

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

**Diagnóstico situacional del abastecimiento del agua superficial
del centro poblado de San Miguel de Viso – Huarochirí.**

Por:

Kelly Lizet Díaz Bances
Nesenia Rosa Mamani Chambi

Asesor:

Joel Hugo Fernández Rojas

Lima, julio de 2020

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Ing. Joel Hugo Fernández Rojas, 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: *“Diagnóstico situacional del abastecimiento del agua superficial del centro poblado de San Miguel de Viso - Huarochiri”* constituye la memoria que presenta las estudiantes Kelly Lizet Díaz Bances y Nesenía Rosa Mamani Chambi para aspirar al grado académico de bachiller en Ingeniería Ambiental, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Lima, a los 19 días de agosto del año 2020.



Ing. Joel Hugo Fernández Rojas

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a.....30..... día(s) del mes de..... julio..... del año..2020...siendo las....12:10....horas,
se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a):
.....PhD. Leonor Segunda Bustinza Cabala.....,el(la) secretario(a):
..... Mg. Jackson Edgardo Perez Carpio..... y los demás miembros:
..... Ing. Nancy Curasi Rafael, Mg. Ronald Hugo Rosales Meza.....
.....y el(la) asesor(a) Mg. Joel Hugo Fernandez Rojas.....
.....con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de
investigación titulado: Diagnóstico situacional del abastecimiento de agua superficial del centro
poblado de San Miguel de Viso - Huarochiri.....

.....de los (las) egresados (as): a) Nesenia Rosa Mamani Chambi.....
..... b) Kelly Lizet Díaz Bances.....
.....conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en
.....Ingeniería Ambiental.....
(Denominación de l Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando..... a las..... candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por.....las..... candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): Nesenia Rosa Mamani Chambi.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	17	B+	Muy Bueno	Sobresaliente

Candidato/a (b): Kelly Lizet Díaz Bances.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	17	B+	Muy Bueno	Sobresaliente

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó..... a las..... candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a



Secretario/a

Asesor/a

Miembro

Miembro

Candidato/a (a)

Candidato/a (b)

Diagnóstico situacional del abastecimiento del agua superficial del centro poblado de San Miguel de Viso - Huarochirí

Nesenia Rosa Mamani Chambi ^{a*}, Kelly Lizet Díaz Bances ^a

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

Resumen

La contaminación de las fuentes superficiales del agua es originada por procesos naturales y/o actividades humanas que ocasionan desorden físico químico del agua y por ende afecta la salud en los consumidores. El objetivo de este artículo es presentar resultados del análisis de parámetros fisicoquímicos de muestras de agua en San Miguel de Viso y Perú. La calidad del agua superficial es importante porque permite el desarrollo de la población y sus actividades socioeconómicas. Los resultados del análisis, comparados con el ECA para agua, revelaron que el agua contenía altos niveles de concentración de arsénico, aluminio, plomo, manganeso, hierro y cadmio. En conclusión, las fuentes de agua superficial de Viso han sido contaminadas por metales pesados de pasivos mineros cercanos y el método más usado para el análisis de calidad del agua fue el EPA 200.7 de Estados Unidos.

Palabras clave: Contaminación; resultados; fuentes superficiales, metales pesados, métodos.

Abstract

Pollution of surface water sources is caused by natural processes and / or human activities that cause physical-chemical disorder of the water and therefore affects the health of consumers. The objective of this article is to present results of the analysis of physicochemical parameters of water samples in San Miguel de Viso and Peru. The quality of surface water is important because it allows the development of the population and its socio-economic activities. The results of the analysis, compared to the ECA for water, revealed that the water contained high concentration levels of arsenic, aluminum, lead, manganese, iron and cadmium. In conclusion, Viso's surface water sources have been contaminated by heavy metals from nearby mining liabilities and the most widely used method for water quality analysis was the United States EPA 200.7.

Keywords: Pollution; results; surface sources, heavy metals, methods.

