



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera,
Metalúrgica y Geográfica
Escuela Profesional de Ingeniería Geológica

Evaluación hidroquímica en fuentes de agua del anexo de Acos (Chumpi, Ayacucho)

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Ingeniera Geóloga

AUTOR

Stefany CASTRO CARHUAPOMA

Lima, Perú

2026



Reconocimiento – No Comercial – Compartir Igual – Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Castro, S. (2026). *Evaluación hidroquímica en fuentes de agua del anexo de Acos (Chumpi, Ayacucho)*. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Escuela Profesional de Ingeniería Geológica]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Stefany Castro Carhuapoma
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72786366
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-3965-5971
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	No Aplica.
Tipo de documento de identidad	No Aplica.
Número de documento de identidad	No Aplica.
URL de ORCID	No Aplica.
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Jorge Eduardo Chira Fernandez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07342254
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Jaime Cesar Mayorga Rojas
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10369482
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Felix Abraham Cornelio Orbegoso
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	42652078

Datos de investigación	
Línea de investigación	C.0.1.13. Hidrogeología
Grupo de investigación	No Aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	JP-01: Latitud -15.131650, Longitud - 67.777535 TP-01: Latitud -15.138016, Longitud - 67.769645 OT-01: Latitud -15.125666, Longitud - 67.770758 CA-01: Latitud -15.173423, Longitud - 67.740085 TM-01: Latitud -15.149115, Longitud - 67.756105 CCP-01: Latitud -15.132170, Longitud - 67.768422 AC-01: Latitud -15.127676, Longitud - 67.758287
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Octubre 2025 - noviembre 2025
URL de disciplinas OCDE	Geoquímica, Geofísica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.04



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA
Escuela Profesional de Ingeniería Geológica

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA GEÓLOGA

En el salón de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, el martes 07 de abril de 2026 siendo las 17:00 horas, en presencia de los señores docentes designados como miembros de Jurado Calificador:

Dr. Jorge Eduardo Chira Fernández

(Presidente de Jurado)

Dr. Jaime César Mayorga Rojas

(Miembro de Jurado)

Mag. Felix Abraham Cornelio Orbegoso

(Miembro de Jurado)

Reunidos para el acto académico público de la sustentación de TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL titulada: «**EVALUACIÓN HIDROQUÍMICA EN FUENTES DE AGUA DEL ANEXO DE ACOS (CHUMPI, AYACUCHO)**», presentada por Doña: **STEFANY CASTRO CARHUAPOMA**, bachiller en Ingeniería Geológica para la obtención del Título Profesional de INGENIERA GEOLOGA.

Los miembros del Jurado, escuchada la sustentación respectiva, plantearon a la graduanda las observaciones pertinentes, que fueron absueltas:

A SATISFACCIÓN DEL JURADO

El Jurado procedió a la calificación, cuyo resultado fue:

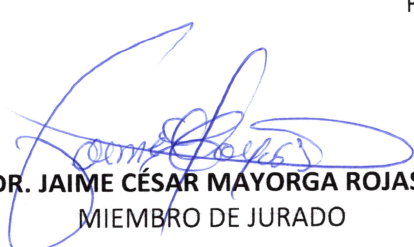
QUINCE (15)

Habiendo sido aprobada la sustentación de TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL por el Jurado Calificador, el presidente recomienda que la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, proponga se le otorgue el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA GEÓLOGA** a Doña **STEFANY CASTRO CARHUAPOMA**.

Siendo las 18:00 horas se dio por concluido el acto académico, expidiéndose cinco (05) actas originales de la Sustentación de Trabajo De Suficiencia Profesional.

Lima, 07 de abril de 2026


DR. JORGE EDUARDO CHIRA FERNÁNDEZ
PRESIDENTE DE JURADO


DR. JAIME CÉSAR MAYORGA ROJAS
MIEMBRO DE JURADO


MAG. FELIX ABRAHAM CORNELIO ORBEGOSO
MIEMBRO DE JURADO


MAG. LOURDES JANET QUIÑONES LAVADO
DIRECTORA

Anexo 2
CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, **Mag. Lourdes Janet Quiñones Lavado**, en mi condición de directora de la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica de la Facultad de Ingeniería Geológica Minera Metalúrgica y Geográfica del Trabajo de Suficiencia Profesional titulado **EVALUACIÓN HIDROQUÍMICA EN FUENTES DE AGUA DEL ANEXO DE ACOS (CHUMPI, AYACUCHO)**, presentado por la bachiller **STEFANY CASTRO CARHUAPOMA**, a fin de optar el título profesional de Ingeniera Geóloga para ser publicado por el Repositorio Institucional

CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, evaluación y análisis mediante la plataforma PIDS para la detección de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el 6% de similitud, nivel PERMITIDO, para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación. Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para su publicación.

Firma de la Directora :



Lima, 11 de mayo de 2026

Nombres y Apellidos de la directora: **LOURDES JANET QUIÑONES LAVADO**

DNI: 06798460

Contenido

CAPÍTULO I:	3
1.1. Introducción	3
1.2. Antecedentes	4
1.3. Resumen	5
1.4. Objetivo general	6
1.5. Justificación	6
CAPÍTULO II: INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD	6
2.1. Ubicación geográfica	6
2.2. Clima	8
2.3. Accesibilidad y vías de comunicación	8
2.4. Descripción de la entidad	8
2.5. Periodo y naturaleza de la actividad	8
2.6. Contexto geológico y geomorfológico	8
2.8. Contexto hidrogeológico	10
2.9. Ubicación espacial del área de estudio	10
2.10. Aspectos geomorfológicos	11
2.11. Implicancia geológica e hidrogeoquímica	11
CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	12
3.1. Organización de la actividad	12
3.2. Finalidad y objetivos de la actividad	12
3.3. Problemática	13
3.4. Metodología y procedimientos	13
3.5. Muestras de laboratorio	14
3.6. Análisis de laboratorio	15
3.7. Procesamiento de datos	17
3.8. Resultados de la actividad	17
CAPÍTULO IV:	29
CONCLUSIONES	29
CAPÍTULO V:	30
RECOMENDACIONES	30
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

CAPÍTULO I:

1.1. Introducción

El agua subterránea es una fuente importante para el abastecimiento de la comunidad de Acos, ubicada en el distrito de Chumpi, Ayacucho. Estas aguas provienen de manantiales naturales que emergen a la superficie por fisuramiento, tal como se describe en el “Estudio Geoambiental de la cuenca del Río Ocoña” (INGEMMET, 2021) respecto al acuífero del Grupo Barroso. Asimismo, el Informe Técnico N° A7264 (INGEMMET, 2022) describe que la litología del entorno de Acos pertenece al Grupo Barroso, lo cual fue corroborado en campo durante la toma de muestras de agua.

El presente informe tiene como objetivo caracterizar la composición hidroquímica en las fuentes de agua en Acos. Para este propósito, se realizó una campaña de muestreo en octubre de 2025 en coordinación con La Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) Acos, comprendiendo cinco estaciones de agua subterránea (manantiales naturales) y dos estaciones superficiales (río Pichqapuquio y una fuente de escorrentía proveniente del manantial Azulccacca). Las muestras fueron analizadas por el laboratorio SGS del Perú S.A.C., entidad acreditada bajo la norma ISO/IEC 17025, empleando métodos normalizados, conforme a lo requerido por el Artículo 36 del Decreto Supremo N° 031-2010-SA, referente al Registro de Fuentes de Agua para Consumo Humano. Se determinó parámetros fisicoquímicos, aniones, Sólidos Totales Disueltos (STD), Sólidos Totales Suspendidos (STS), alcalinidad y metales (disueltos o totales, según corresponda).

El análisis comparativo se efectuó con base en los límites establecidos por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA, 2010) y el Estándar de Calidad Ambiental para Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM).

Se aplicaron correlaciones estadísticas (Spearman) en el subconjunto de aguas subterráneas, entre las concentraciones de arsénico y boro (B), litio (Li), cesio (Cs) y titanio (Ti), además de sílice y sulfatos, en búsqueda de patrones hidroquímicos preliminares en concordancia con el enfoque de Tapia et al. (2019). Los resultados sugerirían que la presencia de arsénico podría estar asociada a procesos de lixiviación de la matriz volcánica local (Grupo Barroso). Bajo el marco de la literatura técnica (Bundschuh et al., 2012), existiría la posibilidad de que la movilización de este metaloide se origine mediante procesos de meteorización natural, donde una interacción agua-roca prolongada favorecería su liberación hacia el acuífero. Estos hallazgos contribuirían a sustentar la calidad del recurso desde una perspectiva geogénica, permitiendo diferenciar estos niveles naturales de eventuales impactos por actividades antrópicas y facilitando la selección de fuentes para el consumo humano.

1.2. Antecedentes

El arsénico es un elemento traza de origen natural que representa un riesgo crítico para la salud pública en la región andina. A nivel nacional, investigaciones como las de George et al. (2014) han evidenciado que la contaminación por arsénico en aguas subterráneas constituye un problema extendido en el Perú, con concentraciones que frecuentemente superan el valor guía de 10 µg/L establecido por la OMS. En el ámbito regional, la DIRESA Ayacucho (2024) ha catalogado a la provincia de Parinacochas como una zona de vigilancia prioritaria, debido a reportes recurrentes de presencia de metales y metaloides en fuentes de abastecimiento hídrico destinadas al consumo humano.

En este contexto, estudios regionales realizados en el Altiplano–Puna andino han demostrado que la presencia de arsénico en aguas naturales responde predominantemente a procesos geogénicos, asociados a la interacción agua–roca en ambientes volcánicos. En particular, Tapia et al. (2019) documentan que en cuencas volcánicas del Altiplano los niveles elevados de arsénico presentan correlaciones significativas con elementos volátiles y alcalinos como litio, boro y cesio, lo que indica un origen vinculado a la lixiviación de materiales volcánicos (vidrio y piroclastos). De manera consistente, Bundschuh y Maity (2015) señalan que la movilización de este metaloide está controlada por procesos hidrogeoquímicos naturales.

En el anexo Acos, esta problemática resulta crítica debido a que la población depende de manantiales y fuentes superficiales asociadas a depósitos aluviales y rocas del Grupo Barroso. Esto resalta la necesidad de evaluar la calidad del recurso y comprender los procesos de meteorización y desorción que controlan la presencia de arsénico en el sistema hidrogeológico local, en concordancia con el marco normativo vigente Estándar de Calidad Ambiental para Agua–D.S. N° 004-2017-MINAM.

1.3. Resumen

La investigación se desarrolló bajo un enfoque técnico–científico, integrando trabajo de campo, análisis de laboratorio e interpretación hidroquímica. Las muestras de agua fueron recolectadas durante el periodo de estiaje, lo que permitió caracterizar las concentraciones base de elementos traza bajo condiciones de mínima dilución por recarga pluvial. La elección del periodo de estiaje para la caracterización de arsénico en los manantiales de Acos se fundamenta en la necesidad de capturar el escenario de máxima criticidad hidroquímica. Durante esta época, la ausencia de recarga pluvial elimina el efecto de dilución iónica, permitiendo registrar las concentraciones más elevadas de metaloides de origen geogénico (Buragohain et al., 2010, p. 345). Asimismo, la movilidad del arsénico es altamente sensible al pH; la infiltración de agua con pH bajo favorece la adsorción del metaloide sobre las superficies de óxidos minerales, mientras que condiciones de mayor pH —asociadas a procesos de interacción agua-roca prolongados— promueven su desorción hacia la fase acuosa (Smedley & Kinniburgh, 2002, p. 525).

Se analizaron metales disueltos en las fuentes subterráneas (filtración 0.45 μm) y metales totales en las fuentes superficiales, en el laboratorio SGS del Perú S.A.C. mediante espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS), conforme al EPA Method 200.8 (Rev. 5.4), técnica adecuada para la determinación de elementos a niveles de $\mu\text{g/L}$, con control de calidad analítica que incluyó blancos, duplicados y porcentajes de recuperación dentro de rangos aceptables, cumpliendo con los criterios establecidos en el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos (2010, ANA)

Los resultados cuantitativos obtenidos a partir de la base de datos consolidada evidencian concentraciones de arsénico disueltos que alcanzan hasta 0.03571 mg/L, superando el valor guía de 0.010 mg/L establecido para agua destinada al consumo humano. De manera asociada, se registran concentraciones de boro de hasta 0.062 mg/L, litio hasta 0.0051 mg/L y cesio hasta 0.0071 mg/L, elementos que muestran comportamientos coherentes dentro del sistema hídrico evaluado.

El análisis estadístico revela correlaciones positivas entre el arsénico y los elementos de afinidad volcánica (boro, litio y cesio), lo que sugiere un control geoquímico común. Asimismo, los parámetros fisicoquímicos sugieren condiciones de pH cercano a la neutralidad y ambiente oxidante, coherentes con la baja movilidad del hierro disuelto y la permanencia del arsénico y otros oxianiones en solución.

En conjunto, la metodología analítica y los resultados cuantitativos son consistentes con un control predominantemente geogénico de la presencia de arsénico en el área de estudio; sin embargo, esta interpretación debe considerarse preliminar debido al tamaño muestral y a la ausencia de evaluación temporal.

1.4. Objetivo general

Evaluar la composición hidroquímica de elementos traza y elementos mayoritarios en 7 fuentes de agua en el Anexo de Acos (Ayacucho), con el fin de identificar preliminarmente los procesos geogénicos de interacción agua-roca, y determinar la aptitud del recurso hídrico para el consumo humano y actividades agropecuarias, de acuerdo con el marco normativo vigente.

Objetivos específicos

- Caracterizar preliminarmente la firma hidroquímica y definir las facies predominantes del sistema mediante el uso de los diagramas de Piper y Schoeller.
- Evaluar la ocurrencia y el comportamiento de elementos traza críticos (As, B, Li, Cs y Ti) y su relación con materiales volcánicos, Grupo Barroso, con el fin de sustentar su origen natural (geogénico).
- Evaluar preliminarmente asociaciones Hidroquímicas potenciales vinculadas a procesos de interacción agua-roca y el zoneamiento hidroquímico altitudinal, en función de la disposición espacial y la cota de los puntos de muestreo.
- Contrastar las concentraciones obtenidas con los Estándares de Calidad Ambiental (D.S. N° 004-2017-MINAM, Categorías 1 y 3) y los Límites Máximos Permisibles para consumo humano (D.S. N° 031-2010-SA), con el propósito de evaluar la calidad sanitaria y la aptitud del agua para riego agrícola y bebida de animales.

1.5. Justificación

Este trabajo busca aportar evidencia técnica que respalde la hipótesis de que las concentraciones de arsénico en las fuentes del anexo Acos son de origen geogénico. Esta condición es producto de la interacción natural entre el agua subterránea y las rocas volcánicas del Grupo Barroso.

El estudio tiene un valor práctico al permitir a la JASS Acos tomar decisiones informadas sobre el uso y tratamiento del agua, además de constituir una referencia técnica replicable para otras comunidades rurales andinas con condiciones geológicas similares.

CAPÍTULO II: INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD

2.1. Ubicación geográfica

El anexo Acos se ubica en el distrito de Chumpi, provincia de Parinacochas, departamento

de Ayacucho, entre las coordenadas UTM (8322000 – 8327400 N y 631300 – 633600 E), zona 18S (WGS84), a una altitud promedio de 3050 m s.n.m. Geográficamente, el área se localiza en la margen izquierda del río Acos, en la vertiente noreste del cerro Anchacata, donde nacen las quebradas Panteón Huaycco y Millu-Cuchu-Macma, principales drenajes naturales del sector.

Acos forma parte de la cuenca alta del río Yauca, dentro de la vertiente del Pacífico Sur, con relieves accidentados y quebradas estrechas que conforman un paisaje montañoso típico del sur de Ayacucho. Las fuentes de agua subterránea afloran naturalmente en zonas de fracturamiento o contacto litológico, en los alrededores de la quebrada principal.

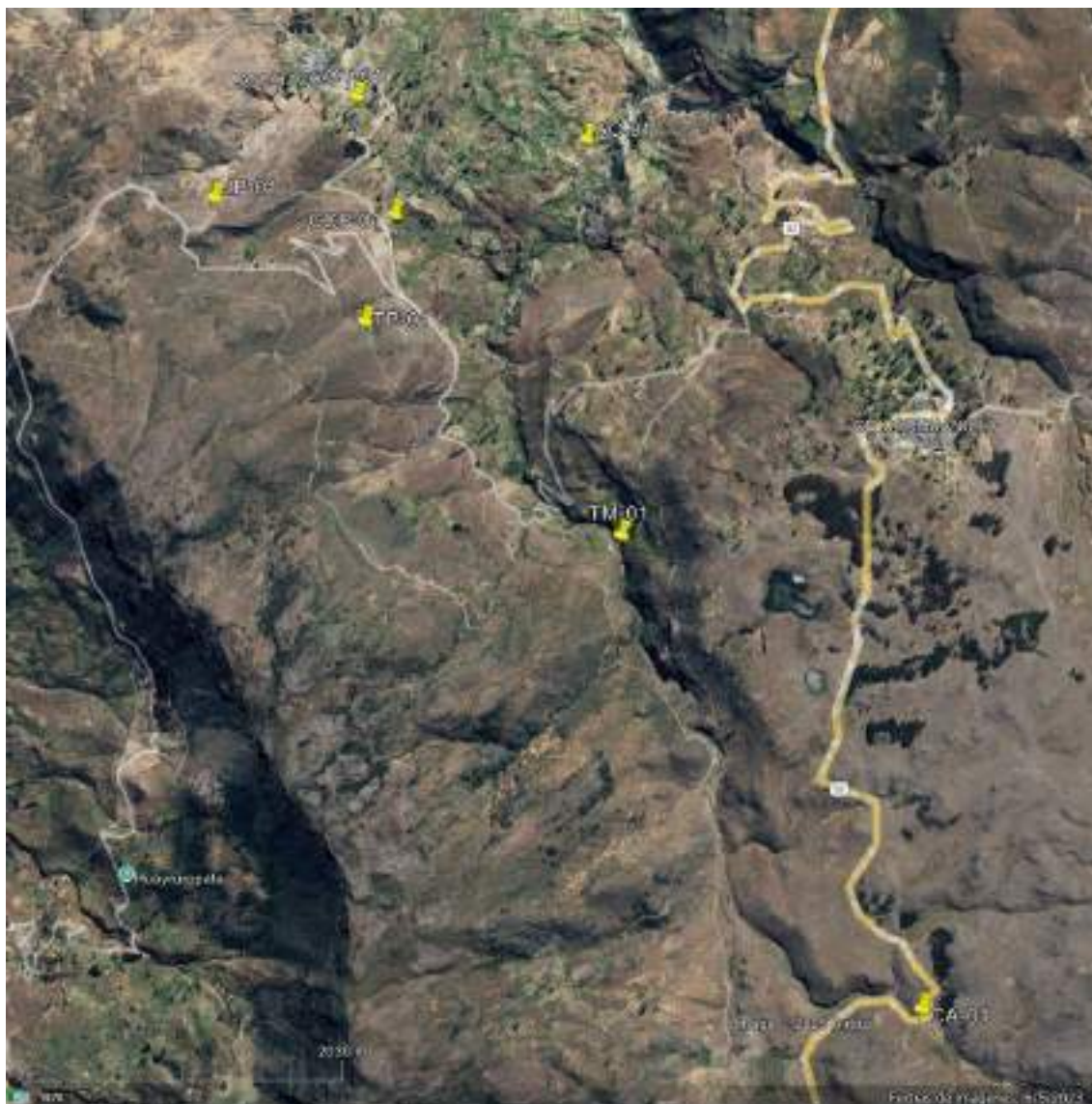


Figura 1: Localización de las fuentes de agua monitoreadas

2.2. Clima

El clima es templado–semiárido, con una estación lluviosa entre diciembre y marzo, y una estación seca de abril a noviembre (SENAMHI,2002). La precipitación anual promedio varía entre 100 y 500 mm.

