



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental

TRABAJO DE TITULACIÓN

**ESTUDIO DE LA VARIACIÓN TEMPORAL DE LA CONCENTRACIÓN DE
NITRATOS EN EL AGUA SUBTERRÁNEA DEL SECTOR DE LLÍO Y SAN PABLO.**

Autor(es): BRITO ARTEAGA JOSSIÉ DANIELA

Tutor: Ing. Guido Patricio Santillán Lima

Riobamba – Ecuador

Año 2021

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL.

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: **“ESTUDIO DE LA VARIACIÓN TEMPORAL DE LA CONCENTRACIÓN DE NITRATOS EN EL AGUA SUBTERRÁNEA DEL SECTOR DE LLÍO Y SAN PABLO”**.

Presentado por: Brito Arteaga Jossie Daniela

Dirigido por: Ing. Guido Patricio Santillán Lima

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación, se constató el cumplimiento de las observaciones realizadas y se remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para constancia de lo expuesto firman:

Dra. Julia Calahorrano



Presidente del Tribunal

Firma

Ing. Patricio Santillán



Director del Proyecto

Firma

Ing. Fernanda Rivera



Miembro del Tribunal

Firma

Ing. Carla Silva



Miembro del Tribunal

Firma

DECLARACIÓN EXPRESA DE TUTORÍA

Por la presente, certifico que el actual trabajo de investigación previo a la obtención del título de INGENIERA AMBIENTAL, elaborado por la señorita Jossie Daniela Brito Arteaga, con el tema: **“ESTUDIO DE LA VARIACIÓN TEMPORAL DE LA CONCENTRACIÓN DE NITRATOS EN EL AGUA SUBTERRÁNEA DEL SECTOR DE LLÍO Y SAN PABLO”**, el mismo que fue analizado y supervisado bajo mi asesoramiento permanente en calidad de Tutor y Guía, por lo que se encuentra apto para ser presentado y defendido.

Es todo lo que se puede informar en honor a la verdad.

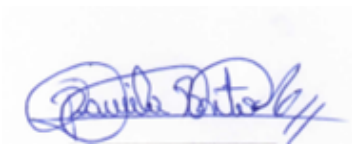


Ing. Guido Patricio Santillán Lima

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo Jossié Daniela Brito Arteaga, con cédula de identidad No. 020248822-7; hago referencia como autora del presente trabajo de investigación, titulado: **“ESTUDIO DE LA VARIACIÓN TEMPORAL DE LA CONCENTRACIÓN DE NITRATOS EN EL AGUA SUBTERRÁNEA DEL SECTOR DE LLÍO Y SAN PABLO”**, dirigida por el tutor del proyecto, Ing. Guido Patricio Santillán Lima.

Manifiesto responsabilidad y la originalidad en la conceptualización de ideas, interpretación de resultados, y sustento de autores que han sido debidamente referenciados en la presente investigación.



Jossié Daniela Brito Arteaga

C.I: 020248822-7

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme seguir en este camino después de todas las adversidades. A mis padres y a mi abuelita por ser el pilar fundamental en esta meta cumplida, a mis hermanos que nunca me dejaron sola y a mis suegros por su ayuda para poder finalizar este sueño.

Agradezco a la Universidad Nacional de Chimborazo, a la carrera de Ingeniería Ambiental, especialmente al Laboratorio de Servicios Ambientales.

Agradezco al Ing. Patricio Santillán, por guiarme y haberme dado la oportunidad de desarrollar esta investigación con la ayuda de sus conocimientos.

Agradezco al Proyecto de la Escuela Politécnica Nacional: “PIMI-15-02 Caracterización del sistema acuífero de la cuenca baja del río Chambo utilizando un enfoque hidrodinámico y geoquímico: procesos de recarga y gestión sostenible del recurso”, del cual la Universidad Nacional de Chimborazo es parte de la investigación.

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo dedico a mis hijas Antonella y Rafaella, que con su amor fueron mi más grande inspiración y fortaleza para finalizar este sueño, juntas seguiremos cumpliendo sueños.

A mi abuelita Lady por ser mi segunda madre, mi confidente, la que nunca me ha dejado sola.

A mis padres Danilo y Rafaela sin ustedes no lo hubiera logrado, todo se los debo a ustedes.

SIGLAS Y ABREVIATURAS UTILIZADAS

OMS: Organización Mundial de la Salud

EPA: Agencia de Protección Ambiental de EE. UU

HCO₃⁻: Bicarbonatos

Cl⁻: Cloruro

SO₄⁻²: Sulfatos

Na⁺: Sodio

Ca⁺²: Calcio

Mg⁺²: Magnesio

NO₃⁻: Ion Nitrato

CO₃⁻²: Carbonato

K⁺: Potasio

Sb: Antimonio

Cr: Cromo

Pb: Plomo

Cu: Cobre

Zn: Zinc

Ba: Bario

V: Vanadio

Hg: Mercurio

U: Uranio

mg/l: Miligramos por litro

l/s: Litros por segundo

m: Metros

m/s: Metro por segundo

cm: Centímetros

Km²: Kilómetro cuadrado

mm/h: Milímetro por hora

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL	i
DECLARACIÓN EXPRESA DE TUTORÍA	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
SIGLAS Y ABREVIATURAS UTILIZADAS.....	vi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Justificación.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
CAPÍTULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Aguas subterráneas.....	5
2.2 Tipos de agua subterránea.....	5
2.2.1 Libres.....	5
2.2.2 Confinados:	5
2.2.3 Semi-confinados:.....	5
2.3 Acuífero.....	5
2.3.1 Tipos de acuíferos	6
2.4 Composición química del agua subterránea	6
2.5 Calidad del agua subterránea.....	7
2.6 Geología-Estratigrafía	7
2.7 Diagrama de Piper.....	8
2.8 Actividades Antrópicas.....	8
2.9 La contaminación de las aguas subterráneas.....	8
2.10 Fuentes principales de nitratos en aguas subterráneas	9
2.10.1 Fuentes naturales.....	10

2.10.2 Fuentes artificiales	10
2.11 La problemática de los nitratos y las aguas subterráneas	10
2.12 Efectos de los Nitratos sobre la salud	11
CAPÍTULO III.....	12
3. METODOLOGÍA	12
3.1 Ubicación del Proyecto	12
3.2 Caracterización de la Zona de Estudio	12
3.3 Tratamiento de la información y análisis	13
CAPÍTULO IV.....	14
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
4.1 GEOLOGÍA	14
4.1.1 Geología regional	14
4.1.2 Vulcanismo ecuatoriano.....	14
4.2 Geología local.....	15
4.3 Hidrogeología.....	18
4.4 Estratigrafía.....	18
4.5 Capacidad de Campo e Infiltración	19
4.6 Hidrogeoquímica.....	21
4.7 Variación temporal de la concentración de nitratos en el sector de Llío y San Pablo	21
4.8 Relación entre la estratigrafía y la concentración natural de nitratos	25
4.8.1 Causas para la variación de la concentración de nitratos de Llío y San Pablo.	25
CAPÍTULO V.....	27
5. 1 CONCLUSIONES.....	27
5.2 RECOMENDACIONES.....	28
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
7. ANEXOS.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Geología del acuífero del río Chambo	16
Figura 2. Área de influencia sobre el sector de Llío y San Pablo.....	20
Figura 3. Diagrama de Piper para el pozo 001 Llío 5 y 002 San Pablo.....	21
Figura 4. Pozos del complejo de bombeo de EP-EMAPAR y manantial de San Pablo.....	22
Figura 5. Concentración de Nitratos para el período 2016 - 2020 (mg/L)	23
Figura 6. Concentración de Nitratos (mg/L) a) 2016, b) 2017, c) 2018, d) 2019, e) 2020.....	24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de calidad del agua para consumo humano.....	13
Tabla 2. Capacidad de Campo e Infiltración de la zona de Llío y San Pablo.....	20

RESUMEN

El trabajo presentado tiene como objetivo estudiar la variación temporal de la concentración de nitratos en el agua subterránea del sector de Llío y San Pablo, para determinar la posible incidencia de las actividades antrópicas en el agua subterránea. Para cumplir con este propósito se realizó la revisión bibliográfica de estudios de calidad de agua, además, se diseñó cartografía temática que ayuda a definir zonas de influencia, para así describir Geología-Estratigrafía, capacidad de campo e infiltración en esta zona. Lo antes mencionado, permitió identificar las actividades antrópicas presentes en el área para así determinar su influencia sobre el sector de Llío y san Pablo. Para complementar el estudio se utilizó datos de calidad de agua para determinar la composición geoquímica de esta, y además se utilizó datos de la concentración de nitratos desde el 2016 hasta el 2019.

Los resultados muestran que el agua que se encuentra en esta zona es de tipo bicarbonatada de calcio-magnesio, la calidad del agua es buena y la variación de los nitratos no supera los límites máximos permitidos de las normas. Pero, se observa variación en la concentración de nitratos, y de acuerdo al análisis realizado son de proveniencia antrópica y natural, puesto que estos se originan en la superficie de la parte alta, sobre todo en las zonas donde existen pastos y cultivos, la presencia de esta concentración principalmente se manifiesta por efecto del ciclo del nitrógeno.

Palaras clave: Geología, Estratigrafía, capacidad de campo e infiltración, geoquímicos, actividades antrópicas.

ABSTRACT

This work aims to study the temporal variation of the concentration of nitrates in the underground water of the Llío and San Pablo sectors to determine the possible incidence of anthropic activities in it.

It was carrying out a bibliographic review of water quality studies to fulfill this purpose. In addition to that, thematic cartography was designed to help define areas of influence, so afterward describes Geology-Stratigraphy, field capacity, and infiltration in this area. Those mentioned above allowed us to identify the anthropic activities present in the area to determine their influence on the two sectors mentioned before.

The water quality data was used to determine its geochemical composition and nitrate concentration from 2016 to 2019.

The results show that the water found in this area is calcium-magnesium bicarbonate type, the water quality is good. The variation in nitrates does not exceed the maximum permitted limits of the standards. But interpretation is observed in the concentration of nitrates. According to the analysis, they have an anthropic and natural origin since they originate on the upper part's surface, especially in areas where there are pastures and crops. The effect of the nitrogen cycle mainly manifests the presence of this concentration.

Keywords: Geology, Stratigraphy, field capacity and infiltration, geochemical, anthropic activities.

Reviewed by:

Ms.C. Ana Maldonado León

ENGLISH PROFESSOR

C.I.0601975980

INTRODUCCIÓN

El agua subterránea se encuentra debajo de la superficie terrestre y ocupa los poros y fisuras de las rocas más sólidas, gran parte proviene del agua meteórica que cae en forma de lluvia o nieve (De Lima & Orozco, 2019). El agua que no se pierde por la evaporación, la transpiración de las plantas o escorrentía se infiltra en el terreno, así es cómo da lugar a las aguas subterráneas (Can-Chulim, y otros, 2011).

El agua subterránea es un recurso natural vital para el suministro económico y seguro de agua potable en áreas urbanas y rurales, desempeña un papel fundamental en el bienestar de los seres humanos y de muchos ecosistemas acuáticos (García & Faggioli, 2018). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2012) el agua subterránea es utilizada por 2,5 billones de personas para satisfacer sus necesidades diarias, mantener sus medios de subsistencia y contribuir con la seguridad alimentaria. Aproximadamente el 60% del agua extraída del suelo se utiliza para actividades agrícolas en climas áridos y semiáridos, entre el 25% y el 40% del agua potable mundial viene del subsuelo (Álvarez, Carrillo, Sánchez, Pacheco, & González, 2016).

A escala mundial, los acuíferos y las aguas subterráneas se enfrentan a crecientes amenazas de contaminación debido a la urbanización, el desarrollo industrial, las actividades agrícolas la sanitización in situ, y el desarrollo de las industrias mineras (Andreu & Fernández, 2019). El agua subterránea representa un recurso enorme que solo se puede gestionar si se conocen los diferentes tipos de acuíferos y sus tasas de recuperación o recarga (Andreu & Fernández, 2019). Es importante saber que no toda el agua subterránea es renovable, aunque en muchas partes del mundo, los seres humanos la usan de una manera muy acelerada sin tomar en cuenta el tiempo que toma la reposición de este recurso (Rosselot, 2020).

En Ecuador desde el 2014, existen leyes que tienen como objetivo la prevención y conservación del agua subterránea, sin embargo, existe un dominio prioritario que no se ha tomado en cuenta para su protección y es la contaminación difusa proveniente de actividades agrícolas y de la sanitización in situ (Sandoval & Günter, 2013). Las consecuencias negativas de este tipo de contaminación van desde eutrofización de cuerpos de agua hasta aumento de metales pesados y si el agua subterránea contaminada es captada por medio de pozos y utilizada para consumo humano y uso doméstico, puede provocar afecciones a la salud (Burgos, 2018).

Por lo cual dentro del marco expuesto este trabajo de investigación se orienta a determinar la variación de la concentración de nitratos en el sector de Llío y San Pablo, para identificar las fuentes de emisión de nitratos en la zona de estudio.

CAPÍTULO I

1.1 Planteamiento del problema

Muchos de los contaminantes del agua tienen efectos perjudiciales a largo plazo sobre la calidad del agua, lo cual constituye un riesgo para la salud de las personas (Agudelo, Gutiérrez, & Ríos, 2017). En este contexto, la principal vía de entrada de nitratos en el cuerpo es por vía oral, aproximadamente el 5-10% de la ingesta total de nitratos es convertida en nitritos por las bacterias de la saliva, estómago e intestino delgado del ser humano (Bolaños, Cordero, & Segura, 2017).

Por otra parte, el agua subterránea de manera natural presenta la siguiente composición química: iones fundamentales (cloruro (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}), bicarbonato (HCO_3^-), sodio (Na^+), calcio (Ca^{+2}) y magnesio (Mg^{+2})) y además se considera iones de nitrato (NO_3^-), carbonato (CO_3^{2-}) y potasio (K^+) a pesar de que su proporción suele ser pequeña. En este aspecto, de manera natural típicamente el valor de concentración es menor de 10 mg/l NO_3^- (Navia, 2019).

Como se muestra, los nitratos están presentes en el agua de forma natural, pero pueden incrementar su concentración por actividades humanas, como la agricultura (uso de pesticidas y fertilizantes) y la ganadería (presencia de heces fecales en exceso), esta contaminación se da por la infiltración de agua hacia las capas subterráneas, por esta razón, las actividades actuales de contaminación continuarán afectando a niveles de nitrato (Cavero & Ibañez, 2011).

1.2 Justificación

En este sentido, EP-EMAPAR utiliza alrededor de 600 l/s de agua subterránea del sector Llío y San Pablo, para dotar de agua potable a la ciudad de Riobamba (Mendoza, 2015). De acuerdo con el estudio de calidad de agua realizado para el Plan Maestro de Agua Potable para la ciudad de Riobamba, el valor medio de la concentración de Nitratos es de 17 mg/l NO_3^- . Esta concentración como se observa está sobre el nivel que se presenta de manera natural.

Además, esta zona se encuentra ubicada en la parte alta de la cuenca del río Guano, las principales actividades son la agricultura y ganadería (Iturralde & Fiallos, 2019). Estas actividades podrían afectar la calidad del agua, elevando la concentración de nitratos y provocando efectos nocivos en la salud de los habitantes de la ciudad de Riobamba, de aquí la importancia de monitorear los niveles de nitratos en los pozos y vertiente de la zona de estudio. En torno a eso, existen estudios

sobre la calidad del agua de los pozos (Mancheno , 2010) (Moyón & Javier, 2013) (Milán, 2015) (Remache & Vásquez, 2019), pero no existe el análisis de la variación de la concentración de nitratos y el ¿por qué?, se da la misma.

Por otra parte, este trabajo es parte del Proyecto de la Escuela Politécnica Nacional: “PIMI-15-02 Caracterización del sistema acuífero de la cuenca baja del río Chambo utilizando un enfoque hidrodinámico y geoquímico: procesos de recarga y gestión sostenible del recurso”, del cual la Universidad Nacional de Chimborazo es parte de la investigación. En esta investigación se ha realizado el monitoreo de concentración de nitratos desde el 2015 hasta el 2020 en la zona de estudio, además de otros parámetros fisicoquímicos. En este sentido, los resultados del monitoreo que se propone en esta investigación sumado a los resultados antes obtenidos por el proyecto PIMI -15-02, permitirán evaluar las tendencias temporales en el incremento de las concentraciones de nitrato, para establecer las causas de la presencia de esta concentración en el agua subterránea del sector de Llío y San Pablo.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

- Estudiar la variación temporal de la concentración de nitratos en el agua subterránea del sector de Llío y San Pablo, para identificar las fuentes de emisión de nitratos en la zona de estudio.

1.3.2 Objetivos específicos

- Describir la Geología-Estratigrafía, capacidad de campo e infiltración de la zona de estudio.
- Identificar áreas y actividades antrópicas en el área de influencia de la zona de estudio.
- Determinar la variación temporal de la concentración de nitratos desde el 2016 hasta el 2020.
- Determinar de acuerdo con la estratigrafía la concentración natural de nitratos en la zona de estudio.
- Establecer las causas de emisión de la concentración de nitratos en el sector de Llío y San Pablo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Aguas subterráneas

Las aguas subterráneas son aquellas masas de agua que se encuentran bajo la superficie del suelo (Erice, 2012). Forman parte del ciclo hidrológico, que se infiltra a través del agua de lluvia, de la nieve, del agua que se infiltra de las lagunas y los ríos, o generalmente cuando la capa superficial del suelo se encuentra saturada de agua (Caraballo & Xavier, 2012).

