



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Geológica

“CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS Y SU RELACIÓN CON LA COMPOSICIÓN DEL AGUA EN LOS MANANTIALES DE LA PARTE BAJA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO NAMORA, CAJAMARCA 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Geólogo

Autores:

Dilkar Elvis Leiva Salirrosas

Richard Joel Cabanillas Valencia

Asesor:

Ing. Ronald Smith Mayta Rodas

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

Esta tesis es dedicada a nuestros padres; por habernos apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que nos ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por todo el amor que ellos nos dan. A mis queridos maestros, quienes en todo este tiempo inculcaron sus saberes para ser unos buenos profesionales

Dilkar L. y Richard C.

AGRADECIMIENTO

Nuestra gratitud en primer lugar va dirigida a Dios por la vida, salud y todas las bendiciones. Gracias queridos padres, por estar siempre a nuestro lado, por todo su apoyo, por habernos brindado una educación y por habernos permitido ser profesionales.

Agradecer al asesor el Ing. Ronald Smith Mayta Rodas, por todo su tiempo brindado y por sus consejos. Muchas gracias a todos.

Dilkar L. y Richard C

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
RESUMEN.....	8
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	14
2.1. Tipo de investigación.....	14
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos).....	14
2.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	15
2.4. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos.....	16
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	22
3.1. Aspectos Generales.....	22
3.1.1. <i>Ubicación Geográfica y Política</i>	22
3.1.2. <i>Accesibilidad</i>	24
3.2. Geología.....	31
3.3. Geomorfología.....	45
3.4. Parámetros Geomorfológicos.....	49
3.5. Hidrogeología.....	50
3.6. Parámetros Físicoquímicos.....	54
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	108
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
ANEXOS.....	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Base de datos para la investigación	17
Tabla 2. Materiales usados en laboratorio- Sedacaj	20
Tabla 3. Métodos para análisis físico-químico de las muestras representativas	21
Tabla 4 . Coordenadas UTM WGS 84 de la parte baja de la subcuenca del río Namora	22
Tabla 5. Área de la zona de estudio.....	50
Tabla 6 Inventario de Ríos y Quebradas	51
Tabla 7 Inventario de Lagunas.....	52
Tabla 8 Inventario de Manantiales.....	53
Tabla 9 Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del río Chucsen M-1.....	63
Tabla 10 Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del río Namora M-2.....	64
Tabla 11 Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de la laguna Huaysaco M-3	65
Tabla 12 Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de la laguna Quelluacocha M-4.....	66
Tabla 13 Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de la quebrada Huancamayo M-5.....	67
Tabla 14 Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de la quebrada Huiraconga M-6.....	68
Tabla 15 Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del manantial Pachamango M-7.....	69
Tabla 16 Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del manantial El Gallito M-8.....	70
Tabla 17 Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del manantial El Cinco M-9.....	71
Tabla 18 Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del manantial Briones M-10	72
Tabla 19 Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del manantial Ojo de Agua M-11.....	73
Tabla 20 Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del manantial Sauce Puquio M-12.....	74
Tabla 21 Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del manantial El Pozo M-13	75
Tabla 22 Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del manantial El Chivo M-14	76
Tabla 23 Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del manantial Jigon M-15.....	77
Tabla 24 Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del manantial El Chorro M-16.....	78
Tabla 25 Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del manantial Santa Rosa M-17.....	79
Tabla 26 Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del manantial Santa Rosa 2 M-18.....	80
Tabla 27 Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del manantial Santa Rosa 3 M-19.....	81
Tabla 28 Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del manantial La Cantera M-20.....	82
Tabla 29 Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del manantial La Totora M-21	83
Tabla 30 Ríos, quebradas y lagunas seleccionados con sus respectivos parámetros físico-químico analizados en el laboratorio.....	84
Tabla 31 Resultados de aniones y cationes analizados en laboratorio.....	84
Tabla 32 Concentraciones iónicas de los ríos, quebradas y lagunas	85
Tabla 33 Análisis estadístico para graficar los diagramas Piper y Schoeller	85
Tabla 34 Relaciones iónicas de los ríos, quebradas y lagunas	86
Tabla 35 Manantiales monitoreados con los resultados de los parámetros físico-químicos obtenidos en laboratorio.....	91
Tabla 36 Resultados de los manantiales y sus aniones y cationes	92
Tabla 37 Concentraciones iónicas de los manantiales monitoreados	94
Tabla 38 Análisis estadístico para graficar los diagramas Piper y Schoeller de los manantiales muestreados	96
Tabla 39 Relaciones iónicas de los manantiales muestreados	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio.	23
Figura 2. Accesibilidad a la zona de estudio.	25
Figura 3. Temperatura máxima y mínima promedia	26
Figura 4. Categorías de nubosidad.	27
Figura 5. Probabilidad de precipitación.	28
Figura 6. Precipitación de lluvias mensuales promedio	29
Figura 7 Vegetación de la zona, (Subcuenca río Namora)	30
Figura 8. Estratos de la formación Chimú.	32
Figura 9. Areniscas de la formación Carhuaz.	33
Figura 10. Estratos de la formación Farrat	34
Figura 11. Areniscas de la Formación Inca	35
Figura 12. Estratos de la formación chúlec	36
Figura 13. Estratos de la formación Pariatambo.	37
Figura 14. Calizas de la formación Yumagual	38
Figura 15. Depósitos cuaternarios lagunares.	40
Figura 16. Depósitos cuaternarios aluviales.	41
Figura 17. Síntesis estratigráfica del norte del Perú	42
Figura 18. Falla local.	44
Figura 19. Falla normal.	44
Figura 20. Anticlinal de Huiraconga.	45
Figura 21. Planicies.	46
Figura 22. Lomada.	47
Figura 23. Laderas	48
Figura 24. Pendientes.	49
Figura 25. Cauce principal de la subcuenca.	51
Figura 26. Vista panorámica de la laguna Huaysaco.	52
Figura 27. Manantial La Tatora, parte alta de la zona de estudio.	54
Figura 28. Esquema del diagrama de Piper.	60
Figura 29. Casos típicos de agua.	61
Figura 30. Diagrama de Schoeller.	62
Figura 31. Diagrama de Piper de ríos, quebradas.	87
Figura 32. Diagrama de Schoeller de los ríos y quebradas.	88
Figura 33. Diagrama de Piper de lagunas.	89
Figura 34. Diagrama de Schoeller de lagunas	90
Figura 35. Diagrama de Piper de los manantiales muestreados.	99
Figura 36. Diagrama de Schoeller de manantiales	100
Figura 37. Grafica de PH de los manantiales.	102
Figura 38. Grafica de la Conductividad Eléctrica de los manantiales	102
Figura 39. Grafica de los TSD de los manantiales	103
Figura 40. Grafica de la dureza de los manantiales	103
Figura 41. Grafica de HCO ₃ ⁻ de los manantiales	104
Figura 42. Grafica de SO ₄ ⁼ de los manantiales.	104
Figura 43. Diagrama de Cl ⁻ de los manantiales.	105
Figura 44 Grafica de NO ₃ ⁻ de los manantiales	105
Figura 45. Grafica de Na ⁺ de los manantiales.	106
Figura 46. Grafica de K ⁺ de los manantiales	106
Figura 47. Diagrama de Mg ⁺⁺ de los manantiales.	107
Figura 48. Diagrama de Cl ⁻ de los manantiales.	107
Figura 49. Foto de la formación Pariatambo.	121
Figura 50. Parte alta de la zona de estudio.	122
Figura 51. Domo de caliza.	123

Figura 52. Laguna Quelluacocha.....	124
Figura 53. Planicie Aluvial de la zona de Namora.....	125
Figura 54. Pendientes.....	126
Figura 55. Formación Carhuaz.....	127
Figura 56. Manantial Pachamango.....	128

RESUMEN

El presente trabajo de investigación presenta el estudio sobre la geología, aguas subterráneas y la hidrogeoquímica de la subcuenca del río Namora, distrito de Namora, provincia y departamento de Cajamarca, con el objetivo de caracterizar la litología para definir la composición y calidad del agua en los manantiales de la parte baja de la subcuenca del río Namora, Cajamarca. Las principales unidades geológicas del área se caracterizan por presentar rocas sedimentarias del Cretáceo Inferior, estando constituidas por calizas, areniscas, las cuales están fracturadas y forman el acuífero local.

Las rocas sedimentarias del Cretáceo comprenden el Superior e Inferior compuestos de rocas como calizas arenosas y conglomerados con cantos de calizas y areniscas rojizas.

El acuífero es extenso y profundo, por lo que sus límites corresponden en gran medida con los de la cuenca hidrográfica del Marañón, localizándose en rocas sedimentarias fracturadas con espesores saturados de por lo menos 200 metros.

Por hidrogeoquímica y según el diagrama de Piper y Schoeller las aguas subterráneas son del tipo bicarbonatadas - cálcico – magnésicas, el cual es indicador de la gran relación que hay entre la litología de la zona con la composición de las aguas de los manantiales de la parte baja de la subcuenca del río Namora.

Poseen valores de pH y temperatura de 6 a 8.5 y de 16.5°C a 20°C aproximadamente. Además, los resultados de las muestras se comparan con los LMP dados por el Reglamento de Calidad de Agua para consumo Humano. Las características litológicas, permitieron confirmar de forma cualitativa, que las áreas de recarga, se dan tanto en la parte alta como en la parte baja de la cuenca por efecto de la lluvia, ya sus concentraciones son muy similares a las del agua de precipitación fluvial.

Palabras clave: Hidrogeoquímica, Litología, Acuífero, Manantial, Cuenca.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En el mundo el agua es el líquido imprescindible para la vida del hombre, animales, plantas, por eso, es necesario preservar su calidad. Si bien la mayoría de los problemas relacionados con la salud derivan de la contaminación microbiológica del agua de consumo, hoy en día existen muchos problemas derivados de la contaminación química. En muchos lugares es habitual que existan manantiales o puntos de agua asociados a las aguas subterráneas, cuya gestión es más compleja por la dificultad de control al existir numerosos puntos de toma, siendo conveniente, por tanto, conocer su calidad, ya que suelen servir como puntos de abastecimiento. Aunque la calidad va asociada, en parte, al tipo de acuífero y características del mismo, los usos cercanos del suelo, pueden modificar sus propiedades originales.

Según Rao y Chaudhary (2019), el acceso al agua es un derecho humano fundamental y representa un factor esencial en el desarrollo integral y sostenible de la sociedad y su eficiente gestión es reconocida en los objetivos de desarrollo sostenible. El agua subterránea representa el 98% del agua dulce no congelada disponible como fuente de abastecimiento para múltiples usos dependiendo de sus características fisicoquímicas y biológicas.

Kumar (2015), manifiesta que el agua subterránea es un recurso cuantitativamente mayor que el agua superficial, participa de numerosos procesos naturales y brinda innumerables servicios ecosistémicos. Por sus características hidrogeológicas el agua subterránea presenta menor susceptibilidad a contaminación antrópica y a las variaciones ambientales, sin embargo, problemáticas como la creciente demanda del recurso y el aumento en el grado de contaminación se han convertido en asuntos de

interés mundial Kalhor (2019), considera que una vez que un acuífero se ha contaminado, su “limpieza” se vuelve impracticable y los procesos de remediación implica altos costos económicos y sociales.

Smet y Wijk (2016), manifiesta que, en torno al agua subterránea, las investigaciones se han orientado en evaluar la calidad a través del estudio de parámetros fisicoquímicos y biológicos, como también evaluar las variaciones hidrológicas en términos espaciales y temporales que inciden en la gestión integral del recurso hídrico.

Normalmente, el agua que proviene de manantiales es de buena calidad, ya que el paso a través de rocas y sedimentos filtra los sólidos en suspensión y favorece la eliminación de patógenos (organismos que causan enfermedades).

Meuli y Wehrle (2015), manifiestan que el flujo del agua subterránea a través de diferentes sedimentos también la puede enriquecer en minerales como, por ejemplo, azufre, sílice o cal, que pueden hacer que incluso varíe de color o sabor. Sin embargo, el mismo proceso puede generar que se acumulen elementos nocivos para la salud como arsénico, hierro y fluoruro. También existe riesgo de contaminación de acuíferos por vertidos de residuos industriales, ganaderos o aguas residuales domésticas sin tratar, especialmente cuando el nivel freático está cerca de la superficie. Estos contaminantes hacen que el agua resulte nociva para el consumo humano y precise de un tratamiento previo para hacerla apta para el consumo.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ofrece datos acerca de las concentraciones admisibles para el consumo humano de una gran variedad de compuestos que pueden estar presentes en las aguas subterráneas.

Ledesma (2016), nos hace recordar que, si se realiza un estudio de factibilidad completo del manantial, las pruebas de laboratorio de calidad del agua estarán incluidas en el informe.

La presente investigación pretende determinar las características litológicas de la parte baja de la subcuenca del río Namora, la cual se encuentra ubicada entre los distritos de Namora y Matara, en la provincia y región de Cajamarca, donde se hallan cubiertas por rocas sedimentarias del Cretáceo Inferior; las formaciones geológicas del Grupo Goyllarisquizga e Inca conformadas por rocas clásticas (areniscas y lutitas) y también materiales característicos del Cretáceo Superior las formaciones que representan son: Chulec, Pariatambo, Yumagual, Cajamarca y el Grupo Quilquiñán conformadas por rocas calcáreas (calizas y limolitas).

Los manantiales son aguas subterráneas que debido a la geografía física del terreno emerge a la superficie; la litología nos ayudará a determinar qué características tienen estos manantiales dentro de la parte baja de la subcuenca del río Namora, así como conocer los parámetros físico-químicos, la composición y calidad de las aguas de acuerdo al medio con el que interactúan con los distintos materiales rocosos por donde discurren.

Por último, se puede apreciar que en los alrededores de la sub cuenca Namora se encuentran quebradas, ríos, manantiales y lagunas, que estarían conectados con las aguas subterráneas a través de estructuras (pliegues, fallas, diaclasas), siendo su estudio relevante para determinar la caracterización hidrogeológica; es por ello que se muestra claramente el problema y la relevancia para realizar el interés por diseñar una relación que permita observar cual es la calidad y composición del agua según la características litológicas en la parte baja de la subcuenca del río Namora.

Como consecuencia, nos planteamos como problema, responder a la siguiente pregunta de investigación que a continuación se mostrara.

1.2. Formulación del problema

¿Cuáles son las características litológicas y su relación con la composición del agua en los manantiales de la parte baja de la subcuenca del río Namora, Cajamarca 2020?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar las características litológicas y su relación con la composición del agua en los manantiales de la parte baja de la subcuenca del río Namora, Cajamarca 2020.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar un mapeo geológico e hidrogeológico de la zona de investigación.
- Tomar los parámetros físico-químicos de la parte baja de la subcuenca.
- Determinar la composición y calidad química de las aguas de los manantiales, ríos, quebradas y lagunas existentes.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis General

El estudio permitirá reconocer la litología que presenta la zona de estudio, además se realizará un inventario de manantiales el cual se analizará para verificar la composición de las aguas de la subcuenca del río Namora, Cajamarca 2020.

1.4.2. Hipótesis Específica

- Al definir la ubicación de la subcuenca del río Namora se identificará los principales manantiales.
- Al tomar los parámetros físico-químicos analizaremos y determinaremos la calidad de agua.
- La calidad de agua de los manantiales de la subcuenca del río Namora está dentro de los estándares para el consumo humano.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El diseño es no experimental de corte transversal, porque se realiza sin manipular en forma deliberada ninguna variable y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos. (Palella y Martins, 2018).

Tipo APLICADA, porque es la utilización de los conocimientos en la práctica, para aplicarlos en la mayoría de los casos en provecho de la sociedad; con un Alcance DESCRIPTIVO, ya que consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. (Arias, 2017); Y un enfoque CUANTITATIVO porque trata con fenómenos que se pueden medir (que se les puede asignar un número) a través de la utilización de técnicas estadísticas para el análisis de los datos recogidos, su propósito más importante radica en la descripción, explicación, predicción y control objetivo de sus causas y la predicción de su ocurrencia a partir del desvelamiento de las mismas. (Kerlinger, 2002).

De acuerdo a lo mencionado se tomarán los datos realizando el estudio hidrogeológico, se hará un análisis y una descripción de las variables relacionadas a la investigación. De igual forma los resultados que se obtendrán a partir de la caracterización hidrogeológica servirán para determinar la calidad de agua haciendo manipulación de los parámetros físico-químicos de la subcuenca del río Namora.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

Población:

Los manantiales de la parte baja de la subcuenca del río Namora, Cajamarca 2020.

Muestra:

Las quince muestras de agua definido con un volumen de 1 litro por muestra, de los manantiales que son de la parte baja de la subcuenca del río Namora, Cajamarca 2020.

2.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

La técnica empleada para la recolección de datos fue el análisis documental y la técnica de la observación. Este proceso de recolección de datos se realizó mediante fichas validadas (Instrumentos de análisis documental), que permiten obtener información de campo para luego ser procesados en software y laboratorio.

Los instrumentos para la recolección de información para el desarrollo del presente trabajo de investigación son:

- ✓ **Cuaderno de campo:** toma de datos y para la realización de los diferentes dibujos observados en el campo.
- ✓ **Ficha de observación:** utilizada para la toma de datos de campo de una manera ordenada.
- ✓ **Brújula:** este instrumento nos será de mucha para la toma de datos, ya que nos va a servir para sacar nuestro rumbo y buzamiento de las estructuras geológicas como: fallas, estratos, fracturas, entre otros.
- ✓ **Sistema de Posicionamiento Global (GPS):** utilizado para la ubicación en el lugar de la toma de datos, las lecturas tomadas son las desde el inicio del sector en estudio hasta el final del mismo.

Así, como también utilizamos diferentes materiales para la investigación, los cuales son:

- ✓ **Picota de geólogo:** instrumento utilizado para extracción de muestras en cada salida de campo.
- ✓ **Botella de vidrio:** utilizado para recepción del agua a muestrear y llevarle a laboratorio para su respectivo análisis.
- ✓ **Softwares:** ArcGis y Excel, usados para crear planos, determinar el tipo de falla e interpretar porque tipo de roca circula el agua.

2.4. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

El método empleado fue el analítico, que consta en tabular los datos geológicos e hidrogeológicos para luego obtener la caracterización litológica de la subcuenca del río Namora.

El procedimiento de investigación se desarrolló mediante tres etapas, que a continuación se describen:

- Etapa preliminar de gabinete

En esta etapa se realizó la revisión bibliográfica, referente a la hidrogeología, geomorfología, morfometría, análisis de imágenes satelitales, informes y trabajos anteriores. Además, ver las rutas de acceso y realizar el cronograma de actividades. En la tabla N° 1 se presentan las revistas, páginas web, etc, más resaltantes para la investigación.

Tabla 1

Base de datos para la investigación.

Buscador	Estudio	Autor (es)	Año	Referencia
Google Académico	Cartas Nacionales del Perú	Geo GPS Perú	2014	Geo GPS Perú
Scielo	Calidad del agua de fuentes de manantial en la zona básica de salud de Sigüenza	Rita Rodríguez, Carmen Martínez	2003	Revista
Google Académico	Manantiales	Smet, Wijk	2016	Revista
ResesearchGate	Revisión de los modelos hidrogeoquímicos de génesis de tobas calcáreas	Ordoñez	2014	Tesis
Scielo	Agua subterránea: tendencias y desarrollo científico	Lina Cerón, Jhon Sarria	2020	Artículo

Nota. Se presentan buscadores, revistas, etc, con temas relacionados a la hidrogeología y geología de cada zona de estudio. Fuente: Elaboración Propia, 2020.

- Etapa de campo

Reconocimiento geológico, geomorfológico e hidrogeológico,

El trabajo se desarrollará en un sector estudiado, para lo cual se realizará identificaciones hidrogeológicas, donde se recolectarán los datos correspondientes para realizar el mapeo hidrogeológico, clasificar el tipo de roca por donde circula el agua para la estación estudiada. Para ello se manejará fichas de campo e instrumentos para análisis hidrogeológicos.

Los diagramas que definen la clasificación son Piper y Schoeller, que indica la calidad de agua en cada dominio estructural.

- Inventarios de puntos de agua y muestreo.

La toma de muestras de agua es una etapa importante previa al análisis, las muestras tomadas y llevadas a laboratorio está basado en el régimen y lineamiento de SEDACAJ que se basa en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA “Calidad del agua” del Ministerio de salud.

Se ha realizado un inventario de puntos de aguas a partir de estudios previo. El inventario ha sido revisado en campo y completado con nuevos puntos de agua encontrados en las distintas áreas de estudio.

Dentro de la zona de estudio se han seleccionado aquellos puntos de agua más representativos para la realización de un control. Este ha consistido en la medida de parámetros físico-químicos de las aguas (conductividad eléctrica, temperatura, pH).

- **Muestreo:**

Las muestras tomadas en campo se realizaron con frascos de vidrio (cada frasco fue rotulado con una etiqueta registrando el punto de muestreo, localización del punto de muestreo, fecha y hora de muestreo), la etiqueta fue cubierta por cinta transparente con el fin de proteger del agua.

Seguidamente consiste en tomar un frasco y sumergir de 15 a 20 cm de profundidad con la boca ligeramente hacia arriba para recolectar 1 litro de agua por muestra y cerrar herméticamente para evitar pérdida de muestras u otras alteraciones por agentes externos; cabe recalcar que en cada frasco de vidrio se dejó un espacio del 5% del volumen del recipiente para el suministro de oxígeno.

Cada frasco se almaceno dentro de una caja térmica (cooler) de forma vertical para evitar derrame y proteger de la luz del sol y contaminación.

Aplicamos el mismo procedimiento para los 15 puntos y muestras de agua que se realizó en la subcuenca del rio Namora, para finalmente trasladarlos a laboratorio de SEDACAJ (dentro de las 12 primeras horas de tomada la muestra), en la respectiva caja térmica (utilizada para el almacenamiento de las muestras), en el cual se analizara los parámetros fisicoquímicos.

- Etapa de gabinete



Para ello toda la data de campo se estudiará, analizará y luego procesarla, los resultados plasmados en tablas, figuras y planos.

Los datos tomados en cada estación, todos estos anotados en la ficha de registro geológico, hidrogeológico como: Coordenadas UTM, cota, formaciones geológicas, la meteorización, así como las estructuras geológicas: pliegues, fallas, discontinuidades; todos estos datos se analizarán para interpretación de la calidad de agua.

Con la ayuda del software ArcGIS se realizará el mapeo hidrogeológico, además con el programa Excel en el cual ya contiene las fórmulas de Easy Quimic para la interpretación de los parámetros físico-químicos de las aguas muestreadas.

Tabla 2

Materiales usados en laboratorio-Sedacaj

Material	Análisis físico-químicos	Imagen
Conductímetro	pH, Temperatura, TSD, Dureza, CE.	
Espectrofotómetro	Aniones (sulfatos, nitratos, cloruros) Cationes (sodio, potasio, calcio, aluminio, zinc)	

Nota. Los materiales usados en laboratorio Sedacaj, están bien calibrados para que no haya error en los resultados. Cada equipo sirve para analizar diferentes parámetros físico-químicos de las muestras de agua.
Fuente: Sedacaj, 2020.

Tabla 3

Métodos para análisis físico-químicos de las muestras representativas.

Parámetro	Método	Reactivo
TSD	Conductimetro	0
pH, a 18.5°C	Método directo	0
Conductividad	Método directo	0
Dureza	Titulometrico	Buffer a Ph 10. Negro de Eriocromo (indicador). EDTA a 0.01 M (sal disódica).
Cloruros	Titulometrico	Cromato de potasio (indicador). Nitrato de plata a,0141 N.
Bicarbonatos	Acido Base	Felnoftaleina. Naranja metilo
Sulfatos	Colorimetrico	Reactivo del mismo nombre
Nitratos	Colorimetrico	Reactivo del mismo nombre
Cianuro	Colorimetrico	Reactivo del mismo nombre
Aluminio	Colorimetrico	Reactivo del mismo nombre
Calcio	Colorimetrico	Reactivo del mismo nombre
Magnesio	Colorimetrico	Reactivo del mismo nombre
Sodio	Colorimetrico	Reactivo del mismo nombre
Potasio	Colorimetrico	Reactivo del mismo nombre
Zinc	Colorimetrico	Reactivo del mismo nombre
Coliformes Totales	Prueba presuntiva	10 ml de caldo lactosado, bromocresol

Nota. Cromatografía líquida de los parámetros físico-químicos analizados en laboratorio Sedacaj.
Fuente: Sedacaj, 2020.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Aspectos Generales

3.1.1. Ubicación Geográfica y Política

Geográficamente la zona de investigación se encuentra ubicada en la cadena occidental de los Andes, al Sureste de la ciudad de Cajamarca, dentro de la provincia y región de Cajamarca, en la sierra norte del Perú (observar figura 1 y 2).

Políticamente la zona de estudio se encuentra en:

- Región: Cajamarca
- Provincia: Cajamarca
- Distritos: Namora y Matara.

Tabla 4.