^{a*} Nesenia Rosa Mamani Chambi, ^aKelly Lizet Díaz Bances
Km. 19 Carretera Central, Ñaña, Lima
E-mail: kellydiaz@upeu.edu.pe, neseniamamani@upeu.edu.pe

1. Introducción

Los ríos, riachuelos, quebradas, lagunas, manantiales entre otras fuentes de aguas superficiales son base del crecimiento humano y fuente de abastecimiento de las actividades antrópicas (ANA, 2009). Por otra parte, estas actividades muchas veces son causantes de contaminar el agua. Ahora bien, las aguas están sujetas a contaminación por su naturaleza mineralógica (traslado de materia natural) y contaminación antrópica por descargas de aguas residuales de campamentos, industrias, mineras (Belizario Quispe, Capacoila Coila, Huaquisto Ramos, Cornejo Olarte, & Chui Betancur, 2019).

En el Altiplano Boliviano, a través de estudios se determinaron altos niveles de concentración de arsénico y otros metales pesados tanto en aguas superficiales como en subterráneas que han sido originadas por la exhaustiva actividad minera e industria (Ormachea Muñoz & Quintanilla Aguirre, 2014).

Un estudio realizado en la Cuenca del Río Pilcomayo y de la Cuenca del Río Chayanta, pertenecientes al departamento de Potosí en Bolivia (Escalera Vásquez, 2007). Estableció que las fuentes principales de contaminación son los pasivos mineros que generan aguas con altas concentraciones de metales pesados como arsénico y los residuos del procesamiento de minerales que por alrededor de 20 años fueron evacuados directamente al Río de la Ribera (Escalera Vásquez, 2007).

En estudios realizados en Colombia, provincia de Córdoba en aguas superficiales se encontraron altos niveles de arsénico y flúor. En este estudio se compararon valores de As para los años 1982 y 2003 y se encontró que en las áreas de recarga preferencial los valores disminuyeron hasta 110 $\mu\text{g/l}$. Algunos de estos cambios tienen relación con el incremento del volumen de agua en el acuífero y el consecuente efecto de dilución, sin embargo, este comportamiento no puede generalizarse a toda la zona (Galino, Fernandez, & Parada, 2005).

En Argentina, la provincia de Catamarca posee aguas subterráneas y superficiales para el consumo humano. Las investigaciones realizadas en aguas lénticas de la provincia de Catamarca, determinaron de la presencia de arsénico en agua

subterránea, y en diversos cursos de agua y lagunas. Su procedencia se atribuye a la existencia de cenizas volcánicas en suelos, hacia donde fueron transportadas antiguamente desde zonas volcánicas por la acción eólica. Los análisis físico-químicas históricas informan concentraciones de arsénico superiores al nivel guía propuesto por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 1983 y que es de 0,050 mg/l, en agua para consumo humano; valor que adopta a la fecha el Código Alimentario Argentino actualizado en 1994 (Galino, Fernandez, & Parada, 2005).

Por otra parte, en el Perú, en la cuenca hidrográfica de Sama de la Región Tacna se ha encontrado concentraciones de arsénico elevadas superando el 0.01 mg/L establecido en el Decreto supremo N°004-2017, (Morales Cabrera, Avendaño Cáceres, & Zevallos Ramos, 2017). Otro caso estudiado, fue el de las aguas superficiales del río Coata Puno, esta evaluación se realizó en dos épocas del año, una en temporada de estiaje y otra en avenida, en la que también sobrepasó la concentración de arsénico (Belizario Quispe, Capacoila Coila, Huaquisto Ramos, Cornejo Olarte, & Chui Betancur, 2019). Algunos parámetros medidos in situ fueron la temperatura, el pH, conductividad eléctrica (Gonzales, y otros, 2014).

En la comunidad de San Miguel de Viso de la provincia de Huarochirí se realizó estudios por parte del CEAS en el año 2015 en la parte alta de la quebrada Mayo, y monitoreada por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en la parte baja de la mencionada quebrada desde el año 2013 al 2015 (Untiveros Lázaro, 2015). En este sentido, el objetivo de este artículo es presentar resultados del análisis de parámetros físicoquímicos de muestras de agua en San Miguel de Viso y Perú.

