

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA DE AGUAS  
SUBTERRÁNEAS EN EL DISTRITO DE JAYANCA (PERÚ)**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR**

**Jhon Cristhian Chapoñan Cayao**

**ASESOR**

**Ronald Esteban Villanueva Maguiña**

<https://orcid.org/0000-0002-3707-5503>

**Chiclayo, 2022**

# Entrega Final

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

19%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

17%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

## FUENTES PRIMARIAS

---

- |   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | Ángel Ruiz-Pico, Álvaro Pérez-Cuenca, Richard Serrano-Agila, Diana Maza-Criollo et al. "Hydrochemical characterization of groundwater in the Loja Basin (Ecuador)", <i>Applied Geochemistry</i> , 2019<br>Publicación | 5% |
| 2 | <a href="https://link.springer.com">link.springer.com</a><br>Fuente de Internet   | 1% |
| 3 | <a href="https://www.frontiersin.org">www.frontiersin.org</a><br>Fuente de Internet   | 1% |
| 4 | Salini Sasidharan, Scott A. Bradford, Jiří Šimůnek, Stephen R. Kraemer. "Groundwater recharge from drywells under constant head conditions", <i>Journal of Hydrology</i> , 2020<br>Publicación                        | 1% |
| 5 | Yinzhu Zhou, Zhi Tu, Jinlong Zhou, Shuangbao Han, Ying Sun, Xuesong Liu, Jiangtao Liu, Jinwei Liu. "Distribution, dynamic and influence factors of groundwater arsenic in   | 1% |

## Índice

Resumen .....	3
Abstract .....	4
Introducción .....	5
Referencias .....	21
Anexos.....	22

### **Resumen**

Región de estudio: Pozos tubulares, Jayanca-Lambayeque. La ciudad de Jayanca tiene como abastecimiento el agua superficial y algunos lugares que son los caseríos se abastecen de agua subterráneas. Para la verificación y el manejo del consumo sostenible se desarrolla los inventarios de aguas subterráneas, la determinación de las características físicas, químicas, organolépticas y bacteriológicas que puedan afectar a estas aguas, es vital. Se realizaron análisis químicos en muestras de aguas subterráneas de 10 pozos tubulares en la ciudad de Jayanca y con todos estos datos, mediante el uso de diagramas Piper, también el diagrama de Gibbs con la comparativa de Sodio, Cloruro y Bicarbonato, se realizó el diagrama de Schoeller y mapas de Isoconcentraciones, determinan los procesos hidrogeoquímicos que controlan la composición y determinación de las aguas subterráneas en los pozos tubulares estudiados. Los nuevos conocimientos adquiridos sobre la hidrología fueron aplicados para los diferentes estudios de los pozos tubulares del distrito de Jayanca. El elemento que más ha predominado en el estudio de investigación es el Na+K. Por consiguiente, tenemos el cloruro en un gran porcentaje, pero también se puede encontrar los iones como va a ser el sulfato, bicarbonato, calcio y los metales pesados que encontramos el mayor predominante es el arsénico.

**Palabras Clave:** Hidro geoquímica pozos tubulares, calidad del agua, aguas subterráneas.

### **Abstract**

Research area: Tube wells, Jayanca-Lambayeque. The city of Jayanca has surface water as provision and groundwater for some places like hamlets. Groundwater inventory are used to verify and manage sustainable consumption. Also it is vital to establish physical, chemical, organoleptic and bacteriological characteristics that could affect these waters. Chemical analyzes were performed on groundwater samples from 10 tube wells in Jayanca and with all these data, using Piper diagrams, also the Gibbs diagram with the comparison of Sodium, Chloride and Bicarbonate, the Schoeller diagram was made and Isoconcentration maps that determine the hydrogeochemical processes that control the composition and determination of groundwater in the tube wells studied.

The new knowledge acquired about hydrology was applied to the different studies of tube wells in Jayanca. The element that has predominated in this research study is Na+K. Therefore, we have chloride in a large percentage, but you can also find ions such as sulfate, bicarbonate, calcium and heavy metals that we find the most predominant is arsenic.

**Keywords:** hydrogeochemical tube wells, water quality, groundwater.

## Introducción

El agua es un elemento fundamental para el desarrollo de la vida en la Tierra. Además, es un recurso vulnerable frente a la contaminación de origen antrópico y natural [1].

Millones de personas consumen agua procedente de recursos subterráneos. En ocasiones, estas aguas presentan iones con porcentajes que sobrepasan los índices de potabilidad recomendados [2]. La composición de las aguas subterráneas depende de varios factores: La mayoría de los materiales litológicos aportan constituyentes al agua que entra en contacto con ellos. En consecuencia, cuanto mayor sea la presencia del material geológico aportante, mayor será el nivel de influencia sobre el agua con la que estuvo en contacto [3]

Frecuentemente, los elementos traza no suelen ser considerados en las analíticas de potabilidad del agua. Entre ellos se encuentran los metales pesados como el ion arsénico, muy presente en las aguas naturales en la costa oeste de Suramérica. En la costa del Perú, la presencia de ion arsénico se ha evidenciado en las aguas subterráneas [4]. El exceso de este ion constituye un problema de salud para la población [5], tal como se ha evidenciado en los estudios disponibles sobre enfermedades del sistema digestivo y también cáncer, en algunas ocasiones ha sido tanto el problema que su resultado ha sido la muerte [6].

Tras la caracterización hidroquímica de las aguas subterráneas analizadas se observa que en los diversos puntos de aguas subterráneas formados en los diagramas de Piper nos indican que el pozo tubular el cautivo tiene un tipo de agua clorurada sódica en lo cual puede contener agua de mar o pasan por rocas sedimentarias, el pozo tubular cahuide tiene un tipo de agua clorurada sódica por que esta cercana a rocas sedimentarias, el pozo tubular el arenal tiene un agua bicarbonatadas calcico cloruradas, el pozo tubular la soledad tiene un tipo de agua clorurada sodica en lo cual puede contener agua de mar, el pozo tubular la tomasita tiene un tipo de agua que es bicarbonatada sodica ya que dichas aguas han perdido cationes y han sido intercambiada por sodio, el pozo tubular la victoria tiene un tipo de agua bicarbonatadas calcicas y/o magnésicas ya que pueden pasar por rocas carbonatadas como pueden ser las rocas calizas, el pozo tubular puerto rico tiene un tipo de agua bicarbonatadas calcico cloruradas, el pozo tubular san carranco tiene unas aguas cloruradas sodicas ya que pueden contener presencia de agua de mar y sulmueras, el pozo tubular una luz en el camino tiene un agua cloruradas sodicas ya que puede contener contaminantes como el agua del mar, el pozo tubular villa san juan tiene una agua bicarbonatada calcica cloruradas [7]. La relación del agua estudiada con el entorno adyacente, juega un papel importante en su composición, permitiendo comprender su naturaleza en sí y la relación con el entorno de los pozos tubulares estudiados, lo que se pueda encontrar alrededor de los pozos como es la zona agrícola [8]. Otro factor que altera y/o contamina las

aguas subterráneas son los metales pesados que se pueden encontrar en las aguas estudiadas [9], por lo tanto, los estudios hidrogeoquímicos son esenciales para la sostenibilidad y el consumo de la población. Lo que es la ciudad de Jayanca según el INEI, u y estudios recientes tiene una población total entre lo que es zona urbana y rural de 17,523 habitantes lo que se ha aumentado en los últimos 8 años con un 10.7% desde el 2010 [10].

El suministro de agua proviene principalmente de aguas superficiales, pero en la mayoría de los caseríos no cuentan con dicha disposición de agua superficiales por lo cual utilizan el agua subterránea como fuente de sustento. Verificar varias fuentes de aguas subterráneas en los pozos tubulares es de una gran necesidad ya que la mayoría de veces no se realiza o simplemente se hacen estudios básicos. Por lo que es necesario realizar estudios a gran profundidad de las aguas subterráneas y ver una gran optimización para el consumo humano y simplemente no se utilizará para la manera agrícola sino también para el consumo de la población. En el distrito de Jayanca no existen estudios ni investigaciones referente al agua subterránea. Los estudios que se realizan para aguas superficiales son simples o escasos. Esta investigación tiene como finalidad determinar las características hidrogeoquímicas de las aguas subterráneas, con el fin de georreferenciar los puntos de aguas subterráneas y analizar el estado de cómo se encuentran actualmente.

## **Materiales Y Métodos**

La caracterización hidro geoquímica de las aguas subterráneas en los caseríos de Jayanca se realizó en dos fases los cuales lo primero que se realizó es: trabajo de campo en lo que consistió en ir a visitar los 10 puntos de agua, la medición de temperatura que fue “in situ”, recolectar las muestras de agua y así poder realizar un análisis en laboratorio y elaborar un formulario de inventario. El agua fue analizada por el laboratorio de SGS Multinacional Suiza ubicada en la provincia constitucional del Callao en la ciudad de Lima, capital de la república del Perú.

El distrito de Jayanca está ubicado en la parte norte del Perú, cerca de la ciudad de Chiclayo, cuenta con una superficie total de 681 km<sup>2</sup> (Figura1). La ciudad de Jayanca se encuentra entre la ciudad de Motupe y Pacora. La ciudad de Jayanca se pueden encontrar diversos lagos, arroyos y algunos manantiales, las aguas que se pueden encontrar en los acuíferos son necesariamente contenidos por sedimentos que tienen permeabilidad para contener el agua). Los diversos puntos estudiados alrededor de la ciudad de Jayanca fueron puntos específicos en los cuales se realizó diversos estudios, ya que ello permitió encontrar las mayores precipitaciones de contaminantes para la caracterización hidrogeoquímica, los puntos obtenidos se encuentran en el pozo tubular la soledad, pozo tubular la victoria, pozo tubular la tomasita, pozo tubular cautivo, pozo tubular arenal, pozo tubular cahuide, pozo tubular villa san juan, pozo tubular san carranco en los cuales, el diagrama de Piper hace referencia a las concentraciones tanto de calcio, magnesio, potasio, sodio, potasio, bicarbonato, carbonato, cloruro, sulfato, estudiados, en lo tanto el diagrama de stiff nos indica que permite apreciar los valores de las relaciones iónicas con respecto a la unidad y la variación de las relaciones entre cationes y entre aniones de una muestra analizada estudiadas.

