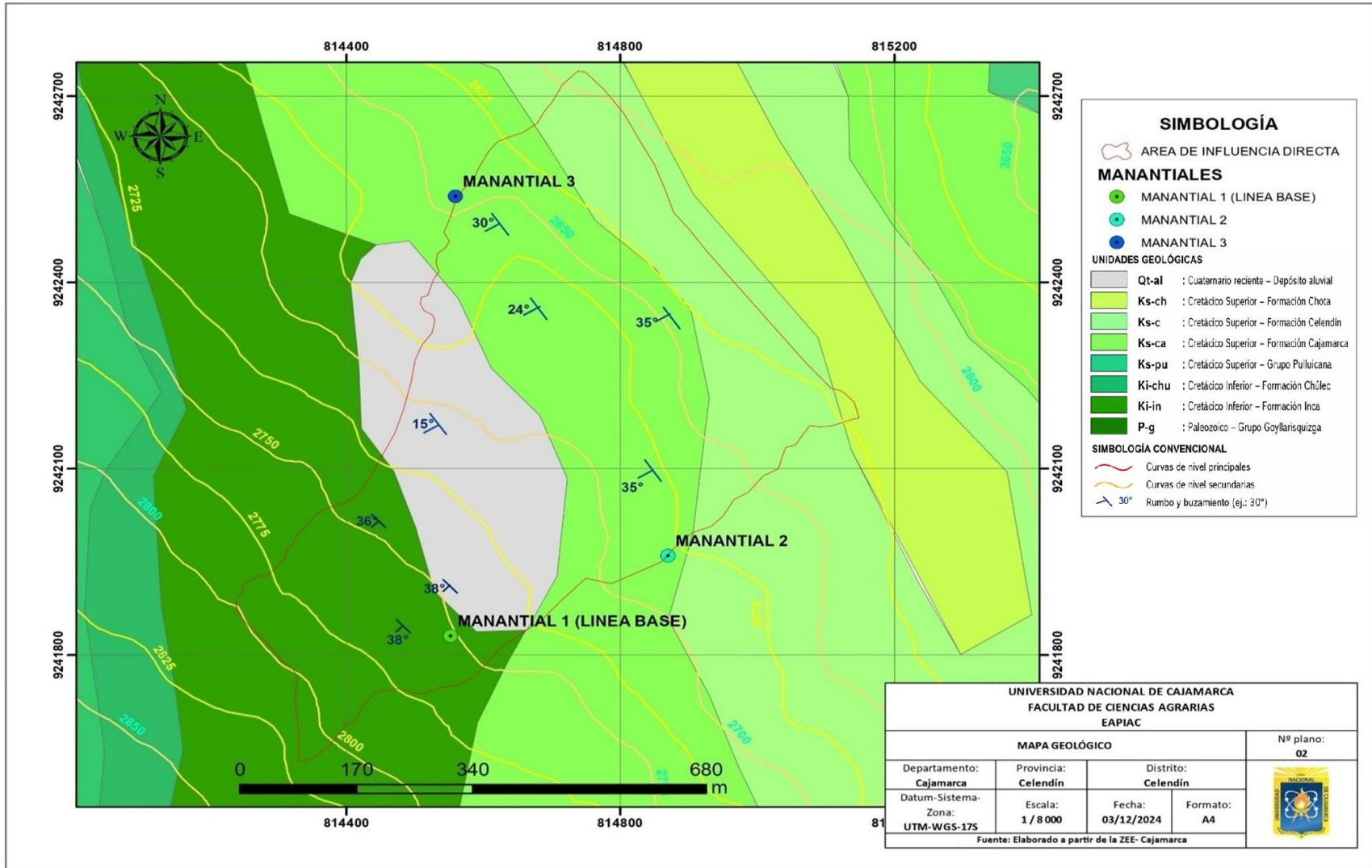


Figura 7

Mapa geológico



Descripción de las unidades Litoestratigráficas

Depósitos Aluviales. Los depósitos aluviales del Cuaternario reciente se distribuyen principalmente en las zonas bajas del área, constituyendo sedimentos no consolidados compuestos por gravas, arenas, limos y arcillas, producto de la erosión y transporte fluvial de las unidades rocosas subyacentes. Estos depósitos se caracterizan por su heterogeneidad granulométrica y su disposición en terrazas aluviales (INGEMMET, 2020).

Formación Cajamarca. La formación Cajamarca del Cretácico superior (Coniaciano-Santoniano) está constituida principalmente por calizas micríticas fosilíferas y lutitas calcáreas, representando una de las unidades más importantes en la estratigrafía regional. Esta formación se caracteriza por presentar una secuencia sedimentaria marina que indica condiciones de mar somero durante su depositación, sobreyaciendo concordantemente al Grupo Quilquiñán (Gobierno Regional de Cajamarca, 2012).

Formación Celendín. La formación Celendín del Cretácico superior (Campaniano-Maastrichtiano) señala la culminación de la sedimentación marina del Cretácico. Esta unidad litológica está conformada por una secuencia de lutitas calcáreas grises a amarillentas y calizas margosas que representan un ambiente de depositación marino profundo, sobreyaciendo a la Formación Cajamarca. Estudios recientes de estratigrafía secuencial han detallado las características sedimentológicas de esta formación en el distrito de Celendín (Garay vera, 2017).

Formación Inca. La formación Inca del Cretácico medio (Albiano medio) se compone principalmente de calizas masivas y lutitas, constituyendo una de las unidades basales de la secuencia sedimentaria mesozoica en la región. Esta formación representa condiciones de depositación marina de plataforma (Díaz et al., 2015)

Las características litológicas de las formaciones presentes en el área, particularmente las unidades calcáreas como las formaciones Cajamarca, Celendín y del Grupo Quilquiñán, presentan condiciones favorables para el desarrollo de acuíferos kársticos debido a su naturaleza carbonatada. Los depósitos aluviales cuaternarios constituyen acuíferos libres de importancia local para el abastecimiento de agua (Malca & Zelada, 2020).

3.2. Fuentes, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Se siguió el procedimiento establecido en la guía metodológica para el cálculo del Índice de Calidad Ambiental (ICARHS) desarrollada por la Autoridad Nacional del Agua (ANA):

- La unidad de análisis se identificó estratégicamente seleccionando tres manantiales específicos. El Manantial 1, considerado como línea base, se ubicó aguas arriba del botadero en las coordenadas UTM: 814552 E y 9241830 N, con un caudal promedio en época húmeda de 0.54 L/s, y en época seca de 0.38 L/s. Este manantial fue seleccionado debido a su significativa diferencia altitudinal respecto al botadero, aproximadamente 50 metros, lo que garantiza que los lixiviados generados en el botadero no influyan en la calidad de su agua, figura 8.

Figura 8

Manantial 1



- El Manantial 2 se ubicó aguas abajo del botadero, en las coordenadas UTM: 814869 E y 9241959 N, con un caudal promedio en época húmeda de 1.45 L/s, y en época seca de 0.497 L/s. Este manantial, situado a 170 metros del botadero, fue seleccionado por su caudal y por su importancia para la comunidad local, utilizado para el riego de vegetales y bebida de animales. Su ubicación dentro de la cuenca del botadero incrementa su relevancia para el estudio, figura 9.

Figura 9

Manantial 2



- El Manantial 3 se ubicó aguas abajo del botadero, en las coordenadas UTM: 814559 E y 9242539 N, con un caudal promedio de 3.08 L/s en época húmeda y en época seca de 2.86 L/s. Este manantial, situado a 380 metros del botadero, fue seleccionado debido a su importancia para la comunidad local, ya que todos los pobladores cercanos dependen de él para el riego de cultivos y como fuente de agua para el consumo de sus animales. Al igual que el Manantial 2, su ubicación dentro de la cuenca del botadero resalta su relevancia en el contexto del estudio, figura 10.

Figura 10*Manantial 3*

- Para llevar a cabo la toma de muestras se siguió el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de recursos hídricos proporcionado por la ANA (2016): Se utilizó Equipos de Protección Personal (EPPs) adecuados para evitar contaminar la muestra, utilizando materiales estériles, como botellas de muestreo y herramientas, para evitar la contaminación del agua.

Figura 11*EPP y material de muestreo adecuado*

- Se destapa el recipiente y se sumerge a una profundidad de 20 cm, tomándolo del cuello, la boca del recipiente se orientó en sentido contrario al flujo del agua. Una vez lleno hasta el nivel de adecuado marcado en el recipiente, se levantó rápidamente y se tapó de inmediato, figura 12a.
- Se preserva las muestras de acuerdo con los requisitos específicos, como la refrigeración y el uso de reactivos de preservación, figura 12b.
- Fue etiquetada cada muestra de manera única y clara, incluyendo la fecha, un código de muestra, el nombre del muestreador y otra información relevante, figura 12c.

Figura 12

Muestreo (a), preservación (b) e etiquetado (c) de muestras



- Las muestras fueron enviadas al Laboratorio Regional del Agua, el cual está certificado por INACAL con el número de registro LE-084, para el análisis de los parámetros: DQO, coliformes termotolerantes y metales pesados (As, Al, Mn, Fe, Cd, Pb, Br, Cu).

Parámetros en función al uso de los manantiales, en este caso categoría 3, riego de vegetales y bebida de animales, figura 13.

Figura 13

Envío de muestras al laboratorio



- El potencial de hidrógeno y el oxígeno disuelto, se determinó en campo con un multiparámetro HANNA HI 9811-5, calibrado y certificado, figura 14.

Figura 14

Medición de parámetros de campo



- Se llevaron a cabo 12 muestreos, 6 en los meses de marzo y abril, y 6 en los meses de mayo, junio y julio
- Para el cálculo del ICARHS se aplicó la siguiente fórmula:

$$ICARHS = 100 - \left(\sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{1,732}} \right)$$

- Para el cálculo del F1, F2 y F3 se aplicó las siguientes fórmulas:

$$F1 = \frac{\text{número de parámetros que NO cumplen con los ECA - agua}}{\text{número total de parámetros a evaluar}}$$

$$F2 = \frac{\text{número de parámetros que NO cumplen el ECA - agua de los datos evaluados}}{\text{número total de datos evaluados}}$$

$$F3 = \left(\frac{\text{suma normalizada de excedentes}}{\text{suma normalizada de excedentes} + 1} \right) * 100$$

- Para la suma normalizada de excedentes se utilizó la fórmula siguiente:

$$\text{Suma normalizada de excedentes} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \text{Excedente}_i}{\text{total de datos}} \right)$$

- Si el parámetro superó el ECA-Cat-III se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Excedente} = \left(\frac{\text{Valor del parámetro que no cumple con los ECAs}}{\text{Valor establecido del parámetro en los ECAs}} \right) - 1$$

- Si el parámetro es menor al el ECA- Cat-III se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Excedente} = \left(\frac{\text{Valor establecido del parámetro en los ECAs}}{\text{Valor del parámetro que no cumple con los ECAs}} \right) - 1$$

- Con el resultado del ICARHS, se le asignó su valor adimensional comprendido de 0-100, que permitió establecer en que rango se encuentra: pésimo, malo, regular, bueno y excelente, según la tabla 3:

Tabla 3*Valoración del ICARHS*

ICA-PE	Calificación
95 – 100	Excelente
80 – 94	Bueno
65 – 79	Regular
45 – 64	Malo
0 - 44	Pésimo

- Para el cálculo del ICARHS se utilizaron los parámetros pH, OD, DQO, As, Al, Mn, Fe, Cd, Pb, B, Cu y coliformes termotolerantes. Una vez calculado el índice, se compararon los resultados obtenidos en los tres manantiales estudiados, con la finalidad de identificar posibles disminuciones significativas en los manantiales con influencia del botadero respecto al manantial de referencia sin influencia directa, evidenciando así la influencia del botadero en la calidad del agua de la zona de estudio. Asimismo, se realizó el análisis de varianza (ANOVA) para determinar posibles variaciones significativas entre los manantiales evaluados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Parámetros de calidad del agua de las fuentes de agua, ubicadas antes y después del botadero El Guayao, Celendín.

La tabla 4 presenta el valor mínimo y máximo y la media de los parámetros de monitoreo de 12 repeticiones (datos completos ver Anexo 2, 3 y 4).

Tabla 4

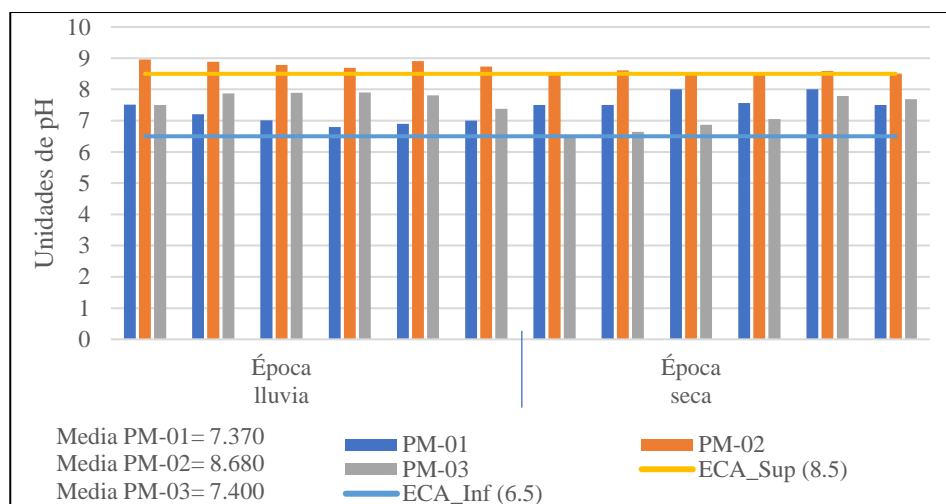
Parámetros de calidad del agua de las fuentes de agua del área de influencia del botadero El Guayao

Parámetros	PM-01			PM-02			PM-03		
	Va-max	Va-min	Media	Va-max	Va-min	Media	Va-max	Va-min	Media
Caudal (L/seg)	0.602	0.354	0.463	1.821	0.321	0.976	3.234	1.467	2.399
pH	8	6.8	7.370	8.960	8.510	8.680	7.890	6.520	7.400
Oxígeno disuelto mg/L	6.7	3.87	5.356	4.910	2.970	3.613	6.490	4.190	5.468
DQO mg/L	82.96	62.31	71.715	277.96	110.31	211.614	164.660	97.010	126.92
Arsénico mg/L	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Aluminio mg/L	5.089	2.08	3.505	8.019	4.003	5.495	5.019	2.021	3.839
Manganeso mg/L	0.281	0.060	0.154	0.908	0.607	0.787	0.313	0.058	0.184
Hierro mg/L	0.245	0.139	0.174	1.345	0.761	1.027	0.456	0.167	0.316
Cadmio mg/L	<LCM	<LCM	<LCM	0.013	0.0097	0.012	<LCM	<LCM	<LCM
Plomo mg/L	<LCM	<LCM	<LCM	0.198	0.132	0.165	0.061	0.035	0.0487
Boro mg/L	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Cobre mg/L	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Coliformes termotolerantes NMP/100 MI	1582.94	983.64	1301.88	13282.9	10815	11832.13	7182.84	5129.64	6092.07

Nota: PM-01 (Manantial 1), PM-02 (Manantial 2) y PM-03 (Manantial 3), datos calculados a a partir de 12 repeticiones.

