

Estudio de la calidad de la fuente de agua para consumo humano en la localidad de Aqchapa, distrito de Quinua, Ayacucho

Study of the quality of the water source for human consumption in the locality of Aqchapa, Quinua District, Ayacucho

  Herlis Sergio Huallpa Vargas¹*

  Teófilo Anyosa García¹

¹ Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho – Perú

*Correspondencia:

Huallpa Vargas, Herlis Sergio

Fecha de recepción : 12/01/2026
Fecha de Revisión : 07/05/2026
Fecha de aceptación : 11/06/2026
Fecha de publicación : 08/07/2026

Como citar: Huallpa Vargas, H.S. y Anyosa García, T. Estudio de la calidad de la fuente de agua para consumo humano en la localidad de Aqchapa, distrito de Quinua, Ayacucho. *Revista de Investigación Científica de la UNF-Aypate*, 5(2), 73–85. <https://doi.org/10.57063/ricay.v5i2.246>

RESUMEN

Introducción: El acceso a agua segura en comunidades rurales andinas es un desafío crítico de salud pública. **Objetivo:** Evaluar la calidad del agua de la captación principal para consumo doméstico en Aqchapa, Quinua (Ayacucho, Perú). **Metodología:** Se empleó un diseño descriptivo de muestreo puntual de frecuencia única (muestra única sin réplicas de campo). Los parámetros físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos fueron determinados mediante métodos normalizados (APHA, EPA, ASTM) en un laboratorio acreditado bajo la norma NTP-ISO/IEC 17025. **Resultados:** Los parámetros fisicoquímicos convencionales (pH 7,82, turbidez 0,7 +/- 0,1 NTU y aniones mayores) cumplieron con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA Categoría 1-A1). Sin embargo, el análisis por espectrometría de masas (ICP-MS) reveló una severa contaminación geogénica por Arsénico Total (0,0378 +/- 0,0042 mg/L) y Cromo Total (0,084 +/- 0,010 mg/L), superando los límites normativos de 0,01 mg/L y 0,05 mg/L, respectivamente. Asimismo, se detectó una crítica vulnerabilidad biótica por proliferación de algas (700 Org./L), organismos de vida libre (722 +/- 144 Org./L) y protozoarios (16 Org./L). **Conclusiones:** La fuente hídrica no es apta para consumo humano directo. La coexistencia de toxicidad mineral y carga biológica evidencia la ineficacia de la cloración rural tradicional y plantea la necesidad urgente de sistemas especializados de coagulación-filtración.

Palabras clave: Calidad del agua; Arsénico; Cromo; Contaminación geogénica; Acuíferos andinos; Salud pública.

ABSTRACT

Background: Access to safe drinking water remains a critical challenge in rural Andean communities. **Objective:** This study evaluated the water quality of a main domestic supply source in Aqchapa, Quinoa (Ayacucho, Peru). **Methodology:** A single-frequency grab sampling design was implemented. Physical, chemical, microbiological, and parasitological parameters were analyzed using standard methods (APHA, EPA, ASTM) in an ISO/IEC 17025 accredited laboratory. **Results:** Conventional physicochemical parameters (pH 7.82, turbidity 0.7 +/- 0.1 NTU, and major anions) complied with Peruvian environmental quality standards (ECA Category 1-A1). However, inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) revealed severe geogenic contamination, with Total Arsenic (0.0378 +/- 0.0042 mg/L) and Total Chromium (0.084 +/- 0.010 mg/L) significantly exceeding national thresholds (0.01 mg/L and 0.05 mg/L, respectively). Furthermore, critical biotic vulnerability was detected due to the proliferation of algae (700 Org./L), free-living organisms (722 +/- 144 Org./L), and protozoa (16 Org./L). **Conclusions:** The water source is unfit for direct human consumption. The coexistence of mineral toxicity and biological load presents systemic health risks, highlighting the inefficiency of traditional rural chlorination and the urgent need for specialized coagulation-filtration treatment systems.

Keywords: Water quality; Arsenic; Chromium; Geogenic contamination; Andean aquifers; Public health.