2. Desarrollo

2.1. Calidad del agua

La calidad del agua es uno de los indicadores del desarrollo sostenible de cada país y es básicamente un área de estudio de la salud ambiental (Chavéz & Alberto, 2018). Según la DIRESA en el D.S N° 031 – 2010 – SA. Define a la calidad del agua como agua suministrada por el proveedor, de acuerdo a los requisitos químicos, físicos, parasitológicos y microbiológicos del agua para consumo humano (MINSA, 2011).

2.2. Estándar de calidad ambiental del agua (ECA)

Según el DS. 004-2017 MINAM el ECA es el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgos significativos para la salud de las personas ni al ambiente (MINAM, Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM .- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias, 2017)

2.3. Contaminación del agua

Según el ministerio del ambiente, la contaminación del agua es la acumulación de sustancias tóxicas y derrame de fluidos en un sistema hídrico (río, mar, cuenca, etc.) alterando la calidad del agua (MINAM, salud y ambiente, 2016)

2.4. Tipos de contaminación del agua

Existen dos tipos de contaminación; por fuente natural procedente del arrastre de componentes de origen natural que contienen la atmósfera y el suelo (sales minerales, hierro, entre otros). Aunque pueden ser nocivos para la salud, en general son sustancias que se pueden identificar fácilmente y eliminar. Por otro lado, la contaminación antropogénica es producida por las actividades humanas que afectan de manera negativa el equilibrio en el medioambiente como el desarrollo de la industria, minería, agronomía han generado la presencia de ciertos componentes que son perjudiciales para el medio ambiente y la salud (contaminación del agua, 2017).

2.5. Actividad económica de la comunidad de San Miguel de Viso

- La Minería; es una de las principales actividades económicas de la comunidad de San Miguel de Viso, el terreno de la comunidad campesina alberga infinidad de reservas de minerales metálicas como cobre, Zinc, plomo, entre otras y no metálicas piedra carbón, caliza y mármol; la explotación y aprovechamiento de esta actividad está a cargo de las empresas Andes Mineral y Great Panther Coricancha. Cabe mencionar que en la parte alta de la quebrada Mayo hay pasivos ambientales que posiblemente impacten en la calidad del agua.
- Actividad Agrícola; los cultivos asociados alfalfa, habas, arvejas, maíz y papas y en menor escala la mashua oca, olluco, etc. mantienen los usos tradicionales de riesgo por inundación a través del canal artesanal (concreto y tajo abierto), no

cuentan con un sistema de riego tecnificado lo que incrementa el riesgo de erosión y empobrecimiento del suelo de los terrenos cultivables; la parte alta es aprovechada para el pastoreo.

- Actividad pecuaria; se caracteriza por la crianza de ganado vacuno y en menor escala ovino, caprino y auquénidos (llamas y alpacas). Las familias dentro de sus parcelas mantienen la crianza de gallinas, conejos y cuyes

2.6. Métodos empleados para la determinación de algunos parámetros en el Perú en otras investigaciones

Los parámetros son características que se observan y miden, la determinación de la concentración de los parámetros define la calidad del agua (Gil Marín, Vizcaino, & Montaña Mata, 2018), para evaluar los parámetros se usan métodos de recolección de muestras, así como métodos de análisis de las muestras en laboratorios acreditados por INACAL. Algunos estudios se presentaron bajo que métodos han sido analizados algunos parámetros (Gil Marín, Vizcaino, & Montaña Mata, 2018).

2.7. EPA 200.7

El método 200.7 es usado para determinar metales y algunos no metales en solución. Este método es una compilación de los métodos desarrollados años anteriores para aguas, aguas residuales y residuos (EPA, 2015).

2.8. Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP – MS)

La técnica de espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo es una variante de las técnicas de análisis por espectrometría de masas (Díaz Zamora, 2017). Esta técnica está determinada de forma estándar en laboratorios, para analizar: aguas, muestras clínicas, suelos, alimentos, entre otras. Se caracteriza por su alta precisión, coste ligeramente económico y análisis simultaneo en un tiempo corto de un gran número de elementos e isótopos de la tabla periódica (Díaz Zamora, 2017).

2.9. Método 6020B

Este método está destinado como una orientación que contiene información sobre cómo realizar una técnica o procedimiento analítico, utilizado como punto de partida base para generar su propio procedimiento operativo estándar detallado (EPA, 2015). La concentración de la solución debe contener cada analito en 1000 mg/L de agua reactiva con tipos y volúmenes apropiados de ácido (EPA, 2015).