### **Trabajo de Campo**

La realización de este punto se inició con la información preliminar obtenida por la Autoridad Nacional del Agua (ANA). La cual me brindó información de estudios antiguos y simples de las aguas subterráneas las cuales encontramos la parte de temperatura, conductividad y ph. Por lo cual se realizó la visita a cada uno de los puntos de agua a realizar los cuales fueron 10, en diversos pozos tubulares en la ciudad de Jayanca, se obtuvo las coordenadas geográficas (X,Y,Z), lo cual se realizó la medición de los diversos parámetros físicos como son la temperatura y pH, posterior a ello también se realizó los siguientes estudios los cuales son calcio, magnesio, sodio, potasio, bicarbonato, carbonato, cloruro, sulfato.

### **Pruebas de Laboratorio**

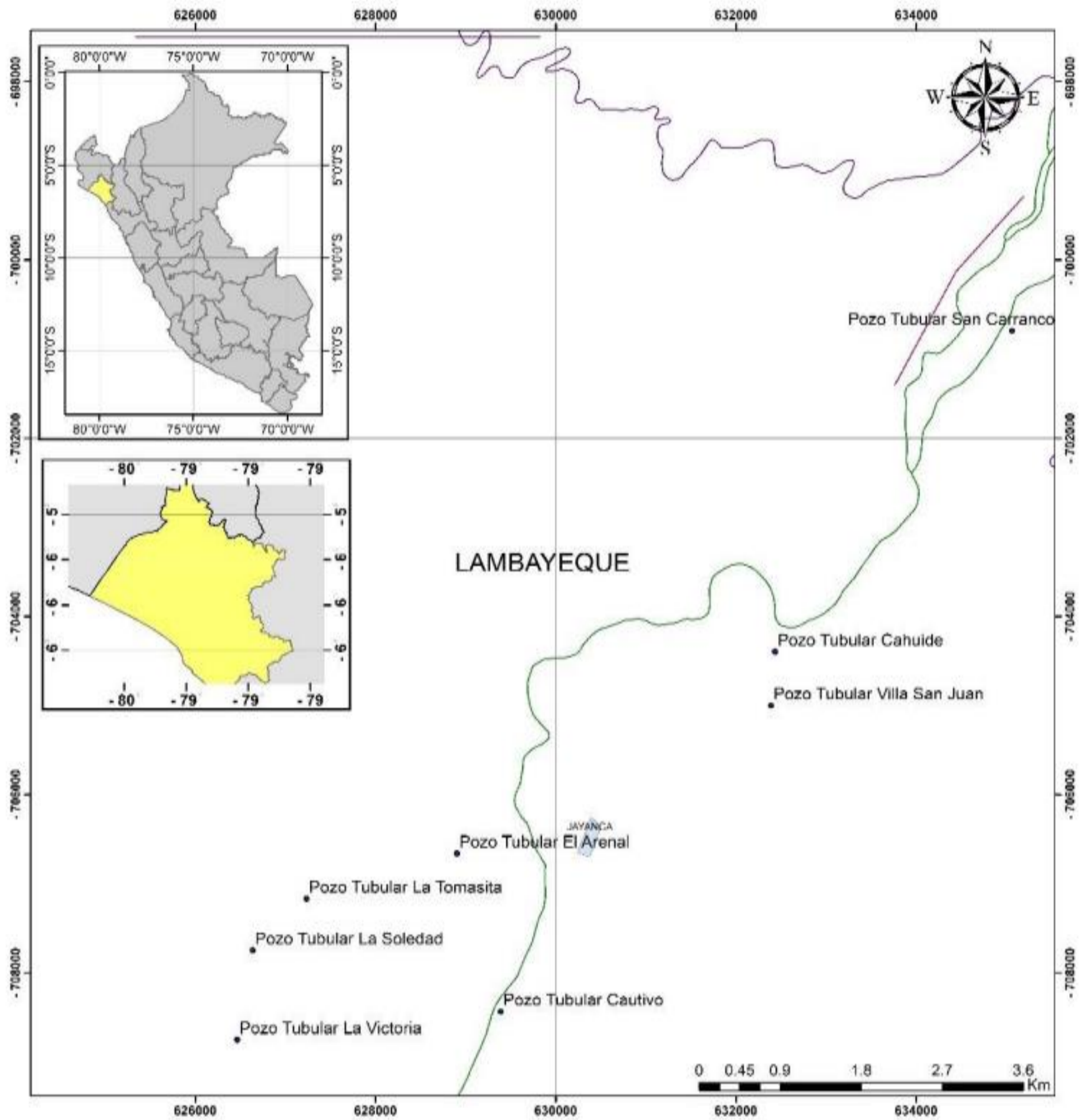
La realización de las pruebas de laboratorio se recolectaron 10 muestras de 100 ml cada una de diferentes pozos tubulares alrededor del distrito de Jayanca que se recolectaron durante el mes

de abril de 2022. Todas las muestras eran de aguas subterráneas que se recolectaron directamente del sitio emergente. A la hora de la recolección de muestras se hizo un bombeo previo de 5 minutos. Todas las muestras fueron almacenadas en una hielera con una temperatura de 5°C y se transportaron inmediatamente después de recoger todas las muestras al laboratorio en la ciudad de Lima en el distrito constitucional del Callao. En las muestras se analizaron parámetros químicos (cationes y aniones), El Ph se hizo el ensayo en laboratorio, la temperatura si se realizó “in situ”, las muestras fueron filtradas en unos pequeños recipientes especiales que fueron enviados por el mismo laboratorio SGS Multinacional Suiza, luego de ello se almacenan en una hielera en una temperatura de 5°C hasta la hora de realización del análisis. Los estudios no fueron especificados por la empresa SGS MULTINACIONAL SUIZA, fueron estudiados por más de 7 días, pro siguiente de ello enviaron los resultados para poder realizar la caracterización hidrogeoquímica.

**Resultados**

Nos indican la ubicación de los puntos de muestro de las aguas subterráneas en el distrito de Jayanca, la ubicación del río que pasa por la tesis de investigación, las curvas de nivel encontradas, los cerros aledaños en los puntos de ubicación tomados, el mapa nacional del Perú, se identifica el mapa departamental del lugar estudiado y también se identifica la escala gráfica.

*Figura 1 Ubicación de los pozos tubulares*



**MAPA DE LOS UBICACIÓN DE LOS POZOS TUBULARES**

	13d-nrios		13d-curvas		13d-cuad
	13d-ncerros		13d-rios		

<b>Mapa:</b>	
<b>MAPA DE UBICACIÓN DE LOS POZOS TUBULARES</b>	
Universidad Catolica Santo Toribio de Mogrovejo	<b>Tesista:</b> Chapoñan Cayao Jhon Cristhian
<b>Escuela de:</b> Ingeniería Civil Ambiental	<b>Fecha:</b> 14/09/2022

*Fuente: Elaboración Propia*

Se pueden verificar los parámetros físicos y la composición iónica de las 10 muestras de los pozos tubulares estudiados en la ciudad de Jayanca. El pH de todas las muestras 7.93 y 8.11 (promedio 8.03) en lo cual nos indica que, en todas las muestras como resultado neutro, la temperatura que fue tomada IN SITU estuvo en el rango 25.20 y 29.70°C se encuentra con temperaturas altas por las condiciones ambientales.

*Tabla 1 Hidrogeoquímica de muestras de agua subterránea de los pozos tubulares en la ciudad de Jayanca*