2.2 Tipos de agua subterránea

Conforme a su estructura, los acuíferos se distribuyen en tres:

2.2.1 Libres: Contienen un sector libre o espacio físico entre el agua subterránea y la superficie, es decir, no existe una capa de materiales impermeables encima de ellas. El nivel freático (lugar donde la presión del agua es igual a la de la presión atmosférica) coincide con la superficie y se encuentra en contacto directo con la zona subsaturada del suelo (Ordoñez, 2011) (Martínez, Massone, & Quiroz, 2012) (Tóth, 2000).

2.2.2 Confinados: Corresponde a los cuerpos de agua que se acumulan en la roca permeable y están contenidos entre dos capas impermeables. Por lo tanto, almacenan aguas subterráneas a una presión superior a la atmosférica, llenando todos los poros y orificios del conjunto geológico (Ordoñez, 2011) (Martínez, Massone, & Quiroz, 2012) (Tóth, 2000).

2.2.3 Semi-confinados: Aquellos en que el agua se encuentra a presión, pero que algunas de las capas o techos presentes no son totalmente impermeables, por lo que se producen filtraciones que recargan o quitan agua de la zona de acumulación (Ordoñez, 2011) (Martínez, Massone, & Quiroz, 2012) (Tóth, 2000).

2.3 Acuífero

Es importante comprender este concepto para comprender la dinámica de las aguas subterráneas, y se refiere a una estructura geológica con suficiente permeabilidad para transportar y producir agua mediante sus poros o grietas, logrando que el hombre pueda aprovecharla, además el agua

subterránea almacenada en los acuíferos es una parte fundamental del ciclo hidrológico (Ordoñez, 2011).

2.3.1 Tipos de acuíferos

2.3.1.1 Según la presión hidrostática:

Acuíferos libres. También conocidos como no confinados o freáticos. Son aquellos cuyo nivel de agua está por debajo del límite superior de la formación permeable. Liberan agua por desaturación, es decir, el agua que ceden proviene del drenaje de los poros (Pérez, 2016).

Acuíferos confinados. Conocido como cautivo, el agua está sujeta a una presión por encima de la atmosférica ocupando completamente los poros o huecos de las formaciones geológicas saturándola por completo, no existe zona no saturada (Manzano & Naranjo, 2012).

Acuíferos semiconfinados. El techo no es totalmente impermeable, ya que permiten una circulación vertical del agua (Reino, 2013).

2.3.1.2 Según las características de las rocas (Cabrera & Custodio, 2013):

Acuífugo. No tiene la capacidad de circular o retener el agua.

Acuícludo. Contiene agua e incluso alcanza la saturación, pero no la transmite.

Acuícardo. Contiene agua y la transmite muy lentamente.

2.4 Composición química del agua subterránea

Conocer los componentes disueltos del agua subterránea es una de las características más importantes para definir. La presencia y concentración de ciertos compuestos hacen que el agua subterránea sea distinta de otras. Los procesos y factores que intervienen la evolución de la calidad del agua subterránea pueden ser factores intrínsecos o extrínsecos al acuífero (Reino, 2013).

El agua subterránea tiende a aumentar las concentraciones de sustancias disueltas según como se infiltren y aumenten su recorrido en los diferentes acuíferos (Reino, 2013).

La mayoría de los elementos presentes en las aguas subterráneas naturales se encuentran en estado iónico (Zamora & Valdizón, 2014).

Los iones primordiales, que representan la totalidad de los iones disueltos son: cloruro (Cl^-), sulfato (SO_4^{-2}), bicarbonato (HCO_3^-), sodio (Na^+), calcio (Ca^{+2}) y magnesio (Mg^{+2}). A menudo se considera los iones nitrato (NO_3^-), carbonato (CO_3^{-2}) y potasio (K^+) pese a que su proporción suele ser pequeña (Navia, 2019).

Los iones minoritarios, pertenecen a las sustancias que se encuentran en cantidades menores del 1% del contenido total, que los iones fundamentales. Los iones menores más importantes son: NO_3^- , CO_3^{-2} , K^+ , Fe^{+2} , NO_2^- , F^- , NH_4^+ , Sr^{+2} (entre 0.01 y 10 ppm) y Br^- , S^{+2} , PO_4^{-3} , NO_2^- , Fe^{+3} , Mn^{+2} , NH_4^+ , Al^{+3} (entre 0.0001 y 0.1 ppm) (Aguilera, 2010).

Los elementos traza, son aquellos que por lo general están en concentraciones difícilmente medidos por medios químicos usuales, algunos de ellos son los iones metálicos derivados del As, Sb, Cr, Pb, Cu, Zn, Ba, V, Hg, U (Navia, 2019).

2.5 Calidad del agua subterránea

El concepto de la calidad de las aguas subterráneas está estrechamente relacionada al grado de aptitud respecto al uso al que sea destinado, por lo tanto, es más estricto en términos de agua para consumo humano, que si se habla de aguas para el riego de cultivos. Además, se debe considerar que la aptitud para una aplicación particular depende de la presencia o ausencia de ciertos componentes y de los niveles de concentración en los que se encuentren (Mite, y otros, 2016).

Las características especiales y las condiciones naturales del agua subterránea la hacen muy adecuada para su uso. Esto se debe a la amplia distribución de los estratos del acuífero, el importante almacenamiento de agua, la facilidad de captura y el alto grado de protección general contra los contaminantes (Mite, y otros, 2016).

2.6 Geología-Estratigrafía

La geología es la información fundamental para los estudios hidrogeológicos, definiendo las propiedades y estructuras geológicas de las rocas, favoreciendo el almacenamiento de las aguas subterráneas (Vélez, Ortiz, & Vargas, 2011).

La estratigrafía es la rama de la Geología que se encarga del estudio y descripción de las relaciones geométricas y la edad entre los lentes, lechos, y formaciones de los sistemas geológicos de origen sedimentario (Reyes, y otros, 2011).

Uno de los propósitos de la estratigrafía en las rocas es identificar la forma, composición litológica, propiedades físicas y geoquímicas, sucesión original, relación de edad, distribución y contenido de los fósiles; todas estas características ayudan a identificar y reconstruir sucesos geológicos de manera secuencial (Tenelema, 2017).

2.7 Diagrama de Piper

Este diagrama constituido por dos triángulos equiláteros y un rombo que simboliza la composición aniónica y catiónica, se utiliza para la interpretación preliminar de los datos hidroquímicos, su uso está vinculado con el balance iónico, ya que con estos datos se construye este diagrama (Mis, 2017).

Además, se basa en la interpretación geológica del área, y revela la distribución espacial y la evolución temporal a través del procesamiento de datos; también es parte de una técnica gráfica utilizada para interpretar datos (Mis, 2017).

2.8 Actividades Antrópicas

Se refiere a cualquier acción o intervención realizada por el ser humano sobre la naturaleza, estas actividades pueden ser: deforestación, pesca, agricultura, la mayoría de las emisiones de gases de carbono a la atmósfera (Gómez, Gutiérrez, & Torres, 2011).

Las aguas subterráneas no están directamente expuestas a los efectos de las actividades humanas, desarrolladas normalmente en superficie (Vilchez Marin, 2019). No obstante, las principales actividades que generan contaminación de las aguas subterráneas se pueden englobar en los siguientes grupos: residuos sólidos urbanos, aguas residuales, actividades agrícolas, ganadería, actividades industriales y mineras, y actividades nucleares (Panca, 2014).

2.9 La contaminación de las aguas subterráneas

La contaminación de las aguas subterráneas puede definirse por cambios en su calidad natural, que pueden destruir parcial o completamente el uso previsto de los recursos (Mite, y otros, 2016).

2.9.1 Modos de contaminación subterránea

El agua subterránea no está expuesta directamente a los efectos de las actividades humanas que normalmente se llevan a cabo en la superficie. Sin embargo, los contaminantes llegan los acuíferos de varias maneras (Sánchez, 2017):

- Infiltración de sustancias depositadas en la superficie, o de la lluvia.
- Disolución de sustancias por el flujo natural del agua subterránea
- Filtración desde un río influente
- Derrames de depósitos o conducciones, superficiales o enterrados.
- Desde la superficie a través de captaciones abandonadas o mal construidas.
- Desde otro acuífero, a través de captaciones que comuniquen ambos acuíferos
- Inyección en pozos

2.10 Fuentes principales de nitratos en aguas subterráneas

La concentración de nitratos en el agua subterránea es un tópico común de muchas discusiones acerca de la calidad del agua, ya que es de importancia tanto para humanos como para animales. (Castellanos, Martínez, Rivera , Núñez, & Faz , 2012).

El ingreso de los nitratos a las aguas subterráneas es una consecuencia de procesos naturales y del impacto directo o indirecto de las actividades humanas. Los procesos naturales incluyen la precipitación, la meteorización de minerales y descomposición de la materia orgánica (Castellanos, Martínez, Rivera , Núñez, & Faz , 2012).

Los nitratos que se derivan de las actividades humanas abarcan: la escorrentía de terrenos cultivados, efluentes de lagunas y tanques sépticos, aplicación excesiva de nitrógeno, deforestación y cambios en la materia orgánica del suelo debido a la rotación de cultivos (Albo & Blarasin, 2014).

Según su fuente y distribución espacial, se dividen en dos tipos de fuentes de nitrógeno, puntuales, las cuales están relacionadas con las actividades industriales y urbanas (relacionadas con el lixiviado de los vertederos de residuos sólidos municipales, descarga de aguas residuales urbanas, etc.) y difusas relacionadas con las actividades de origen agrario (Mite, y otros, 2016).

Es muy común en la literatura científica que las prácticas agrícolas sean la principal causa de contaminación por nitratos en las aguas subterráneas, y este argumento se basa en la relación entre otros puntos de vista. A medida que se utiliza el suelo para el desarrollo agrícola, el contenido de nitratos ha aumentado, el consumo de fertilizantes ha evolucionado en los últimos años y los sistemas de producción ganadera han cambiado (Mite, y otros, 2016).

2.10.1 Fuentes naturales

La pequeña cantidad de nitrógeno contenida en las rocas ígneas puede proporcionar algunos nitratos para el agua natural durante la meteorización. Todos los compuestos de nitrato son altamente solubles en agua y cualquier nitrato que se forme durante este proceso, se encontrará en solución (Rodríguez, Gauna, Martínez, Acevedo, & Romero, 2012).

El nitrato en las aguas superficiales y subterráneas proviene de la descomposición natural, por microorganismos, de materiales nitrogenados orgánicos como las proteínas de las plantas, animales y excrementos de animales (Castellanos, Martínez, Rivera, Núñez, & Faz, 2012).

2.10.2 Fuentes artificiales

Fertilizantes. La producción agrícola requiere en gran medida de si el suelo puede producir cultivos de alto rendimiento, y esta capacidad depende de la fertilidad de este. El contenido de nutrientes de origen natural en el suelo generalmente no es suficiente para lograr una fertilidad apropiada, por lo que se utilizan fertilizantes naturales orgánicos y químicos (Urbana & Mora, 2012).

Excretas animales. Otra fuente importante de nitrato son los excrementos de animales, que contienen una gran cantidad de sustancias que contienen nitrógeno, que pueden convertirse en nitrito y luego en nitrato. Cuando se trata de un desarrollo intensivo, el problema es más grave (Urbana & Mora, 2012).

2.11 La problemática de los nitratos y las aguas subterráneas

En el caso de la contaminación generalizada, uno de los capítulos más relevante es el problema causado por el aumento del contenido de nitratos en las aguas, debido al notable número de aprovechamientos para abastecimientos afectados, que intensifica progresivamente por la creciente y persistente acción de una serie de actividades e instalaciones potencialmente contaminantes (Castellanos, Martínez, Rivera, Núñez, & Faz, 2012).

El problema con los nitratos es que son contaminantes móviles en el agua subterránea, estos no serán absorbidos por los materiales del acuífero y no precipitarán como los minerales, estos factores hacen que una gran cantidad de nitrato disuelto permanezca en el agua subterránea. Debido a su naturaleza soluble, los nitratos tienden a viajar largas distancias en la subsuperficie, específicamente en sedimentos altamente permeables o rocas fracturadas (Bolaños, Cordero, & Segura, 2017).

Por su naturaleza, los acuíferos se contaminan muy lentamente, pero una vez contaminados, son difíciles de autodepurar, la única opción para evitar la contaminación por nitratos en acuíferos poco profundos que son vulnerables a la contaminación es comenzar por controlar el uso del suelo (Burgos, 2018).

2.12 Efectos de los Nitratos sobre la salud

La principal vía de entrada de los nitratos en el cuerpo es por vía oral, esto se debe al 5-10% aproximadamente de la ingesta total de nitratos por las bacterias de la saliva, estómago e intestino delgado del ser humano, provocando efectos tóxicos debido a su conversión (reducción) a nitritos y no a los nitratos directamente. El consumo desmedido de nitritos podría provocar enfermedades como (Cavero & Ibañez , 2011) (Montiel, Armienta , Rodríguez , & Domínguez, 2014):

- Metahemoglobinemia, es decir, un incremento de metahemoglobina en la sangre, que es una hemoglobina modificada (oxidada) incapaz de fijar el oxígeno y provoca limitaciones de su transporte en los tejidos.
- Los nitritos se transforman en nitrosaminas que afectan al estómago e hígado, pudiendo originar cáncer.
- En mujeres embarazadas, atraviesan la placenta y están asociados a defectos del nacimiento, como paladar hendido o defectos del tubo neural.
- La enfermedad de los niños azules o también conocida como síndrome del bebé azul, es el término que se utiliza para describir a los recién nacidos con lesiones cianóticas, como el tronco arterial común, la transposición de los grandes vasos, la atresia tricúspide, la tetralogía de Fallot y el retorno venoso pulmonar anómalo total.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 Ubicación del Proyecto

El presente estudio se realizó en las fuentes de captación de agua subterránea que utiliza la ciudad de Riobamba, estas fuentes están ubicadas en el sector de Llío y San Pablo, parroquia San Andrés, cantón Guano. Para cumplir con el objetivo del estudio se realizaron los siguientes pasos metodológicos: descripción de la Geología-Estratigrafía, capacidad de campo e infiltración de la zona de estudio, determinando las áreas y las actividades antrópicas que pueden influenciar la zona de estudio. Además, se analizó el agua de los pozos de Llío y vertiente de San Pablo, para identificar concentraciones de nitratos, estos resultados fueron relacionados con lo mencionado anteriormente, determinando si existe o no influencia de las actividades antrópicas en la zona de estudio.

3.2 Caracterización de la Zona de Estudio

Para caracterizar las zonas de estudio se realizó un cruce de información bibliográfica, además de información cartográfica, esto permitió conocer hacia donde se mueve el agua subterránea y las zonas de recarga de la misma. Una vez identificada esta zona se realizó la descripción Geológica y Estratigráfica, para de esta manera tener el tipo de estructura y rocas que se encuentran en el subsuelo del acuífero, permitiendo así relacionar la composición de las rocas con la concentración de Nitratos presentes en el agua que se obtienen en Llío y San Pablo.

Además, como parte complementaria para entender el movimiento del agua se utilizó los resultados obtenidos por (Iturralde & Fiallos, 2019) respecto a las características, capacidad de campo e infiltración, permitiendo así relacionar la presencia de la concentración de nitratos en el proceso de infiltración.

Definición de las áreas y las actividades antrópicas, para esto se tomó en cuenta el área aledaña, indicando cuales son las actividades antrópicas directas y de mayor intensidad, que pueden influenciar la zona de estudio. Estas áreas antrópicas fueron determinadas mediante cartografía,

base de los trabajos de (Mendoza, 2015) y (Iturralde & Fiallos, 2019), además de información obtenida del PDOT de Guano.

Para determinar el comportamiento de los nitratos en el agua en la zona de estudio se utilizó los resultados de análisis de agua obtenidos por el proyecto PIMI -15-02 desde el año 2016 hasta el 2019. Además, se utilizó resultados de análisis de laboratorio de la EP-EMAPAR del año 2020.

3.3 Tratamiento de la información y análisis

En primer lugar, una vez identificados los estratos geológicos donde se encuentran emplazados los puntos de muestreo de la vertiente y los pozos, se clasificaron estos por la composición geológica y estratigráfica. Después se interpretó los resultados de análisis de agua de Llío y San Pablo de acuerdo a su composición geoquímica, para determinar qué tipo de agua es y su origen, esto mediante el diagrama de Piper y descripción geológica realizada por Salguero (2017) y Procel (2018). De la misma manera se identificaron las actividades antrópicas presentes en el área de influencia de la zona y se ubicaron los datos obtenidos de la concentración de nitratos de manera temporal. Al final se realizó la comparación respecto a las normas que muestran niveles admisibles de Nitratos (Tabla 1), para agua de consumo humano que debe cumplir con estándares de calidad para evitar riesgos de enfermedades (Baque-Mite, y otros, 2016).

Tabla 1. Criterios de calidad del agua para consumo humano.

