

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

Determinación de la concentración de arsénico en aguas subterráneas
en las salidas: Puno, Lampa y Arequipa de la ciudad de Juliaca –
2019

Por:

Josue Angel Huaracha Astete

Leonela Quispe Flores

Asesor:

Ing. Raúl Luciano Mestas Tola

Juliaca, agosto del 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Ing, Raúl Luciano Mestas Tola, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente trabajo de investigación titulado: “DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LAS SALIDAS A: PUNO, LAMPA Y AREQUIPA DE LA CIUDAD DE JULIACA – 2019” constituye la memoria que presenta los estudiantes Josue Angel Huaracha Astete y Leonela Quispe Flores para aspirar al grado de bachiller en Ingeniería Ambiental, cuyo trabajo de investigación ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este trabajo de investigación son de entera responsabilidad de lo autores, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Juliaca, a los 06 días del mes de agosto del año 2020



Ing, Raúl Luciano Mestas Tola

Determinación de la concentración de arsénico en aguas subterráneas en las salidas: Puno, Lampa y Arequipa de la ciudad de Juliaca – 2019

Josue Angel Huaracha Astete^{a1}, Leonela Quispe Flores^a, Raúl Luciano Mestas Tola^a

^aEP. Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión

Resumen

Las altas concentraciones de arsénico (As) en aguas subterráneas para consumo humano representan un problema para la salud, pues podría provocar enfermedades como el cáncer y la insuficiencia renal. El objetivo de la presente investigación fue determinar los niveles de concentración de arsénico en aguas subterráneas del distrito de Juliaca, en las salidas a Puno, Lampa y Arequipa. La metodología consistió en la obtención de 10 muestras totales; en la salida a Puno (3), salida a Lampa (4) y en salida a Arequipa (3), para el muestreo se utilizó el “Manual de buenas prácticas en la investigación de sitios contaminados: Muestreo de Aguas Subterráneas” (MINAM). El análisis del As se realizó en un laboratorio acreditado mediante el método espectrométrico de absorción atómica. Se comparó con los límites máximos de la normativa nacional (0.01mg/L As), OMS (0.01mg/L As) y demás normas internacionales (> 0.01mg/L As). Los resultados mostraron que en la salida a Puno fueron de 0.068, 0.081, 0.082 mg/L As para los puntos P3, P2, P1 respectivamente; en la salida Lampa fueron de 0.046, 0.057, 0.066, 0.069 mg/L As para los puntos P7, P5, P4, P6 respectivamente y en la salida a Arequipa fueron de 0.001, 0.005, 0.011 mg/L As para los puntos P9, P10, P8 respectivamente. Por lo tanto, se concluye que los niveles de concentración de arsénico en aguas subterráneas en las muestras tomadas en las salidas a Puno y Lampa, superan el límite máximo permisible establecido por las normativas nacionales e internacionales, siendo no aptas para consumo humano, mientras que en salida a Arequipa es aceptable porque el valor es ≤ 0.01 mg/L As.

Palabras clave: Agua para consumo humano, agua subterránea, arsénico inorgánico, arsénico orgánico.

Abstract

High concentrations of arsenic (As) in groundwater for human consumption represent a health problem, as it could cause diseases such as cancer and kidney failure. The objective of this research was to determine the levels of arsenic concentration in groundwater of Juliaca district, at the way out to Puno, Lampa and Arequipa. The methodology consisted of obtaining 10 total samples; at the way out to Puno (3), way out to Lampa (4) and way out to Arequipa (3), the “Manual of good practices in the investigation of contaminated sites: Groundwater Sampling” (MINAM) was used for the sampling. . The analysis of As was performed in an accredited laboratory using the atomic absorption spectrometric method. It was compared with the maximum limits of the national regulations (0.01mg / L As), WHO (0.01mg / L As) and other international standards (> 0.01mg / L As). The results showed that at the way out to Puno they were 0.068, 0.081, 0.082 mg / L As for points P3, P2, P1 respectively; at the way out to Lampa they were 0.046, 0.057, 0.066, 0.069 mg / L As for points P7, P5, P4, P6 respectively and at the way out to Arequipa they were 0.001, 0.005, 0.011 mg / L As for points P9, P10, P8 respectively. Therefore, it is concluded that the arsenic concentration levels in groundwater in the samples taken at the way out to Puno and Lampa, exceed the maximum permissible limit established by national and international regulations, being not suitable for human consumption, while at the way out to Arequipa is acceptable because the value is ≤ 0.01 mg / L As.