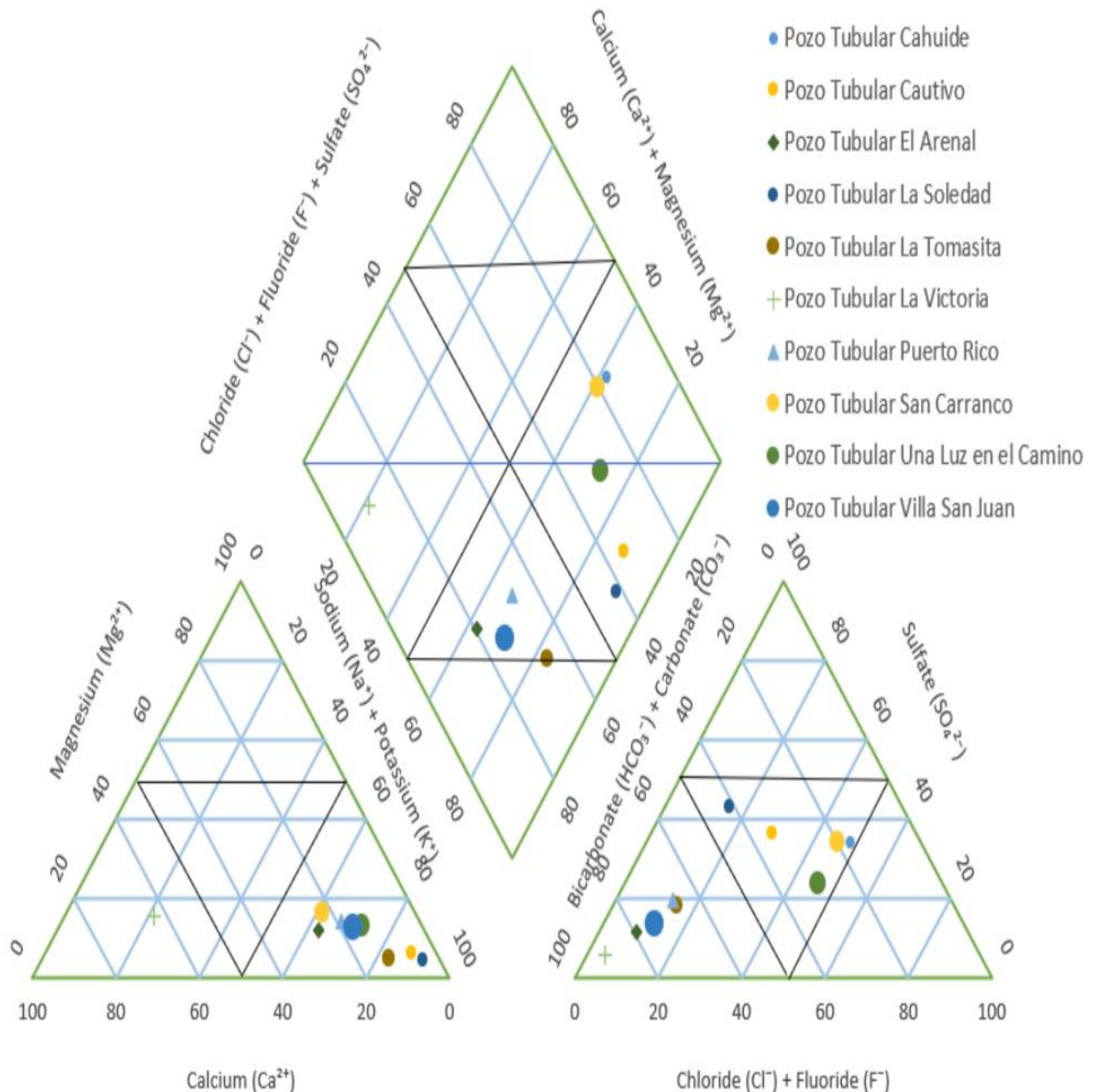
POZOS TUBULARES	X	Y	Temperatura (°C)	pH	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO3 (mg/l)	SO4 (mg/l)	Cl (mg/l)	TIPO DE AGUA	ION PREDOMINANTE
Pozo Tubular Cautivo - W	629390.00	9291567.00	26.00	8.11	44.080	28.031	753.049	0.40	665.20	553.61	322.088	Cl-HCO <sub>3</sub> -Na	Cloruro
Pozo Tubular La Tomasita - W	627235.00	9292832.00	26.30	8.21	16.073	3.686	126.014	0.37	256.70	54.96	33.233	HCO <sub>3</sub> -Cl-Na	Bicarbonato
Pozo Tubular La Soledad - W	626636.00	9292253.00	25.20	8.11	19.817	11.875	481.121	0.24	565.90	464.08	121.278	Cl-HCO <sub>3</sub> -Na	Cloruro
Pozo Tubular La Victoria - W	626465.00	9291250.00	25.50	7.96	56.354	8.366	21.626	0.28	244.00	12.33	5.058	HCO <sub>3</sub> -Ca-Mg	Bicarbonato
Pozo Tubular El Arenal - W	628903.00	9293341.00	28.00	7.93	29.012	8.063	81.721	0.14	275.60	30.68	17.541	HCO <sub>3</sub> -Cl-Ca	Bicarbonato
Pozo Tubular Villa San Juan - W	632389.00	9295001.00	28.30	8.11	22.770	10.029	110.041	0.37	286.00	40.87	26.840	HCO <sub>3</sub> -Cl-Ca	Bicarbonato
Pozo Tubular Cahuide - W	632432.00	9295603.00	26.40	8.04	173.994	77.004	558.720	0.78	371.20	593.11	627.560	Cl-HCO <sub>3</sub> -Na	Cloruro
Pozo Tubular San Carranco - W	635063.00	9299204.00	27.10	7.94	127.396	56.810	400.881	0.79	283.70	379.89	376.304	Cl-HCO <sub>3</sub> -Na	Cloruro
Pozo Tubular Puerto Rico - W	636994.00	9302496.00	29.70	7.98	34.681	15.816	140.362	0.46	351.10	79.58	40.357	HCO <sub>3</sub> -Cl-Ca	Bicarbonato
Pozo Tubular Una Luz en el Camino - W	637243.00	9301795.00	26.70	7.94	92.591	49.882	531.758	0.35	506.10	309.44	457.503	Cl-HCO <sub>3</sub> -Na	Cloruro

*Fuente: Elaboración Propia*

Se muestra en la Figura 2 el diagrama de Piper que es correspondiente a los pozos tubulares estudiados en la ciudad de Jayanca. El 50% de estas aguas (5 puntos de muestreo) tienen una composición de cloruro de sodio de bicarbonatado, el 30% de estas aguas (3 puntos de muestreo) tienen una composición de bicarbonato de cloruro de calcio ( $\text{HCO}_3\text{-Cl-Ca}$ ), el 10% de estas aguas (1 punto de muestreo) tiene una composición de cloruro de sodio bicarbonatado ( $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na}$ ), el 10% de estas aguas (1 punto de muestreo) tiene una composición de cloruro de magnesio bicarbonatado ( $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ ) como se ha indicado en la Tabla 1.

Como se muestra en el diagrama de Piper de la Figura 2, todas las muestras muestran una mayor concentración de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Na}^+\text{K}^+$  iones, predominando  $\text{Na}^+\text{K}^+$ . Los aniones dominantes en las aguas subterráneas de Loja son  $\text{HCO}_3^-$  y  $\text{SO}_4^{2-}$ ; hay una presencia mínima del miembro  $\text{Mg}^{2+}$  (6% de frecuencia dentro de la cuenca), con un solo punto de muestreo.

Figura 2 Diagrama de Piper para la determinación de tipos químicos de aguas subterráneas de los pozos tubulares en la ciudad de Jayanca



Fuente: Elaboración Propia

## Discusión

Litología, la disolución de minerales, la precipitación de minerales, presencia de metales pesados [11]. Las diferentes presencias de minerales como los carbonatos entre otros pueden generar diferentes tipos de variaciones en lo cual encontramos Na<sup>+</sup>, Magnesio, Ca<sup>2+</sup>. Los pozos tubulares estudiados en 10 caseríos de Jayanca, tiene presencia de iones y también agua de mar. Los 10 pozos tubulares que están ubicados en puntos estratégicos de la ciudad de Jayanca nos dan a recalcar que tiene componentes de aguas sulfatadas. Las diversas interpretaciones de cada pozo tubular están representadas en los diagramas de Piper que nos indican las composiciones de aniones y cationes en los cual nos proporciona evidencia con la relación de las aguas subterráneas que se han estudiado. Los diversos esquemas de Piper referente a los pozos tubulares nos muestran las diferentes concentraciones tanto de cationes como de aniones los cual nos proporciona evidencia en la relación entre la composición química del agua subterránea estudiada en los 10 pozos tubulares de los diferentes caseríos de Jayanca. El esquema de Piper, traza las relaciones entre cationes (Na+K, Ca, Mg) y aniones tales son (Cl, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>) la cual esta formado por 2 triángulos equiláteros que representan exactamente las concentraciones de cationes y aniones, el rombo de la figura superior nos ayuda para concluir en qué relación se encuentran dichas muestras analizadas. Como se vio en Figura 2. La mayoría de las muestras de agua subterránea, tomadas de los pozos tubulares, se encuentran en el área de dominancia de aguas tipo sódicas. Como se vio en la Figura 2.

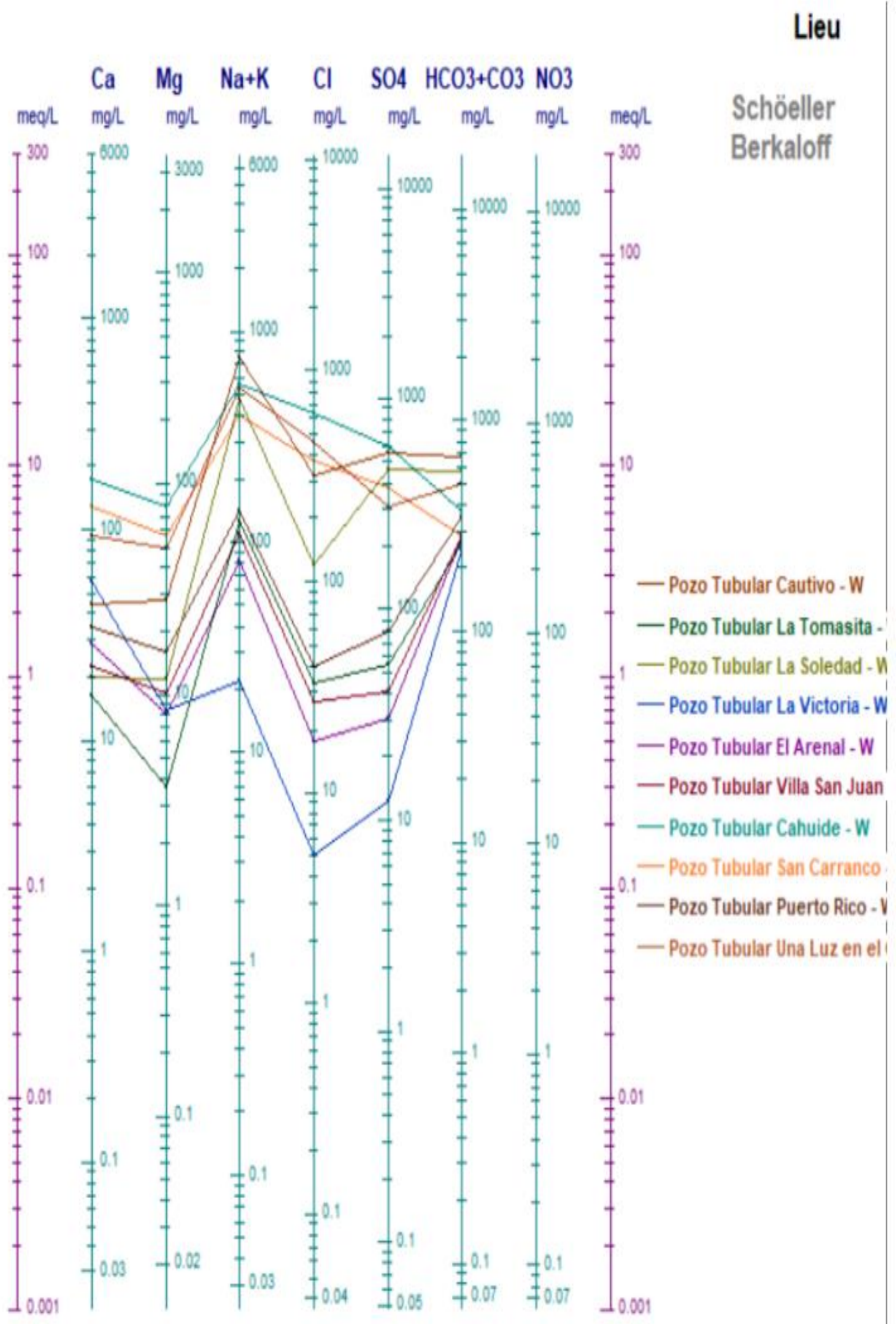
En la tabla 2 muestra los parámetros físicos y la composición iónica de las 10 muestras de los pozos tubulares estudiados en la ciudad de Jayanca comparada con los límites máximos permisibles según el Reglamento de la Calidad del Agua para el consumo Humano.