Figura 15

Potencial de hidrógeno en los puntos de monitoreo



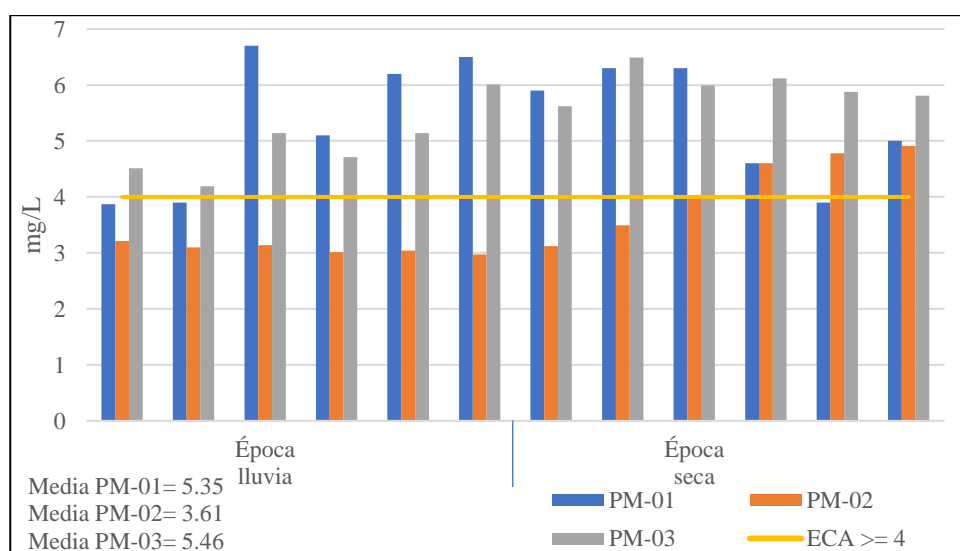
En la Figura 15 se evidencia variación en los valores de pH entre los puntos de muestreo. En PM1 y PM3 se registraron valores cercanos a la neutralidad, dentro del rango de 6.5–8.3 reportado por De León et al. (2015), Izquierdo (2016), Benavides (2019) y Paredes (2018) en estudios realizados en cuerpos de agua influenciados por residuos sólidos, lo que sugiere condiciones químicas relativamente estables y baja influencia de lixiviados reciente. En contraste, el PM2 presentó un pH más elevado, diferenciándose del comportamiento observado en los otros puntos y evidenciando una mayor tendencia a la alcalinidad. Esta variación puede explicarse por la evolución del lixiviado, ya que Collazos (2013) señala que en fases más avanzadas de estabilización el pH supera 7.5 debido a la degradación de ácidos orgánicos y predominio de compuestos amoniacales. Asimismo, estudios de Mulato (2021), Ñahui y Acosta (2021) y Zegarra (2022) reportaron valores entre 8.43 y 9.31 asociados a mayores concentraciones de metales, cuya hidrólisis favorece la formación de hidróxidos y el incremento del pH. Por tanto, la diferencia observada en PM2 no solo es descriptiva, sino consistente con procesos geoquímicos propios de lixiviados con mayor grado de estabilización.

Tabla 5*Análisis de la varianza ANOVA del pH*

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Inter-grupos	13.40628	2	6.703144	44.9192	3.8147E-10	3.284917
Intra-grupos	4.92447	33	0.149226			
Total	18.33076	35				

CV=5%

En la Tabla 5 se presenta el análisis ANOVA para el pH de los tres manantiales, donde el F calculado (44.9192) supera ampliamente al F crítico (3.284917). Esto confirma diferencias significativas en los niveles de pH entre los manantiales, respaldadas por un valor de probabilidad extremadamente bajo ($p = 3.8147E-10$), lo que indica que estas diferencias no son producto del azar y son estadísticamente relevantes al nivel de confianza del 95%. El coeficiente de variabilidad del 5% sugiere que los datos de cada manantial son relativamente homogéneos, por lo que la media es representativa.

Figura 16*Oxígeno disuelto en los puntos de monitoreo*

En la Figura 16 se muestra el análisis del oxígeno disuelto (OD) en los puntos de muestreo. En el PM1 se registran pequeñas variaciones con una media de 5.356 mg/L debido a la carga orgánica, mientras que en el PM2 se presentan los valores más bajos (3.613 mg/L) por la presencia de contaminantes como DQO, metales pesados y carga biológica, coincidiendo con investigaciones anteriores realizadas por Izquierdo (2016) y Benavides (2019), quienes obtuvieron valores menores a 2 mg/L y entre 0.33 y 2.79 mg/L, respectivamente. Por otro lado, en el PM3 se registra un valor de 5.468 mg/L, con un aumento en el OD atribuido a la mayor distancia al botadero, lo que disminuye la contaminación, así como al movimiento del agua y al mayor caudal, que favorecen la oxigenación. Este resultado es consistente con estudios previos realizados por Paredes (2018) y Zegarra (2022), quienes reportaron valores entre 6.44 y 8.95 mg/L y entre 6.38 y 6.92 mg/L, respectivamente, destacando la influencia de la turbulencia y el caudal en la concentración de OD.

Tabla 6

Análisis ANOVA para el oxígeno disuelto

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Inter-grupos	25.97082	2	12.98541	17.1615	7.7764E-06	3.284917
Intra-grupos	24.96974	33	0.756658			
Total	50.94056	35				

CV: 18%

En la Tabla 6 se detalla el análisis ANOVA para el OD en los manantiales, donde el F calculado (17.1615) excede significativamente al F crítico (3.284917). Esto evidencia diferencias estadísticas relevantes en los niveles de OD entre los manantiales, sustentadas por un valor de probabilidad muy bajo ($p = 7.7764E-06$), lo que confirma que estas diferencias no son atribuibles

al azar y son significativas al nivel de confianza del 95%. El coeficiente de variabilidad del 18% indica una dispersión en los datos moderada, las medias son representativas.

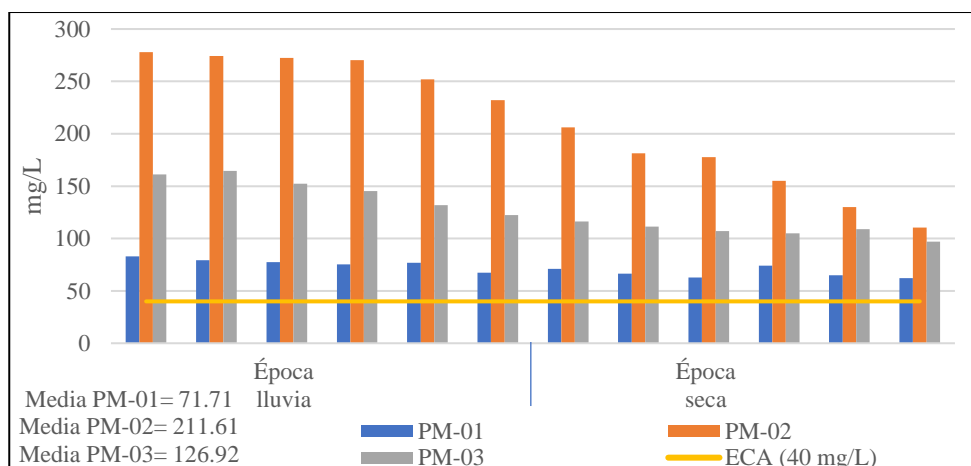
En la Figura 17 se observa que la demanda química de oxígeno (DQO) alcanza su mayor concentración en el PM-02 (211.614 mg/L), evidenciando una elevada carga de compuestos orgánicos e inorgánicos oxidables. Esta concentración se explica por su proximidad al botadero y por las condiciones geológicas del área: el manantial se ubica sobre depósitos aluviales en contacto con la formación Celendín, compuesta por calizas fracturadas y permeables que facilitan la infiltración y el transporte de lixiviados. Además, los rumbos estructurales predominantes hacia el noreste (35° – 38°) favorecen el flujo subterráneo en dirección al punto de muestreo, permitiendo la migración de contaminantes desde el botadero hacia el acuífero.

Los valores más altos de DQO se registraron durante la época de lluvias, cuando el incremento de la escorrentía superficial genera mayor arrastre de materia orgánica, residuos y lixiviados hacia los cuerpos de agua. A su vez, la mayor infiltración en suelos permeables intensifica la movilización vertical de contaminantes, elevando la carga oxidizable. Este comportamiento es consistente con Ñahui y Acosta (2021), Benavides (2019) e Izquierdo (2016), quienes reportaron valores elevados de DQO (171–256 mg/L) asociados a botaderos mal gestionados, particularmente en periodos de precipitación.

En el PM-03 se registró una DQO de 126.92 mg/L, menor que en PM-02 pero aún indicativa de impacto, lo que sugiere atenuación parcial por dilución, dispersión y procesos naturales de degradación. En contraste, estudios sin influencia directa de botaderos reportan valores bajos (3.27–3.97 mg/L). Finalmente, la DQO detectada en PM-01, pese a ubicarse aguas arriba, puede explicarse por aportes locales como pastoreo y letrinas en zonas altas, que contribuyen con materia orgánica mediante escorrentía e infiltración difusa.

Figura 17

Demanda química de oxígeno (DQO) (mg/L) en los puntos de monitoreo

**Tabla 7**

Análisis ANOVA para la DQO en los puntos de monitoreo

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Inter-grupos	119167.7	2	59583.86	42.4159	7.5796E-10	3.284917
Intra-grupos	46356.80	33	1404.751			
Total	165524.5	35				

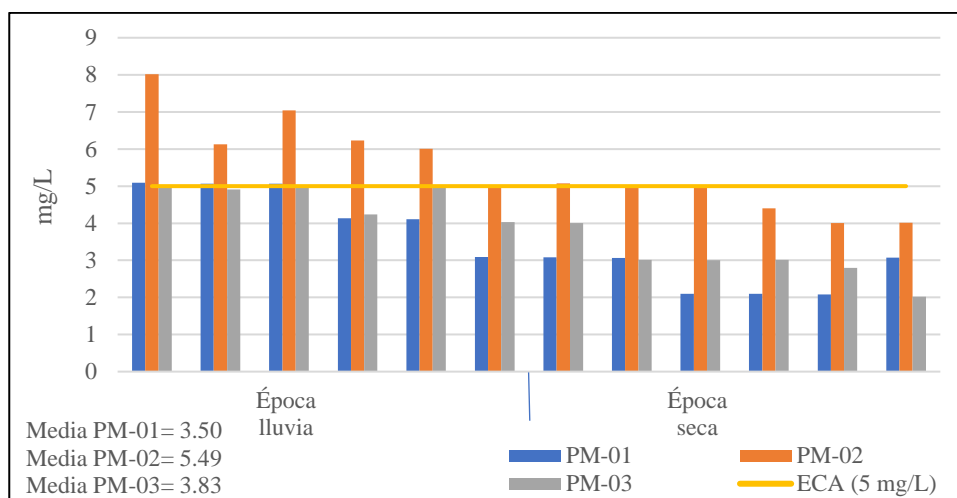
CV: 27%

En la Tabla 7 se presenta el análisis ANOVA para la Demanda Química de Oxígeno (DQO). El estadístico F calculado (42.4159) es significativamente mayor que el valor crítico (3.284917) al 95% de confianza, lo que indica que la variabilidad entre los puntos de muestreo es considerablemente superior a la variabilidad interna dentro de cada grupo. Esto ocurre porque el ANOVA compara la razón entre la varianza intergrupala y la varianza intragrupal; cuando esta relación es alta, como en este caso, se evidencia que las diferencias observadas responden al efecto del factor evaluado (ubicación del punto de muestreo) y no a fluctuaciones aleatorias. Asimismo, el valor de probabilidad P (7.5796E-10), al ser mucho menor que $\alpha = 0.05$, refuerza la

decisión de rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias. Por otro lado, el coeficiente de variación ($CV = 27\%$) indica una dispersión moderada de los datos; sin embargo, al no superar el 30%, la variabilidad se considera aceptable para estudios ambientales de campo, por lo que la media mantiene representatividad estadística.

Figura 18

Aluminio en los puntos de monitoreo



En la figura 18, se observa que el PM-02 presenta la mayor concentración de aluminio (media: 5.49 mg/L), atribuida a su cercanía al botadero (170 m) y a su bajo caudal promedio (0.97 L/s), condiciones que favorecen la acumulación de lixiviados; en cambio, el PM-03, más alejado (380 m) y con mayor caudal promedio (2.39 L/s), muestra menor concentración (3.83 mg/L) por efecto de dilución; estas diferencias coinciden con las condiciones hidrogeológicas del área (figura 6), donde la dirección estructural favorece la infiltración de lixiviados hacia PM-02 y PM-03. Durante la época de lluvias, el aumento de escorrentía y percolación intensifica el arrastre de contaminantes, superando en PM-02 el ECA de 5 mg/L. Ziyang et al. (2009) explican que el aluminio en lixiviados proviene de envases, componentes electrónicos y minerales como arcillas y feldespatos, disueltos bajo ciertas condiciones fisicoquímicas.

La presencia de aluminio en los manantiales evaluados puede explicarse por la interacción entre los lixiviados generados en el botadero y las características geoquímicas del medio. En condiciones de infiltración, los lixiviados ácidos o con alta carga orgánica favorecen la solubilización del aluminio presente en minerales aluminosilicatos del suelo y de las formaciones geológicas, facilitando su movilización hacia las aguas subterráneas. Este comportamiento es consistente con lo señalado por De León (2015), quien reporta que la alteración del equilibrio químico del suelo por efecto de residuos sólidos incrementa la disponibilidad de metales. Desde el punto de vista ambiental y sanitario, Rahman y Upadhyaya (2020) indican que el Al^{3+} puede inhibir el crecimiento radicular, interferir en la absorción de nutrientes esenciales como Ca, Mg y P, y generar estrés oxidativo en plantas. En humanos, la ATSDR (2008) advierte que la exposición crónica a concentraciones elevadas puede provocar efectos neurotóxicos, como encefalopatía en pacientes sometidos a diálisis, así como alteraciones óseas por acumulación en personas con función renal comprometida.

Tabla 8

Análisis ANOVA para el aluminio en los puntos de monitoreo

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Inter-grupos	27.25311	2	13.62655	10.3760	0.00031912	3.284917
Intra-grupos	43.33787	33	1.313268			
Total	70.59098	35				

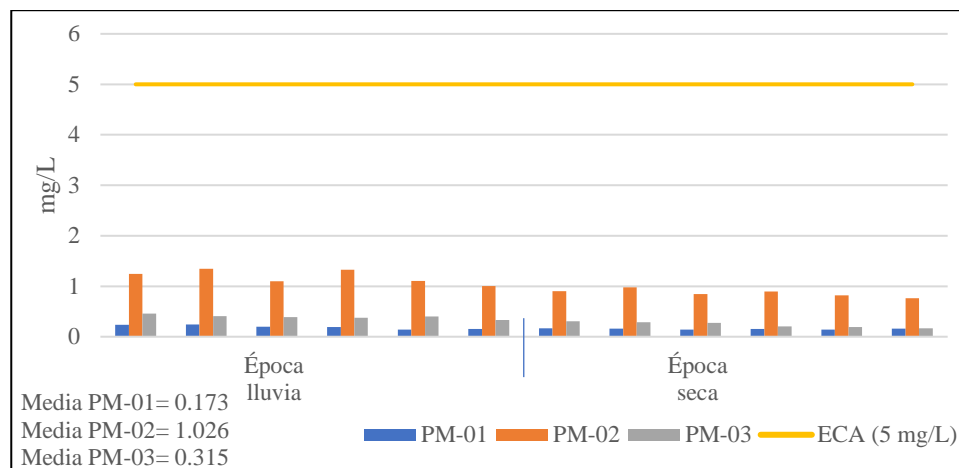
CV: 27%

En la tabla 8 se muestra el análisis ANOVA para el aluminio muestra que el valor de F calculado (10.3760) es mayor al valor crítico para F (3.284917), lo que indica diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados con un nivel de confianza del 95%.