2.3. Accesibilidad y vías de comunicación

El acceso principal al anexo Acos se realiza desde la ciudad de Ayacucho a través de la carretera Coracora – Chumpi – Acos, con un recorrido aproximado de 7 horas.

El tramo final se realiza por vía afirmada que permite el tránsito de camionetas 4x4 hacia los puntos de monitoreo. Durante la campaña se garantizó el transporte adecuado de los materiales de muestreo y muestras, manteniendo las condiciones de calidad exigidas para la integridad analítica.

2.4. Descripción de la entidad

La Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) Acos – Chumpi es una organización comunal reconocida por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), encargada de la gestión del sistema de agua potable y saneamiento rural.

Su función principal es administrar la captación, conducción y distribución del agua proveniente de manantiales naturales, asegurando su uso racional y sostenible.

2.5. Periodo y naturaleza de la actividad

La fase de campo se realizó del 10 al 12 de octubre de 2025, durante el estiaje. Esta ventana temporal es crítica para evaluar las concentraciones base de elementos traza, minimizando la dilución por recarga pluvial.

El marco geológico se basó en la cartografía regional del INGEMMET correspondiente a los cuadrángulos de Jaqui, Coracora, Chala y Chaparra (escala 1:100 000), complementada con el Mapa Geológico del Cuadrángulo de Coracora (Hoja 31-o-IV) a escala 1:50 000, disponible en GEOCATMIN, y contrastada localmente con el Informe Técnico N.º A7264 (2022). Durante el trabajo de campo se verificaron los afloramientos, confirmandose la presencia de andesitas y dacitas del Grupo Barroso y depósitos cuaternarios aluviales y coluviales.

El enfoque vincula la movilización del arsénico con la meteorización química de la matriz volcánica. La ausencia de hierro disuelto y el pH neutro sugiere un ambiente oxidante donde el hierro precipita como fase sólida, mientras que los elementos de firma volcánica (As, B, Li, Cs,Ti) permanecen móviles en el sistema hídrico.

2.6. Contexto geológico y geomorfológico

Según el Informe Técnico N° A7264 del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (Ingemmet), la localidad de Acos se encuentra sobre rocas volcánicas del Grupo Barroso, constituida por aglomerados, brechas de color morado, tobas de color blanquecino, de naturaleza dacítica, con un alto grado de fracturamiento y meteorización.

Los afloramientos del Cerro Anchacata, ubicado al noreste de Acos, muestran zonas con suelo residual arcilloso, producto de la alteración de los materiales volcánicos y de la descomposición de los minerales primarios ricos en hierro y manganeso.

En la parte media de las laderas del cerro se identifican depósitos coluvio–proluviales y suelos de meteorización con elevada permeabilidad, que actúan como áreas de recarga local del acuífero. Entre la base del Cerro Anchacata y el río Acos se observan depósitos coluvio–deluviales y antiguos deslizamientos, sobre los cuales se asienta la localidad. Estas formaciones conforman un sistema geológico complejo, pero fundamental para el almacenamiento y descarga natural de las aguas subterráneas.

2.6.1. Unidades litoestratigráficas

El área de Acos está conformada por rocas volcánicas del Grupo Barroso y Grupo Tacaza, cubiertas parcialmente por depósitos coluvio–deluviales y materiales proluviales recientes. Las secuencias volcánicas se encuentran fracturadas y moderadamente meteorizadas, conformando un relieve montañoso con pendientes fuertes e inestables, donde los procesos de erosión y meteorización contribuyen a la formación de suelos residuales y a la liberación natural de elementos metálicos en los flujos de agua subterránea.

a) Grupo Barroso (NQ-b)

Constituido por derrames lávicos de composición andesítica a dacítica, de textura porfirítica y grano fino (Díaz & Milla, 2003). Los afloramientos muestran un alto grado de fracturamiento y meteorización, especialmente en la parte media e inferior del cerro Anchacata, principal unidad geomorfológica de la zona.

b) Grupo Tacaza (PN-ta)

Formado por tobas blanquecinas, brechas volcánicas y aglomerados de naturaleza dacítica, localizados al sur de la localidad de Acos. Estas rocas presentan baja competencia mecánica y son susceptibles a la meteorización química, generando suelos residuales con altos contenidos de arcillas expansivas y óxidos metálicos, que influyen en la composición química del agua.

c) Depósitos coluvio–deluviales (Q-cd)

Constituyen la base del valle donde se asienta la localidad de Acos. Están compuestos por gravas arcillosas, limos y bloques volcánicos de hasta 1 m de diámetro, intercalados con materiales sueltos producto de deslizamientos antiguos del cerro Anchacata. Estos depósitos poseen permeabilidad media a alta y plasticidad variable, lo que permite el almacenamiento temporal de agua y su posterior filtración hacia el subsuelo, participando activamente en la recarga local del acuífero.

d) Depósitos coluviales y proluviales (Q-co y Q-pl)

Los depósitos coluviales corresponden a materiales detríticos recientes originados por derrumbes en las laderas de las quebradas Panteón Huaycco y Millu-Cuchu-Macma, conformados por bloques volcánicos de hasta 2 m de diámetro. Los depósitos proluviales, en cambio, ocupan los cauces de las quebradas y están compuestos por gravas y arenas de origen volcánico, redondeadas y parcialmente cementadas, con evidencias de transporte fluvial y flujos de detritos antiguos. Estas unidades actúan como zonas de mezcla entre aguas superficiales y subterráneas, condicionando los patrones de conductividad eléctrica y concentración de iones mayores observados en el presente estudio

2.7. Contexto geodinámico y riesgos

La zona de Acos presenta una susceptibilidad alta a movimientos en masa, especialmente flujos de detritos (huaicos) que pueden generarse en las quebradas Millu Cuchu Macma y Panteón Huaycco, las cuales atraviesan el centro urbano. Simulaciones realizadas por el INGEMMET (2019) estiman que, bajo condiciones extremas de lluvia (picos de 25.7 mm en 24 h), los caudales podrían alcanzar entre 3.5 y 4.9 m³/s, con concentraciones sólidas de hasta 40%, afectando viviendas y caminos locales.

Aunque estas condiciones no tienen relación directa con la composición química del agua, sí son importantes desde el punto de vista hidrogeológico, pues los procesos de remoción en masa favorecen la reexposición y lixiviación de materiales arsenicales contenidos en los depósitos volcánicos alterados. Por tanto, la dinámica geológica y geodinámica de Acos constituye un factor determinante tanto para la recarga y circulación del agua subterránea, como para la movilización natural de elementos traza que son objeto de este estudio.

2.8. Contexto hidrogeológico

El acuífero principal en el Anexo de Acos corresponde a la unidad de Acuíferos fisurados volcánicos “Barroso” (AFV-br2). Esta unidad agrupa los depósitos volcánicos del Grupo Barroso, compuestos litológicamente por lavas andesíticas afíricas y, en menor proporción, por lavas dacíticas y tobas de composición dacítica a riodacítica.

Desde el punto de vista hidráulico, estas formaciones presentan una permeabilidad secundaria elevada, producto de un intenso fracturamiento y diaclasamiento en las lavas. De acuerdo con estudios regionales (análogos al Estudio Geoambiental de la Cuenca del Río Ocoña, 2021), la conductividad hidráulica estimada para estos depósitos varía entre 0.574 y

3.386 m/día, lo que facilita el movimiento del flujo subterráneo y la ocurrencia de numerosas surgencias en forma de manantiales de fractura y contacto.

Las estaciones subterráneas (JP-01, TP-01, OT-01, TM-01 y CA-01) representan las principales surgencias donde el agua interactúa directamente con la matriz rocosa del Grupo Barroso. Por su parte, el canal CCP-01 integra caudales de largo recorrido de fuentes previas, mientras que AC-01 constituye el flujo superficial derivado de un puquial en la zona de Azulccacca (Fm. Anizo). El análisis hidroquímico revela una firma multielemental diagnóstica (As–B–Li–Cs–Ti) la cual, en concordancia con la literatura científica, posee un origen geogénico derivado de la lixiviación de vidrio volcánico y la meteorización de silicatos (Murray et al., 2023, p. 1; Ravenscroft et al., 2009, pp. 45, 60). En el entorno del acuífero, este proceso ocurre bajo condiciones oxidantes que permiten la estabilidad del arsénico en solución, mientras que el hierro y el manganeso precipitan como oxihidróxidos insolubles, lo que explica su ausencia en los análisis de las fuentes subterráneas (Ravenscroft et al., 2009, pp. 59-61). Por el contrario, la detección de manganeso y hierro en los canales de largo recorrido CCP-01 y AC-01 responde a la dinámica de transporte fluvial, donde la interacción prolongada con sedimentos del lecho y el tiempo de tránsito facilitan la removilización selectiva de metales (Concha et al., 2010, p. 6878; Tapia et al., 2022, p. 9).

2.9. Ubicación del área de estudio

Geográficamente, el área de estudio se encuentra en la margen izquierda del río Acos, en la vertiente noreste del cerro Anchacata, donde nacen las quebradas Panteón Huaycco y Millu-Cuchu-Macma, las cuales confluyen en el cauce principal del río Acos. Estas quebradas constituyen los principales drenajes naturales del sector y actúan como zonas de descarga de

los manantiales subterráneos monitoreados en el presente estudio.

2.10. Aspectos geomorfológicos

La geomorfología del área está determinada por un relieve montañoso abrupto, dominado por el cerro Anchacata y las quebradas Panteón Huaycco y Millu-Cuchu-Macma, que confluyen en el río Acos.

El modelado del terreno refleja procesos de erosión y acumulación controlados por la estructura volcánica fracturada y los movimientos en masa recurrentes.

Las pendientes del terreno varían desde suaves (1° a 5°) en las zonas coluvio–deluviales donde se asienta la localidad, hasta muy escarpadas ($>45^{\circ}$) en las laderas superiores y márgenes de las quebradas. Estas pendientes, sumadas a la naturaleza fracturada y poco competente de las rocas volcánicas, favorecen la ocurrencia de derrumbes, flujos de detritos y erosión diferencial.

En el área de estudio se reconocen las siguientes unidades geomorfológicas principales:

- Vertientes coluvio–deluviales donde se asienta la localidad de Acos: donde se asienta la localidad de Acos, conformada por materiales reabajados de antiguos deslizamientos.
- Vertiente de deslizamiento: ladera occidental del cerro Anchacata, con evidencias de movimientos rotacionales antiguos y suelos arcillosos saturables.
- Montañas volcánicas (cerro Anchacata): relieves fuertes modelados en roca andesítica, con fracturas abiertas y zonas de meteorización avanzada.
- Quebradas activas (Panteón Huaycco y Millu-Cuchu-Macma): drenajes con pendientes fuertes ($>25^{\circ}$), que actúan como zonas de transporte de materiales detríticos y flujos de agua durante la estación lluviosa.

2.11. Implicancia geológica e hidroquímica

Durante la validación de campo, se constató que, mientras la mayoría de las surgencias emergen a través de depósitos aluviales que actúan como medios de filtración y potencial adsorción, el manantial TM-01 aflora directamente desde una brecha volcánica de coloración purpúrea. Esta característica litoestructural sugiriendo un contacto directo y sin interferencias entre el flujo subterráneo y el sustrato volcánico fracturado, lo que se traduce en una firma hidroquímica más concentrada. Consistentemente, TM-01 registra los valores más elevados de K (5.42 mg/L), Si (34.46 mg/L), Rb (0.0227 mg/L) y Cs (0.0071 mg/L) (ver Anexo 5), superando a los demás afloramientos (JP-01, TP-01, OT-01 y CA-01). Este enriquecimiento selectivo de metales alcalinos y sílice es característico de la hidrólisis de silicatos y la lixiviación de la matriz vítrea en sistemas volcánicos evolucionados, donde la ausencia de cobertura aluvial permite la preservación de una signatura geogénica primaria rica en elementos incompatibles como el rubidio y el cesio (Liu et al., 2025, p. 4; Ravenscroft et al., 2009, p. 60).

El incremento en las concentraciones de arsénico, litio y boro detectado en las fuentes de agua ubicadas a menor cota responde a una combinación de factores climáticos y procesos de evolución hidroquímica espacial. En regiones semiáridas, la evaporación actúa como un mecanismo crítico de concentración de solutos a medida que el recurso hídrico desciende por la cuenca hacia las zonas de descarga (Murray et al., 2023, p. 1; Ravenscroft et al., 2009, p. 61). Hidrogeológicamente, las surgencias en cotas bajas representan aguas con un mayor tiempo de residencia y un recorrido prolongado a través de las redes de fractura del Grupo Barroso, lo que intensifica la lixiviación del vidrio volcánico y la liberación acumulativa de

la firma multielemental diagnóstica (As–B–Li–Cs), proceso que se potencia por la hidrólisis continua de la matriz mineral silícica (Ravenscroft et al., 2009, pp. 45, 60). Este fenómeno es consistente con la dinámica de transporte fluvial documentada en los Andes, donde el enriquecimiento de metaloides y elementos alcalinos aumenta proporcionalmente con la distancia del flujo y la interacción prolongada entre el agua y el sedimento (Tapia et al., 2022, p. 9). Finalmente, estas zonas de menor altitud suelen actuar como niveles de base donde convergen flujos más mineralizados, consolidando una firma química característica de sistemas volcánicos que han interactuado con fluidos de origen profundo o trayectorias de flujo regional (Concha et al., 2010, p. 6878).

CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

3.1. Organización de la actividad

El estudio fue ejecutado por la Bach. Stefany Castro Carhuapoma, bajo la supervisión técnica de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS Acos). El trabajo de campo se desarrolló entre el 10 y 12 de octubre de 2025, correspondiente al periodo de estiaje, e incluyó la toma de muestras en cinco (5) fuentes subterráneas y dos (2) fuentes superficiales, seleccionadas en función de su representatividad hidrogeológica, uso como fuentes de abastecimiento local y accesibilidad. La elaboración del presente informe se realizó entre el 22 de octubre y el 11 de noviembre de 2025. Las actividades ejecutadas comprendieron:

- Reconocimiento geológico e hidrogeológico del área de estudio.
- Levantamiento e identificación de los puntos de muestreo.
- La toma de muestras de agua se realizó siguiendo los lineamientos del método 1060 B (Collection and Preservation of Samples) de los Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Rice et al., 2023). Este procedimiento se complementó con los protocolos de preservación, transporte y cadena de custodia establecidos en la NTP-ISO 5667-3:2020 y el estándar internacional ISO 5667-3:2018, asegurando la integridad física y química de las muestras hasta su análisis en laboratorio.
- Registro fotográfico y georreferenciación de las fuentes evaluadas.

Las muestras recolectadas fueron remitidas a un laboratorio acreditado, donde se realizaron análisis fisicoquímicos y de metales traza mediante técnicas instrumentales normalizadas, conforme a métodos analíticos oficiales, cuyos procedimientos específicos, límites de detección y control de calidad se detallan en la sección 3.3.

El estudio fue planificado y ejecutado por la Bach. Stefany Castro Carhuapoma, en coordinación con la JASS Acos, entidad responsable de la gestión del recurso hídrico en la comunidad.

3.2. Finalidad y objetivos de la actividad

El objetivo principal fue evaluar la composición hidroquímica de las fuentes de agua natural del anexo Acos (Chumpi, Ayacucho) para evaluar preliminarmente la procedencia del arsénico y otros elementos traza presentes en solución, y establecer la aptitud del agua para consumo humano conforme a la normativa vigente (D.S. N° 031-2010-SA y D.S. N° 004-2017-MINAM).

Asimismo, se buscó generar una base de correlaciones Hidroquímicas entre los principales

iones y elementos traza, que sirva como referencia técnica para futuros estudios hidrogeológicos en zonas con similares características volcánicas.

3.3. Problemática

En la localidad de Acos, el abastecimiento de agua depende de manantiales naturales y de la represa Ccochapata. Evaluaciones locales han identificado que algunas fuentes presentan concentraciones de arsénico y otros parámetros (como aluminio y sulfatos en la fuente superficial) que se aproximan o superan los límites establecidos por el D.S. N° 031-2010-SA y los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). Esta situación genera preocupación en la comunidad sobre la aptitud sanitaria del recurso y la incertidumbre sobre su procedencia.

Ante la ausencia de evidencias de actividad minera y considerando la firma hidrogeoquímica observada, se postula un origen predominantemente geogénico para el arsénico presente en el sistema. La validación de campo corrobora que las surgencias están vinculadas a depósitos aluviales y, de manera distintiva en el punto TM-01, a una brecha volcánica de coloración purpúrea que evidencia el contacto directo con el sustrato fracturado. Bajo las condiciones oxidantes y de pH neutro registradas (ver Anexo 5), el hierro y el manganeso precipitan como fases minerales sólidas (oxihidróxidos) en la matriz rocosa, lo que justifica su carácter indetectable en estado disuelto dentro de los manantiales (Ravenscroft et al., 2009, p. 59). Esta investigación busca corroborar parcialmente la hipótesis de procedencia natural mediante un análisis hidrogeoquímico detallado que diferencie los procesos de lixiviación de silicatos de cualquier potencial influencia de carácter antrópico (Liu et al., 2025, p. 4; Murray et al., 2023, p. 1)

3.4. Metodología y procedimientos

3.4.1. Diseño de muestreo

El estudio se desarrolló bajo un diseño de investigación no experimental, de nivel descriptivo y correlacional, orientado a caracterizar la hidrogeoquímica de las fuentes de agua natural del anexo Acos. La fase de campo se ejecutó durante el periodo de estiaje (10 al 12 de octubre de 2025), temporalidad estratégica para evaluar las concentraciones base de los elementos traza y metaloides en condiciones de mínima dilución por recarga pluvial.

Se establecieron siete (07) estaciones de monitoreo estratégicas, clasificadas según su naturaleza hidrogeológica:

- Fuentes Subterráneas (05): Manantiales que emergen a través de depósitos cuaternarios y del contacto directo con el sustrato volcánico (como la brecha purpúrea en TM-01).
- Fuentes Superficiales (02): Fuente de agua superficial Ccochapata, que representa el nivel de base local y fuente de agua superficial ubicado en el sector de Azul Qaqa.

Cada punto fue georreferenciado con GPS (WGS84, Zona 18S) y documentado fotográficamente.