*Tabla 2 Parámetros físicos con su composición iónica comparado con sus límites máximos permisibles reglamentado*

POZOS TUBULARES	pH	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO <sub>3</sub> (mg/l)	SO <sub>4</sub> (mg/l)	Cl (mg/l)
Pozo Tubular Cautivo - W	8.11	44.080	28.031	753.049	0.40	665.20	553.61	322.088
Pozo Tubular La Tomasita - W	8.21	16.073	3.686	126.014	0.37	256.70	54.96	33.233
Pozo Tubular La Soledad - W	8.11	19.817	11.875	481.121	0.24	565.90	464.08	121.278
Pozo Tubular La Victoria - W	7.96	56.354	8.366	21.626	0.28	244.00	12.33	5.058
Pozo Tubular El Arenal - W	7.93	29.012	8.063	81.721	0.14	275.60	30.68	17.541
Pozo Tubular Villa San Juan - W	8.11	22.770	10.029	110.041	0.37	286.00	40.87	26.840
Pozo Tubular Cahuide - W	8.04	173.994	77.004	558.720	0.78	371.20	593.11	627.560
Pozo Tubular San Carranco - W	7.94	127.396	56.810	400.881	0.79	283.70	379.89	376.304
Pozo Tubular Puerto Rico - W	7.98	34.681	15.816	140.362	0.46	351.10	79.58	40.357
Pozo Tubular Una Luz en el Camino - W	7.94	92.591	49.882	531.758	0.35	506.10	309.44	457.503

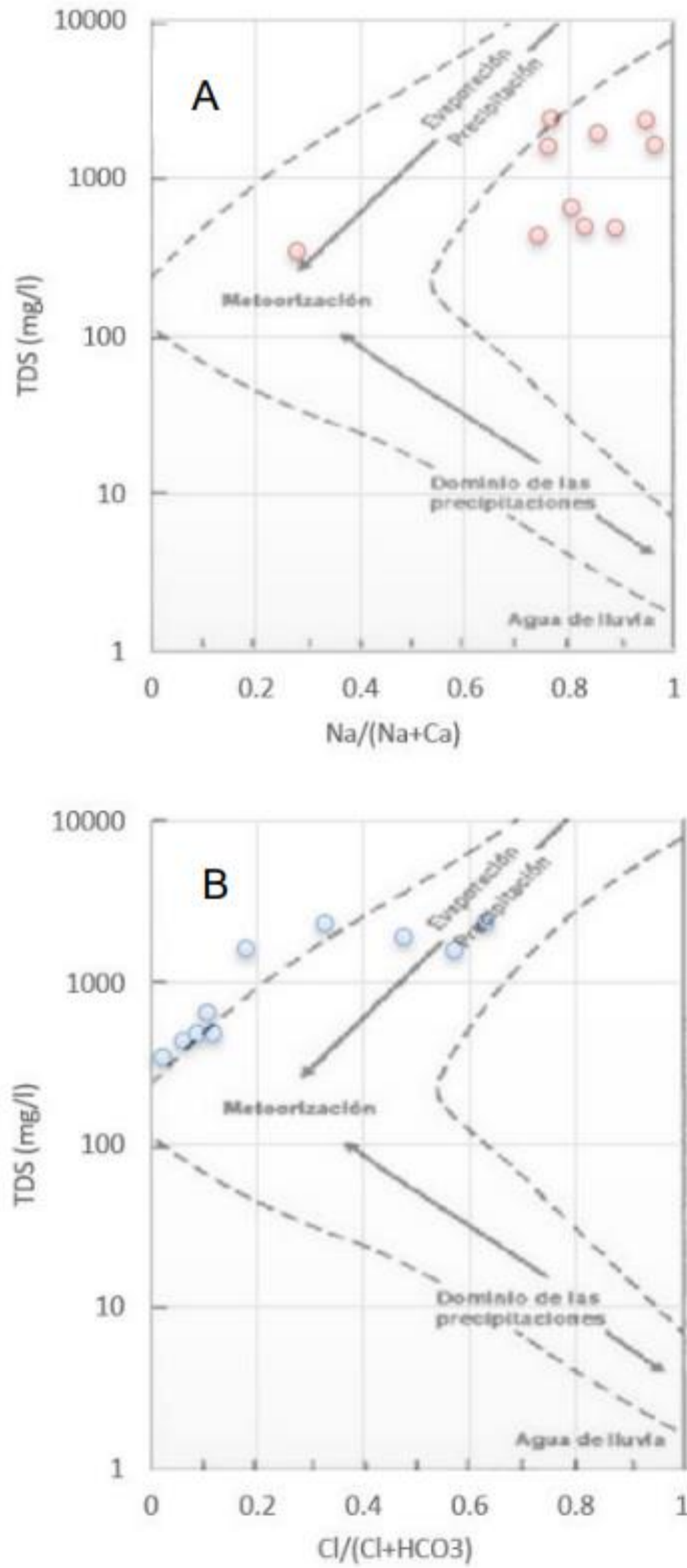
*Fuente: Elaboración Propia*

Figura 3 Diagrama de Schoeller para la representación de los iones en los 10 pozos tubulares estudiados



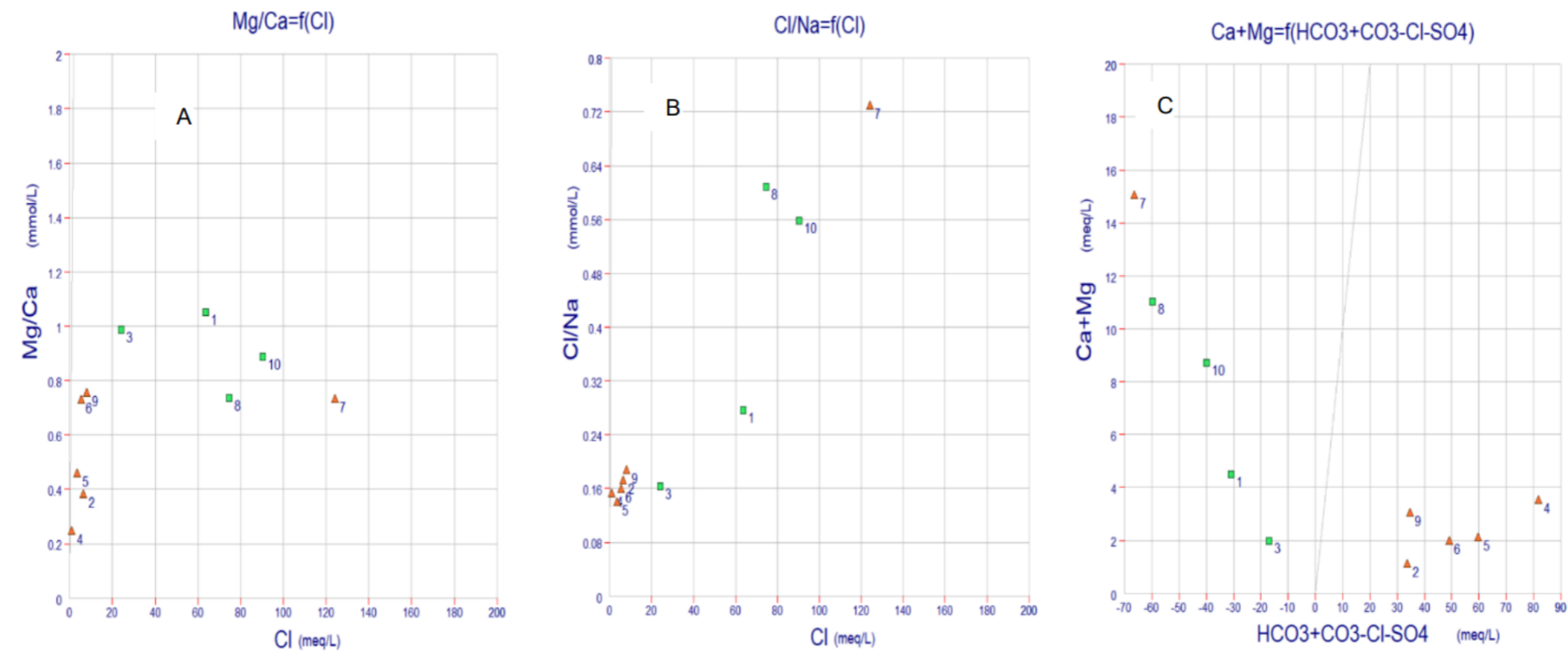
Fuente: Elaboración Propia

Figura 4 Diagrama de Gibbs que nos va a indicar la influencia y posteriormente la evolución del agua subterránea que cuenta en el grupo A) TDS vs  $Na/(Na+Ca)$  y el grupo B) TDS vs  $Cl/(Cl+HCO_3)$



Fuente: Elaboración Propia

Figura 5 Los diagramas muestran la relación entre varios iones que se encuentran en los diferentes puntos de las aguas subterráneas estudiadas en los pozos tubulares de Jayanca de agua subterránea en los pozos tubulares de Jayanca.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3 Parámetros de las elevadas concentraciones de metales pesados, los cuales los más fundamentales tenemos el cloruro, el arsénico, el sodio total, el plomo que fueron analizados en los pozos tubulares de los diversos caseríos en el distrito de Jayanca.