Keywords: Water for human consumption, groundwater, inorganic arsenic, organic arsenic.

¹ Autor de correspondencia: Josue Angel Huaracha, Leonela Quispe, Raúl Luciano Mestas Tola
Km. 06 Salida Arequipa, Challunquiiani Juliaca.
Tel.: 990194898 - 957709579
E-mail: josue.ha@upeu.edu.pe, leonela.qf@upeu.edu.pe, raul.mt@upeu.edu.pe

1. Introducción

En la actualidad la presencia de Arsénico (As) en aguas para consumo humano constituye un problema de salud pública en el mundo, el valor máximo admisible recomendado por la Organización Mundial de Salud (OMS) es de 0.01 mg/L As, y el consumo frecuente de agua contaminada con As podría producir cáncer a la vejiga, pulmón, piel, riñón, hígado y próstata. Solo en América Latina, existe por lo menos 4 millones de personas en Argentina, Chile, México, Bolivia y Perú consume agua con niveles de As que ponen en riesgo su Salud (Chávez & Miglio, 2011).

La presencia de arsénico en aguas superficiales y subterráneas surge de forma natural, proviniendo mediante la disolución de minerales, la erosión, la desintegración de rocas y por deposición atmosférica como los aerosoles; que son producidos por el vulcanismo terciario y cuaternario de la Cordillera de los Andes (Castro, 2006). En la naturaleza el vigésimo elemento más común es el arsénico, que se distribuye por toda la corteza terrestre y usualmente se encuentra en la atmosfera, los suelos, las rocas, los organismos y el agua natural (Smedley & Kinniburgh, 2002).

Escarcena (2018), menciona “que hay especialistas que sugieren que la ingesta de aguas con concentraciones de 0.05 a 0.1 mg/L As durante apenas un año sería suficiente como para que una persona, incluso mucho tiempo después de haber dejado de consumirlas, pueda padecer alguna enfermedad maligna”, lo cual es un problema en la zona sur del Perú. Herrera et al. (2014) menciona que hasta el 2013 el Ministerio de Salud (MINSA) reportó que la región Puno ocupaba el primer lugar en muertes por Insuficiencia Renal (IR), el mismo que podría estar relacionado por la exposición prolongada a altos niveles de arsénico.

Según Mamani (2019) y Pilco (2019) mencionan que el As constituye uno de los problemas críticos del distrito de Juliaca y de la provincia de San Román que se ubica a 3824 msnm dentro de la región de Puno. Así mismo, Apaza y Halanocca (2018) hacen referencia de que la población presenta dificultades al acceso de agua potable, y se encuentran en la necesidad de buscar alternativas como obtener agua del subterráneo mediante pozos tubulares; sin embargo, las pruebas realizadas por la OPS/CEPIS en las aguas subterráneas de pozos tubulares de la ciudad de Juliaca, presentan alto contenido de arsénico indicando que es dañino para la salud de las personas.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011) y el DS. N° 031-2010 SA indican que el límite máximo para consumo humano es de 0.01 mg/L As. A nivel nacional, Medina (2018) indica que en el año 2002 se encontraron niveles de arsénico en el río Rímac de hasta 0.0780 mg/L As. Esto tiene mucho impacto considerando que este río abastece de agua a la ciudad de Lima, donde se concentra la mayor población urbana del país. En la zona sur, se determinó que el agua de los ríos Callazas y Salado de la ciudad de Tacna, tienen niveles que supera la normativa nacional como 0.0168 y 0.064 mg/L As respectivamente, también se detectó arsénico en aguas subterráneas en zonas de Moquegua y Puno.

En la Región de Puno, Apaza & Calcina (2014), realizaron un estudio denominado contaminación natural de aguas subterráneas por arsénico en las zona de Carancas y Huata del departamento de Puno, donde evaluaron las concentraciones de arsénico que alcanzaron hasta 0.05 mg/L As en. Así mismo, Mamani, (2019b) realizó un estudio donde determinó la concentración de arsénico total en la ciudad de Juliaca tomando 12 muestras representativas, y el valor más alto de la concentración de arsénico que obtuvo fue de 0,165 mg/L As superando los límites máximos (0.01 mg/L As) que establece la OMS y la Normativa Peruana.