Tabla 1: *Ubicación y clasificación de las estaciones de monitoreo hídrico en el anexo Acos*

Tipo de fuente	Código	Coordenadas UTM (N)	Coordenadas UTM (E)	Altitud (m s.n.m.)	Categoría
Subterránea	JP-01	8 326 747	631 352	3405	Afloramiento en depósito aluvial
Subterránea	TP-01	8 326 038	632 196	3383	Afloramiento en depósito aluvial
Subterránea	OT-01	8 327 405	632 084	3142	Afloramiento en depósito aluvial
Subterránea	CA-01	8 322 103	635 350	3492	Afloramiento en depósito aluvial
Subterránea	TM-01	8 324 802	633 644	3290	Afloramiento en brecha volcánica
Superficial 01	CCP-	8 326 684	632 331	3268	Fuente superficial
Superficial	AC-01	8 327 175	633 423	3057	Fuente superficial

3.5. Muestras de laboratorio

Las muestras de agua se recolectaron en frascos de polietileno de alta densidad (HDPE) de primer uso, previamente acondicionados mediante enjuague con agua de la fuente, siguiendo los lineamientos del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA–AWWA–WEF), método 1060 B (Rice et al., 2023). El protocolo de manipulación, filtración y preservación in situ se ejecutó conforme a los requisitos técnicos de la NTP-ISO 5667-3:2020 y el estándar internacional ISO 5667-3:2018, asegurando la estabilidad química de los analitos y la representatividad de los resultados desde la captación hasta su ingreso al laboratorio

- Metales disueltos: se realizó filtración in situ mediante filtros de 0.45 µm y preservación con ácido nítrico (HNO₃) hasta pH < 2, con el objetivo de evitar procesos de precipitación o adsorción.
- Aniones mayoritarios (Cl⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻, F⁻): se recolectaron sin preservante, manteniendo las muestras refrigeradas durante el transporte.

3.6. Análisis de laboratorio

Los análisis de laboratorio fueron realizados en SGS del Perú S.A.C., laboratorio acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), aplicando métodos analíticos normalizados. Las condiciones de muestreo, preservación, técnicas analíticas, normas de referencia y los límites de detección y cuantificación por parámetro se presentan de manera integrada en la Tabla 2. La determinación de metales traza se realizó mediante espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) conforme al EPA Method 200.8 (U.S. Environmental Protection Agency [EPA], 1994), mientras que los aniones mayoritarios fueron analizados por cromatografía iónica, conforme al EPA Method 300.0 (EPA, 1993). La alcalinidad total se determinó mediante titulometría según el método APHA 2320 B, y los sólidos disueltos totales por método gravimétrico conforme al método APHA 2540 C (Rice et al., 2023)

El control de calidad analítico incluyó la inserción de blancos de campo (5 %), así como la verificación de curvas de calibración y estándares de control, siguiendo los lineamientos de la guía Eurachem (2017). Estos procedimientos se ejecutaron en concordancia con los requisitos de gestión y técnicos establecidos en la norma internacional ISO/IEC 17025:2017 y la norma técnica peruana NTP-ISO/IEC 17025:2017, garantizando la competencia técnica del laboratorio, así como la confiabilidad y trazabilidad metrológica de los resultados obtenidos.

Tabla 2 *Preservación de muestras y métodos analíticos*

Parámetro	Técnica analítica	Norma/ Método	Preservante	Volumen	Tipo de muestra	LD	LC
Arsénico disuelto	ICP-MS	EPA Method 200.8 Rev. 5.4	HNO ₃ a pH < 2	250 mL	Filtrada (0.45 µm)	0.00003 mg/L	0.000 10 mg/L
Boro disuelto	ICP-MS	EPA Method 200.8 Rev. 5.4	HNO ₃ a pH < 2	250 mL	Filtrada (0.45 µm)	0.002 mg/L	0.006 mg/L
Litio disuelto	ICP-MS	EPA Method 200.8 Rev. 5.4	HNO ₃ a pH < 2	250 mL	Filtrada (0.45 µm)	0.0001 mg/L	0.000 3 mg/L
Cesio disuelto	ICP-MS	EPA Method 200.8 Rev. 5.4	HNO ₃ a pH < 2	250 mL	Filtrada (0.45 µm)	0.0001 mg/L	0.000 3 mg/L
Hierro disuelto	ICP-MS	EPA Method 200.8 Rev. 5.4	HNO ₃ a pH < 2	250 mL	Filtrada (0.45 µm)	0.0004 mg/L	0.001 3 mg/L
Manganeso disuelto	ICP-MS	EPA Method 200.8 Rev. 5.4	HNO ₃ a pH < 2	250 mL	Filtrada (0.45 µm)	0.00003 mg/L	0.000 10 mg/L
Cloruro	Cromatografía iónica (IC)	EPA Method 300.0 Rev. 2.1	Sin preservante	250 mL	No filtrada	0.025 mg/L	0.050 mg/L
Sulfato	Cromatografía iónica (IC)	EPA Method 300.0 Rev. 2.1	Sin preservante	250 mL	No filtrada	0.010 mg/L	0.030 mg/L
Nitrato (como N)	Cromatografía iónica (IC)	EPA Method 300.0 Rev. 2.1	Sin preservante	250 mL	No filtrada	0.007 mg/L	0.014 mg/L
Fluoruro	Cromatografía iónica (IC)	EPA Method 300.0 Rev. 2.1	Sin preservante	250 mL	No filtrada	0.002 mg/L	0.004 mg/L
Alcalinidad total	Titulometría	APHA 2320 B (24th Ed.)	Sin preservante	100 mL	No filtrada (refrigerada)	1 mg/L como CaCO ₃	—
Sólidos disueltos totales	Gravimetría	APHA 2540 C (24th Ed.)	Sin preservante	100 mL	No filtrada	10 mg/L	—
Coliformes totales	Filtración por membrana	APHA 9222 B	Na ₂ S ₂ O ₃	500 mL	No filtrada	Pres/Aus	—

Fuente: Informes de Ensayo de Laboratorio SGS

3.7. Procesamiento de datos

Los datos de campo y los reportes de laboratorio fueron consolidados en una base maestra. Para el tratamiento estadístico de los valores reportados por debajo del Límite de Detección (LD), se aplicó el método de sustitución simple ($LD/2$), asegurando la integridad de la serie de datos para los cálculos de correlación. Para evitar sesgos por distinta naturaleza hidroquímica, las correlaciones se estimaron solo con las cinco estaciones subterráneas (manantiales).

El procesamiento se estructuró en las siguientes fases:

- Tabulación y depuración: Organización de registros por estación y verificación de unidades de reporte (mg/L, $\mu\text{g/L}$).
- Análisis Hidrogeoquímico:
 - La determinación de las familias de agua (facies) se realizaron mediante el empleo de los diagramas de Piper y Schoeller, herramientas que mantienen su vigencia en la hidrogeología moderna debido a su capacidad para sintetizar gráficamente procesos geoquímicos complejos. El diagrama de Piper permitió clasificar las muestras en grupos químicos específicos (Appelo & Postma, 2005). Por otro lado, el diagrama semi-logarítmico de Schoeller facilitó la comparación directa de las firmas iónicas, permitiendo identificar orígenes genéticos comunes mediante el análisis de paralelismo en las concentraciones de los solutos mayoritarios (Custodio & Llamas, 1983).
 - Diagramas de dispersión y correlación: Los gráficos de correlación son herramientas esenciales para identificar el origen de los solutos y procesos geoquímicos como el intercambio catiónico y la disolución mineral (Appelo & Postma, 2005). Su aplicación permite validar la consistencia de los datos analíticos, visualizar tendencias hidroquímicas y establecer la correlación litoestratigráfica entre pozos para definir la geometría y extensión lateral de las unidades acuíferas (Custodio & Llamas, 1983; Freeze & Cherry, 1979)
- Validación de la hipótesis: Se utilizó la caracterización litoestratigráfica de las unidades volcánicas y depósitos del Informe Técnico N° A7264 (INGEMMET, 2022) como fundamento geológico del área. Este marco permitió vincular la firma hidroquímica observada con procesos de lixiviación de la matriz vítrea y la meteorización de silicatos, un mecanismo plenamente coherente con la presencia regional de arsénico y metaloides documentada en los Andes Centrales (Tapia et al., 2019, p. 1; Murray et al., 2023, p. 12). La correlación entre los elementos traza (As, Li, Rb, Cs) detectados en las surgencias y la naturaleza de las rocas volcánicas locales respalda que las anomalías registradas son intrínsecas al sistema y derivan de la interacción agua-roca, reduciendo la probabilidad de una influencia antrópica significativa en las fuentes evaluadas, sin excluir aportes difusos no evaluados (Liu et al., 2025, pp. 4, 6; Ravenscroft et al., 2009, p. 60)
- Evaluación Normativa: Comparación de resultados con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA, Categoría 1-A2) y los límites de consumo humano del D.S. N.º 031-2010-SA.

3.8. Resultados de la actividad

Los resultados analíticos de laboratorio, procesados mediante análisis de correlación, y diagramas hidroquímicos, son consistentes con los siguientes procesos en el sistema hídrico del anexo de Acos. Se aplicó un análisis de correlación de Spearman con la finalidad de identificar asociaciones. El análisis de Spearman se realizó únicamente para las cinco estaciones subterráneas ($n=5$) y se interpreta de manera exploratoria, dado el tamaño muestral. El análisis se desarrolló a partir de los gráficos de correlación generados en el software

MINITAB, utilizando la base de datos hidroquímica consolidada.

a) Interacción agua- roca

Las correlaciones entre conductividad eléctrica (CE), sólidos totales disueltos (STD), sodio y cloruros ($r = 0.93\text{--}0.99$), evidenciadas en los Gráficos 1 al 6, sugieren una evolución hidrogeoquímica coherente de los iones mayoritarios. Este comportamiento es compatible con procesos naturales de interacción agua-roca y con una concentración progresiva del agua subterránea asociada al tiempo de residencia en el acuífero del Grupo Barroso.

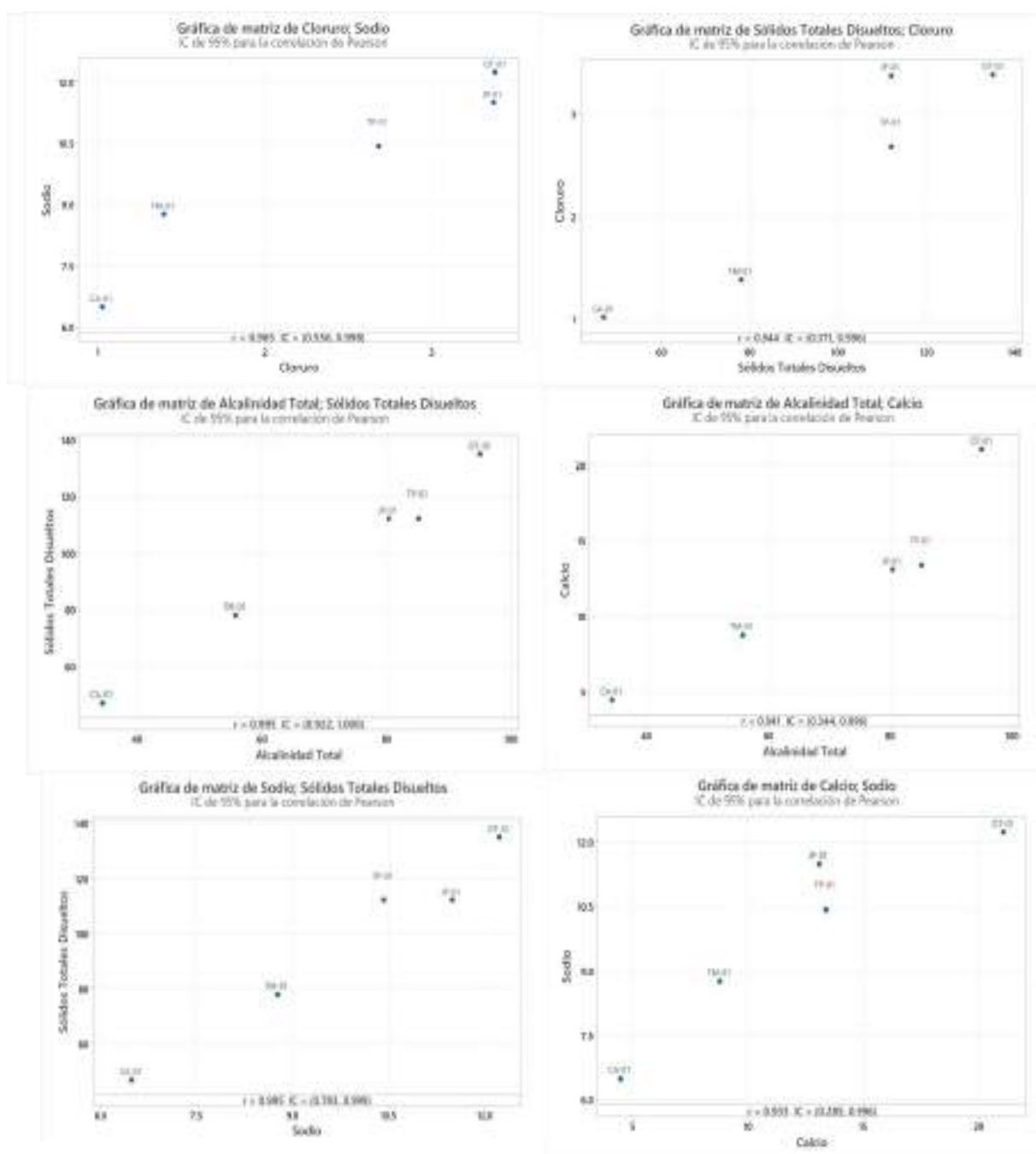


Gráfico 1-6

Las asociaciones registradas entre potasio, rubidio y silicio ($r = 0.88\text{--}0.90$), representadas en los Gráficos 8 y 7, sugieren que la composición química del agua está influenciada por procesos de meteorización de minerales silicatados. La presencia conjunta de estos elementos es característica de la hidrólisis de feldespatos y micas presentes en la matriz rocosa (Appelo & Postma, 2005, p. 512; Custodio & Llamas, 1983, p. 1045). Asimismo, las correlaciones obtenidas entre boro, litio y cesio ($r = 0.90$), mostradas en los Gráficos 9 y 10, configuran una señal hidrogeoquímica propia de entornos volcánicos, donde el Litio y el Cesio actúan como indicadores diagnósticos de la interacción con rocas volcánicas (Ravenscroft et al., 2009, p. 60). Esta asociación multielemental responde a mecanismos de liberación vinculados a la lixiviación de la matriz vítrea, un proceso consistente con la firma geoquímica regional documentada para los Andes Centrales (Liu et al., 2025, pp. 4, 7; Tapia et al., 2019, p. 1).

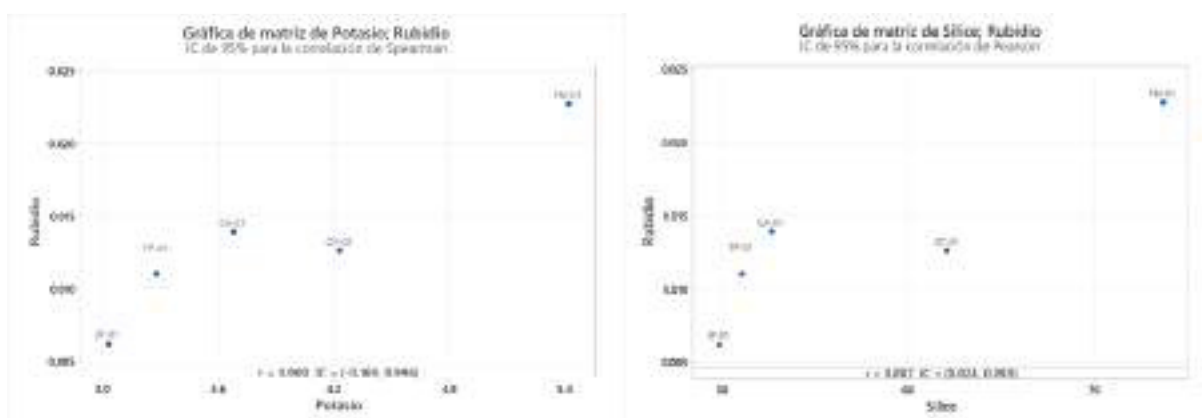


Gráfico 7 y 8

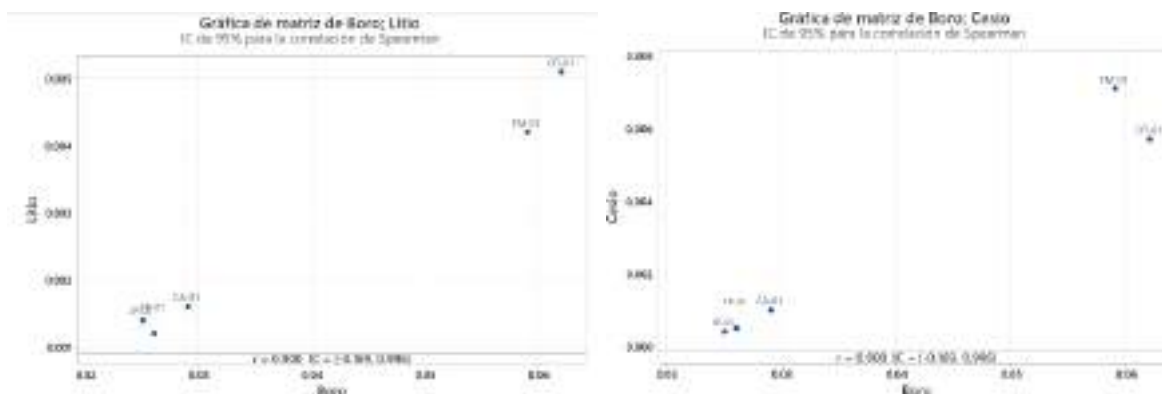


Gráfico 9 y 10

c) Relación sulfatos – arsénico y otros elementos traza

Las asociaciones registradas entre sulfatos y arsénico, así como entre arsénico y boro ($r = 0.92\text{--}0.93$), representadas en los Gráficos 11 y 12, sugieren un comportamiento hidrogeoquímico conjunto derivado de una posible fuente común. Esta relación sugiere que la movilización de estos elementos está controlada por la lixiviación de material volcánico, donde el arsénico, cesio, litio y boro actúan como trazadores diagnósticos de origen geogénico (Tapia et al., 2019, p. 3; Murray et al., 2023, p. 12).