Además, el valor de P (0.00031912) confirma la significancia, ya que es mucho menor a 0.05. El coeficiente de variación (CV: 27%) refleja una variabilidad moderada en las concentraciones de aluminio, por lo tanto, la media es representativa.

Figura 19

Hierro en los puntos de monitoreo



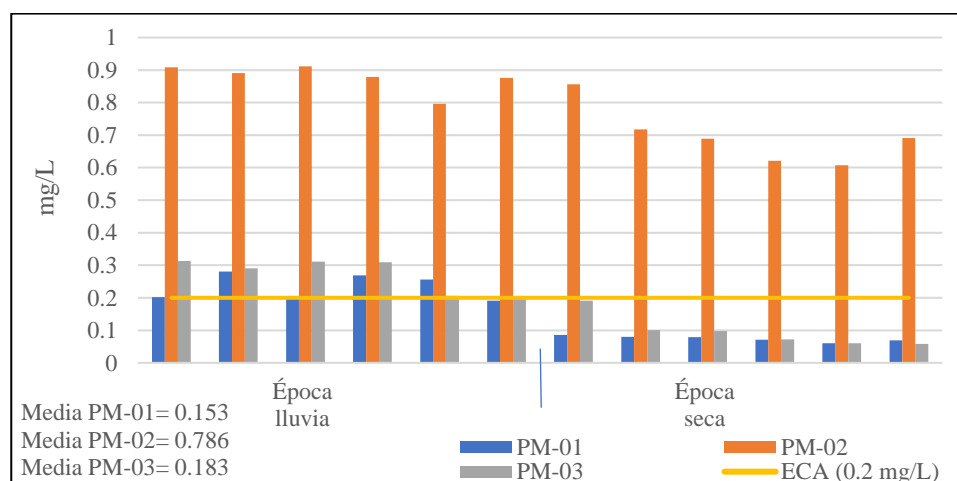
La figura 19 muestra las concentraciones de hierro muestra un incremento significativo en PM-02 (1.026 mg/L) en comparación con PM-01 (0.173 mg/L) y PM-03 (0.315 mg/L), atribuible a su proximidad al botadero (170 metros) y al menor caudal del acuífero (0.97 L/s), que favorecen la acumulación de contaminantes. En PM-03, ubicado aguas abajo a 380 metros, el mayor caudal (2.39 L/s) diluye los lixiviados, resultando en menores concentraciones, mientras que PM-01, aguas arriba y fuera de la influencia del botadero, presenta los niveles más bajos. Durante la época de lluvia, el arrastre de lixiviados incrementa levemente las concentraciones, aunque permanecen por debajo de los ECA (5 mg/L). Según estudios como los de De León (2015) e Izquierdo (2016), la presencia de hierro en lixiviados se relaciona con la disolución de compuestos ferrosos y férricos originados por la corrosión de residuos metálicos y la mineralización de materiales bajo condiciones reductoras, donde los cambios en el potencial redox facilitan la movilización de óxidos, hidróxidos y sulfatos de hierro.

Tabla 9*Análisis ANOVA para el hierro*

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Inter-grupos	5.010332	2	2.505166	151.1896	2.4218E-17	3.284917
Intra-grupos	0.546800	33	0.01656			
Total	5.557132	35				

CV: 25%

La tabla 9 muestra el análisis ANOVA para el hierro evidencia diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, ya que el valor de F calculado (151.1896) es considerablemente mayor que el valor crítico para F (3.284917). Además, el valor de P (2.4218E-17) es extremadamente bajo, lo que confirma la significancia con un nivel de confianza del 95%. El coeficiente de variación (CV: 25%) indica una variabilidad moderada en las concentraciones de hierro, pero la media es representativa de los datos.

Figura 20*Manganeso en los puntos de muestro*

La figura 20 muestra que el punto PM-02 presenta las mayores concentraciones de manganeso (0.786 mg/L), superando el ECA de 0.2 mg/L para cuerpos de agua, debido a su proximidad al botadero y al reducido caudal del acuífero, lo cual favorece la acumulación de

contaminantes; en contraste, el PM-03, más alejado y con un mayor caudal (2.39 L/s), registra una concentración media menor (0.183 mg/L), mientras que el PM-01, ubicado aguas arriba y fuera de la influencia directa del botadero, muestra los valores más bajos (0.153 mg/L). Durante la época de lluvias, el aumento de escorrentía intensifica el arrastre de lixiviados hacia el PM-02, manteniendo concentraciones elevadas.

López Velásquez (2022) indica que el manganeso presente en los lixiviados proviene de baterías, pigmentos y componentes metálicos, asociada al inadecuado manejo de residuos RAE, así como de minerales naturales del suelo y la base botadero, los cuales liberan metales pesados durante su degradación. Dey et al. (2023) señalan que este metal altera procesos enzimáticos en organismos acuáticos, genera estrés oxidativo y reduce la biodiversidad en ecosistemas hídricos. Asimismo, Kwaku et al. (2024) advierten que, en humanos, la exposición crónica al manganeso por ingesta o inhalación puede causar neurotoxicidad, incluyendo el síndrome de manganismo (similar al Parkinson), deterioro cognitivo en niños y afectaciones motoras en adultos.

Tabla 10

Análisis ANOVA para el manganeso

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Inter-grupos	3.061983	2	1.53099	145.0093	4.5001E-17	3.284917
Intra-grupos	0.348410	33	0.010557			
Total	3.410393	35				

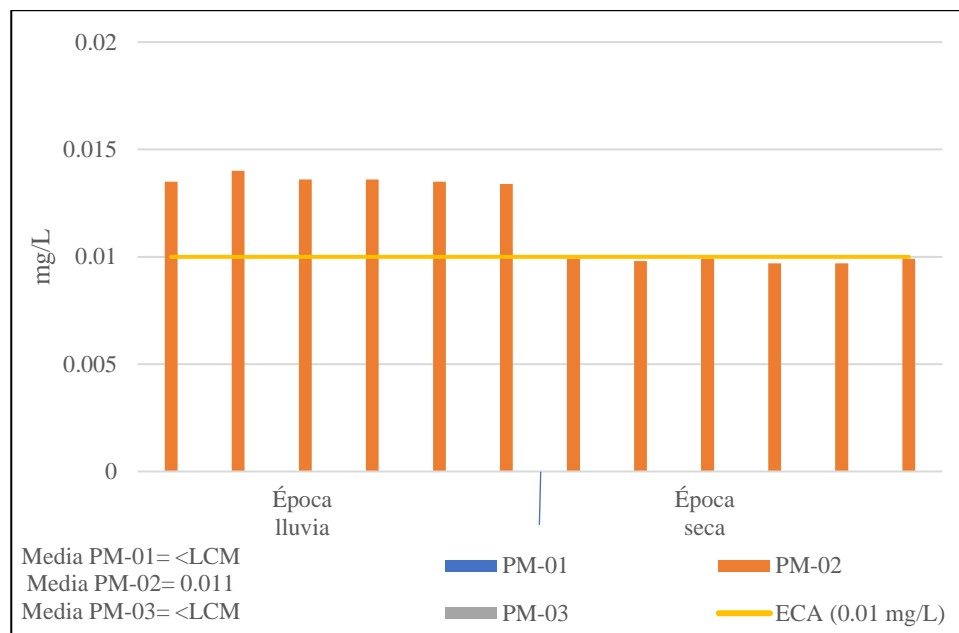
CV: 27%

La tabla 10 muestra el análisis de varianza (ANOVA) realizado para el manganeso muestra diferencias significativas entre los grupos, ya que el F calculado (145.0093) supera ampliamente el F crítico (3.284917). Asimismo, el valor de P (4.5001E-17) es extremadamente

bajo, lo que confirma la existencia de diferencias con un nivel de confianza del 95%. Aunque el coeficiente de variación (CV: 27%) sugiere una variabilidad moderada en las concentraciones de manganeso, la media sigue siendo representativa de los datos obtenidos.

Figura 21

Cadmio en los puntos de monitoreo



La figura 21 muestra que el punto PM-02 presentó concentraciones de cadmio superiores al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) de 0.01 mg/L durante la época de lluvias, mientras que en temporada seca los valores estuvieron por debajo de dicho umbral. En los puntos PM-01 y PM-03, las concentraciones se mantuvieron por debajo del límite de cuantificación mínima (LCM) del laboratorio en ambas épocas, evidenciando una menor influencia del botadero. Este comportamiento en el PM-02 se atribuye a su cercanía al botadero, el bajo caudal promedio del acuífero (0.97 L/s) y la limitada capacidad de dilución, condiciones que favorecen la acumulación de contaminantes, especialmente durante las lluvias que intensifican el arrastre de lixiviados. En contraste, el PM-03, más distante y con mayor caudal promedio (2.39 L/s),

presenta una mayor capacidad de dilución. Paredes (2018) reportó resultados similares en puntos cercanos a botaderos. Arrieta y Luján (2007) indicaron que la presencia de cadmio en lixiviados se relaciona con la disposición inadecuada de residuos como pilas, baterías y dispositivos electrónicos (RAE), que contienen este metal en recubrimientos, cátodos o aleaciones. Van de Peer et al. (2023) señalaron que el cadmio persiste en suelos y aguas, donde provoca estrés oxidativo, reduce el crecimiento vegetal (estomas, fotosíntesis, biomasa) y altera la absorción de nutrientes esenciales. En humanos, según Lozano (2023), la exposición crónica por alimentos, agua o aire contaminado se asocia con nefropatía tubular, osteoporosis, daño hepático, enfermedades cardiovasculares y aumento del riesgo de cáncer.

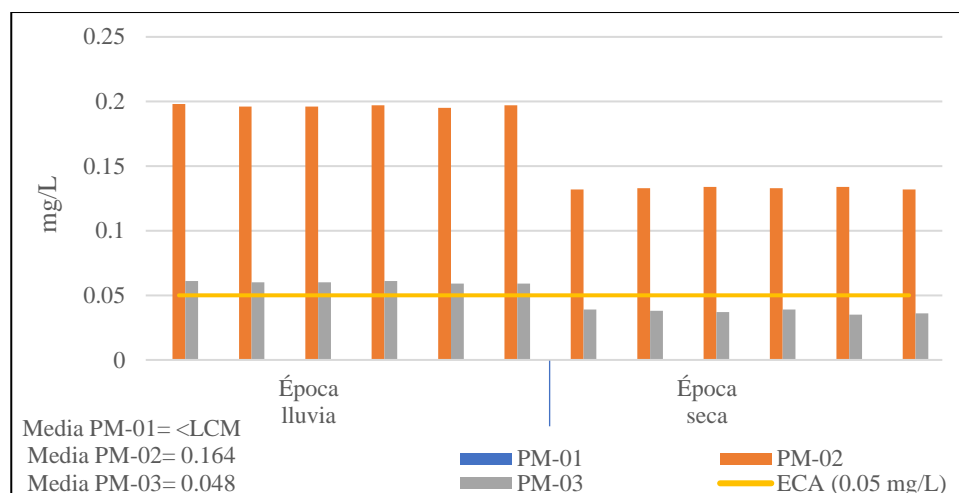
Tabla 11

Análisis ANOVA para el cadmio

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Inter-grupos	0.001096	2	0.000548	418.7821	3.5381E-24	3.284917
Intra-grupos	4.3209E-05	33	1.3094E-06			
Total	0.001139	35				

CV: 29%

La tabla 11 muestra el análisis ANOVA para el cadmio revela diferencias altamente significativas entre los grupos, con un F calculado (418.7821) que excede considerablemente el F crítico (3.284917). El valor de P (3.5381E-24) es extremadamente bajo, lo que respalda la existencia de diferencias significativas al nivel de confianza del 95%. Aunque el coeficiente de variación (CV: 29%) indica una variabilidad moderada en las concentraciones de cadmio, la media es representativa de los datos analizados.

Figura 22*Plomo en los puntos de monitoreo*

En la figura 22 se muestra las concentraciones de plomo evidenció un patrón influenciado por la proximidad al botadero, el caudal del acuífero y las direcciones de buzamiento del terreno. El PM-02 registró las mayores concentraciones, superando los ECA (0.05 mg/L) tanto en época seca como en lluvias, aunque con valores ligeramente menores en la época seca debido al menor volumen de escorrentía. En el PM-03, las concentraciones superaron los ECA durante la época de lluvias, favorecidas por el aumento en las infiltraciones asociado al mayor caudal y a las condiciones hidrológicas, mientras que en época seca los valores estuvieron por debajo del límite permitido gracias al efecto de dilución. En contraste, el PM-01, por su ubicación más distante del botadero y su menor influencia de los buzamientos, presentó valores inferiores al LCM del laboratorio, indicando ausencia de contaminación significativa. Estos hallazgos coinciden con estudios previos de Polo y Guevara (2001), De León et al. (2015), Izquierdo (2016) y Paredes (2018), quienes documentaron la contaminación de aguas subterráneas y superficiales por botaderos. Según Contreras et al. (2023), el plomo en lixiviados se libera de materiales como baterías de plomo-ácido, pigmentos, pinturas y componentes electrónicos, cuya movilidad hacia

los acuíferos es facilitada por las condiciones fisicoquímicas específicas de los rellenos sanitarios y las características hidrogeológicas del terreno.

