

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIAS, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**Análisis Comparativo de la Calidad del Agua para Consumo Humano en
dos Asentamientos de la Caleta de Carquín, 2021**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

CRISTIAN NILO ASENCIOS BLAS

Asesora: Ing. Hellen Yahaira Huertas Pomasoncco

HUACHO - PERÚ

2022

Análisis Comparativo de la Calidad del Agua para Consumo Humano en dos Asentamientos Humanos de la Caleta de Carquín, 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|---|-----|
| 1 | repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet | 5% |
| 2 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 2% |
| 3 | repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 4 | Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante | 1% |
| 5 | repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 6 | Submitted to Universidad Catolica de Trujillo Trabajo del estudiante | <1% |
| 7 | Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante | <1% |
| 8 | repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet | <1% |

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIAS, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Análisis comparativo de la calidad del agua para consumo humano en dos
Asentamientos Humanos de la Caleta de Carquin, 2021**

Sustentado y aprobado ante el Jurado evaluador



**Dr. Segundo Rolando Alvites Vigo
Presidente**



**Ing. Luis Miguel Chávez Barbery
Secretario**



**Mg. María Del Rosario Grados Olivera
Vocal**



**Ing. Hellen Yahaira Huertas Pomasoncco
Asesora**

HUACHO - PERÚ

2022

DEDICATORIA

A Dios por la salud y la oportunidad que me da para ser algo en la vida, a mis padres (Nilo y Zonia), familiares y amigos por su aliento, confianza y apoyo continuo e incondicional.

AGRADECIMIENTO

A mis padres por su apoyo incondicional, la Universidad, asesora y jurados por sus enseñanzas.

ÍNDICE

| | |
|--|------|
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| ÍNDICE | v |
| ÍNDICE DE TABLAS | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | viii |
| ÍNDICE DE ANEXO..... | ix |
| RESUMEN | x |
| ABSTRACT..... | x |
| INTRODUCCIÓN | xi |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.1 Descripción de la realidad problemática..... | 1 |
| 1.2 Formulación del problema | 2 |
| 1.2.1 Problema general..... | 2 |
| 1.2.2 Problemas específicos | 2 |
| 1.3 Objetivos de la investigación | 2 |
| 1.3.1 Objetivo general | 2 |
| 1.3.2 Objetivos específicos | 2 |
| 1.4 Justificación de la investigación | 3 |
| 1.5 Delimitación del estudio | 4 |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO | 5 |
| 2.1 Antecedentes de la investigación | 5 |
| 2.1.1. Antecedentes internacionales | 5 |
| 2.1.2. Antecedentes nacionales | 6 |
| 2.1.3. Antecedentes locales | 7 |
| 2.2 Bases teóricas..... | 8 |
| 2.3 Definiciones conceptuales | 14 |
| 2.4 Formulación de la hipótesis | 15 |
| 2.4.1. Hipótesis general | 15 |
| 2.4.2. Hipótesis específicas | 15 |
| de la 2.5. Operacionalización de las variables | 16 |
| CAPÍTULO III: METODOLOGÍA | 17 |
| 3.1 Diseño metodológico | 17 |
| 3.2 Población y muestra..... | 19 |

| | |
|--|----|
| 3.3 Técnicas de recolección de datos | 19 |
| 3.4 Técnicas para el procesamiento de la información | 20 |
| CAPÍTULO IV: RESULTADOS | 21 |
| CAPÍTULO V: DISCUSIONES | 35 |
| CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 39 |
| 6.1 Conclusiones | 39 |
| 6.2 Recomendaciones | 39 |
| CAPÍTULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 41 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabla 1. | Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica..... | 12 |
| Tabla 2. | Límites máximos permisibles de parámetros de químicos..... | 13 |
| Tabla 3. | Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos.. | 13 |
| Tabla 4. | Niveles de turbiedad del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin..... | 21 |
| Tabla 5. | Niveles de color del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin | 22 |
| Tabla 6. | Niveles de pH del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin..... | 22 |
| Tabla 7. | Niveles de dureza total del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin.. | 23 |
| Tabla 8. | Niveles de sólidos totales disueltos del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin | 25 |
| Tabla 9. | Niveles de cloro del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin | 25 |
| Tabla 10. | Niveles de cadmio en los dos asentamientos humanos de Carquin | 26 |
| Tabla 11. | Niveles de plomo del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin | 27 |
| Tabla 12. | Niveles de arsénico del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin | 28 |
| Tabla 13. | Niveles de cromo del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin | 29 |
| Tabla 14. | Niveles de mercurio del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin | 30 |
| Tabla 15. | Niveles de nitratos del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin..... | 31 |
| Tabla 16. | Niveles de coliformes totales del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin..... | 32 |
| Tabla 17. | Niveles de coliformes termotolerantes o fecales del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin..... | 33 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------|---|----|
| Figura 1. | Mapa satelital de AA. HH El Progreso | 17 |
| Figura 2. | Mapa satelital de AA. HH 1 de Mayo | 18 |
| Figura 3. | Niveles de turbiedad del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin ... | 21 |
| Figura 4. | Niveles de color del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin | 22 |
| Figura 5. | Niveles de pH del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin | 22 |
| Figura 6. | Niveles de dureza total del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin | 23 |
| Figura 7. | Niveles de sólidos totales disueltos del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin..... | 25 |
| Figura 8. | Niveles de cloro del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin | 25 |
| Figura 9. | Niveles de cadmio en los dos asentamientos humanos de Carquin | 26 |
| Figura 10. | Niveles de plomo del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin | 27 |
| Figura 11. | Niveles de arsénico del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin | 28 |
| Figura 12. | Niveles de cromo del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin | 29 |
| Figura 13. | Niveles de mercurio del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin.... | 30 |
| Figura 14. | Niveles de nitratos del agua en los dos asentamientos humanos de Carqui | 31 |
| Figura 15. | Niveles de coliformes totales del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin..... | 32 |
| Figura 16. | Niveles de coliformes termotolerantes o fecales del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin..... | 33 |