(Meoño & Olivares, 2015) Afirman que en los distritos de Juliaca y Caracoto, el 96% de las muestras analizadas tienen presencia de As en aguas subterráneas.

Con base a estos estudios el objetivo de la presente investigación fue determinar los niveles de concentración de arsénico en aguas subterráneas del distrito de Juliaca, en las salidas a Puno, Lampa y Arequipa.

2. Métodos

2.1. Ubicación

Juliaca está ubicada en la parte norte de la provincia de San Román de la región Puno, a 35 Km del Lago Titicaca (MVCS, 2017). El muestreo del Arsénico en aguas subterráneas se realizó en las salidas a Puno, Lampa y Arequipa.

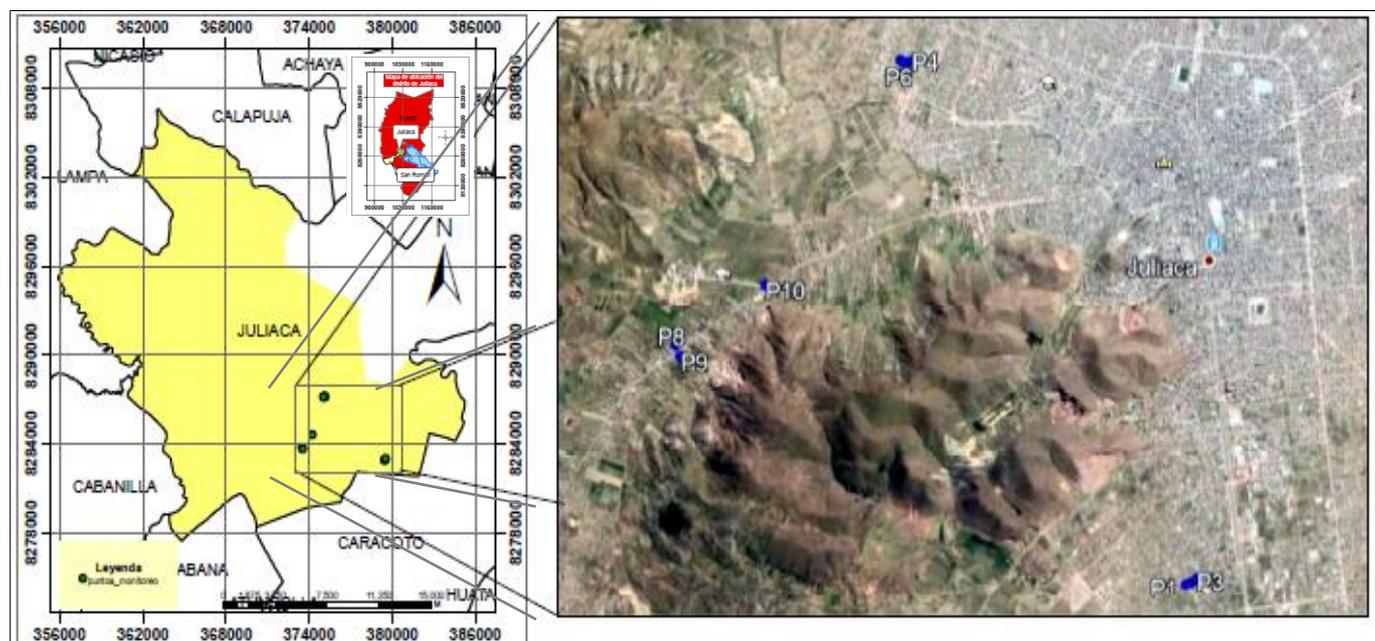


Figura 1. Mapa de ubicación

2.2. Diseño y Tipo de Investigación

El diseño de la investigación fue transeccional descriptivo, según Sampieri (2014) es transeccional, debido a que los datos recolectados fueron tomados en un solo momento y en un tiempo único; descriptiva, porque su propósito es describir al As y analizar su incidencia en las aguas subterráneas.

2.3. Puntos Muestreo

En base a los estudios realizados por Zea (2016) y Tacuri (2019), el 60 % de la población de Juliaca no cuenta con acceso al agua potable, por lo cual se determinó 10 puntos de muestreo (ver figura 1): 3 en la salida a Puno, 4 en salida a Lampa y 3 en salida a Arequipa, ya que las mencionadas zonas son las más alejadas de la ciudad.