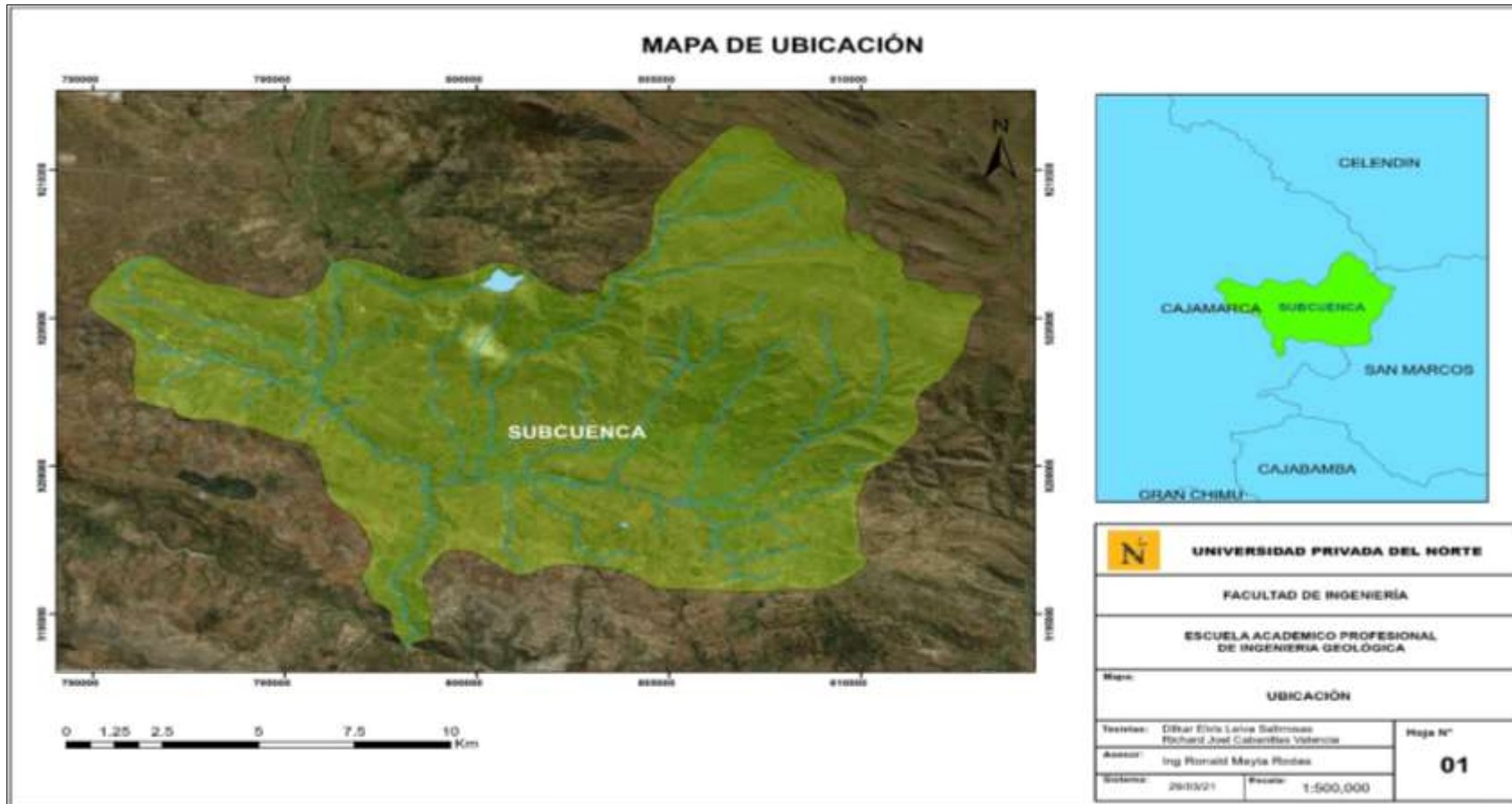
Coordenadas UTM WGS 84 de la parte baja de la subcuenca del río Namora.

Vértices	Norte	Este
1	9 210 000	790 000
2	9 195 000	790 000
3	9 195 000	810 000
4	9 210 000	810 000

Nota: En esta tabla encontramos las coordenadas, los 4 vértices de la zona de estudio Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Figura 1

Mapa de Ubicación de la zona de estudio.



Nota. La zona de estudio presenta los acuíferos y la litología a ser estudiada.

3.1.2. Accesibilidad

Para llegar a la zona se estudió desde la ciudad de Cajamarca, existen dos vías principales.

Vía 1: Desde Cajamarca por la carretera hacia la provincia de San Marcos con una distancia de 22.5 kilómetros totalmente asfaltados, en un tiempo aproximado de 20 minutos.

Vía 2: Desde Cajamarca por la carretera hacia la provincia de Celendín con una distancia aproximada de 27.3 kilómetros, 21.1 Km asfaltados y 6.2 km de carretera afirmada, en un tiempo aproximado de 30 min.

Figura 2

Accesibilidad a la zona de estudio.



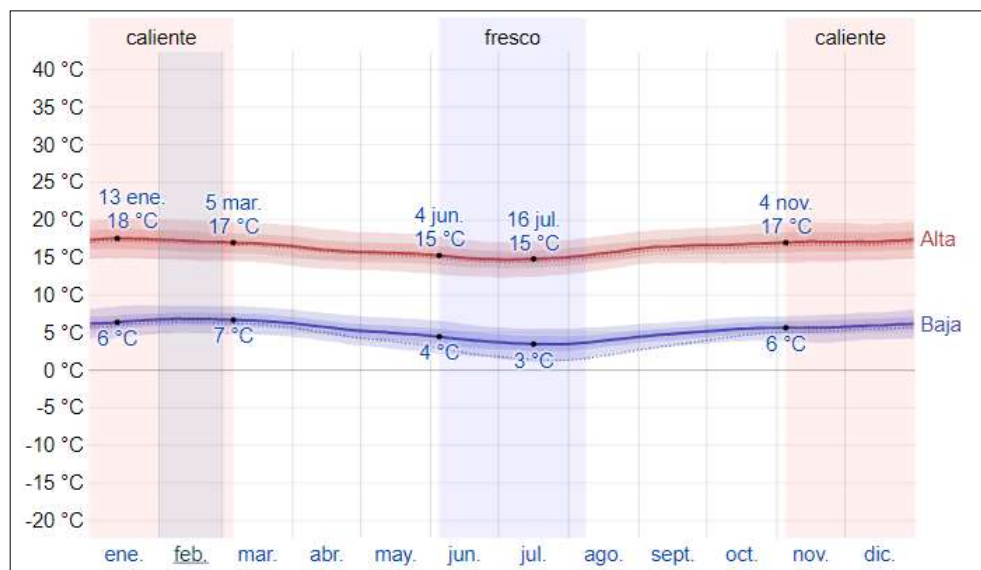
Nota. El mapa cuenta con 2 accesos a la zona de estudio.

3.1.3. Climatología

La temporada templada dura 4,0 meses, del 4 de noviembre al 5 de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 17 °C. El día más caluroso del año es el 13 de enero, con una temperatura máxima promedio de 18 °C y una temperatura mínima promedio de 6 °C. La temporada fresca dura 2,1 meses, del 4 de junio al 8 de agosto, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 15 °C. El día más frío del año es el 16 de julio, con una temperatura mínima promedio de 3 °C y máxima promedio de 15 °. (SENAMHI 2017).

Figura 3.

Temperatura máxima y mínima promedio.



Nota: La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diario con las bandas de los percentiles 25° a 75°, y 10° a 90°. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes. Fuente: (SENAMHI 2017).

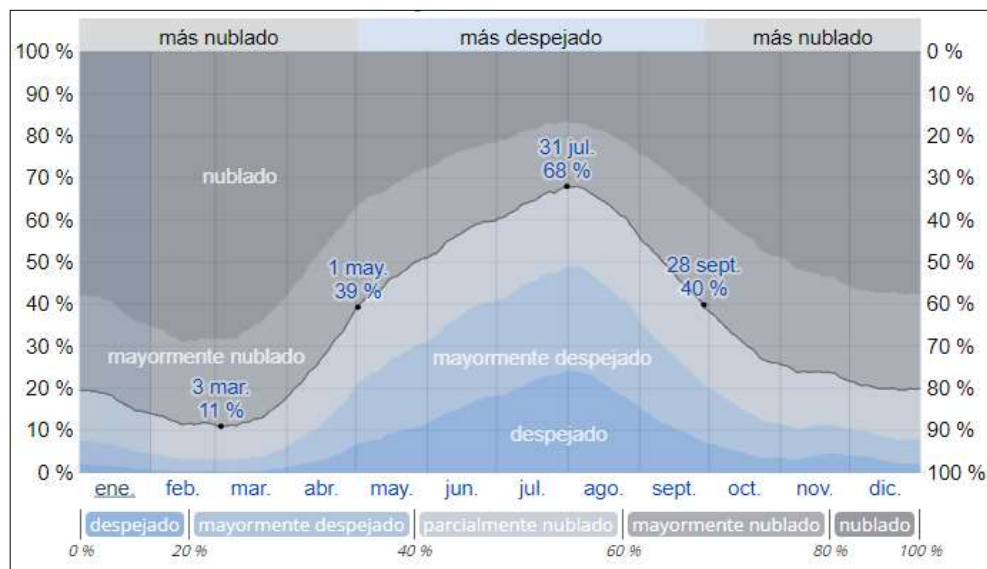
- Nubes

La parte más despejada del año en Namora comienza aproximadamente el 1 de mayo; dura 4,9 meses y se termina aproximadamente el 28 de septiembre. El 31 de julio, el día más despejado del año, el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 68 % del tiempo y nublado o mayormente nublado el 32 % del tiempo.

La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 28 de septiembre; dura 7,1 meses y se termina aproximadamente el 1 de mayo. El 3 de marzo, el día más nublado del año, el cielo está nublado o mayormente nublado el 89 % del tiempo y despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 11 % del tiempo. (SENAMHI, 2017).

Figura 4.

Categorías de nubosidad.



Nota. El porcentaje de tiempo pasado en cada banda de cobertura de nubes, categorizado según el porcentaje del cielo cubierto de nubes. Fuente: (SENAMHI, 2017).

- Precipitación

La probabilidad de días mojados en Namora varía considerablemente durante el año.

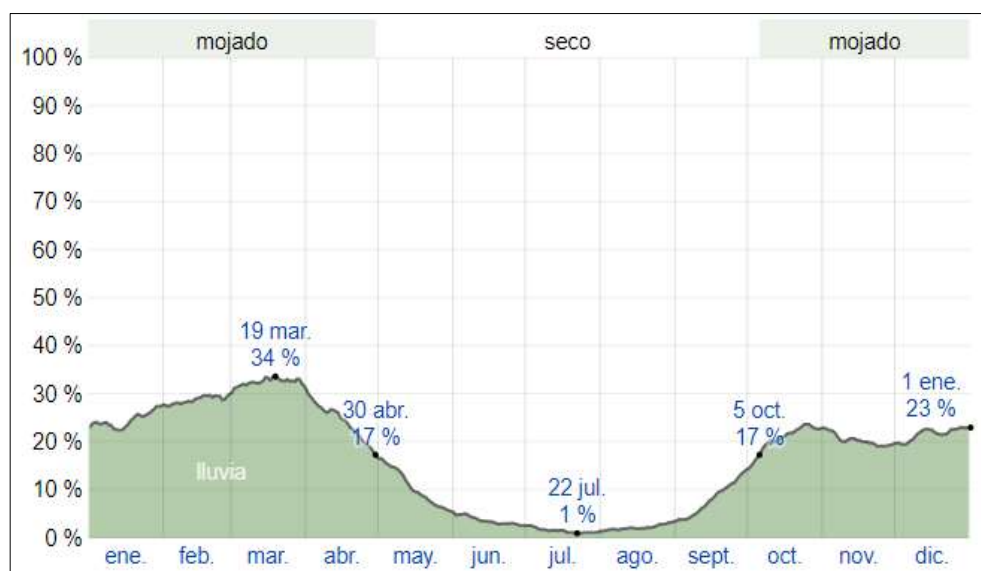
La temporada más mojada dura 6,8 meses, de 5 de octubre a 30 de abril, con una probabilidad de más del 17 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 34 % el 19 de marzo.

La temporada más seca dura 5,2 meses, del 30 de abril al 5 de octubre. La probabilidad mínima de un día mojado es del 1 % el 22 de julio.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 34 % el 19 de marzo. (SENAMHI, 2017).

Figura 5.

Probabilidad de precipitación.



Nota. El porcentaje de días en los que se observan diferentes tipos de precipitación, excluidas las cantidades ínfimas: solo lluvia, solo nieve. Fuente: (SENAMHI 2017).

- Lluvia

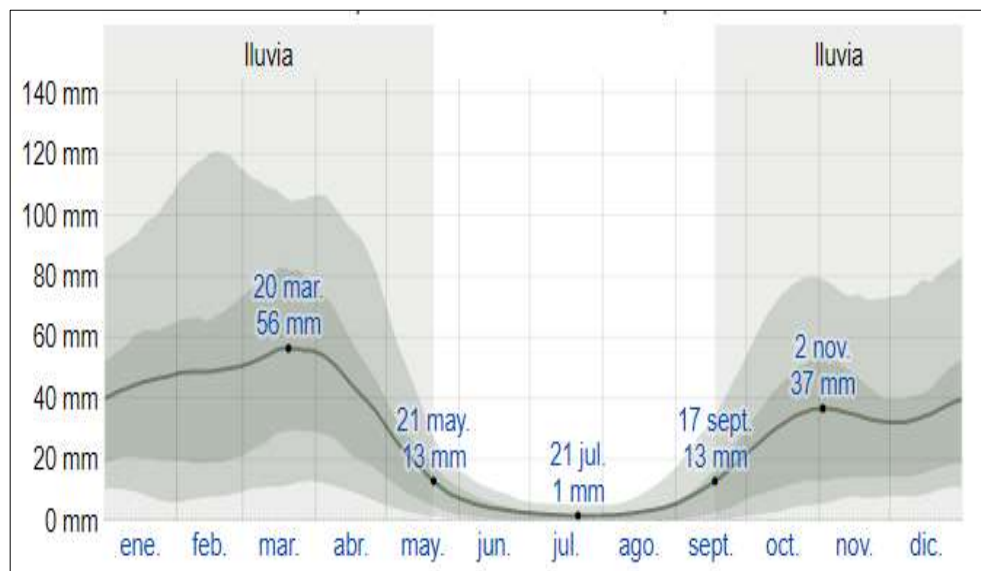
La precipitación de lluvia acumulada durante un período móvil de 31 días centrado alrededor de cada día del año. Namora tiene una variación considerable de lluvia mensual por estación.

La temporada de lluvia dura 8,1 meses, del 17 de septiembre al 21 de mayo, con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros. La mayoría de la lluvia cae durante los 31 días centrados alrededor del 20 de marzo, con una acumulación total promedio de 56 milímetros.

El periodo del año sin lluvia dura 3,9 meses, del 21 de mayo al 17 de septiembre. La fecha aproximada con la menor cantidad de lluvia es el 21 de julio, con una acumulación total promedio de 1 milímetros. (SENAMHI, 2017).

Figura 6.

Precipitación de lluvia mensual promedio.



Nota. La lluvia promedio (línea sólida) acumulada en un periodo móvil de 31 días centrado en el día en cuestión, con las bandas de percentiles del 25° al 75° y del 10° al 90°. La línea delgada punteada es el equivalente de nieve en líquido promedio correspondiente. Fuente: (SENAMHI 2017).

3.1.4. Vegetación

La vegetación existente en el lugar consta de plantaciones artificiales tales como eucaliptos, pinos, ciprés, sauces, arbustos, hierbas y zonas de cultivos. Además, de plantas silvestres podemos mencionar la presencia de ichus y musgos en la parte alta de la subcuenca.

El uso de la tierra se desarrolla una agricultura temporal (época de lluvia), en donde se suele sembrar maíz, papa, legumbres, importantes para la alimentación de la población, entre otros, se encuentran también el sembrío de alfalfa y forraje, fundamentales en la alimentación del ganado.

Figura 7.

Vegetación de la zona, (Subcuenca río Namora).



Nota. Arboles de eucalipto y ciprés típicos de la región Quechua, al fondo podemos observar pequeños valles con pastizales y otros sembríos, ubicados en el sector de Río Seco.

3.2. Geología

3.2.1. Geología Local

Las Formaciones geológicas que afloran dentro de la parte baja de la Subcuenca del río Namora, crono-estratigráficamente comprenden desde el Cretácico Inferior, (Grupo Goyllarisquizga), Formaciones Inca, Chulec, Pariatambo, pasando al cretáceo Superior, Formaciones Yumagual, Quilquiñam-Mujarrum, Cajamarca, hasta el Neógeno, estas formaciones se encuentran superpuestas por Depósitos Cuaternarios. (ver plano Geológico en Anexo 2) a continuación se especifica a cada una de ellas.

A. Formación Chimú (Ki-chim)

Esta formación que pertenece al Grupo Goyllarisquizga aflora en la parte alta de la subcuenca, ocupando un área de: 3084.07 hectáreas, con un porcentaje de: 15.13%.

La Formación Chimú consiste en una alternancia de areniscas cuarzosas y lutitas en la parte inferior y de una potente secuencia de areniscas blancas, en estratos gruesos, en la parte superior. Las areniscas generalmente son de grano mediano a grueso. Tiene un grosor aproximado de 500 m. Por sus relaciones estratigráficas la edad de la Formación Chimú se ubica en el Valanginiano inferior a medio, pues yace sobre la Formación Chicama del Titoniano e infrayace a la Formación Santa del Valanginiano superior (Tafur, 1950).

Figura 8.

Estratos de la Formación Chimú.



Nota. Estratos de areniscas blancas de la Formación Chimú, corte de carretera a la laguna Quelluacocha, Namora. Fuente: Propia.

B. Formación Santa (Ki-sa)

Esta formación que pertenece al Grupo Goyllarisquizga aflora en la parte alta y baja de la subcuenca, debido a la geomorfología y plegamientos existentes, ocupando un área de: 380.84 hectáreas, con un porcentaje de: 1.86%.

Consiste en la intercalación de lutitas, y areniscas gris oscuras, con un grosor que oscila entre los 100 y 150 m. suprayace a la formación Chimú e infrayace a la formación Carhuaz, aparentemente con discordancia paralela en ambos casos. El cambio de facies es notable según los lugares, en la zona de investigación solamente hay lutitas y areniscas grises, fenómeno que se interpreta como relacionado con la forma de la subcuenca. A la formación Santa puede asignársele una edad del Valanginiano superior (Benavides, 1956).

C. Formación Carhuaz (Ki-ca)

Esta formación del Grupo Goyllarisquizga aflora en la parte alta y baja de la subcuenca. Consiste en la intercalación de areniscas (rojizas, violetas y verdosas; características principales para diferenciarla en campo) con lutitas grises. Hacia la parte superior contiene bancos de areniscas cuarzosas blancas que se intercalan con lutitas y areniscas. La Formación Carhuaz yace con suave discordancia sobre la Formación Santa e infrayace concordante a la Formación Farrat. En la zona tiene un grosor aproximado de 400m. Probablemente las edades Valanginiano superior Hauteriviano y Barremiano corresponden a esta Formación (Benavides, 1956).

Figura 9.

Areniscas de la Formación Carhuaz.



Nota. Areniscas con coloración rojiza de la Formación Carhuaz, corte de carretera a la laguna Quelluacocha, Namora.

D. Formación Farrat (Ki-f)

Esta formación del Grupo Goyllarisquizga aflora en gran parte de la subcuenca, ocupando un área de: 4770.52 hectáreas, con un porcentaje de: 23.35%. Esta Formación consiste de areniscas blancas de grano medio a grueso, tiene un grosor promedio de 500 m. Suprayace con aparente concordancia a la formación Carhuaz e infrayace con la misma relación, a la formación Inca, dando la impresión en muchos lugares de tratarse de un paso gradual. Se han encontrado especímenes correspondientes al Cretáceo inferior. Por otra parte, la Formación Farrat infrayace a sedimentos de los niveles más altos del Aptiano por lo que se le asigna una edad Aptiana. Por sus características litológicas, es común encontrarla conformando escarpas (Reyes, 1980).

Figura 10.
Estratos de la Formación Farrat.



Nota. Estratos de areniscas blancas de la Formación Farrat, constituyendo pequeñas escarpas, Namora.

E. Formación Inca (Ki-in)

Esta formación transicional aflora en la parte alta y baja de la subcuenca, debido a la geomorfología y plegamientos existentes, ocupando un área de: 649.52 hectáreas, con un porcentaje de: 3.17%.

Consta de la intercalación de areniscas calcáreas, lutitas ferruginosas dando en superficie un matiz amarillento. En la zona de estudio presenta una coloración rojiza. Su grosor aproximado es de 100 m. Infrayace concordantemente a la formación Chúlec y suprayace con la misma relación a la formación Farrat. Se le asigna una edad que se encuentra entre el Aptiano superior y Albiano inferior (Benavides, 1956).

Figura 11.
Areniscas de la Formación Inca.



Nota. Areniscas rojizas típicas de la Formación Inca, ubicado en el corte de carretera a la laguna Huacsaco, Matara.

F. Formación Chúlec (Ki-chu)

Esta Formación Calcárea aflora en la parte alta y baja de la subcuenca, debido a la geomorfología y estructuras existentes, ocupando un área de: 2479.98 hectáreas, con un porcentaje de: 12.18%.

Esta formación consiste en una secuencia fosilífera de calizas arenosas, lutitas calcáreas y margas, las que por intemperismo adquieren un color crema amarillento. Su aspecto terroso amarillento es una característica para distinguirla en el campo. Generalmente los bancos de margas se presentan muy nodulosos y las calizas colores gris parduzcos. Su grosor varía de 200 a 250 m. Su edad se determina en la parte baja del Albiano Medio y en el Albiano Inferior (Laughlin, 1925).

Figura 12.

Estratos de la Formación Chúlec.



Nota. Estratos de margas y calizas de la Formación Chúlec, ubicado en el corte de carretera a San Marcos, Matara.

G. Formación Pariatambo (Ki-pa)

Esta Formación calcárea se encuentra en la parte alta de la subcuenca del río Namora, ocupando un área total de: 775.74 hectáreas, con un porcentaje de: 3.78%.

Consiste en una alternancia de lutitas con delgados lechos de calizas bituminosas negruzcas, estratos calcáreos con nódulos silíceos (chert) y dolomíticos, con un característico olor fétido al fracturarlas. Su espesor varía entre 150 a 200 m. Esta formación yace concordantemente sobre la Formación Chúlec e infrayace con suave discordancia a la Formación Yumagual. La formación Pariatambo contiene restos de moluscos, estas especies son típicamente pelágicas del Albiano medio (Laughlin, 1925).

Figura 13.

Estratos de la Formación Pariatambo.



Nota. Estratos de calizas oscuras intercalados con lutitas de la Formación Pariatambo, ubicado cerca a la quebrada Huiraconga, Namora.

H. Formación Yumagual (Ks-yu)

Esta Formación calcárea del Grupo Pulluycana se encuentra en la parte alta de la subcuenca del río Namora, ocupando un área total de: 2236.11 hectáreas, con un porcentaje de: 10.92%.

Consiste en una secuencia de margas y calizas gris parduzcas en bancos más o menos uniformes, destacando un miembro medio lutáceo margoso, amarillento, dentro de un conjunto homogéneo presenta escarpas debido a su dureza uniforme. En algunos horizontes se observan nodulaciones calcáreas. Tiene un grosor aproximado de 600 m. Se han determinado del Albiano y parte temprana del Cenomaniano (Cruzado, 2009).

Figura 14.

Calizas de la Formación Yumagual.



Nota. Calizas nodulares de la Formación Yumagual, ubicado cerca a la Quebrada Huiraconga, Namora.

I. Grupo Quilquiñan – Formación Mujarrum (Ks-qm)

Esta Formación calcárea se encuentra en la parte alta de la subcuenca, ocupando un área total de: 144.75 hectáreas, con un porcentaje de: 0.71%.

La parte inferior de la secuencia (Fm. Mujarrún) descansa concordantemente sobre la formación Yumagual, mientras que la parte superior (Gpo. Quilquiñán), infrayace con discordancia paralela a la formación Cajamarca.

La base consiste en una secuencia de calizas nodulares, seguida de una intercalación de margas y lutitas. Continúan delgados lechos de calizas nodulares con margas de color pardo amarillento. En la zona alcanza un espesor de 150 m. Se ubica a estas unidades entre el Cenomaniano medio y el Turoniano inferior (Crisólogo, 2011).

J. Formación Cajamarca (Ks-ca)

Esta formación se encuentra en la parte alta de la subcuenca, ocupando un área de: 112.58 hectáreas, con un porcentaje de: 0.55%.

Esta formación consiste de calizas gris oscuras o azuladas, con delgados lechos de lutitas y margas. Las calizas se presentan en bancos gruesos con escasos fósiles. Esta formación yace concordantemente sobre la formación Quilquiñán y con la misma relación infrayace a la formación Celendín. Su grosor varía entre los 600 y 700 m. Se le asigna a la Formación Cajamarca la edad perteneciente al Turoniano superior (Crisólogo, 2011).

K. Depósitos Cuaternarios

Las formaciones estratigráficas anteriormente descritas están superpuestas discordantemente por depósitos cuaternarios recientes de distintos tipos los cuales se detallan a continuación:

- Lagunares (Q-la)

Estos ocupan un área de: 2719.89 hectáreas, con un porcentaje de: 13.55%.

Los depósitos lagunares se encuentran en diferentes lugares y niveles, dispuestos en bancos sub horizontales constituidos por material fino areno- arcilloso, a los que algunas veces se intercalan gravas y delgados conglomerados. Estos depósitos se hallan principalmente en los alrededores de Namora y Matara.

Figura 15.

Depósitos cuaternarios lagunares.



Nota. Depósitos lagunares de diferentes niveles en los alrededores del distrito de Namora.

- Fluviales (Q-fl)

Este depósito tiene presencia en la zona y ocupan un área de: 16.50 hectáreas. Están representados por la acumulación de materiales transportados por cursos fluviales, depositados en el fondo y riberas de los ríos. Consisten de gravas gruesas y finas, arenas sueltas y depósitos limoarcillosos. Estos depósitos fluviales en la zona de estudio están localizados en la parte superior del cauce principal del río Namora.

- Aluviales (Q-al)

Dentro de los depósitos aluviales se han considerado los materiales con poco transporte. Depósitos que se acumulan en áreas favorables en los flancos de los valles y quebradas, están conformados por conglomerados poco consolidados, con clastos englobados en una matriz limoarcillosa.

Figura 16.

Depósitos cuaternarios Aluviales.




















Nota. Depósitos aluviales, carretera a la laguna Quelluacocha, Namora.

Luego del registro en campo, finalmente podemos ver a todas estas formaciones estratigráficas y depósitos recientes plasmados en un plano geológico, (Anexo 2)

Figura 17.

Síntesis estratigráfica del norte del Perú.