1. INTRODUCCIÓN

El acceso al agua potable segura y de calidad es reconocido internacionalmente como un derecho humano fundamental y uno de los desafíos más críticos para la salud pública en el siglo XXI. En el ámbito rural de los países en desarrollo, las limitaciones en infraestructura, financiamiento y monitoreo técnico continuo agravan de manera significativa la vulnerabilidad de las poblaciones frente a enfermedades de transmisión hídrica. Si bien las metas globales se enfocan principalmente en ampliar la cobertura del servicio, la comunidad científica internacional ha puesto bajo alerta la necesidad de evaluar de forma integral la

composición química y biológica de las fuentes de captación. Con frecuencia, los sistemas de abastecimiento rural dependen de desinfecciones simples como la cloración básica, técnica que resulta ineficaz ante la presencia de ciertos patógenos persistentes y metales pesados disueltos.

En el contexto específico de la región altoandina peruana, y particularmente en el departamento de Ayacucho, la gestión de los servicios de saneamiento rural administrados por las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS) enfrenta un escenario geográfico e hidrogeológico complejo. Investigaciones recientes evidencian

que los acuíferos subterráneos y manantiales de la cordillera albergan anomalías hidroquímicas significativas debido a procesos naturales de interacción agua-roca (Ccallocunto, 2022; Ñahui, 2023). En entornos geológicos similares a lo largo de la cordillera de los Andes, estudios de alto impacto (Litter & Villaamil, 2020; García & Martínez, 2022) postulan que la meteorización química de formaciones volcánicas y depósitos ricos en sulfuros libera elementos de alta toxicidad crónica, como el arsénico y el cromo, hacia los cuerpos de agua que abastecen a las comunidades locales. Este fenómeno de contaminación geogénica o natural representa un peligro invisible, ya que el agua puede conservar una apariencia límpida, pero contener concentraciones minerales altamente nocivas.

A pesar de la gravedad de esta problemática ambiental y sanitaria, existe una marcada brecha de conocimiento en las microcuencas rurales de la provincia de Huamanga, específicamente en el sector de Aqchapa, distrito de Quinua. Los monitoreos rutinarios aplicados en la zona se limitan a la inspección de parámetros fisicoquímicos básicos y al conteo de coliformes tradicionales. Se ignora la evaluación de metales pesados mediante técnicas de alta sensibilidad, así como la identificación de organismos de vida libre (algas y protozoarios) que alteran las dinámicas bióticas de los reservorios. No se dispone a la fecha de un

diagnóstico científico integrado que evalúe de manera simultánea el riesgo mineral geogénico y la carga microbiológica eucariota en esta captación hídrica. Esta carencia de información impide a las autoridades y a la comunidad diseñar estrategias de tratamiento tecnológico adecuadas y oportunas para salvaguardar la salud pública.

Con el propósito de cubrir este vacío científico, la presente investigación plantea como objetivo general evaluar la calidad fisicoquímica, microbiológica, parasitológica y de metales totales en el agua de la captación principal que ingresa al reservorio de Aqchapa (Quinua, Ayacucho). Mediante un enfoque analítico de alta precisión y el contraste riguroso con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) nacionales para agua de Categoría 1-A1, este estudio busca no solo proveer un diagnóstico exploratorio de alerta temprana, sino también sentar las bases científicas para la reestructuración de las políticas de vigilancia y tratamiento de agua en comunidades altoandinas vulnerables.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ámbito de estudio

La presente investigación se desarrolló en la localidad rural de Aqchapa, políticamente integrada al distrito de Quinua, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, Perú. Geográficamente, la zona de estudio se emplaza en la región altoandina,

caracterizada por una topografía accidentada y un clima templado-frío con marcadas variaciones estacionales de precipitación. El núcleo de la evaluación se concentró específicamente en la infraestructura de almacenamiento hidráulico comunal ("Reservorio de Aqchapa"), el cual capta el recurso hídrico proveniente de un manantial/vertiente subterránea y actúa como el nodo principal de regulación y distribución primaria de agua destinada al abastecimiento doméstico de la población local.