2.10. Calidad del agua superficial del centro poblado de San Miguel de Viso

En el área de estudio donde se realizó la evaluación de la calidad del agua fue en la quebrada Mayo de la comunidad San Miguel Viso realizado en el año 2015 donde se determinó que la concentración de algunos parámetros fisicoquímicos supera el ECA para agua 20017 categoría 1 A1, esto significó que existe contaminación por la actividad antropogénica (Untiveros Lázaro, 2015), los cuales presentamos en esta investigación los resultados de laboratorio.

Según (CEAS, 2015), La ONG CEAS realizó monitoreo de la quebrada Mayo de San Miguel de Viso y el análisis de las muestras los realizó el laboratorio ECOLAB SRL. acreditada por INACAL mediante el método de ensayo ICP-MS: EPA 6020B en, en donde muestran el estado de la calidad ambiental del agua tabla 3

Tabla 1

Resumen de métodos empleados para el análisis fisicoquímico de muestras en los ríos de Coata, Sama, Viso en Perú

Lugar del Muestreo	Técnica	Método	Parámetros		Tipo de masa de agua
Coata - Puno - Perú	Plasma de Acoplamiento Inductivo	EPA, 200.7	Químicos	Físicos	Lótica
			Fósforo	Temperatura	
			Arsénico	Conductividad eléctrica	
			Aluminio	pH	
			Manganeso		
			Hierro		
Sama - Tacna - Perú	Espectrometría de Emisión Acoplado (ICP - AES)	EPA, 200.7	Arsénico	pH	Lótica
San Miguel de Viso	Espectrometría de masa plasmática	EPA, 200.8	Aluminio total	Sólidos disueltos totales	Lótica
			Arsénico total	Temperatura	

acoplada inductivamente		Cadmio total			
		Cobre total			
		Hierro total	pH		
		Manganeso total			
		Plomo total	Conductividad eléctrica		
		Mercurio total			
		Zinc total			
Cromatografía iónica	EPA, 300.0	Sulfatos			
Quebrada Mayo -San Mateo - Perú	Espectrometría de masa plasmática acoplada inductivamente	EPA, 6020 B	Cadmio Cobre Hierro Manganeso Plomo Zinc	pH Conductividad eléctrica	Lítica

En la tabla 1 indica que la determinación del arsénico fue usando la técnica de espectrometría de emisión atómica por plasma inductivamente acoplado (ICP – AES), empleando el método de los EE. UU: EPA 200.7. Asimismo, se midió el pH mediante un multiparámetro HANNA HI 9828 (Morales Cabrera, Avendaño Cáceres, & Zevallos Ramos, 2017). También en la tabla se menciona que en Coata Puno se determinó la presencia de elementos usando la técnica de plasma de acoplamiento inductivo (ICP), el cual consta de un espectrofotómetro de emisión óptica (OES). Cabe resaltar que para la toma de muestras se empleó la cadena de custodia, los materiales usados fueron recipientes de polietileno de 500 ml, previamente etiquetados y refrigerados hasta su llegada a los laboratorios acreditados por el instituto nacional de calidad (INACAL), se aplicó el método EPA 200.7 (Belizario Quispe, Capacoila Coila, Huaquisto Ramos, Cornejo Olarte, & Chui Betancur, 2019).

Tabla 2

Coordenadas UTM de puntos monitoreo CEAS

Puntos	Este	Norte
GM1	325811	8692644
GM21	357160	8693281

Tabla 3

Resultados de laboratorio del monitoreo de la quebrada Mayo del año 2015

Descripción	Unidad	QM1	QM2	ECA para agua 2017 Categoría 1- A1
Parámetros físicos y químicos				
Caudal	L/s	7,57	4,28	
T°	°C	7,3	9,0	Δ 3
PH	Unidad de Ph	7,2	6,6	6,5 – 8,5
Conductividad eléctrica	Us/cm	131	323	1500
Alcalinidad	mg/L	25	18	
Nutrientes				
Nitratos	mg NO ₃ ⁻ /L	0,044	0,291	50
Fosfatos	mg PO ₄ ⁻ /L	<0,00	0,028	
Sulfatos	mg NO ₂ ⁻ /L	54.20	243,00	250
Cloruros	⁴ Mg Cl-/L	<2,6	<2,6	250