Tabla 12

Análisis ANOVA para el plomo

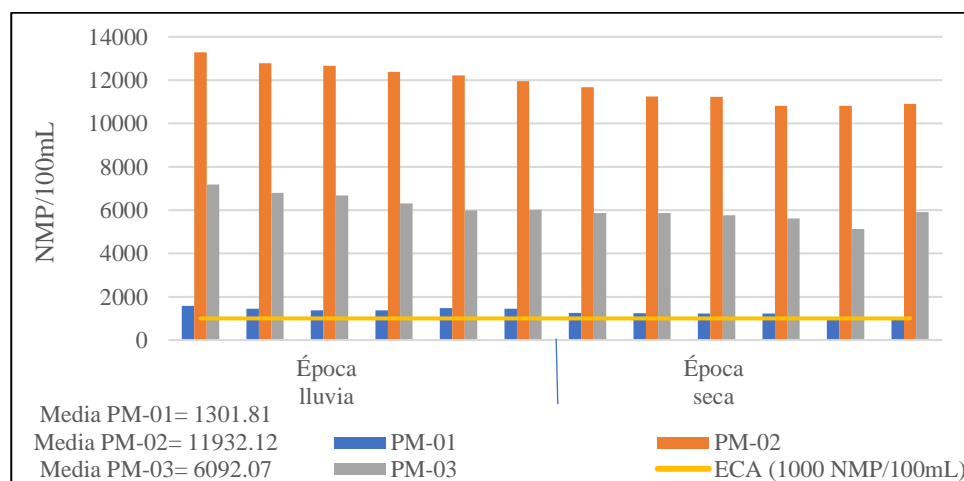
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Inter-grupos	0.171945	2	0.085972	207.6191	2.0211E-19	3.284917
Intra-grupos	0.013664	33	0.000414			
Total	0.185610	35				

CV: 29%

La tabla 12 muestra el análisis ANOVA para las concentraciones de plomo revela diferencias altamente significativas entre los grupos, con un F calculado (207.6191) que excede el valor crítico (3.284917) y una probabilidad extremadamente baja (2.0211E-19), confirmando diferencias al 95% de confianza. Aunque el coeficiente de variación (CV: 29%) refleja moderada variabilidad, la media es representativa.

Figura 23

Media de los coliformes termotolerantes (CTT) en los puntos de monitoreo



En la figura 23 se muestra que en los puntos de muestreo PM1, PM2 y PM3 se registraron concentraciones de coliformes termotolerantes de 1301.88, 11832.13 y 6092.08

NMP/100 mL, respectivamente. El punto PM-02 presenta la mayor concentración debido a su proximidad al botadero, el menor caudal del acuífero en este punto (0.97 L/s) y las condiciones hidrogeológicas del área. El buzamiento de los estratos y las direcciones de escorrentía superficial y subterránea favorecen la infiltración de lixiviados hacia los puntos inferiores (figura 6). Los lixiviados del botadero, al contener residuos orgánicos, restos fecales y materiales sanitarios, aportan una carga elevada de bacterias termotolerantes, como lo señalan Polo y Guevara (2001), Izquierdo (2016), Benavides (2019) y Paredes (2018). En el PM-03, aunque también se observa una elevada concentración, el mayor caudal hídrico (2.39 L/s) contribuye a una mayor dilución de los contaminantes. Por otro lado, el PM-01, a pesar de estar ubicado aguas arriba del botadero y fuera de su influencia directa, presenta presencia de coliformes termotolerantes atribuible a actividades antrópicas locales como el pastoreo de ganado y la existencia de letrinas en las zonas altas.

Tabla 13

Análisis ANOVA de los coliformes termotolerantes

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Inter-grupos	5994178	2	2997089	1122.4384	6.3453E-29	3.315829
Intra-grupos	8010476.8	30	267015.8			
Total	6074282	32				

CV: 8%

La tabla 13 muestra el análisis ANOVA para los CTT muestra diferencias altamente significativas entre los grupos, con un valor F calculado de 1122.43, que supera ampliamente el valor crítico de F de 3.31. Esto indica que las variaciones en las concentraciones de CTT son estadísticamente significativas. El coeficiente de variación (CV: 8%) refleja baja variabilidad en las concentraciones de CTT, lo que indica que las mediciones son bastante consistentes

4.2. Índice de calidad ambiental, de las fuentes de agua, ubicadas antes y después del botadero el Guayao, Celendín – Cajamarca.

Para evaluar la calidad ambiental del agua, se aplicó el Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS), propuesto por la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2020). Este índice se calcula a partir de tres factores: alcance (F1), que indica el porcentaje de parámetros que exceden los Estándares de Calidad Ambiental (ECA); frecuencia (F2), que refleja la proporción de datos que superan los límites; y amplitud (F3), que representa el grado de esos excedentes. Estos componentes se integran en una fórmula que ajusta el resultado según la cantidad, recurrencia y severidad de los incumplimientos. El valor obtenido permite clasificar la calidad del agua en categorías que van desde “excelente” hasta “pésimo”.

En la tabla 14 se observan los resultados del cálculo del índice de calidad ambiental (ICARHS) de los puntos de monitoreo. El cálculo completo se detalla en los Anexos I, II y III.

Tabla 14

Índice de calidad ambiental de las fuentes ubicadas antes y después del botadero el Guayao

Indicadores del proceso	Puntos de muestreo		
	PM-01	PM-02	PM-03
Total de parámetros a evaluar	12	12	12
Parámetros que exceden	5	9	5
Numero de datos que excede	33	84	38
Numero de datos total	144	144	144
Suma de excedentes	15.329	254.35	89.41
Suma normalizada de excedentes	0.106451	1.76638	0.62751
Alcance "F1"	0.416666	0.75	0.416667
Frecuencia "F2"	0.229166	0.58333	0.2683889
Amplitud "F3"	9.62098	63.8518	38.55651
Valor ICARHS	94.438	63.13	77.7369
Calificación ICARHS	Bueno	Malo	Regular

La Tabla 14 presenta los valores del Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS) obtenidos en los puntos de muestreo PM-01, PM-02 y PM-03. El punto PM-01, ubicado aguas arriba del botadero El Guayao, muestra un valor de ICARHS de

94.44, clasificado como “bueno”, lo que refleja condiciones favorables de calidad hídrica. En cambio, el PM-02, ubicado a solo 170 metros del botadero y con un caudal reducido (0.97 L/s), presenta un valor de 63.13, clasificado como “malo”, lo que evidencia un deterioro en la calidad del agua relacionado con la cercanía al botadero. Este resultado se relaciona con una mayor proporción de parámetros que superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), así como con una alta suma normalizada de excedentes (1.77) y una amplitud elevada ($F3 = 63.85$), lo que indica una presencia considerable de contaminantes.

Por su parte, el PM-03, aunque también influenciado por el botadero, tiene un valor de ICARHS de 77.74, clasificado como “regular”, atribuible a su mayor distancia (380 m) y a un mayor caudal (2.39 L/s), lo que permite una mayor dilución de los contaminantes. Estas condiciones están influenciadas por factores hidrogeológicos como el buzamiento de los estratos y las direcciones preferenciales de escurrimiento subterráneo, que facilitan el transporte de lixiviados hacia los puntos PM-02 y PM-03.

Estos resultados concuerdan con los hallazgos de Benavides (2019), quien observó que los cuerpos de agua cercanos a rellenos sanitarios mal gestionados presentan condiciones de calidad degradadas, en su mayoría calificadas como “malas” o “pésimas”. Asimismo, Vargas (2021) reportó que los valores del ICARHS pueden fluctuar entre “regular” y “bueno” dependiendo de la distancia al botadero y del manejo de los lixiviados, destacando que el deficiente control de estos residuos contribuye al deterioro de la calidad del agua. En conjunto, los datos obtenidos en este estudio reflejan la influencia directa del botadero El Guayao sobre la calidad del agua subterránea en su entorno.

4.3. Comparación de los valores de los parámetros físicos y químicos y microbiológico de las fuentes de agua, con los estándares de calidad del agua categoría 3 – D1.

Tabla 15

Comparación con los estándares de calidad ambiental categoría 3 – D1

Parámetros	Unidad de Medida	PM-01		PM-02		PM-03		ECA-III
		Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	
pH	und pH	7.07	7.68	8.83	8.55	7.73	7.09	6.5-8.5
Oxígeno disuelto	mg/L	5.38	5.33	3.08	4.15	4.95	5.99	>=4
DQO	mg/L	76.54	66.90	263.17	160.06	146.26	107.60	40
Arsénico	mg/L	0.00	0	0	0	0	0	0.1
Aluminio	mg/L	4.43	2.58	6.41	4.58	4.70	2.97	5
Manganeso	mg/L	0.23	0.07	0.88	0.70	0.27	0.10	0.2
Hierro	mg/L	0.19	0.15	1.19	0.87	0.39	0.24	5
Cadmio	mg/L	0	0	0.00	0	0	0	0.01
Plomo	mg/L	0	0	0.20	0.133	0.06	0.04	0.05
Boro	mg/L	0	0	0	0	0	0	1
Cobre	mg/L	0	0	0	0	0	0	0.2
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	1448.81	1154.94	12549.31	11114.94	6492.83	5691.32	1000

La Tabla 15 compara las concentraciones de los parámetros físico-químicos y microbiológicos medidos en los tres puntos de muestreo (PM-01, PM-02 y PM-03) durante las épocas seca y de lluvia, frente a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aguas de categoría III. Se evidencia un mayor incumplimiento de los ECA en la época de lluvia, especialmente en el punto PM-02, lo cual refleja una mayor movilización de contaminantes hacia el acuífero en este periodo.

En el PM-01, las concentraciones de DQO (76.54 mg/L en seca y 66.90 mg/L en lluvia) y coliformes termotolerantes (1448.81 y 1154.94 NMP/100 mL, respectivamente) superan los límites establecidos, lo que sugiere contaminación orgánica. Esta afectación podría estar asociada a fuentes externas al botadero, como la presencia de letrinas y actividad ganadera en la

parte alta, que introducen material fecal y compuestos orgánicos al sistema hídrico a través de escorrentía superficial e infiltración.

En el PM-02, punto más cercano al botadero, se observa la mayor cantidad de parámetros fuera de norma (8 de 12), incluyendo pH, oxígeno disuelto, DQO, aluminio, manganeso, cadmio, plomo y coliformes termotolerantes. Las concentraciones de DQO alcanzan 263.17 mg/L en época seca y 160.06 mg/L en lluvia, muy por encima del límite de 40 mg/L, lo que evidencia una fuerte carga de materia orgánica. A su vez, los coliformes termotolerantes superan ampliamente el ECA (12549.31 y 11114.94 NMP/100 mL), reflejando una alta contaminación fecal. Esta condición se explica por la infiltración de lixiviados provenientes del botadero El Guayao, favorecida por la geología local (buzamiento y escorrentía de estratos) y por el bajo caudal en este punto, que limita la capacidad de dilución.

Adicionalmente, los valores elevados de metales como manganeso (0.88 mg/L), plomo (0.20 mg/L) y cadmio (detectado en valores cercanos al límite) en PM-02, especialmente durante la época seca, indican una fuente puntual y persistente de contaminación. Estos metales pesados están frecuentemente asociados con residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), como baterías, placas electrónicas y componentes metálicos, que no han sido correctamente segregados y se disponen junto con los residuos comunes, liberando dichos contaminantes al ambiente a través de los lixiviados (Arrieta y Luján, 2007; Dey et al., 2023).

En el PM-03, si bien se detectan excedencias en DQO (146.26 y 107.60 mg/L) y coliformes termotolerantes (6492.83 y 5691.32 NMP/100 mL), estas son inferiores a las del PM-02, debido a su mayor distancia al botadero y a un caudal más elevado (2.39 L/s), lo que favorece la dilución y dispersión de los contaminantes. Esta diferencia sugiere que, aunque existe

una influencia del botadero, esta se atenúa con la distancia y con mejores condiciones hidráulicas.

Los resultados concuerdan con estudios como los de Benavides (2019), quien reportó que los cuerpos de agua cercanos a rellenos sanitarios presentan baja calidad hídrica, especialmente en parámetros como coliformes termotolerantes y DQO; y con Pinto (2018), que señaló un mayor incumplimiento de los ECA durante la época de lluvia debido al arrastre superficial y percolación de contaminantes.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La calidad del agua de los manantiales ubicados cerca del botadero El Guayao, en el distrito de Celendín, se ve afectada por la disposición de residuos. Aguas arriba del botadero (PM-01), la DQO fue de 71.72 mg/L y los coliformes termotolerantes de 1301.87 NMP/100 mL. En el manantial más cercano aguas abajo (PM-02), estos valores aumentaron a 211.61 mg/L y 11832.13 NMP/100 mL, además se detectó aluminio (5.50 mg/L), manganeso (0.787 mg/L), cadmio (0.012 mg/L), plomo (0.165 mg/L) y una disminución del oxígeno disuelto a 3.61 mg/L. En el manantial más alejado (PM-03), la DQO fue de 126.93 mg/L y los coliformes alcanzaron 6092.08 NMP/100 mL.
- El índice de calidad del agua en el manantial ubicado aguas arriba del botadero El Guayao fue de 94.43, clasificado como "bueno". En los manantiales ubicados aguas abajo, el índice fue de 63.13 en el más cercano, clasificado como "malo", y de 77.73 en el más distante, clasificado como "regular".

- En el manantial ubicado aguas arriba del botadero El Guayao, la DQO y los coliformes termotolerantes no cumplen con los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua categoría 3. En los manantiales ubicados aguas abajo, el más cercano presenta excedencias en pH, oxígeno disuelto, DQO, aluminio, manganeso, cadmio, plomo y coliformes termotolerantes. En el manantial más distante, solo la DQO y los coliformes termotolerantes superan los ECAs.

5.2. Recomendaciones

- Realizar estudios hidrogeológicos detallados para evaluar la dinámica del flujo subterráneo y los posibles mecanismos de transporte de lixiviados en el área de influencia del botadero.
- Desarrollar investigaciones geológicas, estratigráficas y geomecánicas que permitan caracterizar las unidades litológicas, estructuras geológicas y condiciones de estabilidad del terreno en la zona de estudio.
- Ejecutar estudios fisicoquímicos del suelo para determinar su capacidad de retención, permeabilidad y movilidad de contaminantes asociados a los lixiviados del botadero.
- Implementar medidas de gestión integral de residuos sólidos que restrinjan la disposición de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en el botadero o en futuros rellenos sanitarios, debido a su aporte potencial de metales pesados y compuestos tóxicos.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS

- Autoridad Nacional del Agua(ANA), A. N. (2020). *Índice de calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales (ICARHS)*. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-metodologia-indice-calidad-ambiental-recursos-hidricos>
- Alcázar Fernández, M. D. (2016). *Manual de gestión de residuos peligrosos de la Universidad de Murcia*.
<https://www.um.es/documents/1765772/3475150/Manual+Gestion+RESPELI-2016.pdf/7178e20e-6cab-40f3-85d9-0f2dc85b3657>
- Alva Gómez, K. S., Chávez Horna, G. E., & Velásquez Montoya, A. A. (2004). *Aprovechamiento de la fracción orgánica de los residuos sólidos de la ciudad de Celendín [tesis de pregrado, Univerisdad Nacional de Cajamarca]*. Biblioteca institucional.

- Arias Gonzáles, J. L., Holgado Tisoc, J., Tafur Pittman, T. L., & Vasquez Pauca, M. J. (2022). *Metodología de la investigación: El método ARIAS para realizar un proyecto de tesis*.
https://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/3109/1/2022_Metodologia_de_la_investigacion_El_metodo_%20ARIAS.pdf
- Arrieta, J., & Luján, M. (2007). *Caracterización de la generación y evaluación de riesgos de las pilas y baterías en desuso en la Ciudad de Cochabamba*. *RevActaNova*, 3(4).
http://revistasbolivianas.umsa.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892007000200002&Ing=en&nrm=iso#:~:text=El%20cadmio%20presenta%20una%20elevada,en%20los%20lixiviados%20%5B17%5D.
- Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2016). *Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de recursos hídricos superficiales*.
https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recursos_hidricos_superficiales.pdf
- Baderna, D., Maggioni, S., Boriani, E., Gemma, S., Molteni, M., Lombardo, A., Benfenati, E. (2011). *A combined approach to investigate the toxicity of an industrial landfill's leachate: Chemical analyses, risk assessment and in vitro assays*. *Environmental Research*, 111(4), 603-613.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935111000302>
- Banco Mundial . (2018). *Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes*. <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>

Benavides Barrios, L. J. (2019). *Análisis de la influencia de la calidad del agua del arroyo León en la calidad del agua de la Ciénega de Mallorquin. [tesis de postgrado, Universidad del Norte]*. Repositorio institucional, Barranquilla, Colombia.