ÍNDICE DE ANEXO

| | | |
|----------|---|----|
| Anexo 1. | Matriz de consistencia | 45 |
| Anexo 2. | Cadena De Custodia Para Monitoreo De Calidad De Agua | 46 |
| Anexo 3. | Imágenes del lugar | 47 |
| Anexo 4. | Certificado de laboratorio de los resultados del monitoreo | 48 |
| Anexo 5. | Evidencias fotográficas de los procedimientos de la toma de muestra | 52 |

RESUMEN

Objetivo: Analizar la calidad de agua para el consumo humano en el Asentamiento Humano el Progreso y 1 de Mayo del distrito de Caleta de Carquin, 2021. **Metodología:** El estudio fue tipo aplicada, nivel descriptivo comparativo, enfoque cuantitativo y diseño experimental; la muestra estuvo conformada por un litro de agua de cada uno de los asentamientos humanos; y la técnica que se empleó fue la recolocación y toma de muestra. **Resultados:** En los parámetros organolépticos de los asentamientos humanos AA. HH El Progreso y el AA. HH 1 de Mayo se obtuvo los siguientes valores en turbiedad (0,3 y 0,4 NTU); en color (5,0 y 5,0 UC); en pH (7,23 y 7,47); en dureza total (265,52 y 284,68 mg CaCO₃ L⁻¹) y en sólidos totales disueltos (1318 y 1290 mg L⁻¹) respectivamente. En los parámetros químicos se obtuvo los siguientes valores en cloro (0,02 y 0,02 mg L⁻¹); en cadmio (0,0002 y 0,0002 mg Cd L⁻¹); en plomo (0,001 y 0,001 mg Pb L⁻¹); en arsénico (0,004 y 0,004 mg As L⁻¹); en cromo (0,004 y 0,004 mg Cr L⁻¹); en mercurio (0,0005 y 0,0003 mg Hg L⁻¹) y en nitratos (29,891 y 14,407 mg NO₃ L⁻¹) respectivamente. En los parámetros microbiológicos se obtuvo los siguientes valores para ambos asentamientos en coliformes totales (1.10E+00 UFC/100 mL a 35°C) y en coliformes fecales (1.10E+00 UFC/100 mL a 44,5°C). **Conclusión:** En ambos asentamientos humanos se respetan los límites máximos permisibles de los parámetros organolépticos, químicos y microbiológicos establecidos en el D.S N° 031-2010-SA, a excepción de los sólidos totales disueltos que se encuentran muy encima de lo permitido.

Palabras clave: Agua potable, límites máximos permisibles, parámetros organolépticos, químicos, microbiológicos.

ABSTRACT

Objective: To analyze the quality of water for human consumption in Asentamiento Humano el Progreso and 1 de Mayo in the district of Caleta de Carquin, 2021. **Methodology:** The study was applied type, descriptive comparative level, quantitative approach and experimental design; the sample consisted of one liter of water from each of the human settlements; and the technique used was relocation and sampling. **Results:** In the organoleptic parameters of the human settlements AA. HH El Progreso and AA. HH 1 de Mayo, the following values were obtained for turbidity (0.3 and 0.4 NTU); color (5.0 and 5.0 UC); pH (7.23 and 7.47); total hardness (265.52 and 284.68 mg CaCO₃ L⁻¹) and total dissolved solids (1318 and 1290 mg L⁻¹) respectively. In the chemical parameters, the following values were obtained for chlorine (0.02 and 0.02 mg L⁻¹); cadmium (0.0002 and 0.0002 mg Cd L⁻¹); lead (0.001 and 0.001 mg Pb L⁻¹); arsenic (0.004 and 0.004 mg As L⁻¹); chromium (0.004 and 0.004 mg Cr L⁻¹); mercury (0.0005 and 0.0003 mg Hg L⁻¹) and nitrates (29.891 and 14.407 mg NO₃ L⁻¹), respectively. In the microbiological parameters, the following values were obtained for both settlements in total coliforms (1.10E+00 CFU/100 mL at 35°C) and fecal coliforms (1.10E+00 CFU/100 mL at 44.5°C). **Conclusion:** In both human settlements, the maximum permissible limits for organoleptic, chemical and microbiological parameters established in D.S N° 031-2010-SA are respected, with the exception of total dissolved solids, which are well above the permitted levels.

Keywords: Drinking water, maximum permissible limits, organoleptic, chemical and microbiological parameters.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las actividades antropogénicas como el inadecuado uso de los suelos, las inadecuadas actividades productivas, la contaminación de cuerpos de agua por los efluentes de las aguas residuales que no han recibido el tratamiento correspondiente y el crecimiento poblacional contribuyen en la degradación del agua, que trae como consecuencia reducir la calidad del agua (Organización Mundial de la salud [OMS], 2019).

Considerando que el recurso hídrico es una de las necesidades más primordiales para los seres humanos, por tanto, resulta fundamental que la calidad de agua que se brinda a las personas sea la adecuada para el consumo humano. Sin embargo, es notorio que una de las problemáticas ambientales que más aqueja a la población es el tema de la calidad del agua, debido que no existe la práctica adecuada de los tratamientos de agua para su posterior distribución a la población. Además, no se realizan periódicamente análisis de la calidad del agua que consumen las personas, siendo importantísimo la evaluación de los parámetros y su cumplimiento según la normativa establecida para garantizar la calidad de vida de las personas.