Metales				
Aluminio	mg/L	0,02	2,54	0,9
Antimonio	mg/L	<0,00 02	<0,00 02	0,02
Arsénico	mg/L	<0,00 050	0,034	0,01
Bario	mg/L	0,021	0,016	0,7
Berilio	mg/L	<0,00 015	<0,00 015	0,01 2
Bismuto	mg/L	<0,00 25	<0,00 25	
Boro	mg/L	<0,05	<0,05	2,4
Calcio	mg/L	33.54	89,47	

Por otra parte, la autoridad nacional de agua (ANA) realizó en diferentes años el monitoreo del agua de la quebrada mayo y el análisis de las muestras de agua lo realizó el laboratorio SERVICIOS ANALITICOS GENERALES S.A.C y NSF ENVIROLAB SAC con el método de ensayo ICP-MS: EPA 6020B (ANA, 2015) teniendo los siguientes resultados tabla 5 (ANA, 2015)

Tabla 4

Coordenadas UTM del punto de monitoreo realizado por la ANA

Puntos	Este	Norte
GM1	354044	8694763

Tabla 5

Resultados del análisis de muestras de agua realizados por el ANA desde el año 2013 al 2015

Descripción	Unidad	Análisis del año 2012	Análisis del año 2013	Análisis del año 2014	Análisis del año 2015	ECA para agua 2017 Categoría 1- A1
Parámetros físicos						
Oxígeno disuelto	mgO2/L	7,6		8,65		≥ 6
PH	Unidad de Ph	6,9	7,21	7,35		6,5 – 8,5
Temperatura	°C	12,5	17,51	11,31	16,2	Δ 3
Conductividad eléctrica	Us/cm	249	716,2	144,7	642,6	1 500
Sólidos suspendidos totales	mg/L	38			2	
Parámetros químicos						
Aceites y grasas	mg/L	<6		<1,00	<1	0,5
DBO	mg/L	<9	<2	<2,00		3
DQO	mg/L	0,015	<10,0	<10,0	<6	10
Nitrógeno amoniacal	mg/L	2,027	<0,02	0,020	<0,01	
Nitratos	mg/L	6,2	0,029	0,331	0,19	50
Nitritos	mg/L		<0,003			3
Nitrógeno	mg/L	0,115	<0,010			

Fósforo				<0,010	<0,01	0,1
Cianuro	mg/L		<0,00	<0,004	<0,00	0,07
			4		4	
Cianuro WAD	mg/L	<0,0	<0,00	<0,006		
		02	6			
Calcio	mg/L	50,79	114,7		57,69	
			8			
Magnesio	mg/L	6,379	39,19	4,2112	13,40	
			7			
Sodio	mg/L	5,18	17,21	4,5044	17,34	
			2			
Sulfuros	mg/L	<0,0		0,004	<0,00	
		06			2	
Sulfatos	mg/L			141,52	263,8	250
Aluminio	mg/L	2,52		1,4002		0,9
Antimonio	mg/L	<0,0		0,002	<0,00	0,02
		025			6	
Arsénico	mg/L	0,024		0,0205	<0,00	0,01
					7	
Bario	mg/L	0,019	0,014	0,0119	0,016	0,7
			3			
Berilio	mg/L	<0,0	<0,00	<0,000	<0,00	0,012
		003	02	2	05	
Boro	mg/L	<0,0		0,0438	0,078	2,4
		3				
Cadmio	mg/L	0,012		0,0143	0,009	0,003
		6				
Cobalto	mg/L	0,005		0,0027	0,005	
Cobre	mg/L	0,168		0,2141	0,091	2
Cromo	mg/L	<0,0		<0,001	<0,01	0,05
		06				
Hierro	mg/L	3,619		1,902	0,0955	0,3