En la tabla 1 podemos observar las coordenadas UTM de los 10 puntos de muestreo. Las muestras de aguas subterráneas fueron recolectadas con el fin de dar cumplimiento al D. S. N° 031-2010 S.A para su posterior control del As.

Tabla 1

Coordenadas UTM de los puntos de muestreo (Datum: WGS.84; Huso: 19L)

Puntos de muestreo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Este	379467	379517	379565	375181	375144	375091	375064	373495	373579	374253
Norte	8282870	8282905	8282960	8287161	8287131	8287129	8287142	8283729	8283637	8284578

2.4. Metodología de muestreo y análisis

Actualmente en el Perú no existe un protocolo establecido para el muestreo de las aguas subterráneas para consumo humano, es por ello que la toma de muestras se realizó de acuerdo a la recomendación del “Manual de buenas prácticas en la investigación de sitios contaminados: Muestreo de Aguas Subterráneas” establecido por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2016). Dichas muestras fueron enviadas al laboratorio CERPER Certificaciones de la ciudad de Arequipa; ya que el mencionado laboratorio, cuenta con la acreditación certificado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), donde el análisis del As se hizo por el método espectrométrico de generación continua de hidruro / absorción atómica, utilizando la metodología recomendado por el APHA (American Public Health Association).

Se realizó un monitoreo de los niveles de arsénico en aguas subterráneas para consumo humano, ya que según Apaza y Halanocca (2018), en Juliaca algunas personas todavía hacen uso de esta fuente debido a que no cuentan con el sistema de agua potable encargado por SEDA-Juliaca, dichos niveles se comparó con la normativa nacional D.S. N° 031-2010 S.A y la OMS en donde ambos establecen un límite máximo de 0.01 mgAs/L.

3. Resultados y Discusión

3.1. Niveles de concentración de arsénico de las 10 muestras

La figura N° 2, muestra los resultados de la determinación de los niveles de concentración de arsénico en las aguas subterráneas para consumo humano en la ciudad de Juliaca, se puede observar que, los resultados en la salida a Puno fueron de 0.068, 0.081, 0.082 mg/L As para los puntos P3, P2, P1 respectivamente; en la salida Lampa fueron de 0.046, 0.057, 0.066, 0.069 mg/L As para los puntos P7, P5, P4, P6 reactivamente y en la salida a Arequipa fueron de 0.001, 0.005, 0.011 mg/L As para los puntos P9, P10, P8 reactivamente. Donde los niveles de mayor concentración de As, se encuentran en la salida a Puno y en la salida a Lampa, de manera que los resultados coinciden con el estudio realizado por Mamani (2019) superando los límites máximos permisibles de 0.01 mg/L As, establecido por la normativa peruana el DS. N° 031-2010-SA y la OMS. Mientras que en la salida a Arequipa los resultados son iguales o menores a las normativa peruana y la OMS, estos resultados también coinciden con el estudio que realizaron Huillca y Apaza (2019) donde evaluaron los niveles de concentración de As en la Asociación Nueva Jerusalén, y la mayoría de sus resultados no sobrepasaron los límites máximos permisibles.