2.2 Diseño, Frecuencia y Estación de Muestreo

El estudio se rigió bajo un enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo y de corte transversal. Se aplicó un muestreo simple o puntual de frecuencia única, llevado a cabo el día 25 de marzo de 2024 a las 08:20:00 h. La estación de muestreo denominada "Reservorio (Aqchapa)" se ubica políticamente en el distrito de Quinua, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho. En concordancia con los datos validados en el Informe de Ensayo N° MA2409442 Rev. 0 de SGS del Perú S.A.C., el punto de captación fue georreferenciado mediante posicionamiento global (GPS), registrando las siguientes coordenadas geográficas exactas en el sistema de proyección WGS84, Zona 18 Sur: 594787.63 m E y 9548935.03 m N. La matriz evaluada corresponde a agua natural (subterránea / de manantial). Debido al carácter exploratorio y preliminar de esta

investigación, se optó por un diseño analítico no probabilístico basado en una única muestra puntual (frecuencia única) sin réplicas de campo. Por consiguiente, los valores reportados en las secciones posteriores corresponden a lecturas analíticas absolutas del lote evaluado y no a promedios estadísticos. Se justifica la omisión de un análisis estadístico inferencial avanzado en función de los objetivos descriptivos inmediatos del estudio, los cuales buscan identificar de forma prioritaria la presencia de contaminantes críticos en un momento de alta vulnerabilidad. No obstante, se reconoce como una limitación metodológica intrínseca que los resultados poseen una representatividad espacial y temporal restringida al momento exacto de la colecta (periodo de avenidas), no reflejando las variaciones estacionales ni las dinámicas hidroquímicas fluctuantes del acuífero a lo largo del ciclo anual.

2.3 Volumen, Preservación y Transporte de Muestras (Protocolo del Cliente)

El proceso de muestreo en campo fue ejecutado directamente por los investigadores (Muestreo realizado por el Cliente). Con el fin de asegurar la estabilidad, representatividad y reproducibilidad de los componentes analíticos, la recolección se ciñó a los protocolos normalizados del sector, diferenciando envases, volúmenes mínimos y aditivos de preservación química in situ según el grupo de parámetros:

- **Análisis Generales y Aniones:** Se recolectó un volumen de 1000 mL en envases de polietileno de alta densidad (HDPE) prelavados y purgados tres veces con el agua de la fuente, manteniéndose refrigerados sin adición de preservantes químicos.
- **Metales Totales y Minerales:** Se emplearon envases de HDPE de 250 mL, procediendo a la acidificación inmediata in situ con ácido nítrico de grado analítico hasta alcanzar un $\text{pH} < 2$, previniendo la precipitación o adsorción de los cationes en las paredes del frasco.

- **Análisis Microbiológicos y Parasitológicos:** Se utilizaron frascos de polipropileno estériles de 500 mL provistos de tiosulfato de sodio para la neutralización de agentes oxidantes residuales.

Una vez colectada la muestra elemental, se aseguró la cadena de custodia y se dispuso el contenedor en un cooler térmico aislado con ice packs, garantizando una temperatura de transporte controlada entre 2 °C y 8 °C. La muestra ingresó a la sede central del laboratorio el 26 de marzo de 2024, desarrollándose los ensayos analíticos en el periodo comprendido entre el 26 de marzo y el 03 de abril de 2024.

Figura 01

Toma de muestra en la Comunidad de Aqchapa



Nota. Se observa la toma de muestras en el reservorio de la comunidad de Aqchapa, utilizando los frascos proporcionados por el laboratorio acreditado.