Parámetros	NTE			
	INEN	EPA	Acuerdo Ministerial n° 097	OMS
Nitratos (mg/l)	50	10	50	50

Fuente: (Baque-Mite, y otros, 2016)

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 GEOLOGÍA

4.1.1 Geología regional

Ecuador está ubicado en una región tectónica y volcánicamente activa debido a la convergencia de la Placa de Nazca y la Placa Sudamericana desde el Oligoceno (Gutscher, Malavieille, Lallemand, & Collot, 1999). Según (Aspden & Litherland, 1992) las cadenas montañosas de la Cordillera Occidental y Oriental están formadas por rocas de naturaleza exótica y nativa, incorporadas al continente durante varios períodos geológicos. La Cordillera Oriental está compuesta básicamente por rocas metamórficas agrupadas en divisiones tectónicas distribuidas de oeste a este por las unidades (paleozoico y mesozoico): Guamote, Alao, Loja, Salado y Zamora. Estas divisiones están separadas por fracturas regionales conocidas como Peltetec, Frente Baños, Llanganates y Cosanga Méndez. Superpuestos a las rocas metamórficas hay depósitos volcánicos cenozoicos (Litherland, Aspden, & Jemielita, 1994). La cordillera occidental está formada por dos divisiones tectónicas llamadas Pallatanga y Macuchi. La primera división constituye el basamento está formado por rocas de origen oceánico (turbiditas, basaltos y sedimentos marinos profundos), que fueron acumuladas en el continente durante el Cretácico-Eoceno a través de la fractura Calacalí-Pallatanga-Pujilí (Hughes & Pilatasig, 2002). La segunda división consiste en una secuencia volcánico-sedimentaria (areniscas y brechas volcánicas de composición basáltica a andesítica) que fue agregada contra la unidad Pallatanga a lo largo de la zona de cizallamiento de Shimbo Toachi al final del Eoceno (Hughes & Pilatasig, 2002). El valle interandino está limitado por fallas asociadas con el origen de los Andes. Se extiende desde el Valle de Chota en el norte hasta Alausí en el sur. Según (Winkler, y otros, 2005), el valle comenzó a formarse al final del Mioceno. El basamento corresponde a las rocas oceánicas pertenecientes al terreno de Pallatanga (Villagómez, 2003) y los materiales que lo llenan son esencialmente depósitos y sedimentos volcánicos de la era Pliocuatnaria (Litherland, Aspden, & Jemielita, 1994).

4.1.2 Vulcanismo ecuatoriano

El vulcanismo de Ecuador se ha registrado en los Andes desde el Mioceno-Plioceno. En el centro del país está representada por las formaciones Pisayambo, Sicalpa, Cisarán, Tarqui y Quimsacocha

(Hall & Beate, 1991). Los productos volcánicos del Plio-Pleistoceno se encuentran en las regiones más antiguas de los volcanes más antiguos y se denominan volcánicos indiferenciados (BGS-CODIGEM, 1997). El arco volcánico Cuaternario está representado por 84 volcanes distribuidos en la Cordillera Occidental (frente volcánico: Chimborazo, Carihuairazo, entre otros), Valle Interandino y Cordillera Oriental (arco volcánico principal: Igualata, Calpi, Tulabug etc y Altar, Tungurahua etc.) y levantamiento subandino (Sumaco, Pan de Azúcar, Yanayacu etc.) (Hall & Beate, 1991). El vulcanismo cuaternario se caracteriza por una alternancia compleja de lavas básicas e intermedias (dacita anfibolítica y andesitas con piroxenos) en la Cordillera Occidental; lavas básicas a ácidas (basaltos a riolitas) en el Valle de Interandino; lava de andesitas ácidas y básicas, productos piroclásticos, lava riolítica en la Cordillera Oriental; y rocas alcalinas en la prospección subandina (Hall & Beate, 1991); (Barberi, y otros, 1988).

4.2 Geología local

El área de estudio se ubica en la cuenca volcano-sedimentaria del río Chambo, en la depresión interandina, donde secuencias sedimentarias, pleocénicas y pleistoceno cubren el basamento mesozoico, constituido en la región por las rocas jurásicas de la Unidad Alao Paute, Guamote, río Daldal, San Pablo de Sali y las rocas del Cretácico de la Unidad Peltetec y Formación Yunguilla. Las unidades que forman la base de la cuenca baja del río Chambo, están ubicadas en la zona 2, en la Cordillera Oriental, respecto a la zona de estudio que es el sector de Llío y San Pablo (figura 1), esta área se describe a continuación:

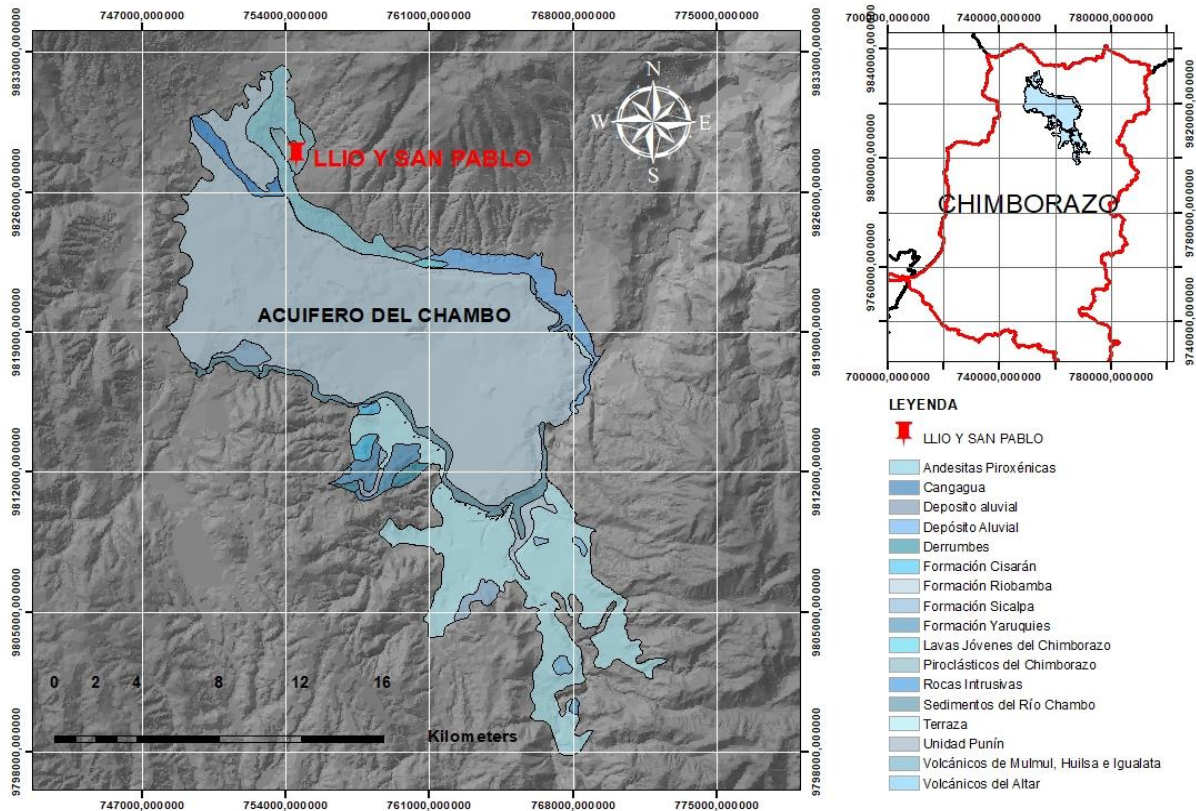


Figura 1. Geología del acuífero del río Chambo

Fuente: Modificado de (Salguero, 2017), (Procel, 2018), (Mayorga, 2020) (Mendoza, 2015).

- a) Volcánica de Igualata: esta zona está dividida en: coladas de lava, depósitos piroclásticos y volterales y depósito de avalancha de escombros. Los flujos de lava se encuentran al oeste del río Chambo. Litológicamente, están compuestos por andesitas oscuras (negras, azules) con un alto grado de ingresos. Los depósitos volcanoclásticos de caudales rotatorios y piroclásticos cubren fundamentalmente los valles de Guano y Riobamba y están compuestos por estratos de arena volcánica, ceniza volcánica fina y ceniza compactada de colores claros (beige y marrón) de 60 m de espesor. Mineralógicamente, contienen 12% de plagioclasa, 5% de hornblenda, 3% de piroxeno y 70% de matriz con cristales de plagioclasa y vidrio volcánico (Salguero, 2017). Los flujos piroclásticos corresponden a capas basales de arenas volcánicas estratificadas, seguidas de una unidad de ignimbrita con clastos líticos andesíticos. El lahar se caracteriza por una matriz sostenida con grandes clastos y bloques de hasta 1m de composición andesítica (Salguero, 2017).

- b)** Chimborazo volcánico: se dividen en avalancha de escombros, depósitos piroclásticos y derrumbes y flujos de lava. La avalancha de escombros tiene un espesor variable, dependiendo de su ubicación, alcanzando unos 200 m en Guano y 10 m en Calpi. La avalancha tiene un tamaño de partícula grueso y está mal seleccionada y sin estratificación. Se caracteriza por una abundancia de clastos fracturados, que varían en tamaño desde centímetros a metros (25 cm a 3 m). Los clastos son monolíticos (andesita) y están separados por una matriz heterogénea de la misma composición. Los flujos de lava se dan en las localidades de San Pablo y San Andrés, principalmente, y están constituidos por andesitas oscuras (grises y azules) con cristales de plagioclasa y piroxeno gruesa (Salguero, 2017).
- c)** Formación Cizarán: ubicada en la porción suroeste de la cuenca baja del río Chambo. Está compuesta por productos volcánicos (sedimentos volcanoclásticos gruesos y lava intermedia). Los sedimentos volcánicos están representados por arenas medianas y gruesas de colores claros (beige y marrón) y las lavas intermedias de composición andesítica, con bloques (gris, negro) de tamaño variable en una matriz de arena media a gruesa (Salguero, 2017).
- d)** Formación Riobamba: la formación se puede dividir en dos secuencias, una sedimentaria y otra vulcanoclástica. La primera está formada por una sucesión de capas sedimentarias que, de abajo hacia arriba, están formadas por conglomerados monolíticos (andesita) en una matriz arenisca-limosa, seguidas de capas de arenisca y limolita y areniscas delgadas dispuestas horizontalmente. La secuencia se vuelve más densa a medida que te acercas a las ciudades de Cubijies y Quimiag. La secuencia vulcanoclástica consta de capas de areniscas volcánicas negras y beige, intercaladas con piedra pómez, lítica andesítica y ceniza volcánica fina (Salguero, 2017).
- e)** Formación Cangahua: litológicamente, son cenizas volcánicas compactas, macizas, de color marrón claro, de color beige, intercaladas con capas de fina ceniza blanca. Cangahua es un material piroclástico reelaborado que se distribuye por toda la región interandina (Clapperton & Vera, 1886).
- f)** Coluviones: ubicados por encima de los 3600 m de altitud (en el Igualata y Chimborazo) gruesa (Salguero, 2017). Según (Salguero, 2017), corresponden a depósitos con lítico andesítico.

4.3 Hidrogeología

Según lo descrito por Procel (2018) en la zona existen tres acuíferos, del tipo multicapa, denominados Llío Guano, Riobamba y Yaruquíes. El Acuífero Llío-Guano, ubicado cerca de los volcanes Chimborazo e Igualata, es de tipo libre, de doble porosidad, con un espesor promedio de 200 m, asociado a los depósitos volcanogénicos de las formaciones Chimborazo (superior) y Cizarán (inferior). El caudal medio explotado es de 0,27 m³/s, de los cuales 0,039 m³/s corresponden a los caudales de los pozos ubicados en Llío y Guano. El resto, 0,23 m³/s, corresponde a la fuente San Pablo, ubicada aproximadamente a 1 km al suroeste de los pozos de Llío. Estos pozos y el manantial son la fuente de agua para abastecimiento público en la ciudad de Riobamba y Guano. La conductividad hidráulica es del orden de 6.0×10^{-6} m/s y el nivel de agua promedio igual a 65 m, en los pozos que atraviesan los depósitos de la Formación Chimborazo, y 140 m, en los perforados en la Formación Cizarán. La dirección predominante del flujo de agua es de noroeste a noreste (de Chimborazo al río Chambo) y de norte a sur (de Igualata al río Guano) (Procel, 2018).

4.4 Estratigrafía

La estratigrafía de la zona de Llío y San Pablo es descrita por Mayorga (2020), este estudio permitió comprender la composición de esta respecto a la resistividad eléctrica. A continuación, se describe la estratigrafía de los pozos de Llío y del manantial San Pablo:

El pozo 1 constituido por zonas permeables, ya que contiene perfiles litológicos de arena, gravas gruesas y piedras. Además, presenta zonas semipermeables compuestas por gravas, areniscas arcillosas y cuarcitas, esquistos sanos y granito alterados. Las zonas impermeables se presentan en forma de lavas y granitos sanos (Mayorga, 2020).

El pozo 2 muestra zonas permeables y semipermeables compuestas por areniscas arcillosas y cuarcitas, lavas, granitos alterados, gravas gruesas, granitos medianos. La zona impermeable se manifiesta como lavas y granito sanos (Mayorga, 2020).

El pozo 3 presenta zonas permeables observando la presencia de arena fina y media, grava angular y cantos. En las zonas semipermeables e impermeables encontramos gravilla angular, cantos, arena y gravas gruesas, lavas y granito sanos (Mayorga, 2020).

El pozo 4 muestra la presencia de arena fina y media, gravilla angular y granitos, propios de una zona con buena permeabilidad. En las zonas semipermeables encontramos granito grueso y piedras. Las zonas impermeables están compuestas por lavas, y granitos sanos (Mayorga, 2020).

El pozo 5 indica zonas permeables compuesta por arena fina y media, arena media y gruesa, cantos, grava gruesa y arcilla café arenosa. Las zonas semipermeables están compuestas por arenas y gravas, areniscas arcillosas y granito alterado. Las zonas impermeables están compuestas de lavas, granitos sanos (Mayorga, 2020).

El pozo 6 muestra zonas permeables con presencia de arena fina y media, cantos, grava gruesa y arcilla café arenosa. Por otra parte, las zonas semipermeables e impermeables están compuestas por arenas y gravas, esquistos arcillosos o alterados, y granito alterado, lava y granitos sanos (Mayorga, 2020).

El pozo 7 presenta zonas permeables con presencia de arena media y gruesa, cantos, grava gruesa y arcilla café arenosa. La zona semipermeable está compuesta por arenas y gravas, areniscas arcillosas y cuarcitas. Las zonas impermeables compuestas por lavas, granitos sanos (Mayorga, 2020).

La vertiente San Pablo presenta zonas permeables con presencia de arena media y gruesa, cantos, grava gruesa y arcilla café arenosa, además se muestran zonas impermeables lo que representa arenas y gravas, areniscas arcillosas y cuarcitas (Mayorga, 2020).

La estratigrafía principal de la zona de estudio presenta arenas finas, medias y gruesas, gravas gruesas, grava angular, cantos, areniscas arcillosas, arcilla café arenosa, cuarcitas, esquistos sanos, granito alterado, granitos sanos, granito grueso, granitos medianos, lavas (Mayorga, 2020).

4.5 Capacidad de Campo e Infiltración

Para poder describir la capacidad de campo e infiltración se identificó en primer lugar el área de influencia (figura 2), realizando cruce de información entre: tipo y uso del suelo, cobertura vegetal, geología y geomorfología de la zona. Para así determinar que de acuerdo a la geomorfología y el movimiento del agua que se da en esta zona, se identificó la incidencia de dos fuentes: desde el volcán Chimborazo y desde el volcán Igualata.

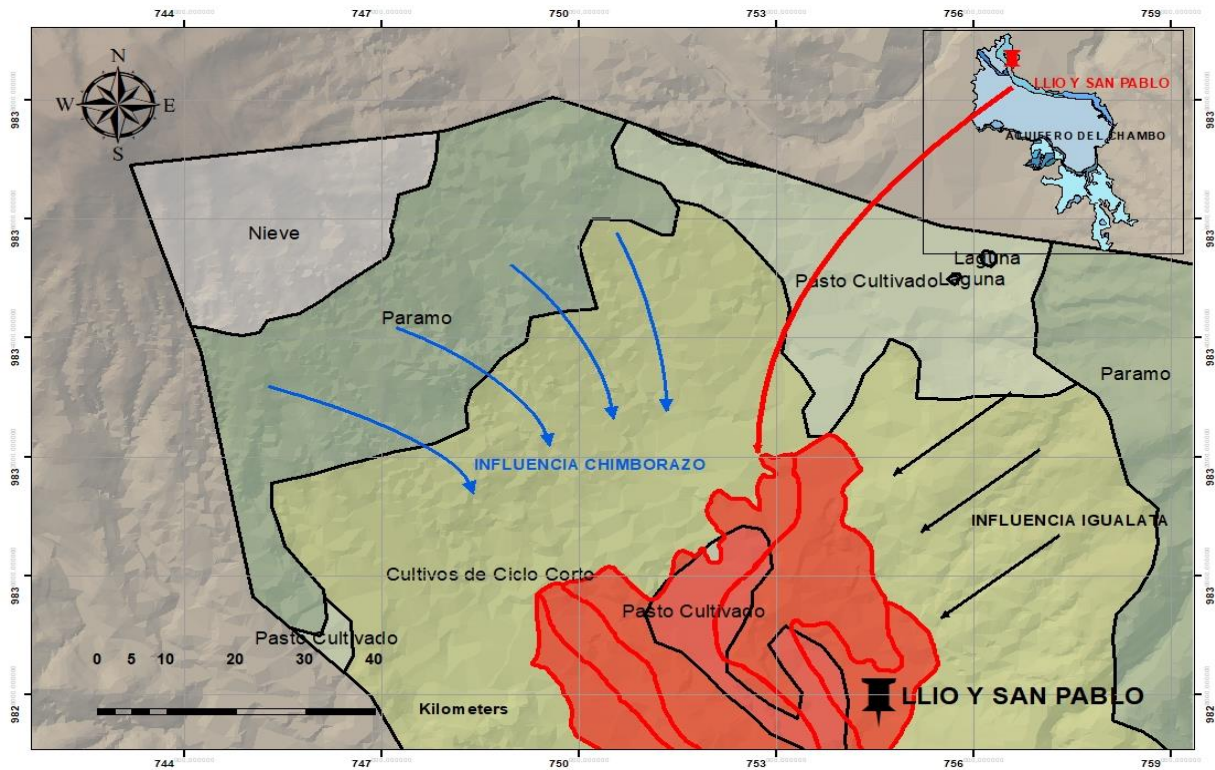


Figura 2. Área de influencia sobre el sector de Llío y San Pablo

Fuente: Autor

Se identificó dos zonas que no permiten infiltración como son cuerpos de agua y nieve, y tres zonas preponderantes en la zona: en las partes altas de ambos volcanes tenemos una porción de páramo hasta los 4000 m.s.n.m, en el centro se observa pasto cultivado y el resto del área de influencia se muestra cultivos de ciclo corto, esto en el rango de los 4000 hasta los 3200 m.s.n.m. En este contexto se muestra como existe gran capacidad e infiltración en esta zona ya que tenemos un promedio de 112.04 mm/h.