Crono Estratigrafía (Pisos)	Unidades Litoestratigráficas	Argumentos de Datación	Bibliografía
Campaniano	Celendin	 Manambolites sp, Libycoceras sp, Menabites sp, Submorticeras sp, Pachydiscus sp.	6
Santoniano		 Lenticeras baltai, Texanites sp, Desmophyllites gaudama, Tissotia sp.	1,2
Coniaciano		 Buchiceras bilobatum, Barroisiceras sp., Heterotissotia sp., Tissotia sp.	1,2
Turoniano	Cajamarca	 Coilopoceras newelli	1
		 Helvetotruncana praehelvetica, Pseudedomia drorimensis	5
	Coñor	 Mamites nodosoides, collopoceras jenski, Peudoaspidoceras sp., Vascoceras sp., Thomasitas sp.  Inocerasmus tablatus.	1
Cenomaniano	Romiron	 Neolobites vibrayeanus (= Kummell)	1,3
		 Acanthoceras chasca, Forbesiceras sp.	1
	Mujarrún	 Acanthoceratidae, Exogyra africana, Exogyra cf. E. ponderosa	1
Albiano	Yumagual	 Mariella lewesensis (1)  Nummoloculina heimi (4)	1-4
		 Engonoceras sp.  Ostrea scyphax	1
Albiano	Pariatambo	 Oxytropidoceras carbonarium, Venezoliceras sp. Lyelliceras lyelli, Brancoceras sp. Dipoloceras sp.	1,2
	Chulec	 Lyelliceras lyelli, Knemiceras raimondii Douvilleiceras monile, Protanisoceras blancheti	2,2
	Inca	 Knemiceras ollonense Parahoplites nicholsoni, P. inti, P. quilla	1
Aptiano			

Nota. Podemos observar una síntesis estratigráfica del Cretáceo del norte del Perú en donde encontramos las formaciones del lugar de estudio de investigación. Fuente: Benavides 1956.

3.2.2. Geología Estructural

A nivel regional, se puede observar los movimientos tectónicos andinos, los que han sido en algunos sectores de mayor intensidad que en otros. Es así que las ondulaciones suaves de algunos niveles estratigráficos pasan a ser estructuras principales, en la zona de la subcuenca se evidencian principalmente eventos de tipo compresivo. Estas fases de deformación están evidenciadas por plegamientos, fallamientos y otras estructuras. (ver Plano Estructural en Anexo 3)

La geología estructural finalmente define las zonas donde los plegamientos superaron los límites de elasticidad de las rocas y terminaron fracturando y fallando. Las fallas, fracturas y plegamientos son la conexión directa de las aguas superficiales con las subterráneas.

En la zona de investigación podemos encontrar anticlinales y sinclinales como principales estructuras, con fracturas y fallas de nivel local encontrándose estas en dirección andina NW - SE y perpendiculares a la dirección de los principales esfuerzos los cuales se encuentran con dirección NE - SW.

- Fallas

El área presenta deformación frágil evidenciada por la presencia de fallas normales principalmente e inversas. que han sido originadas por fuerzas distensivas y compresionales efectuadas durante el levantamiento de los andes (fase Inca), siguiendo el rumbo del alineamiento andino.

Figura 18.
Falla Local.



Nota. Falla local normal con dirección trasandina NE - SW, Azimut: 115°, Dip: 65°.

Figura 19.
Falla Normal



Nota. Falla normal (Cajamarca) con dirección andina NW – SE, Az: 72°, Dip: 79°.

- Plegamientos

Se presentan plegamientos intensos con la formación final de anticlinales y sinclinales que muestran una alineación NW - SE evidenciando los esfuerzos que priman en dirección NE - SW que son los causantes de tal deformación, que representa la deformación dúctil.

Figura 20.
Anticlinal de Huiraconga.



Nota. Flanco izquierdo del Anticlinal con eje de dirección andina NW – SE, sector de la quebrada Huiraconga, La Masma, Namora.

3.3. Geomorfología

El área de investigación se encuentra en la zona norte de la Cordillera de los Andes, el cartografiado geomorfológico de la subcuenca del río Namora, se realizó teniendo en cuenta la caracterización de los siguientes aspectos: Origen del relieve (por erosión o

acumulación): Tipos de relieve (Laderas, escarpas, lomadas y planicies), teniendo en cuenta su amplitud de relieve.

Para la descripción de las diferentes unidades geomorfológicas consideramos la pendiente, el tipo de litología principal de los afloramientos de roca y/o depósitos no consolidados, el carácter estructural y la asociación morfogenética.

3.3.1. Planicies

Son superficies con pequeñas ondulaciones y suave pendiente que varía entre los 0° a 8° y están distribuidas en mayor extensión en el centro de la subcuenca, a lo largo del cauce del río Namora y quebradas relacionadas con depósitos lagunares.

Figura 21.
Planicies.



Nota. *Planicie ubicada en el sector de la laguna Huacsaco, Matara.*

3.3.2. Lomadas

Las lomadas o colinas presentan un relieve con pendientes suaves que está entre los 8° a 20° y deben estar por debajo de los 200 metros, en el área de investigación las encontramos en los alrededores de la laguna Quelluacocha.

Figura 22.
Lomada.



Nota. *Lomadas en los alrededores de la laguna Quelluacocha.*

3.3.3. Laderas

Son geformas inclinadas, en el área de investigación las encontramos hacia el este en el distrito de Matara, estas unidades geomorfológicas van desde los 300 hasta 500 metros de altitud y tienen pendientes entre los 20° a 50°.

Figura 23.
Laderas.



Nota. Laderas en el sector Chinchin, Matara.

3.3.4. Escarpas

Son geoformas que presentan un fuerte desnivel en la superficie y están determinados por dos superficies más o menos planas. Se encuentran con pendientes superiores a los 50°. En el área de investigación estas geoformas lo encontramos formando las caras empinadas de los cerros,

Se logra determinar estas unidades geomorfológicas en la parte superior del cauce principal de la subcuenca donde presenta macizos rocosos de la formación Farrat con fuerte pendientes.

Figura 24.
Pendientes.



Nota. Fuertes pendientes en la parte superior del cauce del río Namora. El tipo de roca que presentan son calizas.

3.4. Parámetros Geomorfológicos

Las características geomorfológicas de la subcuenca interactúan determinando su comportamiento, para la recepción y distribución de las precipitaciones existentes sobre ella. El análisis y cálculo de los parámetros geomorfológicos favorecerán a estimar los valores de elementos principales que influyen en las posibles variaciones hidrometeorológicas que presenta nuestra subcuenca.

3.4.1. Área

El Área (A) se considera uno de los parámetros principales, y se define como la proyección horizontal de todo el sector de drenaje, cuyas aguas fluyen directa o indirectamente hacia un mismo cauce natural (río).

Tabla 5

Área de la zona de estudio.

Área 1	Área 2
M ²	Km ²
205419581.865	205.419582

Nota. En esta tabla se muestra el área de la zona de estudio de la subcuenca del río Namora. Fuente: Elaboración Propia, 2020

3.5. Hidrogeología

Según la Autoridad Nacional de Agua (ANA), la subcuenca del río Namora se encuentra administrada por Autoridad Administrativa del Agua VI Marañón (AAA - VI Marañón), y localmente por la Autoridad Local del Agua – 39 Crisnejas (ALA – 39 Crisnejas).

Para poder analizar la zona de estudio se ha realizado un recorrido determinando tanto ríos, quebradas, lagunas y manantiales, los cuales se detallan a continuación. (ver plano de la subcuenca en Anexo 1).

3.5.1. Ríos y Quebradas

En la zona se ha podido identificar dos ríos y más de 2 quebradas, siendo el río Namora el principal afluente de la subcuenca en su parte baja.

En la parte baja de la subcuenca se presentan al menos 26 afluentes del río principal, cuyos caudales varían según la época del año. Podemos también encontrar dentro de la zona de estudio a otra microcuenca (río Chucsen), la que descarga sus aguas al río Namora.

Tabla 6

Inventario de Ríos y Quebradas.

N°	Nombre	Tipo de red	Orden	Longitud (Km)
3	Conga	Q	1	4.91
4	Huancamayo	Q	1	2.07
5	Chucsen	R	3	8.72
6	Namora	R	4	18.50

Nota: La tabla muestra los ríos y quebradas principales, las cuales tienen una gran extensión hídrica.
Fuente: Elaboración Propia, 2020

Figura 25.

Cauce Principal de la subcuenca.



Nota. Este cauce es el principal de la subcuenca de Namora en el que cuyos caudales varían según la época del año, con una longitud de 18.50 km.

3.5.2. Lagunas

Deposito natural de agua de menores dimensiones que un lago, (Dávila, 1995).

En la zona se presentan dos importantes lagunas, las cuales son la laguna Quelluacocha, ubicada en la parte alta del distrito de Namora y que es una de las más importantes de Cajamarca, y también la laguna Huaysaco en el distrito de Matara.

Tabla 7

Inventario de Lagunas.

N°	Nombre	Altitud (msnm)	Área (Hectáreas)
1	Huaysaco	3380	12.14
2	Quelluacocha	2919	48.05

Nota. Estas lagunas por su conexión subterránea con la red de drenaje desempeñan una importante función hidrogeológica en la zona. Fuente: Elaboración Propia, 2020

Figura 26.

Vista panorámica de la laguna Huaysaco.



Nota. Esta laguna se encuentra a una altitud de 3380 msnm y con una determinada área de 12.14 hectáreas.

3.5.3. Manantiales

Los manantiales constituyen un registro panorámico de la evidencia de aguas subterráneas, están ligados a las condiciones geológicas de la cuenca como son la naturaleza de la roca y sus características litológicas y estructurales (Dávila, 1995).

Tabla 8.

Inventario de Manantiales.

N°	Nombre	Caserío	(Este)	(Norte)	msnm
1	El Gallito	Matara	802764	9197154	2808
2	Pachamango	Pachamango	803518	9195881	2874
3	Ojo de Agua	Ojo de Agua	795046	9203527	2764
4	Sauce puquio	Chilacat	795349	9202040	2786
5	El Pozo	Chilacat	794969	9202359	2772
6	El Cinco	Casa Blanca	795881	9202497	2726
7	El Chivo	Casa Blanca	796275	9203665	2759
8	Jigon	Jigon	792277	9203266	2866
9	El Chorro	Namora	795449	9202720	2731
10	Santa Rosa 1	Namora	794899	9202895	2751
11	Santa Rosa 2	Namora	795110	9202758	2743
12	Santa Rosa 3	Namora	795313	9202758	2739
13	Briones	Namora	794780	9202991	2761
14	La Cantera	La Colpa	806585	9210879	3901
15	La Totora	La Colpa	807195	9210110	3914

Nota. Principales manantiales de la zona de estudio. Algunos de ellos sirven para consumo humano, otros para la agricultura. Fuente: Elaboración Propia, 2020.

Figura 27.

Manantial La Totorá, parte alta de la zona de estudio.



Nota. Este manantial se encuentra en el caserío La Colpa con una altitud de 3914 msnm.

3.6. Parámetros Físicoquímicos

En esta parte se presenta los resultados obtenidos mediante el uso del programa Excel, el cual generó los diagramas de Piper y Schoeller con el tipo de agua representativa de la zona de estudio.

Componentes Mayoritarios

Las aguas naturales adquieren su composición química mediante un proceso complejo, donde intervienen factores de tipo físico-químico, geológico, hidrogeológico, geomorfológico y otros. Por lo que, la presencia de las sustancias disueltas en agua subterránea generalmente se encuentra en estado iónico de forma mayoritaria o minoritaria; entre los componentes mayoritarios destacan los iones HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} .

Aniones

Bicarbonatos (HCO_3^-) y Carbonatos (CO_3^{2-})

La presencia de los iones bicarbonatos y carbonatos en agua subterránea se deriva principalmente de la atmósfera y del suelo rico en CO_2 , con la disolución de rocas carbonatadas principalmente de carbonato de calcio.

El CO_2 disuelto en agua procedente de la zona edáfica, proviene del aporte de ácidos orgánicos o inorgánicos, siendo una fuente importante de carbonatos y bicarbonatos.

Sobre las condiciones de equilibrio, el valor del pH en agua indica la fracción de diferentes especies de estos iones disueltos, presentándose en bicarbonatos un pH de 6 hasta 8.5. La disociación de los bicarbonatos hacia los carbonatos comienza en un pH alrededor de 8.35 y para los carbonatos dominantes con una alta alcalinidad. Si el pH es menor que 5, la solución solo contiene CO_2 (Kresic, 2006).

Cloruros (Cl^-)

Exceptuando las rocas de origen marino y evaporíticas, las rocas por lo común presentan escasa proporción de cloruros. Sin embargo, dada la elevada solubilidad de sus sales, estos pasan rápidamente a la fase acuosa alcanzando altas concentraciones.

El agua de lluvia suele ser una fuente importante del ion Cl^- , principalmente en zonas próximas a la costa, donde su concentración en agua de lluvia suele disminuir rápidamente tierra adentro. El ion Cl^- , no forma sales de baja solubilidad, no se oxida ni se reduce en aguas naturales, no es absorbido significativamente ni entra a formar parte de procesos bioquímicos, por lo que estas particularidades le dan un carácter elemento conservativo y de trazador casi ideal (Davis y Elderfield, 2004). La concentración de Cl^- , en aguas subterráneas es muy variable, encontrándose desde

menos de 10 mg/L a más de 2,000 mg/L. El agua de mar contiene alrededor de 20,000 mg/L de Cl^- (Magaritz et al., 1981).

Sulfatos (SO_4^-)

El ión sulfato se encuentra en forma oxidada como azufre, producido cuando los minerales de sulfuro de azufre se someten a la intemperie al tener contacto con el agua rica en oxígeno.

El azufre se encuentra ampliamente distribuido de forma reducida en rocas magmáticas y sedimentarias como sulfuros metálicos. La oxidación está promovida por contaminación antropogénica ante la quema de combustibles fósiles.

En ambientes reductores, a pH menores que 7, la forma reducida estable es el H_2S mientras que en soluciones alcalinas predomina el ion HS^- . La mayoría de las aguas subterráneas sulfurosas presentan contenidos apreciables de HS o H_2S que confieren a olor a huevo podrido (Matthess, 1982).

La pirita en particular, constituye una de las fuentes de mayor aportación de sulfato y hierro ferroso en agua subterránea. Mientras que los sulfatos se presentan dentro de la mineralogía de los feldespatos en rocas magmáticas, en ocurrencias más extensas e importantes se presentan los sedimentos evaporíticos, los cuales se encuentran solubles en agua; así como, el sulfato sódico en cuerpos de agua superficial (Hem, 1989).

Sin embargo, la disolución de yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) y anhidrita (CaSO_4) se presentan en el aporte más significativo, alcanzando saturaciones cercanas a 1360 mg/L (Matthess, 1982).

Nitratos (NO_3^-)

El nitrógeno en agua subterránea se encuentra como gas amonio (NH_3), mayormente en estado reducido como nitritos y nitratos (NO_2^- , NO_3^-) siendo éste el más usual por

su estabilidad dentro de las aguas subterráneas, y en su forma catiónica como NH_4^+ . Y en estados de oxidación intermedia como parte de los solutos orgánicos (Kresic, 2006). El origen de los nitratos en agua subterránea ocurre principalmente por la actividad bacteriana del medio edáfico. Por su alta concentración, a menudo es utilizado como indicador de contaminación antropogénica o por residuos animales; además de presentar una estratificación con predominio en las concentraciones más elevadas en la parte superior de los acuíferos libres. La concentración de nitritos en agua subterránea no contaminada, se encuentra usualmente en cantidades menores de 1 mg/L. En acuíferos poco profundos la contaminación antropogénica es aún más evidente debido a la aplicación de fertilizantes ricos en nitratos (Kresic, 2006).

Cationes

Sodio (Na^+)

Este ión es liberado por la meteorización de silicatos tipo albita ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) y la disolución de rocas sedimentarias de origen marino y depósitos evaporíticos (Kresic, 2006)

Las sales de sodio son altamente solubles y tienden a permanecer en solución, ya que no se producen entre ellas reacciones de precipitación como ocurre en el caso de calcio y magnesio. Sin embargo, el Na^+ puede ser absorbido en arcillas de elevada capacidad de cambio catiónico y puede ser intercambiado por Ca_2^+ , provocando así una disminución de la dureza del agua. Una fuente importante de sodio la constituye los aportes de agua marina en regiones costeras, tanto por fenómenos de intrusión en acuíferos; así como, por la infiltración del agua de lluvia a la que se incorpora desde el mar.

Las relaciones entre Na/Cl en ambientes lejanos a costa, se ocasionan por la presencia e interacción con plagioclasas derivadas de la contracción del medio rocoso por alteraciones en la temperatura y presión (Davis y Elderfield, 2004).

Calcio (Ca^{2+})

Este ión se encuentra generalmente en estado de oxidación Ca^{2+} , elementos esenciales para la vida en sus distintas formas y presente en rocas ígneas, especialmente en silicatos, piroxenos, anfiboles y feldespatos. En terrenos magnaticos, se presenta en bajas concentraciones generalmente. Esto se debe principalmente a la baja velocidad de descomposición en la mayoría de los minerales presentes en rocas ígneas.

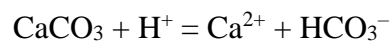
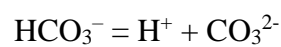
El calcio participa en el intercambio catiónico en presencia de aluminosilicatos y otros minerales (Hem, 1989).

La presencia en agua subterránea se origina ante el contacto con rocas metamórficas, las cuales contienen silicatos ricos en calcio. En estos casos la concentración presente suele ser menor a 100 mg/L, elevándose ante suelos sedimentarios como regolitos, donde el contenido de CO_2 retenido en los poros del suelo va del orden de 10 a 100 veces más que en la atmosfera. El CO_2 forma ácido carbónico en contacto con el agua, donde la acidez aumenta la disolución de algunos minerales ricos en calcio (Matthess, 1982).

Proporcionalmente en muy altas concentraciones el calcio se encuentra en agua subterránea, debido a rocas sedimentarias tales como calizas, compuestas por calcita y aragonita (CaCO_3), dolomía, compuesta de calcita y dolomita mineral $\text{Ca Mg}(\text{CO}_3)_2$, sulfato de calcio anhidro (CaSO_4) yesos ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) y fluoritas (CaF_2).

En arenas y otras rocas intergranulares, el carbonato esta comúnmente presente en forma de cemento entre rocas granulares, que pueden ser disueltas por el agua subterránea.

Las siguientes ecuaciones expresan la relación entre el carbonato de calcio y el CO₂ - en el sistema agua.



(Kresic, 2006)

Magnesio (Mg²⁺)

Elemento en estado de oxidación Mg²⁺ que en aguas naturales procede de la disolución de rocas carbonatadas (dolomías y calizas magnesianas) evaporitas. En rocas magmáticas suele ser el mayor constituyente de proporcionar ese tono oscuro de minerales ferromagnesianos tales como el olivino, piroxenos, anfíboles, y micas. En rocas metamórficas, el magnesio es el constituyente mayoritario de los minerales clorita y serpentino (Kresic, 2006).

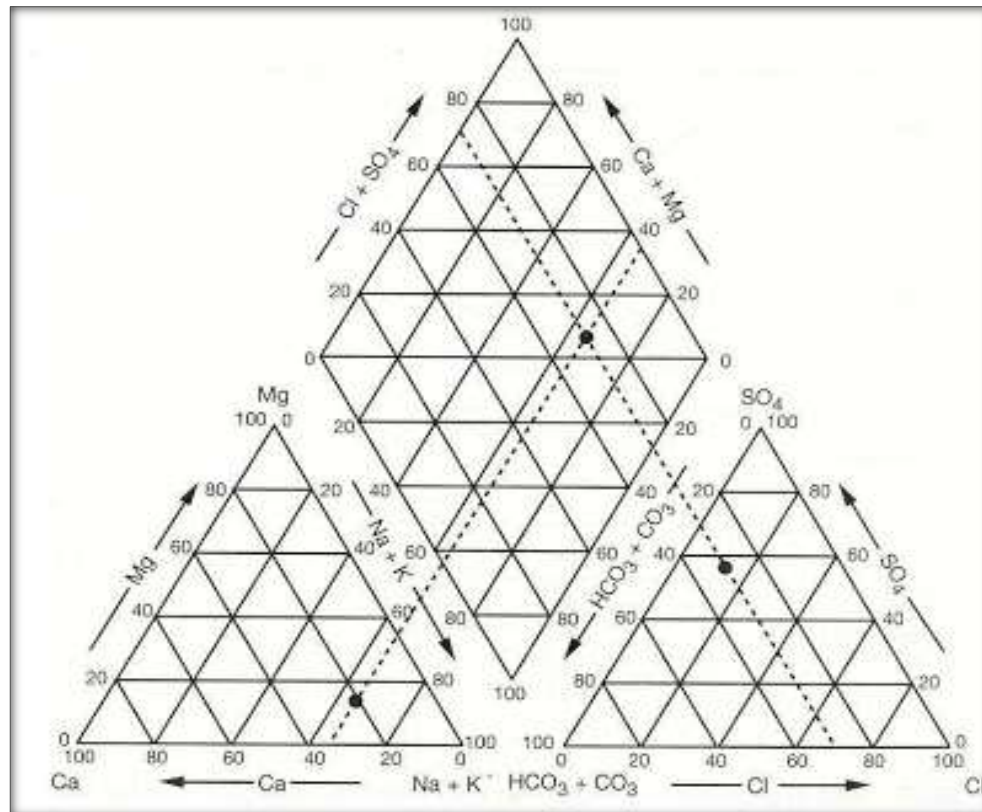
La solubilidad de la magnesita (MgCO₃) en aguas subterráneas es mayor que la de la calcita (CaCO₃) por lo que, en condiciones normales, el MgCO₃ no precipita directamente de la disolución de modo que, en un largo periodo, suele producirse cierto grado de sobresaturación respecto a los diferentes carbonatos magnésicos. Así mismo, los procesos de intercambio iónico influyen en las concentraciones de Mg²⁺ en aguas subterráneas, donde el Mg²⁺ es retenido preferencialmente al Ca⁺ en el ambiente edáfico (Hem, 1989).

DIAGRAMA DE PIPER

Es una de las gráficas más utilizadas, En él se incluyen aniones y cationes en forma simultánea. Este gráfico permite representar muchos análisis sin dar origen a confusiones. Las aguas geoquímicamente similares quedan agrupadas en áreas bien definidas (Custodio 1965).

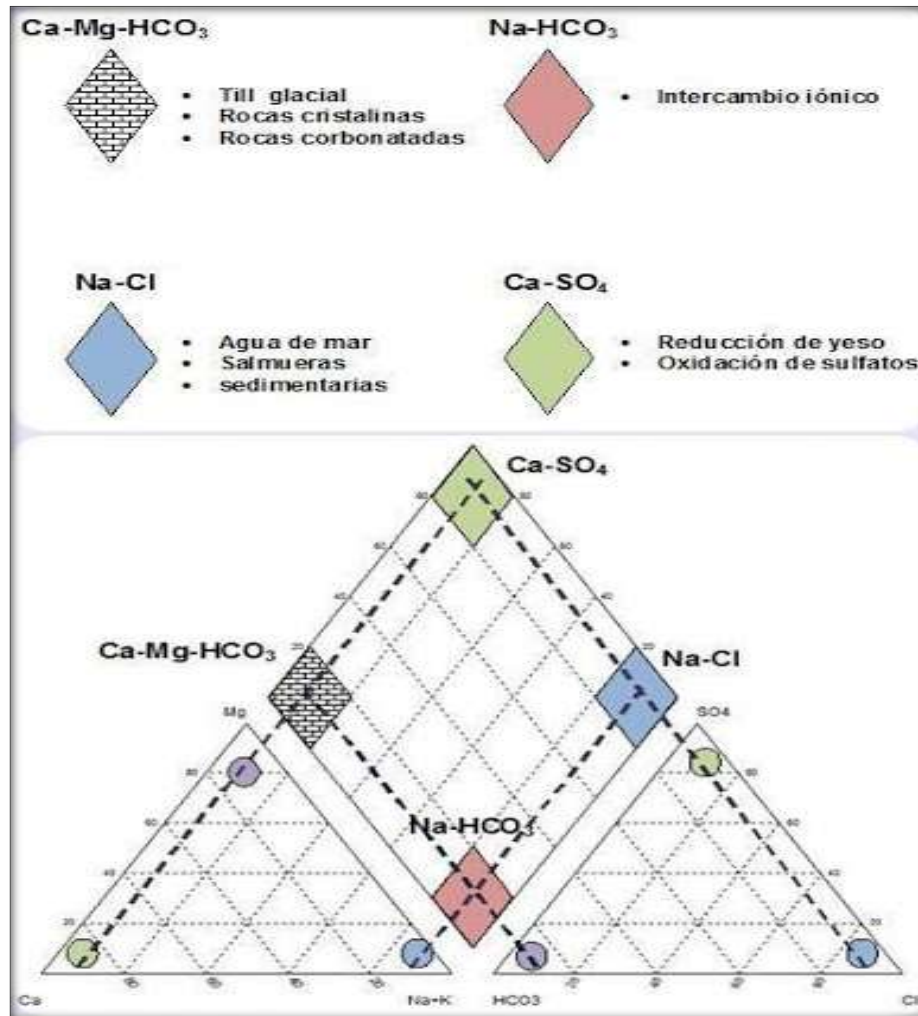
Figura 28.

Esquema del diagrama de Piper.



Nota. En este diagrama representaremos nuestros análisis de acuerdo a los aniones y cationes el cual quedaran agrupadas geoquímicamente.

Figura 29.
Casos típicos de agua.



Nota. En el diagrama encontramos los casos más frecuentes de agua analizados según sus cationes y aniones respectivamente.