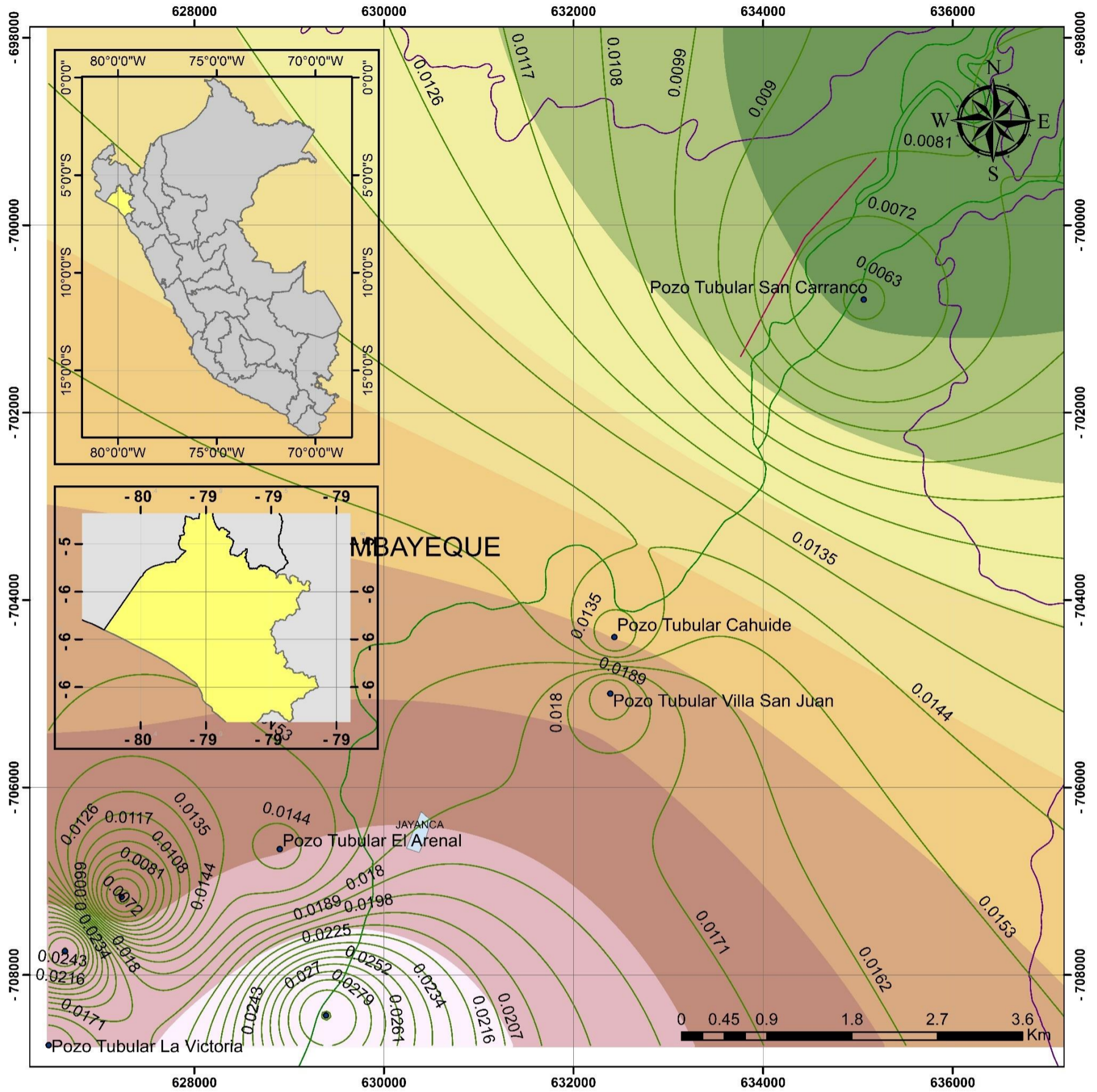
POZOS TUBULARES	CONDUCTIVIDAD_u_l	CLORURO_mg_l	ARSENICOTOTAL_mg_l	SODIOTOTAL_mg_l	PLOMOTOTAL_mg_l
Pozo Tubular Cautivo	3060.00	322.088	0.02883	753.05	0.0003
Pozo Tubular La Tomasita	653.00	33.233	0.00606	126.014	0.0003
Pozo Tubular La Soledad	1823.00	121.278	0.02616	481.121	0.0003
Pozo Tubular La Victoria	418.00	5.058	0.01563	21.626	0.0003
Pozo Tubular El Arenal	555.00	17.541	0.01420	81.721	0.0003
Pozo Tubular Villa San Juan	662.00	26.840	0.01957	110.041	0.0003
Pozo Tubular Cahuide	3520.00	627.560	0.01284	558.720	0.0003
Pozo Tubular San Carranco	2521.00	376.304	0.00622	400.881	0.0003
Pozo Tubular Puerto Rico	893.00	40.357	0.00868	140.362	0.0003
Pozo Tubular Una Luz en el Camino	2784.00	457.503	0.00732	531.758	0.0003
Reglamento	1500.00	250.00	0.01	200.00	0.01

Fuente: Elaboración Propia

El sodio es en anión predominante con un porcentaje de 50% del agua subterránea en los 10 pozos tubulares referente al REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO – LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA (SODIO\_mg\_l) ya que tiene un máximo límite permisible para el sodio de 200 mg/l en la calidad de agua organoléptica lo cual nos refleja que tiene un tipo de agua que es sódica. Ubicados en el centro de los pozos tubulares estudiados de los caseríos de Jayanca los cuales son el pozo tubular el Cautivo, pozo tubular La Soledad, pozo tubular Cahuide, pozo tubular San Carranco. Como se vio en la tabla 2. Otra fuente que tenemos es el calcio y magnesio que tienen un porcentaje mínimo del 5% solo de calcio y magnesio en el pozo tubular la Victoria. Como se vio en la tabla 2, nos indica que la presencia de calcio y magnesio nos indica la presencia en rocas tipos bicarbonatadas, rocas delonitas o calizas. Las muestras de agua de los diferentes puntos ubicados al noreste de la ciudad de Jayanca nos indica las mayores concentraciones de bicarbonato los cuales son  $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na}$ ,  $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$ ,  $\text{HCO}_3\text{-ClCa}$ , lo que podemos sacar referentes a que existen diferentes tipos de muestras tiene un tipo de agua que es bicarbonatada sódica ya que dichas aguas han perdido cationes y han sido intercambiada por sodio. Como se vio en la tabla 2. El ion sulfato más representante es el segundo con más representación con 25% del agua subterránea en los pozos tubulares en el distrito de Jayanca, este ion también ayuda en la disolución de silicatos incluso además puede generar intercambio catiónico con algunas de las arcillas que se pueden encontrar en la zona estudiada los cuales lo encontramos en el pozo tubular el cautivo, pozo tubular la soledad, pozo tubular Cahuide, pozo tubular San Carranco, pozo una luz en el camino la cual nos indica datos promedio a los superiores los cuales su límite permisible es de 250 mg/l como se vio en la tabla 2. La presencia de cloruros se hace presente con un 20% de totalidad en las toma de muestras analizadas ya que se pueden obtener en los pozos tubulares del Cautivo, pozo tubular Cahuide, pozo tubular San Carranco, pozo tubular una Luz en el camino, siendo un pozo tubular menos que el de sulfatos, estos resultados son superiores al REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO – LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD (CLORUROS\_mg\_l) ya que tiene un máximo límite permisible para el sodio de 250 mg/l, los cloruros que podemos encontrar es  $\text{Cl-HCO}_3\text{-Na}$ . La realización del diagrama de Gibbs equivale al trazo entre los TDS que es el total de sólidos disueltos correlativo los hemos separado en dos grupos el grupo A indica la correlación con  $\text{Na}/(\text{Na}+\text{Ca})$  y el grupo B indica la correlación con  $\text{Cl}/(\text{Cl}+\text{HCO}_3)$ , consiguiente a ello se va a identificar las zonas en la que se van a encontrar por ejemplo se tiene la zona de evaporación, la zona en donde más se encuentran precipitaciones atmosféricas, verificamos además si se