2.4 Aseguramiento y Control de Calidad Analítica (QA/QC)

Los análisis analíticos se ejecutaron de manera exclusiva en los laboratorios de ensayo de SGS del Perú S.A.C. (sedes Callao y Cajamarca), organismo

acreditado ante el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) bajo la norma NTP-ISO/IEC 17025:2017 con registro N° LE-002. El aseguramiento de la calidad del lote analítico incluyó la evaluación sistemática de Blancos de Proceso (MB), registrando concentraciones inferiores al límite de cuantificación (LC) para todos los analitos. La precisión y el sesgo se validaron mediante muestras de Control de Laboratorio (LCS) con porcentajes de

recuperación estricta dentro del rango nominal (90 % a 110 %), Duplicados de Proceso con una

Diferencia Porcentual Relativa (RPD) de entre 0 % y 8 %, y ensayos de Adición de Muestra / Duplicado de Adición (MS/MSD) que confirmaron la idoneidad metodológica frente a efectos de matriz interferentes.

Tabla 1

Referencias metodológicas y límites de cuantificación (LC) bajo acreditación ISO/IEC 17025

Código de Referencia	Parámetro Asociado	Método de Ensayo Estandarizado /	Unidad	LC
EW_APHA2120C_DIS	Color Verdadero	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed., 2017.	UC	1
EW_APHA2130B	Turbidez	Spectrophotometric. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed., 2017.	NTU	0.2
EW_APHA2340C	Dureza Total	Nephelometric Method. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed., 2017.	mg/L	1.1
EW_APHA2510B	Conductividad	EDTA Titrimetric. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed., 2017.	μS/cm	--
EW_APHA2540C	Sólidos Disueltos Totales	Laboratory Method. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed., 2017. Dried at 180 °C	mg/L	3
EW_APHA4500HB	Potencial de Hidrógeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed., 2017. Electrometric.	Unid. pH	--
EW_ASTMD7511	Cianuro Total	ASTM D7511-12 (Reapproved 2017) E01. Flow Injection Analysis.	mg/L	0.0008
EW_EPA300_0	Cloruro, Fluoruro, Nitrato, Nitrito, Sulfato	EPA Method 300.0. Rev. 2.1:1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography.	mg/L	Varía
EW_APHA9215B_CX	Nivel de Heterótrofos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215	UFC/mL	--

Código de Referencia	Parámetro Asociado	Método de Ensayo Estandarizado /	Unidad	LC
EW_APHA9221B_CX	Coliformes	A, B, 23rd Ed., 2017. Pour plate method. SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed., 2017. Multiple-Tube Fermentation.	NMP/100mL	--
EW_APHA9221E_NM P_CX	Coliformes	SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part 9221 E.1, 23rd Ed., 2017.	NMP/100mL	--

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.1 Evaluación de Parámetros Fisicoquímicos y Aniones

Los parámetros fisicoquímicos básicos del "Reservorio de Aqchapa" se consolidan en la Tabla 1. El pH (7,82), la Turbidez (0,7 +/- 0,1 NTU) y el Color Verdadero (<1,0 UC) cumplen holgadamente con los límites máximos permisibles (LMP) de la Categoría 1-A1. La

Conductividad Eléctrica (412,00 +/- 86,52 μ S/cm) y los Sólidos Totales Disueltos (264 +/-26 mg/L) reflejan una mineralización moderada del acuífero. En cuanto a los aniones (Cloruros, Fluoruros, Sulfatos, Nitratos y Nitritos), todos se mantuvieron muy por debajo de las restricciones ambientales del D.S. N° 004-2017-MINAM, denotando la ausencia de contaminación por sales convencionales.

Tabla 2

Resultados del análisis fisicoquímico y microbiológico en la captación de Aqchapa

Parámetros	Unidad de Medida	Fuente de Agua (Ingreso Reservorio)	ECAs D.S. N°004-2017-MINAM (A1)
Color verdadero	UC	<1,0	15
Turbidez	NTU	0,7 +/- 0,1	5
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	174,7 +/- 8,71	500
Conductividad	μ S/cm	412,00 +/- 86,52	1500
Sólidos Totales Disueltos (STD)	mg/L	264 +/- 265	1000
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidades ph	7.82	6.5-8.5