<https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/8693/137136.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bolaños Cárdenas, K. (2013). *Programa Nacional de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Domiciliarios*. Ministerio del Ambiente.

https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/capacita/PI2013_MINAM_DGCA_TipoA.pdf

Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). (2001). *Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life: CCME Water Quality Index 1.0 Technical Report*.

[http://www.ccme.ca/files/Resources/calculators/WQI%20User's%20Manual%20\(en\).pdf](http://www.ccme.ca/files/Resources/calculators/WQI%20User's%20Manual%20(en).pdf)

Collazos Peñalosa, H. (2013). *Diseño y operación de rellenos sanitarios*. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.

Corona Luna, M. d. (2008). *Sistema de tratamiento para lixiviados generados en rellenos sanitarios. [monografía de grado, Universidad de Sucre]*. Repositorio institucional.

<https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/handle/001/304/628.44564C797.pdf;jsessionid=B4B4A70A0F54EAC0EA3F7795C8CB354F?sequence=2>

De León, H., Cruz, C. R., Dávila, R. A., Velasco, F., & Chapa, J. R. (2015). *Impacto del lixiviado generado en el relleno sanitario municipal de Linares (Nuevo León) sobre la calidad del agua superficial y subterránea*. Revista mexicana de ciencias geológicas,

32(3). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1026-87742015000300514

Dey, S., Tripathy, B., Kumar, M. S., & Das, A. P. (2023). *Ecotoxicological consequences of manganese mining pollutants and their biological remediation*. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 5, 55-61.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590182623000012>

Díaz, A., Carpio, M., & Ramírez, J. F. (2015). *Estudio geológico económico de rocas y minerales industriales en la región Cajamarca - [Boletín B 33]*. INGEMMET.

<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/227>

Doménech, J. (2002). *Control de la calidad del agua*. Elsevier, 21(10), 138-146.

<https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-control-calidad-del-agua-13039720>

Fuentes Yague, J. L. (1992). *Aguas subterráneas*.

https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_01.pdf

Garay vera, H. E. (2017). *Estratigrafía secuencial de la formación Celendín en el distrito de Celendín - Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].

<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1531>

García Rodríguez, M. (2021). *Aprendiendo hidrogeología (2ª edición)*.

https://www.researchgate.net/publication/366372164_Aprendiendo_hidrogeologia_2_edicion

Gobierno de México. (2015). *Glosario de métodos de cálculo para indicadores*.

https://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx/work/models/PTP/Capacitacion/glosario_formulas_2015.pdf

Gobierno Regional de Cajamarca. (2012). *Zonificación Ecológica y Económica: base para el ordenamiento territorial del departamento de Cajamarca*.

<https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/ResumenZEE2daEdicion.pdf>

IHOBE. (2009). *Identificación y Evaluación de Aspectos Ambientales*.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/123182/identificacion_y_evaluacion_de_aspectos_ambientales.pdf

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico [INGEMMET]. (2020). *Estudio de recursos de rocas y minerales industriales para la inclusión económica social y desarrollo en la región Cajamarca*.

https://proactivo.com.pe/wp-content/uploads/2020/09/B068-Estudio_recursos_rocas_minerales_industriales-Cajamarca.pdf?utm_source=chatgpt.com

Izquierdo Upiachihua, N. (2016). *Evaluación de la calidad ambiental de las fuentes de agua en el área de influencia del botadero municipal de la ciudad de Yurimaguas, región Loreto*.

2015. [tesis de pregrado, Universidad Alas Peruanas]. Repositorio institucional,

Tarapoto, Perú.

https://repositorio.uap.edu.pe/jspui/bitstream/20.500.12990/3535/1/Tesis_Evaluaci%C3%B3n_Ambiental_Agua.pdf

Kwaku, S., Kulhanek, M., Černý, J., & Balík, J. (2024). *Manganese: From Soil to Human*

Health—A Comprehensive Overview of Its Biological and Environmental Significance.

Nutrients, 16(20).

- https://www.researchgate.net/publication/384920974_Manganese_From_Soil_to_Human_Health-A_Comprehensive_Overview_of_Its_Biological_and_Environmental_Significance
- Llovera Carahuatay, L. F. (2019). *Determinación del índice de calidad ambiental del agua del manantial el Azufre y quebrada el Azufre, en el cacerío el Pabellón, la Encañada, Cajamarca, 2016-2018. [tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]*. Repositorio institucional, Perú. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22317>
- López Geta, J. A., a Fornés Azcoiti, J. M., Ramos González, G., & Villarroya Gil, F. (2009). *Las aguas subterráneas Un recurso natural del subsuelo*.
http://observatoriaigua.uib.es/repositori/asoc_aguas_botin.pdf
- López Ramírez, M. Á., Aburto Gutiérrez, Y. A., Ocaña Drouaillet, K. E., Olaya Pirene, C. O., Lango Reynoso, F., & López Ramírez, M. (2022). *Caracterización fisicoquímica y biológica de los lixiviados procedentes del sitio de disposición final no controlado en Tlapacoyan, Veracruz, México*. Enfoque UTE, 13(3), 1-13.
<https://www.redalyc.org/journal/5722/572270556002/html/>
- Malca, K. E., & Zelada, J. H. (2020). *Influencia del análisis de las geoestructuras en el comportamiento hidrológico del centro poblado La Chorrera – Sorochuco – Celendín – Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte].
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23970>
- Martínez, J. (2005). *Guía para la gestión integral de residuos peligrosos. Fundamentos Tomo I*.
https://cempre.org.uy/docs/biblioteca/guia_para_la_gestion_integral_residuos/gestion_res_pel01_fundamentos.pdf

- Medina Vereau, L. C. (2016). *Evaluación aeromicológica de las zonas aledañas al relleno sanitario de la ciudad de Celendín*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1754>
- Mendoza Colos, M. (2022). *Periódico Digital UNAHALDIA*. Los múltiples problemas de los botaderos en el Perú: <https://www.aldia.unah.edu.pe/los-multiples-problemas-de-los-botaderos-en-el-peru/>
- Miniguano, E. (2016). *Análisis de Varianza (ANOVA)*. <https://estadisticaeninvestigacion.wordpress.com/analisis-de-varianza/>
- Monje Álvarez, C. A. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa guía didáctica*. <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>
- Mulato Pari, B. (2021). *Evaluación de la calidad del agua en el área de influencia del ex botadero de residuos sólidos del centro poblado de Pampachacra, distrito de Huancavelica-2021*. [tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio institucional, Huancayo, Perú. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11861/2/IV_FIN_107_TE_Mulato_Pari_2021.pdf
- Ñahui Gala, L. M., & Acosta Romero, D. C. (2021). *Efecto de la descarga de lixiviado del ex botadero El Edén en el cuerpo de agua adyacente, sector Yauris, distrito de El Tambo, Provincia de Huancayo, 2021*. [tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio institucional, Huancayo, Perú. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/11464>

- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2006). *Guías para la calidad del agua potable: incluye el primer apéndice Vol. 1*. Suiza. <http://bcn.cl/1yg7c>
- Paliouf, C., & Gornitzky, C. M. (2011). *Sistemas de captaciones de agua en manantiales y pequeñas quebradas para la región andina*. Ediciones INTA.
<https://www.aacademica.org/cora.gornitzky/10.pdf>
- Pinto Paredes, M. A. (2018). *Calidad del agua superficial en le río Chili- en los sectores de Sachaca, Jacobo Junter, Tiabaya y Uchumayo para uso de riego de vegetales y bebida de animales en la provincia de Arequipa. [tesis de pregrado, Universidad Nacional San Agustín]*. Repositorio institucional, Arequipa, Perú.
<https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/12367fdb-bf4e-4371-9b3b-4591d14471c3/content>
- Pittman, A. (s.f.). *Agua potable para poblaciones rurales. Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento*. MINAM. <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sial-sialtrujillo/archivos/public/docs/411.pdf>
- Polo, M., & Guevara, E. (2001). *Contaminación de acuíferos por efecto de los lixiviados en el área adyacente al vertedero de desechos sólidos la Guásima, Municipio Libertador, Estado Carabobo*. Revista INGENIERÍA UC, 8(2).
<https://www.redalyc.org/pdf/707/70780202.pdf>
- Rabanal Díaz, W. H. (2013). *Plan integral de manejo de residuos sólidos* .
- Rabanal Díaz, W. H. (2016). *Plan de cierre de botadero controlado "El Guayao"*.

- Rahman, R., & Upadhyaya, H. (2020). *Aluminium Toxicity and Its Tolerance in Plant: A Review*. *Journal of Plant Biology*, 64, 101–121. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12374-020-09280-4>
- Ramsar. (2010). *El manejo de las aguas subterráneas*. <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-11sp.pdf>
- Sandoval Suárez, S. (2017). *Lixiviados*. <https://docplayer.es/3665729-Que-es-el-lixiviado.html>
- Sierra Ramírez, C. A. (2011). *Calidad del agua-Evaluación y diagnóstico*-. Colombia. https://www.academia.edu/9511155/Calidad_del_agua_evaluaci%C3%B3n_y_diagn%C3%B3stico
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1994). *Integrated solid waste management, engineering principles and management issues*. McGraw Hill.
- Torres, P., Barba, L. E., Ojeda, C., Martínez, J., & Castaño, Y. (2014). *Influencia de la edad de lixiviados sobre la composición físico-química y su potencial de toxicidad*. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 17(1). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262014000100027
- Ullca, J. (2006). *Los Rellenos Sanitarios*. LA GRANJA. *Revistas de Ciencias de Vida* (4), 2-17. <https://www.redalyc.org/pdf/4760/476047388001.pdf>
- Vargas Cordero, Z. R. (2009). *La Investigación Aplicada: Una Forma De Conocer Las Realidades Con Evidencia Científica*. *Educación*, 31(1), 155-165. <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

Vargas Mendoza, B. E. (2021). *Análisis espacio-temporal del Índice de la calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS) en puntos de control del río San Gabán-Carabaya-Puno-2021*. [tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional, Lima, Perú.

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/71364/Vargas_MBE-SD.pdf?sequence=1

Vega, A. C., Maguiña, J. L., Soto, A., Lama Valdivia, J., & Correa Lopez, L. E. (2021). *Estudios Transversales*. Rev. Fac. Med. Hum, 21(1), 179-185.

<http://www.scielo.org.pe/pdf/rfmh/v21n1/2308-0531-rfmh-21-01-179.pdf>

Velasquez López, J. E. (2022). *Caracterización de los lixiviados producidos por el relleno sanitario de San Pedro La Laguna*. Agua, Saneamiento & Ambiente, 17(1).

Vélez Otálvaro, M. V., Ortíz Pimienta, C., & Vargas Quintero, M. C. (2011). *Las aguas subterráneas un enfoque práctico*. Colombia.

<https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/download/76/72/558?inline=1>

Vélez Otálvaro, M. V., Ortíz Pimienta, C., & Vargas Quintero, M. C. (2011). *Las aguas subterráneas un enfoque práctico*.

<https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/download/76/72/558?inline=1>

Zegarra Chávez, D. (2022). *Evaluación de los parámetros físicos, químicos del agua de la quebrada Grande por efecto de la contaminación con los lixiviados en el distrito de Sucre-2018*. [tesis de postgrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional, Cajamarca, Perú.

<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/5079/Tesis%20Diana%20Zegarra.pdf?sequence=1>

Ziyang, L., Youcai, Z., Tao, Y., Yu, S., Huili, C., Nanwen, Z., & Renhua, H. (2009). *Natural attenuation and characterization of contaminants composition in landfill leachate under different disposing ages*. *Science of The Total Environment*, 407(10), 3385-3391.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969709000254>

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Datos de las 12 repeticiones y cálculo del ICARHS del manantial antes del botadero (PM-01)

			REPETICIONES												
			Época húmeda						Época seca						
			11/03/2024	18/03/2024	25/03/2024	1/04/2024	8/04/2024	15/04/2024	30/05/2024	6/06/2024	13/06/2024	20/06/2024	27/06/2024	4/07/2024	
Parámetros	Unidad de medida	ECA-III	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	promedio
Caudal	L/seg		0.602	0.58	0.589	0.567	0.521	0.379	0.403	0.385	0.378	0.41	0.394	0.354	0.4635
pH	und pH	6.5-8.5	7.51	7.21	7.01	6.8	6.9	7	7.5	7.5	8	7.56	8	7.5	7.37416667
Oxígeno disuelto	mg/L	>=4	3.87	3.9	6.7	5.1	6.2	6.5	5.9	6.3	6.3	4.6	3.9	5	5.35583333
DQO	mg/L	40	82.96	79.36	77.36	75.19	76.98	67.36	71.12	66.31	62.78	73.99	64.86	62.31	71.715
Arsénico	mg/L	0.1	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)
Aluminio	mg/L	5	5.089	5.07	5.069	4.135	4.108	3.094	3.079	3.061	2.099	2.101	2.08	3.071	3.50466667
Manganeso	mg/L	0.2	0.202	0.281	0.201	0.269	0.256	0.191	0.086	0.08	0.079	0.071	0.0601	0.069	0.15375833
Hierro	mg/L	5	0.236	0.245	0.198	0.189	0.142	0.156	0.164	0.159	0.142	0.154	0.139	0.161	0.17375
Cadmio	mg/L	0.01	<LCM (0.0020)	<LCM (0.0020)	<LCM (0.0020)	<LCM (0.0020)	<LCM (0.0020)	<LCM (0.0020)	<LCM (0.0020)	<LCM (0.0020)	<LCM (0.0020)	<LCM (0.0020)	<LCM (0.0020)	<LCM (0.0020)	<LCM (0.0020)
Plomo	mg/L	0.05	<LCM (0.0040)	<LCM (0.0040)	<LCM (0.0040)	<LCM (0.0040)	<LCM (0.0040)	<LCM (0.0040)	<LCM (0.0040)	<LCM (0.0040)	<LCM (0.0040)	<LCM (0.0040)	<LCM (0.0040)	<LCM (0.0040)	<LCM (0.0040)
Boro	mg/L	1	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)
Cobre	mg/L	0.2	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	1000	1582.94	1441.42	1373.21	1369.72	1473.01	1452.54	1252.75	1246.81	1221.69	1224.96	999.81	983.64	1301.875

EXCEDENTES												
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
pH												
OD	0.03359173	0.02564103									0.02564103	
DQO	1.074	0.984	0.934	0.87975	0.9245	0.684	0.778	1.65775	0.5695	0.84975	0.6215	0.55775
As												
Al	0.0178	0.014	0.0138									
Mn	0.01	0.405	0.005	0.345	0.28							
Fe												
Cd												
Pb												
B												
Cu												
Coli . F	0.58294	0.44142	0.37321	0.36972	0.47301	0.45254	0.25275	0.24681	0.22169	0.22496		
SUMA EXCEDENTES	15.32902378											
cuando es mayor = (valor /ECA) -1												
cuando es menor = (ECA/valor)-1												

total, de parámetros a evaluar	12
parámetros que exceden	5
numero de datos que excede	32
numero de datos total	144
suma normalizada de excedentes	0.106451554