En ese marco la investigación se planteó como objetivo analizar la calidad de agua para el consumo humano en el Asentamiento Humano el Progreso y 1 de Mayo del distrito de Caleta de Carquin, 2021. Al mismo tiempo, se planteó verificar si estos parámetros cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el D.S N° 031-2010-SA. Y con ello dar enfoque a la importancia de un adecuado tratamiento antes del abastecimiento a la población, ya que la calidad de agua es fundamental para que las personas tengan una mejor calidad de vida y salud.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El agua es esencial para la vida humana, todas las personas deben tener un suministro satisfactorio, suficiente, seguro y accesible. El acceso al agua potable es un problema importante de salud y desarrollo a nivel nacional, regional y local. En algunas regiones del mundo, se ha demostrado que las inversiones en sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento pueden ser económicamente viables porque la reducción de los efectos adversos para la salud y la consiguiente reducción de los costos de atención médica superan el costo de las intervenciones. La experiencia ha demostrado que las medidas para mejorar el acceso al agua limpia tanto en áreas rurales como urbanas son particularmente favorables a los pobres y pueden ser una parte eficaz de las estrategias de reducción de la pobreza. (OMS, 2019).

El consumo de agua es de necesidad primordial de los seres humanos y es su derecho que el agua suministrada tenga ciertas características para que la hagan apta para su consumo. Sin embargo, en la actualidad, aún existe un número considerable de poblaciones que no tienen acceso al agua potable lo que los deja vulnerables a contraer enfermedades o infecciones a través del agua que consumen (Villena, 2018).

El Perú es un país con tres regiones geográficas. La Selva, una de las regiones que alberga una gran variedad de agua conformados por ríos, arroyos, cochas y lagunas; a pesar de esto, el país carece de suministro de agua potable. Hay muy poca agua disponible para el consumo humano; por esta razón, las familias tanto de las zonas urbanas como rurales tienen que construir pozos, que muchas veces no cuentan con suficientes criterios de ingeniería sanitaria. ya que en la mayoría de los casos se observa que estos pozos están contruidos en las partes bajas, por lo que se contaminan fácilmente con los desechos orgánicos que se encuentran en el suelo, los cuales contienen no solo microorganismos saprofitos sino también patógenos intestinales provenientes de heces humanas y animales. (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2021).

En ese contexto, es de suma importancia consumir agua potable de una calidad garantizada para ello se realizan controles de la calidad de agua que consumen los habitantes analizando los parámetros físicos in-situ, los parámetros químicos y microbiológicos en laboratorios, para luego con los resultados evaluar los parámetros de calidad de agua potable que abastece a las diferentes poblaciones (Salas et al., 2020).

El servicio de agua potable para consumo humano es considerado como una necesidad prioritaria e indispensable para el desarrollo del ser humano y establecido como uno de los

principales derechos en la Constitución Política de 1993. Sin embargo, para muchas personas en las zonas urbanas marginales esta necesidad no está satisfecha, sobre todo en los asentamientos humanos más pobres, donde la carencia de este servicio origina diversos problemas en la salud. Un claro ejemplo de ello, es lo que sucede en el distrito de Caleta de Carquin, puntualmente en los asentamientos humanos El Progreso y 1 de Mayo, donde el abastecimiento del agua es mediante tanques cisternas, por lo que las condiciones del agua para su consumo humano no son del todo óptimas, no cumplen con los parámetros de calidad establecido para el territorio nacional. En ese sentido, la investigación pretende evidenciar la calidad de agua en estos asentamientos humanos, a través de un monitoreo ambiental que permita obtener valores de las concentraciones y mediciones de parámetros físicos, químicos y biológicos. Posteriormente realizará un contraste de los valores obtenidos con la normativa vigente para identificar los principales parámetros que están afectando su calidad y atentan contra la salud de los pobladores del área de estudio.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la calidad de agua para el consumo humano en el Asentamiento Humano El Progreso y 1 de Mayo del distrito de Caleta de Carquin, 2021?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Qué parámetros organolépticos presenta el agua para el consumo humano en el Asentamiento Humano El Progreso y 1 de Mayo del distrito de Caleta de Carquín, 2021?
- ¿Qué parámetros químicos presenta el agua para el consumo humano en el Asentamiento Humano El Progreso y 1 de Mayo del distrito de Caleta de Carquín, 2021?
- ¿Qué parámetros microbiológicos presenta el agua para el consumo humano en el Asentamiento Humano El Progreso y 1 de Mayo del distrito de Caleta de Carquín, 2021?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Analizar la calidad de agua para el consumo humano en el Asentamiento Humano El Progreso y 1 de Mayo del distrito de Caleta de Carquin, 2021.

1.3.2 Objetivos específicos

- Evaluar los parámetros organolépticos que presenta el agua para el consumo humano en el Asentamiento Humano El Progreso y 1 de Mayo del distrito de Caleta de Carquín, 2021.
- Evaluar los parámetros químicos que presenta el agua para el consumo humano en el

- Asentamiento Humano El Progreso y 1 de Mayo del distrito de Caleta de Carquín, 2021.
- Evaluar los parámetros microbiológicos que presenta el agua para el consumo humano en el Asentamiento Humano El Progreso y 1 de Mayo del distrito de Caleta de Carquín, 2021.