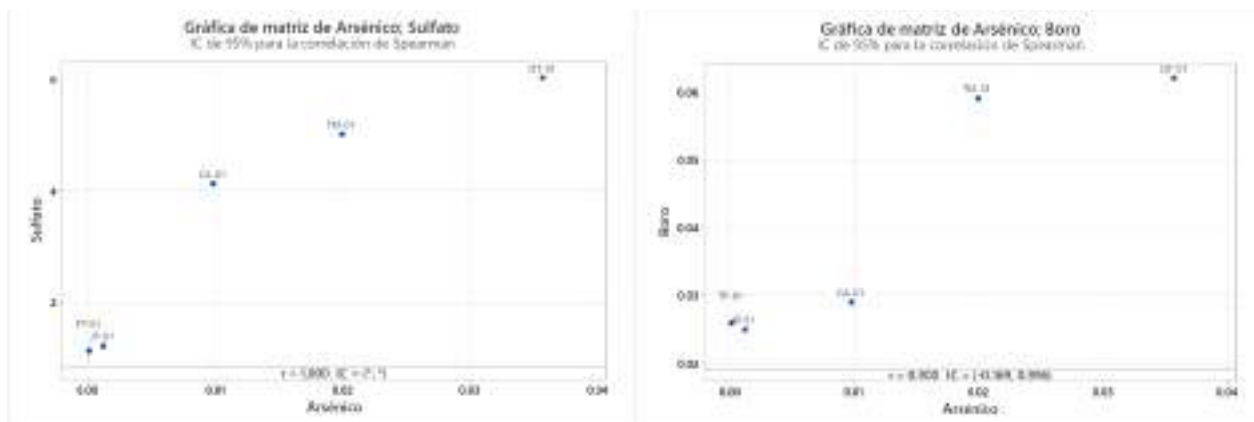


Gráfico 11 y 12

Las asociaciones observadas entre titanio y los elementos traza cesio, boro y arsénico sugieren un control hidrogeoquímico común vinculado a procesos de interacción agua–roca en el acuífero volcánico. Considerando el bajo grado de movilidad del titanio en solución, su correlación con estos elementos se interpreta como un indicador indirecto del grado de alteración de la matriz volcánica, más que como un proceso de disolución directa. En este contexto, la movilización de arsénico estaría asociada a procesos geogénicos naturales, tales como la alteración de silicatos volcánicos y la lixiviación de fases minerales accesorias, lo cual es consistente con lo descrito para sistemas volcánicos a nivel global (Ravenscroft et al., 2009, p. 60).

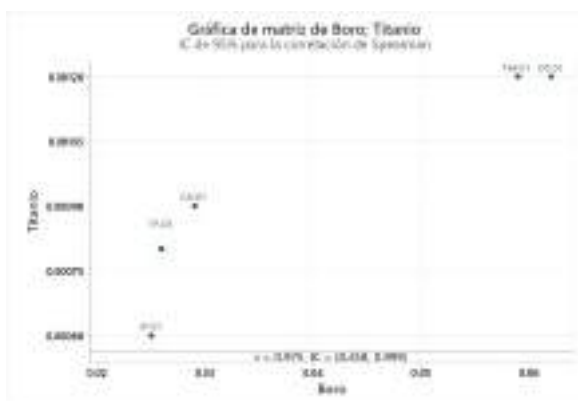


Gráfico 13

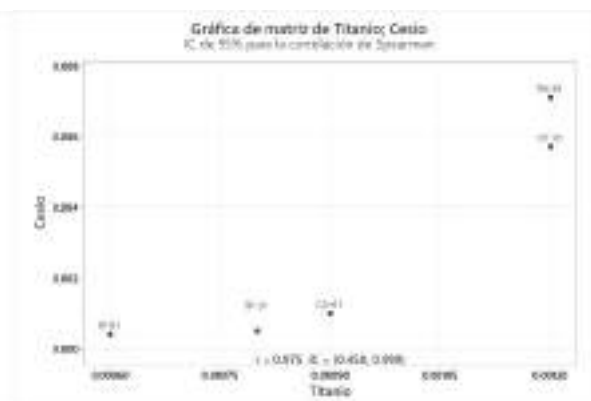


Gráfico 14

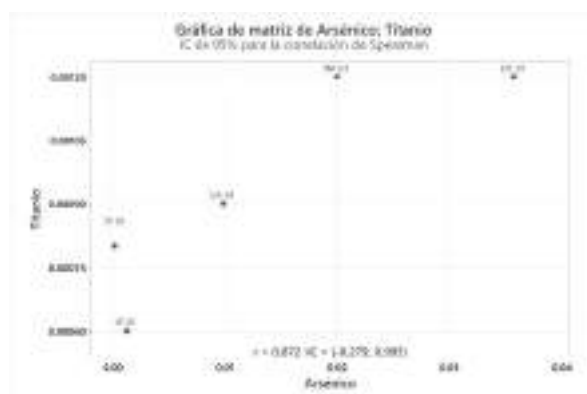


Gráfico 15

d) Diferenciación hidrogeoquímica entre aguas subterráneas y superficiales

La estación CCP-01: registra el pH de 8.84, bajo dichas condiciones, el hierro (Fe) y el manganeso (Mn) precipitan como fases minerales sólidas (oxihidróxidos) en la matriz rocosa, lo que explica su carácter indetectable en estado disuelto (Ravenscroft et al., 2009, p. 59). La detección de Fe y Mn en las fuentes superficiales AC-01 y CCP-01, es indicativa de procesos de meteorización química y erosión física de materiales volcánicos expuestos, donde estos metales se movilizan asociados a la escorrentía. Esta diferencia en la composición iónica respalda que el agua de las surgencias posee una identidad geoquímica propia, producto de la interacción directa con el sustrato fracturado, diferenciándose de la dinámica de los cuerpos de agua superficial (Appelo & Postma, 2005, p. 445; Custodio & Llamas, 1983, p. 1045).

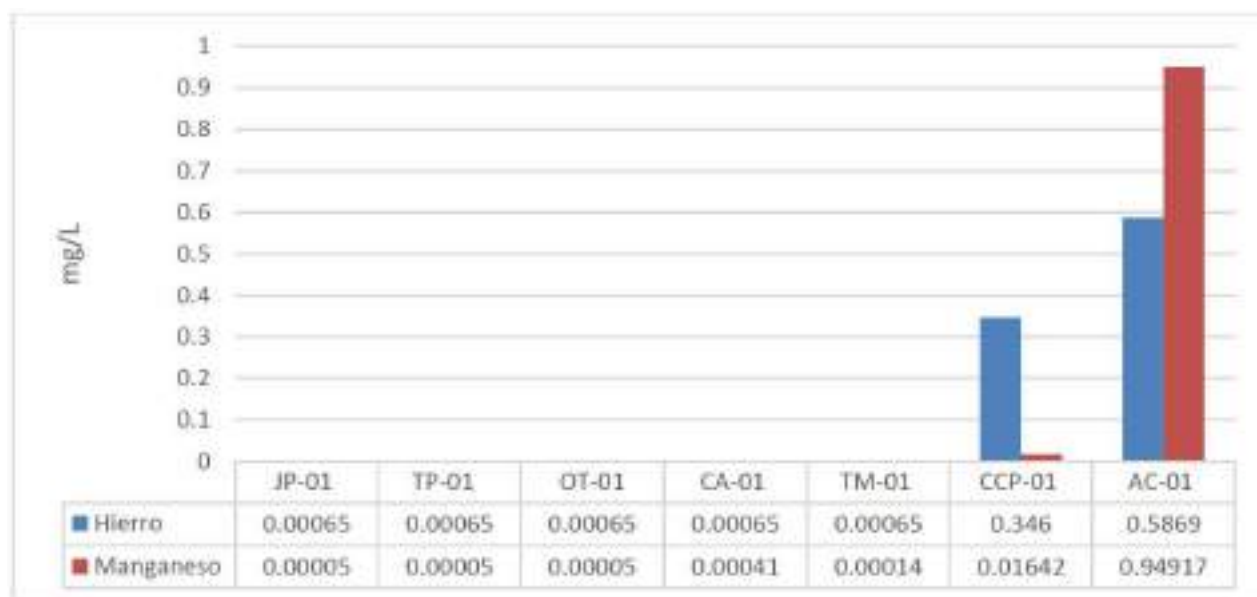


Gráfico 16

Tabla 3: Resumen integral de las asociaciones hidrogeoquímicas y procesos dominantes

Par o grupo de elementos	Coefficiente (r)	Interpretación hidrogeoquímica
Cond. / STD – Na – Cl	0.93 – 0.99	Evolución conjunta de iones mayoritarios asociada a procesos de interacción agua roca (Gráficos 1–6).
Potasio – Rubidio / Silicio	0.88 – 0.90	Hidrolisis de feldspatos potásicos y micas; control silicatado (Gráficos 7–8).
Boro – Li / Cs – As	0.90	Firma geoquímica volcánica; aporte natural por lixiviación de la matriz rocosa (Gráficos 9–12).
Sulfato – As	1	Movilización natural de arsénico asociada a materiales volcánicos alterados (Gráficos 11).
Sulfato – Ti / Silicio	0.87 – 0.97	Liberación conjunta asociada a procesos de fases minerales y minerales accesorios (Gráficos 13–15).

e) Interpretación del Diagrama de Piper

El diagrama de Piper permite visualizar la clasificación hidroquímica de las aguas y distinguir los principales procesos de mezcla y evolución química (ver Diagrama 1).

- Facies del acuífero.

Las fuentes subterráneas se clasifican predominantemente como bicarbonatadas cálcico-sódicas, agrupándose de manera coherente en el campo central del diagrama. Esta distribución refleja un control hidrogeoquímico común, asociado a procesos de interacción agua-sedimentos característicos del acuífero desarrollado en depósitos cuaternarios.

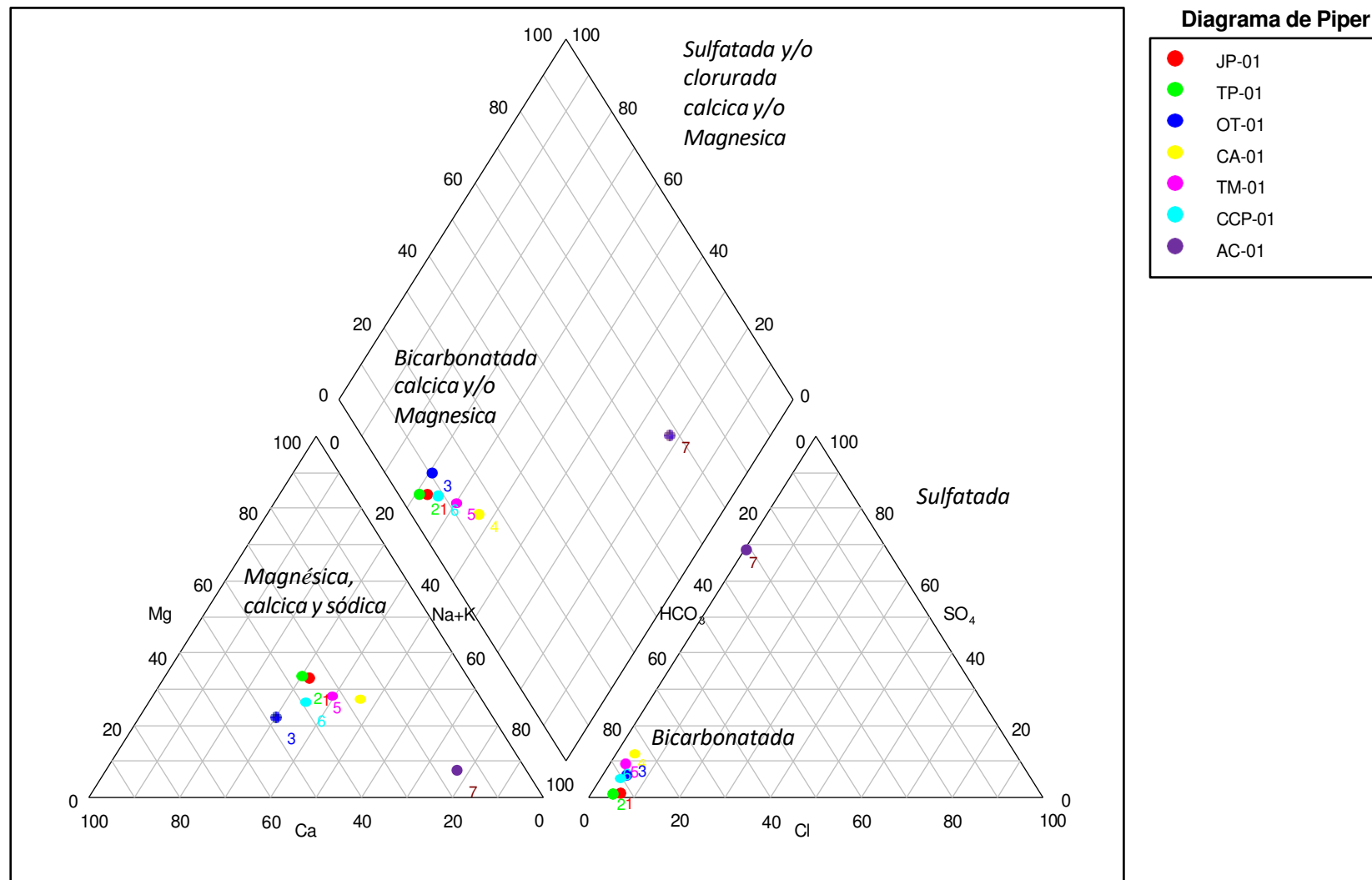


Diagrama 1: Diagrama de Piper

- Comportamiento hidroquímico de la fuente superficial AC-01.

La fuente superficial AC-01 se ubica en un campo composicional distinto, caracterizado por un marcado predominio de sulfato y sodio. Mientras que en las aguas subterráneas el sulfato representa menos del 11 % del total de aniones, en AC-01 alcanza aproximadamente el 65 %, evidenciando una composición aniónica claramente diferenciada. Esta configuración en el diagrama indica una modificación de la química del agua superficial, consistente con procesos de concentración evaporativa y una pérdida relativa del equilibrio bicarbonatado que caracteriza al acuífero subterráneo.

- e) Diagrama de Schoeller El diagrama de Schoeller permite comparar los perfiles iónicos relativos de las muestras, independientemente de sus concentraciones absolutas, y evaluar similitudes en su composición química (ver Diagrama 2)

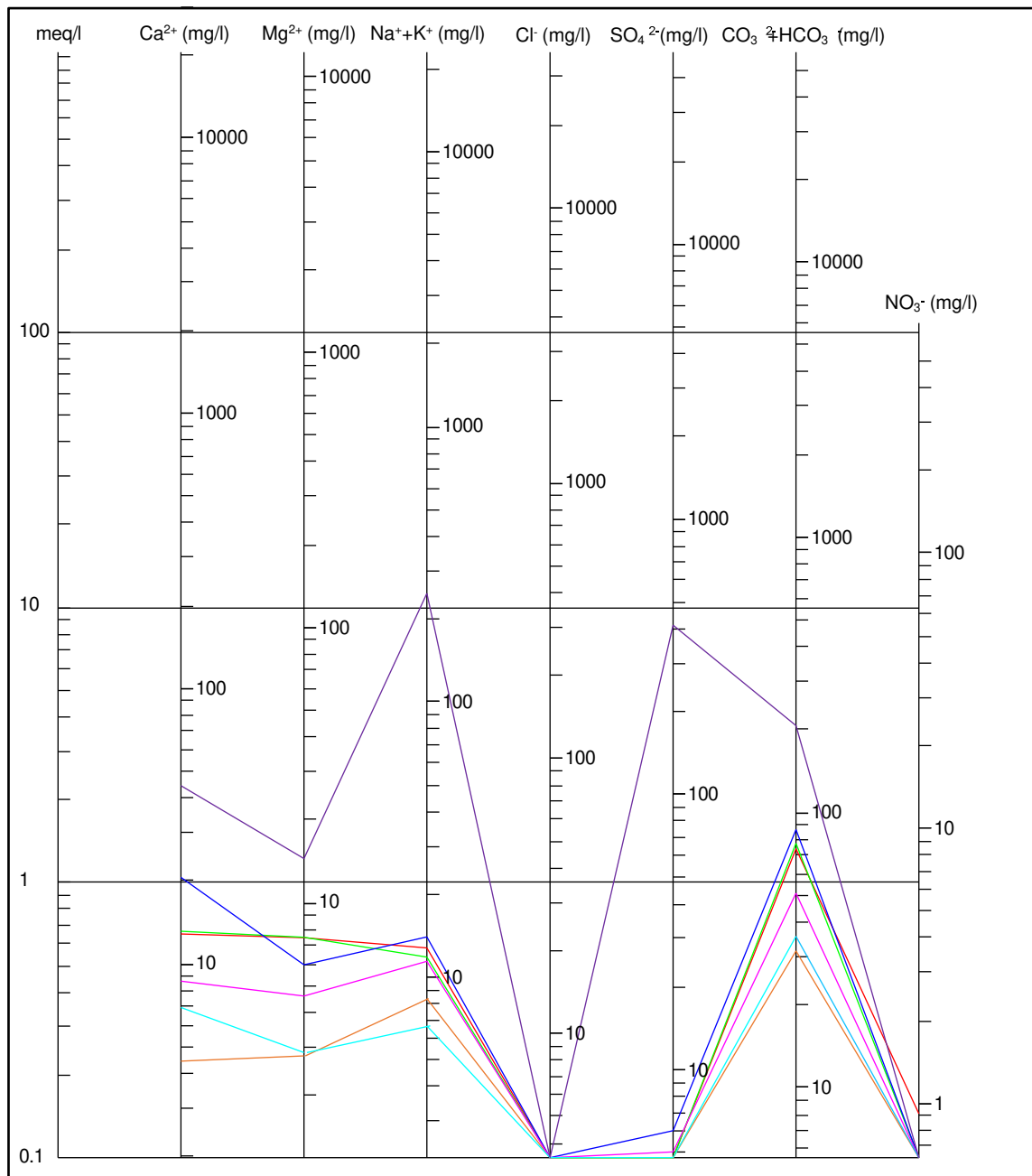
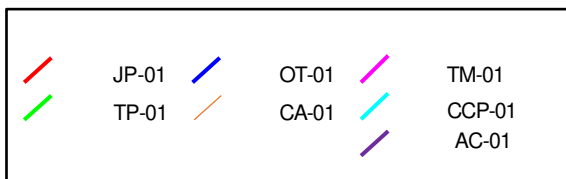


Diagrama 2 : Diagrama de Schoeller



- Paralelismo iónico.

Las aguas subterráneas presentan perfiles iónicos relativamente paralelos, consistentes con un control litológico regional. AC-01 muestra un patrón parcialmente divergente, dominado por sulfato y sodio, compatible con procesos de evolución superficial (evaporación/concentración y/o mezcla), por lo que su comparación genética debe interpretarse con cautela.

b) Aptitud para el Consumo Humano (ECA Cat. 1-A2 / DIGESA)

- Las fuentes subterráneas incumplen con el límite de la DIGESA para Arsénico (0.01 mg/L). La presencia de As inorgánico en el agua potable con niveles superiores al límite recomendado ($> 10 \mu\text{g/L}$) representa un problema de salud mundial (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2022). El As inorgánico es cancerígeno, mutagénico y teratogénico para los humanos y aumenta los riesgos de desarrollar varios tipos de enfermedades graves por exposición crónica (IRIS (Sistema Integrado de Información sobre Riesgos), 1991)
- Las fuentes superficiales presentan excedencias en Hierro y Manganeso (AC-01) y Aluminio (CCP-01).

c) Aptitud para Uso Agropecuario (ECA Cat. 3)

Un hallazgo de este estudio es que el recurso hídrico presenta buena aptitud para actividades agropecuarias:

- Riego de Vegetales: El Arsénico en todas las fuentes (máx. 0.035 mg/L) se encuentra por debajo del límite de 0.1 mg/L exigido para riego. Asimismo, el Boro (trazador volcánico) se mantiene en niveles mínimos ($< 0.03 \text{ mg/L}$), muy por debajo del límite de 1.0 mg/L, garantizando que el agua no es fitotóxica.
- Bebida de Animales: Los Sulfatos en AC-01 (413.7 mg/L), que excedían el límite para consumo humano, cumplen con el estándar para bebida de animales ($< 500 \text{ mg/L}$). Solo el Manganeso en el punto superficial AC-01 (0.94 mg/L) supera el límite de riego (0.2 mg/L).