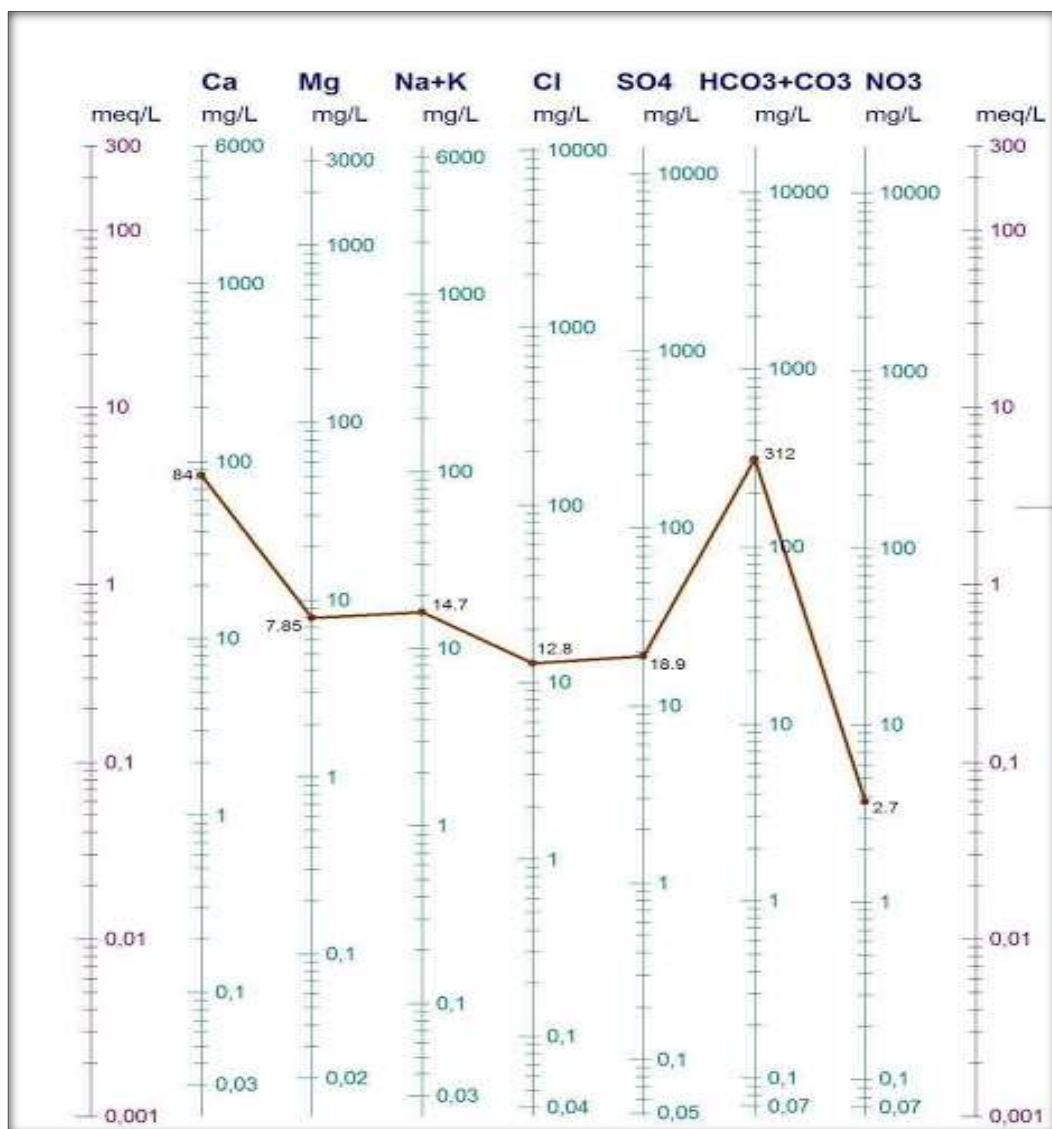
DIAGRAMA DE SCHOELLER

En los Diagramas de Schoeller o de Columnas Verticales se representa el valor en miliequivalentes por litro (meq/l) de distintos aniones, cationes o una suma de ellos, utilizando una escala logarítmica, y uniendo los puntos mediante una secuencia de líneas. Este tipo de diagrama de columnas se conoce también como diagramas de Schoeller – Berkaloff.

Si bien la escala logarítmica no es apropiada para observar pequeñas diferencias en la concentración de cada ion entre distintas Muestras de Agua, sí es útil para representar en un mismo diagrama aguas de baja y de alta salinidad, y observar la relación entre iones asociada con la inclinación de las líneas.

Figura 30.


Diagrama de Schoeller.



Nota. Gráfico de una muestra de agua Schoeller.

Tabla 9.


Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del río Chucsen, M-1.

MUESTRA 01				
RÍO CHUCSEN		COORDENADAS WGS-84		COTA
CÓDIGO:	M-1	N: 9199589	E: 801781	2692
FECHA:	3/12/2020	FOTOGRAFIA:		
HORA:	10:15			
LOCALIZACIÓN:	Río Chucsen, afluente principal del río Matara			
TIPO DE MANIFESTACIÓN	REGIMÉN	USO	OBRAS	
Río	Permanente	Riego	ND	
INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA				
PARÁMETRO	UNIDAD	M - 1	LMP	
		RESULTADO		
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO				
TSD	mg/L	18.60	2000	
pH, a 18.5°C	--	6.96	6.5 – 8.5	
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	70	1500	
DUREZA	mg/L	250	500	
CLORUROS	mg/L	15	250	
BICARBONATOS	mg/L	245	340	
SULFATOS	mg/L	5	250	
NITRATOS	mg/L	6	50	
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07	
ALUMINIO	mg/L	0.046	0.02	
CALCIO	mg/L	9	200	
MAGNESIO	mg/L	5	150	
SODIO	mg/L	15	140	
POTASIO	mg/L	3	140	
ZINC	mg/L	0.055	3	
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO				
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	7	0	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	4	0	

Nota. Resultados de laboratorio de la muestra de agua del río Chucsen-Matara. Fuente: Empresa prestadora de servicios SEDACAJ, 2020.

Tabla 10.


Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del río Namora, M-2.

MUESTRA 02				
RÍO NAMORA		COORDENADAS WGS-84		COTA
CÓDIGO:	M-2	N: 9202317	E: 795888	2724
FECHA:	3/12/2020	FOTOGRAFÍA:		
HORA:	11:00			
LOCALIZACIÓN:	Cauce principal de la subcuenca, Namora.			
TIPO DE MANIFESTACIÓN	REGIMÉN	USO	OBRAS	
Río	Permanente	Riego y Ganadería	ND	
INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA				
PARÁMETRO	UNIDAD	M - 2	LMP	
		RESULTADO		
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO				
TSD	mg/L	45.30	2000	
pH, a 18.5°C	--	8.49	6.5 – 8.5	
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	319	1500	
DUREZA	mg/L	278	500	
CLORUROS	mg/L	19	250	
BICARBONATOS	mg/L	267	340	
SULFATOS	mg/L	20	250	
NITRATOS	mg/L	8	50	
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07	
ALUMINIO	mg/L	0.046	0.02	
CALCIO	mg/L	25.60	200	
MAGNESIO	mg/L	15.80	150	
SODIO	mg/L	32.30	140	
POTASIO	mg/L	10.50	140	
ZINC	mg/L	0.097	3	
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO				
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	8	0	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	5	0	

Nota. Resultados de laboratorio del líquido del río Namora. Fuente: Empresa prestadora de servicios SEDACAJ, 2020.

Tabla 11.


Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de la laguna Huaysaco, M-3.

MUESTRA 03				
LAGUNA HUAYSACO		COORDENADAS WGS-84		COTA
CÓDIGO:	M-3	N: 9197957	E: 803896	2918
FECHA:	8/12/2020	FOTOGRAFÍA:		
HORA:	9:30			
LOCALIZACIÓN:	Laguna Huaysaco, distrito de Matara.			
TIPO DE MANIFESTACION	REGIMEN	USO	OBRAS	
Laguna	Permanente	Ganadería	ND	
INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA				
PARAMETRO	UNIDAD	M - 3	LMP	
		RESULTADO		
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO				
TSD	mg/L	187	2000	
pH, a 18.5°C	--	6.66	6.5 – 8.5	
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	80	1500	
DUREZA	mg/L	225	500	
CLORUROS	mg/L	15	250	
BICARBONATOS	mg/L	74	340	
SULFATOS	mg/L	10	250	
NITRATOS	mg/L	5	50	
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07	
ALUMINIO	mg/L	0.098	0.2	
CALCIO	mg/L	9	200	
MAGNESIO	mg/L	5	150	
SODIO	mg/L	15	140	
POTASIO	mg/L	3	140	
ZINC	mg/L	0.095	3	
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO				
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	5	0	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	1	0	

Nota. Resultado de laboratorio de la muestra de agua de la laguna Huaysaco. Fuente: Empresa prestadora de servicios SEDACAJ, 2020.

Tabla 12.


Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de la laguna Quelluacocha, M-4.

MUESTRA 04				
LAGUNA QUELLUACOCHA		COORDENADAS WGS-84		COTA
CODIGO: M-4	N: 9205994	E: 800307	3381	
FECHA: 15/12/2020	FOTOGRAFIA:			
HORA: 9:15				
LOCALIZACION: Laguna Quelluacocha, distrito de Namora.				
TIPO DE MANIFESTACION	REGIMEN	USO	OBRAS	
Laguna	Permanente	Turismo	ND	
INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA				
PARÁMETRO	UNIDAD	M - 4	LMP	
		RESULTADO		
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO				
TSD	mg/L	105	2000	
pH, a 18.5°C	--	7.69	6.5 – 8.5	
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	35	1500	
DUREZA	mg/L	50	500	
CLORUROS	mg/L	15	250	
BICARBONATOS	mg/L	48	340	
SULFATOS	mg/L	4	250	
NITRATOS	mg/L	5	50	
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07	
ALUMINIO	mg/L	0.028	0.2	
CALCIO	mg/L	10.10	200	
MAGNESIO	mg/L	3.40	150	
SODIO	mg/L	12.50	140	
POTASIO	mg/L	5.30	140	
ZINC	mg/L	0.084	3	
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO				
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	6	0	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	3	0	

Nota. Resultados de laboratorio de la laguna Quelluacocha. Fuente: Empresa prestadora de servicios SEDACAJ, 2020

Tabla 13.


Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de la Quebrada Huancamayo, M-5.

MUESTRA 05				
QUEBRADA HUANCAMAYO		COORDENADAS WGS-84		COTA
CODIGO: M-5	N: 9203054	E: 794563	2749	
FECHA: 15/12/2020	FOTOGRAFIA:			
HORA: 11:00				
LOCALIZACION: Quebrada Huancamayo, Namora.				
TIPO DE MANIFESTACION	REGIMEN	USO	OBRAS	
Quebrada	Permanente	Ganadería	ND	
INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA				
PARAMETRO	UNIDAD	M - 5	LMP	
		RESULTADO		
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO				
TSD	mg/L	271	2000	
pH, a 18.5°C	--	8.30	6.5 – 8.5	
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	280	1500	
DUREZA	mg/L	260	500	
CLORUROS	mg/L	20	250	
BICARBONATOS	mg/L	251.70	340	
SULFATOS	mg/L	10	250	
NITRATOS	mg/L	6	50	
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07	
ALUMINIO	mg/L	0.052	0.2	
CALCIO	mg/L	8.30	200	
MAGNESIO	mg/L	3	150	
SODIO	mg/L	20.30	140	
POTASIO	mg/L	5.10	140	
ZINC	mg/L	0.054	3	
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO				
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	9	0	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	5	0	

Nota. Resultados de laboratorio de la Quebrada Huancamayo. Fuente: Empresa prestadora de servicios SEDACAJ, 2020

Tabla 14


Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de la Quebrada Huiraconga, M-6.

MUESTRA 06				
QUEBRADA HUIRACONGA		COORDENADAS WGS-84		COTA
CODIGO:	M-6	N: 9207809	E: 804705	2866
FECHA:	15/12/2020	FOTOGRAFIA:		
HORA:	11:00			
LOCALIZACION:	Quebrada Huiraconga, Namora.			
TIPO DE MANIFESTACION	Quebrada	REGIMEN	USO	OBRAS
		Permanente	Riego y Ganadería	ND
INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA				
PARAMETRO	UNIDAD	M - 6	LMP	
		RESULTADO		
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO				
TSD	mg/L	284	2000	
pH, a 18.5°C	--	8.16	6.5 – 8.5	
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	346	1500	
DUREZA	mg/L	220	500	
CLORUROS	mg/L	15	250	
FLUORUROS	mg/L	<0.02	1	
SULFATOS	mg/L	25	250	
NITRATOS	mg/L	10	50	
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07	
ALUMINIO	mg/L	0.056	0.2	
CALCIO	mg/L	9	200	
MAGNESIO	mg/L	5	150	
SODIO	mg/L	15	140	
POTASIO	mg/L	3	140	
ZINC	mg/L	0.069	3	
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO				
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	7	0	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	4	0	

Nota. Resultados de laboratorio de la quebrada Huiraconga. Fuente: Empresa prestadora de servicios SEDACAJ, 2020.

Tabla 15


Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del Manantial Pachamango, M-7.

MUESTRA 07				
MANANTIAL PACHAMANGO		COORDENADAS WGS-84		COTA
CODIGO: M-7	N: 9195881	E: 803518	2874	
FECHA: 20/12/2020	FOTOGRAFIA:			
HORA: 8:30				
LOCALIZACION: Manantial Pachamango, distrito de Matara.				
TIPO DE MANIFESTACION	REGIMEN	USO	OBRAS	
Manantial	Permanente	Consumo	ND	
INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA				
PARAMETRO	UNIDAD	M - 7	LMP	
		RESULTADO		
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO				
TSD	mg/L	272.30	2000	
pH, a 18.5°C	--	6.79	6.5 – 8.5	
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	76	1500	
DUREZA	mg/L	216	500	
CLORUROS	mg/L	15	250	
BICARBONATOS	mg/L	211	340	
SULFATOS	mg/L	8	250	
NITRATOS	mg/L	5	50	
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07	
ALUMINIO	mg/L	0.087	0.2	
CALCIO	mg/L	15	200	
MAGNESIO	mg/L	5	150	
SODIO	mg/L	6	140	
POTASIO	mg/L	3	140	
ZINC	mg/L	0.079	3	
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO				
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	1	0	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	0	0	

Nota. Resultados de laboratorio del Manantial Pachamango. Fuente: Empresa prestadora de servicios SEDACAJ, 2020

Tabla 16


Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del Manantial El Gallito, M-8.

MUESTRA 04				
MANANTIAL EL GALLITO		COORDENADAS WGS-84		COTA
CODIGO: M-8	N: 9197154	E: 802764	2808	
FECHA: 20/12/2020	FOTOGRAFIA:			
HORA: 9:30				
LOCALIZACION: Manantial El Gallito, Matara.				
TIPO DE MANIFESTACION	REGIMÉN	USO	OBRAS	
Manantial	Permanente	Domestico	ND	
INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA				
PARAMETRO	UNIDAD	M - 8	LMP	
		RESULTADO		
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO				
TSD	mg/L	201.50	2000	
pH, a 18.5°C	--	7.15	6.5 – 8.5	
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	78	1500	
DUREZA	mg/L	177	500	
CLORUROS	mg/L	14	250	
BICARBONATOS	mg/L	173	340	
SULFATOS	mg/L	14	250	
NITRATOS	mg/L	9	50	
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07	
ALUMINIO	mg/L	0.084	0.2	
CALCIO	mg/L	6.40	200	
MAGNESIO	mg/L	4.10	150	
SODIO	mg/L	18	140	
POTASIO	mg/L	8.90	140	
ZINC	mg/L	0.154	3	
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO				
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	3	0	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	0	0	

Nota. Resultados de laboratorio del manantial El Gallito. Fuente: Empresa prestadora de servicios SEDACAJ, 2020

Tabla 17.


Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del Manantial El Cinco, M-9.

MUESTRA 08				
MANANTIAL EL CINCO		COORDENADAS WGS-84		COTA
CODIGO: M-9	N: 9202497	E: 975881	2726	
FECHA: 03/12/2020	FOTOGRAFIA:			
HORA: 11:30				
LOCALIZACION: Manantial El Cinco, Namora.				
TIPO DE MANIFESTACION	REGIMEN	USO	OBRAS	
Manantial	Permanente	Turismo	Captación	
INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA				
PARAMETRO	UNIDAD	M - 9	LMP	
		RESULTADO		
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO				
TSD	Mg/L	182.70	2000	
pH, a 18.5°C	--	6.67	6.5 – 8.5	
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	112	1500	
DUREZA	mg/L	53	500	
CLORUROS	mg/L	18	250	
BICARBONATOS	mg/L	49	340	
SULFATOS	mg/L	10	250	
NITRATOS	mg/L	8	50	
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07	
ALUMINIO	mg/L	0.076	0.2	
CALCIO	mg/L	8	200	
MAGNESIO	mg/L	5.10	150	
SODIO	mg/L	23.20	140	
POTASIO	mg/L	13.20	140	
ZINC	mg/L	0.058	3	
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO				
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	4	0	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	0	0	

Nota. Resultados de laboratorio del manantial El Cinco. Fuente: Empresa prestadora de servicios SEDACAJ, 2020

Tabla 18.


Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del Manantial Briones, M-10.

MUESTRA 10				
MANANTIAL BRIONES		COORDENADAS WGS-84		COTA
CODIGO:	M-10	N: 9202991	E: 794780	2761
FECHA:	03/12/2020	FOTOGRAFIA: 		
HORA:	12:30			
LOCALIZACION:	Manantial Briones, Namora.			
TIPO DE MANIFESTACION	REGIMEN	USO	OBRAS	
Manantial	Estacionario	Ganadería	ND	
INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA				
PARAMETRO	UNIDAD	M - 10	LMP	
		RESULTADO		
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO				
TSD	mg/L	125.80	2000	
pH, a 18.5°C	--	6.05	6.5 – 8.5	
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	50	1500	
DUREZA	mg/L	42	500	
CLORUROS	mg/L	23	250	
BICARBONATOS	mg/L	41	340	
SULFATOS	mg/L	15	250	
NITRATOS	mg/L	8	50	
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07	
ALUMINIO	mg/L	0.095	0.2	
CALCIO	mg/L	8.90	200	
MAGNESIO	mg/L	4.20	150	
SODIO	mg/L	12.10	140	
POTASIO	mg/L	7.70	140	
ZINC	mg/L	0.075	3	
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO				
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	6	0	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	0	0	

Nota. Resultados de laboratorio del manantial Briones. Fuente: Empresa prestadora de servicios SEDACAJ, 2020

Tabla 19.


Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del Manantial Ojo De Agua, M-11.

MUESTRA 11			
MANANTIAL OJO DE AGUA	COORDENADAS WGS-84		COTA
CODIGO: M-11	N: 9203527	E: 795046	2764
FECHA: 03/12/2020	FOTOGRAFIA:		
HORA: 14:00			
LOCALIZACION: Manantial Ojo de Agua, Namora.			
TIPO DE MANIFESTACION	REGIMEN	USO	OBRAS
Manantial	Permanente	Domestico	Captación
INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA			
PARAMETRO	UNIDAD	M - 11	LMP
		RESULTADO	
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO			
TSD	mg/L	106.30	2000
pH, a 18.5°C	--	6.35	6.5 – 8.5
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	77	1500
DUREZA	mg/L	62	500
CLORUROS	mg/L	22	250
BICARBONATOS	mg/L	110.80	200
SULFATOS	mg/L	18	250
NITRATOS	mg/L	10	50
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07
ALUMINIO	mg/L	0.092	0.2
CALCIO	mg/L	12.60	200
MAGNESIO	mg/L	18.90	150
SODIO	mg/L	11.20	140
POTASIO	mg/L	6.80	140
ZINC	mg/L	0.077	3
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO			
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	5	0
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	0	0

Nota. Resultados de laboratorio del manantial Ojo de Agua. Fuente: Empresa prestadora de servicios SEDACAJ, 2020

Tabla 20.


Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del Manantial Sauce Puquio, M-12.

MUESTRA 12			
MANANTIAL SAUCE PUQUIO	COORDENADAS WGS-84		COTA
CODIGO: M-12	N: 9202040	E: 795349	2786
FECHA: 22/12/2020	FOTOGRAFIA:		
HORA: 08:00			
LOCALIZACION: Manantial Sauce Puquio, distrito de Matara.			
TIPO DE MANIFESTACION	REGIMEN	USO	OBRAS
Manantial	Permanente	Consumo	ND
INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA			
PARAMETRO	UNIDAD	M - 12	LMP
		RESULTADO	
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO			
TSD	mg/L	265.62	2000
pH, a 18.5°C	--	7.45	6.5 – 8.5
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	125	1500
DUREZA	mg/L	245.00	500
CLORUROS	mg/L	65	250
BICARBONATOS	mg/L	234.00	340
SULFATOS	mg/L	9	250
NITRATOS	mg/L	19	50
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07
CALCIO	mg/L	10.40	200
MAGNESIO	mg/L	6.40	150
SODIO	mg/L	17.20	140
HIERRO	mg/L	0.049	0.3
POTASIO	mg/L	9.50	140
ZINC	mg/L	0.079	3
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO			
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	3	0
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	0	0

Nota. Resultados de laboratorio Sauce Puquio. Fuente: Empresa prestadora de servicios SEDACAJ, 2020

Tabla 21.


Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del Manantial El Pozo, M-13.

MUESTRA 13				
MANANTIAL EL POZO		COORDENADAS WGS-84		COTA
CODIGO:	M-13	N: 9202359	E: 794969	2772
FECHA:	22/12/2020	FOTOGRAFIA:		
HORA:	09:00			
LOCALIZACION:	Manantial El Pozo, distrito de Matara.			
TIPO DE MANIFESTACION	REGIMEN	USO	OBRAS	
Manantial	Permanente	Consumo	ND	
INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA				
PARAMETRO	UNIDAD	M - 13	LMP	
		RESULTADO		
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO				
TSD	mg/L	159.10	2000	
pH, a 18.5°C	--	6.42	6.5 – 8.5	
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	115	1500	
DUREZA	mg/L	121	500	
CLORUROS	mg/L	65.20	250	
BICARBONATOS	mg/L	156.65	340	
SULFATOS	mg/L	4.50	250	
NITRATOS	mg/L	25	50	
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07	
CALCIO	mg/L	20.30	200	
MAGNESIO	mg/L	10.50	150	
SODIO	mg/L	13.40	140	
HIERRO	mg/L	0.048	0.3	
POTASIO	mg/L	15.60	140	
ZINC	mg/L	0.081	3	
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO				
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	5	0	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	0	0	

Nota. Resultados de laboratorio del manantial El Pozo. Fuente: Empresa prestadora de servicios SEDACAJ, 2020

Tabla 22.


Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del Manantial El Chivo, M-14.

MUESTRA 14				
MANANTIAL EL CHIVO		COORDENADAS WGS-84		COTA
CODIGO:	M-14	N: 9203665	E: 796275	2759
FECHA:	22/12/2020	FOTOGRAFIA:		
HORA:	09:45			
LOCALIZACION:	Manantial El Chivo, distrito de Matara.			
TIPO DE MANIFESTACION	REGIMEN	USO	OBRAS	
Manantial	Permanente	Consumo	ND	
INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA				
PARAMETRO	UNIDAD	M - 14	LMP	
		RESULTADO		
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO				
TSD	mg/L	92.26	2000	
pH, a 18.5°C	--	6.71	6.5 – 8.5	
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	89	1500	
DUREZA	mg/L	77	500	
CLORUROS	mg/L	82.60	250	
BICARBONATOS	mg/L	205	340	
SULFATOS	mg/L	25.30	250	
NITRATOS	mg/L	9.90	50	
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07	
CALCIO	mg/L	11.30	200	
MAGNESIO	mg/L	4.60	150	
SODIO	mg/L	16.20	140	
HIERRO	mg/L	0.047	0.3	
POTASIO	mg/L	16.20	140	
ZINC	mg/L	0.078	3	
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO				
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	4	0	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	0	0	

Nota. Resultados de laboratorio del manantial El Chivo. Fuente: Empresa prestadora de servicios SEDACAJ, 2020

Tabla 23.


Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del Manantial Jigon, M-15.

MUESTRA 15				
MANANTIAL JIGON		COORDENADAS WGS-84		COTA
CODIGO:	M-15	N: 9203266	E: 792277	2866
FECHA:	22/12/2020	FOTOGRAFIA:		
HORA:	10:45			
LOCALIZACION:	Manantial Jigon, distrito de Matara.			
TIPO DE MANIFESTACION	REGIMEN	USO	OBRAS	
Manantial	Permanente	Consumo	ND	
INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA				
PARAMETRO	UNIDAD	M - 15	LMP	
		RESULTADO		
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO				
TSD	mg/L	245.60	2000	
pH, a 18.5°C	--	7.13	6.5 – 8.5	
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	74.20	1500	
DUREZA	mg/L	232.40	500	
CLORUROS	mg/L	62.80	250	
BICARBONATOS	mg/L	221.60	340	
SULFATOS	mg/L	13.30	250	
NITRATOS	mg/L	26.40	50	
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07	
CALCIO	mg/L	16.60	200	
MAGNESIO	mg/L	12.40	150	
SODIO	mg/L	15.90	140	
HIERRO	mg/L	0.052	0.3	
POTASIO	mg/L	10.80	140	
ZINC	mg/L	0.083	3	
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO				
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	2	0	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	0	0	

Nota. Resultados de laboratorio del manantial El Jigon. Fuente: Empresa prestadora de servicios SEDACAJ, 2020

Tabla 24.


Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del Manantial El Chorro, M-16.

MUESTRA 16				
MANANTIAL EL CHORRO		COORDENADAS WGS-84		COTA
CODIGO:	M-16	N: 9202720	E: 795449	2731
FECHA:	28/12/2020	FOTOGRAFIA:		
HORA:	08:30			
LOCALIZACION:	Manantial El Chorro, Namora.			
TIPO DE MANIFESTACION	REGIMEN	USO	OBRAS	
Manantial	Permanente	Consumo	ND	
INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA				
PARAMETRO	UNIDAD	M - 16	LMP	
		RESULTADO		
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO				
TSD	mg/L	98.32	2000	
pH, a 18.5°C	--	6.25	6.5 – 8.5	
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	55	1500	
DUREZA	mg/L	65	500	
CLORUROS	mg/L	88.40	250	
BICARBONATOS	mg/L	201.30	340	
SULFATOS	mg/L	21.40	250	
NITRATOS	mg/L	8.20	50	
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07	
CALCIO	mg/L	10.10	200	
MAGNESIO	mg/L	20.10	150	
SODIO	mg/L	25.70	140	
HIERRO	mg/L	0.065	0.3	
POTASIO	mg/L	12.50	140	
ZINC	mg/L	0.067	3	
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO				
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	5	0	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	0	0	

Nota. Resultados de laboratorio del manantial El Chorro. Fuente: Empresa prestadora de servicios SEDACAJ, 2020

Tabla 25.


Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del Manantial Santa Rosa, M-17.

MUESTRA 17			
MANANTIAL SANTA ROSA 1	COORDENADAS WGS-84		COTA
CODIGO: M-17	N: 9202895	E: 794899	2751
FECHA: 28/12/2020	FOTOGRAFIA:		
HORA: 9:20			
LOCALIZACION: Manantial Santa Rosa 1, Namora.			
TIPO DE MANIFESTACION	REGIMEN	USO	OBRAS
Manantial	Permanente	Consumo	ND
INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA			
PARAMETRO	UNIDAD	M - 17	LMP
		RESULTADO	
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO			
TSD	mg/L	187.43	2000
pH, a 18.5°C	--	7.55	6.5 – 8.5
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	190	1500
DUREZA	mg/L	165	500
CLORUROS	mg/L	65.30	250
BICARBONATOS	mg/L	188.50	340
SULFATOS	mg/L	6.10	250
NITRATOS	mg/L	5.90	50
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07
CALCIO	mg/L	9.80	200
MAGNESIO	mg/L	24.30	150
SODIO	mg/L	21.10	140
HIERRO	mg/L	0.057	0.3
POTASIO	mg/L	15.30	140
ZINC	mg/L	0.084	3
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO			
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	3	0
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	0	0

Nota. Resultados de laboratorio del manantial Santa Rosa. Fuente: Empresa prestadora de servicios SEDACAJ, 2020

Tabla 26.


Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del Manantial Santa Rosa 2, M-18.

MUESTRA 18			
MANANTIAL SANTA ROSA 2	COORDENADAS WGS-84		COTA
CODIGO: M-18	N: 9202758	E: 795110	2743
FECHA: 28/12/20	FOTOGRAFIA:		
HORA: 09:50			
LOCALIZACION: Manantial Santa Rosa 2, Namora.			
TIPO DE MANIFESTACION	REGIMEN	USO	OBRAS
Manantial	Permanente	Consumo	ND
INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA			
PARAMETRO	UNIDAD	M - 18	LMP
		RESULTADO	
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO			
TSD	mg/L	176.77	2000
pH, a 18.5°C	--	7.18	6.5 – 8.5
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	106	1500
DUREZA	mg/L	93	500
CLORUROS	mg/L	90.90	250
BICARBONATOS	mg/L	101.30	340
SULFATOS	mg/L	7.10	250
NITRATOS	mg/L	17.70	50
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07
CALCIO	mg/L	8.30	200
MAGNESIO	mg/L	18.90	150
SODIO	mg/L	23.30	140
HIERRO	mg/L	0.049	0.3
POTASIO	mg/L	10.70	140
ZINC	mg/L	0.080	3
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO			
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	4	0
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	0	0

Nota. Resultados de laboratorio del manantial Santa Rosa 2. Fuente: Empresa prestadora de servicios SEDACAJ, 2020

Tabla 27.


Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del Manantial Santa Rosa 3, M-19.

MUESTRA 19			
MANANTIAL SANTA ROSA 3	COORDENADAS WGS-84		COTA
CODIGO: M-19	N: 9202758	E: 795313	2739
FECHA: 28/12/2020	FOTOGRAFIA:		
HORA: 10:30			
LOCALIZACION: Manantial Santa Rosa 3, Namora.			
TIPO DE MANIFESTACION	REGIMEN	USO	OBRAS
Manantial	Permanente	Consumo	ND
INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA			
PARAMETRO	UNIDAD	M - 19	LMP
		RESULTADO	
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO			
TSD	mg/L	276.58	2000
pH, a 18.5°C	--	6.98	6.5 – 8.5
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	65	1500
DUREZA	mg/L	204	500
CLORUROS	mg/L	76.60	250
BICARBONATOS	mg/L	208.10	340
SULFATOS	mg/L	13.90	250
NITRATOS	mg/L	13.20	50
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07
CALCIO	mg/L	15.10	200
MAGNESIO	mg/L	22.30	150
SODIO	mg/L	32.30	140
HIERRO	mg/L	0.051	0.3
POTASIO	mg/L	16.50	140
ZINC	mg/L	0.082	3
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO			
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	4	0
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	0	0

Nota. Resultados de laboratorio del manantial Santa Rosa 3. Fuente: Empresa prestadora de servicios SEDACAJ, 2020

Tabla 28.


Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del Manantial La Cantera, M-20.

MUESTRA 20				
MANANTIAL LA CANTERA		COORDENADAS WGS-84		COTA
CODIGO: M-20	N: 9210879	E: 806585	3901	
FECHA: 19/12/2020	FOTOGRAFIA:			
HORA: 11:30				
LOCALIZACION:				
Manantial La Cantera, distrito de Matara.				
TIPO DE MANIFESTACION	REGIMEN	USO	OBRAS	
Manantial	Permanente	Consumo	ND	
INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA				
PARAMETRO	UNIDAD	M - 20	LMP	
		RESULTADO		
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO				
TSD	mg/L	209.90	2000	
pH, a 18.5°C	--	7.25	6.5 – 8.5	
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	60	1500	
DUREZA	mg/L	155	500	
CLORUROS	mg/L	32.50	250	
BICARBONATOS	mg/L	145.10	340	
SULFATOS	mg/L	27.70	250	
NITRATOS	mg/L	11.30	50	
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07	
CALCIO	mg/L	20.50	200	
MAGNESIO	mg/L	18.50	150	
SODIO	mg/L	28.90	140	
HIERRO	mg/L	0.047	0.3	
POTASIO	mg/L	21.20	140	
ZINC	mg/L	0.079	3	
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO				
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	5	0	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	0	0	

Nota. Resultados de laboratorio del manantial La Cantera. Fuente: Empresa prestadora de servicios SEDACAJ, 2020

Tabla 29.

Parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del Manantial La Totorá, M-21.

MUESTRA 21				
MANANTIAL LA TOTORA		COORDENADAS WGS-84		COTA
CODIGO: M-21	N: 9210110	E: 807195	3914	
FECHA: 1/12/2020	FOTOGRAFIA:			
HORA: 12:15				
LOCALIZACION: Manantial La Totorá, distrito de Matara.				
TIPO DE MANIFESTACION	REGIMEN	USO	OBRAS	
Manantial	Permanente	Consumo	ND	
INFORME DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA				
PARAMETRO	UNIDAD	M - 21	LMP	
		RESULTADO		
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO				
TSD	mg/L	280.60	2000	
pH, a 18.5°C	--	7.10	6.5 – 8.5	
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	110	1500	
DUREZA	mg/L	185	500	
CLORUROS	mg/L	105.10	250	
BICARBONATOS	mg/L	235.60	340	
SULFATOS	mg/L	32.10	250	
NITRATOS	mg/L	14.10	50	
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07	
CALCIO	mg/L	20.10	200	
MAGNESIO	mg/L	29.50	150	
SODIO	mg/L	38.80	140	
HIERRO	mg/L	0.048	0.3	
POTASIO	mg/L	27.30	140	
ZINC	mg/L	0.081	3	
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO				
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	3	0	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	0	0	

Nota. Resultados de laboratorio del manantial La Totorá. Fuente: Empresa prestadora de servicios SEDACAJ, 2020

ANÁLISIS DE CONSTITUYENTES MAYORITARIOS MEDIANTE DIAGRAMAS HIDROGEOQUÍMICOS

Tabla 30.

Ríos, quebradas y lagunas seleccionados con sus respectivos parámetros físico-químicos analizados en laboratorio.

Fecha	Ríos y Quebradas	Coord X	Coord Y	CE uS/cm	pH	Dureza (mg/L)	TSD (mg/L)
3-Dic-20	R-M	801781	9199589	70.00	6.96	250.00	262.35
3-Dic-20	R-N	795888	9202317	319.00	8.49	278.00	284.00
15-Dic-20	Q-C	804705	9207809	346.00	8.16	220.00	283.00
15-Dic-20	Q-H	794563	9203054	280.00	8.30	260.00	271.60
8-Dic-20	L-H	803896	9197957	80.00	6.66	80.00	187.00
15-Dic-20	L-Q	800307	9205994	35.00	7.69	50.00	105.00

Nota. La tabla presenta los puntos de muestreo de los ríos y quebradas con los respectivos parámetros físicos. La CE con el TDS están estrechamente relacionados con la cantidad de sales disueltas en agua. La dureza no sobrepasa los LMP, ya que sería muy dañino para la salud sobrepasando los 500 mg/L. Fuente: Enric Vázquez Suñé (1999), (Actualizado 2001).

Tabla 31.

Resultado de aniones y cationes analizados en laboratorio.

Aniones y Cationes (mg/l)						
	R-M	R-N	Q-C	Q-H	L-H	L-Q
HCO ₃ ⁻	245.00	267.00	215.00	251.70	74.00	48.00
SO ₄ ⁼	5.00	20.00	25.00	10.00	10.00	12.00
Cl ⁻	15.00	19.00	15.00	20.00	15.00	15.00
NO ₃ ⁻	6.00	8.00	10.00	6.00	5.00	5.00
Total	271	314	265	287.7	104	80
Na ⁺	15.00	32.30	12.00	20.30	16.00	12.50
K ⁺	3.00	10.50	4.00	5.10	4.00	5.30
Ca ⁺⁺	9.00	25.60	2.00	8.30	5.00	10.10
Mg ⁺⁺	5.00	15.80	5.00	3.00	6.00	3.40
Total	32	84.2	23	36.7	31	31.3
Cl ⁻ +NO ₃ ⁻	21	27	25	26	20	20
Na ⁺ + K ⁺	18	42.8	16	25.4	20	17.8

Nota. La tabla muestra valores altos de bicarbonato, ya que hay presencia de disolución de rocas calizas a diferencia del sodio que tiene niveles bajos. Fuente: Enric Vázquez Suñé (1999), (Actualizado 2001).

Tabla 32.

Concentraciones iónicas de los ríos, quebradas y lagunas.

Aniones y Cationes (meq/l)	R-M	R-N	Q-C	Q-H	L-H	L-Q
HCO ₃ ⁻	4.02	4.38	3.52	4.13	1.21	0.79
SO ₄ ⁼	0.10	0.42	0.52	0.21	0.21	0.25
Cl ⁻	0.42	0.54	0.42	0.56	0.42	0.42
NO ₃ ⁻	0.10	0.13	0.16	0.10	0.08	0.08
Cl ⁻ +NO ₃ ⁻	0.52	0.66	0.58	0.66	0.50	0.50
Total	4.64	5.46	4.63	4.99	1.92	1.54
Na ⁺ + K ⁺	0.73	1.67	0.62	1.01	0.80	0.68
Na ⁺	0.65	1.40	0.52	0.88	0.70	0.54
K ⁺	0.08	0.27	0.10	0.13	0.10	0.14
Ca ⁺⁺	0.45	1.28	0.10	0.42	0.25	0.51
Mg ⁺⁺	0.41	1.31	0.41	0.25	0.50	0.28
Total	1.59	4.26	1.14	1.68	1.54	1.47

Nota. Los valores representan la concentración iónica de las aguas muestreadas. Fuente: Enric Vázquez Suñé (1999), (Actualizado 2001)

Tabla 33.

Análisis estadístico para graficar los diagramas Piper y Schoeller.

Aniones y Cationes (%)	R-M	R-N	Q-C	Q-H	L-H	L-Q
HCO ₃ ⁻	86.56	80.20	76.14	82.61	63.03	51.09
SO ₄ ⁼	2.25	7.63	11.25	4.17	10.82	16.23
Cl ⁻	9.11	9.81	9.13	11.28	21.95	27.44
NO ₃ ⁻	2.09	2.36	3.48	1.94	4.19	5.24
Cl ⁻ +NO ₃ ⁻	11.19	12.17	12.61	13.22	26.14	32.67
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Na ⁺ + K ⁺	45.78	39.28	54.87	60.44	51.69	46.35
Na ⁺	40.96	32.98	45.88	52.66	45.06	37.10
K ⁺	4.82	6.31	9.00	7.78	6.63	9.25
Ca ⁺⁺	28.26	30.06	8.79	24.76	16.19	34.47
Mg ⁺⁺	25.95	30.66	36.33	14.79	32.12	19.18
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Nota. Concentración iónica representado en porcentaje para análisis de agua. Fuente: Enric Vázquez Suñé (1999), (Actualizado 2001).

Tabla 34.

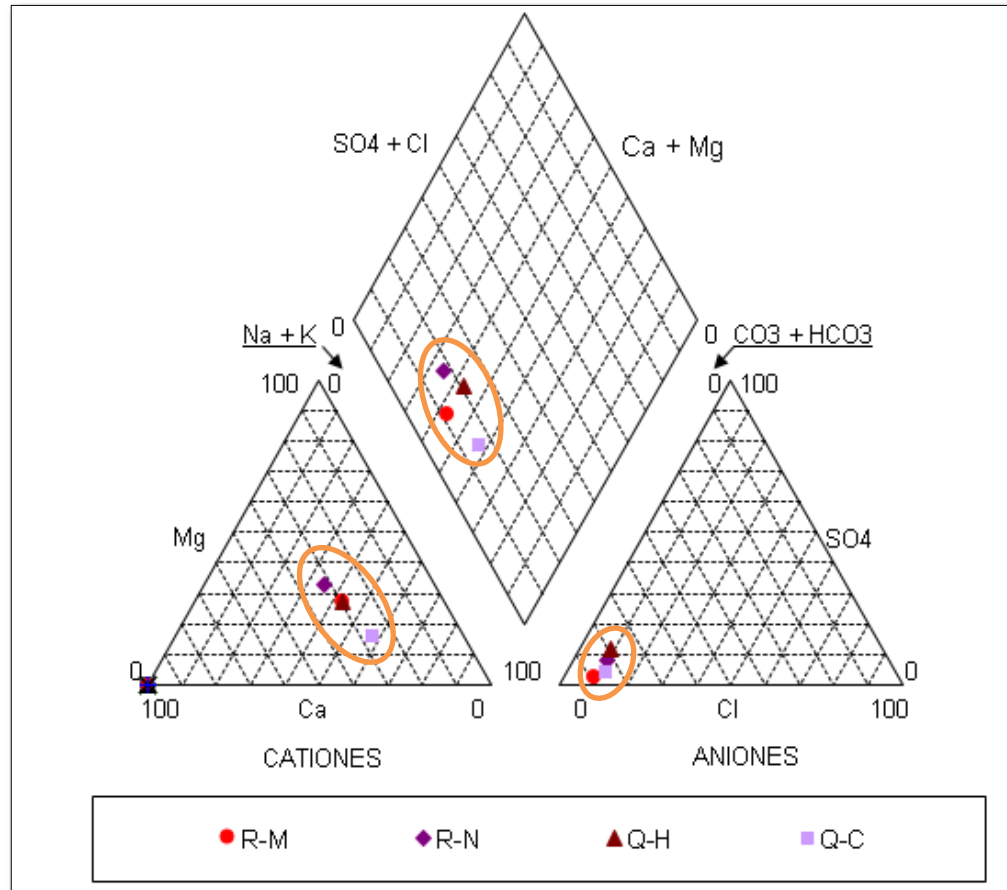
Relaciones iónicas de los ríos, quebradas y lagunas.

Relaciones Iónicas	R-M	R-N	Q-C	Q-H	L-H	L-Q
rNa/rK	8.50	5.23	5.10	6.77	6.80	4.01
rMg/rCa	0.92	1.02	4.13	0.60	1.98	0.56
rSO ₄ /rCl	0.25	0.78	1.23	0.37	0.49	0.59
rCl/rHCO ₃	0.11	0.12	0.12	0.14	0.35	0.54
icb	-0.73	-2.13	-0.48	-0.80	-0.89	-0.61
Kr	1.94	2.91	1.07	1.92	0.72	0.68
ISAR	1.0	1.2	1.0	1.5	1.1	0.9

Nota. En la tabla se presentan las relaciones iónicas, su origen es de tipo continental, con características de terrenos calizos, así como la presencia de agua baja en sodio, lo cual sirve para riego. Fuente: Enric Vázquez Suñé (1999), (Actualizado 2001)

Figura 31.

Diagrama de Piper de ríos, quebradas.

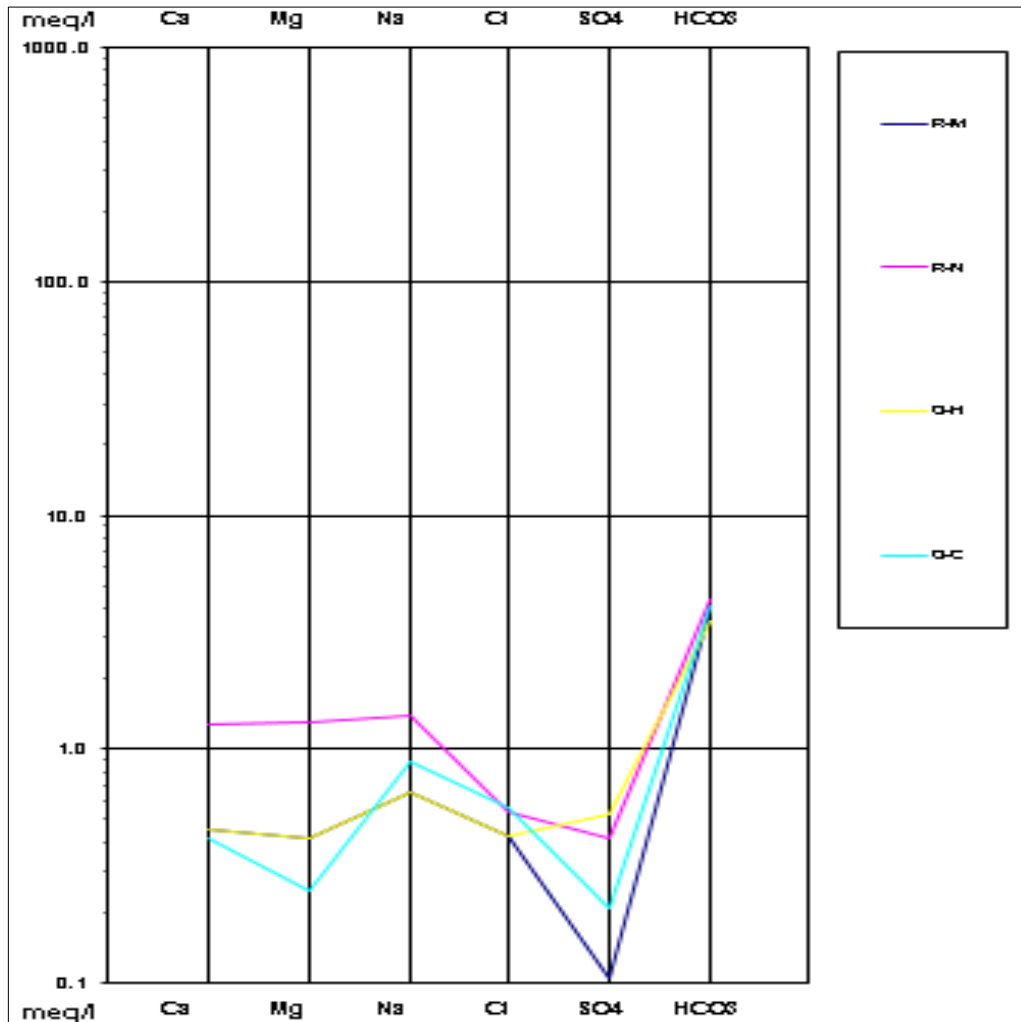


Nota. Diagrama de Piper según los cationes y aniones de los ríos de Matara, Namora y las quebradas de Huariconga, Huancamayo.

Interpretación. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede clasificar como bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas. Dichas muestras por sus aniones presentan un aumento en bicarbonatos y disminución en cloruros.

Figura 32.

Diagrama de Schoeller de los ríos y quebradas.



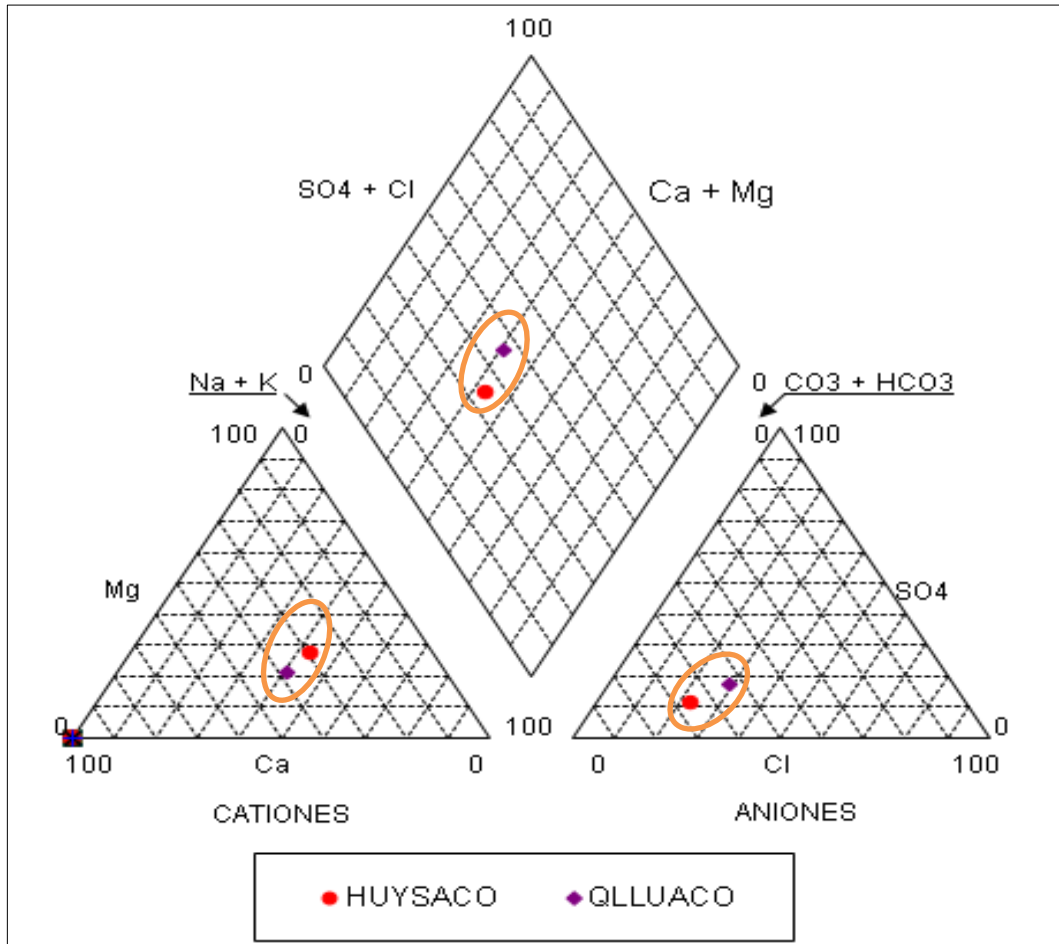
Nota. Diagrama de Schoeller-Berkaloff de los ríos de Matara, Namora y las quebradas Huiraconga, Huancamayo.

Interpretación: De acuerdo al diagrama en profundidad, el río Matara disminuye el anión SO_4 . A diferencia del anión HCO_3 todos aumentan proporcionalmente.

Según el diagrama de Schoeller las muestras representativas en el drenaje están asociadas a rocas calizas de la formación Yumagual. Este tipo de fluido sirve para riego.

Esto se debe a que los contactos de arcillas cerca del río Matara se encuentran ligeramente sobresaturadas.

Figura 33.
Diagrama Piper de lagunas.

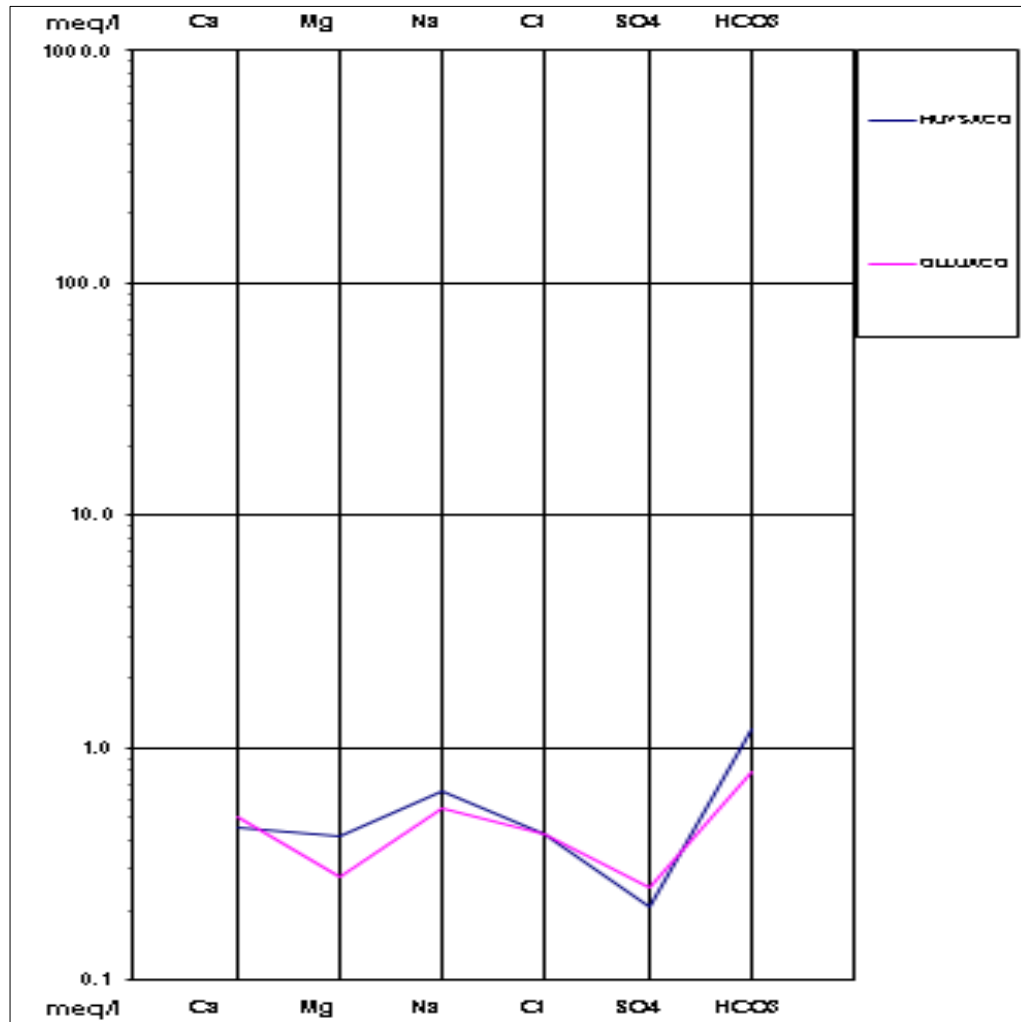


Nota. Diagrama de Piper según los cationes y aniones de las lagunas de Huaysaco y Quelluaco.

Interpretación: Las lagunas muestreadas son similares a las aguas de los ríos de la zona de estudio. Son aguas bicarbonatadas. El anión cloruro tiene disminución y el HCO_3 presenta un aumento.

Figura 34.

Diagrama de Schoeller de lagunas.



Nota. Diagrama de Schoeller-Berkaloff de las lagunas Huacsaco y Quelluacocha.