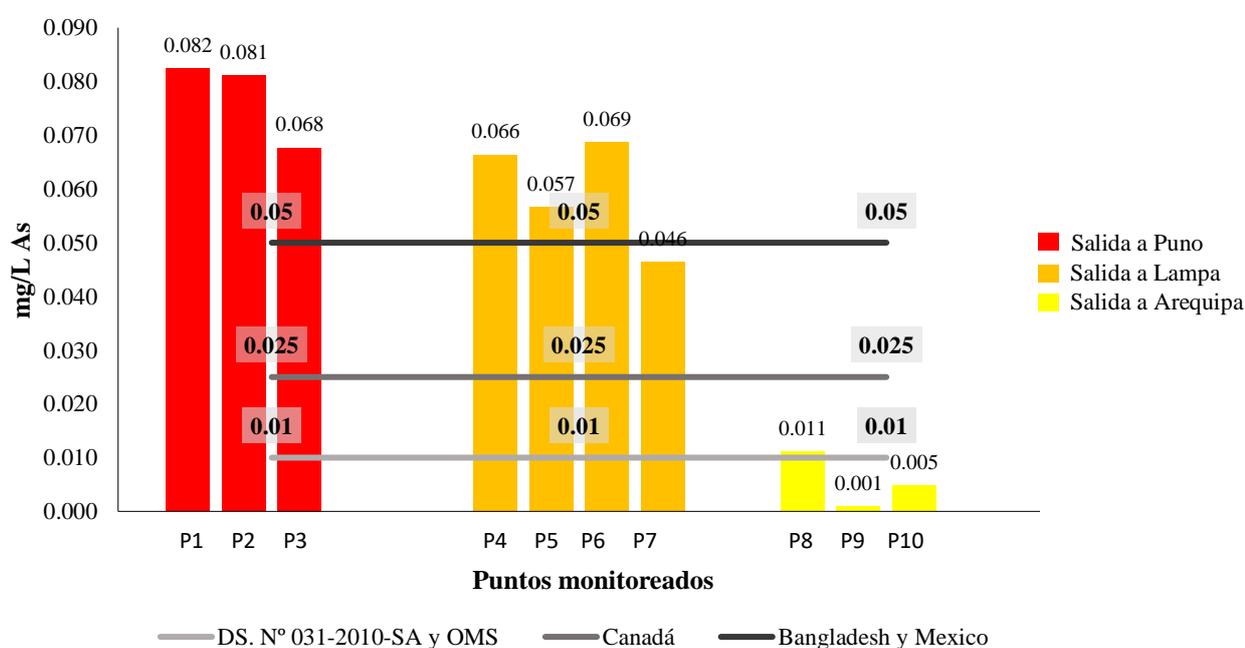


Figura 2. Niveles de concentración de As

Según Truque (2011), el estándar del nivel de As establecido por la OMS es de 0.01 mg/L As. Sin embargo, la mayoría de los países sudamericanos como: Brasil, Argentina, Chile, Ecuador, Uruguay y Bolivia, permiten una concentración máxima 0.05 mg/L As. En la Figura 2, podemos observar que México según su normativa NOM-127-SSA1 1994 y Bangladesh también permiten una concentración máxima de 0.05 mg/L As; mientras que, Canadá permite una concentración máxima de 0.025 mg/L As. No obstante, podemos observar que en la salida a Puno el valor más alto es de 0.082 mg/L As y en la salida a Lampa es de 0.069mg/L; lo cual, indica que continúan superando los límites máximos establecidos por las normas internacionales excepto a la normativa de Paraguay; que de acuerdo a Bolaños (2016), Paraguay acepta un límite máximo muy alto de 0.5 mg/L As.

De acuerdo a los estudios realizados por Mamani (2019) y Escarcena (2018) en la ciudad de Juliaca, obtuvieron valores máximos de 0.058 mg/L As a 0.165 mg/L As en aguas subterráneas, de tal forma que confirma la relevancia de nuestro estudio, que comparte características similares y en conjunto superan la normativa que establece un límite máximo de 0,01 mg/L As.

Según Carabantes & Fernicola (2003) mencionan que valores que superan el límite máximo de 0.01 mg/L As pueden causar cáncer y lesiones cutáneas en las personas. Así mismo, de acuerdo a la OMS (2018) existen dos tipos de As: orgánico e inorgánico. El As orgánico se encuentra se encuentra en los pescado y mariscos, mientras que el As inorgánico está presente en el agua y es mucho más tóxico que el As orgánico. (Apaza & Calcina, 2014) mencionan que en el departamento de Puno; el As se encuentra muy por encima del límite establecido, según los datos sobre mortalidad en la población general del Ministerio de Salud (MINSA) del 2013, el 3,5% de las muertes a nivel nacional fueron atribuidas a insuficiencia renal (IR). Y esto, muestra que nuestras regiones existen distritos en donde la insuficiencia renal IR puede estar registrada como causa de hasta el 28% de las muertes de la población, como en el caso del distrito de Moho, también el 26,7% en el distrito de Huancané, por ello es imprescindible tomar acciones en cuanto al consumo de agua subterránea. Lo que significa que las aguas subterráneas de la ciudad de Juliaca no son aptas para consumo humano debido a las altas concentraciones de As.

4. Conclusiones

En el presente estudio se concluye que los niveles de concentración de arsénico en aguas subterráneas en las muestras tomadas en las salidas a Puno y Lampa, superan el límite máximo permisible establecido por las normativas nacionales e internacionales, siendo no aptas para consumo humano. Mientras que en la salida a Arequipa los resultados fueron iguales o menores al límite máximo de 0.01 mg/L As, mostrando de acuerdo a la normativa nacional y la OMS, como aceptable para agua potable.