Tabla 2. Capacidad de Campo e Infiltración de la zona de Llío y San Pablo.

USO	AREA (Km ²)	Capacidad de Campo	Capacidad de Infiltración (mm/h)
Pasto cultivado	19.73	79.33	108.77
Cultivos de ciclo corto	68.45	84.00	130.84
Páramo	34.49	78.50	96.50

Fuente: Modificado de (Iturralde & Fiallos, 2019).

4.6 Hidrogeoquímica

La clasificación hidrogeoquímica de las aguas subterráneas consideró tres muestras del pozo Llío #5 y tres del manantial de San Pablo recolectadas entre diciembre de 2017 y agosto de 2019 (Anexo 1).

Los resultados de los análisis físico-químicos y químicos de las muestras del pozo y del manantial indicaron la ocurrencia de un tipo de agua predominante con presencia de bicarbonatos de calcio-magnesio en Llío y San Pablo (figura 3).

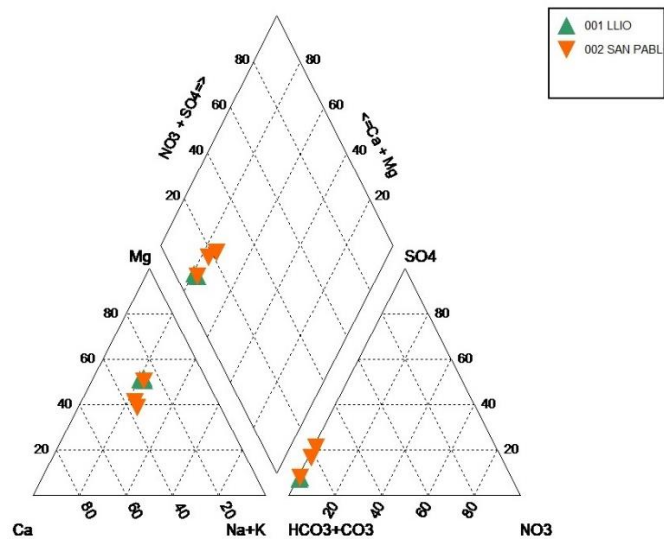


Figura 3. Diagrama de Piper para el pozo 001 Llío 5 y 002 San Pablo

Fuente: Autor

4.7 Variación temporal de la concentración de nitratos en el sector de Llío y San Pablo

Para el estudio de la variación de la concentración de nitratos se tomó en consideración el complejo de bombeo de EP-EMAPAR y el manantial de San Pablo (figura 4). Como se observa en la figura los pozos están emplazados en un área con influencia antrópica, ya que alrededor de las dos fuentes existen áreas de cultivo y pasto.

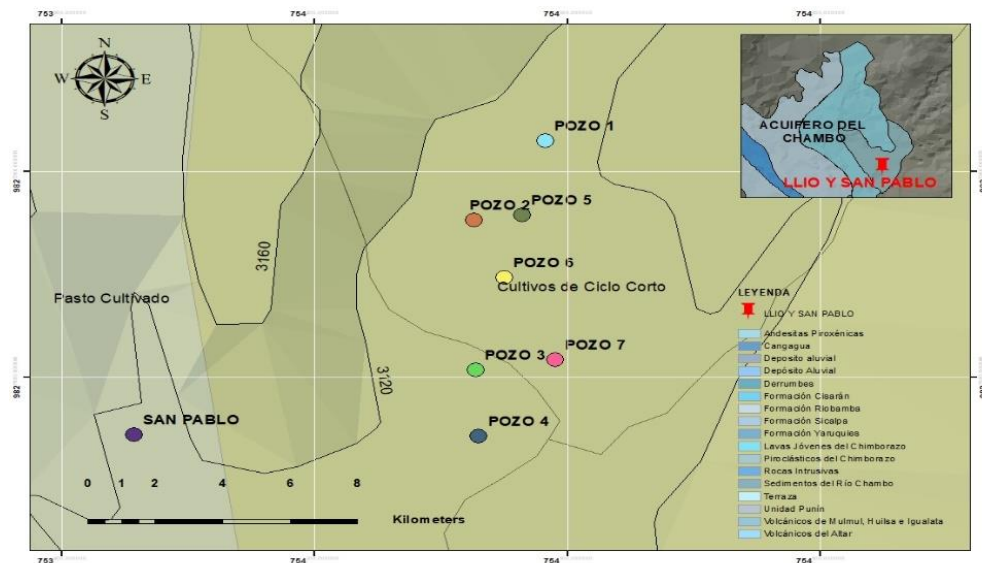


Figura 4. Pozos del complejo de bombeo de EP-EMAPAR y manantial de San Pablo

Fuente: Autor

En este contexto, desde enero de 2016 hasta diciembre de 2020 se realizaron muestreos mensuales del agua de los pozos 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 de Llío y del manantial San Pablo (Anexo 2), estos análisis fueron realizados por el proyecto PIMI-15-02, Laboratorio de Servicios Ambientales, Laboratorio de EP-EMAPAR. De acuerdo como se muestra en la figura 5 se evidencia que existe variación en la concentración de nitratos, además los valores no superan el límite máximo permisible de las normas: INEN NTE 1108 (INEN, 2020), Guías para la calidad del agua de consumo humano (OMS, 2018), Acuerdo Ministerial n° 097 (MAE, 2016).

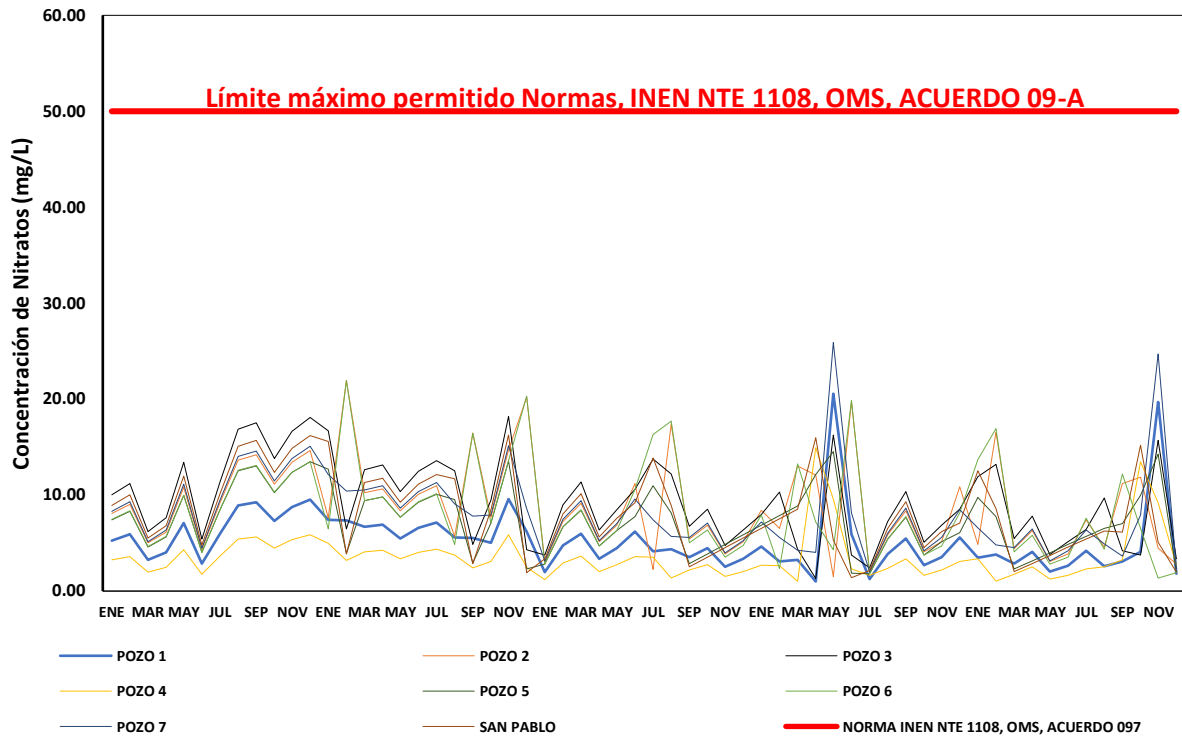
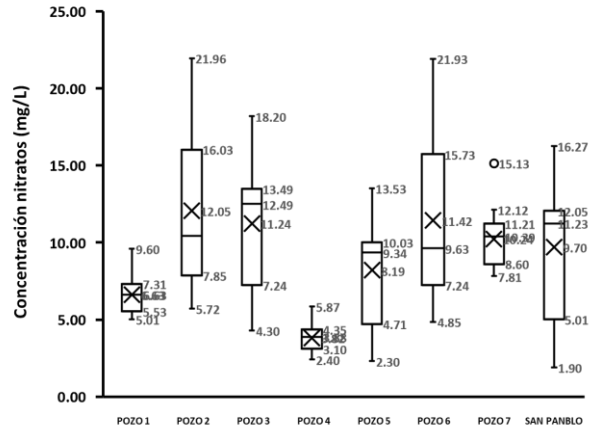
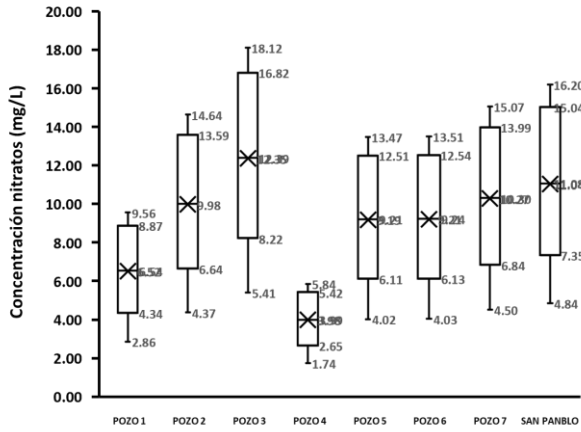


Figura 5. Concentración de Nitratos para el período 2016 - 2020 (mg/L)

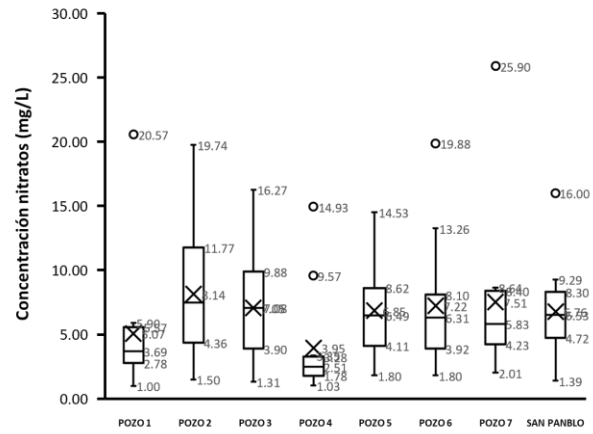
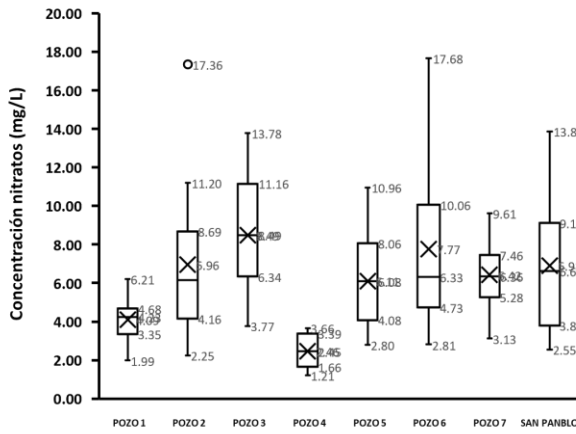
Fuente: Autor

Si bien no se evidencia valores que puedan afectar a la salud de los consumidores del agua, se muestra en cada año variaciones en la concentración de nitratos (figura 6), en el 2016 el valor mínimo es de 1.74 mg/L y el máximo de 18.12 mg/L, para el año 2017 el mínimo es de 1.90 mg/L y el máximo es de 21.96 mg/L, para el 2018 el mínimo es de 1.21 y el máximo de 17.68 mg/L, el 2019 el mínimo es de 1.00 mg/L y el máximo de 25.90 mg/L. El valor medio anual es de 7.4 mg/L entre todos los años de estudio, la desviación estándar de los resultados obtenidos está en 3.75 mg/L, esto implica un valor muy alto con relación a los errores en la medición en laboratorio o en la toma de muestras (Anexo 3).



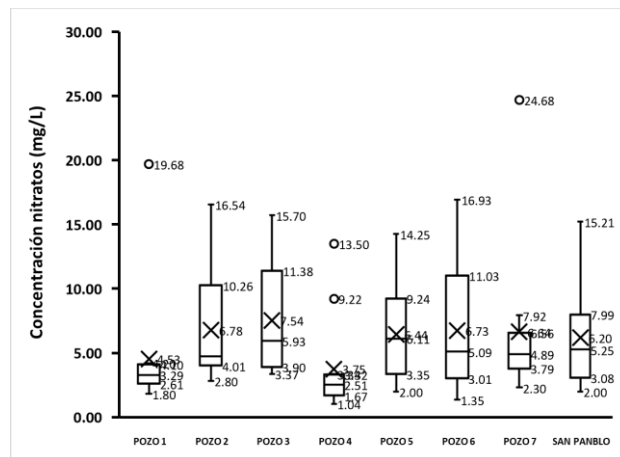
a)

b)



c)

d)



e)

Figura 6. Concentración de Nitratos (mg/L) a) 2016, b) 2017, c) 2018, d) 2019, e) 2020

Fuente: Autor

4.8 Relación entre la estratigrafía y la concentración natural de nitratos

Para establecer la concentración natural de nitratos en la zona de estudio se describe a continuación el análisis microscópico de la litología de la zona de influencia descrito por (Salguero, 2017). En primer lugar, se observan flujos de lava que tienen minerología similar, con textura porfírica seriada dimensional y están compuestas por cristales de:

- a) “Plagioclasa ($\sim 30\%$) idiomorfos a subidiomorfos, con maclas tipo Carlsbad, con estructuras en golfos y con bordes de reacción, granulométricamente variable, en tamaños de 0,6 a 2,5 mm y con una composición de andesina y oligoclasa (para los cristales de menor tamaño)” (Salguero, 2017).
- b) “Clinopiroxenos (8%) y ortopiroxenos (7%) alotriomórficos a subidiomórficos, con bordes de reacción y en tamaños $< 1\text{mm}$ ” (Salguero, 2017).
- c) “La matriz (52%) varía en función de la distancia y está compuesta por microlitos de plagioclasa, piroxenos, vidrio volcánico y óxidos de hierro ($< 3\%$)” (Salguero, 2017).

Estas estructuras de lava andesíticas están inmediatamente dispuestas sobre el depósito de avalancha de escombros de la erupción del volcán Chimborazo y apenas contienen finas capas de regolito y suelo. Estos flujos de lava andesíticos se depositaron y rellenaron quebradas y valles antiguos, formados en el interior del depósito de la avalancha de escombros de la erupción del volcán Chimborazo (Procel, 2018) (Salguero, 2017).

Como se muestra en la descripción de Salguero (2017), el tipo de rocas y su composición muestra en su mayoría rocas compuestas por Sílice, Calcio, Sodio, Aluminio, Magnesio, Manganeso, Litio, Hierro, Óxidos de Hierro. Además, el análisis geoquímico de las muestras de agua presentado en el apartado 4.6 muestra también que el agua presente en el pozo Llío 5 y manantial San Pablo tienen abundancia de bicarbonatos de calcio-magnesio, por lo que de manera natural los Nitratos no se podrían originar en el complejo geológico que se estudió, pasando al proceso de formación del nitrógeno por presencia de componentes orgánicos, atmosféricos y antrópicos.

4.8.1 Causas para la variación de la concentración de nitratos de Llío y San Pablo.

De lo descrito anteriormente se evidencia que la influencia mayor hacia la zona de Llío y San Pablo está dada por la topografía de la zona. En este caso, tanto la parte alta del volcán Chimborazo

como la del volcán Igualata influyen en el flujo de agua superficial y subterránea, y por tanto en la infiltración de agua en esta área.