Litio	mg/L	0,003	0,009	<0,003	0,008	
			1			
Manganeso	mg/L	1,045	16,03	1,0694	0,415	0,4
		1				
Mercurio	mg/L	<0,0		<0,000	<0,00	0,001
		001		1	01	
Niquel	mg/L	0,005		0,0008		0,07
Plata	mg/L	<0,0		<0,000	<0,0	
		006		5	02	
Plomo	mg/L	0,005		0,0686	0,00	0,0
					5	1
Silicato	mg/L		77,7	31,682		
			74			
Selenio	mg/L	<0,0	<0,0	<0,003	<0,0	0,0
		05	03		06	4
Talio	mg/L			<0,003	<0,0	
					07	
Uranio	mg/L	<0,0				
		0012				
Vanadio	mg/L	<0,0		0,0002		
		06				
Zinc	mg/L	2,929		3,8647	1,87	3
					6	

3. Discusión

- La presencia de arsénico y otros metales es perjudicial para la calidad del agua y la salud humana, siempre que se compruebe su presencia en las aguas cuyo uso es para consumo humano. Tal como se aprecia en las tablas 3 y 5, tablas en las que se observa que la comunidad de San Miguel de Viso supera los ECA para agua frecuentemente en arsénico.
- Al comparar los resultados de la Autoridad Nacional del Agua realizada en el año

2013 al 2015 con los resultados del CEAS también realizado en el año 2015, evidencia que la contaminación del agua superficial de la comunidad de San Miguel de Viso ha ido incrementando debido a la presencia de otros metales. En el caso de los resultados de la Comisión Episcopal de Acción Social se encontraron concentraciones altas de aluminio y arsénico (CEAS, 2015). Por otro lado, los resultados del ANA paralelamente demuestran concentraciones elevadas no solo de arsénico sino de sulfatos, cadmio, hierro, manganeso, zinc (ANA, 2015). Esto significa que, a pesar de tener conocimiento del problema no se está haciendo esfuerzos para dar solución.

- La agencia protección del medio ambiente establece técnicas que están relacionadas con el análisis de parámetros de interés según la investigación que se requiera hacer para asegurar la calidad de las aguas, en la revisión de este artículo al comparar los métodos usados en algunas ciudades del Perú, específicamente en la cuenca hidrográfica de Sama, el Río Coata y San Miguel de Viso se visualiza que se emplea los métodos establecidos por la EPA para el análisis de metales pesados. Estos métodos son el EPA 200.7 y EPA 6020B, significando que han preferido usar métodos analíticos que implican cromatografía iónica y cromatografía iónica empleando ICP – MS, debido a que son métodos precisos y de un costo aceptable, realizados en un tiempo corto.
- Al momento de revisar los métodos empleados para el análisis de metales en las muestras de agua por el CEAS se encontró que es el mismo método que se aplicó en el análisis realizado por la Autoridad Nacional del Agua. Dicho método es EPA 6020B que hace uso de la técnica de espectrometría de emisión atómica por plasma inductivamente acoplado (ICP-MS). Por ello se considera que el rango de error es mínimo en la concentración de arsénico.
- Por otra parte, se sugiere que se realicen más investigaciones futuras, ya que la Comunidad de San Mateo de Viso se ha dedicado a la actividad minera por años, dejando pasivos ambientales muy cerca a la comunidad, ocasionando una posible contaminación de sus aguas superficiales, además esta contaminación podría ser la causante de la presencia de metales pesados encontrados en los análisis realizados por la RED MUQUI en el año 2016.

- Esta revisión se realizó con el propósito de identificar que métodos han sido usados, de los cuales los investigadores prefirieron usar los métodos establecidos por la Agencia de Protección del Medio Ambiente, porque se realizan análisis simultáneos de varios elementos de la tabla periódica, de forma eficiente. También establecer los parámetros más importantes a evaluar en un futuro en las aguas superficiales de San Miguel de Viso. Según la revisión realizada los parámetros temperatura, pH, conductividad eléctrica, sólidos suspendidos totales, DBO, OD y metales pesados.