Recomendaciones

Se recomienda realizar más estudios de monitoreo de As en la ciudad de Juliaca, especialmente en zonas que hacen uso de las aguas subterráneas.

Se recomienda también que las autoridades competentes realicen campañas de salud sobre los efectos del As en la salud de las personas; así como realizar proyectos de ampliación de agua potable. Esto ayudará a concienciar y a mejorar la salud de la población afectada.

Referencias

- Apaza, A., & Halanocca, C. (2018). *Determinación de la Calidad Físico Química Microbiológica del Agua para Consumo Humano Pozos Tubulares de la Urbanización Satélite de la Ciudad de Juliaca* (Vol. 2).
- Apaza, R., & Calcina, M. (2014). Contaminación Natural De Aguas Subterráneas Por Arsénico En. *Revista de Investigación Altoandina*, 16(1), 51–58.
- Carabantes, A. G., & Fernicola, N. A. G. G. De. (2003). *Arsénico en el agua de bebida : un problema de salud pública*. 39.
- Castro, M. L. (2006). Presencia de arsénico en el agua de bebida en América Latina y su efecto en la salud pública. *Natural Arsenic in Groundwaters of Latin America*, June, 20–24. <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/cd51/arsenico-agua.pdf>
- Chávez, M., & Miglio, M. (2011). *Remoción de arsénico por oxidación solar en aguas para consumo humano*. 77(4), 307–315.
- Escarcena, C. (2018). *Remoción del arsénico de las aguas municipales y pozos domésticos en la ciudad de Juliaca por precipitación alcalina*.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación: Vol. №3*.
- Herrera, P., Hildegard, W., & Taype, R. (2014). Exposición a Arsénico como Factor Asociado a la Alta Mortalidad Atribuida a Insuficiencia Renal en Puno. *Revista Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Investigation*, 16(01), 4. <https://doi.org/10.18271/ria.2014.35>
- Huillca, M., & Apaza, L. (2019). *Evaluación de la concentración de Arsénico en aguas subterráneas para consumo humano en la Asociación Nueva Jerusalén, Juliaca - Puno*.
- Mamani, W. (2019a). Contaminación de las Aguas Subterráneas por Arsénico (As) el Distrito de Juliaca – Perú. *Ñawparisun*, 1.
- Mamani, W. (2019b). *Determinación de la concentración de arsénico total en las aguas subterráneas de pozos tubulares en el distrito de Juliaca y medidas de mitigación*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Medina, M., Robles, P., Mendoza, M., & Torres, C. (2018). Artículo de Revisión Arsenic Intake : Impact in Human Nutrition and Health. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*, 35(1), 93–102. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.351.3604.93>
- Meoño, J. F. L., & Olivares, C. G. T. Y. M. (2015). Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. *Revista de La Facultad de Ingeniería de La USIL*, 2(1991), 9–25.
- MINAM. (2016). *Manual de Buenas Prácticas en la Investigación de Sitios Contaminados Muestreo de Aguas Subterráneas*.
- MVCS. (2017). *Plan de Desarrollo Urbano Juliaca 2016-2025. Volumen I*, 37. [http://eudora.vivienda.gob.pe/OBSERVATORIO/documentos/PDU/Juliaca/1 Volumen 1 - PDU Juliaca 2016-2025.pdf](http://eudora.vivienda.gob.pe/OBSERVATORIO/documentos/PDU/Juliaca/1_Volumen_1_-_PDU_Juliaca_2016-2025.pdf)
- NOM-127-SSA1, N. oficial M. (1994). *Salud Ambiental, Agua para uso y Consumo Humano-Limites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización*. *Diario Oficial de la Federación*.
- OMS. (2011). Guías para la calidad del agua de consumo humano OMS. (2011). Guías para la calidad del agua de consumo humano. Organización Mundial de La Salud, 608. Retrieved from <http://apps.who.int/>. In *Organización Mundial de la Salud*. <http://apps.who.int/>
- OMS. (2018). *Asénico*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/arsenic>
- Pilco, J. E. (2019). Evaluación de pozos de uso doméstico en la comunidad central Esquen del distrito de Juliaca, provincia San Román, durante el 2018. In *Tesis*.