Interpretación: Las muestras de las lagunas presentan mínima diferencia entre sus aniones y cationes mayoritarios. Lo que predomina es el ascenso de HCO_3 , esto se debe que las lagunas están sobre rocas calizas y contacto con areniscas.

Tabla 35

Manantiales monitoreados con los resultados de los parámetros físico-químicos obtenidos en laboratorio.

Fecha	Coord X	Coord Y	Manantial	CE uS/cm	pH	Dureza (mg/L)	TSD (mg/L)
20-Dic-20	803518	9195881	PACMGO	76.00	6.79	216.00	272.30
20-Dic-20	802764	9197154	GALLITO	78.00	7.15	177.00	201.50
3-Dic-20	795881	9202497	EL CINCO	112.00	6.67	53.00	182.70
3-Dic-20	794780	9202991	BRIONES	50.00	6.05	42.00	125.80
3-Dic-20	795046	9203527	EL OJO	77.00	6.35	62.00	106.30
22-Dic-20	795349	9202040	SAUCE	125.00	7.45	245.00	265.62
22-Dic-20	794969	9202359	EL POZO	115.00	6.42	121.00	159.10
22-Dic-20	796275	9203665	CHIVO	89.00	6.71	77.00	92.26
22-Dic-20	792277	9203266	JIGON	74.20	7.13	232.40	245.60
28-Dic-20	795449	9202720	CHORRO	55.00	6.25	65.00	98.32
28-Dic-20	794899	9202895	STA ROSA	190.00	7.55	165.00	187.43
28-Dic-20	795110	9202758	ROSA 2	106.00	7.18	93.00	176.77
28-Dic-20	795313	9202758	ROSA 3	65.00	6.98	204.00	256.78
19-Dic-20	806585	9210879	CANTERA	60.00	7.25	155.00	209.90
1-Dic-20	807195	9210110	TOTORA	110.00	7.10	185.00	280.60

Nota. Coordenadas de los puntos muestreados, así como valores de los parámetros físico-químicos del agua. Dentro de ello se puede notar 15 manantiales muestreados, los cuales no pasan los LMP que es 500 mg/L. Los manantiales Briones, El Ojo, El Pozo y El Chorro presentan un nivel mínimo bajo de pH de acuerdo al LMP ya que es de 6.5-8.5. Fuente: Enric Vázquez Suñé (1999), (Actualizado 2001).

Tabla 36

Resultados de los manantiales y sus aniones y cationes.

Aniones y Cationes (mg/l)	PACMGO	GALLITO	CINCO	BRIONES	OJO	SAUCE	POZO
HCO ₃ ⁻	211.00	173.00	49.00	41.00	110.80	234.00	156.65
SO ₄ ⁼	8.00	7.00	6.00	6.00	8.00	9.00	4.50
Cl ⁻	65.00	54.00	32.00	34.00	20.50	65.00	65.20
NO ₃ ⁻	18.00	15.00	9.00	8.00	9.00	19.00	25.00
Total	302	249	96	89	148.3	327	251.35
Na ⁺	6.00	18.00	23.30	12.10	11.20	17.20	13.40
K ⁺	3.00	8.90	13.20	7.70	6.80	9.50	15.60
Ca ⁺⁺	15.00	6.40	8.00	8.90	12.60	10.40	20.30
Mg ⁺⁺	5.00	4.10	5.10	4.20	18.90	6.40	10.50
Total	29	37.4	49.6	32.9	49.5	43.5	59.8
Cl ⁻ +NO ₃ ⁻	83	69	41	42	29.5	84	90.2
Na ⁺ + K ⁺	9	26.9	36.5	19.8	18	26.7	29

Aniones y Cationes (mg/l)	CHIVO	JIGON	CHORRO	STA ROSA	STA ROSA 2	STA ROSA 3	CANTERA	TOTORA
HCO ₃ ⁻	205.00	221.60	201.30	188.50	101.30	208.10	145.10	235.60
SO ₄ ⁼	25.30	13.30	21.40	6.10	7.10	13.90	27.70	32.10
Cl ⁻	82.60	62.80	88.40	65.30	90.90	76.60	32.50	105.10
NO ₃ ⁻	9.90	26.40	8.20	5.90	17.70	13.20	11.30	14.10
Total	322.8	324.1	319.3	265.8	217	311.8	216.6	386.9
Na ⁺	16.20	15.90	25.70	21.10	23.30	32.30	28.90	38.80
K ⁺	9.50	10.80	12.50	15.30	10.70	16.50	21.20	27.30
Ca ⁺⁺	11.30	16.60	10.10	9.80	8.30	15.10	20.50	20.10
Mg ⁺⁺	4.60	12.40	20.10	24.30	18.90	22.30	18.50	29.50
Total	41.6	55.7	68.4	70.5	61.2	86.2	89.1	115.7
Cl ⁻ +NO ₃ ⁻	92.5	89.2	96.6	71.2	108.6	89.8	43.8	119.2
Na ⁺ + K ⁺	25.7	26.7	38.2	36.4	34	48.8	50.1	66.1

Nota. Parámetros físico-químicos de las muestras representativas de los 15 manantiales muestreados, representan los datos obtenidos de laboratorio. Resultados de Laboratorio por parte de Sedacaj. La evaluación de los datos fueron aniones mayoritarios y cationes mayoritarios.

Fuente: Enric Vázquez Suñé (1999), (Actualizado 2001).

Tabla 37

Concentraciones iónicas de los manantiales monitoreados.

Aniones y Cationes (meq/l)	PACMGO	GALLITO	CINCO	BRIONES	OJO	SAUCE	POZO
HCO ₃ ⁻	3.46	2.84	0.80	0.67	1.82	3.84	2.57
SO ₄ ⁼	0.17	0.15	0.13	0.13	0.17	0.19	0.09
Cl ⁻	1.83	1.52	0.90	0.96	0.58	1.83	1.84
NO ₃ ⁻	0.29	0.24	0.15	0.13	0.15	0.31	0.40
Cl ⁻ +NO ₃ ⁻	2.12	1.76	1.05	1.09	0.72	2.14	2.24
Total	5.75	4.74	1.97	1.88	2.71	6.16	4.90
Na ⁺ + K ⁺	0.34	1.01	1.35	0.72	0.66	0.99	0.98
Na ⁺	0.26	0.78	1.01	0.53	0.49	0.75	0.58
K ⁺	0.08	0.23	0.34	0.20	0.17	0.24	0.40
Ca ⁺⁺	0.75	0.32	0.40	0.45	0.63	0.52	1.02
Mg ⁺⁺	0.41	0.34	0.42	0.35	1.56	0.53	0.87
Total	1.50	1.67	2.17	1.52	2.85	2.04	2.86

Aniones y Cationes (meq/l)	CHIVO	JIGON	CHORRO	STA ROSA	STA ROSA 2	STA ROSA 3	CANTERA	TOTORA
HCO ₃ ⁻	3.36	3.63	3.30	3.09	1.66	3.41	2.38	3.86
SO ₄ ⁼	0.53	0.28	0.45	0.13	0.15	0.29	0.58	0.67

Cl ⁻	2.33	1.77	2.49	1.84	2.56	2.16	0.92	2.96
NO ₃ ⁻	0.16	0.43	0.13	0.10	0.29	0.21	0.18	0.23
Cl ⁻ +NO ₃ ⁻	2.49	2.19	2.62	1.93	2.85	2.37	1.10	3.19
Total	6.37	6.10	6.37	5.15	4.65	6.07	4.05	7.72
Na ⁺ + K ⁺	0.95	0.97	1.44	1.31	1.29	1.83	1.80	2.39
Na ⁺	0.70	0.69	1.12	0.92	1.01	1.40	1.26	1.69
K ⁺	0.24	0.28	0.32	0.39	0.27	0.42	0.54	0.70
Ca ⁺⁺	0.57	0.83	0.51	0.49	0.42	0.76	1.03	1.01
Mg ⁺⁺	0.38	1.02	1.66	2.01	1.56	1.84	1.53	2.44
Total	1.89	2.82	3.60	3.81	3.26	4.42	4.35	5.83

Nota. Las concentraciones iónicas se obtuvieron de 15 manantiales muestreados. Fuente: Enric Vázquez Suñé (1999), (Actualizado 2001).

Tabla 38

Análisis estadístico para graficar los diagramas Piper y Schoeller de los manantiales muestreados.

Aniones y Cationes (%)	PACMGO	GALLITO	CINCO	BRIONES	OJO	SAUCE	POZO
HCO ₃ ⁻	60.19	59.77	40.68	35.68	67.13	62.26	52.39
SO ₄ ⁼	2.90	3.07	6.33	6.64	6.16	3.04	1.91
Cl ⁻	31.86	32.06	45.64	50.84	21.34	29.72	37.47
NO ₃ ⁻	5.05	5.10	7.35	6.85	5.37	4.97	8.23
Cl ⁻ +NO ₃ ⁻	36.91	37.16	52.99	57.69	26.71	34.69	45.70
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Na ⁺ + K ⁺	22.49	60.53	62.18	47.72	23.17	48.57	34.27
Na ⁺	17.38	46.89	46.64	34.72	17.07	36.66	20.34
K ⁺	5.11	13.64	15.54	13.00	6.10	11.91	13.93
Ca ⁺⁺	49.97	19.17	18.42	29.37	22.08	25.49	35.44
Mg ⁺⁺	27.53	20.30	19.40	22.91	54.75	25.93	30.30
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Aniones y Cationes (%)	CHIVO	JIGON	CHORRO	STA ROSA	STA ROSA 2	STA ROSA 3	CANTERA	TOTORA
HCO ₃ ⁻	52.72	59.51	51.82	59.98	35.68	56.19	58.68	50.04
SO ₄ ⁼	8.27	4.54	7.00	2.47	3.18	4.77	14.24	8.66

Cl ⁻	36.50	28.98	39.10	35.70	55.01	35.54	22.59	38.35
NO ₃ ⁻	2.51	6.98	2.08	1.85	6.13	3.51	4.50	2.95
Cl ⁻ +NO ₃ ⁻	39.01	35.95	41.18	37.55	61.14	39.04	27.08	41.30
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Na ⁺ + K ⁺	50.06	34.28	39.88	34.38	39.42	41.28	41.32	40.92
Na ⁺	37.22	24.49	31.01	24.10	31.04	31.74	28.87	28.94
K ⁺	12.84	9.79	8.87	10.28	8.38	9.54	12.46	11.98
Ca ⁺⁺	29.86	29.41	14.02	12.87	12.72	17.06	23.55	17.24
Mg ⁺⁺	20.09	36.31	46.10	52.75	47.86	41.66	35.13	41.83
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Nota. Los resultados estadísticos obtenidos de los parámetros físico-químicos sirven para modelar los diagramas hidrogeológicos. Fuente: Enric Vázquez Suñé (1999), (Actualizado 2001).

Tabla 39

Relaciones Iónicas de los manantiales muestreados.

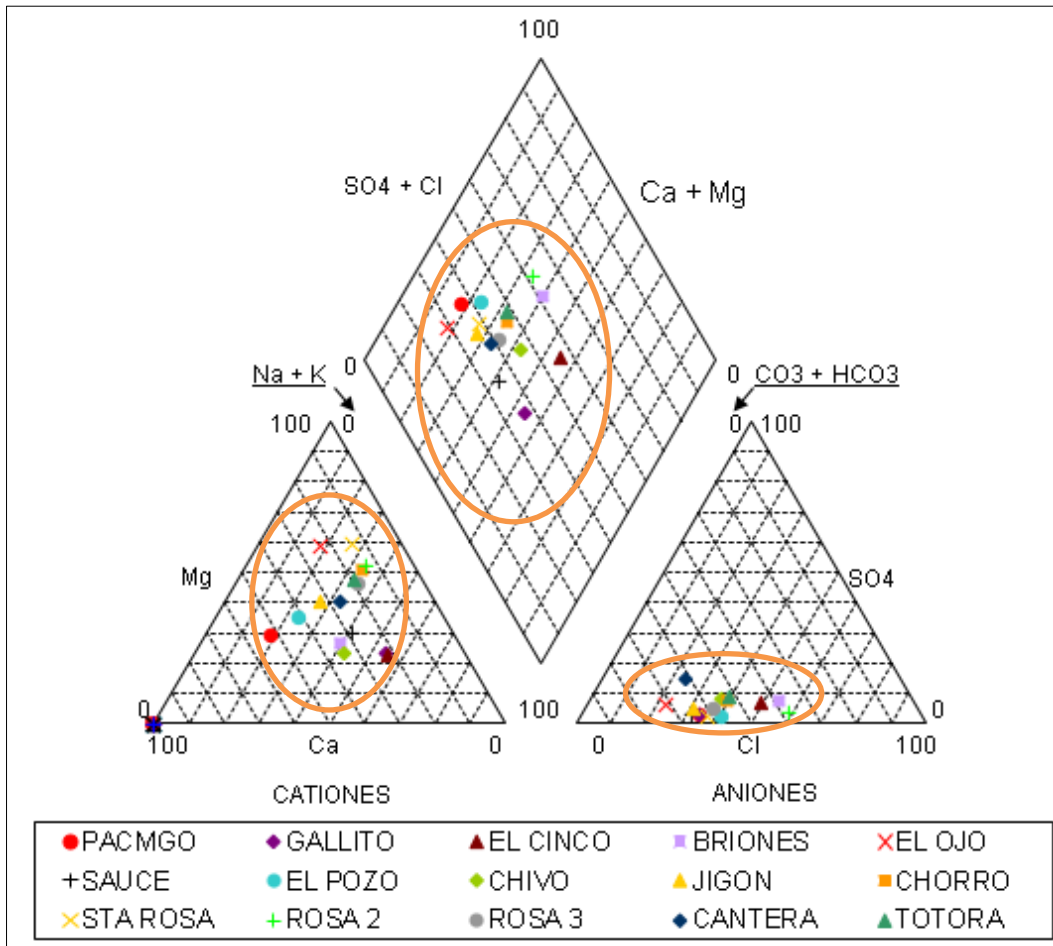
Relaciones Iónicas	PACMGGO	GALLITO	CINCO	BRIONES	OJO	SAUCE	POZO
rNa/rK	3.40	3.44	3.00	2.67	2.80	3.08	1.46
rMg/rCa	0.55	1.06	1.05	0.78	2.48	1.02	0.85
rSO ₄ /rCl	0.09	0.10	0.14	0.13	0.29	0.10	0.05
rCl/rHCO ₃	0.53	0.54	1.12	1.42	0.32	0.48	0.72
Icb	0.82	0.34	-0.50	0.25	-0.14	0.46	0.47
Kr	2.08	1.37	0.64	0.59	1.28	1.97	1.88
I SAR	0.3	1.4	1.6	0.8	0.5	1.0	0.6

Relaciones Iónicas	CHIVO	JIGON	CHORRO	STA ROSA	STA ROSA 2	STA ROSA 3	CANTERA	TOTORA
rNa/rK	2.90	2.50	3.50	2.34	3.70	3.33	2.32	2.42
rMg/rCa	0.67	1.23	3.29	4.10	3.76	2.44	1.49	2.43
rSO ₄ /rCl	0.23	0.16	0.18	0.07	0.06	0.13	0.63	0.23
rCl/rHCO ₃	0.69	0.49	0.75	0.60	1.54	0.63	0.38	0.77
Icb	0.59	0.45	0.42	0.29	0.50	0.15	-0.96	0.19
Kr	1.85	2.22	1.77	1.67	1.05	2.06	1.80	2.47
I SAR	1.0	0.7	1.1	0.8	1.0	1.2	1.1	1.3

Nota. Las relaciones catiónicas indican que los manantiales tienen una alta permeabilidad ya que hay filtración en los contactos con los acuíferos presentes.

Figura 35.

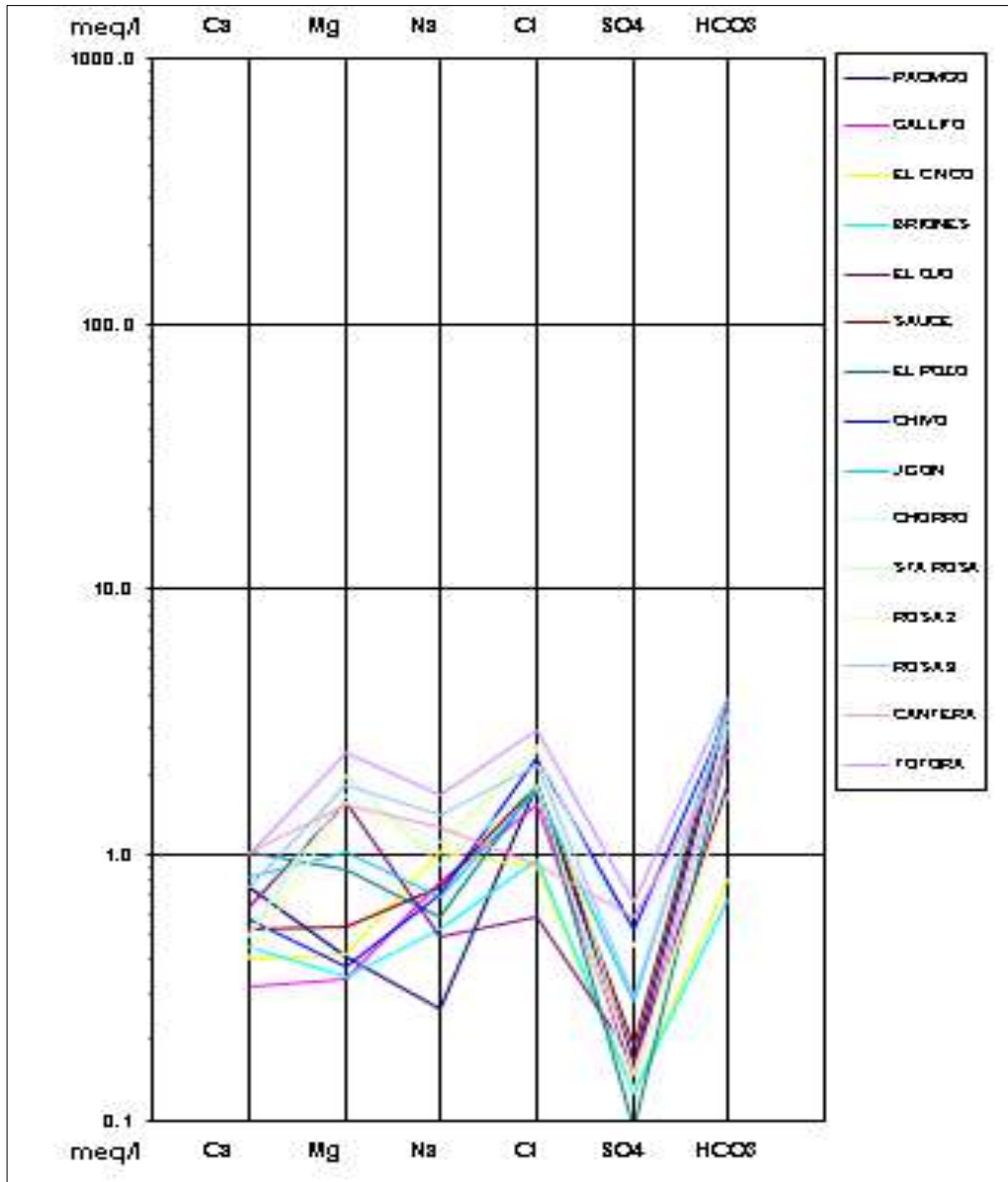
Diagrama de Piper de los manantiales muestreados.



Nota. Diagrama de Piper según los cationes y aniones de los Manantiales de Namora.

Figura 36.

Diagrama de Schoeller de los manantiales.



Nota. Diagrama de Schoeller-Berkaloff de los Manantiales de Namora.

Interpretación:

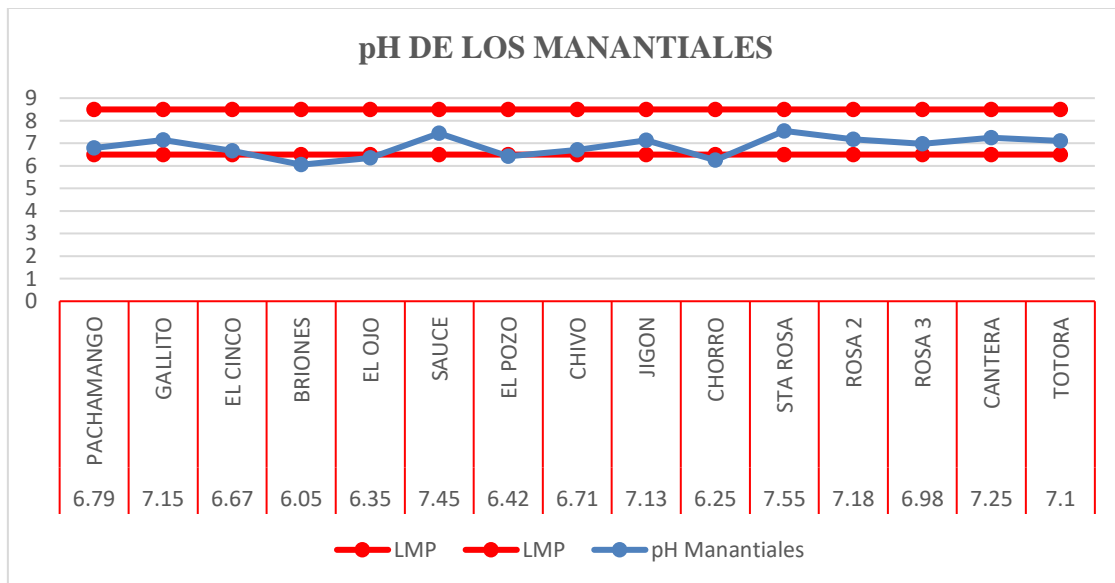
Según el diagrama de Piper (fig 37) el triángulo catiónico las aguas muestreadas de los manantiales presentan composiciones similares, no obstante, se presenta enriquecimiento de Mg y Ca. En el triángulo aniónico, la muestra A4 aumentan el contenido de cloruro de sur a norte en el área, mientras que las demás muestras la disminución de cloruro y/o aumento de HCO_3 . El análisis del diagrama de Piper para los quince puntos de agua seleccionados de esta manera se tiene que el agua de los manantiales de la subcuenca del río Namora se clasifica como bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas.

Mediante el diagrama de Schoeller (fig 38) de los parámetros conductividad eléctrica (CE) y profundidad, se identificaron dos posibles asociaciones relacionadas con la trayectoria más probable del agua subterránea, de esta manera, las muestras de los manantiales tienden a aumentar el grado de mineralización con respecto a la profundidad, este comportamiento sería consecuencia de la disolución de sustancias minerales, principalmente sales activas, durante los meses de mayores precipitaciones o por la concentración de solutos. Asimismo, esta tendencia indica que las muestras más cercanas a las zonas de recarga, tanto para la Formación Yumagual ya que presentan una relación directamente proporcional entre la disminución del contenido iónico (principalmente Cl) y los valores de conductividad eléctrica.

LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICOS

Figura 37.

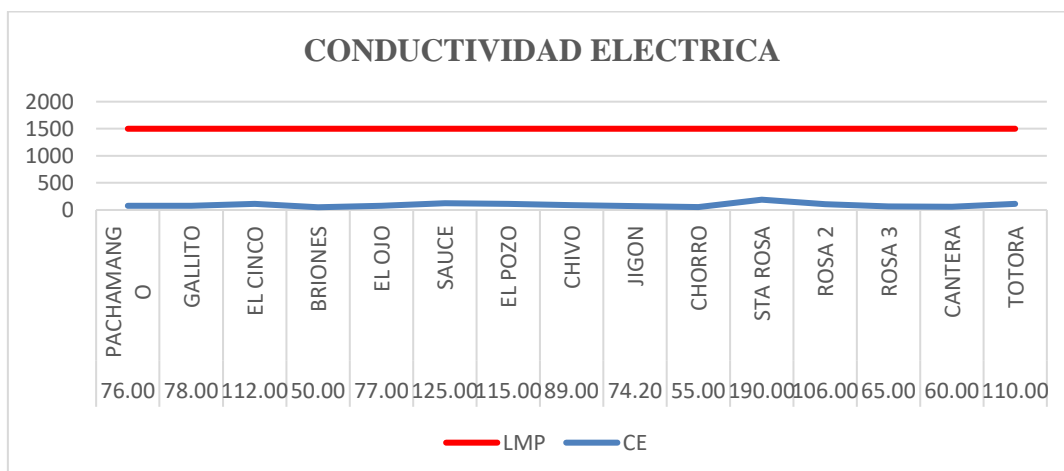
Grafica de pH de los manantiales.



Nota. Diagrama de límites máximos permisibles del ph de los manantiales de la subcuenca del río Namora. Es recomendable para que la desinfección con cloro sea eficiente el pH debe ser inferior a 8, se establece dentro de un rango de 6.5 – 8.5.

Figura 38.

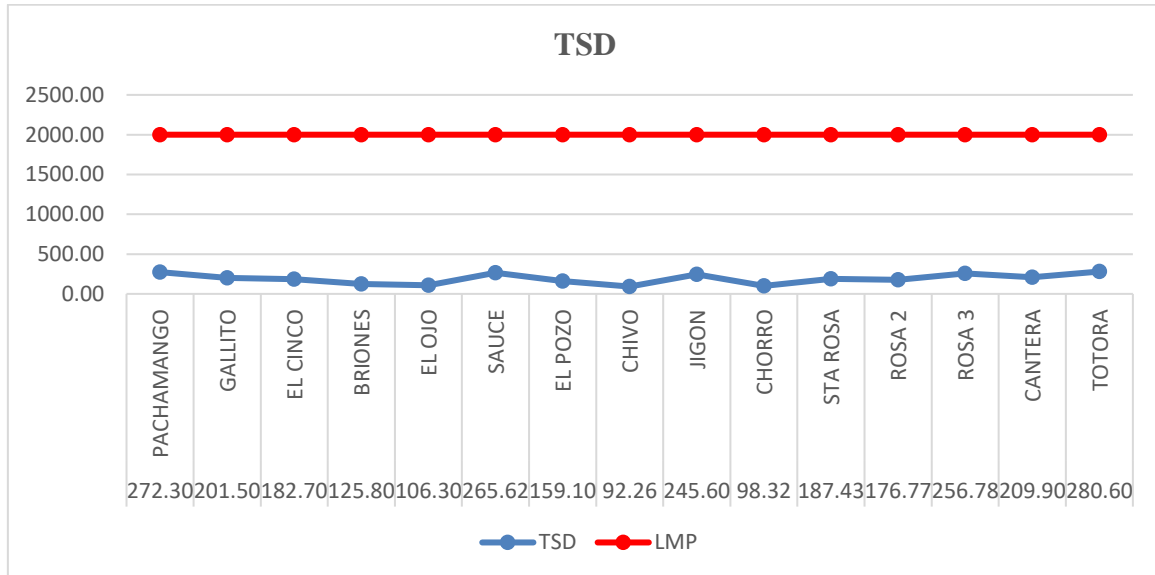
Grafica de la Conductividad Eléctrica de los manantiales.