4. Conclusión

- Los resultados de laboratorio de los parámetros medidos en el punto QM1 cuya concentración medida fue de 0,0205 mg/L no cumplen con el ECA para agua 2017. También, en el punto QM2 sobrepasan lo indicado por la normativa peruana, con un valor de 2,54 mg/L; lo que indicaría que sus aguas no son aptas para el consumo, porque en el ECA para agua el valor permitido es hasta 0.01 mg/L.
- La actividad minera ha dejado pasivos ambientales en la parte alta de la quebrada Mayo que impactan la calidad del agua, esto se evidencia en el incremento de metales pesados en las evaluaciones realizadas por la Autoridad Nacional del Agua y por la Comisión Episcopal de Acción Social.
- Los resultados de los análisis de laboratorio de la Autoridad Nacional del Agua realizados en la quebrada Mayo, sobrepasan el ECA para agua 2017 en sulfatos con una concentración de 263,8 mg/L en el año 2015; para el parámetro de arsénico con 0,0205 mg/L en el 2014; cadmio con 0.0126 mg/L en 2012; 0.0143 mg/L en 2013; 0.009 mg/L en 2014; hierro con 3,619 mg/L en el 2012 y 1,902 mg/L en 2014; manganeso con 1,0451 mg/L en 2012; 16,03 mg/L en 2013; 1,0694 mg/L en 2014; 0,415 mg/L en el 2015; plomo con 0,0686 mg/L en 2014 y zinc con 3,8647 mg/L en 2014.
- Las muestras fueron analizadas aplicando técnicas del EPA, las investigaciones fueron realizadas en aguas lóxicas, a menudo estas aguas causan enfermedades en las poblaciones que viven en zonas rurales. El abastecimiento en estas zonas es

muy escaso o precario, ya que se le da poco interés al saneamiento en las ciudades rurales.

5. Referencias

- ANA. (26 de Enero de 2009). *Gobierno Regional de Puno*. Obtenido de Gobierno Regional de Puno: <http://siar.minam.gob.pe/puno/documentos/inventario-fuentes-agua-superficiales-cuenca-rio-ilave>
- ANA. (2015). *Autoridad nacional del agua*. Recuperado el junio de 2020, de Autoridad nacional del agua: <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2456>
- ANA. (2015). *Resultado del monitoreo participativo de la calidad de agua superficial de la cuenca del río Rímac: Informe técnico*. Lima. Recuperado el Mayo de 2020, de <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2456>
- Belizario Quispe, G., Capacoila Coila, J., Huaquisto Ramos, E., Cornejo Olarte, D. A., & Chui Betancur, H. N. (2019). Determinación del contenido de fósforo y arsénico, y de otros metales contaminantes de las aguas superficiales del Río Coata, afluente del Lago Titicaca, Perú. *Revista Boliviana de Química*, 7. doi:10.34098/2078-3949.36.5.4
- CEAS. (2015). *Evaluación de la Calidad del Agua y*. Lima. Recuperado el mayo de 2020, de https://ceas.org.pe/publicaciones/0000000_Informe-Resultadosweb.pdf
- Chavéz, V., & Alberto, J. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Salud pública*, 5. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v35n2/a19v35n2.pdf>
- Contaminación del agua*. (2017). Recuperado el mayo de 2020, de <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/965/course/section/1090/Contaminacion%2520del%2520agua.pdf>
- Craun, G., Nwachukin, N., & Calderon, R. (2002). Outbreaks in drinking-waters systems.
- Díaz Zamora, R. (06 de Noviembre de 2017). *ins.gob.pe*. Obtenido de *ins.gob.pe*: <https://boletin.ins.gob.pe/wp-content/uploads/2017/A%c3%b1o23N7-8/6Articulo.pdf>
- Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud . (25 de Abril de 2011). *MINSA*. Obtenido de MINSA: http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf
- EPA. (28 de Agosto de 2015). *United States Environmental Protection Agency*. Obtenido de United States Environmental Protection Agency: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-08/documents/method_200-7_rev_4-4_1994.pdf
- EPA. (08 de Diciembre de 2015). *United States Environmental Protection Agency*. Obtenido de United States Environmental Protection Agency: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-12/documents/6020b.pdf>
- Escalera Vásquez, R. (2007). CONTAMINACIÓN MINERA EN BOLIVIA: ALTERNATIVAS DE REMEDIACIÓN DE AGUAS ÁCIDAS. *INVESTIGACIÓN & DESARROLLO*, 11. doi:10.23881/idupbo.007.1-6i