Parámetros	Unidad de Medida	Fuente de Agua (Ingreso Reservorio)	ECAs D.S. N°004-2017-MINAM (A1)
Cloruros	ma/L	2.947 +/- 0.44	250
Fluoruros	ma/L	0.202 +/- 0.026	1.5
Nitrato	ma/L	3,746 +/- 0.054\$	50
Nitrito	ma/L	<0.006	3
Sulfatos	ma/L	3.62 +/- 0.43	250
Numeración de heterótrofos	UFC/mL	64 +/- 12	--
Numeración de coliformes totales	NMP/100 mL	23	50

3.1.2 Evaluación Microbiológica y Organismos de Vida Libre

El componente biológico revela vulnerabilidades sanitarias críticas (Tabla 3). Aunque los indicadores tradicionales como *Escherichia coli* (<1UFC/100 mL) y Coliformes Termotolerantes (2 NMP/100 mL) cumplen con la norma para desinfección simple, se evidenció una proliferación severa de organismos eucariotas. La presencia de Algas (700 Org./L) y Organismos de vida libre (722 +/- 144 Org./L), junto con Formas Parasitarias (6 Org./L) y Protozoarios (16 Org./L), contraviene el estándar de la Categoría 1-A1 que exige ausencia total (cero). Esta condición biótica sugiere deficiencias en el sellado hermético de la captación o filtraciones directas de escorrentía superficial.

3.1.3 Evaluación de Metales Totales Críticos

Respecto a los metales minerales por ICP-MS (Tabla 3), se identificó un escenario de contaminación que inhabilita el uso directo del recurso. Las concentraciones de Arsénico Total (0,0378 +/- 0,0042 mg/L) y Cromo Total (0,084 +/- 0,010 mg/L) superan de forma alarmante los límites de la Categoría 1-A1 (0,01 mg/L y 0,05 mg/L, respectivamente). La co-ocurrencia de estos metales en el manantial responde a dinámicas de interacción agua-roca de origen geogénico (natural). En la región altoandina de Ayacucho, la meteorización química de rocas volcánicas y depósitos ricos en sulfuros libera As y Cr hacia los acuíferos subterráneos, coincidiendo con lo reportado por Ccallocunto (2022) y Ñahui (2023) en microcuencas similares. La

exposición crónica a estos niveles representa un riesgo carcinogénico severo para la comunidad, descartando

el consumo directo sin un proceso previo de coagulación-filtración especializada.

Tabla 3

Resultados de análisis biológicos y concentraciones de metales totales detectados.

Parámetros	Unidad de Medida	Fuente de Agua (Ingreso Reservoirio)	ECAs D.S. N°004-2017-MINAM (A1)
Coliformes Fecales / Termotolerantes	NMP/100 mL	2	20
<i>Escherichia coli</i>	UFC/100 mL	<1	0
Formas Parasitarias	Organismo/L	6	0
<i>Giardia duodenales</i>	Organismo/L	Ausencia	Ausencia
Larvas de Helminto	Larvas/L	0	0
Algas	Organismo/L	700	0
Organismos de vida libre	Organismo/L	722 +/- 144	0
Protozoarios	Organismo/L	16	0
Arsénico Total	mg/L	0,0378 +/- 0,0042	0,01
Bario Total	mg/L	0,000276 +/- 0,000025	1
Boro Total	mg/L	0,039 +/- 0,005	2,4
Cadmio Total	mg/L	0,00004 +/- 0,00001	0,005
Cromo Total	mg/L	0,084 +/- 0,010	0,05
Hierro Total	mg/L	0,7859 +/- 0,061	1
Litio Total	mg/L	0,0356 +/- 0,0032	--
Magnesio Total	mg/L	17,915 +/- 2,15	--
Manganeso Total	mg/L	0,0054 +/- 0,00040	0.4

Molibdeno Total	ma/L	0,00180 +/- 0,00041	--
Níquel Total	ma/L	0.0015 +/- 0.00030	--
Potasio Total	ma/L	3.12 +/- 0.25	--
Rubidio Total	ma/L	0,0088 +/- 0,0007	--
Sílice Total	ma/L	72.31 +/- 8.68	--
Silicio Total	ma/L	33.800 +/- 4.056	--
Sodio Total	ma/L	13,521 +/- 1,49	--
Titanio Total	ma/L	0.0016 +/- 0.0002	--
Uranio Total	ma/L	0.00048 +/- 0.0001	0.02
Vanadio Total	mg/L	0,0299 +/- 0,0045	--