Nota. La CE está relacionado con la cantidad de sales disueltas. De acuerdo al grafico el agua de los manantiales tiene una salinidad muy baja, lo que hace que no sea perjudicial para el suelo, permite un buen drenaje, ya que tiene una permeabilidad estable. El LMP es 1500 us/cm en la Conductividad Eléctrica.

Figura 39.

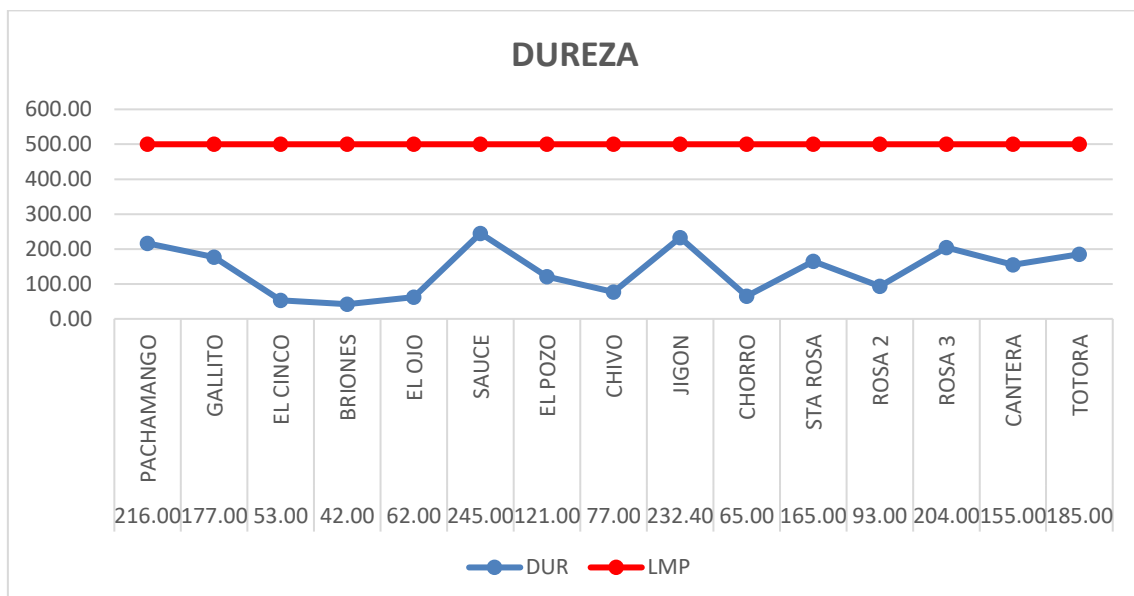
Grafica de los TSD de los manantiales.



Nota. La cantidad total de solidos disueltos en agua tiene relación con la CE. Hay muy baja proporción de material disuelto en las muestras.

Figura 40.

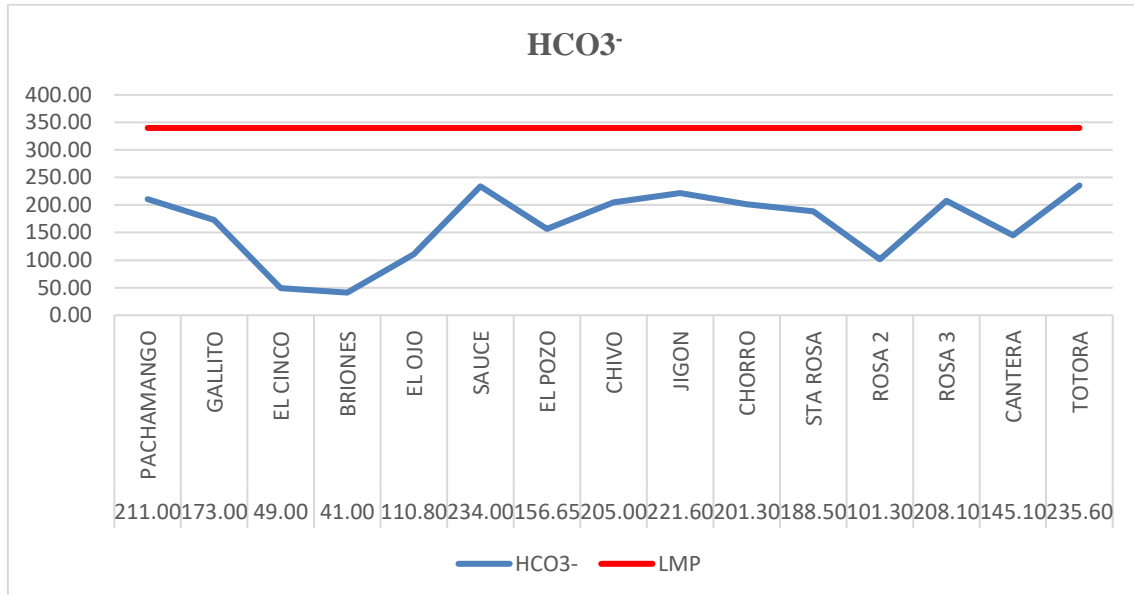
Grafica de la Dureza de los manantiales.



Nota. Se clasifica como moderadamente dura, está asociado a rocas carbonatadas como son la caliza. El valor LMP de la dureza del agua es 500 mg/L.

Figura 41.

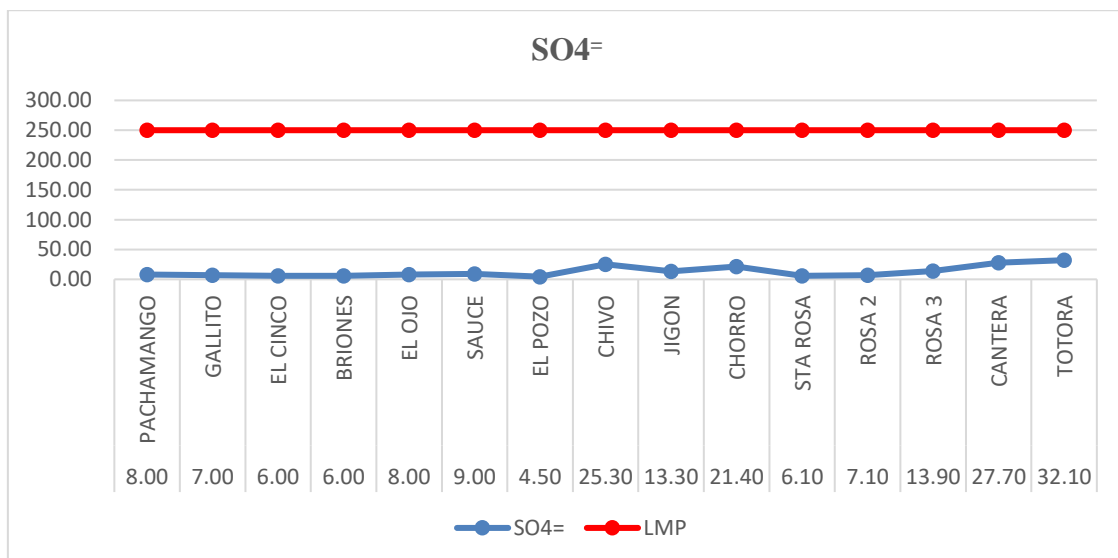
Grafica de HCO_3^- de los manantiales.



Nota. Presencia de calizas potenciadas por el aporte de CO_2 es de las fuentes que dan lugar a los iones bicarbonatos. El LMP es 340 mg/L.

Figura 42.

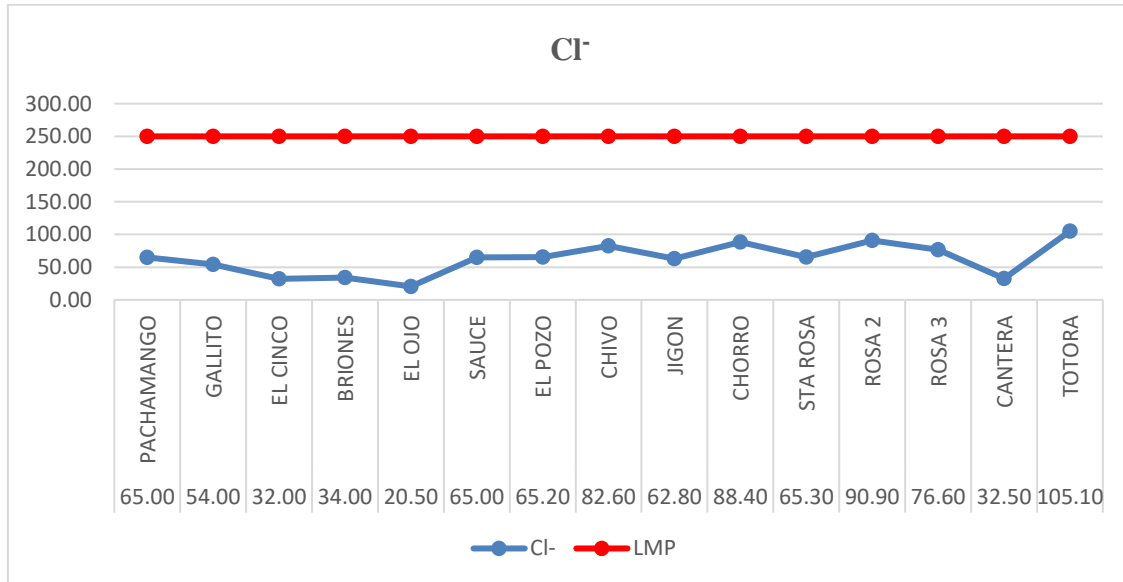
Grafica de $\text{SO}_4^{=}$ de los manantiales.



Nota. El LMP de los sulfuros es 250 mg/L. Las aguas muestreadas están dentro del rango, lo que se supone no hay mucha presencia cerca de la superficie o en contacto con los manantiales de rocas ígneas, ya que se podría distinguir por el olor fuerte parecido a huevo podrido.

Figura 43.

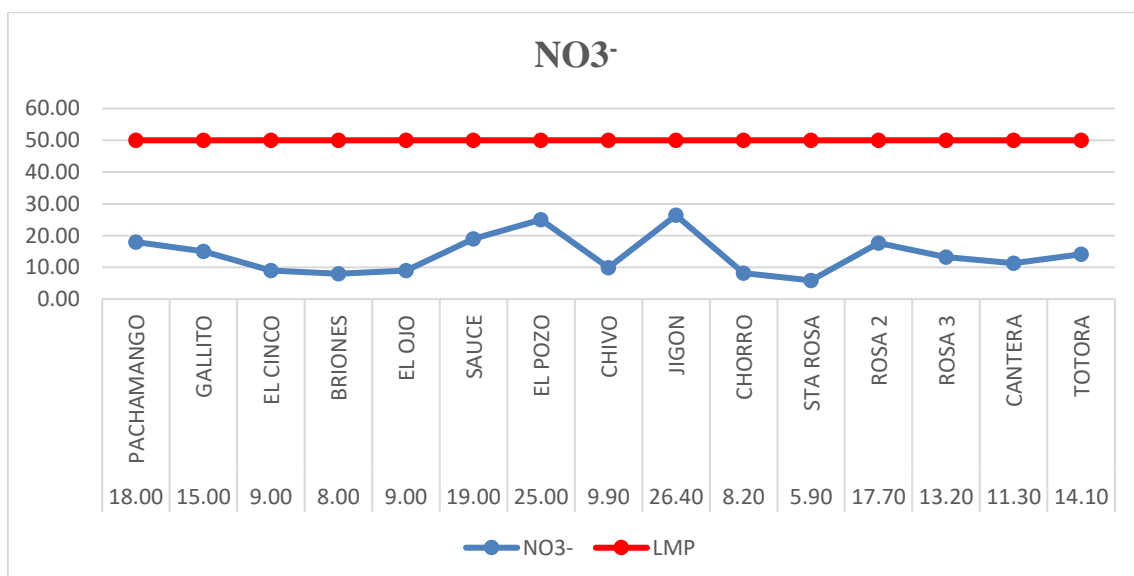
Diagrama de Cl⁻ de los manantiales.



Nota. Las aguas de los manantiales presentan escasa proporción de cloruro, ya que la mayoría de aguas subterráneas cerca de la superficie están por debajo de los 100 mg/L.

Figura 44.

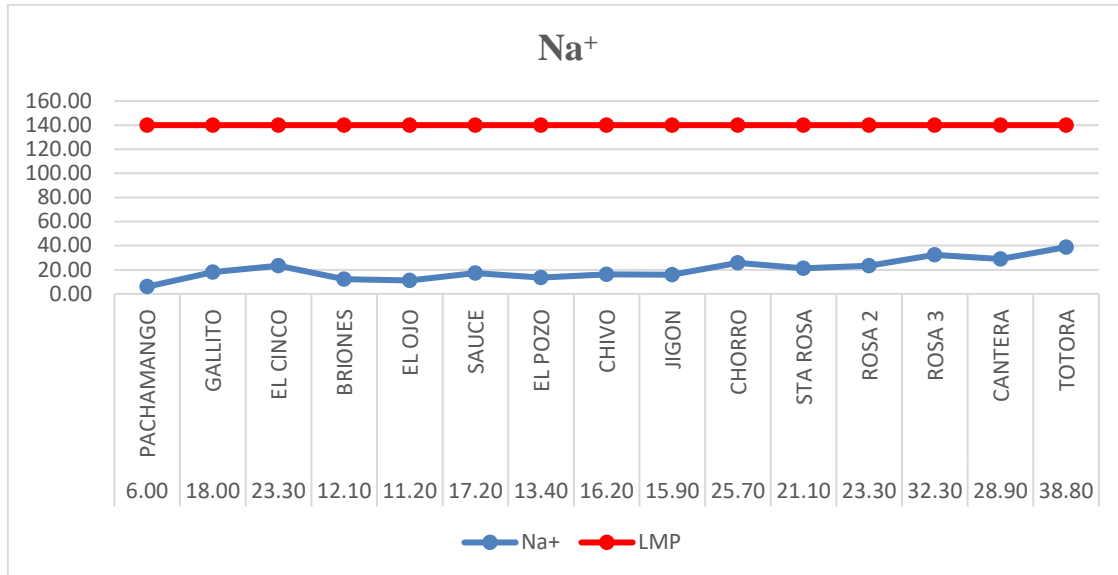
Grafica de NO₃⁻ de los manantiales.



Nota. El ion nitrato encontrado en las aguas de los manantiales está por debajo de los LMP, ya que si fuera lo contrario podría contaminar los acuíferos de agua subterránea.

Figura 45.

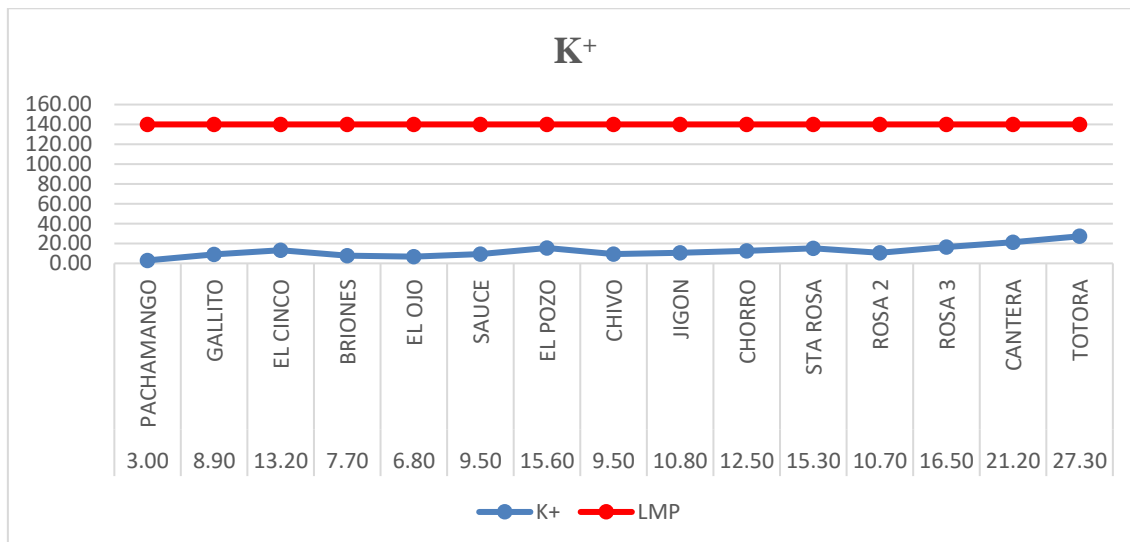
Grafica de Na⁺ de los manantiales.



Nota. Las concentraciones de Sodio son bajas, los que son muy aportadores de Na⁺ son las aguas marinas, el agua que circula por los manantiales tienden a ser naturales variables.

Figura 46.

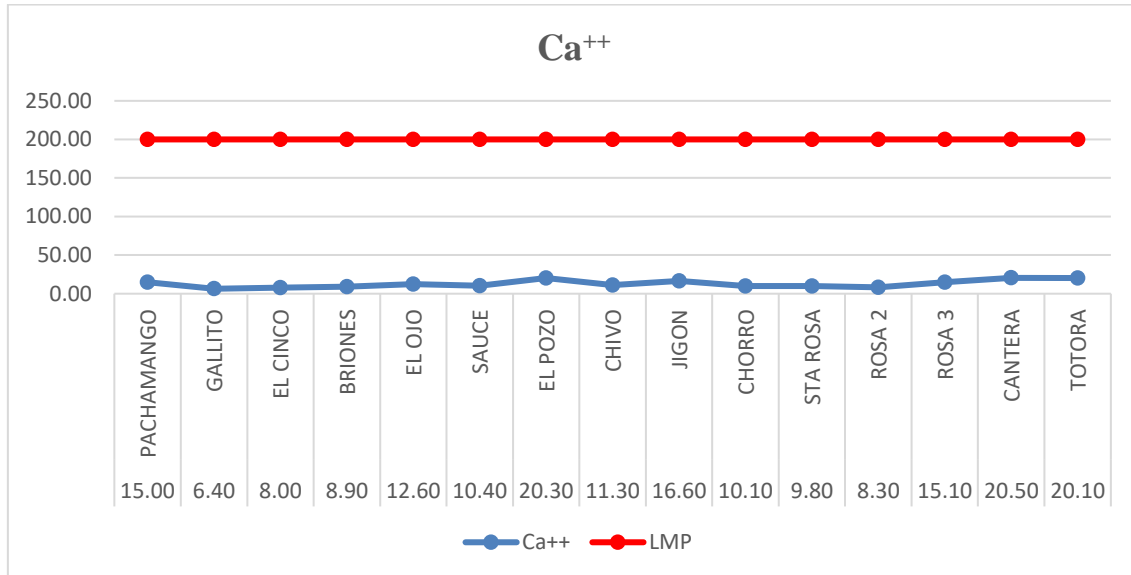
Grafica de K⁺ de los manantiales.



Nota. Las concentraciones de Potasio son más bajas a diferencia del catión Sodio. El potasio tiende a ser parte de la formación de arcillas.

Figura 47.

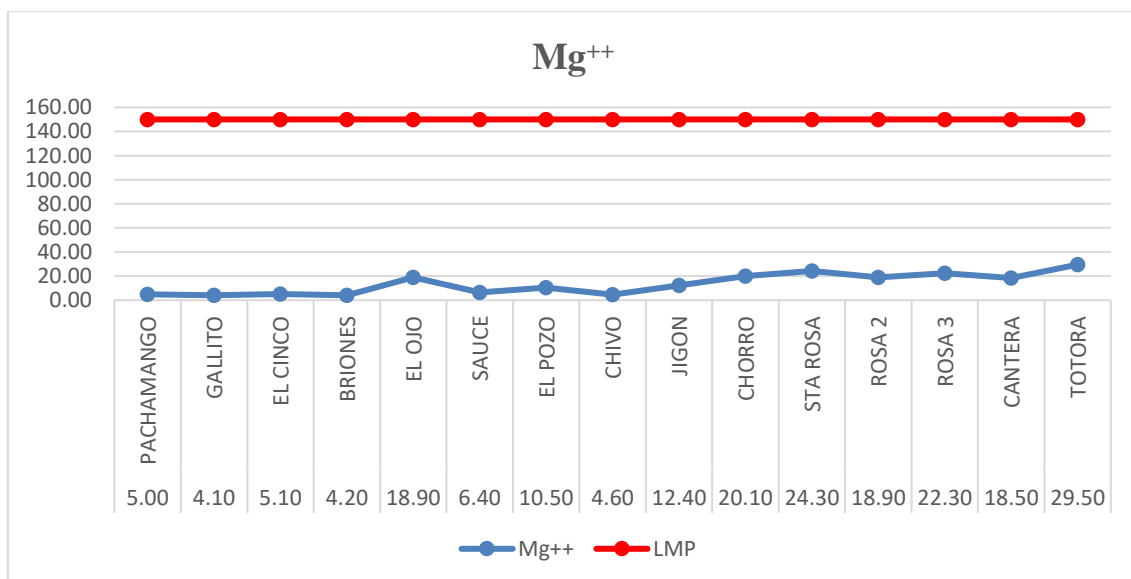
Diagrama de Ca^{++} de los manantiales.



Nota. La concentración de Calcio está dentro de los LMP. El catión Calcio es muy frecuente en aguas naturales.

Figura 48.

Grafica de Mg^{++} de los manantiales.



Nota. El Mg es uno de los cationes más abundantes en el agua, procede de la disolución de rocas carbonatadas. En aguas naturales no suele pasar de 40 mg/L.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

En la litología de la zona de estudio encontramos una correlación directa de los macizos rocosos de los manantiales, ríos, quebradas y lagunas; en donde encontramos acuíferos cálcicos y/o magnésicas.

Existen varios puntos que sobre el aspecto hidrogeológico son importantes puntualizar. Al realizar la caracterización y composición del agua de los manantiales, ríos, quebradas, y lagunas en la Subcuenca del río Namora, se determina los criterios aplicados (Físico-químico), los valores tomados provisionalmente son recomendados por la Organización Mundial de la Salud (1995), se encuentran en un Límite Máximo Permisible de un rango de 6.5 - 8.5, el cual nos indica que, con un tratamiento adecuado para el agua, sería apropiado para el consumo de los seres vivos.

Smet y Wijk (2016) en su estudio “Los Manantiales”, coincide con la presente investigación ya que ellos consideran al agua que proviene de manantiales es de buena calidad, y el paso a través de rocas y sedimentos filtra los sólidos en suspensión y favorece la eliminación de patógenos.

Durante la investigación del presente proyecto tuvimos algunos percances por la enfermedad COVID-19, por lo cual tuvimos no tuvimos acceso a estudios de otros manantiales.

De acuerdo al análisis físico químico y bacteriológico los anexos en mención se encuentran con valores de por encima de los límites permisibles por la normativa peruana; se recomienda realizar una desinfección o clorar el agua previo consumo.

4.2 Conclusiones

Se logró realizar el respectivo cartografiado geológico e hidrogeológico de la parte baja de la subcuenca del río Namora, Cajamarca; siguiendo las características geológicas del sinclinal Huiraconga siendo la estructura determinante para la recarga de manantiales. Las estructuras en la zona de la subcuenca de Namora está relacionado directamente a los acuíferos y esto se ve claramente en los afloramientos de manantiales, lagunas, ríos y quebradas. Además, los depósitos cuaternarios son los que tienen mayor infiltración. La zona de infiltración coincide con pendientes bajas, una cobertura vegetal, suelos franco arcillosos, el lugar de estudio muestra condiciones favorables para la infiltración y acumulación de agua. En el trabajo de campo se determinó la ubicación de los manantiales, ríos, quebradas, lagunas, en las vertientes de la subcuenca del río Namora.

De los parámetros físico-químico en el pH hay 4 manantiales que están por debajo de los LMP, esto se debe posiblemente a infiltración de algunos líquidos salados, teniendo en cuenta que la mayoría de manantiales si cumplen con los LMP. En cuanto con la CE las concentraciones de aniones y cationes pueden variar al tipo de roca por la cual circulan, los valores encontrados varían entre 50 us/cm a 190 us/cm, el punto que presento un valor alto fue el manantial Santa Rosa, lo cual puede representar mayor presencia de areniscas, arcillas y dolomitas. Con respecto al TSD las concentraciones en los manantiales son bajas, lo que indica que no hay material muy suelto como puede ser arcilla, areniscas. Los aniones y cationes de las aguas muestreadas están dentro del rango de los LMP, que está indicado por la OMS.

Las aguas generadas en acuíferos calizos y areniscas, en este contexto, son bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas, según el diagrama de Piper (fig. 33, 35, 37). Las aguas de la Sub Cuenca del río Namora, tomadas como referencia en este trabajo, presentan un carácter bicarbonatado cálcico y/o magnésico, acorde con la naturaleza calcítica y moderadamente magnésica de los diferentes acuíferos del sistema. La calidad del agua de los acuíferos muestreados es buena para el riego de pastos y para consumo humano.

Se logró identificar 15 manantiales del cual 5 de ellos sirven como alimentadores de reservorios, los que constituyen los más importantes de consumo de agua potable de los caseríos y anexos de la sub cuenca Namora y los otros 10 manantiales sirven para uso de riego y además para consumo humano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dirección General de Minería. (2012). *Reglamento para el Cierre de Minas. Perú.*
- Gamboa. (2016). *Impacto de los Pasivos Ambientales Mineros en el Recurso Hídrico de La Microcuenca Quebrada Párac, Distrito de San Mateo de Huanchor, Lima. Perú.*
- Gobierno Regional de Cajamarca. Acondicionamiento Territorial. (2009). *Estudio de Geología. Cajamarca. Perú.*
- Grufides. (2012). *Pasivos Ambientales mineros en la Región Cajamarca. Perú.*
- Grufides. (2015). *Los Pasivos Ambientales Mineros: Diagnóstico y Propuestas. Perú.*
- Ministerio de energía y minas. (2014). *Guía para la Elaboración de Planes de Cierre de Pasivos Ambientales Mineros. Perú.*
- Ministerio de energía y minas. (2015), *Remediación de Pasivos Ambientales Mineros en el Perú.*
- Ministerio del Ambiente, (2012), *Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana, Lima, Perú.*
- Yurich. (2016). *Situación de los pasivos ambientales mineros en Chile, el caso de los depósitos de relaves. Chile.*
- Rodríguez, R, Martínez, C. (2003) *Calidad del agua de fuentes de manantial en la zona básica de salud de Siguenza. España. Recuperado de:*

http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-

57272003000300012.