F1	0.41666667
F2	0.22916667
F3	9.62098645

ICARHS 94.43838

$$CCMEWQI = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1,732} \right)$$

Anexo 2. Datos de las 12 repeticiones y cálculo del ICARHS del manantial después del botadero (PM-02)

		REPETICIONES													
		Época húmeda						Época seca							
			11/03/2024	18/03/2024	25/03/2024	1/04/2024	8/04/2024	15/04/2024	30/05/2024	6/06/2024	13/06/2024	20/06/2024	27/06/2024	4/07/2024	
Parámetros	Unidad de medida	ECA-III	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	promedio
Caudal	L/seg	—	1.821	1.794	1.624	1.556	1.013	0.923	0.721	0.645	0.454	0.321	0.41	0.431	0.97608333
pH	und pH	6.5-8.5	8.96	8.89	8.78	8.69	8.91	8.73	8.51	8.61	8.53	8.52	8.59	8.51	8.68583333
Oxígeno disuelto	mg/L	>=4	3.21	3.1	3.14	3.01	3.04	2.97	3.12	3.49	3.98	4.6	4.78	4.91	3.6125
DQO	mg/L	40	277.96	274.36	272.36	270.19	251.98	232.15	206.12	181.31	177.78	154.99	129.86	110.31	211.614167
Arsénico	mg/L	0.1	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)
Aluminio	mg/L	5	8.019	6.124	7.039	6.231	6.008	5.014	5.074	5.011	5.002	4.401	4.003	4.011	5.49475
Manganeso	mg/L	0.2	0.908	0.891	0.911	0.879	0.796	0.876	0.856	0.718	0.689	0.621	0.607	0.691	0.78691667
Hierro	mg/L	5	1.246	1.345	1.098	1.328	1.102	1.001	0.904	0.979	0.842	0.894	0.819	0.761	1.02658333
Cadmio	mg/L	0.01	0.0135	0.014	0.0136	0.0136	0.0135	0.0134	0.0099	0.0098	0.0099	0.0097	0.0097	0.0099	0.01170833
Plomo	mg/L	0.05	0.198	0.196	0.196	0.197	0.195	0.197	0.132	0.133	0.134	0.133	0.134	0.132	0.16475
Boro	mg/L	1	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)
Cobre	mg/L	0.2	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	1000	13282.94	12781.42	12671.21	12379.72	12223.01	11957.54	11672.75	11246.81	11231.69	10814.96	10819.81	10903.64	11832.125

EXCEDENTES												
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
pH	0.37846154	0.36769231	0.35076923	0.33692308	0.37076923	0.34307692	0.30923077	0.32461538	0.31230769	0.31076923	0.32153846	0.30923077
OD	0.24610592	0.29032258	0.27388535	0.32890365	0.31578947	0.34680135	0.28205128	0.14613181	0.00502513			
DQO	5.949	5.859	5.809	5.75475	5.2995	4.80375	4.153	3.53275	3.4445	2.87475	2.2465	1.75775
As												
Al	0.6038	0.2248	0.4078	0.2462	0.2016	0.0028	0.0148	0.0022	0.0004			
Mn	3.54	3.455	3.555	3.395	2.98	3.38	3.28	2.59	2.445	2.105	2.035	2.455
Fe												
Cd	0.35	0.4	0.36	0.36	0.35	0.34						
Pb	2.96	2.92	2.92	2.94	2.9	2.94	1.64	1.66	1.68	1.66	1.68	1.64
B												
Cu												
Coli . F	12.28294	11.78142	11.67121	11.37972	11.22301	10.95754	10.67275	10.24681	10.23169	9.81496	9.81981	9.90364
SUMA EXEDENTES	254.3595512											
cuando es mayor = (valor /ECA) -1												
cuando es menor = (ECA/valor)-1												

total, de parámetros a evaluar	12
parámetros que exceden	9
numero de datos que excede	84
numero de datos total	144
suma normalizada de excedentes	1.76638577

F1	0.75
F2	0.583333
F3	63.85175

ICARHS 63.13001

$$CCMEWQI = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1,732} \right)$$

Anexo 3. Datos de las 12 repeticiones y cálculo del ICARHS del manantial después del botadero (PM-03)

		REPETICIONES													
		Época húmeda						Época seca							
		11/03/2024	18/03/2024	25/03/2024	1/04/2024	8/04/2024	15/04/2024	30/05/2024	6/06/2024	13/06/2024	20/06/2024	27/06/2024	4/07/2024		
Parámetros	Unidad de medida	ECA-III	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	Promedio
Caudal			3.204	3.198	3.005	3.234	2.978	2.897	1.861	1.954	1.732	1.698	1.564	1.467	2.39933333
pH	und pH	6.5-8.5	7.5	7.87	7.89	7.9	7.81	7.38	6.52	6.64	6.87	7.05	7.79	7.69	7.40916667
Oxígeno disuelto	mg/L	>=4	4.51	4.19	5.14	4.71	5.14	6.01	5.62	6.49	5.99	6.12	5.88	5.81	5.4675
DQO	mg/L	40	161.16	164.66	152.46	145.14	131.78	122.33	116.17	111.41	107.08	104.89	109.06	97.01	126.929167
Arsénico	mg/L	0.1	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)	<LCM (0.0230)
Aluminio	mg/L	5	5.009	4.914	5.019	4.241	5.012	4.034	4.004	3.01	3.002	3.011	2.793	2.021	3.83916667
Manganeso	mg/L	0.2	0.313	0.291	0.311	0.309	0.206	0.196	0.191	0.10018	0.098	0.0721	0.0607	0.0581	0.18384
Hierro	mg/L	5	0.456	0.405	0.391	0.378	0.402	0.331	0.307	0.289	0.272	0.204	0.189	0.167	0.31591667
Cadmio	mg/L	0.01	<LCM (002)	<LCM (002)	<LCM (002)	<LCM (002)	<LCM (002)	<LCM (002)	<LCM (002)	<LCM (002)	<LCM (002)	<LCM (002)	<LCM (002)	<LCM (002)	<LCM (002)
Plomo	mg/L	0.05	0.061	0.06	0.06	0.061	0.059	0.059	0.039	0.038	0.037	0.039	0.035	0.036	0.04866667
Boro	mg/L	1	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)	<LCM (0.0260)
Cobre	mg/L	0.2	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)	<LCM (0.0180)
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	1000	7182.84	6791.65	6681.98	6309.54	5983.61	6007.37	5872.28	5866.62	5761.16	5614.51	5129.64	5903.72	6092.07667

EXCEDENTES												
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
pH												
OD												
DQO	3.029	3.1165	2.8115	2.6285	2.2945	2.05825	1.90425	1.78525	1.677	1.62225	1.7265	1.42525
As												
Al	0.0018		0.0038		0.0024							
Mn	0.565	0.455	0.555	0.545	0.03							
Fe												
Cd												
Pb	0.22	0.2	0.2	0.22		0.18						
B												
Cu												
Coli . F	6.18284	5.79165	5.68198	5.30954	4.98361	5.00737	4.87228	4.86662	4.76116	4.61451	4.12964	4.90372
SUMA EXEDENTES	90.36167											
	cuando es mayor = (valor /ECA) -1											
	cuando es menor = (ECA/valor)-1											

total, de parámetros a evaluar	12
parámetros que exceden	5
numero de datos que excede	38
numero de datos total	144
suma normalizada de excedentes	0.6275116

F1	0.416667
F2	0.263889
F3	38.55651

ICARHS	77.73692
---------------	-----------------

$$CCMEWQI = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1,732} \right)$$

Anexo 4. Fotos de la libreta de campo

<u>PH-01</u>	
<u>Época Húmeda.</u>	<u>Época Seca.</u>
11/03/24: Q=0.602 l/seg. PH=7.51 OD=3.87 mg/L.	30/05/24: Q=0.403 l/seg. PH=7.5 OD=5.9 mg/L.
18/03/24: Q=0.58 L/seg. PH=7.21 OD=3.9 mg/L.	06/06/24: Q=0.385 L/seg. PH=7.5 OD=6.3 mg/L.
25/03/24: Q=0.589 l/seg. PH=7.01 OD=6.7 mg/L.	13/06/24: Q=0.378 l/seg. PH=8 OD=6.3 mg/L.
01/04/24: Q=0.567 L/seg. PH=6.8 OD=5.1 mg/L.	20/06/24: Q=0.41 L/seg. PH=7.56 OD=4.6 mg/L.
08/04/24: Q=0.521 L/seg. PH=6.9 OD=6.2 mg/L.	27/06/24: Q=0.394 L/seg. PH=8 OD=3.9 mg/L.
15/04/24: Q=0.379 L/seg. PH=7 OD=6.5 mg/L.	04/07/24: Q=0.354 L/seg. PH=7.5 OD=5 mg/L.

PH-02.Época Húmeda.

11/03/24: $Q = 1.821 \text{ l/seg.}$
 $PH = 8.96$
 $OD = 3.21 \text{ mg/L.}$

18/03/24: $Q = 1.794 \text{ l/seg.}$
 $PH = 8.89$
 $OD = 3.1 \text{ mg/L.}$

25/03/24: $Q = 1.624 \text{ l/seg.}$
 $PH = 8.78$
 $OD = 3.14 \text{ mg/L.}$

01/04/24: $Q = 1.556 \text{ l/seg.}$
 $PH = 8.69$
 $OD = 3.01 \text{ mg/L.}$

08/04/24: $Q = 1.013 \text{ l/seg.}$
 $PH = 8.91$
 $OD = 3.04 \text{ mg/L.}$

15/04/24: $Q = 0.923 \text{ l/seg.}$
 $PH = 8.73$
 $OD = 2.97 \text{ mg/L.}$

Época Seca.

30/05/24: $Q = 0.721 \text{ l/seg.}$
 $PH = 8.51$
 $OD = 3.12 \text{ mg/L.}$

06/06/24: $Q = 0.645 \text{ l/seg.}$
 $PH = 8.61$
 $OD = 3.49 \text{ mg/L.}$

13/06/24: $Q = 0.454 \text{ l/seg.}$
 $PH = 8.53$
 $OD = 3.98 \text{ mg/L.}$

20/06/24: $Q = 0.321 \text{ l/seg.}$
 $PH = 8.52$
 $OD = 4.6 \text{ mg/L.}$

27/06/24: $Q = 0.41 \text{ l/seg.}$
 $PH = 8.59$
 $OD = 4.78 \text{ mg/L.}$

04/07/24: $Q = 0.431 \text{ l/seg.}$
 $PH = 8.51$
 $OD = 4.91 \text{ mg/L.}$

PH-03.Época Humeda.Época Seca.

11/03/24: Q = 3.204 L/seg.
 PH = 7.5
 OD = 4.51 mg/L.

30/05/24: Q = 1.861 L/seg.
 PH = 6.52
 OD = 5.62 mg/L.

18/03/24: Q = 3.198 L/seg.
 PH = 7.87
 OD = 4.19 mg/L.

06/06/24: Q = 1.954 L/seg.
 PH = 6.64
 OD = 6.49 mg/L.

25/03/24: Q = 3.005 L/seg.
 PH = 7.89
 OD = 5.14 mg/L.

13/06/24: Q = 1.732 L/seg.
 PH = 6.82
 OD = 5.99 mg/L.

01/04/24: Q = 3.234 L/seg.
 PH = 7.9
 OD = 4.71 mg/L.

20/06/24: Q = 1.698 L/seg.
 PH = 7.05
 OD = 6.12 mg/L.

08/04/24: Q = 2.978 L/seg.
 PH = 7.81
 OD = 5.14 mg/L.

27/06/24: Q = 1.564 L/seg.
 PH = 7.79
 OD = 5.88 mg/L.

15/04/24: Q = 2.897 L/seg.
 PH = 7.38
 OD = 6.01 mg/L.

04/07/24: Q = 1.467 L/seg.
 PH = 7.69
 OD = 5.81 mg/L.

Anexo 5. Informes de laboratorio

Repetición 1



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° IE 03240396

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre	QUIROZ ATALAYA EVELIN JANETH		
Dirección	PASAJE LAS CIENCIAS S/N		
Persona de contacto	QUIROZ ATALAYA EVELIN JANETH	Correo electrónico	gaevelin14@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo	11.03.24	Hora de Muestreo	8:15 a 8:45
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	03		
Ensayos solicitados	Químicos instrumentales- Físicoquímicos- Microbiológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación		
Referencia de la muestra	Celendin - Cajamarca		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC-470	Cadena de Custodia	CC - 0396 – 24
Fecha y Hora de Recepción	11.03.24 16:00	Inicio de Ensayo	11.03.24 16:15
Reporte Resultado	20.03.24 16:45		



Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028


LABORATORIO REGIONAL

DEL AGUA

Cajamarca, 20 de marzo de 2024

Página: 1 de 3


LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA – GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO”
JR. LUIS ALBERTO SANCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA-PERÚ
 e-mail: laboratoriodelagua@regoncajamarca.gob.pe 599000 anexo 11-40



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° IE 03240396

ENSAYOS			Químicos Instrumentales - Físicoquímicos					
Código de la Muestra	PM-01		PM-02	PM-03	-	-	-	
Código Laboratorio	03240396-01		03240396-02	03240396-03	-	-	-	
Matriz	Natural		Natural	Natural	-	-	-	
Descripción	Subterránea-Manantial		Subterránea-Manantial	Subterránea-Manantial	-	-	-	
Localización de la Muestra	Guayao- Celendin		Guayao- Celendin	Pallac- Celendin	-	-	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de metales pesados					
Arsenico (Ag)	mg/L	0.0050	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	5.089	8.019	5.009	-	-	
Boro (B)	mg/L	0.0260	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	0.0135	<LCM	-	-	
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Hierro (Pb)	mg/L	0.0230	0.236	1.246	0.456	-	-	
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	0.202	0.908	0.313	-	-	
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	0.198	0.061	-	-	

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos				
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	82.96	277.96	161.16	-	-
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	0.5	3.87	3.21	4.51	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	1.5829 x 10 ³	1.3282 x 10 ⁴	7.1828 x 10 ³

Nota: Los Resultados <1.0, < 1.8, < 1.1 y < 1: significa que el resultado es equivalente a cero no se aprecian estructuras biológicas en la muestra VE valor estimado

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 20 de marzo de 2024

Página: 2 de 3

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA – GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO”
 JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA-PERÚ
 e-mail: laboratorio@regioncajamarca.gob.pe 5990000 anexo 1140



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° IE 03240396

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, SiO ₂ , Sn, Sr, Tl, Ti, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev, 4.4, 1994. (Validado-Modificado) 2020. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500- O C, 24 th Ed. 2023: Oxygen (Dissolved). Azide Modification
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C, E. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"