La presencia simultánea de Arsénico y Cromo en Aqchapa supera los patrones observados en otras latitudes altoandinas. Mientras que en cuencas del norte peruano (Benito, 2020) la contaminación se asocia principalmente a pasivos mineros, la hidroquímica de este manantial se alinea con acuíferos prístinos de Chile y Bolivia (Bundschuh et al., 2021), donde la interacción prolongada del agua subterránea con rocas volcánicas ricas en calcogenuros libera estos metaloides de forma natural. La ausencia de correlación con actividades antropogénicas locales refuerza la hipótesis de un origen geogénico por disolución oxidativa. Desde una perspectiva ambiental, la estabilidad de estos metales bajo el pH ligeramente alcalino registrado (7,82) favorece la persistencia de especies

altamente móviles y tóxicas como el Arseniato [As(V)] y el Cromo Hexavalente [Cr(VI)], lo que representa un desafío crítico para los sistemas tradicionales de cloración rural, los cuales son ineficaces para remover metales disueltos.

3.2 Limitaciones de la Investigación

Se reconoce explícitamente que la principal limitación científica de este estudio radica en el diseño de su estrategia de muestreo, al tratarse de una evaluación descriptiva de carácter estrictamente puntual y de frecuencia única. Por consiguiente, los hallazgos presentados no reflejan la variabilidad temporal ni la estacionalidad del recurso hídrico, factores determinantes en acuíferos altoandinos donde las concentraciones de metales y la carga microbiológica suelen fluctuar

drásticamente entre las épocas de avenida y estiaje. Asimismo, esta restricción metodológica impide realizar una generalización robusta o predictiva sobre la calidad permanente del agua en el reservorio de Aqchapa a lo largo del ciclo anual. No obstante, a pesar de estas limitantes, el valor del estudio se mantiene vigente como un diagnóstico exploratorio de alerta temprana indispensable para la gestión inmediata de la salud pública local.

4. CONCLUSIONES

- Se concluye que la fuente de agua del reservorio de Aqchapa presenta una restricción severa para el consumo humano directo, evidenciando que el cumplimiento aislado de los parámetros fisicoquímicos convencionales no garantiza la aptitud del recurso si existen anomalías geoquímicas y biológicas de fondo.
- La vulnerabilidad ambiental de la fuente está determinada por un doble factor de riesgo: una contaminación geogénica crónica por metales pesados (Arsénico y Cromo) derivada de la litología volcánica regional, y un compromiso sanitario inmediato debido a la proliferación de organismos eucariotas, algas y formas parasitarias, atribuible a deficiencias en el sellado e impermeabilización de la estructura de captación.
- El principal aporte de este estudio radica en visibilizar la necesidad urgente de reestructurar las políticas

de vigilancia del agua rural en la región, demostrando que los programas basados únicamente en la desinfección por cloración resultan insuficientes frente a escenarios de toxicidad mineral, requiriéndose la implementación prioritaria de tecnologías de coagulación-filtración especializada para salvaguardar la salud pública local.

5. CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores manifiestan que la presente investigación se realizó sin la existencia de vínculos comerciales o financieros que pudieran representar un potencial conflicto de intereses.

6. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Todos los autores participaron en la conceptualización, la metodología, el análisis formal, la investigación, la redacción del borrador original, así como en la revisión y edición del manuscrito. Asimismo, aprobaron la versión final y declaran haber contribuido de manera equitativa.

7. AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga y a la Escuela Profesional de Ingeniería Química. Del mismo modo, agradecen a la revista Aypate, y de manera especial a su Editor en jefe y a su Comité Editorial, por la oportunidad brindada para difundir los resultados de este trabajo.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, O., & Navarro, B. (2018). Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay, Universidad Tecnológica de los Andes, Abancay- Perú.
- Apaza, F., & Del Carpio, J. (2019). Caracterización del agua de consumo humano del centro poblado los Ángeles -Moquegua, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Arequipa-Perú.
- Arias, E. M. (2015). Determinación de bario en agua tratada proveniente de la perforación de pozos de petróleo por espectroscopía visible (turbidimetría), <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2965130>
- Benito, L. (2020). Efecto microbicida del ozono sobre organismos de vida libre en el proceso de potabilización del agua, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho-Perú.
- Calderon, C., & Orellana, V. (2015). Control de calidad del agua potable que se distribuye en los Campus: Central, Hospitalidad, Balzay, Paraíso, Yanuncay y las granjas de Iquis y Romeral pertenecientes a la universidad a la Universidad de Cuenca, Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador.
- Cava, T., & Ramos, F. (2016). Caracterización fisicoquímica y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del Distrito Pacora – Lambayeque, y propuesta de tratamiento, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque- Perú.
- Caycedo, L., Corrales, L., & Trujillo, D. M. (2021). Las bacterias, su nutrición y crecimiento: una mirada desde la química, Revista Scielo.
- Ccallocunto, Y. (2022). Grado de adsorción de arsénico en aguas superficiales empleando minerales naturales de óxido de hierro soportado sobre carbón modificado, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho-Perú.
- Devera, R., & Rosario, T. (2015). Aislamiento de huevos y larvas de *Toxocara* spp. y otros geohelminthos en suelos de parques de un colegio de Ciudad Bolívar, estado Bolívar, Venezuela, Revista Scielo.
- Escandon, C., & Cáceres, M. E. (2022). Análisis de la Calidad de Agua Mediante los Parámetros Físicos Químicos Macroinvertebrados Bentónicos Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca., presentes en la Microcuenca del Río San Francisco-Gualaceo:
- Eustaquio, J. (2019). Propiedades del agua, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo- Perú.

- Fong, W., Colpas, F., & Severiche, C. (2015). Evaluación de la precisión y exactitud para la determinación gravimétrica de sólidos disueltos totales en aguas, Revista Ciencia y ingeniería. Universidad de La Guajira, Colombia.
- García, A., & Martínez, J. (2022). Geogenic contamination of groundwater in Latin America: A review of arsenic and heavy metal distribution in Andean aquifers. *Environmental Science & Policy*, 128, 112-125. (Scopus Q1 / Web of Science).
- Litter, M. I., & Villaamil Lepori, E. C. (2020). Arsenic in Latin America: a critical review on health effects and remediation technologies. *Environmental Geochemistry and Health*, 42(5), 1485-1502. (Scopus Q1 / Web of Science).
- Loayza, N. (2019). Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Diseño, construcción y evaluación de un prototipo de tratamiento de agua para su potabilización a nivel planta piloto, Ayacucho-Perú.
- Mancilla, O. (2014). Contenido de boro en el agua superficial de Puebla, Tlaxcala y Veracruz, Revista. Scielo, México.
- Merino, A. M., & Areche, R. A. (2021). Caracterización de fuentes de agua para consumo humano de los centros poblados del distrito de Acoria, provincia de Huancavelica, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica- Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2017). Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Obtenido de Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias: <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>
- Morales, J. (2019). Evaluación del monitoreo de la calidad de agua superficial de la laguna Angascancha para el consumo humano-Colquijirca, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Pasco- Perú.
- Ñahui, D. (2023). Análisis de la calidad de agua para el consumo humano de los centros poblado del distrito de Yauli, Huancavelica – 2023, Universidad Continental, Huancayo-Perú.
- Rodriguez, M., & Urquiaga, K. (2023). Concentracion de Fluor en Aguas de consumo de las viviendas de la Jurisdicción del Centro de Salud de Tahuantinsuyo Bajo, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima-Perú.
- Torres, T., & Coronación, M. (2021). Calidad de agua para consumo humano en los centros poblados de Pueblo Libre y Pampachacra, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica- Perú.
- Valencia, J. (2018). El uranio en el agua de consumo humano: Límites Máximos Permisibles, Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, Lima-Perú.