1.4 Justificación de la investigación

Justificación teórica

La investigación es importante debido que en el Perú muchos asentamientos humanos no tienen acceso al agua potable por ser pueblos jóvenes. El abastecimiento de agua es a través de camiones cisternas, que proporcionan agua de dudosa calidad. En el Provincia de Huaura existen varios asentamientos humanos, pero hasta la actualidad no se realizado estudio que haya probado la calidad de los recursos hídricos que se viene consumiendo. Por lo que existe la necesidad de contar con información científica que permitan determinar la calidad de agua. Asimismo, el servirá como antecedente para los futuros trabajos que se desarrollen en materia de calidad de agua en la Provincia de Huaura.

Justificación metodológica

En el aspecto metodológico, se empleó instrumentos de recolección de información orientadas a la calidad del agua relacionada con el consumo humano; estos instrumentos fueron validados mediante el juicio de expertos y se sometieron a la prueba de Alfa Cronbach para determinar su confiabilidad. Luego de ello, estuvieron en condiciones para servir como medio de obtención de información en otras investigaciones.

Justificación práctica

La investigación posee justificación práctica, debido que los resultados del estudio contribuyeron a identificar el estado actual de la calidad del agua en los dos asentamientos humanos de la Caleta de Carquin, a su vez, fue una herramienta valiosa para que lo órganos de la municipalidad vinculadas al control y cuidado del agua potable tomen medidas para mejorar la gestión que se viene realizando.

Justificación científica

La investigación tuvo justificación científica, por el hecho que se cumplió con las directrices metodológicos estipuladas de la universidad, además, se siguió con el protocolo de monitoreo de agua establecido en el RD N° 160-2015/DIGESA/SA para lo cual se cumplió con los procedimientos de toma de muestra, preservación, conservación, transportes, almacenamiento y recepción de las muestras de agua para consumo humano hasta el laboratorio que analizó las muestras.

Justificación técnica

La investigación aportó con un informe técnico que permitió conocer los hallazgos reales y actuales de la calidad de agua del Asentamiento Humano el Progreso y 1 de Mayo del distrito del Caleta de Carquín; que plasmó el resultado y análisis de muestreo de agua de ambos sitios, resultados que se obtuvieron de un laboratorio especializado, además, se mostró la comparación de los valores de los parámetros de agua de acuerdo al D.S. 031-2010-SA.

1.5 Delimitación del estudio

Delimitación espacial

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Asentamiento Humano El Progreso y 1 de Mayo del distrito de Caleta de Carquin, que pertenece a la provincia de Huaura y región de Lima.

Delimitación temporal

El estudio se desarrolló entre el mes de marzo de 2021 y febrero del año 2022.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Rodríguez, Asmundis, Ayala y Arzú (2018) realizaron una investigación en Argentina con el objetivo de evaluar la calidad microbiana del agua de consumo humano estableciendo la presencia de indicadores microbiológicos en San Cosme. Los resultados indicaron que en los indicadores microbiológicos se registró mayor presencia de Bacterias coliformes fecales en el cuarto muestreo, en aguas de pozo el mayor valor se registró 450 NMP (número más probable); en agua de perforación se observó que en algunos muestres no hubo presencia de Bacterias coliformes fecales, pero el mayor fue con 260 NMP y en agua de laguna se registró 400 NMP. Asimismo, se registró la Bacteria *P. aeruginosa*, con 65% de ausencia y 35% de presencia en agua de pozo; con 55% de presencia y 45% de ausencia en agua de lagunas y 69% de ausencia en agua de perforaciones y 31% de presencia. Por lo que, según el Código Alimentario Argentino, estos resultados muestran que las aguas superficiales y subterráneas no son aptas para el consumo humano.

Bracho y Fernández (2017) realizaron una investigación en Venezuela con el objetivo de evaluar la potabilidad del agua para consumo humano en la comunidad de San Valentín, Maracaibo. Los resultados indicaron que en las propiedades bacteriológicas del índice de coliformes fecales y el índice de coliformes totales (NMP/100 mL) en todas las comunidades se obtuvieron valores mayores a 1,1; por lo que se sobrepasó el límite máximo permisible para agua potable de la normativa venezolana. En las propiedades físicas y organolépticas en salinidad se revelaron valores elevados que superan las normas, en los pozos de las granjas San Martín (5000,00 mg/L), La Zeta (4630,00 mg/L), Los Cascabeles (4100,00 mg/L), Monte Santo (1350,00 mg/L) y La Estancia (2990,00 mg/L) y no se encontraron cloro residual, y solo tres granjas obtuvieron un pH alrededor de 6, por debajo del mínimo permitido; los pozos de San Benito (85,30 NTU) y Monte Santo (10,70 NTU) también sobrepasaron los niveles permitidos en turbiedad por la norma de Venezuela y por la OMS. En las propiedades químicas en minerales disueltos se revelaron valores elevados que superan las normas, en los pozos de las granjas San Martín (6106,08 mg/L), La Zeta (6505,22 mg/L), Los Cascabeles (5614,63 mg/L), Monte Santo (1727,20 mg/L) y La Estancia (3948,98 mg/L).

Andersen y Legal (2017), realizaron una investigación en Paraguay con el propósito de evaluar la contaminación con nitritos, nitratos y bacterias coliformes en muestras de agua. Los resultados indicaron que el parámetro químico que sobre paso los límites para el consumo humano fue la presencia de la presencia de nitritos y de nitratos, aunque en niveles no tóxicos,

los cuales estuvieron ligadas a una intensa actividad agrícola. Además, 23 de las muestras analizadas presentaron igual o menos de 3 NMP de bacterias coliformes por 100 mL de agua, que es uno de los criterios establecidos para aguas de consumo humano por el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, representando un alto riesgo sanitario.