encuentran en la zona de cristalización y también en la zona de meteorización de las rocas estudiadas. Verificando la cantidad de aniones nos da a representar que el anión que se encuentra más estabilizado es el bicarbonato, con lo cual se va a deducir que hay más presencias de calizas y minerales, conllevan a tener rocas calcitas y arcillas como lo es la anortita, verificamos también que tenemos la presencia de magnesio congruente con el calcio. Una de las características que podemos hacer referencia del punto A de la figura 4, nos muestra que en el pozo tubular La Victoria es el único punto que tiene gran presencia de 348 TDS casi a la mitad de 1000 TDS está en la zona de roca predominante es decir que es una agua que denomina la geología, la roca dominante, los demás puntos van hacia la dominancia de la evaporación, es la relación que es del sodio y el calcio con el total de sólidos disueltos, y diferentes a los demás pozos tubulares que nos indican que están dispuestos a aguas precipitadas, también identificamos el punto B nos indica que 6 de los 10 pozos tubulares se encuentran en la zona de meteorización o más conocido como roca predominante, también nos muestra que los 4 pozos tubulares restantes se encuentran en las aguas evaporizadas los cuales son los pozos tubulares de pozo tubular el cautivo, pozo tubular una luz en el camino, pozo tubular San Carranco y el pozo tubular Cahuide. En lo que nos muestra la Figura 5, nos indica a brevedad las relaciones que existen entre  $Ca + Mg$  contra la relación que existe entre  $HCO_3 + CO_3 - Cl + SO_4$  lo cual nos va a tener que verificar que presencia es la más determinante teniendo en cuenta que existe una gran cantidad de bicarbonatos y sodio, podemos referirnos a ello de los diferentes tipos de rocas como la dolomita y un derivado de ello que es el yeso. Teniendo en cuenta los diagramas de Schoeller que esencialmente utiliza una escala o regla semilogarítmica que va a representar los iones en 10 pozos tubulares aprecia un patrón hidroquímico en el que predominan las facies Bicarbonatadas Cloruradas Sódicas ( $Na+K > Cl$ ) y Cloruradas Bicarbonatadas Sódicas ( $HCO_3 > Ca$ ), con ello nos indica las ventajas que tiene un elemento sobre los demás, correlativamente verifica todos los pozos tubulares estudiados en los 10 puntos tubulares de los caseríos que se encuentran en el Distrito de Jayanca cómo se observa en la Figura 3. La mayoría de los niveles de Sodio en las aguas subterráneas de los pozos tubulares de Jayanca están por encima del 50% de todos los pozos tubulares estudiados ya que superan los 200 mg/L, lo que indica contaminación ya que no existen materiales geológicos que puedan aportar este ion a las aguas. También se va a verificar que existe una contaminación breve entre la conductividad y el cloruro, por ejemplo, en el pozo tubular la Soledad nos indica que tiene una conductividad de 1823 mg/l, pero referente a ello tiene un cloro bajo que es de 121.278 mg/l lo cual nos da a entender que no está directamente relacionada con los cloruros, muy probable por el tema de bicarbonato o por el sodio que es muy alto.

Figura 6 Mapa de Isoconcentraciones por Arsénico que nos indica las concentraciones mínimas y máximas de los 10 pozos tubulares estudiados



**Mapa:**

**MAPA DE ISOCONCENTRACIONES POR ARSÉNICO (mg/l)**

Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo      **Tesista:** Chapoñan Cayao Jhon Cristhian

**Escuela de:** Ingeniería Civil Ambiental      **Fecha:** 14/09/2022

Fuente: Elaboración Propia

El pozo tubular la Victoria, El Arenal y Villa San Juan nos indica que existen fuertes concentraciones de arsénico, pero igual nos indican un flujo bajo de conductividad, los cuales son en si el pozo tubular de la Victoria nos indica esencialmente una concentración de arsénico 0.01563 mg/l que está por encima del REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO – LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD (ARSENICO\_mg\_l) que tiene un límite de 0.01 mg/l pero en el tema de conductividad está en lo permisible ya que está con 418 mg/l, posteriormente el pozo tubular el Arenal nos indica esencialmente una concentración de arsénico 0.01420 mg/l que está por encima del REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO – LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD (ARSENICO\_mg\_l) que tiene un límite de 0.01 mg/l pero en el tema de conductividad está en lo permisible ya que está con 555 mg/l, así mismo se verifica el pozo tubular Villa San Juan nos indica esencialmente una concentración de arsénico 0.01957 mg/l que está por encima del REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO – LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD (ARSENICO\_mg\_l) que tiene un límite de 0.01 mg/l pero en el tema de conductividad está en lo permisible ya que está con 662 mg/l, según la figura 6, lo cual nos enseña según el mapa de Isoconcentraciones los puntos más relevantes teniendo un mínimo de 0.006 mg/l y asimismo teniendo un máximo de 0.026 mg/l, los puntos más resaltantes están en la parte sur oeste de los 10 pozos tubulares estudiados que están entre el pozo tubular El Arenal y el pozo tubular La Victoria.

Las concentraciones de metales pesados especialmente la del arsénico nos da a reflejar que existe más del 60 % de contaminación de los 10 pozos tubulares estudiados, las concentraciones de metales pesados pueden ser de gran variedad, pero específicamente el arsénico puede ser mortal para la salud de la población, s altas de arsénico de origen natural afecta a grandes áreas. Los numerosos casos de “contaminación” natural de aguas subterráneas por arsénico que existen en el mundo están relacionados con ambientes geológicos muy diferentes: metasedimentos con filones mineralizados, , sistemas hidrotermales actuales, cuencas aluviales terciarias y cuaternarias, dichos resultados superan al REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO (Reglamento de la calidad del agua, 2011) – LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD (ARSENICO\_mg\_l) que su límite máximo es de 0.01 mg/l y dichos valores son superiores a lo establecido. Además, verificamos las altas concentraciones de cloruro y sodio, que son influyentes en la concentración marina directamente o también puede verificar que simplemente

sea por altas concentraciones de bicarbonato o alto sodio, un claro ejemplo es el de el en el pozo tubular la Soledad nos indica que tiene una conductividad de 1823 mg/l, pero referente a ello tiene un cloro bajo que es de 121.278 mg/l lo cual nos da a entender que no está directamente relacionada con los cloruros, muy probable por el tema de bicarbonato o por el sodio que es muy alto. Consiguiente de ello los pozos tubulares El Cautivo, Cahuide, San Carranco y una luz en el camino superan al REGLAMENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO – LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD (CLORURO\_mg\_l) (SODIO\_mg\_l).

### **Conclusiones**

En la ciudad de Jayanca se podrían inventariar 10 puntos de agua subterránea. Estos puntos de agua hacen referencia a pozos tubulares, los cuales son utilizados para el consumo humano y para la agricultura y la ganadería, Los resultados de este trabajo nos indica un 50% de aguas HCo que predomino el catión Na. En la parte de ion domina el 25% de sulfatos y también hacemos referencia a los aniones cloruros que hace referente al 20 % de todas las muestras analizadas, el 5% de la combinación entrada es el de calcio y magnesio que se encuentran en el pozo tubular la victoria con más presencia. También encontramos el límite máximo permisible de parámetros de calidad de agua según el Reglamento de la calidad del agua para el consumo humano. (Tabla 2). Todos los resultados nos hicieron concluir que se debe de sugerir siempre que antes de que la población consuma el agua, es fundamental que se realicen estudios a gran profundidad de la caracterización bacteriológica, organoléptica, física y química de los pozos tubulares porque no solamente es para la zona agrícola ya que también existe el consumo humano, así esos estudios determinarían la idoneidad para este fin.

### **Conflictos de interés**

Este artículo investigativo no contiene ningún conflicto referente a cualquier tema similar a lo desarrollado.

### **Reconocimiento**

Los presentes autores agradecen con mucha simpatía a las personas encargadas que son los revisores anónimos y los editores por sus sugerencias y comentarios apropiados para su mejoramiento de este artículo científico, posterior a ello se recalca que este artículo no ha recibido ningún tipo de financiamiento por el sector público, privado o sin fines de lucro.

### **Apéndice A. Datos complementarios**

Los datos complementarios a este artículo se pueden encontrar en línea en <https://orcid.org/0000-0002-8250-5568>