- Smedley, P. L., & 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)
- Tacuri, R. (2019). *Determinación de la calidad de agua de pozos artesianos y sus aspectos ambientales asociados, Juliaca, Puno, 2018*. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8842?show=full>
- Truque, P. A. (2003). Armonización de los estándares de agua potable en las Americas. *Organization of American States. Department of Sustainable Development*, 17. <https://www.oas.org/dsd/publications/classifications/Armoniz.EstandaresAguaPotable.pdf>
- Zea, G. (2016). *SEDA Juliaca: "En la ciudad de los Vientos 100 mil Pobladores no tienen Agua*. Diario Correo. <https://diariocorreo.pe/peru/seda-juliaca-en-la-ciudad-de-los-vientos-100-mil-pobladores-no-tienen-agua-662083/#:~:text=¿Pero Juliaca vive un escenario,por lo menos 130 urbanizaciones.>

Anexos

Anexo 1. Toma de muestras



Figura 2. Muestreo de aguas subterráneas.

Anexo 2. Llenado de cadena de custodia

CERPER CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.		CLIENTE: Josue Angel Huaracha Astete		CONTACTO:		CADENA DE CUSTODIA PARA PROTOTIPO		HIS: COMA-21969-2019-01								
DIRECCION LEGAL: Jr. Patalla N° 118 Juliaca		TELÉFONO:		E-MAIL: josuehuarachaas14@gmail.com				EXMA:								
LUGAR DE MUESTREO: Juliaca				CELULAR: 990194808												
CODIGO DE ESTACION Y/O MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE ENVASE		N° de Envases	PARAMETROS										COORDENADAS UTM WGS 84	
		FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO												ESTE	NORTE
P1	ASUB	22/12/19	10:47	1											379467	8282870
P2	ASUB	22/12/19	11:00	1											379517	8282905
P3	ASUB	22/12/19	11:10	1											379565	8282960
P4	ASUB	22/12/19	12:05	1											375181	8287161
P5	ASUB	22/12/19	12:16	1											375144	8287131
P6	ASUB	22/12/19	12:30	1											375091	8287129
P7	ASUB	22/12/19	12:48	1											375064	8287142
P8	ASUB	22/12/19	02:16	1											373495	8283729
P9	ASUB	22/12/19	02:36	1											373571	8283637
P10	ASUB	22/12/19	02:56	1											374253	8284578
		TOTAL		9												

TIPO DE ENVASE: P: FRASCO DE PLASTICO / VA: FRASCO DE VIDRIO AMBAR / PA: FRASCO DE PLASTICO AMBAR / W: WINKLER / BP: BOLSA PLASTICA
 TIPO DE MUESTRA: AGUAS NATURALES: AGUA SUBTERRANEA (ASUB) / AGUA SUPERFICIAL (ASUP) / AGUA RESIDUAL: AGUA RESIDUAL DOMESTICA (ARD) / AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL (ARI) / AGUA RESIDUAL MUNICIPAL (ARM) / AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO: AGUA DE BEBIDA (AB) / AGUA DE FREGAR (AF) / AGUA DE LAVAR ARTIFICIAL (ALA) / AGUAS SALINAS: AGUA DE MAR (AM) / AGUAS SALOBRES (SAB) / SALINERA (SAL) / AGUA DE INYECCION Y REINYECCION (ARI) / AGUA DE PROCESO: AGUA DE CIRCULACION O ENFRIAMIENTO (ACE) / AGUA DE ALIMENTACION PARA CALDERAS (ALC) / AGUA DE CALDERAS (AC) / AGUA DE LIMPACION (ALUX) / AGUA PURIFICADA (APU) / AGUA DE INYECCION Y REINYECCION (ARI)

DATOS DE MUESTREO:		CONDICION DE RECEPCION DE LA MUESTRA:				OBSERVACIONES:	
Muestreado por:	Josue A. Huaracha Astete	En buen estado:	SI	NO			
Fecha de finalización del muestreo:	22/12/19	Recipiente apropiado:	SI	NO			
Hora de finalización del muestreo:	02:56 PM	Dentro del tiempo de conservación:	SI	NO			
Volumen Filtrado (m³):		Correctamente preservados:	SI	NO			
Área de Oruga (m²):		RECIBIDO POR:					
Flujo de Muestra (m³/h):							
Tiempo de Muestreo (h):	4 horas aprox.						