El Gráfico Comparativo de Metales y Sulfatos, permite diferenciar visualmente que las excedencias normativas en el punto AC-01.

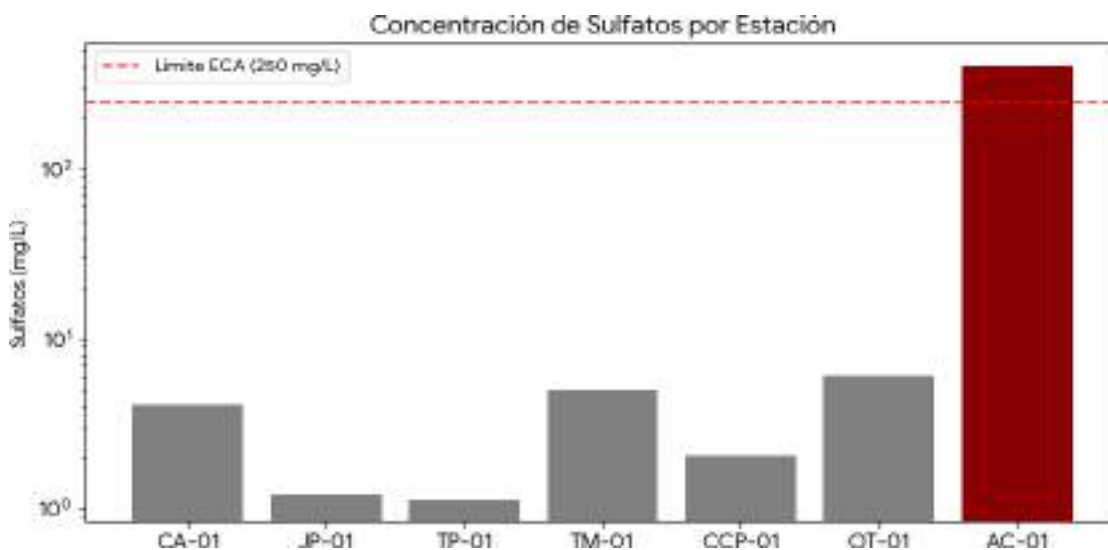


Tabla 4: *Comparación de resultados analíticos con los valores guía de calidad de agua*

ECA Cat. 1-A2, Ministerio del Ambiente (2017) y Decreto Supremo N° 031-2010-SA, Ministerio de Salud (2010)

Estación	Parámetro	Valor Hallado	ECA (D.S. 004-2017)	DIGESA (D.S. 031-2010)	No Cumple con:
CCP-01	Potencial de Hidrógeno (pH)	8.84	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	ECA / DIGESA
AC-01	Sulfato	413.70 mg/L	250	250	ECA / DIGESA
CCP-01	Aluminio total (Al)	0.314 mg/L	0.2	0.2	ECA / DIGESA
OT-01	Arsénico disuelto (As)	0.0357 mg/L	0.01	0.01	ECA / DIGESA
TM-01	Arsénico disuelto (As)	0.0200 mg/L	0.01	0.01	ECA / DIGESA
AC-01	Arsénico disuelto (As)	0.0137 mg/L	0.01	0.01	ECA / DIGESA
CCP-01	Hierro total (Fe)	0.346 mg/L	0.3	0.3	ECA / DIGESA
AC-01	Hierro total (Fe)	0.5869 mg/L	0.3	0.3	ECA / DIGESA
AC-01	Manganeso total (Mn)	0.9492 mg/L	0.4	0.5	ECA / DIGESA



Fotografía 1: Estación de muestreo CA-01, en Carhuanilla.



Fotografía 2 : Estación de muestreo AC-01.



Fotografía 3: Estación de CCP-01 (Agua Superficial)



Fotografía 4: Muestreo de la estación JP-01



Fotografía 4: Muestreo de la estación JP-01

Fotografía 5: Ubicación de estación TP-01



*Fotografía 6:
Ubicación de
estación TM-01*



Fotografía 7: Ubicación de estación OT-01

CAPÍTULO IV:

CONCLUSIONES

- La composición hidroquímica de las aguas del Anexo de Acos sugiere estar dominados por procesos geogénicos de interacción–agua-roca en un sistema volcánico–aluvial cuaternario, coherente con lo descrito para el Altiplano–Puna andino, Tapia et al.(2019). Las asociaciones geoquímicas identificadas (SO_4^{2-} –As, As–B, As–Li, As–Ti) son consistentes con la liberación natural de elementos traza desde rocas volcánicas y materiales aluviales derivados, tal como ha sido documentado a escala regional por Tapia et al. (2019) para el sur del Perú y países vecinos
- Las concentraciones de arsénico disuelto (0.00014–0.0357 mg/L) superan el Límite Máximo Permisible para consumo humano (0.01 mg/L) en estaciones puntuales (TM-01 y OT-01), incumpliendo lo establecido por DIGESA (Ministerio de Salud, 2010) y los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 1-A2 (Ministerio del Ambiente, 2017). No obstante, los niveles registrados en todas las fuentes se encuentran por debajo de los umbrales de la Categoría 3 del ECA vigente, sugiriendo que el recurso es apto para el riego de vegetales (límite de 0.1 mg/L) y la bebida de animales (límite de 0.2 mg/L).
- El comportamiento altitudinal no es uniforme para todas las especies. Los elementos traza diagnósticos (As, B, Li) muestran tendencias compatibles con mayor residencia hidráulica y/o concentración hacia cotas inferiores, el zonamiento debe interpretarse como exploratorio y sujeto a verificación con campañas estacionales.
- La detección de hierro (Fe) y manganeso (Mn) en las fuentes superficiales (AC-01 y CCP-01) responde a procesos agudos de meteorización química y erosión física de los materiales volcánicos aflorantes. A diferencia del entorno subterráneo donde las condiciones favorecen su precipitación, la dinámica de la escorrentía facilita el transporte de estos metales, ya sea en fase disuelta o como material particulado/coloidal.
- La clasificación hidroquímica mediante los diagramas de Piper y Schoeller sugirieren que las aguas subterráneas corresponden mayoritariamente a facies bicarbonatadas cálcico–sódicas, típicas de acuíferos volcánicos meteorizados. Las fuentes superficiales, aunque presentan concentraciones mayores por efectos de evaporación y concentración física, mantienen la misma huella geoquímica de base, lo que sugiriendo su conexión genética con el acuífero.

CAPÍTULO V:

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un muestreo hidrogeoquímico en temporada de estiaje. Este monitoreo debe priorizar los elementos traza geogénicos (As, B, Li), metales de transición (Fe, Mn), sulfatos y parámetros fisicoquímicos in situ (pH, CE, ORP). El objetivo es cuantificar la variabilidad temporal de la posible lixiviación de la matriz volcánica y comprobar empíricamente si la época de estiaje concentra la mayor carga mineral por disminución de la dilución meteórica, tal como reportan estudios regionales análogos.
- Se recomienda destinar estratégicamente las aguas de las zonas topográficamente más bajas (como AC-01) de manera exclusiva para el riego de vegetales y la bebida de animales. Los análisis sugieren que, a pesar de su mayor evolución hidrogeoquímica y carga mineral, estos puntos cumplen con los umbrales de seguridad establecidos en la Categoría 3 de los Estándares de Calidad Ambiental (D.S. N° 004-2017-MINAM).
- Es imperativo delimitar y establecer un perímetro de protección geológica y sanitaria en la parte alta del Cerro Anchataca (entorno de CA-01). Al registrar las menores concentraciones de arsénico y boro de todo el sistema, esta área representa el recurso de mayor calidad natural disponible, por lo que debe blindarse frente a futuros impactos antrópicos que puedan alterar su vulnerabilidad intrínseca.
- Se sugiere a las autoridades competentes utilizar los perfiles hidroquímicos y diagramas de Schoeller generados en este estudio como la línea base natural del sistema acuífero. Cualquier pérdida futura de paralelismo en las firmas gráficas de estas fuentes servirá como un indicador diagnóstico y de alerta temprana ante la intrusión de contaminantes antrópicos (domésticos, agrícolas o mineros).
- Es fundamental informar a la comunidad que los resultados son compatibles con un control predominantemente geogénico, recomendando en el futuro evaluar posibles aportes antrópicos difusos (uso de suelo, aguas residuales, fertilización) para descartar contribuciones externas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Appelo, C. A. J., y Postma, D. (2005). *Geochemistry, groundwater and pollution* (2.^a ed.). CRC Press.
- Bundschuh, J., Litter, M. I., Parvez, F., Román-Ross, G., Nicolli, H. B., Jean, J.-S., Liu, C.-W., López, D., Armienta, M. A., Guilherme, L. R. G., Cuevas, A. G., Cornejo, L., Cumbal, L., y Toujaguez, R. (2012). One century of arsenic exposure in Latin America: A review of history and occurrence from 14 countries. *Science of the Total Environment*, 429, 2–35. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.05.004>
- Concha, G., Broberg, K., Grandér, M., Cardozo, A., Palm, B., y Vahter, M. (2010). High-level exposure to lithium, boron, cesium, and arsenic via drinking water in the Andes of northern Argentina. *Environmental Science & Technology*, 44(17), 6875–6880. <https://doi.org/10.1021/es1010384>
- Custodio, E., y Llamas, M. R. (1983). *Hidrología subterránea* (Tomo II). Ediciones Omega.
- Díaz, G., y Milla, C. (2003). *Geología de los cuadrángulos de Coracora, Pausa y Ocoña* (Boletín N.º 26, Serie A). Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET).
- Eurachem. (2017). *Guide to quality in analytical measurements*. Eurachem Working Group. <https://www.eurachem.org>
- Freeze, R. A., y Cherry, J. A. (1979). *Groundwater*. Prentice-Hall.
- George, C. M., Sima, L., Arias, M. H., et al. (2014). Arsenic exposure in drinking water: An unrecognized health threat in Peru. *Bulletin of the World Health Organization*, 92(8), 565–572. <https://doi.org/10.2471/BLT.13.128496>
- INGEMMET. (2021). *Estudio geoambiental de la cuenca del río Ocoña* (Boletín N° 5, Serie E: Geología Ambiental y Riesgos Geológicos). Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.
- INGEMMET. (2022). *Informe Técnico N° A7264: Evaluación de peligros geológicos en el anexo de Acos*. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.
- Inostroza, M., Moune, S., Aguilera, F., Vlastelic, I., Burckel, P., Tapia, J., Irrarrazabal, N., y Fernández, B. (2024). Lastarria volcano, a major emitter of boron and chalcophiles in northern Chile and the Central Volcanic Zone. *Chemical Geology*, 670, Artículo 122416. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2024.122416>
- Instituto Nacional de Calidad. (2017). *NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración* (3.^a ed.). INACAL.
- Instituto Nacional de Calidad. (2020). *NTP-ISO 5667-3:2020 Gestión ambiental. Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de las muestras de agua* (3.^a ed.). INACAL.
- International Organization for Standardization. (2017). *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories* (ISO/IEC Standard No. 17025:2017). <https://www.iso.org/standard/66912.html>
- International Organization for Standardization. (2018). *Water quality — Sampling — Part 3: Preservation and handling of water samples* (ISO Standard No. 5667-3:2018). <https://www.iso.org/standard/65348.html>
- Liu, M., Kong, Y., y Guo, Q. (2025). Sources and enrichment mechanisms of lithium, rubidium, and cesium in waters of magmatic-hydrothermal systems. *Earth-Science Reviews*, 270, Artículo 105241. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2024.105241>
- Magnusson, B., y Örnemark, U. (Eds.). (2017). *Eurachem Guide: The Fitness for Purpose of Analytical Methods – A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics* (2.^a ed.). Eurachem.

- Ministerio de Salud. (2010, 26 de septiembre). *Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), Diario Oficial El Peruano.
- Ministerio del Ambiente. (2017, 7 de junio). *Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias*. Diario Oficial El Peruano.
- Mori Sosa, L. J. P., Morales Cabrera, D. U., Florez Ponce De León, W. D., Salinas Palza, H. R., y Cruz Pérez, E. E. (2026). Sectoral Patterns of Arsenic, Boron, and Salinity Indicators in Groundwater from the La Yarada Los Palos Coastal Aquifer, Peru. *Sustainability*, 18(1), 1–22.
- Murray, J., Guzmán, S., Tapia, J., y Nordstrom, D. K. (2023). Silicic volcanic rocks, a main regional source of geogenic arsenic in waters: Insights from the Altiplano-Puna plateau, Central Andes. *Chemical Geology*, 629, Artículo 121473. <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2023.121473>
- Organización Mundial de la Salud. (2013). *Arsenic exposure in drinking-water: An unrecognized health concern*. WHO.
- Organización Mundial de la Salud. (2022). *Guidelines for drinking-water quality* (4th ed., incorporating the first and second addenda). WHO. <https://www.who.int>
- Ramos Ramos, O. E., Cáceres, L. F., Ormachea Muñoz, M. R., Bhattacharya, P., Quino, I., Quintanilla, J., Sracek, O., Thunvik, R., Bundschuh, J., y García, M. E. (2012). Sources and behavior of arsenic and trace elements in groundwater and surface water in the Poopó Lake Basin, Bolivian Altiplano. *Environmental Earth Sciences*, 66(3), 793–807. <https://doi.org/10.1007/s12665-011-1288-1>
- Ravenscroft, P., Brammer, H., y Richards, K. (2009). *Arsenic Pollution: A Global Synthesis*. Wiley-Blackwell.
- Rice, E. W., Baird, R. B., y Eaton, A. D. (Eds.). (2023). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (24.^a ed.). APHA, AWWA, WEF.
- Smedley, P. L., y Kinniburgh, D. G. (2002). A review of the source, behaviour and distribution of arsenic in natural waters. *Applied Geochemistry*, 17(5), 517–568. [https://doi.org/10.1016/S0883-2927\(02\)00018-5](https://doi.org/10.1016/S0883-2927(02)00018-5)
- Tapia, J., Mukherjee, A., Rodríguez, M. P., Murray, J., y Bhattacharya, P. (2022). Role of tectonics and climate on elevated arsenic in fluvial systems: Insights from surface water and sediments along regional transects of Chile. *Environmental Pollution*, 314, Artículo 120151. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120151>
- Tapia, J., Murray, J., Ormachea, M., Bhattacharya, P., Quino, I., y Quintanilla, J. (2019). Origin and fate of arsenic in high altitude regions of the Central Andes. *Journal of Hazardous Materials*, 378, Artículo 120744. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.04.084>
- Tapia, J., Murray, J., Ormachea, M., Tirado, N., y Nordstrom, D. K. (2019). Origin, distribution, and geochemistry of arsenic in the Altiplano–Puna plateau of Argentina, Bolivia, Chile, and Perú. *Science of the Total Environment*, 678, 309–325. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.084>
- U.S. Environmental Protection Agency. (1993). *Method 300.0: Determination of inorganic anions by ion chromatography* (Revision 2.1). EPA.
- U.S. Environmental Protection Agency. (1994). *Method 200.8: Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma-mass spectrometry* (Revision 5.4). EPA

ANEXOS

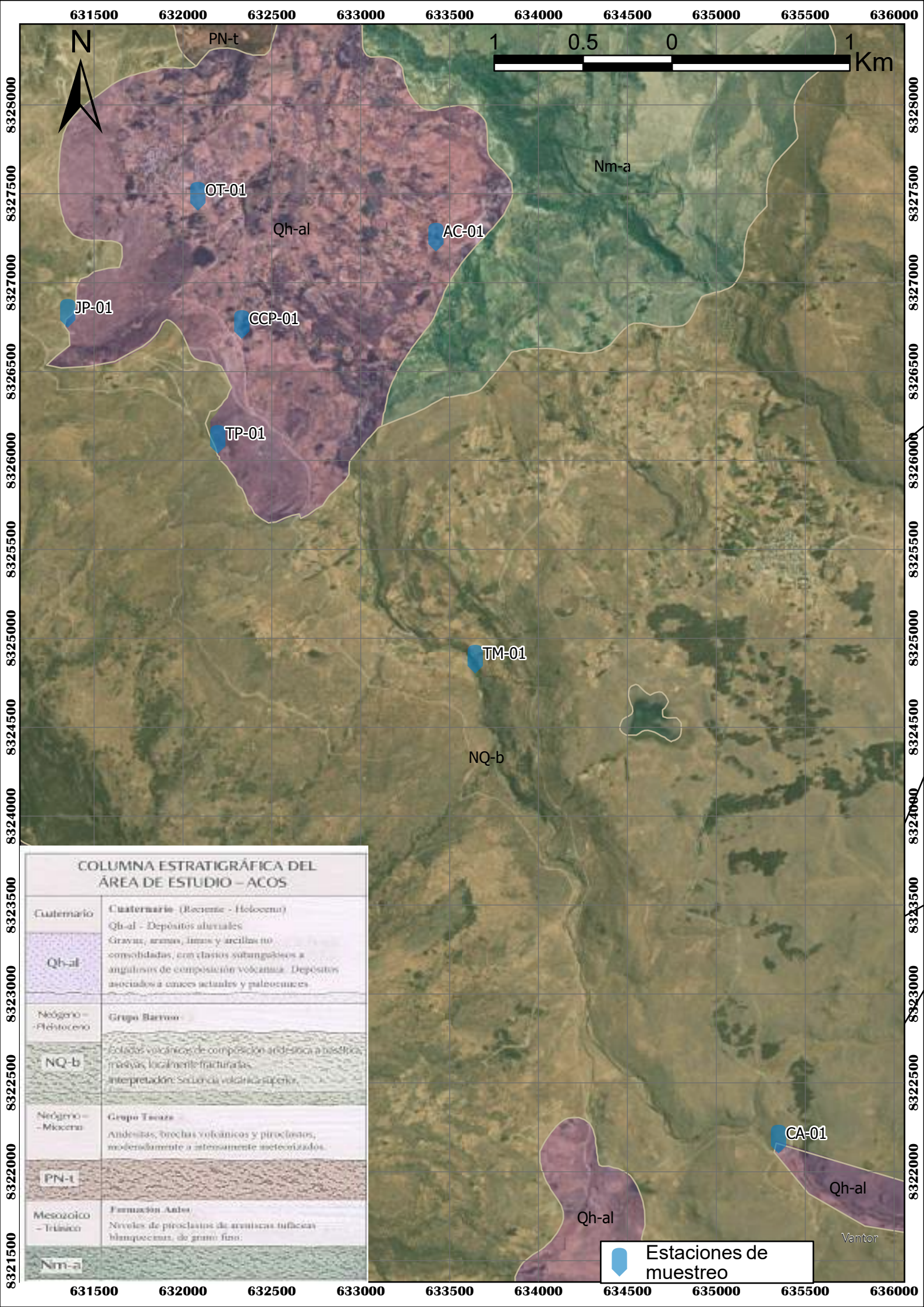
Anexo 1. Plano Geológico.