## Referencias

- Zhou, Y., Tu, Z., Zhou, J., Han, S., Sun, Y., Liu, X., ... Liu, J. (2022). Distribution, dynamic and influence factors of groundwater arsenic in the Manas River Basin in Xinjiang, P.R.China. *Applied Geochemistry: Journal of the International Association of Geochemistry and Cosmochemistry*, 146(105441), 105441. doi:10.1016/j.apgeochem.2022.10544
- De Granda-Orive, J. I., de Granda-Beltrán, C., & Baz-Lomba, J. A. (2018). Contaminantes emergentes: la nicotina en las aguas residuales domésticas como herramienta de análisis en salud pública. *Archivos de Bronconeumología*, 54(10), 495–496. doi:10.1016/j.arbres.2018.02.020
- Ruiz-Pico, Á., Pérez-Cuenca, Á., Serrano-Agila, R., Maza-Criollo, D., LeivaPiedra, J., & Salazar-Campos, J. (2019). Hydrochemical characterization of groundwater in the Loja Basin (Ecuador). *Applied Geochemistry: Journal of the International Association of Geochemistry and Cosmochemistry*, 104, 1–9. doi:10.1016/j.apgeochem.2019.02.008
- Scheihing, K. W., Fraser, C. M., Vargas, C. R., Kukurić, N., & Lictevout, E. (2022). A review of current capacity development practice for fostering groundwater sustainability. *Groundwater for Sustainable Development*, 19(100823), 100823. doi:10.1016/j.gsd.2022.100823
- Lukač Reberski, J., Terzić, J., Maurice, L. D., & Lapworth, D. J. (2022). Emerging organic contaminants in karst groundwater: A global level assessment. *Journal of Hydrology*, 604(127242), 127242. doi:10.1016/j.jhydrol.2021.127242
- Palma-Lara, I., Martínez-Castillo, M., Quintana-Pérez, J. C., ArellanoMendoza, M. G., Tamay-Cach, F., Valenzuela-Limón, O. L., ... Hernández-Zavala, A. (2020). Arsenic exposure: A public health problem leading to several cancers. *Regulatory Toxicology and Pharmacology: RTP*, 110(104539), 104539. doi:10.1016/j.yrtph.2019.104539
- Nguyen, H. H., Peche, A., & Venohr, M. (2021). Modelling of sewer exfiltration to groundwater in urban wastewater systems: A critical review. *Journal of Hydrology*, 596(126130), 126130. doi:10.1016/j.jhydrol.2021.126130
- Yang, Y., Wu, Y., Lu, Y., Shi, M., & Chen, W. (2021). Microorganisms and their metabolic activities affect seepage through porous media in groundwater artificial recharge systems: A review. *Journal of Hydrology*, 598(126256), 126256. doi:10.1016/j.jhydrol.2021.126256
- Edwards, E. C., Harter, T., Fogg, G. E., Washburn, B., & Hamad, H. (2016). Assessing the effectiveness of drywells as tools for stormwater management and aquifer recharge and their groundwater contamination potential. *Journal of Hydrology*, 539, 539–553. doi:10.1016/j.jhydrol.2016.05.059
- Pécastaing, N., & Chávez, C. (2020). The impact of El Niño phenomenon on dry forest-dependent communities' welfare in the northern coast of Peru. *Ecological Economics: The Journal of the International Society for Ecological Economics*, 178(106820), 106820. doi:10.1016/j.ecolecon.2020.106820

## Anexos

## Anexo N° 1 Ficha de campo

**FICHA DE CAMPO**

**N° de ficha:** POZO 01 – EL CAUTIVO **Elaborado por:** Chapoñan Cayao Jhon Cristhian **Departamento:** Lambayeque **Provincia:** Jayanca **Distrito:** Jayanca  
**Caserío:** El Cautivo **Nombre de la fuente inventariada:** Pozo tubular  
**Ubicación Geográfica – Coordenadas UTM:** E: 629390 N: 9291567 Cota (m.s.n.m): 55 m.s.n.m Precisión del GPS: 5 m

**1. TIPO FUENTE DE AGUA SUBTERRÁNEA:**  
 Manantial  Pozo  Piezómetro  Galería Filtrante

**2. ESTRUCTURA HIDRÁULICA DE ACCESO AL AGUA SUBTERRÁNEA:**  
 Sin estructura  Poza  C.Concreto  P.Tubular  P.Mixto   
 P.Tajo Abierto  P.Radial  P.Puntera  Pz.C.V  G.Radial

**3. VÍA DE ACCESO A LA FUENTE INVENTARIADA:**  
 Camino Peatonal  Carretera sin afirmar  Carretera Afirmada   
 Carretera Pavimentada

**4. OBJETIVO DE LA ESTRUCTURA HIDRÁULICA DE ACCESO AL AGUA SUBTERRÁNEA:**  
 Caracterización Hidrogeológica  Ecológico  Aprovechamiento del agua   
 Año de la perforación: \_\_\_\_\_ Profundidad: \_\_\_\_\_

**5. MEDIDAS DE LA FUENTE INVENTARIADA:**  
 Profundidad: 30.5m Realizado por: Municipalidad de Jayanca Fecha: ----  
 Observaciones: \_\_\_\_\_

**6. EQUIPO DE BOMBEO:** Con equipo  Sin equipo   
**7. BOMBA:**  
 Marca: Pedrollo Antigüedad (años): 7 años Precio (\$/): S/2500.00  
 Potencia (BHP): 2hp Capacidad(l/s): ----  
 Profundidad de la bomba(m): 25m  
 Eficiencia: estable  
 Tipo de bomba: monofásica  
 Turbina de eje vertical  Sumergible  Centrífuga de Succión  Pistón   
 Diámetro de la tubería de descarga (Pulg): 1"  
 Cabezal: Directo  Engranaje

**8. MOTOR:**  
 Antigüedad (años): 7 años Precio (\$/): S/2500.00  
 Potencia (BHP): 2hp

**15. USOS DE AGUA:**  
 Agrícola  Potable   
 Cultivo

Cultivo	Área (Ha)	Sistema de Riego		
		Gravedad	Goteo	Otros
Limones	1 Ha	X		
Ciruela	2 Ha	X		
Arroz	3 Ha	X		

**CROQUIS DE UBICACIÓN**

**16. DESARROLLO DEL POZO o PIEZOMÉTRICO:**  
 Realizado por: ---- Dirigido por: ---- Año: ----  
 Tipo: Bombeo  Prisión  Aire comprimido   
 Sustancias químicas: los pobladores se quejan de presencia de arsénico.  
 Tiempo de desarrollo: ----- Último mantenimiento (fecha): -----

**9. CARACTERÍSTICAS DE FUENTES INVENTARIADA:**  
 Tipo de Suministro de Energía: Diesel  Gasolina  Gas  Viento  Eléctrico   
 N° Suministros: 20 viviendas  
 Arranque de equipo: Mecánico  Automático  Otros: \_\_\_\_\_  
 Protección de la Estructura Hidráulica:  
 C. Superficie  C. Subterránea  Sin Caseta   
 Material de Caseta: Concreto Ladrillo  Adobe  Madera  Hierro   
 Capacidad de Almacenamiento: 4000 m<sup>3</sup>

**10. PARÁMETROS DE IN-SITU:**  
 Fecha: 04/30/2022 Hora: 7:52 am Temp. Agua (°C): 26.00°C

**11. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA:**  
 Aspecto: Cristalino  Turbio   
 Sabor: Salobre  Dulce

**12. POSIBLES FUENTES DE CONTAMINACIÓN O AFECTACIÓN:**  
 Aguas residuales  Grifos  Pazo séptica  Pozos de chidación  Aguas salinas   
 Ubicación: CASERÍO EL CAUTIVO  
 Este (m): 629390 Norte(m): 9291567 Distancia a la Fuente Inventariada (m): 15 metros

**13. TIPOS DE CONFLICTOS POR USO DE AGUA:**  
 Ninguno  Escasez  Contaminación

**14. ESTADO DE LA ESTRUCTURA HIDRÁULICA:**  
 Estado de la captación en el año 2022  
 Utilizado (Trabajando durante el censo – Trabajando durante periodo de explotación)  
 Utilizable (Sin equipo-Abandonado por bajo rendimiento/mala calidad del agua- Seco eventual – Sellado en reserva – Equipo malogrado)  
 No utilizable (Derrumbado-Desviado-Desalineado-Enterrado-Seco permanentemente)

**FOTOGRAFÍA DE LA FUENTE INVENTARIADA**

Responsable del Inventario  
 Nombre: Chapoñan Cayao Jhon  
 Cristhian  
 DNI: 71574399

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 2 Requisitos mínimos para los ensayos de la empresa SGS Multinacional Suiza



CANTIDAD DE MUESTRA Y REQUISITOS MINIMOS PARA ENSAYOS DE MUESTRAS AMBIENTALES POR SERVICIO

Señores: Jhon Cristhian Chapoñan Cayao

N° O.L: 350960

Fecha: 27 de Abril del 2022

Nro	Determinaciones (Servicio)	Matriz	Método de ensayo	Tipo Envase	Tamaño mínimo de muestra	Tipo Muestra	Preservación	Precauciones	Tiempo de Almacenamiento
1	Alcalinidad	AGUA	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 23rd Ed., 2017, Alkalinity Titration Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2019&#x0D; /&#x0D;	Frasco PVC 500 ml L boca ancha (Transparente)	500	PUNTUAL	Almacenar entre > 0°C a <= 6°C (*)	Llenar el frasco completamente, no dejar burbuja de aire.	14 días
2	Aniones	AGUA	EPA 300.0. Rev. 2.1-1993. Determination of Inorganic Anions by Ion Chromatography. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2016&#x0D; /&#x0D;	Frasco de polietileno, 60 ml.	60	PUNTUAL COMPOSITO	ALMACENAR ENTRE : >0°C A <= 6°C DE TEMPERATURA		28 DIAS A EXCEPCIÓN: NITRATO, NITRITO Y FOSFATO LOS CUALES SON 48 HORAS
				FRASCO PVC 120ML BLANCO	100	PUNTUAL	AÑADIR 2 GOTAS O 0.2ML DE SOLUCIÓN EDTA POR FRASCO DE 100 ML Y ALMACENAR ENTRE >0°C A <= 6°C	MÉTODO NO APLICA PARA AGUA SALINA	14 DÍAS
3	Color Verdadero	AGUA	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017 (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance): 2017, Color Spectrophotometric - Single-Wavelength Method (Proposed)&#x0D; /&#x0D;	Frasco PVC 14 L boca ancha blanco opaco	250	PUNTUAL COMPOSITO	ALMACENAR DE: >0°C A <= 6°C	-	24 HORAS
4	Color verdadero/	AGUA	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017 (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance): 2017, Color Spectrophotometric - Single-Wavelength Method (Proposed)&#x0D; /&#x0D;	Frasco PVC 14 L boca ancha blanco opaco	250	PUNTUAL COMPOSITO	ALMACENAR DE: >0°C A <= 6°C	-	24 HORAS
5	Conductividad	AGUA	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510-B, 23rd Ed. 2017, Conductivity Laboratory Method /&#x0D; /&#x0D;	Frasco PVC 100 ml boca ancha	500	PUNTUAL COMPOSITO	Almacenar de: > 0°C a = 6°C.	POR CADA 20 MUESTRAS O MENOS ENVIAR UNA MUESTRA POR DUPLICADO. SI SE REQUIERE CONTRAMUESTRA ENVIAR 500ML DE MUESTRA ADICIONAL, 7 DÍAS, 28 Días	7 DÍAS
6	Fe (II) + Fe (III)	AGUA	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500 Fe-B, 23rd Ed. 2017, Iron. Phenanthroline Method /&#x0D; /&#x0D;	Frasco PVC 14 L boca ancha (Transparente)	250	PUNTUAL	ALMACENAR DE: >0°C A <= 6°C	NO SE REALIZA EN MUESTRAS COLOREADAS	24 HORAS