Gonzales, A, Reynerio, J, Carrillo, J, Rodríguez, R. (2012) *Geoquímica de los sistemas de flujo de agua subterránea en rocas sedimentarias y rocas volcanogénicas de*

Loreto, BCS. México. Recuperado de:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-

33222012000300005.

Salvador, O. (2014). *Revisión de los modelos geoquímicos de génesis de tobas calcáreas. España. Recuperado de:*

https://www.researchgate.net/publication/280996930_Revision_de_los_modelos_hidrogeoquimicos_de_genesis_de_tobas_calcareas#pf6.

Díaz, J, Alfonso, M. (2018). *Análisis de la evolución hidrogeoquímica y diagnóstico de procesos de biomineralización controlada en agua subterránea: caso pozo*

upte, Sogamoso. Colombia. Recuperado de:

<https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2538/1/TGT-1122.pdf>.

Díaz, E. (2014). *Factores que influyen en la calidad del agua del manantial de molinopampa, que se usa para consumo doméstico en la ciudad de Celendín.*

Perú. Recuperado de:

<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1865/Tesis%20D%C3%A>

[Daz%20Mori%20Edgar.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1865/Tesis%20D%C3%A).

Cerón, L, Sarria, J, Torres, J, Soto, J. (2020). Agua subterránea: tendencias y desarrollo científico. Colombia. Recuperado de :

<https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v32n1/0718-0764-infotec-32-01-47.pdf>.

Orbasa Geología UNC (2013) *Columna Estratigráfica de Cajamarca*. Recuperado de: <https://sites.google.com/a/unc.edu.pe/orbasa/recursos>.

Reyes, L. (1980). *Geología de los cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba*. Perú: INGEMMET. Recuperado de: <http://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/ingemmet/150>.

Orbasa Geología UNC (2015) *Hidrogramas*. Recuperado de: <https://sites.google.com/a/unc.edu.pe/orbasa/archivos/hidrogeologia>

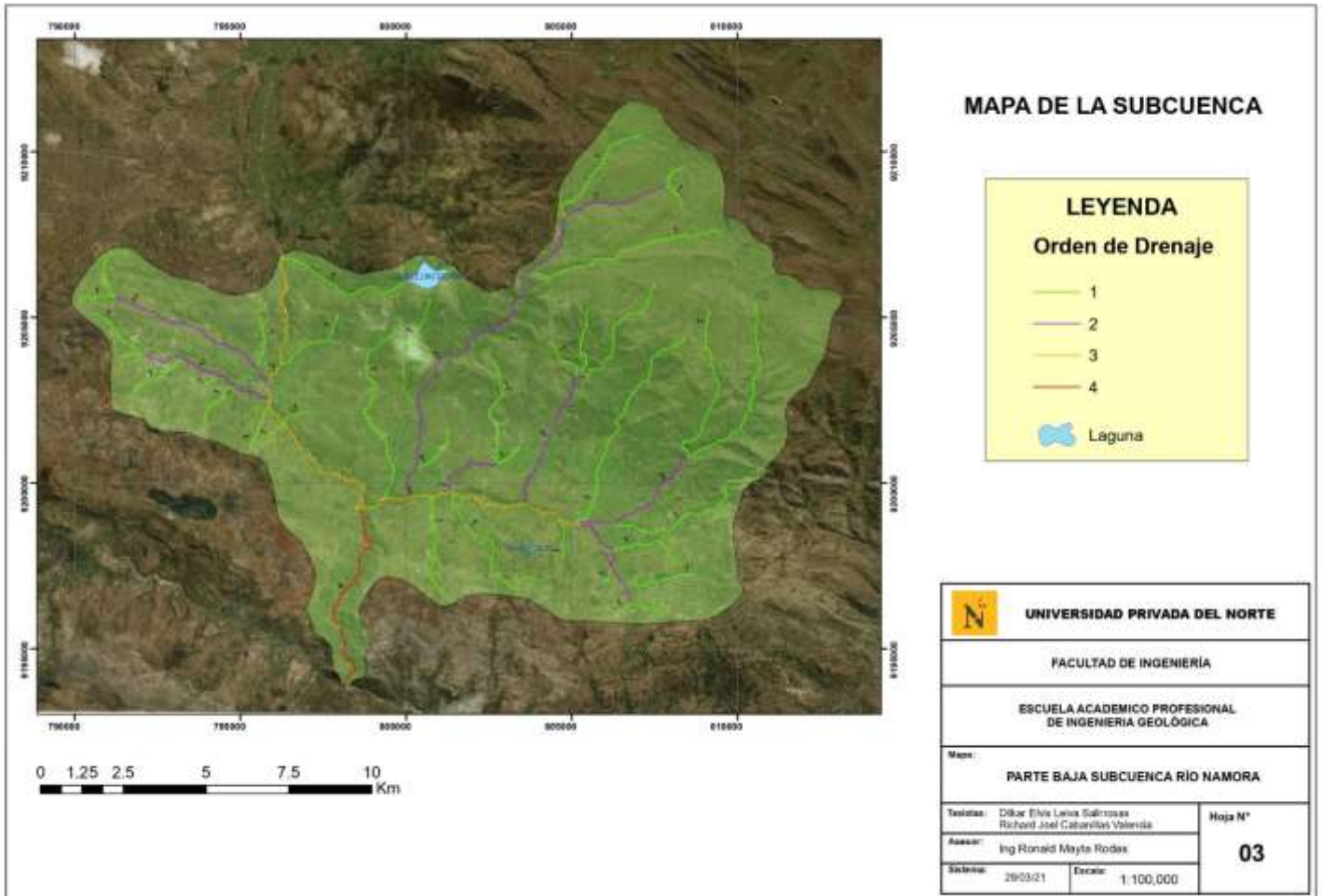
SYSCOL CONSULTORES (2017). *Caracterización hidrogeoquímica y determinación de la calidad del agua*. Colombia. Recuperado de: https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/27703/Carac_Hidrogeoquimica.pdf?sequence=4&isAllowed=y.

Charca, M. (2016). Caracterización hidrogeológica de la subcuenca Eulalia-cuenca del río Rimac, departamento de Lima. Perú. Recuperado de: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/INGEMMET_4eb144bfc1b1ea639418b71ac271a329.

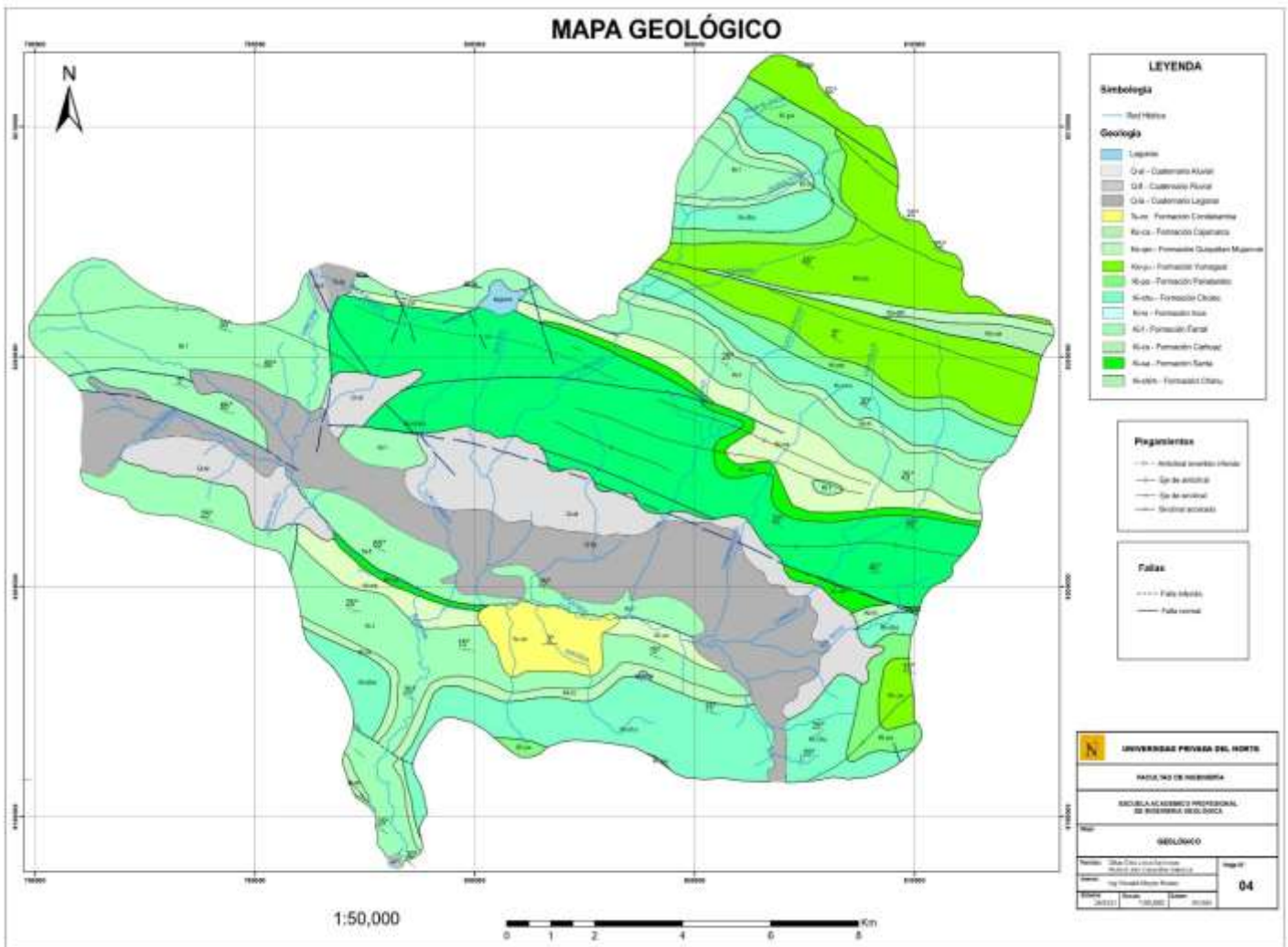
Díaz, P. (2015). *Modelamiento hidrogeológico para estimar el caudal óptimo de la parte baja del acuífero del valle del río Lurín*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Ricardo Palma, Perú.

ANEXOS

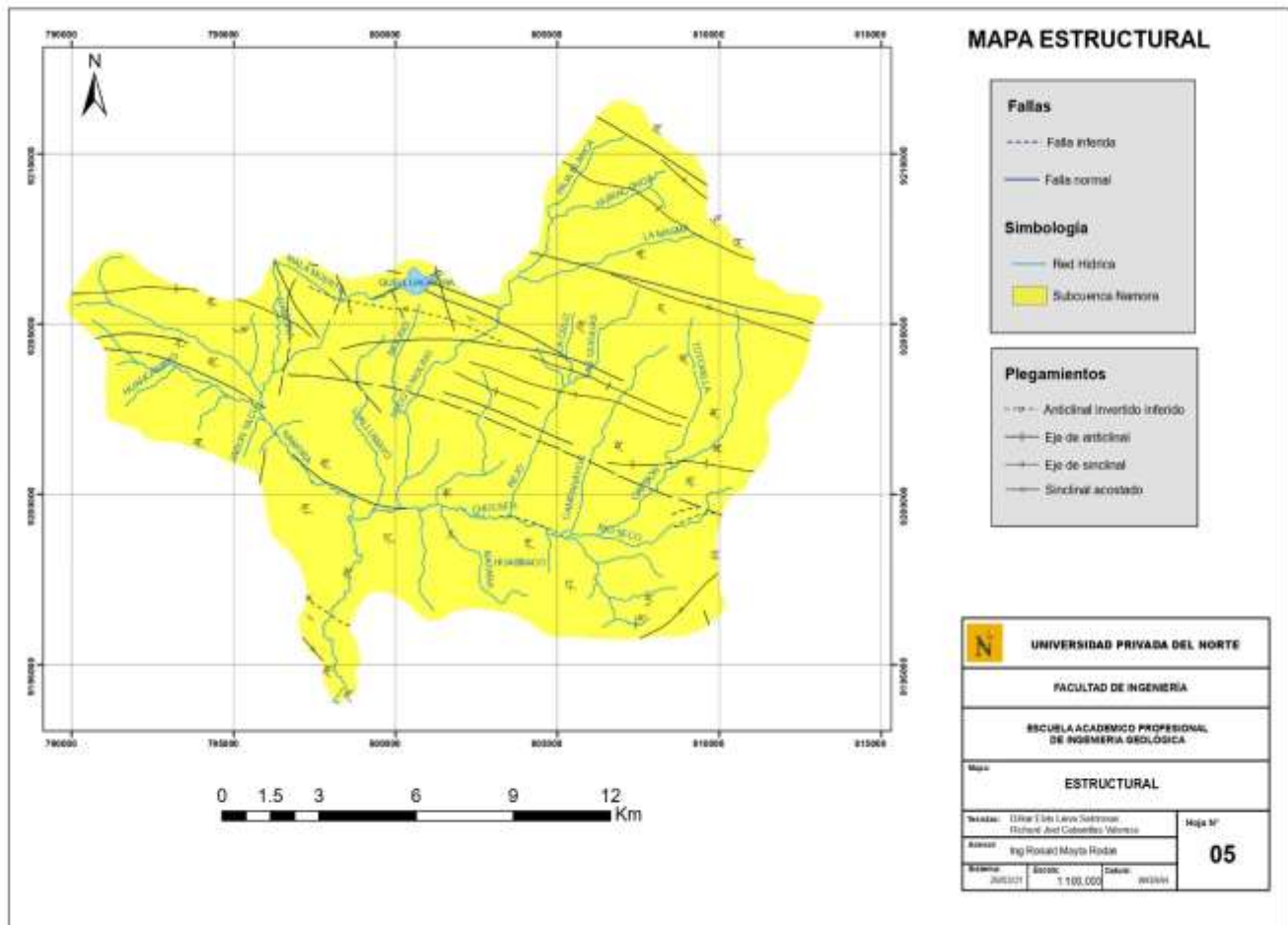
Anexo 1. Mapa de la Subcuenca de la zona de investigación. (Ver anexo).



Anexo 2. Plano Geológico de la zona de investigación.



Anexo 3. Plano Estructural de la zona de investigación.



Anexo 4. Análisis del Río Chucsen-Matara.



EPS Sedacaj S.A.
EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO
DE CAJAMARCA - SOCIEDAD ANONIMA

**INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO
DE AGUA**

DATOS DE LA MUESTRA :
 PUNTO DE MUESTREO : RIO CHUCSEN
 DISTRITO : MATARA
 PROVINCIA : CAJAMARCA
 REGIÓN : CAJAMARCA

FECHA DE ANALISIS : 03 de Diciembre 2020

PARAMETRO	UNIDAD	M - 1	LMP
		RESULTADO	
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO			
TSD	mg/L	18.80	2000
pH, a 18.0°C	--	6.98	6.5 - 8.5
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	70	1500
DUREZA	mg/L	250	500
CLORUROS	mg/L	15	250
BICARBONATOS	mg/L	245	340
SULFATOS	mg/L	5	250
NITRATOS	mg/L	6	50
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07
ALUMINIO	mg/L	0.095	0.2
CALCIO	mg/L	9	200
MAGNESIO	mg/L	5	150
SODIO	mg/L	10	140
POTASIO	mg/L	3	140
ZINC	mg/L	0.055	3
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO			
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	7	0
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	4	0

LMP = Límite Máximo Permisible, dados por DS N° 031-2010-SA, para aguas de consumo humano.
 UFC = Unidades Formadoras de Colonias
 UNT = Unidades Nefelométricas de Turbiedad

M-1: muestra alcanzada al Laboratorio por el usuario.

COMENTARIO :
 Los Resultados de la muestra se compara con los LMP dados por el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano, según D.S. N° 031-2010-SA.
 Los parámetros físicoquímicos evaluados, se encuentran dentro de los Límites Máximos (LMP), dados en el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano.
 Se recomienda desinfectar el agua (clorar), para remover los coliformes existentes.



Ing. Maria Rosa Contreras
CONTROL DE CALIDAD
EPS SEDACAJ S. A.

Cajamarca, 28 de Diciembre del 2020.

Jr. Cruz de Piedra N° 150 - Jr. Los Cipreces N° 351-357 - Cajamarca - Perú
 E-mail: sedacaj@sedacaj.com.pe Página Web: www.sedacaj.com.pe

Teléfs: 363660 (Emergencias) 367952
 Telefax: (076) 362120 - (076) 367712

Nota. Resultados de los parámetros físico-químicos del río Chucsen (Matara).

Anexo 5. Análisis de la laguna Huaysaco-Matara.



EPS Sedacaj S.A.
EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO
DE CAJAMARCA - SOCIEDAD ANONIMA

**INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO
DE AGUA**

DATOS DE LA MUESTRA :
 PUNTO DE MUESTREO : LAGUNA HUAYSACO
 DISTRITO : MATARA
 PROVINCIA : CAJAMARCA
 REGIÓN : CAJAMARCA

FECHA DE ANALISIS : 08 de Diciembre 2020

PARAMETRO	UNIDAD	M - 1	LMP
		RESULTADO	
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO			
TSD	mg/l	167	2000
pH, a 18.9°C	-	6.68	6.5 - 8.5
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	80	1500
DUREZA	mg/l	225	500
CLORUROS	mg/l	15	250
BICARBONATOS	mg/l	74	340
SULFATOS	mg/l	10	250
NITRATOS	mg/l	5	50
CIANURO	mg/l	<0.005	0.07
ALUMINIO	mg/l	0.098	0.2
CALCIO	mg/l	9	200
MAGNESIO	mg/l	5	150
SODIO	mg/l	15	140
POTASIO	mg/l	3	140
ZINC	mg/l	0.095	3
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO			
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	5	0
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	1	0

LMP = Límites Máximos Permisibles, dados por DS Nº 031-2010-SA, para aguas de consumo humano.
 UFC = Unidades Formadoras de Colonias
 UNT = Unidades Nefelométricas de Turbiedad.

M-1: muestra alcanzada al Laboratorio por el usuario.

COMENTARIO :
 Los Resultados de la muestra se compara con los LMP dados por el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano, según D.S. Nº 031-2010-SA.
 Los parámetros físicoquímicos evaluados, se encuentran dentro de los Límites Máximos (LMP), dados en el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano.
 Se recomienda desinfectar el agua (clarar), para remover los coliformes existentes.



EPS SEDACAJ S.A.
CONTROL DE CALIDAD
CAJAMARCA

Cajamarca, 28 de Diciembre del 2020.

Jr. Cruz de Piedra N° 150 - Jr. Los Cipreses N° 351-357 - Cajamarca - Perú
 E-mail: sedacaj@sedacaj.com.pe Página Web: www.sedacaj.com.pe
 Telefó: 363660 (Emergencias) 36795
 Telefax: (076) 362120 - (076) 367711

Nota. Resultados de los parámetros físico-químicos de la laguna Huaysaco.

Anexo 6. Análisis del Manantial Briones-Namora.



EPS Sedacaj S.A.
EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO
DE CAJAMARCA - SOCIEDAD ANONIMA

**INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO
DE AGUA**

DATOS DE LA MUESTRA :
 MUESTRA : MANANTIAL BRIONES
 DISTRITO : NAMORA
 PROVINCIA : CAJAMARCA
 REGIÓN : CAJAMARCA

FECHA DE ANALISIS : 03 de Diciembre 2020

PARAMETRO	UNIDAD	M - 1	LMP
		RESULTADO	
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO			
TSD	mg/L	125.80	2000
pH, a 18.1°C	--	6.05	6.5 - 8.5
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	50	1500
DUREZA	mg/L	42	500
CLORUROS	mg/L	23	250
BICARBONATOS	mg/L	41	340
SULFATOS	mg/L	15	250
NITRATOS	mg/L	8	50
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07
ALUMINIO	mg/L	0.095	0.2
CALCIO	mg/L	8.90	200
MAGNESIO	mg/L	4.20	150
SODIO	mg/L	12.10	140
POTASIO	mg/L	7.70	140
ZINC	mg/L	0.075	3
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO			
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	0	0
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	0	0

LMP = Límites Máximos Permisibles, dados por D.S. Nº 031-2010-SA, para aguas de consumo humano.
 UFC = Unidades Formadoras de Colonias.
 UNT = Unidades Neutrofilicas de Turbidez.

M-1: muestra alcanzada al Laboratorio por el usuario.

COMENTARIO :
 Los Resultados de la muestra se compara con los LMP dados por el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano, según D.S. Nº 031-2010-SA.
 A excepción del pH, los demás parámetros físico-químicos evaluados, se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles del Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano.
 Se recomienda desinfectar el agua (clorar), para preservar la calidad bacteriológica del agua.

Cajamarca, 20 de Diciembre del 2020.



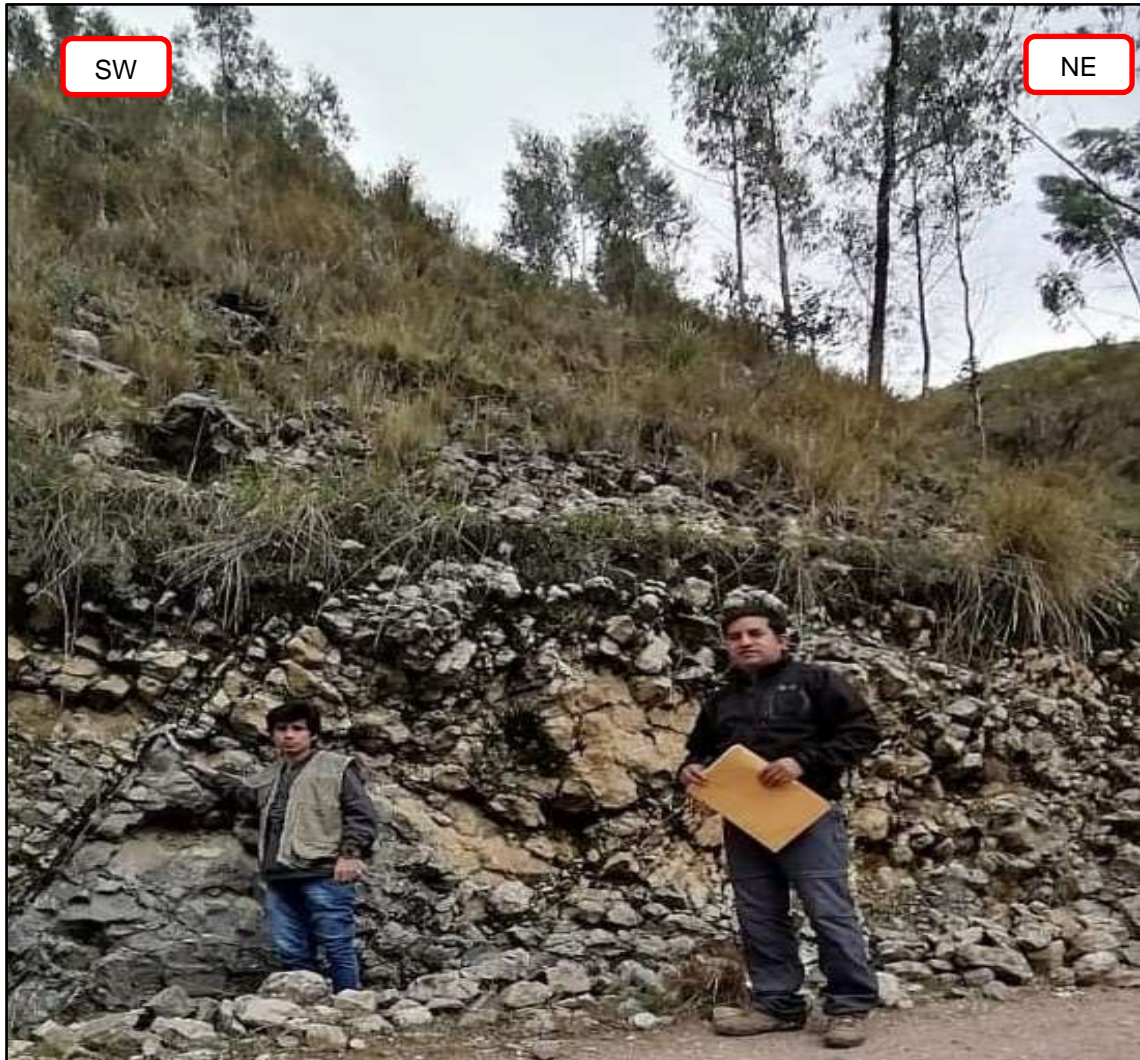
Jr. Cruz de Piedra N° 150 - Jr. Los Cipreses N° 351-357 - Cajamarca - Perú
 E-mail: sedacaj@sedacaj.com.pe Página Web: www.sedacaj.com.pe
 Teléfono: 363660 (Emergencias) 367952
 Telefax: (076) 362120 - (076) 367712

Nota. Resultados de los parámetros físico-químicos del Manantial Briones

ANEXO 01 – Panel Fotográfico

Figura 49.

Foto de la Formación Pariatambo.



Nota. Encontramos una zona de falla en la formación Pariatambo.

Figura 50.

Parte alta de la zona de estudio.



Nota. Vista panorámica de la zona de estudio.

Figura 51.

Domos de caliza.



Nota. Domos de caliza de la parte alta de la zona de estudio.

Figura 52.

Laguna Quelluacocha.



Nota. Laguna Quelluacocha , considerado como lugar turístico por los pobladores de la zona.

Figura 53.

Planicie Aluvial de la zona de Namora.



Nota. Planicie Aluvial, arrastre de sedimentos por corrientes de agua.

Figura 54.
Pendientes.



Nota. Pendientes empinadas de la formación Chulec.

Figura 55.
Formación Carhuaz



Nota. Zona de areniscas de la formación Carhuaz.

Figura 56.

Manantial Pachamango.



Nota. Toma de temperatura del agua en el Manantial Pachamango.