Anexo 2. Informes de Ensayo

Anexo 2. Certificados de Trabajo

Anexo 1

Plano



Anexo 2

Informes de

Ensayo

INFORME DE ENSAYO
MA2538041-NA-0

STEFANY CASTRO CARHUAPOMA

URB. RINCÓN DE LA CHACRITA - AREQUIPA - AREQUIPA - CAYMA

ENV / LB-357169-003

PROCEDENCIA : ACOS-PARINACOCHAS-AYACUCHO

Fecha de Recepción SGS : 13-10-2025

Fecha de Ejecución : Del 13-10-2025 al 20-10-2025

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
CA-01
TM-01
JP-01
TP-01
OT-01



INFORME DE ENSAYO

MA2538041-NA-0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					CA-01 8322103N / 635350E 11/10/2025 08:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRÁNEA	TM-01 8324802N / 633644E 11/10/2025 09:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRÁNEA
FECHA DE MUESTREO						
HORA DE MUESTREO						
CATEGORIA						
SUB CATEGORIA						
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Potencial de Hidrógeno	EW_APHA4500HB	pH	--	--	7.49 *	7.30 *
Aniones						
Fosfato (como Fósforo)	EW_EPA300_0	mg/L	0.006	0.012	<0.012 *	<0.012 *
Nitrato (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.007	0.014	0.047 (**) ±1.0 x 10 ⁻²	0.216 (**) ±4.7 x 10 ⁻²
Nitrito (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.001	0.002	<0.002 (**)	<0.002 (**)
Metales Disueltos						
Silice Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.09	0.27	52.65 * ±1.3 x 10 ⁰	73.72 * ±1.9 x 10 ⁰

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					JP-01 8326747N / 631352E 11/10/2025 10:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRÁNEA	TP-01 8326038N / 632196E 11/10/2025 11:10:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRÁNEA
FECHA DE MUESTREO						
HORA DE MUESTREO						
CATEGORIA						
SUB CATEGORIA						
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Potencial de Hidrógeno	EW_APHA4500HB	pH	--	--	7.60 *	7.82 *
Aniones						
Fosfato (como Fósforo)	EW_EPA300_0	mg/L	0.006	0.012	<0.012 *	<0.012 *
Nitrato (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.007	0.014	0.903 (**) ±2.0 x 10 ⁻¹	
Nitrito (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.001	0.002	<0.002 (**)	
Metales Disueltos						
Silice Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.09	0.27	49.85 * ±1.2 x 10 ⁰	51.05 * ±1.2 x 10 ⁰

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					OT-01 8327405N / 632084E 12/10/2025 08:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRÁNEA
FECHA DE MUESTREO					
HORA DE MUESTREO					
CATEGORIA					
SUB CATEGORIA					
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales					
Potencial de Hidrógeno	EW_APHA4500HB	pH	--	--	6.80 *
Aniones					
Fosfato (como Fósforo)	EW_EPA300_0	mg/L	0.006	0.012	<0.012 *
Metales Disueltos					
Silice Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.09	0.27	62.09 * ±1.5 x 10 ⁰

INFORME DE ENSAYO

MA2538041-NA-0

CONTROL DE CALIDAD

LC: Limite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Silice Disuelto	mg/L	0.27	<0.27	5%	92 - 104%	92 - 95%	6%
Potencial de Hidrógeno	pH	--		0%	100%		
Fosfato (como Fósforo)	mg/L	0.012	<0.012		100 - 101%	100%	0%
Nitrato (como N)	mg/L	0.014	<0.014		100%	100%	0%
Nitrito (como N)	mg/L	0.002	<0.002		100 - 101%	100%	0%

INFORME DE ENSAYO

MA2538041-NA-0

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500HB	Callao	Potencial de Hidrógeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+-B; 23rd Ed: 2017. pH Value: Electrometric Method.
EW_EPA300_0	Callao	Aniones	EPA METHOD 300.0, Rev. 2.1: 1993. Determination of inorganic anions by ion chromatography.
EW_EPA200_8_DIS	Callao	Metales Disueltos	EPA- Method 200.8 Rev. 5.4, 1994. Determination of trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass spectrometry. 2015 (VALIDADO – Aplicado fuera del alcance)

INFORME DE ENSAYO

MA2538041-NA-0

NOTAS

- El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
- Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.
- La incertidumbre expandida de medición reportada se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.
- (**) Los resultados del ensayo no se encuentran dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL - DA debido a que la muestra no es idónea para el ensayo solicitado. Los resultados se emiten a solicitud del cliente.

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

INFORME DE ENSAYO
MA2538042-AC-0

STEFANY CASTRO CARHUAPOMA

URB. RINCÓN DE LA CHACRITA - AREQUIPA - AREQUIPA - CAYMA

ENV / LB-357169-004

PROCEDENCIA : ACOS-PARINACOCHAS-AYACUCHO

Fecha de Recepción SGS : 13-10-2025

Fecha de Ejecución : Del 13-10-2025 al 22-10-2025

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
CCP-01
AC-01

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.



INFORME DE ENSAYO

MA2538042-AC-0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					CCP-01 8326684N / 632331E 11/10/2025 11:50:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL		AC-01 8327175N / 633423E 12/10/2025 06:25:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL	
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA								
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre		Resultado ± Incertidumbre	
Análisis Generales								
Alcalinidad Total	EW_APHA2320B	mgCaCO3/L	0.5	1.0	39.0	±5.10	228.4	±29.70
Conductividad	EW_APHA2510B	µS/cm	--	--	84.74	±17.80	1,346.00	±282.66
Sólidos Totales Disueltos	EW_APHA2540C	mg Sólidos Totales Disueltos/L	1	3	49	±6	955	±96
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	7	±2	<3	
Aniones								
Cloruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.025	0.050	1.161	±0.17	2.266	±0.34
Fluoruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.002	0.004	0.044	±0.0060	0.248	±0.032
Nitrato (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.007	0.014	<0.014		<0.014	
Nitrito (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.001	0.002	<0.002		<0.002	
Sulfato	EW_EPA300_0	mg/L	0.01	0.03	2.04	±0.030	413.70	±22.51
Metales Totales								
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	0.314	±0.028	<0.003	
Antimonio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013		<0.00013	
Arsénico Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.00264	±0.00029	0.01374	±0.0015
Bario Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0373	±0.0034	0.0134	±0.0012
Berilio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006		<0.00006	
Boro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.002	0.006	0.024	±0.0030	0.236	±0.028
Cadmio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003		0.00012	±0.000030
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00069	±0.00017	<0.00009	
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0003	±0.00010	<0.0003	
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	0.3460	±0.028	0.5869	±0.047
Manganeso Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00010	0.01642	±0.0012	0.94917	±0.066
Mercurio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009		<0.00009	
Níquel Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006		<0.0006	
Plata Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010		<0.000010	
Plomo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006		<0.0006	
Selenio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013		<0.0013	
Uranio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010		<0.000010	
Vanadio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	0.0047	±0.00070	<0.0003	
Zinc Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0008	0.0026	<0.0026		<0.0026	

INFORME DE ENSAYO

MA2538042-AC-0

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	3%	95 - 104%	103 - 109%	2%
Antimonio Total	mg/L	0.00013	<0.00013	2%	97 - 107%	97 - 101%	4%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	100 - 108%	102 - 106%	6%
Bario Total	mg/L	0.0003	<0.0003	4%	92 - 100%	93 - 97%	1%
Berilio Total	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	94 - 96%	98 - 99%	5%
Boro Total	mg/L	0.006	<0.006	0%	100 - 104%	104%	3%
Cadmio Total	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	96 - 101%	97 - 102%	3%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	1%	100%	100 - 101%	0%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	93 - 102%	98 - 100%	1%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	97 - 99%	94 - 99%	0%
Manganeso Total	mg/L	0.00010	<0.00010	6%	92 - 99%	96 - 99%	5%
Mercurio Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	95 - 102%	92 - 93%	0%
Níquel Total	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	94 - 96%	93 - 102%	6%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	98 - 99%	92 - 96%	1%
Plomo Total	mg/L	0.0006	<0.0006	8%	98 - 103%	99 - 100%	3%
Selenio Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	94 - 99%	92 - 100%	3%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010	6%	97 - 100%	93 - 99%	0%
Vanadio Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	98%	95 - 107%	9%
Zinc Total	mg/L	0.0026	<0.0026	4%	96 - 106%	96 - 105%	2%
Sólidos Totales Disueltos	mg Sólidos Totales Disueltos/L	3	<3	0%	96 - 100%		
Conductividad	µS/cm	--		0 - 1%	99 - 100%		
Sólidos Totales en Suspensión	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	3	<3	4 - 5%	98 - 99%		
Alcalinidad Total	mgCaCO3/L	1.0	<1.0	2%	100 - 101%		
Cloruro	mg/L	0.050	<0.050		100%	100%	0%
Fluoruro	mg/L	0.004	<0.004		100 - 102%	103%	5%
Nitrato (como N)	mg/L	0.014	<0.014		100%	100%	0%
Nitrato (como N)	mg/L	0.002	<0.002		100 - 101%	100%	0%
Sulfato	mg/L	0.03	<0.03		100%	100%	0%

INFORME DE ENSAYO

MA2538042-AC-0

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA2320B	Callao	Alcalinidad Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 24th Ed., 2023. Alkalinity Titration Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2019
EW_APHA2510B	Callao	Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510-B, 24th Ed: 2023. Conductivity: Laboratory Method
EW_APHA2540C	Callao	Sólidos Disueltos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-C; 23rd Ed: 2017. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA2540D	Callao	Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-D: 23rd: 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_EPA300_0	Callao	Aniones	EPA METHOD 300.0, Rev. 2.1: 1993. Determination of inorganic anions by ion chromatography.
EW_EPA200_8	Callao	Metales Totales	EPA- Method 200.8 Rev. 5.4, 1994. Determination of trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass spectrometry. 2015 (VALIDADO – Aplicado fuera del alcance)

INFORME DE ENSAYO

MA2538042-AC-0

NOTAS

- El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
- Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.
- La incertidumbre expandida de medición reportada se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

INFORME DE ENSAYO
MA2538041-AC-0

STEFANY CASTRO CARHUAPOMA

URB. RINCÓN DE LA CHACRITA - AREQUIPA - AREQUIPA - CAYMA

ENV / LB-357169-003

PROCEDENCIA : ACOS-PARINACOCHAS-AYACUCHO

Fecha de Recepción SGS : 13-10-2025

Fecha de Ejecución : Del 13-10-2025 al 20-10-2025

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
CA-01
TM-01
JP-01
TP-01
OT-01

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 1 de 7



INFORME DE ENSAYO

MA2538041-AC-0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					CA-01 8322103N / 635350E 11/10/2025 08:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRÁNEA		TM-01 8324802N / 633644E 11/10/2025 09:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRÁNEA	
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA								
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre		Resultado ± Incertidumbre	
Análisis Generales								
Alcalinidad Total	EW_APHA2320B	mgCaCO3/L	0.5	1.0	34.4	±4.5 x 10 ⁰	55.8	±7.3 x 10 ⁰
Conductividad	EW_APHA2510B	µS/cm	--	--	81.45	±1.7 x 10 ¹	127.50	±2.7 x 10 ¹
Sólidos Totales Disueltos	EW_APHA2540C	mg Sólidos Totales Disueltos/L	1	3	47	±5.6 x 10 ⁰	78	±9.4 x 10 ⁰
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	<3		<3	
Aniones								
Cloruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.025	0.050	1.024	±1.5 x 10 ⁻¹	1.392	±2.1 x 10 ⁻¹
Fluoruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.002	0.004	0.048	±6.3 x 10 ⁻³	0.052	±6.7 x 10 ⁻³
Sulfato	EW_EPA300_0	mg/L	0.01	0.03	4.12	±1.5 x 10 ⁻¹	5.02	±2.0 x 10 ⁻¹
Metales Disueltos								
Aluminio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.001	0.003	0.020	±1.8 x 10 ⁻³	0.004	±3.6 x 10 ⁻⁴
Antimonio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013		<0.00013	
Arsénico Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.00003	0.00010	0.00983	±2.1 x 10 ⁻³	0.01995	±4.2 x 10 ⁻³
Bario Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0112	±1.0 x 10 ⁻³	0.0063	±5.7 x 10 ⁻⁴
Berilio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006		<0.00006	
Bismuto Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003		<0.00003	
Boro Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.002	0.006	0.029	±3.5 x 10 ⁻³	0.059	±7.1 x 10 ⁻³
Cadmio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003		0.00017	±3.9 x 10 ⁻⁵
Calcio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.003	0.009	4.469	±5.9 x 10 ⁻¹	8.760	±3.3 x 10 ⁻¹
Cerio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024		<0.00024	
Cesio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0010	±1.7 x 10 ⁻⁴	0.0071	±1.2 x 10 ⁻³
Cobalto Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003		0.00003	±2.7 x 10 ⁻⁶
Cobre Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009		<0.00009	
Cromo Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0004	±1.0 x 10 ⁻⁴	0.0013	±3.2 x 10 ⁻⁴
Estaño Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010		<0.00010	
Estroncio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.0002	0.0006	0.0660	±5.9 x 10 ⁻³	0.1191	±1.1 x 10 ⁻²
Fósforo Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.015	0.047	<0.047		<0.047	
Galio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012		<0.00012	
Germanio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006		<0.0006	
Hafnio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015		<0.00015	
Hierro Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013		<0.0013	
Lantano Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015		<0.0015	
Litio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0016	±1.4 x 10 ⁻⁴	0.0042	±3.8 x 10 ⁻⁴
Lutecio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006		<0.00006	
Magnesio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.001	0.003	2.827	±3.4 x 10 ⁻¹	4.690	±5.6 x 10 ⁻¹
Manganeso Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.00003	0.00010	0.00041	±2.9 x 10 ⁻⁵	0.00014	±9.8 x 10 ⁻⁶
Mercurio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009		<0.00009	
Molibdeno Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006		<0.00006	
Niobio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015		<0.0015	
Níquel Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006		<0.0006	
Plata Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010		<0.000010	
Plomo Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006		<0.0006	
Potasio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.04	0.13	3.68	±2.9 x 10 ⁻¹	5.42	±4.3 x 10 ⁻¹
Rubidio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.0003	0.0009	0.0139	±1.4 x 10 ⁻³	0.0227	±2.3 x 10 ⁻³
Selenio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013		<0.0013	
Silicio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.040	0.128	24.610	±3.0 x 10 ⁰	34.460	±4.1 x 10 ⁰
Sodio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.006	0.019	6.490	±7.1 x 10 ⁻¹	8.762	±9.6 x 10 ⁻¹
Talio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006		<0.00006	
Tantalio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021		<0.0021	
Teluro Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.001	0.003	<0.003		<0.003	
Thorio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019		<0.00019	
Titanio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.0002	0.0006	0.0009	±1.2 x 10 ⁻⁴	0.0012	±1.6 x 10 ⁻⁴
Uranio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.000003	0.000010	0.000671	±1.4 x 10 ⁻⁴	<0.000010	
Vanadio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0112	±1.7 x 10 ⁻³	0.0101	±1.5 x 10 ⁻³
Wolframio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006		<0.0006	
Yterbio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006		<0.00006	
Zinc Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.0008	0.0026	0.0039	±3.9 x 10 ⁻⁴	0.0043	±4.3 x 10 ⁻⁴
Zirconio Disuelto	EW_EPA200_8 DIS	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045		<0.00045	

INFORME DE ENSAYO MA2538041-AC-0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					JP-01 8326747N / 631352E 11/10/2025 10:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRÁNEA		TP-01 8326038N / 632196E 11/10/2025 11:10:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRÁNEA	
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA								
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre		Resultado ± Incertidumbre	
Análisis Generales								
Alcalinidad Total	EW_APHA2320B	mgCaCO3/L	0.5	1.0	80.3	±1.0 x 10 ¹	85.1	±1.1 x 10 ¹
Conductividad	EW_APHA2510B	µS/cm	--	--	181.50	±3.8 x 10 ¹	180.50	±3.8 x 10 ¹
Sólidos Totales Disueltos	EW_APHA2540C	mg Sólidos Totales Disueltos/L	1	3	112	±1.1 x 10 ¹	112	±1.1 x 10 ¹
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	<3		10	±2.3 x 10 ⁰
Aniones								
Cloruro	EW EPA300 0	mg/L	0.025	0.050	3.372	±5.1 x 10 ⁻¹	2.680	±4.0 x 10 ⁻¹
Fluoruro	EW EPA300 0	mg/L	0.002	0.004	0.040	±5.2 x 10 ⁻³	0.053	±6.8 x 10 ⁻³
Nitrato (como N)	EW EPA300 0	mg/L	0.007	0.014			0.191	±4.2 x 10 ⁻²
Nitrito (como N)	EW EPA300 0	mg/L	0.001	0.002			<0.002	
Sulfato	EW EPA300 0	mg/L	0.01	0.03	1.22	±9. x 10 ⁻³	1.13	±1. x 10 ⁻²
Metales Disueltos								
Aluminio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.001	0.003	0.003	±2.7 x 10 ⁻⁴	0.023	±2.1 x 10 ⁻³
Antimonio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013		<0.00013	
Arsénico Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.00003	0.00010	0.00122	±2.6 x 10 ⁻⁴	0.00014	±2.9 x 10 ⁻⁵
Bario Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0867	±7.8 x 10 ⁻³	0.0321	±2.9 x 10 ⁻³
Berilio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006		<0.00006	
Bismuto Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003		<0.00003	
Boro Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.002	0.006	0.025	±3.0 x 10 ⁻³	0.026	±3.1 x 10 ⁻³
Cadmio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.00001	0.00003	0.00021	±4.8 x 10 ⁻⁵	<0.00003	
Calcio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.003	0.009	13.085	±4.1 x 10 ⁻¹	13.367	±4.1 x 10 ⁻¹
Cerio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024		<0.00024	
Cesio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0004	±6.8 x 10 ⁻⁵	0.0005	±8.5 x 10 ⁻⁵
Cobalto Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003		<0.00003	
Cobre Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009		<0.00009	
Cromo Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0016	±4.0 x 10 ⁻⁴	0.0014	±3.5 x 10 ⁻⁴
Estaño Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010		<0.00010	
Estroncio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.0002	0.0006	0.3135	±2.8 x 10 ⁻²	0.2937	±2.6 x 10 ⁻²
Fósforo Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.015	0.047	<0.047		<0.047	
Galio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012		<0.00012	
Germanio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006		<0.0006	
Hafnio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015		<0.00015	
Hierro Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013		<0.0013	
Lantano Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015		<0.0015	
Litio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0014	±1.3 x 10 ⁻⁴	0.0012	±1.1 x 10 ⁻⁴
Lutecio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006		<0.00006	
Magnesio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.001	0.003	7.611	±9.1 x 10 ⁻¹	7.636	±9.2 x 10 ⁻¹
Manganeso Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010		<0.00010	
Mercurio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009		<0.00009	
Molibdeno Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006		<0.00006	
Niobio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015		<0.0015	
Níquel Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006		<0.0006	
Plata Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010		<0.000010	
Plomo Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006		<0.0006	
Potasio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.04	0.13	3.03	±2.4 x 10 ⁻¹	3.28	±2.6 x 10 ⁻¹
Rubidio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.0003	0.0009	0.0062	±6.2 x 10 ⁻⁴	0.0110	±1.1 x 10 ⁻³
Selenio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013		<0.0013	
Silicio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.040	0.128	23.300	±2.8 x 10 ⁰	23.860	±2.9 x 10 ⁰
Sodio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.006	0.019	11.487	±1.3 x 10 ⁰	10.421	±1.1 x 10 ⁰
Talio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006		<0.00006	
Tantalio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021		<0.0021	
Teluro Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.001	0.003	<0.003		<0.003	
Thorio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019		<0.00019	
Titanio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.0002	0.0006	0.0006	±7.8 x 10 ⁻⁵	0.0008	±1.0 x 10 ⁻⁴
Uranio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010		<0.000010	
Vanadio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0064	±9.6 x 10 ⁻⁴	0.0060	±9.0 x 10 ⁻⁴
Wolframio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006		<0.0006	
Yterbio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006		<0.00006	
Zinc Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.0008	0.0026	<0.0026		0.0026	±2.6 x 10 ⁻⁴
Zirconio Disuelto	EW EPA200 8 DIS	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045		<0.00045	