Barboza, Mora y Orozco (2019) realizaron una investigación en Costa Rica con el objetivo de evaluar la calidad de los servicios de agua para consumo humano en Costa Rica. El resultado indica que los servicios de agua, dos acueductos obtuvieron una calificación de excelente (100%), cinco obtuvieron una calificación de bueno (entre 80% y menos de 100%), dos fueron regular (entre 60% y menos de 80%) y tres obtuvieron una calificación de malo (entre 40% y menos de 60%).

Velasteguí (2018) realizó una investigación en Ecuador con el objetivo de diagnosticar la calidad del agua para consumo humano en las parroquias de Llanganates-Sangay. Los resultados indicaron que el análisis de los parámetros físico-químicos estuvieron dentro de la norma ecuatoriana en todas las localidades estudiadas, como en Río Negro; pH (7,1); cloruros (< 5); dureza total (<50); materia flotante (0), sólidos totales disueltos (<40) y aceites y grasas (1,14 mg/l). En cambio, los parámetros DQO (<20); DBO (<4,75) y detergentes (0,09 mg/l) estuvieron fuera de la norma en algunas localidades mientras que dentro de la norma en otras; además, el examen microbiológico arrojó que en el agua potable de todas las localidades existían coliformes totales y fecales en cantidades fuera de la norma, excepto en Ulba (<1,1).

2.1.2 Antecedentes nacionales

Arnao (2019) desarrolló un estudio en Juliaca con el objetivo de informar las características de la calidad del agua para consumo humano. Los resultados indicaron que en los parámetros de calidad organoléptica en olor, sabor y color; según el límite máximo permisible son aceptables, mientras que en los parámetros de químicos la presencia de arsénico de está por encima del límite permisible 0,010 mg As L⁻¹; se ha encontrado unidades de bacterias coliformes totales en una mínima proporción, producidos por los silos donde se acumulan excretas humanas.

Brousett, Chambi, Mollocondo, Aguilar y Lujano (2018) realizaron una investigación en Puno con el objetivo de verificar la calidad físico-químicos y microbiológica de agua para consumo humano, provenientes de cuatro fuentes de abastecimiento para la población Chullunquiani. Los resultados indicaron que pH de las aguas analizadas se encuentra dentro del intervalo de confianza 6,8 y 8,1; la turbidez se encuentra entre (0,98 – 2,66 NTU); la conductividad eléctrica oscila (215,9 – 277,4 µmho/cm; cloruros (25,64 – 40,97 mg/l) y sulfatos (3,46 – 7,98 mg/l), los valores fueron aceptables para la normativa peruana. Asimismo, los parámetros físico-químicos se encuentra dentro del rango aceptable de acuerdo a la OMS, a excepción del

aluminio para agua superficial (0,265mg/l) y para el caso de las aguas subterráneas el boro con (0,045mg/l). Se concluyó, que el agua que abastece al poblado de Chullunquiani cumplen con los parámetros físico-químicos del Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano DS. N° 031-010-SA, a excepción del aluminio y boro en mínimas cantidades en la normativa de la OMS.

Aguilar y Navarro (2017) desarrollaron un estudio en Abancay con el objetivo de evaluar la calidad de agua para consumo humano en la comunidad de Llañucancha. Los resultados indicaron que en los parámetros físicos los valores en promedio en los manantiales de agua fueron pH 7,8; conductividad (136,6 μ S/cm); alcalinidad (79,6 mg/L); dureza total (85 mg/L); cloruros (5 mg/L). En los parámetros biológicos para los coliformes totales y termotolerantes los valores se excedieron, por lo que el valor normal debe de ser <1 UFC/ml.

Rolin (2018) desarrolló un estudio en Pucallpa, con el objetivo de determinar los parámetros microbiológicos de acuerdo a lo establecido en el reglamento de la calidad de agua. Los resultados indicaron que los parámetros microbiológicos de los pozos de abastecimiento N° 01 y N° 02 del Asentamiento Humano exceden lo establecido en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano (D.S. N° 031 - 2010 – SA), asimismo la mayor presencia de coliformes totales se encontraron en la repetición 02, con 5 UFC/100 ml en los pozos N° 01 y N° 02; y la mayor presencia de coliformes Termotolerantes se encontraron también en la repetición 02, con 1 UFC/100 ml en los pozos N° 01 y N° 02.

Atencio (2018) realizó una investigación en Pasco, cuyo objetivo fue determinar la calidad del agua para consumo humano y la percepción local en la población. Los resultados indicaron que los Parámetros Físicos en reservorio de agua y pileta domiciliaria fueron las siguientes respectivamente el pH (7.22 y 7.81), sólidos disueltos totales (200 y 210 mg/L); se encuentra dentro del rango permitido. Los parámetros químicos, Cromo (<0.0004 mg/L); mercurio (<0.001 mg/L); plomo (<0.0005 mg/L); arsénico (<0.001 mg/L) y cadmio (<0.0004 mg/L) están dentro de lo establecido. Los parámetros microbiológicos, los coliformes totales (900 y 1000 mL) y coliformes fecales (1 y 1 mL) se encuentran fuera de los permitido. En los parámetros químicos, los metales totales se encuentran dentro de los permitido.