En la figura 2 se muestra zonas de páramo en cada área de los volcanes lo que provoca retención de agua y gran poder de infiltración hacia el acuífero en esta zona, podríamos decir que estas dos zonas son las áreas de recarga de agua para este sistema de agua subterránea. Además, se observa en la parte intermedia antes del límite superior del acuífero de la misma figura 2, zonas con pasto cultivado y cultivos de ciclo corto. Estas zonas tienen como propiedad principal la presencia de materia orgánica en la parte superior del suelo (Iturralde & Fiallos, 2019). Entonces, lo descrito anteriormente se puede aseverar que la presencia de nitratos en las capas más superficiales del suelo en la zona de estudio es por el efecto del ciclo del nitrógeno como lo describe Holloway y Dahlgren (2002). Por tanto, la capacidad de infiltración que posee la zona de estudio permite que los compuestos nitrogenados vayan hacia el acuífero. Además, se debe tomar en cuenta las épocas lluviosas en la zona (Mendoza, 2015), ya que en los meses de marzo a mayo existe mayor cantidad de precipitación por lo que influye en el lavado del suelo y en el arrastre del todo tipo de compuestos hacia la capa freática. Todo este grupo de detalles presentes en la zona son los que probablemente inciden en la concentración de nitratos presentes en las aguas de Llío y San Pablo.

CAPÍTULO V

5. 1 CONCLUSIONES

La geología, estratigrafía, litología en conjunto con el estudio de la capacidad de campo e infiltración permiten conocer el área de influencia física del sector de Llío y San Pablo, como se muestra en el documento se observan estructuras volcánicas, flujos de lava y depósitos de avalancha que influyen drásticamente en la infiltración y el movimiento del agua superficial y subterránea. Al determinar la zona de influencia se determinó que las partes altas donde están presentes los páramos son las zonas donde se recarga el acuífero ya que reciben aguas de la precipitación y además de los deshielos del volcán Chimborazo.

El estudio geoquímico permitió conocer las características del agua que se obtienen en el sector de Llío y San Pablo, de acuerdo con los análisis reportados y con su interpretación en relación con los iones y cationes presentes en esta se determinó que tiene características de agua con bicarbonatos de calcio-magnesio en su mayoría, con presencia de pequeñas trazas de metales pesados pero que no influyen en su calidad.

La variedad temporal de la presencia de Nitratos en las aguas de Llío y San Pablo muestra que las concentraciones que existe de estos son menores a lo que sugieren las normas de calidad de agua como la INEN NTE 1108, Acuerdo Ministerial 097-A y lo descrito por la OMS, por lo que, en este sentido el agua mantiene buena calidad respecto a las concentraciones de nitratos. Pero, se observa variaciones fuertes a lo largo del período estudiado, llegando en algunos meses a superar los 20 mg/L, que, si bien aún se mantienen dentro de lo que sugieren las normas, es preocupante como sube la concentración de nitratos en ciertas épocas del año.

Por tanto, de acuerdo con lo estudiado en este trabajo en primer lugar se puede notar que la presencia de la concentración de nitratos es principalmente por efectos biológicos y geoquímicos que se dan en la parte superficial de la zona de estudio, principalmente en las zonas donde se cultivan pastos ya que existe presencia de animales que contribuyen con buena cantidad de compuestos nitrogenados como urea. Además, se evidencia la presencia de zonas con cultivos de ciclo corto, en el cual se utilizan fertilizantes naturales y artificiales con composición nitrogenada. A todo esto, se suma el régimen de precipitaciones en la sierra ecuatoriana y como se mostró la

buena capacidad de infiltración de la zona, hacen que el ciclo del nitrógeno produzca buena porción de nitratos que van hacia el agua subterránea.

El agua que proviene de Llío y San Pablo es de buena calidad de acuerdo a los reportes utilizados en este trabajo de investigación, pero se debe tomar en cuenta que la variación de nitratos encontrados en la misma implica que existe presión antrópica en la zona de origen de esta, por lo que se debe considerar mantener libre de actividades al menos la zona de páramos en la zona de recarga para preservar este recurso que es imprescindible para la población de Riobamba.

5.2 RECOMENDACIONES

- ✓ El estudio permitió conocer las características físicas de la zona, al igual que la composición geoquímica del agua, pero es necesario estudiar utilizando isótopos de nitrógeno para confirmar las conclusiones de este trabajo.
- ✓ Se debe realizar una red de monitoreo de calidad de agua subterránea en el acuífero del río Chambo, ya que la mayor parte de agua que se obtiene de este se usa para consumo humano, tanto en el cantón Riobamba como en Guano.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo, R., Gutiérrez, L., & Ríos, S. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 35(2), 236-247.
- Aguilera, F. (2010). Metodología para determinar calidad natural en acuíferos. *Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias de la Ingeniería, mención Recursos y Medio Ambiente Hídrico. Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil*. Universidad de Chile.
- Albo, M., & Blarasin, M. (2014). Hidrogeoquímica y estimación del fondo natural de nitratos del agua subterránea en un agroecosistema del pedemonte de la sierra de Comechingones. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 71(3), 378-392.
- Alvarado, A., Audín, L., Nocquet, J., Jaillard, E., Mothes, P., & Jarr. (2016). Partitioning of oblique convergence in the Northern Andes subduction zone: Migration history and the present-day boundary of the North Andean Sliver in Ecuador. *Tectonics*, 35(5), 1048-1065.
- Álvarez, T., Carrillo, L., Sánchez, J., Pacheco, J., & González, R. (2016). Calidad del agua subterránea: acuífero sur de Quintana Roo, México. *Tecnología y ciencias del agua*, 7(4), 75-96.
- Andreu, J., & Fernández, M. (2019). *Las aguas subterráneas en España: hacia la sostenibilidad del recurso*.
- Aspden, J., & Litherland, M. (1992). The geology and Mesozoic collisional history of the Cordillera Real, Ecuador. *Tectonophysics*, 205, 187-204.
- Baque-Mite, R., Simba-Ochoa, L., Gonzáles-Ozorío, B., Suatunce, P., Díaz-Ocampo, E., & Cadme-Arevalo, L. (2016). Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI*, 9(20), 109-117.
- Barberi, F., Coltelli, M., Ferrara, G., Innocenti, F., Navarro, J., & Santacrocer, R. (1988). Plio-Quaternary volcanism in Ecuador. *Geol. Mag*, 1-14.
- Bernard, B., & Andrade, D. (2011). *Volcanes Cuaternarios del Ecuador Continental*. Quito.
- BGS-CODIGEM. (1997). British Geological Survey. *Mapa geológico de la Cordillera Occidental entre 0° y 1°S, escala 1: 200.000*.
- Bolaños, J., Cordero, G., & Segura, G. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). *Revista Tecnología en Marcha*, 30(4), 15-27.
- Burgos, T. (2018). Determinación de la vulnerabilidad del acuífero, carga contaminante y concentración de nitratos de agua en pozos del sector Rancho Grande. (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil).
- Bustillos, J. (2008). Las avalanchas de escombros del Tungurahua. *Tesis de Grado, 150*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.

- Cabrera, M., & Custodio, E. (2013). *Hidrogeología y terrenos volcánicos*. Colegio Oficial de Ingenieros de Montes.
- Can-Chulim, Á., Ortega, H., García, N., Reyes, A., González, V., & Flores, D. (2011). Origen y calidad del agua subterránea en la cuenca Oriental de México. *Terra Latinoamericana*, 29(2), 189-200.
- Caraballo, M., & Xavier, J. (2012). *Manual de agua Subterranea*. Montevideo, Uruguay: Denad Internacional SA.
- Castellanos, Z., Martínez, J., Rivera, M., Núñez, G., & Faz, R. (2012). *Contaminación por nitratos en acuíferos del norte de México y del estado de Guanajuato*.
- Cavero, M., & Ibañez, M. (2011). *Determinación de la concentración de nitritos y nitratos en aguas subterráneas impactadas por la minería artesanal en el Cerro El Toro, Shiracmaca-Huamachuco*. La Libertad 2010.
- Clapperton, C., & Vera, R. (1886). The Quaternary glacial sequence in Ecuador: a reinterpretation of the work of water sauer. *Journal of Quaternary sciences*, 1, 45-56.
- De Lima, A., & Orozco, S. (2019). *Evaluación de la eficiencia del desalinizador por evaporación en el tratamiento de agua subterránea en Barranquilla en dos escenarios: Universidad de la Costa y lavadero de carros (Doctoral dissertation, Universidad de la Costa)*.
- Erice, V. (2012). La protección de las aguas subterráneas en el Derecho de Aguas español.
- García, B., & Faggioli, A. (2018). Agua subterránea, deterioro de calidad y reserva. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 1(3), 103-110.
- Gómez, S., Gutiérrez, F., & Torres, C. (2011). Vulnerabilidad, amenaza y peligro a la contaminación de las aguas subterráneas en la región de Bucaramanga. *Revista UIS Ingenierías*, 10(1), 52-64.
- Gutscher, M., Malavieille, J., Lallemand, S., & Collot, J. (1999). Tectonic segmentation of the North Andean margin: impact of the Carnegie Ridge collision. *Earth and Planetary Science Letters*, 168, 255-270.
- Hall, M., & Beate, B. (1991). *El volcanismo Plio-Cuaternario en los Andes del Ecuador* (Vol. 4). Quito.
- Holloway, J., & Dahlgren, R. (2002). Nitrogen in rock: occurrences and biogeochemical implications. *Global biogeochemical cycles*, 16(4), 65-1.
- Hughes, R., & Pilatasig, L. (2002). Cretaceous and Tertiary terrane accretion in the Cordillera Occidental of the Ecuadorian Andes. *Tectonophysics*, 345, 29-48.
- INEN. (2020). Norma INEN NTE 1108 AGUA PARA CONSUMO HUMANO, REQUISITOS.
- Iturralde, S., & Fiallos, M. (2019). *Determinación de la capacidad de campo de las microcuencas de los ríos Chibunga y Guano (Bachelor's thesis, Universidad Nacional de Chimborazo, 2019)*.
- Litherland, M., Aspend, J., & Jemielita, R. (1994). *The metamorphic belts of Ecuador* (Vol. 11). Nottingham: British Geological Survey.
- MAE. (2016). Acuerdo Ministerial 097- A. Quito : Ministerio de Medio Ambiente.


- Mancheno , N. (2010). ANALISIS DE LA PROBLEMATICA Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA.
- Manzano, R., & Naranjo , H. (Junio de 2012). CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLOGÍA DE LA UNIDAD MACHALA. Quito, Ecuador: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.
- Martínez, D., Massone, H., & Quiroz , O. (2012). Estimación de recarga de acuíferos en ambientes de llanura con base en variaciones de nivel freático. *Tecnología y ciencias del agua*, 3(2), 123-130.
- Mayorga, M. (2020). MODELAMIENTO GEOFÍSICO TRIDIMENSIONAL DEL SISTEMA DE BOMBEO DE LLIO, EP EMAPAR. Riobamba, Ecuador: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO.
- Mendoza, B. (2015). Characterization of real aquifers using hydrogeophysical measurements. An application to the chambo aquifer (Ecuador). Rende, Italia: University of Calabria.
- Milán, B. (2015). El agua potable y su incidencia en la condición sanitaria de los moradores de la comunidad Nitiluisa Rumipamba, parroquia Calpi, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo (Bachelor's thesis).
- Mis, K. (Enero de 2017). APLICACIÓN DEL BALANCE IÓNICO Y CONSTRUCCIÓN DEL DIAGRAMA DE PIPER PARA LA EVALUACIÓN DEL POTENCIAL INDUSTRIAL DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CIUDAD DE GUATEMALA. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Mite, R., Suatunce, P., Ochoa, L., Osorio, B., Ocampo, E., & Arevalo, L. (2016). Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador/Quality of water intended for human consumption in a canton of Ecuador. *Ciencia Unemi*, 9(20), 109-117.
- Montiel, S., Armienta , M., Rodríguez , R., & Domínguez, E. (2014). Identificación de zonas de contaminación por nitratos en el agua subterránea de la zona sur de la Cuenca de México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 30(2), 149-165.
- Moyón, R., & Javier, S. (2013). Estudio del as Aguas Subterráneas de la Ciudad de Riobamba y sus Zonas de Influencia: Línea Base (Bachelor's thesis).
- Navia, A. (2019). *Análisis metodológico para la determinación de la condición natural y línea base de la calidad de aguas subterráneas*.
- OMS. (2018). Guías para la calidad del agua de consumo humano. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud.
- Ordoñez, J. (2011). *AGUAS SUBTERRÁNEAS-ACUÍFEROS*. Lima-Perú: Sociedad Geográfica de Lima.
- Panca, R. (2014). Contaminación natural de aguas subterráneas por arsénico en la zona de carancas y huata, puno. *Revista Investigaciones Altoandinas*, 16(1), 51-58.
- Pérez, W. (2016). Clasificación de acuíferos mediante la determinación de parámetros hidráulicos en el abanico aluvial de Ibagué Tolima. Sogamoso, Colombia: UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA.
- Procel, S. (2018). Ferramentas de gestão dos recursos hídricos: estudo de caso na bacia do baixo Rio Chambo (Equador). Sao Paulo, Brasil: Universidade de São Paulo.


- Reino, J. (2013). ESTUDIO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA Y SUS ZONAS DE INFLUENCIA: LINEA BASE. Riobamba , Chimborazo, Ecuador.
- Remache, D., & Vásconez, E. (2019). Modelo de calidad de agua de la red de distribución de agua potable de la ciudad de Riobamba. evaluación de la influencia de la instalación de cisternas y depósitos domiciliarios en la pérdida de calidad del agua. (*Caso de estudio Red el Carmen*) (*Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*).
- Reyes, G., Sánchez, B., Marcedo, M., Gómez, G., Barrientos, B., & Hernández, M. (2011). Perfil estratigráfico del suelo de dos sitios de disposición final de residuos sólidos y su influencia en la contaminación de suelo y agua subterránea.
- Reyes, P. (2006). El complejo ofiolítico Peltetec y su relación con las unidades metamórficas jurásicas de la Cordillera Real . 169. Quito: Escuela Politécnica Nacional .
- Rodríguez, S., Gauna, L., Martínez, G., Acevedo, H., & Romero, C. (2012). Relación del nitrato sobre la contaminación bacteriana del agua. *Terra Latinoamericana*, 30(2), 111-119.
- Rosselot, J. (2020). Aguas subterráneas:¿ necesidad de un nuevo enfoque? *Revista de Derecho Administrativo Económico*, 6, 539-545.
- Salguero, D. (2017). Levamiento geológico-estructural de la zona comprendida por la hoja topográfica de Guano escala 1:50.000. Provincia de Chimborazo. Quito, Chimborazo: Escuela Politécnica Nacional.
- Sánchez, J. (2017). *Hidrología Superficial y Subterránea*. Salamanca: Universidad de Salamanca, España.
- Sandoval, A., & Günter, M. (2013). La gestión comunitaria del agua en México y Ecuador: otros acercamientos a la sustentabilidad. *Ra Ximhai*, 9(2), 165-179.
- Tenelema, V. (2017). Estudio estratigráfico del acuífero del río chambo mediante Tomografías Eléctricas y Técnicas Geoestadísticas. *Bachelor's thesis, Universidad Nacional de Chimborazo*. Riobamba , Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo.
- Tóth, J. (2000). *Las aguas subterráneas como agente geológico: causas, procesos y manifestaciones* (Vol. 111). Boletín Geológico y Minero.
- UNESCO. (2012).
- Urbana, A., & Mora, D. (2012). Contenido de nitratos en el agua potable y el cáncer gástrico en Costa Rica.
- Vélez, M., Ortiz, C., & Vargas , M. (2011). LAS AGUAS SUBTERRANEAS un enfoque práctico. Instituto Colombiano De Geología y Minería INGEOMINAS. Universidad Nacional De Colombia. Bogotá, Colombia.
- Vilchez Marin, M. (2019). *Análisis de las causas de contaminación mineralógica en los acuíferos de la costa del Perú: Morrope*.
- Villagómez, D. (2003). *Evolución geológica Plio-Cuaternaria del Valle Interandino Central del Ecuador (Zona de Quito Guayllabamba-San Antonio)*. Quito: (T. de. Grado-EPN, Recopilador).

- Winkler, W., Villagómez, D., Spikings, R., Tobler, S., Abegglen, P., & Egeuz, A. (2005). The Chota Basin and its significance for the inception and tectonic setting of the Inter-Andean Depression in Ecuador. *Journal of South American Earth Sciences*, 5-19.
- Winter, T., Avouac, J., & Lavenue, A. (1993). Late Quaternary Kinematics of the Pallatanga strike-slip fault (Central Ecuador) from topographic measurements of displaced morphological features. *Geophysical Journal*, , 905-920.
- Yánez. (2016). Caracterización e interpretación geológico-estructural de las secuencias Lito tectónicas de la Cordillera Real entre las longitudes s 78 ° 34' y 78 ° 30'O y Latitudes 1 ° 40' y 1 ° 50' S al Este de Chambo. Provincia de Chimborazo: Escuela Politécnica Nacional .
- Zamora, G., & Valdizón, Y. (2014). Evaluación preliminar de las características Fisicoquímicas de las aguas subterráneas de la Cueva 72 del Municipio de San Juan del Sur en el mes de Abril del año 2013 (Doctoral dissertation. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.

7. ANEXOS

Anexo 1. Muestras del pozo Llío #5 y del manantial de San Pablo recolectadas entre diciembre de 2017 y agosto de 2019.