INFORME DE ENSAYO

MA2538041-AC-0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					OT-01 8327405N / 632084E 12/10/2025 08:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRÁNEA
FECHA DE MUESTREO					
HORA DE MUESTREO					
CATEGORIA					
SUB CATEGORIA					
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales					
Alcalinidad Total	EW_APHA2320B	mgCaCO ₃ /L	0.5	1.0	94.9 ±1.2 x 10 ¹
Conductividad	EW_APHA2510B	µS/cm	--	--	218.10 ±4.6 x 10 ¹
Sólidos Totales Disueltos	EW_APHA2540C	mg Sólidos Totales Disueltos/L	1	3	135 ±1.3 x 10 ¹
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	<3
Aniones					
Cloruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.025	0.050	3.382 ±5.1 x 10 ⁻¹
Fluoruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.002	0.004	0.078 ±1.0 x 10 ⁻²
Nitrato (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.007	0.014	0.510 ±1.1 x 10 ⁻¹
Nitrato (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.001	0.002	<0.002
Sulfato	EW_EPA300_0	mg/L	0.01	0.03	6.03 ±2.5 x 10 ⁻¹
Metales Disueltos					
Aluminio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.001	0.003	0.023 ±2.1 x 10 ⁻³
Antimonio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013
Arsénico Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00003	0.00010	0.03571 ±7.5 x 10 ⁻³
Bario Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0272 ±2.4 x 10 ⁻³
Berilio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Bismuto Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003
Boro Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.002	0.006	0.062 ±7.4 x 10 ⁻³
Cadmio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00001	0.00003	0.00007 ±1.6 x 10 ⁻⁶
Calcio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.003	0.009	21.068 ±5.5 x 10 ⁻¹
Cerio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024
Cesio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0057 ±9.7 x 10 ⁻⁴
Cobalto Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003
Cobre Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Cromo Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003
Estaño Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Estroncio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0002	0.0006	0.2264 ±2.0 x 10 ⁻²
Fósforo Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.015	0.047	0.071 ±2.0 x 10 ⁻²
Galio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012
Germanio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Hafnio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015
Hierro Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Lantano Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Litio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0051 ±4.6 x 10 ⁻⁴
Lutecio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Magnesio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.001	0.003	6.155 ±7.4 x 10 ⁻¹
Manganeso Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Mercurio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Molibdeno Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Niobio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Níquel Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Plata Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Plomo Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Potasio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.04	0.13	4.23 ±3.4 x 10 ⁻¹
Rubidio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0003	0.0009	0.0126 ±1.3 x 10 ⁻³
Selenio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Silicio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.040	0.128	29.020 ±3.5 x 10 ⁰
Sodio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.006	0.019	12.227 ±1.3 x 10 ⁰
Talio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Tantalio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021
Teluro Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.001	0.003	<0.003
Thorio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019
Titanio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0002	0.0006	0.0012 ±1.6 x 10 ⁻⁴
Uranio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Vanadio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0054 ±8.1 x 10 ⁻⁴
Wolframio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Yterbio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Zinc Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0008	0.0026	0.0027 ±2.7 x 10 ⁻⁴
Zirconio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

INFORME DE ENSAYO

MA2538041-AC-0

CONTROL DE CALIDAD

LC: Limite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Aluminio Disuelto	mg/L	0.003	<0.003	8%	105 - 108%	102 - 109%	3%
Antimonio Disuelto	mg/L	0.00013	<0.00013	0%	91 - 95%	98 - 106%	7%
Arsénico Disuelto	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	97 - 102%	108%	0%
Bario Disuelto	mg/L	0.0003	<0.0003	3%	97 - 100%	99 - 101%	0%
Berilio Disuelto	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	92 - 94%	102 - 105%	7%
Bismuto Disuelto	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	100 - 105%	94 - 106%	1%
Boro Disuelto	mg/L	0.006	<0.006	0%	100 - 104%	102 - 106%	2%
Cadmio Disuelto	mg/L	0.00003	<0.00003	4%	100 - 103%	96 - 100%	0%
Calcio Disuelto	mg/L	0.009	<0.009	1%	99 - 101%	100 - 102%	6%
Cerio Disuelto	mg/L	0.00024	<0.00024	0%	95 - 99%	96 - 105%	10%
Cesio Disuelto	mg/L	0.0003	<0.0003	2%	102%	102 - 108%	4%
Cobalto Disuelto	mg/L	0.00003	<0.00003	5%	92 - 94%	93 - 108%	9%
Cobre Disuelto	mg/L	0.00009	<0.00009	5%	96 - 100%	95 - 106%	13%
Cromo Disuelto	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	92 - 98%	96 - 105%	5%
Estaño Disuelto	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	95 - 104%	94 - 98%	2%
Estroncio Disuelto	mg/L	0.0006	<0.0006	2%	97 - 100%	98 - 104%	7%
Fósforo Disuelto	mg/L	0.047	<0.047	0%	100 - 101%	96 - 103%	5%
Galio Disuelto	mg/L	0.00012	<0.00012	0%	96 - 97%	94 - 98%	5%
Germanio Disuelto	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	99 - 100%	98 - 108%	2%
Hafnio Disuelto	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	97 - 104%	92 - 96%	2%
Hierro Disuelto	mg/L	0.0013	<0.0013	6%	93 - 98%	93 - 96%	2%
Lantano Disuelto	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	95 - 98%	95 - 97%	3%
Litio Disuelto	mg/L	0.0003	<0.0003	4%	96 - 108%	100 - 107%	1%
Lutecio Disuelto	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	99 - 103%	96 - 109%	3%
Magnesio Disuelto	mg/L	0.003	<0.003	7%	93 - 103%	96 - 107%	6%
Manganeso Disuelto	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	95 - 102%	96 - 99%	0%
Mercurio Disuelto	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	94 - 103%	94 - 95%	2%
Molibdeno Disuelto	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	96%	93 - 101%	6%
Niobio Disuelto	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	94 - 108%	92 - 95%	12%
Níquel Disuelto	mg/L	0.0006	<0.0006	5%	94%	101 - 107%	0%
Plata Disuelto	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	96 - 97%	96%	3%
Plomo Disuelto	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	96 - 102%	106 - 109%	1%
Potasio Disuelto	mg/L	0.13	<0.13	4%	96%	102 - 106%	1%
Rubidio Disuelto	mg/L	0.0009	<0.0009	0%	104%	108%	0%
Selenio Disuelto	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	92 - 101%	91 - 108%	10%
Silicio Disuelto	mg/L	0.128	<0.128	5%	92 - 103%	92 - 95%	6%
Sodio Disuelto	mg/L	0.019	<0.019	7%	98 - 100%	94 - 108%	1%
Talio Disuelto	mg/L	0.00006	<0.00006	3%	92 - 101%	97%	4%
Tantalio Disuelto	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	92 - 102%	93 - 98%	2%
Teluro Disuelto	mg/L	0.003	<0.003	0%	97 - 102%	97 - 102%	5%
Thorio Disuelto	mg/L	0.00019	<0.00019	8%	97%	93 - 107%	10%
Titanio Disuelto	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	94 - 98%	93 - 103%	9%
Uranio Disuelto	mg/L	0.000010	<0.000010	5%	99 - 106%	92 - 93%	4%
Vanadio Disuelto	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	91 - 92%	99 - 106%	2%
Wolframio Disuelto	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	102 - 103%	98 - 103%	3%
Yterbio Disuelto	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	99 - 102%	93 - 103%	6%
Zinc Disuelto	mg/L	0.0026	<0.0026	7%	100%	92 - 94%	11%
Zirconio Disuelto	mg/L	0.00045	<0.00045	5%	97 - 104%	93 - 104%	1%
Sólidos Totales Disueltos	mg Sólidos Totales Disueltos/L	3	<3	0%	96 - 100%		
Conductividad	µS/cm	--		0 - 1%	99 - 100%		
Sólidos Totales en Suspensión	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	3	<3	4 - 5%	98 - 99%		
Alcalinidad Total	mgCaCO3/L	1.0	<1.0	2%	100 - 101%		
Cloruro	mg/L	0.050	<0.050		100%	100%	0%
Fluoruro	mg/L	0.004	<0.004		100 - 102%	103%	5%
Nitrato (como N)	mg/L	0.014	<0.014		100%	100%	0%
Nitrito (como N)	mg/L	0.002	<0.002		100 - 101%	100%	0%
Sulfato	mg/L	0.03	<0.03		100%	100%	0%

INFORME DE ENSAYO

MA2538041-AC-0

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA2320B	Callao	Alcalinidad Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 24th Ed., 2023. Alkalinity Titration Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2019
EW_APHA2510B	Callao	Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510-B, 24th Ed: 2023. Conductivity: Laboratory Method
EW_APHA2540C	Callao	Sólidos Disueltos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-C; 23rd Ed: 2017. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA2540D	Callao	Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-D: 23rd: 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_EPA300_0	Callao	Aniones	EPA METHOD 300.0, Rev. 2.1: 1993. Determination of inorganic anions by ion chromatography.
EW_EPA200_8_DIS	Callao	Metales Disueltos	EPA- Method 200.8 Rev. 5.4, 1994. Determination of trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass spectrometry. 2015 (VALIDADO – Aplicado fuera del alcance)

INFORME DE ENSAYO

MA2538041-AC-0

NOTAS

- El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
- Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.
- La incertidumbre expandida de medición reportada se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

INFORME DE ENSAYO
MA2538042-NA-0

STEFANY CASTRO CARHUAPOMA

URB. RINCÓN DE LA CHACRITA - AREQUIPA - AREQUIPA - CAYMA

ENV / LB-357169-004

PROCEDENCIA : ACOS-PARINACOCHAS-AYACUCHO

Fecha de Recepción SGS : 13-10-2025

Fecha de Ejecución : Del 13-10-2025 al 22-10-2025

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
CCP-01
AC-01



INFORME DE ENSAYO **MA2538042-NA-0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					CCP-01 8326684N / 632331E 11/10/2025 11:50:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL	AC-01 8327175N / 633423E 12/10/2025 06:25:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
FECHA DE MUESTREO						
HORA DE MUESTREO						
CATEGORIA						
SUB CATEGORIA						
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Potencial de Hidrógeno	EW_APHA4500HB	pH	--	--	8.84	7.14
Aniones						
Fosfato (como Fósforo)	EW_EPA300_0	mg/L	0.006	0.012	<0.012	<0.012
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales	EW_APHA9222D	UFC/100 mL	1	1	5 ±1.40	2 ±0.56

INFORME DE ENSAYO

MA2538042-NA-0

CONTROL DE CALIDAD

LC: Limite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Potencial de Hidrógeno	pH	--		0%	100%		
Fosfato (como Fósforo)	mg/L	0.012	<0.012		100 - 101%	100%	0%

INFORME DE ENSAYO

MA2538042-NA-0

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500HB	Callao	Potencial de Hidrógeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+-B; 23rd Ed: 2017. pH Value: Electrometric Method.
EW_APHA9222D	Callao	Numeración de Coliformes fecales (MF)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222D, 23rd Ed., 2017. Membrane filter technique for members of the coliform group.Thermotolerant (Fecal) Coliform Membrane Filter Procedure.
EW_EPA300_0	Callao	Aniones	EPA METHOD 300.0, Rev. 2.1: 1993. Determination of inorganic anions by ion chromatography.

INFORME DE ENSAYO

MA2538042-NA-0

NOTAS

- El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
- Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.
- La incertidumbre expandida de medición reportada se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2538041-AC-0

STEFANY CASTRO CARHUAPOMA

URB. RINCÓN DE LA CHACRITA - AREQUIPA - AREQUIPA - CAYMA

ENV / LB-357169-003

PROCEDENCIA : ACOS-PARINACOCHAS-AYACUCHO

Fecha de Recepción SGS : 13-10-2025

Fecha de Ejecución : Del 13-10-2025 al 20-10-2025

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
CA-01
TM-01
JP-01
TP-01
OT-01

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 07/11/2025

Frank M. Julcamoro Quispe

C.Q.P. 1033

Supervisor de Laboratorio

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 1 de 7



SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Amaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao
Arequipa
Cajamarca

t (511) 517 1900 www.sgs.pe
t (054) 213 505 e Pa.servicios@sgs.com
t (070) 368 002

Miembro del Grupo SGS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2538041-AC-0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					CA-01 8322103N / 635350E 11/10/2025 08:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRÁNEA	TM-01 8324802N / 633644E 11/10/2025 09:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRÁNEA
FECHA DE MUESTREO						
HORA DE MUESTREO						
CATEGORIA						
SUB CATEGORIA						
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Alcalinidad Total	EW_APHA2320B	mgCaCO ₃ /L	0.5	1.0	34.4 ±4.5 x 10 ⁰	55.8 ±7.3 x 10 ⁰
Conductividad	EW_APHA2510B	µS/cm	--	--	81.45 ±1.7 x 10 ¹	127.50 ±2.7 x 10 ¹
Sólidos Totales Disueltos	EW_APHA2540C	mg Sólidos Totales Disueltos/L	1	3	47 ±5.6 x 10 ⁰	78 ±9.4 x 10 ⁰
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	<3	<3
Aniones						
Cloruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.025	0.050	1.024 ±1.5 x 10 ⁻¹	1.392 ±2.1 x 10 ⁻¹
Fluoruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.002	0.004	0.048 ±6.3 x 10 ⁻³	0.052 ±6.7 x 10 ⁻³
Sulfato	EW_EPA300_0	mg/L	0.01	0.03	4.12 ±1.5 x 10 ⁻¹	5.02 ±2.0 x 10 ⁻¹
Metales Disueltos						
Aluminio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.001	0.003	0.020 ±1.8 x 10 ⁻³	0.004 ±3.6 x 10 ⁻⁴
Antimonio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013	<0.00013
Arsénico Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00003	0.00010	0.00983 ±2.1 x 10 ⁻³	0.01995 ±4.2 x 10 ⁻³
Bario Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0112 ±1.0 x 10 ⁻³	0.0063 ±5.7 x 10 ⁻⁴
Berilio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.002	0.006	0.029 ±3.5 x 10 ⁻³	0.059 ±7.1 x 10 ⁻³
Cadmio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	0.00017 ±3.9 x 10 ⁻⁵
Calcio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.003	0.009	4.469 ±5.9 x 10 ⁻¹	8.760 ±3.3 x 10 ⁻¹
Cerio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024	<0.00024
Cesio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0010 ±1.7 x 10 ⁻⁴	0.0071 ±1.2 x 10 ⁻³
Cobalto Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	0.00003 ±2.7 x 10 ⁻⁶
Cobre Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Cromo Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0004 ±1.0 x 10 ⁻⁴	0.0013 ±3.2 x 10 ⁻⁴
Estaño Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0002	0.0006	0.0660 ±5.9 x 10 ⁻³	0.1191 ±1.1 x 10 ⁻²
Fósforo Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.015	0.047	<0.047	<0.047
Galio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	<0.00012
Germanio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Lantano Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0016 ±1.4 x 10 ⁻⁴	0.0042 ±3.8 x 10 ⁻⁴
Lutecio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.001	0.003	2.827 ±3.4 x 10 ⁻¹	4.690 ±5.6 x 10 ⁻¹
Manganeso Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00003	0.00010	0.00041 ±2.9 x 10 ⁻⁵	0.00014 ±9.8 x 10 ⁻⁶
Mercurio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Niobio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Níquel Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Plata Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Potasio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.04	0.13	3.68 ±2.9 x 10 ⁻¹	5.42 ±4.3 x 10 ⁻¹
Rubidio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0003	0.0009	0.0139 ±1.4 x 10 ⁻³	0.0227 ±2.3 x 10 ⁻³
Selenio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silicio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.040	0.128	24.610 ±3.0 x 10 ⁰	34.460 ±4.1 x 10 ⁰
Sodio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.006	0.019	6.490 ±7.1 x 10 ⁻¹	8.762 ±9.6 x 10 ⁻¹
Talio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Thorio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0002	0.0006	0.0009 ±1.2 x 10 ⁻⁴	0.0012 ±1.6 x 10 ⁻⁴
Uranio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.000003	0.000010	0.000671 ±1.4 x 10 ⁻⁴	<0.000010
Vanadio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0112 ±1.7 x 10 ⁻³	0.0101 ±1.5 x 10 ⁻³
Wolframio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Zinc Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0008	0.0026	0.0039 ±3.9 x 10 ⁻⁴	0.0043 ±4.3 x 10 ⁻⁴
Zirconio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2538041-AC-0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					JP-01 8326747N / 631352E 11/10/2025 10:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRÁNEA	TP-01 8326038N / 632196E 11/10/2025 11:10:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRÁNEA
FECHA DE MUESTREO						
HORA DE MUESTREO						
CATEGORIA						
SUB CATEGORIA						
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Alcalinidad Total	EW_APHA2320B	mgCaCO ₃ /L	0.5	1.0	80.3 ±1.0 x 10 ¹	85.1 ±1.1 x 10 ¹
Conductividad	EW_APHA2510B	µS/cm	--	--	181.50 ±3.8 x 10 ¹	180.50 ±3.8 x 10 ¹
Sólidos Totales Disueltos	EW_APHA2540C	mg Sólidos Totales Disueltos/L	1	3	112 ±1.1 x 10 ¹	112 ±1.1 x 10 ¹
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	<3	10 ±2.3 x 10 ⁰
Aniones						
Cloruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.025	0.050	3.372 ±5.1 x 10 ⁻¹	2.680 ±4.0 x 10 ⁻¹
Fluoruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.002	0.004	0.040 ±5.2 x 10 ⁻³	0.053 ±6.8 x 10 ⁻³
Nitrato (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.007	0.014		0.191 ±4.2 x 10 ⁻²
Nitrato (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.001	0.002		<0.002
Sulfato	EW_EPA300_0	mg/L	0.01	0.03	1.22 ±9. x 10 ⁻³	1.13 ±1. x 10 ⁻²
Metales Disueltos						
Aluminio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.001	0.003	0.003 ±2.7 x 10 ⁻⁴	0.023 ±2.1 x 10 ⁻³
Antimonio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0004	0.0013	<0.00013	<0.00013
Arsénico Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00003	0.00010	0.00122 ±2.6 x 10 ⁻⁴	0.00014 ±2.9 x 10 ⁻⁵
Bario Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0867 ±7.8 x 10 ⁻³	0.0321 ±2.9 x 10 ⁻³
Berilio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Bismuto Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Boro Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.002	0.006	0.025 ±3.0 x 10 ⁻³	0.026 ±3.1 x 10 ⁻³
Cadmio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00001	0.00003	0.00021 ±4.8 x 10 ⁻⁵	<0.00003
Calcio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.003	0.009	13.085 ±4.1 x 10 ⁻¹	13.367 ±4.1 x 10 ⁻¹
Cerio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024	<0.00024
Cesio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0004 ±6.8 x 10 ⁻⁵	0.0005 ±8.5 x 10 ⁻⁵
Cobalto Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003	<0.00003
Cobre Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Cromo Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0016 ±4.0 x 10 ⁻⁴	0.0014 ±3.5 x 10 ⁻⁴
Estaño Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Estroncio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0002	0.0006	0.3135 ±2.8 x 10 ⁻²	0.2937 ±2.6 x 10 ⁻²
Fósforo Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.015	0.047	<0.047	<0.047
Galio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012	<0.00012
Germanio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Hafnio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015	<0.00015
Hierro Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Lantano Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Litio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0014 ±1.3 x 10 ⁻⁴	0.0012 ±1.1 x 10 ⁻⁴
Lutecio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Magnesio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.001	0.003	7.611 ±9.1 x 10 ⁻¹	7.636 ±9.2 x 10 ⁻¹
Manganeso Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010	<0.00010
Mercurio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009	<0.00009
Molibdeno Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Niobio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015	<0.0015
Níquel Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Plata Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Plomo Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Potasio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.04	0.13	3.03 ±2.4 x 10 ⁻¹	3.28 ±2.6 x 10 ⁻¹
Rubidio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0003	0.0009	0.0062 ±6.2 x 10 ⁻⁴	0.0110 ±1.1 x 10 ⁻³
Selenio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013	<0.0013
Silicio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.040	0.128	23.300 ±2.8 x 10 ⁰	23.860 ±2.9 x 10 ⁰
Sodio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.006	0.019	11.487 ±1.3 x 10 ⁰	10.421 ±1.1 x 10 ⁰
Talio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Tantalo Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021	<0.0021
Teluro Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.001	0.003	<0.003	<0.003
Thorio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019	<0.00019
Titanio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0002	0.0006	0.0006 ±7.8 x 10 ⁻⁵	0.0008 ±1.0 x 10 ⁻⁴
Uranio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010	<0.000010
Vanadio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0064 ±9.6 x 10 ⁻⁴	0.0060 ±9.0 x 10 ⁻⁴
Wolframio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006	<0.0006
Yterbio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006	<0.00006
Zinc Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0008	0.0026	<0.0026	0.0026 ±2.6 x 10 ⁻⁴
Zirconio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045	<0.00045