2.1.3 Antecedentes locales

Santiago (2020) desarrolló un estudio en Huacho, cuyo objetivo fue realizar la evaluación de calidad de agua que consumen los pobladores de la zona alta y la zona baja de la Asociación Centro Poblado Los Pinos de Santa María. Su metodología fue tipo aplicada, diseño no experimental, nivel descriptivo y de enfoque cuantitativo. El resultado indica que en la zona alta el nivel de turbiedad (0,91); el color (<5,0); pH (7,8); cloro (,12mg/L); sólidos totales

disueltos (156 mg/L); nitratos (<0,200 mg/L); en metales pesados arsénico (<0,001 mg/L); mercurio (<0,0001 mg/L); plomo (<0,0004 mg/L) estaban dentro de lo permitido en el D.S. 031-2010-SA; sin embargo, valores no permitidos se presentaron en los coliformes totales (4,28 NMP/100 mL) y los coliformes totales (2,99 NMP/100 mL). En la zona baja los parámetros medidos también están en lo permitido a excepción de los coliformes totales y fecales que exceden los parámetros.

2.2 Bases teóricas

Calidad del agua

Las actividades humanas contribuyen a la degradación del agua, afectando su calidad y cantidad. Entre las causas que más influyen en la calidad del agua en las cuencas hidrográficas más importantes se encuentran el crecimiento y concentración de la población, las actividades productivas inadecuadas, el mal uso de la tierra, la contaminación del agua por aguas residuales domésticas no tratadas, la falta de un sistema de saneamiento adecuado, principalmente en las zonas rurales. Asimismo, la contaminación por heces humanas constituye un grave riesgo para la salud pública (OMS, 2019).

Al llevar a cabo el análisis de agua, esto indica la presencia de componentes gaseosos y minerales de origen natural. Los elementos orgánicos y los microorganismos patógenos en solución o suspensión surgen del consumo humano y de las actividades productivas que generan productos de desecho que se liberan al medio acuático para su disposición final. La contaminación por aguas residuales domésticas e industriales, la deforestación y el mal uso de la tierra reducen significativamente la disponibilidad de agua. En la actualidad, una cuarta parte de la población mundial que vive en la mayoría de los países en desarrollo sufre estrés hídrico severo, lo que resulta en más de 10 millones de muertes cada año por enfermedades relacionadas con la contaminación del agua (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2016).

Los problemas de calidad del agua son tan importantes como los problemas de escasez de agua, pero se le ha prestado menos atención. El término calidad de agua refiere al conjunto de parámetros que indican que el agua puede ser utilizada para diferentes fines como: doméstico, riego, recreativo e industrial (Minam, 2016).

Los investigadores Villena (2018) mencionan que la calidad del agua se mide por diferentes parámetros en los que se determina el grado de alteración de las características naturales y se clasifica para un uso específico. Para Fontalvo y Tamaris (2018) es el resultado de la comparación de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua, con el argumento de las normas que regulan el tema.

Por otro lado, para Pérez, Nardini y Galino (2018), la calidad del agua se define como un atributo de la calidad del agua que puede influir en su adaptabilidad a un uso específico y la relación entre esta calidad del agua y las necesidades del usuario. También se puede definir como el contenido de sólidos y gases, ya sea en suspensión o en solución.

A) Parámetros organolépticos del agua

Los parámetros físicos son aquellos que se pueden capturar midiendo las propiedades físicas. En general, pueden impresionar los sentidos, especialmente la vista, el gusto y el olfato, lo que implica que estos parámetros están relacionados con las condiciones estéticas del agua. Los parámetros físicos o propiedades físicas son turbidez, sólidos (disueltos o en suspensión), color, olor, sabor, temperatura y pH (Rodrigo et al., 2018).

Turbiedad: Indicación de la transparencia o claridad del agua. Es una expresión de la propiedad óptica del agua que la luz se dispersa o se absorbe en lugar de atravesar la muestra sin cambiar de dirección. La turbidez se mide en NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez), el instrumento utilizado para la medición es el nefelómetro o turbidímetro, el cual se encarga de medir la intensidad de la luz dispersada a 90° cuando un rayo de luz atraviesa una muestra de agua (Rodrigo et al., 2018).

Color: El agua coloreada indica la presencia de iones, materia orgánica o desechos industriales. El "color aparente" de una muestra se determina sin filtrar. El "color verdadero", por otro lado, se determina después de pasar la muestra a través de un filtro con un tamaño de poro de micras o menos. El color se mide en unidades de color de la escala platino/cobalto (Pt/Co) (Rodrigo et al., 2018).

pH: El potencial de actividad del ion hidrógeno o pH indica el grado de acidez o alcalinidad del agua. Es una de las pruebas de calidad del agua más importantes. Un agua "neutra" tiene un pH de 7. El pH se mide en unidades de hidrógeno potencial (pH) (Rodrigo et al., 2018).

Dureza Total: La dureza del agua se define como la concentración de todos los cationes de metales no alcalinos presentes (iones de calcio, estroncio, bario y magnesio en forma de carbonatos o bicarbonatos). Su concentración se refiere a compuestos minerales de cationes polivalentes (principalmente divalentes y específicamente alcalinotérreos), principalmente Ca^{2+} y Mg^{2+} , expresados en mg/L CaCO_3 , que ingresan al agua por el proceso natural de disolución, es decir, si la concentración total de Ca y Mg es de 1 mm, la dureza se da como 100 mg/l CaCO_3 (Rodrigo et al., 018).

Sólidos disueltos totales: Sustancias disueltas en agua, es decir, que quedan después de que la muestra haya pasado por un filtro de micras o menos. En esto se diferencian de la materia en suspensión, que es retenida por el filtro (Rodrigo et al., 2018).