*Fuente: Elaboración Propia*



## CANTIDAD DE MUESTRA Y REQUISITOS MINIMOS PARA ENSAYOS DE MUESTRAS AMBIENTALES POR SERVICIO

**Señores:** Jhon Cristhian Chapoñan Cayao

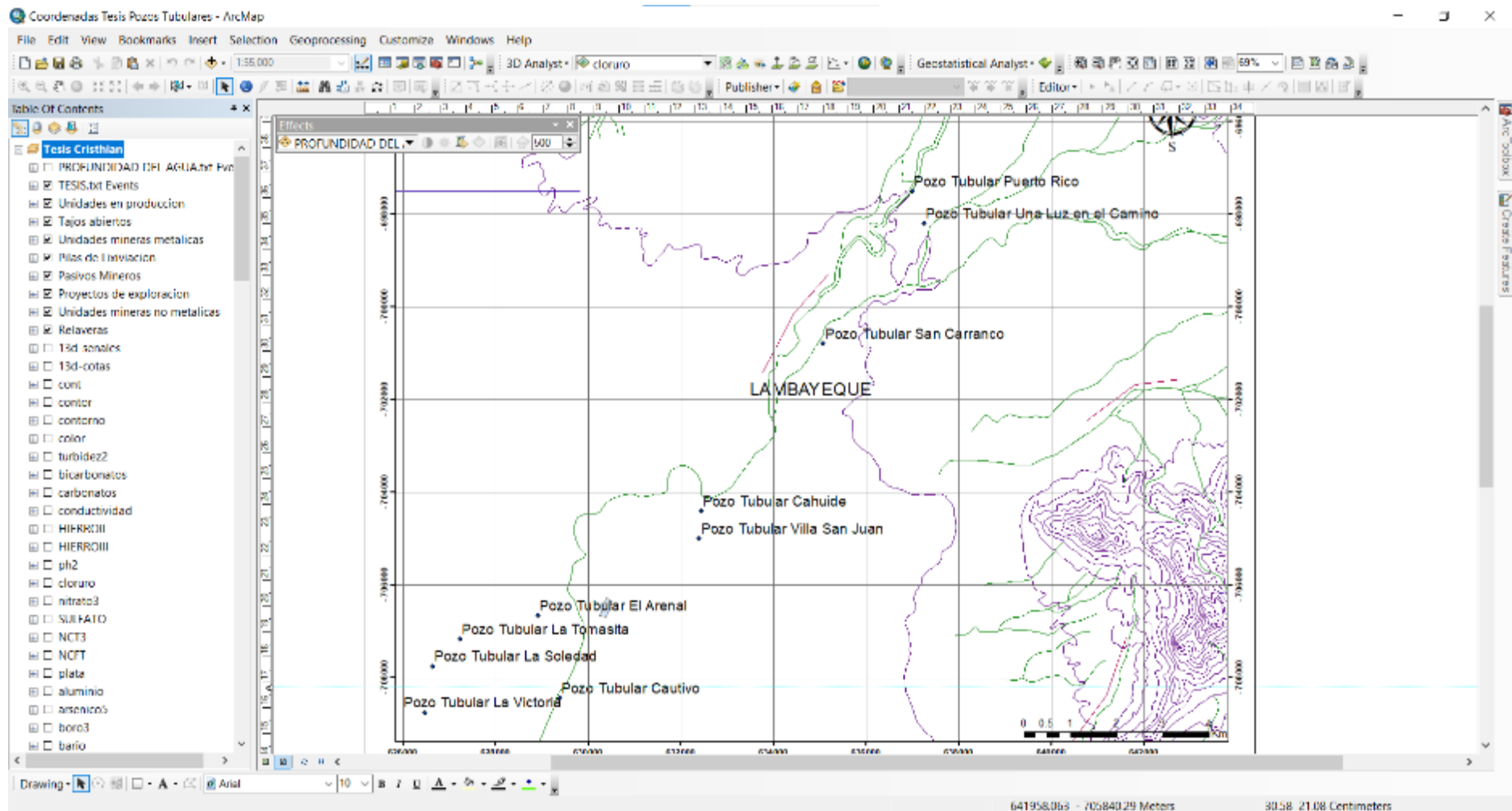
**N° O.L:** 350960

**Fecha:** 27 de Abril del 2022

Nro	Determinaciones (Servicio)	Matriz	Método de ensayo	Tipo Envase	Tamaño mínimo de muestra	Tipo Muestra	Preservación	Precauciones	Tiempo de Almacenamiento
7	Num Colif Total/Num.Colif./Fec./	AGUA	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221B, 23rd Ed. 2017; Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.&#x0D;SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221E.1, 23rd Ed. 2017; Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).&#x0D;	Frasco PVC estéril 250 ml (Tapa roja)	250	PUNTUAL	REFRICERAR < 8°C (ADICIONAR TIOSULFATO DE SODIO A MUESTRAS QUE TIENEN CLORO; PARA PRESERVAR AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO USAR 0.25ML DE TIOSULFATO DE SODIO AL 3% (ESTERILIZADO) POR CADA 250ML DE MUESTRA. PARA PRESERVAR AGUA RESIDUAL USAR 0.25ML DE TIOSULFATO DE SODIO AL 10% (ESTERILIZADO) POR CADA 250ML DE MUESTRA O USAR 1.0ML RESPECTIVAMENTE EN FRASCOS DE 1000ML , SEGÚN PROCEDIMIENTO [ ] INS-P-EHS.1.	FRASCO DE [ ] VIDRIO Y/O PLÁSTICO DE BOCA ANCHA ESTÉRIL .NO LLENAR LOS FRASCOS DE MUESTRO; SÓLO TOMAR 3/4 PARTES DEL FRASCO. DEJAR UN ESPACIO PARA LA AIREACIÓN Y HOMOGENIZACIÓN. EN CASO DE OVL LLENAR LOS FRASCOS COMPLETAMENTE.	AGUA DE BEBIDA : < 30 HORAS   AGUA NO POTABLE :< 24 HORAS   AGUA POTABLE < 30 HORAS
8	Potencial de Hidrógeno	AGUA	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H +B; 23rd Ed. 2017. pH Value: Electrometric Method.&#x0D;	Frasco PVC 100 ml boca ancha	100	PUNTUAL	ANALIZAR INMEDIATAMENTE	-	0.25 HORAS
9	Turbidez	AGUA	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed.: 2017. Turbidity. Nephelometric Method.&#x0D;	Frasco PVC 100 ml boca ancha	100	PUNTUAL COMPOSITO	ANALIZAR EL MISMO DÍA, ALMACENAR EN OSCURIDAD POR 24 HRS,DE >0°C A <= 4°C	-	48 HORAS
	Turbidez	AGUA	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed.: 2017. Turbidity. Nephelometric Method.&#x0D;	Frasco PVC 100 ml boca ancha	100	PUNTUAL COMPOSITO	ANALIZAR EL MISMO DÍA, ALMACENAR EN OSCURIDAD POR 24 HRS,DE >0°C A <= 4°C	-	48 HORAS

*Fuente: Elaboración Propia*

Anexo N° 3 Comprobación de que no existe actividad minera en los 10 puntos estudiados



Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 4 Panel fotográfico de los 10 pozos tubulares



Fuente: Elaboración Propia



*Fuente: Elaboración Propia*



*Fuente: Elaboración Propia*



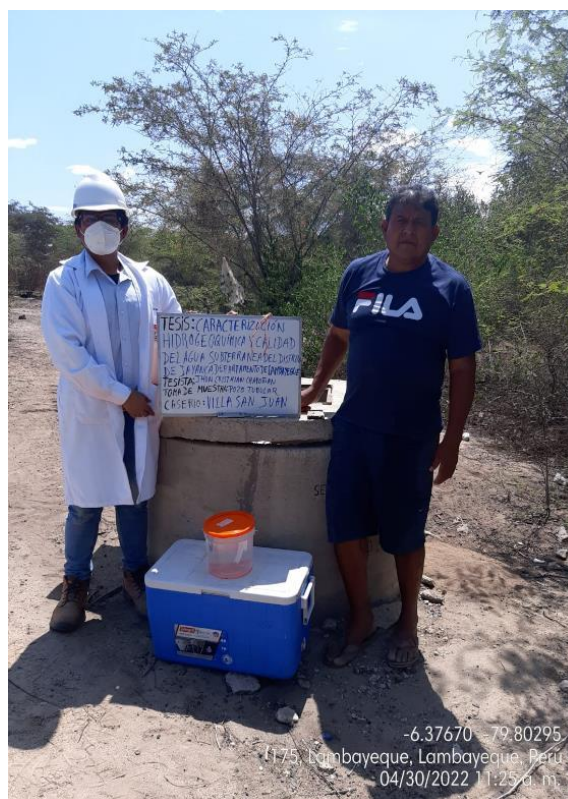
**Fuente:** *Elaboración Propia*



**Fuente:** *Elaboración Propia*



*Fuente: Elaboración Propia*



*Fuente: Elaboración Propia*



*Fuente: Elaboración Propia*



*Fuente: Elaboración Propia*



*Fuente: Elaboración Propia*



*Fuente: Elaboración Propia*