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 3 de 7

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348 Callao 1
Ernesto Gunther 275 Parque Industrial
J. Arnaldo Márquez Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900 www.sgs.pe
Arequipa t (054) 213 505 • Fa.servicios@sgs.com
Cajamarca t (070) 385 092

Miembro del Grupo SGS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2538041-AC-0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					OT-01 8327405N / 632084E 12/10/2025 08:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUBTERRÁNEA
FECHA DE MUESTREO					
HORA DE MUESTREO					
CATEGORIA					
SUB CATEGORIA					
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales					
Alcalinidad Total	EW_APHA2320B	mgCaCO ₃ /L	0.5	1.0	94.9 ±1.2 x 10 ¹
Conductividad	EW_APHA2510B	µS/cm	--	--	218.10 ±4.6 x 10 ¹
Sólidos Totales Disueltos	EW_APHA2540C	mg Sólidos Totales Disueltos/L	1	3	135 ±1.3 x 10 ¹
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APHA2540D	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	<3
Aniones					
Cloruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.025	0.050	3.382 ±5.1 x 10 ⁻¹
Fluoruro	EW_EPA300_0	mg/L	0.002	0.004	0.078 ±1.0 x 10 ⁻²
Nitrato (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.007	0.014	0.510 ±1.1 x 10 ⁻¹
Nitrato (como N)	EW_EPA300_0	mg/L	0.001	0.002	<0.002
Sulfato	EW_EPA300_0	mg/L	0.01	0.03	6.03 ±2.5 x 10 ⁻¹
Metales Disueltos					
Aluminio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.001	0.003	0.023 ±2.1 x 10 ⁻³
Antimonio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00004	0.00013	<0.00013
Arsénico Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00003	0.00010	0.03571 ±7.5 x 10 ⁻³
Bario Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0272 ±2.4 x 10 ⁻³
Berilio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Bismuto Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003
Boro Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.002	0.006	0.062 ±7.4 x 10 ⁻³
Cadmio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00001	0.00003	0.00007 ±1.6 x 10 ⁻⁵
Calcio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.003	0.009	21.068 ±5.5 x 10 ⁻¹
Cerio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00008	0.00024	<0.00024
Cesio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0057 ±9.7 x 10 ⁻⁴
Cobalto Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00001	0.00003	<0.00003
Cobre Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Cromo Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003
Estaño Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Estroncio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0002	0.0006	0.2264 ±2.0 x 10 ⁻²
Fósforo Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.015	0.047	0.071 ±2.0 x 10 ⁻²
Galio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00004	0.00012	<0.00012
Germanio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Hafnio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00005	0.00015	<0.00015
Hierro Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Lantano Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Litio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0051 ±4.6 x 10 ⁻⁴
Lutecio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Magnesio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.001	0.003	6.155 ±7.4 x 10 ⁻¹
Manganeso Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Mercurio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Molibdeno Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Niobio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0005	0.0015	<0.0015
Níquel Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Plata Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Plomo Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Potasio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.04	0.13	4.23 ±3.4 x 10 ⁻¹
Rubidio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0003	0.0009	0.0126 ±1.3 x 10 ⁻³
Selenio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0004	0.0013	<0.0013
Silicio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.040	0.128	29.020 ±3.5 x 10 ⁰
Sodio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.006	0.019	12.227 ±1.3 x 10 ⁰
Talio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Tantalio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0007	0.0021	<0.0021
Teluro Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.001	0.003	<0.003
Thorio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00006	0.00019	<0.00019
Titanio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0002	0.0006	0.0012 ±1.6 x 10 ⁻⁴
Uranio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.000003	0.000010	<0.000010
Vanadio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0001	0.0003	0.0054 ±8.1 x 10 ⁻⁴
Wolframio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0002	0.0006	<0.0006
Yterbio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00002	0.00006	<0.00006
Zinc Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.0008	0.0026	0.0027 ±2.7 x 10 ⁻⁴
Zirconio Disuelto	EW_EPA200_8_DIS	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 4 de 7

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348 Callao 1
Ernesto Gunther 275 Parque Industrial
Jr. Arnaldo Márquez Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900 www.sgs.pe
Arequipa t (054) 213 505 • Fa.servicios@sgs.com
Cajamarca t (076) 388 092

Miembro del Grupo SGS

**INFORME DE ENSAYO
MA2538041-AC-0**
CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Aluminio Disuelto	mg/L	0.003	<0.003	8%	105 - 108%	102 - 109%	3%
Antimonio Disuelto	mg/L	0.00013	<0.00013	0%	91 - 95%	98 - 106%	7%
Arsénico Disuelto	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	97 - 102%	108%	0%
Bario Disuelto	mg/L	0.0003	<0.0003	3%	97 - 100%	99 - 101%	0%
Berilio Disuelto	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	92 - 94%	102 - 105%	7%
Bismuto Disuelto	mg/L	0.00003	<0.00003	0%	100 - 105%	94 - 106%	1%
Boro Disuelto	mg/L	0.006	<0.006	0%	100 - 104%	102 - 106%	2%
Cadmio Disuelto	mg/L	0.00003	<0.00003	4%	100 - 103%	96 - 100%	0%
Calcio Disuelto	mg/L	0.009	<0.009	1%	99 - 101%	100 - 102%	6%
Cerio Disuelto	mg/L	0.00024	<0.00024	0%	95 - 99%	96 - 105%	10%
Cesio Disuelto	mg/L	0.0003	<0.0003	2%	102%	102 - 108%	4%
Cobalto Disuelto	mg/L	0.00003	<0.00003	5%	92 - 94%	93 - 108%	9%
Cobre Disuelto	mg/L	0.00009	<0.00009	5%	96 - 100%	95 - 106%	13%
Cromo Disuelto	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	92 - 98%	96 - 105%	5%
Estaño Disuelto	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	95 - 104%	94 - 98%	2%
Estroncio Disuelto	mg/L	0.0006	<0.0006	2%	97 - 100%	98 - 104%	7%
Fósforo Disuelto	mg/L	0.047	<0.047	0%	100 - 101%	96 - 103%	5%
Galio Disuelto	mg/L	0.00012	<0.00012	0%	96 - 97%	94 - 98%	5%
Germanio Disuelto	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	99 - 100%	98 - 108%	2%
Hafnio Disuelto	mg/L	0.00015	<0.00015	0%	97 - 104%	92 - 96%	2%
Hierro Disuelto	mg/L	0.0013	<0.0013	6%	93 - 98%	93 - 96%	2%
Lantano Disuelto	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	95 - 98%	95 - 97%	3%
Litio Disuelto	mg/L	0.0003	<0.0003	4%	96 - 108%	100 - 107%	1%
Lutecio Disuelto	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	99 - 103%	96 - 109%	3%
Magnesio Disuelto	mg/L	0.003	<0.003	7%	93 - 103%	96 - 107%	6%
Manganeso Disuelto	mg/L	0.00010	<0.00010	0%	95 - 102%	96 - 99%	0%
Mercurio Disuelto	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	94 - 103%	94 - 95%	2%
Molibdeno Disuelto	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	96%	93 - 101%	6%
Niobio Disuelto	mg/L	0.0015	<0.0015	0%	94 - 108%	92 - 95%	12%
Níquel Disuelto	mg/L	0.0006	<0.0006	5%	94%	101 - 107%	0%
Plata Disuelto	mg/L	0.000010	<0.000010	0%	96 - 97%	96%	3%
Plomo Disuelto	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	96 - 102%	106 - 109%	1%
Potasio Disuelto	mg/L	0.13	<0.13	4%	96%	102 - 106%	1%
Rubidio Disuelto	mg/L	0.0009	<0.0009	0%	104%	108%	0%
Selenio Disuelto	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	92 - 101%	91 - 108%	10%
Silicio Disuelto	mg/L	0.128	<0.128	5%	92 - 103%	92 - 95%	6%
Sodio Disuelto	mg/L	0.019	<0.019	7%	98 - 100%	94 - 108%	1%
Talio Disuelto	mg/L	0.00006	<0.00006	3%	92 - 101%	97%	4%
Tantalo Disuelto	mg/L	0.0021	<0.0021	0%	92 - 102%	93 - 98%	2%
Teluro Disuelto	mg/L	0.003	<0.003	0%	97 - 102%	97 - 102%	5%
Thorio Disuelto	mg/L	0.00019	<0.00019	8%	97%	93 - 107%	10%
Titanio Disuelto	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	94 - 98%	93 - 103%	9%
Uranio Disuelto	mg/L	0.000010	<0.000010	5%	99 - 106%	92 - 93%	4%
Vanadio Disuelto	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	91 - 92%	99 - 106%	2%
Wolframio Disuelto	mg/L	0.0006	<0.0006	0%	102 - 103%	98 - 103%	3%
Yterbio Disuelto	mg/L	0.00006	<0.00006	0%	99 - 102%	93 - 103%	6%
Zinc Disuelto	mg/L	0.0026	<0.0026	7%	100%	92 - 94%	11%
Zirconio Disuelto	mg/L	0.00045	<0.00045	5%	97 - 104%	93 - 104%	1%
Sólidos Totales Disueltos	mg Sólidos Totales Disueltos/L	3	<3	0%	96 - 100%		
Conductividad	µS/cm	--		0 - 1%	99 - 100%		
Sólidos Totales en Suspensión	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	3	<3	4 - 5%	98 - 99%		
Alcalinidad Total	mgCaCO3/L	1.0	<1.0	2%	100 - 101%		
Cloruro	mg/L	0.050	<0.050		100%	100%	0%
Fluoruro	mg/L	0.004	<0.004		100 - 102%	103%	5%
Nitrato (como N)	mg/L	0.014	<0.014		100%	100%	0%
Nitrito (como N)	mg/L	0.002	<0.002		100 - 101%	100%	0%
Sulfato	mg/L	0.03	<0.03		100%	100%	0%



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2538041-AC-0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA2320B	Callao	Alcalinidad Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 24th Ed., 2023. Alkalinity Titration Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2019
EW_APHA2510B	Callao	Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510-B, 24th Ed: 2023. Conductivity: Laboratory Method
EW_APHA2540C	Callao	Sólidos Disueltos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-C; 23rd Ed: 2017. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA2540D	Callao	Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-D: 23rd: 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_EPA300_0	Callao	Aniones	EPA METHOD 300.0, Rev. 2.1: 1993. Determination of inorganic anions by ion chromatography.
EW_EPA200_8_DIS	Callao	Metales Disueltos	EPA- Method 200.8 Rev. 5.4, 1994. Determination of trace elements in water and wastes by Inductively Coupled Plasma-Mass spectrometry. 2015 (VALIDADO – Aplicado fuera del alcance)



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2538041-AC-0**

NOTAS

- El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
- Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.
- La incertidumbre expandida de medición reportada se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 7 de 7

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900 www.sgs.pe
Arequipa t (054) 213 505 e Pa.servicios@sgs.com
Cajamarca t (070) 303 092

Miembro del Grupo SGS

Anexo 3

Certificados de trabajo

**JUNTA ADMINISTRADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO (JASS)
ANEXO DE ACOS – DISTRITO DE CHUMPI, AYACUCHO**

CERTIFICADO DE TRABAJO

La Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) del Anexo de Acos, distrito de Chumpi, provincia de Parinacochas, certifica que:

La Srta. STEFANY CASTRO CARHUAPOMA, identificada con DNI N.º 72786366, viene brindado asesoría técnica especializada a la JASS en temas relacionados con la evaluación, control y seguimiento de la calidad de agua de fuentes de abastecimiento del anexo, desde el 01 de octubre del 2025 hasta la fecha.

Actividades desarrolladas:

- Asesoría en la planificación del muestreo hidroquímico de manantiales y aguas superficiales.
- Análisis e interpretación técnica de los resultados de calidad de agua.
- Orientación sobre los aspectos hidrogeológicos que influyen en la calidad de los manantiales.

La JASS deja constancia de que la participación de la Srta. Castro se desarrolla con responsabilidad, ética y compromiso.

Se expide el presente certificado a solicitud de la interesada.

Acos – Chumpi, Ayacucho, 03 de diciembre de 2025



JASS Anexo de Acos
Distrito de Chumpi – Parinacochas – Ayacucho



Cerro Verde

SMCV/RH-AP-0858/2025

CONSTANCIA

El que suscribe, Supervisor Senior de Administración de Personal de Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.

Hace constar:

*Que el señora, **CASTRO CARHUAPOMA, STEFANY** es **Funcionario** de nuestra Empresa, con DNI N° 72786366 y con Registro N° 73510, labora en calidad de trabajador con Contrato a Plazo Fijo desde el 01 de marzo del 2023 a la fecha, desempeñándose actualmente como **Ingeniero Hidrogeologo Junior II**.*

Se expide la presente constancia a solicitud del interesada para los fines que considere convenientes.

Arequipa, 24 de octubre del 2025



Eduardo Rivera Ramos
Supervisor Senior Administración de Personal

c. c. Archivo



CERTIFICADO DE PRACTICAS PROFESIONALES

Por medio del presente, certificamos que la Sra. **CASTRO CARHUAPOMA, STEFANY**, identificada con DNI 72786366 realizó sus prácticas profesionales en la Compañía Minera Antamina S.A., en la GERENCIA DE OPERACIONES MINA desde el 6 de enero del 2020 hasta el 5 de julio del 2020.

Se expide el presente documento a solicitud de la interesada para los fines que estime conveniente.

Lima, 12 de Septiembre del 2020

Digitally signed by
SILVIO BRIGNETI
ROTONDO
Date: 2020-09-12
15:43:38

Silvio Brigneti Rotondo
Vicepresidente de Recursos Humanos,
Comunicación Corporativa y Seguridad
Compañía Minera Antamina S.A.



COMPAÑIA MINERA ANTAMINA S.A.

A través del código QR puede verificar
la autenticidad del presente documento

APUMAYO

Gálvez Barrenechea N° 556
Lima 27 – Perú
511-700.7000
apu@apumayo.com.pe

CERTIFICADO DE TRABAJO

LA EMPRESA
APUMAYO S.A.C.

SUSCRIBE
ADMINISTRADOR GENERAL APUMAYO S.A.C.

Mediante el presente se certifica que el Sr.:

CASTRO CARHUAPOMA STEFANY

Identificado con D.N.I. No. 72786366 ha laborado en nuestra empresa con el cargo de TRAINEE DE GEOTECNIA, en el area de INGENIERIA, desde el 21 de Julio del 2020 hasta el 31 de Agosto del 2021

Habiendo demostrado eficiencia y buen desempeño en sus labores que se le encomendaron.

Se expide el presente documento a solicitud del interesado, para los fines que crea conveniente.

Ayacucho, 01 de Septiembre del 2021


Edward Palomino Yañez
ADMINISTRADOR GENERAL
U.M. APUMAYO

Knight Piésold Consultores S.A.
Calle Aricota 106 Piso 5
Santiago de Surco
Lima
T + 51 202-3777
E gbarreda@knightpiesold.com
www.knightpiesold.com

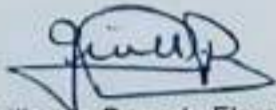
CERTIFICADO DE TRABAJO

Por medio del presente dejamos constancia que la Srta. Stefany Castro Carhuapoma, identificada con DNI N° 72786366, ha laborado en nuestra empresa como **Ingeniero Junior**, durante el periodo comprendido desde el 25 de agosto de 2021 hasta el 15 de marzo de 2022.

Se expide el presente certificado a solicitud del interesado y para los fines que estime conveniente.

Santiago de Surco, 15 de marzo de 2022

Knight Piésold Consultores S.A.



Guillermo Barreda Flores
Gerente General

GB/ep

CERTIFICADO DE TRABAJO



Cerro Verde

Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. certifica que la señora (ita):

STEFANY CASTRO CARHUAPOMA

Ha laborado en nuestra Empresa en las condiciones que se indican:

Cargo	:	Profesional en Entrenamiento
Área	:	Geología
Fecha de Ingreso	:	17 de Marzo de 2022
Fecha de Cese	:	28 de Febrero de 2023
Condición	:	Contratado a Plazo Fijo

La señora (ita) CASTRO, ha demostrado capacidad y eficiencia para el desarrollo de las labores encomendadas, habiendo observado puntualidad y buena conducta.

Cerro Verde, 28 de Febrero de 2023

Representante de la Empresa
Supervisor Administración de Personal

Asiento Minero Cerro Verde - Uchumayo

Av. Alfonso Ugarte 304 Casilla 299 Arequipa - Perú T (51-54) 381515 F (51-54) 283376

0NI 72786366