RESPONSABLE DEL MUESTREO: Josue Huaracha
 FIRMA: [Firma]

RESPONSABLE DE MUESTRAS / HORA Y FECHA:
 FIRMA: [Firma]

DA-R-CCP
 Versión 01
 2013-10-20

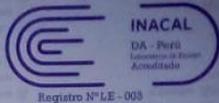
Figura 3. Cadena de custodia

Anexo 4. Resultados del muestreo



CERPER
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-00350/20

Página 1/4

Solicitante	: HUARACHA ASTETE, JOSUE ANGEL
Domicilio legal	: JR. PATALIA N° 115 - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
Producto declarado	: AGUA SUBTERRANEA
Lugar de Muestreo	: JULIACA
Fecha de Muestreo	: 2019-12-22
Cantidad de Muestras para el Ensayo	: 10,0 Litros Muestra proporcionada por el solicitante
Forma de Presentación	: Frascos de plástico, cerrados y refrigerados
Identificación de la muestra	: Según se indica
Fecha de recepción	: 2019-12-26
Fecha de inicio del ensayo	: 2019-12-28
Fecha de término del ensayo	: 2020-01-07
Ensayo realizado en	: Laboratorio ICP-AA
Identificado con	: HS 19014507 (EXMA-21969-2019)
Validez del documento	: Este documento es válido solo para la muestra descrita

Puntos de muestreo	Coordenadas UTM WGS 84		Descripción de la Estación de Monitoreo	Observaciones
	ESTE	NORTE		
	P1	19L379467		
P2	19L379517	8262905	—	Altitud: 3817 m. s.n.m
P3	19L379565	8262960	—	Altitud: 3832 m. s.n.m
P4	19L375181	8287161	—	Altitud: 3850 m. s.n.m
P5	19L375144	828131	—	Altitud: 3838 m. s.n.m
P6	19L375091	8287129	—	Altitud: 3839 m. s.n.m
P7	19L375064	8287142	—	Altitud: 3832 m. s.n.m
P8	19L373495	8283729	—	Altitud: 3838 m. s.n.m



AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Red, Callao

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

Figura 4. Informe de ensayo por el laboratorio CERPER

INFORME DE ENSAYO N° 1-00350/20

Página 2/4

Puntos de muestreo	Proyecto		Descripción de la Estación de Monitoreo	Observaciones
	Coordenadas UTM WGS 84			
	ESTE	NORTE		
P9	19L373579	8283637	---	Altitud: 3834 m.s.n.m
P10	19L374253	8284578	---	Altitud: 3841 m.s.n.m



...CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

Figura 5. Informe de ensayo por el laboratorio CERPER.

INFORME DE ENSAYO N° 1-00350/20

Página 3/4

RESULTADOS

		Estación de Muestreo				
		P1	P2	P3	P4	
Fecha y Hora de Muestreo		2019-12-22 10:47	2019-12-22 11:00	2019-12-22 11:10	2019-12-22 12:05	
Tipo de Muestra		Agua Natural Subterránea	Agua Natural Subterránea	Agua Natural Subterránea	Agua Natural Subterránea	
Parámetro	Límite de Detección	Unidad	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
Metal						
Arsénico	0,0002	mg/L	0,0824	0,0811	0,0677	0,0664

		Estación de Muestreo				
		P5	P6	P7	P8	
Fecha y Hora de Muestreo		2019-12-22 12:16	2019-12-22 12:30	2019-12-22 12:48	2019-12-22 14:16	
Tipo de Muestra		Agua Natural Subterránea	Agua Natural Subterránea	Agua Natural Subterránea	Agua Natural Subterránea	
Parámetro	Límite de Detección	Unidad	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
Metal						
Arsénico	0,0002	mg/L	0,0566	0,0687	0,0464	0,0111

		Estación de Muestreo		
		P9	P10	
Fecha y Hora de Muestreo		2019-12-22 14:36	2019-12-22 14:56	
Tipo de Muestra		Agua Natural Subterránea	Agua Natural Subterránea	
Parámetro	Límite de Detección	Unidad	Resultados	Resultados
Metal				
Arsénico	0,0002	mg/L	0,0010	0,0049



AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

PIURA
Urb. Angamos A - 2 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

Figura 6. Informe de ensayo por el laboratorio CERPER.