- Fernández, I., & Fernandez, M. (16 de junio de 2017). Evaluación de la calidad de las aguas para consumo humano. (SciELO, Ed.) *Minería y Geología*, 11. Recuperado el mayo de 2020, de <http://scielo.sld.cu/pdf/mg/v33n3/mg07317.pdf>
- Galino, G., Fernandez, J., & Parada, M. (2005). *digital.csic.es*. Recuperado el mayo de 2020, de https://digital.csic.es/bitstream/10261/4019/1/Galindo_et_al-Arsenico-2005.pdf
- García, G. (22 de Mayo de 2017). *ocw.unican.es*. Obtenido de [ocw.unican.es: https://ocw.unican.es/pluginfile.php/965/course/section/1090/Contaminacion%2520del%2520agua.pdf](https://ocw.unican.es/pluginfile.php/965/course/section/1090/Contaminacion%2520del%2520agua.pdf)
- Gil Marín, J. A., Vizcaino, C., & Montaña Mata, N. J. (2018). Evaluación de la calidad del agua superficial utilizando el índice de calidad del agua (ICA). Caso de estudio: Cuenca del Río Guarapiche, Monagas, Venezuela. *Anales Científicos*, 9. doi:10.21704/ac.v79i1.1146
- Gonzales, G. F., Zevallos, A., Gonzales Castañeda, C., Nuñez, D., Gastañaga, C., Cabezas, C., . . . Steenland, K. (2014). Contaminación ambiental, variabilidad climática y cambio climático: una revisión del impacto en la salud de la población peruana. *Rev.perú.med.exp.salud publica*, 10. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342014000300021
- Gutierrez Espino, C., Romero Córdor, E., & Zambrano Durán, C. (23 de Abril de 2018). *INEI*. Obtenido de INEI: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_y_saneamiento.pdf
- MINAM. (Noviembre de 2016). Recuperado el mayo de 2020, de <http://www.minam.gob.pe/educacion/wp-content/uploads/sites/20/2017/02/Publicaciones-1.-Texto-de-consulta-M%C3%B3dulo-1-1.pdf>
- MINAM. (13 de Diciembre de 2016). *Ministerio del Ambiente*. Obtenido de Ministerio del Ambiente: <http://www.minam.gob.pe/educacion/wp-content/uploads/sites/20/2017/02/Publicaciones-3.-Texto-de-consulta-M%C3%B3dulo-3.pdf>
- MINAM. (07 de Junio de 2017). *Ministerio del ambiente*. Obtenido de Ministerio del ambiente: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>
- MINAM. (7 de Junio de 2017). *SINIA*. Recuperado el MAYO de 2020, de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>
- MINSA*. (2011). Obtenido de *MINSA*: http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf
- Morales Cabrera, D., Avendaño Cáceres, E., & Zevallos Ramos, D. (setiembre de 2017). Arsénico total no deseado ante valores referenciales de pH en agua superficial, cuenca hidrográfica sama, Región Tacna-Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*. Recuperado el junio de 2020, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572017000300008

- Ormachea Muñoz, M., & Quintanilla Aguirre, J. (2014). DISTRIBUTION OF GEOGENIC ARSENIC IN SUPERFICIAL AND UNDERGROUND WATER IN CENTRAL BOLIVIAN HIGHLANDS. *Bolivian Journal of Chemistry*, 8. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4263/426339682004.pdf>
- Prus, A., & Frewtrell, L. (2002). Estimating the burden of disease from water, sanitation, and hygiene at a global level. Recuperado el MAYO de 2020, de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12003760/>
- Torres, P., Cruz, C. H., & Patiño, P. J. (05 de octubre de 2009). Índice de la calidad del agua en fuentes superficial utilizadas en la producción de agua para consumo humano. *Ingenierias Universidad de Medellin*. Recuperado el mayo de 2020, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf>
- Untiveros Lázaro, C. M. (19 de Julio de 2015). *www.ceas.org.pe*. Obtenido de *www.ceas.org.pe*: https://ceas.org.pe/publicaciones/0000000_Informe-Resultadosweb.pdf
- Villena Chávez, J. A. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Rev. Perú. med. exp. salud pública*, 5. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v35n2/a19v35n2.pdf>