B) Parámetros químicos del agua

Los riesgos para la salud asociados con los componentes químicos en el agua potable son distintos de los asociados con la contaminación microbiana y se basan principalmente en la capacidad de los componentes químicos para producir efectos adversos para la salud después de una exposición prolongada. Pocas sustancias químicas en el agua pueden causar problemas de salud como resultado de una sola exposición, excepto en el caso de una contaminación accidental masiva de un suministro de agua potable. Además, la experiencia demuestra que, en muchos incidentes de este tipo, aunque no en todos, el agua se vuelve imbebible por su sabor, olor o aspectos inaceptables (OMS, 2019).

Cloro: Es el residuo que queda en el agua después de al menos 30 minutos de contacto, por lo que el cloro es uno de los desinfectantes más comunes. En el monitoreo de la calidad del agua, la determinación de cloro en el campo es uno de los parámetros que comúnmente se mide para evaluar la seguridad microbiana y determinar la calidad del agua en el sistema de distribución. En otras palabras, la medición de cloro indica la presencia de un desinfectante residual capaz de asegurar la inhibición o muerte de bacterias patógenas (Barreiro, 2020).

Metales totales: Los metales pesados y los metales pesados, como comúnmente se presentan como componentes naturales de la corteza terrestre en forma de minerales, sales u otros compuestos, pueden ser absorbidos por las plantas y, por lo tanto, incorporados a las cadenas alimenticias, ingresan a la atmósfera a través de la volatilización y se movilizan. en aguas superficiales o subterráneas. No son fácilmente naturales ni biodegradables ya que no tienen funciones metabólicas específicas para los seres vivos (Moreno, et al. 2017).

El cadmio (cd) es un metal pesado no esencial, altamente tóxico, sus compuestos son altamente solubles en agua en comparación con otros metales, y la contaminación dev este medio puede provenir de fuentes naturales o antropogénicas, siendo estas últimas las más comunes (Jaishankar, Tseten, Anbalagan, Mathew y Beeregovda, 2014).

El plomo (Pb), cuando se expone a la atmósfera, sufre una oxidación inducida por el oxígeno de la atmósfera, luego se convierte en hidróxido y finalmente se convierte en CO₂. En ambientes salinos, i. h Agua salada, los metales reaccionan con aniones y se convierten en sales como haluros y sulfatos Marín (citado en Santiago, 2020).

El arsénico (As) es un compuesto químico con un rango tóxico para los seres humanos y todos los seres vivos debido a su capacidad de cambiar las células y entrar como fósforo, que es un componente esencial para los seres vivos. El agua puede contaminarse con este metal por diversas causas naturales y no naturales, ya que es un componente común del medio ambiente

pero también está presente en diversas actividades como la minería Marín (citado en Santiago, 2020).

El cromo (Cr) se presenta en varios estados de oxidación en el ambiente. El cromo se libera al medio ambiente a través de las aguas residuales y los fertilizantes. La liberación continua de Cr al medio ambiente por medio de residuos de Cr, polvo de Cr y riego con aguas residuales de Cr, lo que da como resultado la contaminación del suelo que afecta la calidad de vida para los humanos (Jaishankar et al., 2014).

El mercurio (Hg) es un componente que se encuentra sujeto a varios fenómenos de biotransformación, al momento que se encuentra en el ambiente representa un potencial tóxico. Por ello, las concentraciones de Hg en las reservas de agua se encuentran divididos en dos: Compuestos inorgánicas (Hg⁺), que se presentan en hidróxido y cloruro; compuestos orgánicos (Hg⁺), que se caracterizan por su alto nivel de toxicológico que se presentan en los fenólicos, dimetilados y etilados. En efecto, cuando el Hg se mezcla con una reserva de agua, puede ocasionar el oxidado a Hg⁺, caracterizado por su alto nivel de acidez Marín (citado en Santiago, 2020).

Nitratos: componen parte de los nutrientes esenciales para muchos organismos autótrofos o fotosintéticos y en este sentido, su presencia en el agua puede ocasionar fenómenos de eutrofización en ríos y lagos ello significaría que ocurriría un crecimiento desmedido de algunas especies vegetales que cubren con un manto vegetal la superficie del agua deteniendo de esta forma su oxigenación natural. Asimismo, el estado más oxidado del amonio lo que hace pensar que un agua con nitratos es un agua que fue contaminado hace tiempo (Rodrigo et al., 2018).

C) Parámetros microbiológicos del agua

El agua cruda puede contener una variedad de microorganismos. Los microorganismos en el agua pueden ser patógenos o no patógenos. Se entiende por patógenos aquellos organismos que causan enfermedades a los seres vivos, mientras que por no patógenos se entiende todo lo contrario. Los principales microorganismos que se encuentran en el agua y que pueden causar enfermedades son bacterias, virus, algas, hongos y algunos protozoos (Ascencio, Romero, Espinoza, Calderon y Jesús, 2021).

Coliformes totales: Denota un grupo de especies bacterianas que comparten ciertas características y son importantes como indicadores de contaminación de agua y alimentos, cuyas características morfológicas son bacilos gramnegativos, aerobios o facultativamente anaerobios, oxidasa-negativos, no esporógenos, que se pueden encontrar tanto en las heces

como en el medio ambiente (suelos, aguas ricas en nutrientes y cuerpos vegetales en descomposición) (Ascencio et al., 2021).

Coliformes fecales: Se definen como todos aquellos bacilos cortos, gramnegativos, aerobios y facultativamente anaerobios capaces de fermentar lactosa con producción de ácido y gas en 4-48 horas. Estos forman parte del grupo de coliformes totales con temperatura óptima para su desarrollo hasta 45 °C, lo que los convierte en indicadores de higiene acuática, generalmente la presencia del género *Echerichia* en una muestra de agua indica contaminación fecal afectando el agua no apta para el consumo humano (Ascencio et al., 2021).