INFORME DE RESULTADOS		N°: 18-249	
RC38-05		Pág. 1 de 4	
USUARIO:	Carla Manciat	OT:	18-085
PERSONA DE CONTACTO:	Carla Manciat	Email:	carla.manciat@ceon.edu.ec
TOMA DE MUESTRA REALIZADO POR:	Carla Manciat	PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRA:	NR
DIRECCIÓN:	Ladrón de Guevará E 11-253	TELÉFONO:	0999216538
		Fax:	NR
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN:	21/06/2018	HORA:	8H00
LUGAR DE ANÁLISIS:	LANCAS - Itaquillo N36-14 y Corea		
FECHA DE ANÁLISIS:	21/06/2018		22/06/2018
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	25/06/2018		
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:			
Código de Laboratorio:	M-18-249		
Identificación de la muestra:	Pozo Llío #5		
Lugar de toma de muestra:	NR		
Toma de muestra	Fecha:	08/12/2017	
	Hora:	NR	
Coordenadas:	NR		
Matriz:	Agua Natural		
Observaciones:	Muestras fuera del periodo de análisis		
REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:			
<p>"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LE C 15-005"</p> <p>El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS.</p> <p>Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. LANCAS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.</p> <p>Este informe no es válido sin la firma del Responsable de Laboratorio y el sello de LANCAS.</p> <p>NR: No Reporta</p>			
 <p>Dra. Jeaneth Cartagena Responsable de Laboratorio LANCAS</p>			

INFORME DE RESULTADOS		N°: 18-249		
RC38-05		Pág. 2 de 4		
Parámetros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor ⁽¹⁾
Sulfatos	PE03	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-SO42- E	mg/L	18,54
Arsénico	PE04	Standard Methods Ed 23, 2017. 3114 B	ug/L	0,402 ^(*)
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-NO3- B	mg/L	2,79
Cloruros	PE07	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-Cl- B	mg/L	6,04
Cobre	PE16	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,000 ^(*)
Hierro	PE17	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,03 ^(*)
Manganeso	PE30	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,000 ^(*)
Calcio	PE15	Standard Methods Ed 23, 2017. 3500-Ca B	mg/L	33,57
Potasio	PE20	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	4,31
Magnesio	PE21	Standard Methods Ed 23, 2017. 3500-Mg B	mg/L	37,99
Sodio	PE22	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	29,40
Zinc	PE43	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,044 ^(*)
Carbonatos*	PE11	Standard Methods Ed 23, 2017. 2320 B	mg/L	0,00
Bicarbonatos*	PE11	Standard Methods Ed 23, 2017. 2320 B	mg/L	267,18
Cadmio*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017. 3125 B	ug/L	0,015
Piomo*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017. 3125 B	ug/L	8,202
REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:				
<p>"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LE C 15-005"</p> <p>Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"</p> <p>^(*) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE"</p> <p>⁽¹⁾ Los resultados de ensayo podrían estar afectados por las condiciones de recepción de la muestra.</p>				
 <p>Dra. Jeaneth Cartagena Responsable de Laboratorio LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS</p>				

INFORME DE RESULTADOS

RC38-05

N° 18-249
Pág. 3 de 4

Parámetros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor ⁽¹⁾
Bario*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017, 3125 B	ug/L	48,87
Níquel*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017, 3125 B	ug/L	0,806
Litio*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017, 3125 B	ug/L	16,33
Cromo*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017, 3125 B	ug/L	1,292
Cobalto*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017, 3125 B	ug/L	0,062
Plata*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017, 3125 B	ug/L	0,279
Boro*	PE40	Standard Methods Ed 23, 2017, 3113 A y B	ug/L	119,17
Antimonio*	PE41	Standard Methods Ed 23, 2017, 3113 A y B	ug/L	1,292
Aluminio*	PE42	Standard Methods Ed 23, 2017, 3113 A y B	mg/L	0,03
Vanadio*	PE72	Standard Methods Ed 23, 2017, 3113 A y B	ug/L	17,64
Estaño*	PE73	Standard Methods Ed 23, 2017, 3113 A y B	ug/L	0,134

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

*Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LE C 15-005"
 Los ensayos marcados con () NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"
 ** Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE"
 (1) Los resultados de ensayo podrían estar afectados por las condiciones de recepción de la muestra.

Jeaneth Cartagena
Dra. Jeaneth Cartagena
 Responsable del Laboratorio
 LABORATORIO NACIONAL
 DE CALIDAD DE AGUA
 Y SEDIMENTOS - LANCAS

INFORME DE RESULTADOS

RC38-05

N° 18-519
Pág. 1 de 4

USUARIO:	Carla Mancalá		DT:	18-131	
PERSONA DE CONTACTO:	Carla Mancalá	Email:	carla.mancala@epan.gob.ec		
TOMA DE MUESTRA REALIZADO POR:	Carla Mancalá	PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRA:	NR		
DIRECCIÓN:	Ladrón de Guayana E11235	TELÉFONO:	099216538	Fax:	NR
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN:	22/4/2019	HORA:	09H05		
LUGAR DE ANÁLISIS:	LANCAS -Maquillo N36-14 y Corea				
FECHA DE ANÁLISIS:	22/4/2019	a	2/5/2019		
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	6/5/2019				

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Código de Laboratorio:	M-18-519
Identificación de la muestra:	Litio # 5
Lugar de toma de muestra:	NR
Toma de muestra	Fecha: 19/2/2018 Hora: NR
Coordenadas:	NR
Matriz:	Agua Natural
Observaciones:	NR

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

*Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LE C 15-005"
 El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS.
 Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. LANCAS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.
 Este informe no es válido sin la firma del Responsable de Laboratorio y el sello de LANCAS.
 NR: No Reporta

Jeaneth Cartagena
Dra. Jeaneth Cartagena
 Responsable del Laboratorio
 LABORATORIO NACIONAL
 DE CALIDAD DE AGUA
 Y SEDIMENTOS - LANCAS

INFORME DE RESULTADOS

RC38-05

N° 18-519
Pág. 2 de 4

Parámetros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Sulfatos	PE03	Standard Methods Ed 23, 2017, 4500-SO ₄ E	mg/L	18,43
Cloruros	PE07	Standard Methods Ed 23, 2017, 4500-Cl E	mg/L	6,12
Cobre	PE16	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 B	mg/L	0,000 ^{mi}
Manganeso	PE30	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 B	mg/L	0,000 ^{mi}
Calcio	PE15	Standard Methods Ed 23, 2017, 3500-Ca B	mg/L	31,74
Potasio	PE20	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 B	mg/L	4,08
Magnesio	PE21	Standard Methods Ed 23, 2017, 3500-Mg B	mg/L	37,24
Sodio	PE22	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 B	mg/L	27,15
Silicio	PE29	Standard Methods Ed 23, 2017, 4500-SiO ₂ C	mg/L	71,57
Carbonatos*	PE11	Standard Methods Ed 23, 2017, 2320 B	mg/L	0,00
Bicarbonatos*	PE11	Standard Methods Ed 23, 2017, 2320 B	mg/L	273,08
Cadmio	PE35	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 B	mg/L	0,002 ^{mi}
Plomo*	PE75	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 B	mg/L	0,000
Bario*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017, 3125 B	ug/L	66,600
Boro*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017, 3125 B	ug/L	105,511
Níquel*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017, 3125 B	ug/L	0,623
Litio*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017, 3125 B	ug/L	12,987

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

*Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LE C 15-005"
 Los ensayos marcados con () NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE"
 ** Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE"

Jeaneth Cartagena
Dra. Jeaneth Cartagena
 Responsable del Laboratorio
 LABORATORIO NACIONAL
 DE CALIDAD DE AGUA
 Y SEDIMENTOS - LANCAS

Dirección: Maquillo N36-14 y Corea - Teléfonos: 3971-100, ext. 1201, 1202.
 Email: lcartagena@inamhi.gob.ec

REPORTE DE ANÁLISIS



Accreditación Nº SAE 1536 de 08
LABORATORIO DE CALIDAD

UNIDAD DE GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN
Cliente: SOCIAL
QUINTO / LADRÓN DE GUEVARA E11-253 Y ANDALUCÍA TAF
207300

Aln: PhD. Carla Mancini
Proyecto: Análisis de Agua Subterránea

Muestra Recibida: 05-ago-19
Tipo de Muestra: 1 Muestra de Agua Natural

Análisis Completado: 16-ago-19
Número reporte Gruntec: 1908057-AG001
Fecha de Emisión: 16-ago-19

Identificación de la muestra:	LLIO # 6	Método Adaptado de Referencia / Método Interno
Fecha de Muestreo:	01-ago-19	
No. Reporte Gruntec:	1908057-AG001	
Metas pesadas:		
Aluminio mg/l ^(1,2)	<0.01	EPA 600.8 / MMA-AGS-39
Antimonio mg/l ^(1,2)	<0.001	EPA 600.8 / MMA-AGS-39
Arsénico mg/l ^(1,2)	0.0003	EPA 600.8 / MMA-AGS-39
Bario mg/l ^(1,2)	0.051	EPA 600.8 / MMA-AGS-39
Boro mg/l ^(1,2)	0.15	EPA 600.8 / MMA-AGS-39
Cadmio mg/l ^(1,2)	<0.0001	EPA 600.8 / MMA-AGS-39
Calcio mg/l ^(1,2)	35	EPA 600.8 / MMA-AGS-39
Cobalto mg/l ^(1,2)	<0.001	EPA 600.8 / MMA-AGS-39
Cobre mg/l ^(1,2)	0.018	EPA 600.8 / MMA-AGS-39
Cromo mg/l ^(1,2)	0.0003	EPA 600.8 / MMA-AGS-39
Estaño mg/l ^(1,2)	<0.0005	EPA 600.8 / MMA-AGS-39
Hierro mg/l ^(1,2)	0.04	EPA 600.8 / MMA-AGS-39
Litio mg/l ^(1,2)	0.025	EPA 600.8 / MMA-AGS-39
Magnesio mg/l ^(1,2)	38	EPA 600.8 / MMA-AGS-39
Manganeso mg/l ^(1,2)	0.0021	EPA 600.8 / MMA-AGS-39
Níquel mg/l ^(1,2)	<0.001	EPA 600.8 / MMA-AGS-39
Plata mg/l ^(1,2)	<0.0001	EPA 600.8 / MMA-AGS-39
Plomo mg/l ^(1,2)	0.0035	EPA 600.8 / MMA-AGS-39
Potasio mg/l ^(1,2)	4.6	EPA 600.8 / MMA-AGS-39
Silicio mg/l ^(1,2)	34	EPA 600.8 / MMA-AGS-39
Sodio mg/l ^(1,2)	26	EPA 600.8 / MMA-AGS-39
Vanadio mg/l ^(1,2)	0.023	EPA 600.8 / MMA-AGS-39
Zinc mg/l ^(1,2)	0.029	EPA 600.8 / MMA-AGS-39

Registros y Acreditaciones:
⁽¹⁾ Acreditación No. SAE LEN 65-008

⁽²⁾ Registro SA / MDMG No. LEA-R-006

Los ensayos marcados con (*) no están dentro del alcance de acreditación del SAE

INCERTIDUMBRE (U):

Metas pesadas en agua = 10%

Cálculo: C x U / (Mx100) donde: C=valor medido; U=incertidumbre %.

Ing. Isabel Estrella
Gerente de Operaciones

INFORME DE RESULTADOS

RC38-05

Nº. 19-208
Pág. 1 de 3

USUARIO:	Unidad de Gestión de Investigación y Proyección Social		
PERSONA DE CONTACTO:	Carla Mancini - Amalva Andrade		
DIRECCIÓN:	Av. Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía		
TELÉFONO CONVENCIONAL / CELULAR:	2976300	Email:	carla.mancini@epn.edu.ec
MÉTODO DE MUESTREO:	NA		
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS:	06/08/2019 08H00	OT:	19-057
LUGAR DE ANÁLISIS:	LANCAS. Núñez de Vela N36-15 y Corea		
FECHA DE ANÁLISIS:	06/08/2019	a	19/08/2019
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	19/08/2019		

Código del laboratorio	Matriz	Identificación o Código	Lugar de toma de muestra	Fecha de toma de muestra	Hora de toma de muestra	Coordenadas
M-19-205	Agua Natural	Llito No. 5	Llito	01/06/2019	NR	NR

La muestra para los ensayos de carbonatos, bicarbonatos y nitratos se encuentra fuera del periodo de análisis.

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS. Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. LANCAS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.

Este informe no es válido sin la firma del Coordinador de Laboratorio y el sello de LANCAS.

El laboratorio se hace responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto de la información proporcionada por el usuario. (Los datos proporcionados por el usuario se muestran en gris).

Los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. LANCAS declina toda responsabilidad por el muestreo externo realizado.

Lancas no realizará declaraciones de conformidad con una especificación o la norma y la regla de decisión.

NR: No Reporta

NA: No Aplica

Autorizado por:
Dra. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio

INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

Nº. 19-208
Pág. 2 de 3

Parámetros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Arsénico	PE04	Standard Methods Ed 23, 2017, 3114 B Modificado	ug/L	1,659 ^(*)
Nitratos	PE05	Standard Methods Ed 23, 2017, 4500 NO ₃ A y B	mg/L	2,89 ^(*)
Cloruros	PE07	Standard Methods Ed 23, 2017, 4500 Cl ⁻ B	mg/L	5,52 ^(*)
Calcio	PE15	Standard Methods Ed 23, 2017, 3500-Ca B	mg/L	29,90
Cobre	PE16	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 B	mg/L	0,000 ^(*)
Hierro	PE17	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 B	mg/L	0,00 ^(*)
Potasio	PE20	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 B	mg/L	4,19
Magnesio	PE21	Standard Methods Ed 23, 2017, 3500 Mg B	mg/L	40,88
Sodio	PE22	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 B	mg/L	25,15
Silice	PE29	Standard Methods Ed 23, 2017, 4500-SiO ₂ A y C	mg/L	69,50
Manganeso	PE30	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 B	mg/L	0,002 ^(*)
Zinc	PE43	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 B	mg/L	0,069 ^(*)
Carbonatos*	PE11	Standard Methods Ed 23, 2017, 2320 B	mg/L	0,00 ^(*)
Bicarbonatos*	PE11	Standard Methods Ed 23, 2017, 2320 B	mg/L	250,27 ^(*)
Sulfatos*	PE45	HACH No 8051 12/99 7 ed	mg/L	15,12
Aluminio*	PE42	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 D	mg/L	0,00

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

* Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE

^(*) Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE

^(*) Los resultados de ensayo podrían estar afectados por condiciones de recepción de la muestra*

Autorizado por:
Dra. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio

INFORME DE RESULTADOS

RC38-05

N° 18-518
Pág. 2 de 4

Parámetros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Sulfatos	PE03	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-SO ₄ E	mg/L	31.94
Cloruros	PE07	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-Cl B	mg/L	5,13 ^(*)
Cobre	PE16	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,000 ^(**)
Manganeso	PE30	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,000 ^(**)
Calcio	PE15	Standard Methods Ed 23, 2017. 3500-Ca B	mg/L	27.30
Potasio	PE20	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	3.47
Magnesio	PE21	Standard Methods Ed 23, 2017. 3500-Mg B	mg/L	17,90 ^(**)
Sodio	PE22	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	20.15
Silice	PE29	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-SiO ₂ C	mg/L	70.49
Carbonatos*	PE11	Standard Methods Ed 23, 2017. 2320 B	mg/L	0.00
Bicarbonatos*	PE11	Standard Methods Ed 23, 2017. 2320 B	mg/L	147.35
Cadmio	PE35	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,000 ^(**)
Plomo*	PE75	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0.000
Bario*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017. 3125 B	ug/L	31.396
Boro*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017. 3125 B	ug/L	111.916
Niquel*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017. 3125 B	ug/L	1.533
Litio*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017. 3125 B	ug/L	9.707

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

*Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LE C 15-005

**Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE

***Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE

Jeaneth Cartagena
Dra. Jeaneth Cartagena
Responsable de Laboratorio
LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS - LANCAS

INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N° 19-163
Pág. 1 de 4

USUARIO:		Unidad de Gestión de Investigación y Proyección Social			
PERSONA DE CONTACTO:		Carla Manciel - Amalia Andrade			
DIRECCIÓN:		Av. Ladrón de Guazara E11-253 y Andalucía			
TELÉFONO CONVENCIONAL / CELULAR:		2976300	96706203	Email: carla.manciel@epn.edu.ec	
MÉTODO DE MUESTREO:		NA			
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS:		15/07/2019	12:09	OT:	19-047
LUGAR DE ANÁLISIS:		LANCAS: Nólvez de Veta N36-15 y Conca			
FECHA DE ANÁLISIS:		23/07/2019	#	29-07-19	
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:		02/08/2019			

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:

Código del laboratorio	Matriz	Identificación o Código	Lugar de toma de muestra	Fecha de toma de muestra	Hora de toma de muestra	Coordenadas
M-19-163	Agua Natural	Vertiente San Pablo	San Pablo Provincia Chambozo	21/09/2019	NR	NR

Observaciones / Condición de recepción de la muestra
La muestra para metales no se encuentra preservada con ácido.