Código del Formato: P-23-F01 Rev.N°02 Fecha: 03/07/2020

Cajamarca, 20 de marzo de 2024



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Repetición 2



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 03240283

DATOS DEL CLIENTE


Razon Social/Nombre	QUIROZ ATALAYA EVELIN JANETH		
Dirección	PASAJE LAS CIENCIAS S/N		
Persona de contacto	QUIROZ ATALAYA EVELIN JANETH	Correo electrónico	qaevelin14@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo	18.03.24	Hora de Muestreo	8:05 a 8:55
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	03		
Ensayos solicitados	Químicos instrumentales- Físicoquímicos- Microbiológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación		
Referencia de la muestra	Celendín - Cajamarca		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC-470	Cadena de Custodia	CC - 0283 - 24
Fecha y Hora de Recepción	18.03.24 15:00	Inicio de Ensayo	18.03.24 15:15
Reporte Resultado	27.03.24 16:00		



Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 27 de marzo de 2024

Página: 1 de 3

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
 JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N, URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA-PERÚ
 e-mail: laboratorio@delagua@regioncajamarca.gob.pe 599000 anexo 1140



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° IE 03240283

ENSAYOS			Químicos Instrumentales - Físicoquímicos					
Código de la Muestra	PM-01		PM-02	PM-03	-	-	-	
Código Laboratorio	03240283-01		03240283-02	03240283-03	-	-	-	
Matriz	Natural		Natural	Natural	-	-	-	
Descripción	Subterránea-Manantial		Subterránea-Manantial	Subterránea-Manantial	-	-	-	
Localización de la Muestra	Guayao- Celendin		Guayao- Celendin	Pallac- Celendin	-	-	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de metales pesados					
Arsenico (Ag)	mg/L	0.0050	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	5.07	6.124	4.914	-	-	
Boro (B)	mg/L	0.0260	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	0.014	<LCM	-	-	
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Hierro (Pb)	mg/L	0.0230	0.245	1.345	0.405	-	-	
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	0.281	0.891	0.291	-	-	
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	0.196	0.06	-	-	



Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos				
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	79.36	274.36	164.66	-	-
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	0.5	3.9	3.01	4.19	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	1.4414 x 10 ³	1.2781 x 10 ⁴	6.7916 x 10 ³	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, < 1.8, < 1.1 y < 1: significa que el resultado es equivalente a cero no se aprecian estructuras biológicas en la muestra VE valor estimado

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 27 de marzo de 2024

Página: 2 de 3



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 03240283

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, SiO ₂ , Sn, Sr, Tl, Ti, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev, 4.4, 1994. (Validado-Modificado) 2020. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500- O C, 24 th Ed. 2023: Oxygen (Dissolved). Azide Modification
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C, E. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"


Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha: 03/07/2020

Cajamarca, 27 de marzo de 2024




LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Repetición 3



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 03240373

DATOS DEL CLIENTE


Razon Social/Nombre	QUIROZ ATALAYA EVELIN JANETH		
Dirección	PASAJE LAS CIENCIAS S/N		
Persona de contacto	QUIROZ ATALAYA EVELIN JANETH	Correo electrónico	qaevelin14@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo	25.03.24	Hora de Muestreo	8:15 a 9:00
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-	Tipo de Muestreo	Puntual
Número de puntos de muestreo	03	Ensayos solicitados	Químicos instrumentales- Físicoquímicos- Microbiológicos
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación		
Referencia de la muestra	Celendín - Cajamarca		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC-470	Cadena de Custodia	CC - 0373 - 24	
Fecha y Hora de Recepción	25.03.24 14:30	Inicio de Ensayo	25.03.24	15:00
Reporte Resultado	03.04.24 16:15			



Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

LABORATORIO REGIONAL

DEL AGUA

Cajamarca, 03 de abril de 2024

Página: 1 de 3

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA-PERÚ
 e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe 599000 anexo 1140



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 03240373

ENSAYOS			Químicos Instrumentales - Físicoquímicos					
Código de la Muestra	PM-01	PM-02	PM-03	-	-	-	-	
Código Laboratorio	03240373-01	03240373-02	03240373-03	-	-	-	-	
Matriz	Natural	Natural	Natural	-	-	-	-	
Descripción	Subterránea-Manantial	Subterránea-Manantial	Subterránea-Manantial	-	-	-	-	
Localización de la Muestra	Guayao- Celendin	Guayao- Celendin	Pallac- Celendin	-	-	-	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de metales pesados					
Arsenico (Ag)	mg/L	0.0050	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	5.069	7.039	5.019	-	-	
Boro (B)	mg/L	0.0260	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	0.0136	<LCM	-	-	
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Hierro (Pb)	mg/L	0.0230	0.198	1.098	0.391	-	-	
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	0.201	0.911	0.311	-	-	
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	0.196	0.06	-	-	

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos				
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	77.36	272.36	152.46	-	-
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	0.5	5.7	3.14	5.14	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	1.3732 x 10 ³	1.2671 x 10 ⁴	6.6819 x 10 ³	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, < 1.8, < 1.1 y < 1: significa que el resultado es equivalente a cero no se aprecian estructuras biológicas en la muestra VE valor estimado

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA



Cajamarca, 03 de abril de 2024

Página: 2 de 3



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 03240373

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, SiO2, Sn, Sr, Tl, Ti, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev, 4.4, 1994. (Validado-Modificado) 2020. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O2/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O2/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500- O C, 24 th Ed. 2023: Oxygen (Dissolved). Azide Modification
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C, E. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realizaron los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"


Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha: 03/07/2020
Cajamarca, 03 de abril de 2024



LABORATORIO REGIONAL

DEL AGUA


Repetición 4



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



Registro N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° IE 04240013

DATOS DEL CLIENTE


Razon Social/Nombre	QUIROZ ATALAYA EVELIN JANETH		
Dirección	PASAJE LAS CIENCIAS S/N		
Persona de contacto	QUIROZ ATALAYA EVELIN JANETH	Correo electrónico	qaevelin14@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo	01.04.24	Hora de Muestreo	8:05 a 9:10
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	03		
Ensayos solicitados	Químicos instrumentales- Físicoquímicos- Microbiológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación		
Referencia de la muestra	Celendin - Cajamarca		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC-470	Cadena de Custodia	CC - 0013 – 24
Fecha y Hora de Recepción	01.04.24 13:30	Inicio de Ensayo	01.04.24 14:00
Reporte Resultado	09.04.24 15:15		



Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 09 de abril de 2024

Página: 1 de 3

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA – GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO

JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N, URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA-PERÚ
e-mail: laboratorio@delagua@regioncajamarca.gob.pe 599000 anexo 1140



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° IE 04240013

ENSAYOS			Químicos Instrumentales - Físicoquímicos					
Código de la Muestra	PM-01		PM-02	PM-03	-	-	-	
Código Laboratorio	04240013-01		04240013-02	04240013-03	-	-	-	
Matriz	Natural		Natural	Natural	-	-	-	
Descripción	Subterránea-Manantial		Subterránea-Manantial	Subterránea-Manantial	-	-	-	
Localización de la Muestra	Guayao- Celendin		Guayao- Celendin	Pallac- Celendin	-	-	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de metales pesados					
Arsenico (Ag)	mg/L	0.0050	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	4.135	6.231	4.241	-	-	
Boro (B)	mg/L	0.0260	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	0.0136	<LCM	-	-	
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Hierro (Pb)	mg/L	0.0230	0.189	1.328	0.378	-	-	
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	0.269	0.879	0.309	-	-	
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	0.197	0.061	-	-	

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos				
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	75.19	270.19	145.14	-	-
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	0.5	5.1	3.01	4.71	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	1.3697 x 10 ³	1.2379 x 10 ⁴	6.3095 x 10 ³	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, < 1.8, < 1.1 y < 1: significa que el resultado es equivalente a cero no se aprecian estructuras biológicas en la muestra VE valor estimado

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 09 de abril de 2024

Página: 2 de 3



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° IE 04240013

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, SiO ₂ , Sn, Sr, Ti, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev, 4.4, 1994. (Validado-Modificado) 2020. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500- O C, 24 th Ed. 2023: Oxygen (Dissolved). Azide Modification
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C, E. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"


Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha: 03/07/2020

Cajamarca, 09 de abril de 2024



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA


Repetición 5



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084



Registro N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° IE 04240216

DATOS DEL CLIENTE


Razon Social/Nombre	QUIROZ ATALAYA EVELIN JANETH		
Dirección	PASAJE LAS CIENCIAS S/N		
Persona de contacto	QUIROZ ATALAYA EVELIN JANETH	Correo electrónico	qaevelin14@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo	08.04.24	Hora de Muestreo	8:15 a 9:15
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	03		
Ensayos solicitados	Químicos instrumentales- Físicoquímicos- Microbiológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación		
Referencia de la muestra	Celendin - Cajamarca		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC-470	Cadena de Custodia	CC - 0216 – 24
Fecha y Hora de Recepción	08.04.24 14:30	Inicio de Ensayo	08.04.24 15:00
Reporte Resultado	17.04.24 14:15		



Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 17 de abril de 2024

Página: 1 de 3

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA – GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO”
 JR. LUIS ALBERTO SANCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA-PERU
 e-mail: laboratorio@regioncajamarca.gob.pe 599000 anexo 11.40

ENSAYOS		Químicos Instrumentales - Físicoquímicos					
Código de la Muestra		PM-01	PM-02	PM-03	-	-	-
Código Laboratorio		04240216-01	04240216-02	04240216-03	-	-	-
Matriz		Natural	Natural	Natural	-	-	-
Descripción		Subterránea-Manantial	Subterránea-Manantial	Subterránea-Manantial	-	-	-
Localización de la Muestra		Guayao- Celendin	Guayao- Celendin	Pallac- Celendin	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de metales pesados				
Arsenico (Ag)	mg/L	0.0050	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	4.108	6.008	5.012	-	-
Boro (B)	mg/L	0.0260	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	0.0135	<LCM	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Hierro (Pb)	mg/L	0.0230	0.142	1.102	0.402	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	0.256	0.796	0.206	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	0.195	0.059	-	-



Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos				
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	76.98	251.98	131.78	-	-
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	0.5	6.2	3.04	5.14	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	1.4730 x 10 ³	1.2223 x 10 ⁴	5.9836 x 10 ³	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero no se aprecian estructuras biológicas en la muestra VE valor estimado

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084

INFORME DE ENSAYO N° IE 04240216

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 17 de abril de 2024

Página: 2 de 3

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA – GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO*
 JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA-PERÚ
 e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe 599000 anexo 1140



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 04240216

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, SiO ₂ , Sn, Sr, Tl, Ti, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev, 4.4, 1994. (Validado-Modificado) 2020. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500- O C, 24 th Ed. 2023: Oxygen (Dissolved). Azide Modification
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C, E. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realizan los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha: 03/07/2020
Cajamarca, 17 de abril de 2024




LABORATORIO REGIONAL

DEL AGUA

Página: 3 de 3


Repetición 6



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



Registro N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° IE 04240497

DATOS DEL CLIENTE


Razon Social/Nombre	QUIROZ ATALAYA EVELIN JANETH		
Dirección	PASAJE LAS CIENCIAS S/N		
Persona de contacto	QUIROZ ATALAYA EVELIN JANETH	Correo electrónico	qaevelin14@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo	15.04.24	Hora de Muestreo	8:00 a 9:00
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	03		
Ensayos solicitados	Químicos instrumentales- Físicoquímicos- Microbiológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación		
Referencia de la muestra	Celendin - Cajamarca		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC-470	Cadena de Custodia	CC - 0497 - 24
Fecha y Hora de Recepción	15.04.24 14:00	Inicio de Ensayo	15.04.24 15:30
Reporte Resultado	22.04.24 14:00		



Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 22 de abril de 2024

Página: 1 de 3

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA – GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO”
 JR. LUIS ALBERTO SANCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA-PERU
 e-mail: laboratorio@regioncajamarca.gob.pe 599000 anexo 11.40

ENSAYOS		Químicos Instrumentales - Físicoquímicos					
Código de la Muestra		PM-01	PM-02	PM-03	-	-	-
Código Laboratorio		04240497-01	04240497-02	04240497-03	-	-	-
Matriz		Natural	Natural	Natural	-	-	-
Descripción		Subterránea-Manantial	Subterránea-Manantial	Subterránea-Manantial	-	-	-
Localización de la Muestra		Guayao- Celendin	Guayao- Celendin	Pallac- Celendin	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de metales pesados				
Arsenico (Ag)	mg/L	0.0050	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	3.094	5.014	4.034	-	-
Boro (B)	mg/L	0.0260	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	0.0134	<LCM	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Hierro (Pb)	mg/L	0.0230	0.156	1.001	0.331	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	0.191	0.876	0.196	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	0.197	0.059	-	-



Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos				
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	67.36	232.15	122.33	-	-
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	0.5	6.5	2.97	6.01	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	1.4525 x 10 ³	1.1957 x 10 ⁴	6.0073 x 10 ³	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero no se aprecian estructuras biológicas en la muestra VE valor estimado





LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA



Cajamarca, 22 de abril de 2024

Página: 2 de 3

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA – GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO*
 JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA-PERÚ
 e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe 599000 anexo 1140



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 04240497

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, SiO ₂ , Sn, Sr, Tl, Ti, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado-Modificado) 2020. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500- O C, 24 th Ed. 2023: Oxygen (Dissolved). Azide Modification
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C, E. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.