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

El informe no podrá ser reproducido total o parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS.
Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. LANCAS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.
Este informe no es válido sin la firma del Coordinador de Laboratorio y el sello de LANCAS.
El Laboratorio se hace responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto de la información proporcionada por el usuario. (Los datos proporcionados por el usuario se muestran en gris).
Los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. LANCAS declina toda responsabilidad por el muestra estorno realizado.
LANCAS no realizará declaraciones de conformidad con una especificación o la norma y la regla de decisión.
NR: No Reporta
NA: No Aplica

Jeaneth Cartagena
Autorizado por:
Dra. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio

INFORME DE RESULTADOS

RC38-06

N° 19-163
Pág. 2 de 4

Parámetros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Aránico	PE04	Standard Methods Ed 23, 2017. 3114 B Modificado	ug/L	11,749 ^(**)
Cloruro	PE07	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500 Cl B	mg/L	4,83 ^(**)
Calcio	PE15	Standard Methods Ed 23, 2017. 3500-Ca B	mg/L	25.40
Cobre	PE16	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,000 ^(**)
Hierro	PE17	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,000 ^(**)
Potasio	PE20	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	3,34 ^(**)
Magnesio	PE21	Standard Methods Ed 23, 2017. 3500 Mg B	mg/L	20,73
Sodio	PE22	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	19,81 ^(**)
Silice	PE29	Standard Methods Ed 23, 2017. 4500-SiO ₂ A y C	mg/L	68,73
Manganeso	PE30	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,000 ^(**)
Zinc	PE43	Standard Methods Ed 23, 2017. 3111 B	mg/L	0,047 ^(**)
Carbonatos*	PE11	Standard Methods Ed 23, 2017. 2320 B	mg/L	0.00
Bicarbonatos*	PE11	Standard Methods Ed 23, 2017. 2320 B	mg/L	142,56
Sulfatos*	PE45	HACH No 8051 12560 7 ed	mg/L	28,90
Cadmio	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017. 3125 B	ug/L	0,000 ^(**)
Plomo*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017. 3125 B	ug/L	0,000 ^(**)
Bario*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017. 3125 B	ug/L	1,913 ^(**)
Niquel*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017. 3125 B	ug/L	0,000 ^(**)
Litio*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017. 3125 B	ug/L	0,000 ^(**)
Cromo*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017. 3125 B	ug/L	0,000 ^(**)
Vanadio*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017. 3125 B	ug/L	10,069 ^(**)

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

Los ensayos marcados con () NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE

**Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE

***Los resultados de ensayo podrían estar afectados por condiciones de recepción de la muestra

Jeaneth Cartagena
Autorizado por:
Dra. Jeaneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio
LABORATORIO NACIONAL DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS - LANCAS

INAMHI
LANCAS
Laboratorio Nacional de Calidad de
Agua y Sólidos

INFORME DE RESULTADOS

N° 19-183
Pág. 2 de 4

Parámetros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Amoníaco	PE04	Standard Methods Ed 23, 2017, 3114 B Modificado	ug/L	11,749 ^(*)
Cloruro	PE07	Standard Methods Ed 23, 2017, 4500 Cl B	mg/L	4,93 ^(*)
Calcio	PE15	Standard Methods Ed 23, 2017, 3500-Ca B	mg/L	25,46
Cobre	PE16	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 B	mg/L	0,009 ^(**)
Hierro	PE17	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 B	mg/L	0,05 ^(**)
Potasio	PE20	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 B	mg/L	3,34 ^(**)
Magnesio	PE21	Standard Methods Ed 23, 2017, 3500 Mg B	mg/L	20,73
Sodio	PE22	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 B	mg/L	19,81 ^(**)
Silicio	PE29	Standard Methods Ed 23, 2017, 4500-SiO ₂ A y C	mg/L	88,73
Manganeso	PE30	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 B	mg/L	0,027 ^(**)
Zinc	PE43	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 B	mg/L	0,047 ^(**)
Carbonatos*	PE11	Standard Methods Ed 23, 2017, 2320 B	mg/L	0,00
Bicarbonatos*	PE11	Standard Methods Ed 23, 2017, 2320 B	mg/L	142,56
Sulfatos*	PE45	HACH No 8051 1259 7 ed	mg/L	29,95
Cadmio*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017, 3125 B	ug/L	0,000 ^(**)
Plomo*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017, 3125 B	ug/L	0,000 ^(**)
Bario*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017, 3125 B	ug/L	1,913 ^(**)
Níquel*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017, 3125 B	ug/L	0,000 ^(**)
Litio*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017, 3125 B	ug/L	0,000 ^(**)
Cromo*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017, 3125 B	ug/L	0,000 ^(**)
Vanadio*	PE25	Standard Methods Ed 23, 2017, 3125 B	ug/L	10,085 ^(**)

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:
 * Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
 ** Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE.
 *** Los resultados de ensayo podrían estar afectados por condiciones de recepción de la muestra*.

Autorizado por:
Dra. Jeanneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio

INAMHI
LANCAS
Laboratorio Nacional de Calidad de
Agua y Sólidos

INFORME DE RESULTADOS

N° 19-212
Pág. 1 de 3

USUARIO:	Unidad de Gestión de Investigación y Proyección Social					
PERSONA DE CONTACTO:	Carla Mancani - Amalia Andrade					
DIRECCIÓN:	Av. Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía					
TELÉFONO CONVENCIONAL / CELULAR:	2976300	0987000203	Email:	carla.mancani@sen.edu.ec		
MÉTODO DE MUESTREO:	NA					
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE LAS MUESTRAS:	06/08/2019	09H00	OT:	19-057		
LUGAR DE ANÁLISIS:	LANCAS: Núñez de Vela N35-15 y Corea					
FECHA DE ANÁLISIS:	05/08/2019	a			19/08/2019	
FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME:	19/08/2019					
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA:						
Código del laboratorio	Matriz	Identificación o Código	Lugar de toma de muestra	Fecha de toma de muestra	Hora de toma de muestra	Coordenadas
M-19-212	Agua Natural	San Pablo	San Pablo	01/08/2019	NR	NR
La muestra para los ensayos de carbonatos, bicarbonatos y nitratos se encuentra fuera del periodo de análisis.						

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:
 El informe no podrá ser reproducido total ni parcialmente, salvo autorización escrita de LANCAS.
 Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. LANCAS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.
 Este informe no es válido sin la firma del Coordinador de Laboratorio y el sello de LANCAS.
 El laboratorio se hace responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto de la información proporcionada por el usuario. (Los datos proporcionados por el usuario se muestran en gris).
 Los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió. LANCAS declina toda responsabilidad por el resultado obtenido.
 LANCAS no realizará declaraciones de conformidad con una especificación o la norma y la regla de decisión.
 NR: No Reporte
 NA: No Aplica

Autorizado por:
Dra. Jeanneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio

INAMHI
LANCAS
Laboratorio Nacional de Calidad de
Agua y Sólidos


INFORME DE RESULTADOS

N° 19-212
Pág. 2 de 3

Parámetros	Método Interno LANCAS	Método de Referencia	Unidades	Valor
Amoníaco	PE04	Standard Methods Ed 23, 2017, 3114 B Modificado	ug/L	1,249 ^(*)
Nitrato	PE06	Standard Methods Ed 23, 2017, 4500 NO ₃ A y B	mg/L	2,42 ^(*)
Cloruro	PE07	Standard Methods Ed 23, 2017, 4500 Cl B	mg/L	5,32 ^(*)
Calcio	PE15	Standard Methods Ed 23, 2017, 3500-Ca B	mg/L	28,31
Cobre	PE16	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 B	mg/L	0,000 ^(**)
Hierro	PE17	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 B	mg/L	0,00 ^(**)
Potasio	PE20	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 B	mg/L	3,58
Magnesio	PE21	Standard Methods Ed 23, 2017, 3500 Mg B	mg/L	21,41
Sodio	PE22	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 B	mg/L	13,10
Silicio	PE29	Standard Methods Ed 23, 2017, 4500-SiO ₂ A y C	mg/L	64,81
Manganeso	PE30	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 B	mg/L	0,000 ^(**)
Zinc	PE43	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 B	mg/L	0,042 ^(**)
Carbonatos*	PE11	Standard Methods Ed 23, 2017, 2320 B	mg/L	0,00 ^(**)
Bicarbonatos*	PE11	Standard Methods Ed 23, 2017, 2320 B	mg/L	145,33 ^(**)
Sulfatos*	PE45	HACH No 8051 1259 7 ed	mg/L	23,31
Aluminio*	PE42	Standard Methods Ed 23, 2017, 3111 D	mg/L	0,00


REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:
 * Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
 ** Los valores reportados se encuentran fuera del alcance de Acreditación del SAE.
 *** Los resultados de ensayo podrían estar afectados por condiciones de recepción de la muestra*.

Autorizado por:
Dra. Jeanneth Cartagena
Coordinador de Laboratorio



REPORTE DE ANÁLISIS

UNIDAD DE GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN
 Cliente: SOCIAL
 QUITO / LADRON DE GUEVARRA E11-253 Y YANDALLUCA Telf: 2002300
 Atm: PHD. Carlo Mancías
 Proyecto: Análisis de Agua Subterránea
 Muestra Recibida: 05-ago-19
 Tipo de Muestra: 1 Muestra de Agua Natural
 Análisis Completado: 16-ago-19
 Número reporte Gruntec: 1906067-AG002
 Fecha de Emisión: 16-ago-19





Ministerio del Ambiente y Agua
LABORATORIO DE ENSAYOS

Identificación de la muestra:	SAN PABLO	Método Adaptado de Referencia / Método Interno
Fecha de Muestreo:	01-ago-19	
No. Reporte Gruntec:	1908067-AG002	

Metales disueltos:		
Aluminio mg/l ^(1,2)	<0.01	EPA 8220 B / MMA-AGS-39
Antimonio mg/l ^(1,2)	<0.0001	EPA 8220 B / MMA-AGS-39
Arsénico mg/l ^(1,2)	0.0007	EPA 8220 B / MMA-AGS-39
Bario mg/l ^(1,2)	0.027	EPA 8220 B / MMA-AGS-39
Boro mg/l ^(1,2)	0.18	EPA 8220 B / MMA-AGS-39
Cadmio mg/l ^(1,2)	<0.0001	EPA 8220 B / MMA-AGS-39
Cálcio mg/l ^(1,2)	30	EPA 8220 B / MMA-AGS-39
Cobalto mg/l ^(1,2)	<0.0001	EPA 8220 B / MMA-AGS-39
Cromo mg/l ^(1,2)	0.007	EPA 8220 B / MMA-AGS-39
Cobalto mg/l ^(1,2)	0.0004	EPA 8220 B / MMA-AGS-39
Estadío mg/l ^(1,2)	<0.0005	EPA 8220 B / MMA-AGS-39
Hierro mg/l ^(1,2)	<0.02	EPA 8220 B / MMA-AGS-39
Litio mg/l ^(1,2)	0.018	EPA 8220 B / MMA-AGS-39
Magnesio mg/l ^(1,2)	21	EPA 8220 B / MMA-AGS-39
Manganeso mg/l ^(1,2)	<0.0005	EPA 8220 B / MMA-AGS-39
Níquel mg/l ^(1,2)	0.001	EPA 8220 B / MMA-AGS-39
Plata mg/l ^(1,2)	<0.0001	EPA 8220 B / MMA-AGS-39
Plomo mg/l ^(1,2)	0.0027	EPA 8220 B / MMA-AGS-39
Potasio mg/l ^(1,2)	3.8	EPA 8220 B / MMA-AGS-39
Selenio mg/l ^(1,2)	34	EPA 8220 B / MMA-AGS-39
Sodio mg/l ^(1,2)	20	EPA 8220 B / MMA-AGS-39
Vanadio mg/l ^(1,2)	0.023	EPA 8220 B / MMA-AGS-39
Zinc mg/l ^(1,2)	0.024	EPA 8220 B / MMA-AGS-39

Registros y Acreditaciones:
⁽¹⁾ Acreditación No. SAE LCN 65-006
 Los ensayos marcados con (*) no están dentro del alcance de acreditación del SAE.
 INCERTIDUMBRE (U):
 Metales disueltos en agua a 18%
 Cálculo: C +/- (Ux100) en donde: C=valor medido, U= incertidumbre %.


 Ing. Isabel Estrvella
 Gerente de Operaciones



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE DE LA EP-EMAPAR

INFORME N° 004-P-EP-EMAPAR-2020


DATOS DE LA MUESTRA			
Fecha de recolección:	07 DE DICIEMBRE DE 2020	Hora de recolección:	09:30
Fecha de análisis:	07 DE DICIEMBRE DE 2020	Hora de análisis:	12:00
Lugar de muestreo:	LLIO - POZO LLIO 1		
Tipo de Muestra:	Agua Subterránea		

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO - MICROBIOLÓGICO				
1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS				
PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	MÉTODO UTILIZADO	LÍMITE PERMITIDO	RESULTADOS
pH	Unidades	4500-H-B	6.5 - 8	6.64
Color	PCo	2120-C	15	1
Turbiedad	U.N.T	2130-B	5	0.16
Temperatura	°C	2550-B	Condición Natural* +/-3 °C	14.8
Conductividad	µS/cm	2510-B	---	360
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	2540-C	---	180
Amoníaco	N amoniacal	4500-NH ₃	0.5*	0
Arsénico	As	3900-As (mco)	0.01	0
Cianuro	CN	4500-CN-E	0.07	0.012
Cobalto	Co	3500-Co-B	2	0.019
Cromo hexavalente	Cr ⁶⁺	3500-Cr-B	0.05*	0.039
Fluoruro	F	4500-F-D	1.5	0.87
Hierro Total	Fe ²⁺	4500-Fe-C	1*	0.13
Nitrato	NO ₃	4500-NO ₃ -C	50	1.8
Nitrito	NO ₂	4500-NO ₂ -B	3	0.004
Manganeso	Mn	3111-B	-	0.001
Sulfatos	SO ₄	4500-SO ₄ -E	500*	38

2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	MÉTODO UTILIZADO	LÍMITE PERMITIDO	RESULTADOS
Coliformes Fecales	UFC	9221-D	AUSENCIA	AUSENCIA

Métodos Normalizados: APHA, AWWA, WPCF 23 ed
 Norma INEN 1108 AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS. Serie Revisión - TULSMA Libro VI, Anexo I, Tabla 1. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

Atentamente,



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE DE LA EP-EMAPAR

INFORME N° 006-P-EP-EMAPAR-2020

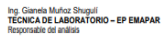
DATOS DE LA MUESTRA			
Fecha de recolección:	07 DE DICIEMBRE DE 2020	Hora de recolección:	10:00
Fecha de análisis:	07 DE DICIEMBRE DE 2020	Hora de análisis:	12:00
Lugar de muestreo:	LLIO - POZO LLIO 2		
Tipo de Muestra:	Agua Subterránea		

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO - MICROBIOLÓGICO				
1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS				
PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	MÉTODO UTILIZADO	LÍMITE PERMITIDO	RESULTADOS
pH	Unidades	4500-H-B	6.5 - 8	6.51
Color	PCo	2120-C	15	1
Turbiedad	U.N.T	2130-B	5	0.25
Temperatura	°C	2550-B	Condición Natural* +/-3 °C	12.7
Conductividad	µS/cm	2510-B	---	368
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	2540-C	---	184
Amoníaco	N amoniacal	4500-NH ₃	0.5*	0.02
Arsénico	As	3900-As (mco)	0.01	0
Cianuro	CN	4500-CN-E	0.07	0.001
Cobalto	Co	3500-Co-B	2	0.10
Cromo hexavalente	Cr ⁶⁺	3500-Cr-B	0.05*	0.027
Fluoruro	F	4500-F-D	1.5	0.88
Hierro Total	Fe ²⁺	4500-Fe-C	1*	0.03
Nitrato	NO ₃	4500-NO ₃ -C	50	2.8
Nitrito	NO ₂	4500-NO ₂ -B	3	0.009
Manganeso	Mn	3111-B	-	0.004
Sulfatos	SO ₄	4500-SO ₄ -E	500*	32

2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	MÉTODO UTILIZADO	LÍMITE PERMITIDO	RESULTADOS
Coliformes Fecales	UFC	9221-D	AUSENCIA	AUSENCIA

Métodos Normalizados: APHA, AWWA, WPCF 23 ed
 Norma INEN 1108 AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS. Serie Revisión - TULSMA Libro VI, Anexo I, Tabla 1. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

Atentamente,


 Ing. Gerardo Muñoz Stangul
 TÉCNICO DE LABORATORIO - EP EMAPAR
 Responsable del análisis

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de recolección:	07 DE DICIEMBRE DE 2020	Hora de recolección:	10:48
Fecha de análisis:	07 DE DICIEMBRE DE 2020	Hora de análisis:	12:00
Lugar de muestreo:	LLIO - POZO LLIO 4		
Tipo de Muestra:	Agua Subterránea		

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO - MICROBIOLÓGICO

1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS				
PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	MÉTODO UTILIZADO	LÍMITE PERMITIDO	RESULTADOS
pH	Unidades	4500-H B	6.5 - 8	6.58
Color	Pt.Co	2120-C	15	1
Turbiedad	U.N.T	2130-B	5	0.73
Temperatura	°C	2550-B Condición Natural* +1.3 °C		14.7
Conductividad	µS/cm	2510-B	---	442
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	2540-C	---	221
Amoníaco	N amoniacal	4500-NH ₃	0.5*	0
Arsénico	As	28000-88 <small>WAPC</small>	0.01	0
Cianuro	CN	4500-CN E	0.07	0.003
Cobre	Cu	3500-Cu-B	2	0.11
Cromo hexavalente	Cr ⁶⁺	3500-Cr-B	0.05*	0.024
Fluoruro	F	4500-F-D	1.5	1.11
Hierro Total	Fe ³⁺	4500-Fe-C	1*	0.08
Nitrato	NO ₃ ⁻	4500-NO3-C	50	2.7
Nitrito	NO ₂ ⁻	4500-NO2-B	3	0.008
Manganeso	Mn	3111 B	-	0.003
Sulfato	SO ₄ ⁻²	4500-SO4 ⁻² E	500*	34

2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	MÉTODO UTILIZADO	LÍMITE PERMITIDO	RESULTADOS
Coliformes Fecales	UFC	9221-D	AUSENCIA	AUSENCIA

Métodos Normalizados: APHA, AWWA, WPCF 23 ed.
 Norma NREN 1108: AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS. Sexta Revisión - *TULSM Libro VI, Anexo I, Tabla 1. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