"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha: 03/07/2020 Cajamarca, 22 de abril de 2024




LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Repetición 7



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 05240801

DATOS DEL CLIENTE


Razon Social/Nombre	QUIROZ ATALAYA EVELIN JANETH		
Dirección	PASAJE LAS CIENCIAS S/N		
Persona de contacto	QUIROZ ATALAYA EVELIN JANETH	Correo electrónico	qaevelin14@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo	30.05.24	Hora de Muestreo	8:00 a 9:00
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	03		
Ensayos solicitados	Químicos instrumentales- Físicoquímicos- Microbiológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación		
Referencia de la muestra	Celendín - Cajamarca		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC-470	Cadena de Custodia	CC - 0801 - 24	
Fecha y Hora de Recepción	30.05.24 14:15	Inicio de Ensayo	30.05.24	14:45
Reporte Resultado	06.06.24 15:00			



Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 06 de junio de 2024

Página: 1 de 3

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
 JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N, URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA-PERÚ
 e-mail: laboratorio@delagua@regioncajamarca.gob.pe 599000 anexo 1140



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

Registro N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° IE 05240801

ENSAYOS			Químicos Instrumentales - Físicoquímicos					
Código de la Muestra	PM-01		PM-02	PM-03	-	-	-	
Código Laboratorio	05240801-01		05240801-02	05240801-03	-	-	-	
Matriz	Natural		Natural	Natural	-	-	-	
Descripción	Subterránea-Manantial		Subterránea-Manantial	Subterránea-Manantial	-	-	-	
Localización de la Muestra	Guayao- Celendin		Guayao- Celendin	Pallac- Celendin	-	-	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de metales pesados					
Arsenico (Ag)	mg/L	0.0050	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	3.079	5.074	4.004	-	-	
Boro (B)	mg/L	0.0260	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	0.0099	<LCM	-	-	
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Hierro (Pb)	mg/L	0.0230	0.164	0.904	0.307	-	-	
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	0.086	0.856	0.191	-	-	
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	0.132	0.039	-	-	

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos				
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	71.12	206.12	116.17	-	-
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	0.5	5.9	3.12	5.62	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	1.2527 x 10 ³	1.1672 x 10 ⁴	6.8722 x 10 ³	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, < 1.8, < 1.1 y < 1: significa que el resultado es equivalente a cero no se aprecian estructuras biológicas en la muestra VE valor estimado



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 06 de junio de 2024



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° IE 05240801

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, SiO ₂ , Sn, Sr, Tl, Ti, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado-Modificado) 2020. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500- O C, 24 th Ed. 2023: Oxygen (Dissolved). Azide Modification
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C, E. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulada por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"


Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha: 03/07/2020

Cajamarca, 06 de junio de 2024




LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Repetición 8



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 06240115

DATOS DEL CLIENTE

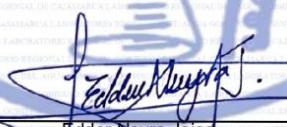
Razon Social/Nombre	QUIROZ ATALAYA EVELIN JANETH		
Dirección	PASAJE LAS CIENCIAS S/N		
Persona de contacto	QUIROZ ATALAYA EVELIN JANETH	Correo electrónico	qaevelin14@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo	06.06.24	Hora de Muestreo	8:10 a 9:10
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	03		
Ensayos solicitados	Químicos instrumentales- Físicoquímicos- Microbiológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación		
Referencia de la muestra	Celendín - Cajamarca		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC-470	Cadena de Custodia	CC - 0115 - 24
Fecha y Hora de Recepción	06.06.24 14:00	Inicio de Ensayo	06.06.24 14:30
Reporte Resultado	13.06.24 14:00		



Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Cajamarca, 13 de junio de 2024

Página: 1 de 3

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA – GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
 JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA-PERÚ
 e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe 599000 anexo 1140



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

Registro N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° IE 06240115

ENSAYOS			Químicos Instrumentales - Físicoquímicos					
Código de la Muestra	PM-01		PM-02	PM-03	-	-	-	
Código Laboratorio	06240115-01		06240115-02	06240115-03	-	-	-	
Matriz	Natural		Natural	Natural	-	-	-	
Descripción	Subterránea-Manantial		Subterránea-Manantial	Subterránea-Manantial	-	-	-	
Localización de la Muestra	Guayao- Celendin		Guayao- Celendin	Pallac- Celendin	-	-	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de metales pesados					
Arsenico (Ag)	mg/L	0.0050	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	3.061	5.011	3.01	-	-	
Boro (B)	mg/L	0.0260	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	0.0098	<LCM	-	-	
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Hierro (Pb)	mg/L	0.0230	0.159	0.979	0.289	-	-	
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	0.08	0.718	0.10018	-	-	
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	0.133	0.038	-	-	

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos				
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	66.31	181.31	111.41	-	-
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	0.5	6.3	3.49	6.49	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	1.2468 x 10 ³	1.1246 x 10 ⁴	5.8666 x 10 ³	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, < 1.8, < 1.1 y < 1: significa que el resultado es equivalente a cero no se aprecian estructuras biológicas en la muestra VE valor estimado

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA



Cajamarca, 13 de junio de 2024

Página: 2 de 3



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 06240115

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, SiO ₂ , Sn, Sr, Tl, Ti, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado-Modificado) 2020. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500- O C, 24 th Ed. 2023: Oxygen (Dissolved). Azide Modification
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C, E. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulada por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"


Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha: 03/07/2020

Cajamarca, 13 de junio de 2024




LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Repetición 9



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 06240345

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre	QUIROZ ATALAYA EVELIN JANETH		
Dirección	PASAJE LAS CIENCIAS S/N		
Persona de contacto	QUIROZ ATALAYA EVELIN JANETH	Correo electrónico	qaevelin14@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo	13.06.24	Hora de Muestreo	8:15 a 9:15
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	03		
Ensayos solicitados	Químicos instrumentales- Físicoquímicos- Microbiológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación		
Referencia de la muestra	Celendín - Cajamarca		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC-470	Cadena de Custodia	CC - 0345 – 24
Fecha y Hora de Recepción	13.06.24 15:00	Inicio de Ensayo	13.06.24 15:15
Reporte Resultado	20.06.24 14:30		



Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 20 de junio de 2024

Página: 1 de 3

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA – GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
 JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N, URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA-PERÚ
 e-mail: laboratorio@delagua@regioncajamarca.gob.pe 599000 anexo 1140

ENSAYOS		Químicos Instrumentales - Físicoquímicos					
Código de la Muestra		PM-01	PM-02	PM-03	-	-	-
Código Laboratorio		06240345-01	06240345-02	06240345-03	-	-	-
Matriz		Natural	Natural	Natural	-	-	-
Descripción		Subterránea-Manantial	Subterránea-Manantial	Subterránea-Manantial	-	-	-
Localización de la Muestra		Guayao- Celendin	Guayao- Celendin	Pallac- Celendin	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de metales pesados				
Arsenico (Ag)	mg/L	0.0050	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	2.099	5.002	3.002	-	-
Boro (B)	mg/L	0.0260	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	0.0099	<LCM	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Hierro (Pb)	mg/L	0.0230	0.142	0.842	0.272	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	0.079	0.689	0.098	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	0.134	0.037	-	-


Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos				
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	62.78	177.78	107.08	-	-
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	0.5	6.3	3.98	5.99	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	1.2216 x 10 ³	1.1231 x 10 ⁴	5.7611 x 10 ³	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a 0 y no se aprecian estructuras biológicas en la muestra VE valor estimado



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 20 de junio de 2024

Página: 2 de 3

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA – GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO”
JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA-PERÚ
 e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe 599000 anexo 1140



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° IE 06240345

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, SiO ₂ , Sn, Sr, Tl, Ti, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado-Modificado) 2020. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500- O C, 24 th Ed. 2023: Oxygen (Dissolved). Azide Modification
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C, E. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"


Código del Formato: P-23-F01 Rev.N°02 Fecha: 03/07/2020

Cajamarca, 20 de junio de 2024



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA


Repetición 10



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 06240401

DATOS DEL CLIENTE


Razon Social/Nombre	QUIROZ ATALAYA EVELIN JANETH		
Dirección	PASAJE LAS CIENCIAS S/N		
Persona de contacto	QUIROZ ATALAYA EVELIN JANETH	Correo electrónico	gaevelin14@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo	20.06.24	Hora de Muestreo	8:30 a 9:45
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	03		
Ensayos solicitados	Químicos instrumentales- Físicoquímicos- Microbiológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación		
Referencia de la muestra	Celendín - Cajamarca		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC-470	Cadena de Custodia	CC - 0401 - 24
Fecha y Hora de Recepción	20.06.24 14:00	Inicio de Ensayo	20.06.24 14:15
Reporte Resultado	27.06.24 14:30		



Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 27 de junio de 2024

Página: 1 de 3

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA – GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO”
 JR. LUIS ALBERTO SANCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA-PERU
 e-mail: laboratorio@regionalcajamarca.gob.pe 5990000 anexo 1140

ENSAYOS		Químicos Instrumentales - Físicoquímicos					
Código de la Muestra		PM-01	PM-02	PM-03	-	-	-
Código Laboratorio		06240401-01	06240401-02	06240401-03	-	-	-
Matriz		Natural	Natural	Natural	-	-	-
Descripción		Subterránea-Manantial	Subterránea-Manantial	Subterránea-Manantial	-	-	-
Localización de la Muestra		Guayao- Celendin	Guayao- Celendin	Pallac- Celendin	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de metales pesados				
Arsenico (Ag)	mg/L	0.0050	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	2.101	4.401	3.011	-	-
Boro (B)	mg/L	0.0260	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	0.0097	<LCM	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Hierro (Pb)	mg/L	0.0230	0.154	0.894	0.204	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	0.071	0.621	0.0721	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	0.133	0.039	-	-


Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos				
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	73.99	154.99	104.89	-	-
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	0.5	4.6	4.6	6.12	-	-


Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	1.2249 x 10 ³	1.0814 x 10 ⁴	5.6145 x 10 ³	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero no se aprecian estructuras biológicas en la muestra VE valor estimado



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA



Cajamarca, 27 de junio de 2024

Página: 2 de 3

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA – GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO”
JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA-PERÚ
 e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe 5990000 anexo 1140



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° IE 06240401

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, SiO ₂ , Sn, Sr, Tl, Ti, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado-Modificado) 2020. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500- O C, 24 th Ed. 2023: Oxygen (Dissolved). Azide Modification
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C, E. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"


Código del Formato: P-23-F01 Rev.N°02 Fecha: 03/07/2020

Cajamarca, 27 de junio de 2024




LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Repetición 11



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 06241271

DATOS DEL CLIENTE


Razon Social/Nombre	QUIROZ ATALAYA EVELIN JANETH		
Dirección	PASAJE LAS CIENCIAS S/N		
Persona de contacto	QUIROZ ATALAYA EVELIN JANETH	Correo electrónico	gaevelin14@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo	27.06.24	Hora de Muestreo	8:20 a 9:55
Responsable de la toma de muestra	Cliente	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de puntos de muestreo	03		
Ensayos solicitados	Químicos instrumentales- Físicoquímicos- Microbiológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación		
Referencia de la muestra	Celendín - Cajamarca		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC-470	Cadena de Custodia	CC - 1271 - 24
Fecha y Hora de Recepción	27.06.24 14:30	Inicio de Ensayo	27.06.24 15:15
Reporte Resultado	04.07.24 14:00		



Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

LABORATORIO REGIONAL

DEL AGUA

Cajamarca, 04 de julio de 2024

Página: 1 de 3

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO
JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA-PERÚ
 e-mail: laboratorio@regioncajamarca.gob.pe 599000 anexo 1140



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 06241271

ENSAYOS			Químicos Instrumentales - Físicoquímicos			
Código de la Muestra	PM-01	PM-02	PM-03	-	-	-
Código Laboratorio	06241271-01	06241271-02	06241271-03	-	-	-
Matriz	Natural	Natural	Natural	-	-	-
Descripción	Subterránea-Manantial	Subterránea-Manantial	Subterránea-Manantial	-	-	-
Localización de la Muestra	Guayao- Celendin	Guayao- Celendin	Pallac- Celendin	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de metales pesados			
Arsenico (Ag)	mg/L	0.0050	<LCM	<LCM	<LCM	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	2.08	4.003	2.793	-
Boro (B)	mg/L	0.0260	<LCM	<LCM	<LCM	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	0.0097	<LCM	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	<LCM	<LCM	<LCM	-
Hierro (Pb)	mg/L	0.0230	0.139	0.819	0.189	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	0.0601	0.607	0.0607	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	0.134	0.035	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos			
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	64.86	129.86	109.06	-
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	0.5	3.9	4.78	5.88	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)



Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	9.998 x 10 ²	1.0819 x 10 ⁴	5.1296 x 10 ³

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8, <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero no se aprecian estructuras biológicas en la muestra VE valor estimado

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 04 de julio de 2024

Página: 2 de 3



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° IE 06241271

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, SiO ₂ , Sn, Sr, Tl, Ti, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado-Modificado) 2020. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500- O C, 24 th Ed. 2023: Oxygen (Dissolved). Azide Modification
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C, E. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha: 03/07/2020

Cajamarca, 04 de julio de 2024



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA


Repetición 12



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 07240197

DATOS DEL CLIENTE

Razon Social/Nombre: **QUIROZ ATALAYA EVELIN JANETH**

Dirección: **PASAJE LAS CIENCIAS S/N**

Persona de contacto: **QUIROZ ATALAYA EVELIN JANETH** Correo electrónico: gaevelin14@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo: **04.07.24** Hora de Muestreo: **8:30 a 9:45**

Responsable de la toma de muestra: **Cliente** Plan de muestreo N°: **-**

Procedimiento de Muestreo: **-**

Tipo de Muestreo: **Puntual**

Número de puntos de muestreo: **03**

Ensayos solicitados: **Químicos instrumentales- Físicoquímicos- Microbiológicos**

Breve descripción del estado de la muestra: **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservación y conservación**

Referencia de la muestra: **Celendin - Cajamarca**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato: **SC-470** Cadena de Custodia: **CC - 0197 - 24**

Fecha y Hora de Recepción: **04.07.24 14:00** Inicio de Ensayo: **04.07.24 15:00**

Reporte Resultado: **12.07.24 14:00**



Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 12 de julio de 2024

Página: 1 de 3

“LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA – GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO”
 JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA-PERÚ
 e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe 599000 anexo 1140



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° IE 07240197

ENSAYOS			Químicos Instrumentales - Físicoquímicos					
Código de la Muestra	PM-01		PM-02	PM-03	-	-	-	
Código Laboratorio	07240197-01		07240197-02	07240197-03	-	-	-	
Matriz	Natural		Natural	Natural	-	-	-	
Descripción	Subterránea-Manantial		Subterránea-Manantial	Subterránea-Manantial	-	-	-	
Localización de la Muestra	Guayao- Celendin		Guayao- Celendin	Pallac- Celendin	-	-	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de metales pesados					
Arsenico (Ag)	mg/L	0.0050	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Aluminio (Al)	mg/L	0.0230	3.071	4.011	2.021	-	-	
Boro (B)	mg/L	0.0260	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Cadmio (Cd)	mg/L	0.0020	<LCM	0.0099	<LCM	-	-	
Cobre (Cu)	mg/L	0.0180	<LCM	<LCM	<LCM	-	-	
Hierro (Pb)	mg/L	0.0230	0.161	0.761	0.167	-	-	
Manganeso (Mn)	mg/L	0.0030	0.069	0.691	0.0581	-	-	
Plomo (Pb)	mg/L	0.0040	<LCM	0.132	0.036	-	-	

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados de Químicos Instrumentales y Físicoquímicos				
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	62.31	110.31	97.01	-	-
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	0.5	5	4.91	5.81	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Parámetro	Unidad	LCM	Resultados Microbiológicos				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	9.936 x 10 ²	1.0903 x 10 ⁴	5.9037 x 10 ³	-	-

Nota: Los Resultados <1.0, < 1.8, < 1.1 y < 1: significa que el resultado es equivalente a cero no se aprecian estructuras biológicas en la muestra VE valor estimado

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA



Cajamarca, 12 de julio de 2024

Página: 2 de 3



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 07240197

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Metales Disueltos y Totales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Hg, K, Li, Na, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, S, Sb, Se, Si, SiO ₂ , Sn, Sr, Tl, Ti, U, V, Zn)	mg/L	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, 1994. (Validado-Modificado) 2020. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500- O C, 24 th Ed. 2023: Oxygen (Dissolved). Azide Modification
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C, E. 24 th Ed. 2023: Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

NOTAS FINALES

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- (*) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua. Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservarán en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.
- ✓ Se prohíbe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev.N°02 Fecha: 03/07/2020

Cajamarca, 12 de julio de 2024



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Anexo 6. Panel fotográfico

Fuente de agua de referencia PM-O1 (línea base)



PM-02 (fuente de agua cercana al botadero)



PM-03 (fuente de agua lejana al botadero)



Medición de parámetros de campo



Muestras para envío al laboratorio