Atentamente,

Ing. Gianela Muñoz Shugul
 TÉCNICA DE LABORATORIO - EP EMAPAR
 Responsable del análisis

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de recolección:	07 DE DICIEMBRE DE 2020	Hora de recolección:	08:454
Fecha de análisis:	07 DE DICIEMBRE DE 2020	Hora de análisis:	12:00
Lugar de muestreo:	LLIO - POZO LLIO 8		
Tipo de Muestra:	Agua Subterránea		

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO - MICROBIOLÓGICO

1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS				
PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	MÉTODO UTILIZADO	LÍMITE PERMITIDO	RESULTADOS
pH	Unidades	4500-H B	6.5 - 8	6.5
Color	Pt.Co	2120-C	15	1
Turbiedad	U.N.T	2130-B	5	1.4
Temperatura	°C	2550-B Condición Natural* +1.3 °C		12.6
Conductividad	µS/cm	2510-B	---	454
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	2540-C	---	227
Amoníaco	N amoniacal	4500-NH ₃	0.5*	0.02
Arsénico	As	28000-88 <small>WAPC</small>	0.01	0
Cianuro	CN	4500-CN E	0.07	0.003
Cobre	Cu	3500-Cu-B	2	0.12
Cromo hexavalente	Cr ⁶⁺	3500-Cr-B	0.05*	0.028
Fluoruro	F	4500-F-D	1.5	0.53
Hierro Total	Fe ³⁺	4500-Fe-C	1*	0.17
Nitrato	NO ₃ ⁻	4500-NO3-C	50	2
Nitrito	NO ₂ ⁻	4500-NO2-B	3	0.008
Manganeso	Mn	3111 B	-	0.001
Sulfato	SO ₄ ⁻²	4500-SO4 ⁻² E	500*	23

2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	MÉTODO UTILIZADO	LÍMITE PERMITIDO	RESULTADOS
Coliformes Fecales	UFC	9221-D	AUSENCIA	AUSENCIA

Métodos Normalizados: APHA, AWWA, WPCF 23 ed.
 Norma NREN 1108: AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS. Sexta Revisión - *TULSM Libro VI, Anexo I, Tabla 1. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

Atentamente,

Ing. Gianela Muñoz Shugul
 TÉCNICA DE LABORATORIO - EP EMAPAR
 Responsable del análisis

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de recolección:	07 DE DICIEMBRE DE 2020	Hora de recolección:	10:15
Fecha de análisis:	07 DE DICIEMBRE DE 2020	Hora de análisis:	12:00
Lugar de muestreo:	LLIO - POZO LLIO 6		
Tipo de Muestra:	Agua Subterránea		

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO - MICROBIOLÓGICO

1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS				
PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	MÉTODO UTILIZADO	LÍMITE PERMITIDO	RESULTADOS
pH	Unidades	4500-H B	6.5 - 8	6.57
Color	Pt.Co	2120-C	15	1
Turbiedad	U.N.T	2130-B	5	0.17
Temperatura	°C	2550-B Condición Natural* +1.3 °C		12.3
Conductividad	µS/cm	2510-B	---	474
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	2540-C	---	237
Amoníaco	N amoniacal	4500-NH ₃	0.5*	0.02
Arsénico	As	28000-88 <small>WAPC</small>	0.01	0
Cianuro	CN	4500-CN E	0.07	0.008
Cobre	Cu	3500-Cu-B	2	0.07
Cromo hexavalente	Cr ⁶⁺	3500-Cr-B	0.05*	0.026
Fluoruro	F	4500-F-D	1.5	0.40
Hierro Total	Fe ³⁺	4500-Fe-C	1*	0.05
Nitrato	NO ₃ ⁻	4500-NO3-C	50	1.9
Nitrito	NO ₂ ⁻	4500-NO2-B	3	0.009
Manganeso	Mn	3111 B	-	0.003
Sulfato	SO ₄ ⁻²	4500-SO4 ⁻² E	500*	25

2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	MÉTODO UTILIZADO	LÍMITE PERMITIDO	RESULTADOS
Coliformes Fecales	UFC	9221-D	AUSENCIA	AUSENCIA

Métodos Normalizados: APHA, AWWA, WPCF 23 ed.
 Norma NREN 1108: AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS. Sexta Revisión - *TULSM Libro VI, Anexo I, Tabla 1. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

Atentamente,

Ing. Gianela Muñoz Shugul
 TÉCNICA DE LABORATORIO - EP EMAPAR
 Responsable del análisis

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de recolección:	07 DE DICIEMBRE DE 2020	Hora de recolección:	10:31
Fecha de análisis:	07 DE DICIEMBRE DE 2020	Hora de análisis:	12:00
Lugar de muestreo:	LLIO - POZO LLIO 7		
Tipo de Muestra:	Agua Subterránea		

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO - MICROBIOLÓGICO

1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS				
PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	MÉTODO UTILIZADO	LÍMITE PERMITIDO	RESULTADOS
pH	Unidades	4500-H B	6.5 - 8	6.44
Color	Pt.Co	2120-C	15	1
Turbiedad	U.N.T	2130-B	5	0.19
Temperatura	°C	2550-B Condición Natural* +1.3 °C		0.12
Conductividad	µS/cm	2510-B	---	3778
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	2540-C	---	199
Amoníaco	N amoniacal	4500-NH ₃	0.5*	0
Arsénico	As	28000-88 <small>WAPC</small>	0.01	0
Cianuro	CN	4500-CN E	0.07	0.001
Cobre	Cu	3500-Cu-B	2	0.08
Cromo hexavalente	Cr ⁶⁺	3500-Cr-B	0.05*	0.032
Fluoruro	F	4500-F-D	1.5	0.51
Hierro Total	Fe ³⁺	4500-Fe-C	1*	0.05
Nitrato	NO ₃ ⁻	4500-NO3-C	50	2.3
Nitrito	NO ₂ ⁻	4500-NO2-B	3	0.008
Manganeso	Mn	3111 B	-	0
Sulfato	SO ₄ ⁻²	4500-SO4 ⁻² E	500*	33

2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	MÉTODO UTILIZADO	LÍMITE PERMITIDO	RESULTADOS
Coliformes Fecales	UFC	9221-D	AUSENCIA	AUSENCIA

Métodos Normalizados: APHA, AWWA, WPCF 23 ed.
 Norma NREN 1108: AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS. Sexta Revisión - *TULSM Libro VI, Anexo I, Tabla 1. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

Atentamente,

Ing. Gianela Muñoz Shugul
 TÉCNICA DE LABORATORIO - EP EMAPAR
 Responsable del análisis



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE DE LA
EP - EMAPAR

INFORME N° 00-P-EP-EMAPAR-2020

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de recolección:	07 DE DICIEMBRE DE 2020	Hora de recolección:	11:02
Fecha de análisis:	07 DE DICIEMBRE DE 2020	Hora de análisis:	12:00
Lugar de muestreo:	SAN PABLO - VERTIENTE SAN PABLO		
Tipo de Muestra:	Agua Subterránea		

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO - MICROBIOLÓGICO

1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS				
PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	MÉTODO UTILIZADO	LÍMITE PERMITIDO	RESULTADOS
pH	Unidades	4500-H B	6.5 - 8	6.5
Color	PC-Co	2120-C	15	1
Turbiedad	U.N.T	2130-B	5	0.18
Temperatura	°C	2550-B	Condición Natural* +1-3°C	10.5
Conductividad	µS/cm	2510-B	---	334
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	2540-C	---	167
Amoniaco	N amoniacal	4500-NH ₃	0.5*	0.02
Arsénico	As	28000-88 IACH	0.01	0
Cianuro	CN-	4500-CN-E	0.07	0.006
Cobre	Cu	3500-Cu-B	2	0.08
Cromo hexavalente	Cr ⁶⁺	3500 Cr-B	0.05*	0.027
Fluoruro	F-	4500 F- D	1.5	0.46
Hierro Total	Fe ²⁺	4500-Fe-C	1*	0.06
Nitros	NO ₂ -	4500-NO ₂ -C	50	2
Nitros	NO ₃ -	4500-NO ₃ -B	3	0.009
Manganeso	Mn	3111 B	-	0
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	4500-SO ₄ -E	500*	52
2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO				
PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	MÉTODO UTILIZADO	LÍMITE PERMITIDO	RESULTADOS
Coliformes Fecales	UFC	9221-D	AUSENCIA	AUSENCIA

Métodos Normalizados: APHA, AWWA, WPCF 23 ed
Norma INEN 1108 AGUA PARA CONSUMO HUMANO. REQUISITOS. Sexta Revisión - TULSIMA Libro VI, Anexo I, Tabla 1. Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

Atentamente,

Ing. Gianela Muñoz Shugull
TÉCNICA DE LABORATORIO - EP EMAPAR
Responsable del análisis

Anexo 2. Concentraciones de Nitratos (mg/l) desde 2016 hasta 2020

DESCRIPCIÓN	2016											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
POZO 1	5.28	5.91	3.27	4.02	7.08	2.86	6.00	8.91	9.26	7.29	8.77	9.56
POZO 2	8.09	9.06	5.01	6.16	10.84	4.37	9.18	13.64	14.19	11.16	13.43	14.64
POZO 3	10.01	11.21	6.20	7.62	13.42	5.41	11.37	16.89	17.56	13.82	16.62	18.12
POZO 4	3.23	3.61	2.00	2.46	4.33	1.74	3.66	5.44	5.66	4.46	5.36	5.84
POZO 5	7.44	8.34	4.61	5.67	9.98	4.02	8.45	12.56	13.06	10.28	12.36	13.47
POZO 6	7.46	8.36	4.62	5.68	10.00	4.03	8.47	12.59	13.09	10.30	12.39	13.51
POZO 7	8.32	9.32	5.15	6.34	11.16	4.50	9.45	14.04	14.60	11.49	13.82	15.07
SAN PABLO	8.95	10.02	5.54	6.81	11.99	4.84	10.16	15.09	15.70	12.35	14.86	16.20

DESCRIPCIÓN	2017											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
POZO 1	7.43	7.352	6.68	6.95	5.47	6.58	7.17	5.57	5.51	5.01	9.60	6.20
POZO 2	7.63	21.964	10.23	10.64	8.37	10.07	10.98	5.72	16.47	7.67	14.70	20.20
POZO 3	16.70	6.484	12.67	13.17	10.37	12.47	13.59	12.52	4.86	9.50	18.20	4.30
POZO 4	4.99	3.204	4.08	4.25	3.34	4.02	4.38	3.74	2.40	3.06	5.87	2.50
POZO 5	12.73	3.924	9.42	9.80	7.71	9.27	10.11	9.55	2.94	7.06	13.53	2.30
POZO 6	6.46	21.928	9.44	9.82	7.73	9.29	10.13	4.85	16.45	7.08	13.57	20.30
POZO 7	12.12	10.416	10.53	10.95	8.62	10.37	11.30	9.09	7.81	7.90	15.13	8.60
SAN PABLO	15.60	3.852	11.32	11.77	9.27	11.14	12.15	11.70	2.89	8.49	16.27	1.90

DESCRIPCIÓN	2018											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
POZO 1	1.99	4.74	5.98	3.34	4.47	6.21	4.12	4.35	3.55	4.49	2.51	3.35
POZO 2	3.04	7.26	9.16	5.12	6.84	11.20	2.25	17.36	5.44	6.87	3.84	5.13
POZO 3	3.77	8.98	11.34	6.34	8.47	10.61	13.78	12.18	6.74	8.51	4.76	6.35
POZO 4	1.21	2.90	3.66	2.04	2.73	3.59	3.55	1.37	2.17	2.74	1.53	2.05
POZO 5	2.80	6.68	8.44	4.72	6.30	7.75	10.96	8.16	2.87	3.87	4.87	5.87
POZO 6	2.81	6.70	8.46	4.73	6.31	10.60	16.33	17.68	5.02	6.34	3.55	4.74
POZO 7	3.13	7.47	9.43	5.27	7.04	9.61	7.44	5.68	5.60	7.07	3.95	5.28
SAN PABLO	3.37	8.03	10.14	5.67	7.57	9.17	13.87	8.95	2.55	3.55	4.55	5.55

DESCRIPCIÓN	2019											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
POZO 1	4.66	3.09	3.26	1.00	20.57	5.90	1.28	3.84	5.48	2.67	3.54	5.60
POZO 2	8.40	6.55	13.02	12.07	1.50	19.74	1.95	5.88	8.39	4.10	5.16	10.86
POZO 3	7.96	10.33	4.39	1.31	16.27	3.73	2.42	7.28	10.39	5.07	6.88	8.54
POZO 4	2.70	2.66	1.03	14.93	9.57	2.32	1.65	2.35	3.35	1.63	2.19	3.06
POZO 5	6.87	7.87	8.87	12.17	14.53	1.88	1.80	5.42	7.73	3.77	5.14	6.10
POZO 6	7.95	2.38	13.26	7.20	4.33	19.88	1.80	5.43	7.75	3.78	4.72	8.15
POZO 7	7.21	5.58	4.26	4.03	25.90	8.13	2.01	6.06	8.64	4.22	5.60	8.50
SAN PABLO	6.55	7.55	8.55	16.00	5.30	1.39	2.16	6.51	9.29	4.53	6.19	7.09

DESCRIPCIÓN	2020											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
POZO 1	3.47	3.81	2.88	4.11	2.01	2.65	4.20	2.60	3.11	4.09	19.68	1.80
POZO 2	4.85	16.54	4.41	6.30	3.07	3.87	7.42	4.59	11.21	11.84	4.46	2.80
POZO 3	11.95	13.19	5.46	7.79	3.80	5.16	6.41	9.67	4.19	3.75	15.70	3.37
POZO 4	3.34	1.04	1.76	2.51	1.23	1.64	2.30	2.51	3.27	13.50	9.22	2.70
POZO 5	9.74	7.73	2.29	3.14	3.99	4.84	5.69	6.54	7.05	9.99	14.25	2.00
POZO 6	13.68	16.93	4.07	5.81	2.83	3.54	7.59	4.37	12.18	6.55	1.35	1.90
POZO 7	6.58	4.84	4.54	6.48	3.16	4.20	6.37	4.94	3.65	7.92	24.68	2.30
SAN PABLO	12.53	8.56	2.02	2.87	3.72	4.57	5.42	6.27	6.15	15.21	5.09	2.00

Anexo 3. Concentraciones de Nitratos (mg/l) desde 2016 hasta 2020

DESCRIPCIÓN	2016				
	PROMEDIO	MEDIANA	DESVIACIÓN ESTANDAR	MAX	MÍNIMO
POZO 1	6.52	6.54	2.35	9.56	2.86
POZO 2	9.98	10.01	3.60	14.64	4.37
POZO 3	12.35	12.39	4.46	18.12	5.41
POZO 4	3.98	3.99	1.44	5.84	1.74
POZO 5	9.19	9.21	3.32	13.47	4.02
POZO 6	9.21	9.24	3.32	13.51	4.03
POZO 7	10.27	10.30	3.71	15.07	4.50
SAN PABLO	11.04	11.08	3.99	16.20	4.84

DESCRIPCIÓN	2017				
	MEDIA	MEDIANA	DESVIACIÓN ESTANDAR	MAX	MÍNIMO
POZO 1	6.63	6.63	1.24	9.60	5.01
POZO 2	12.05	10.43	5.17	21.96	5.72
POZO 3	11.24	12.49	4.35	18.20	4.30
POZO 4	3.82	3.88	1.00	5.87	2.40
POZO 5	8.19	9.34	3.59	13.53	2.30
POZO 6	11.42	9.63	5.49	21.93	4.85
POZO 7	10.24	10.39	2.07	15.13	7.81
SAN PABLO	9.70	11.23	4.67	16.27	1.90

DESCRIPCIÓN	2018				
	MEDIA	MEDIANA	DESVIACIÓN ESTANDAR	MAX	MÍNIMO
POZO 1	4.09	4.23	1.25	6.21	1.99
POZO 2	6.96	6.14	4.13	17.36	2.25
POZO 3	8.49	8.49	3.06	13.78	3.77
POZO 4	2.46	2.45	0.87	3.66	1.21
POZO 5	6.11	6.08	2.45	10.96	2.80
POZO 6	7.77	6.33	4.80	17.68	2.81
POZO 7	6.42	6.36	1.98	9.61	3.13
SAN PABLO	6.91	6.62	3.33	13.87	2.55

DESCRIPCIÓN	2019				
	MEDIA	MEDIANA	DESVIACIÓN ESTANDAR	MAX	MÍNIMO
POZO 1	5.07	3.69	5.13	20.57	1.00
POZO 2	8.14	7.47	5.19	19.74	1.50
POZO 3	7.05	7.08	4.12	16.27	1.31
POZO 4	3.95	2.51	4.09	14.93	1.03
POZO 5	6.85	6.49	3.80	14.53	1.80
POZO 6	7.22	6.31	5.05	19.88	1.80
POZO 7	7.51	5.83	6.14	25.90	2.01
SAN PABLO	6.76	6.53	3.73	16.00	1.39

DESCRIPCIÓN	2020				
	MEDIA	MEDIANA	DESVIACIÓN ESTANDAR	MAX	MÍNIMO
POZO 1	4.53	3.29	4.84	19.68	1.80
POZO 2	6.78	4.72	4.25	16.54	2.80
POZO 3	7.54	5.93	4.17	15.70	3.37
POZO 4	3.75	2.51	3.74	13.50	1.04
POZO 5	6.44	6.11	3.61	14.25	2.00
POZO 6	6.73	5.09	4.99	16.93	1.35
POZO 7	6.64	4.89	5.90	24.68	2.30
SAN PABLO	6.20	5.25	4.09	15.21	2.00