D) Reglamento de la calidad de agua para consumo humano

El 25 de septiembre del 2010, mediante Decreto Supremo N° 031- 2010-SA, Ministerio de Salud aprueba el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano” con la finalidad de garantizar su inocuidad prevenir los factores de riesgo sanitario, así como proteger y promover la salud y el bienestar de la población. Debe garantizar que el consumidor tenga acceso al agua de consumo humano segura de forma sostenible y suficiente (MINSA, 2011).

E) Normas de la calidad de agua potable en el Perú

Número más probable (NMP)

El método NMP del número más probable consiste en calcular la densidad probable de bacterias coliformes en la combinación de resultados positivos y negativos obtenidos en cada dilución. Este método se basa en la hipótesis de una dispersión de Poisson o dispersión aleatoria, que es la densidad bacteriana que se obtiene al contar el número de tubos con fermentación positiva y comparar el número más probable de coliformes totales y *Escherichia coli* con la tabla, con una confianza estadística. nivel del 95% para cada valor determinado y expresado como NMP de coliformes por 100 ml de muestra de agua (Rodríguez et al., 2018).

Decreto Supremo DS N° 031-2010-SA- Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

Este reglamento establece límites máximos permisibles, en los parámetros microbiológicos, parasitológicos, organolépticos, químicos orgánicos e inorgánicos y parámetros radiactivos, y también le asigna nuevas y mayores responsabilidades a los Gobiernos Regionales, respecto a la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo humano; además de fortalecer a la DIGESA, en el posicionamiento como Autoridad Sanitaria frente a estos temas (MINSA, 2011).

Tabla 1

Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica

| Parámetros | Unidad de medida | Límite máximo permisible |
|---------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| Turbiedad | UNT | 5 |
| Color | UCV escala Pt/Co | 15 |
| pH | Valor de pH | 6,5 a 8,5 |
| Dureza total | mg CaCO ₃ L ⁻¹ | 500 |
| Sólidos totales disueltos | mg L ⁻¹ | 1 000 |

Nota: UCV = Unidad de color verdadero UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad.

Fuente: MINSA, 2011.

Tabla 2

Límites máximos permisibles de parámetros de químicos

| Parámetros | Unidad de medida | Límite máximo permisible |
|-------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| Cloro (nota 1) | mg L ⁻¹ | 5 |
| Cadmio | mg Cd L ⁻¹ | 0,003 |
| Plomo | mg Pb L ⁻¹ | 0,010 |
| Arsénico (nota 2) | mg As L ⁻¹ | 0,010 |
| Cromo total | mg Cr L ⁻¹ | 0,050 |
| Mercurio | mg Hg L ⁻¹ | 0,001 |
| Nitratos | mg NO ₃ L ⁻¹ | 50,00 |

Nota 1: Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mg L⁻¹

Nota 2: En caso de los sistemas existentes se establecerá en los Planes de Adecuación Sanitaria el plazo para lograr el límite máximo permisible para el arsénico de 0,010 mg L⁻¹

Fuente: MINSA, 2011.

Tabla 3

Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos

| Parámetros | Unidad de medida | Límite máximo permisible |
|-------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Bacterias Coliformes Totales. | UFC/100 mL a 35°C | 0 (*) |
| Bacterias Coliformes | UFC/100 mL a 44,5°C | 0 (*) |
| Termotolerantes o Fecales. | | |

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

Fuente: MINSA, 2011.

La verificación de la calidad microbiológica del agua por lo general incluye análisis microbiológicos. En la mayoría de los casos, conllevará el análisis de microorganismos indicadores de contaminación fecal, pero también puede incluir, en algunas circunstancias, la determinación de las concentraciones de patógenos específicos. La verificación de la calidad microbiológica del agua de consumo puede realizarla el proveedor, los organismos responsables de la vigilancia o una combinación de ambos (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2020).

En el caso de los aditivos (sustancias procedentes en su mayoría de los materiales y productos químicos utilizados en la producción y distribución del agua de consumo), la atención se centra en el control directo de la calidad de estos productos. Los procedimientos de análisis cuyo objeto es controlar la presencia de aditivos en el agua de consumo suelen determinar sus concentraciones en el agua y tener en cuenta su evolución para calcular un valor que puede compararse con el valor de referencia (OMS, 2019).

2.3 Definiciones conceptuales

Agua

Líquido transparente, incoloro, inodoro e insípido en estado puro, cuyas moléculas están formadas por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, y que constituye el componente más abundante de la superficie terrestre y el mayoritario de todos los organismos vivos (MINAM, 2016).

Agua potable

Aquella que es apta para el consumo humano y cuya ingestión no tendrá efectos nocivos para la salud (MINAM, 2016).

Agua cruda

Es aquella agua, en estado natural, captada para abastecimiento que no ha sido sometido a procesos de tratamiento (MINSAL, 2015).

Agua tratada

Toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano (MINSAL, 2015).

Calidad

Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor (OMS, 2019).

Normas de calidad del agua

Instrumento técnico a través del cual se establecen un conjunto de medidas necesarias para aplicar, asegurar y hacer cumplir la norma sanitaria a fin de proveer agua inocua, con el fin de proteger la salud de los consumidores (Minchan et al., 2018).

Vigilancia de la calidad del agua

La vigilancia del agua es una actividad de evaluación periódica sobre el servicio de abastecimiento y la calidad del agua. Acción que realiza a través del análisis permanente, con el fin de prevenir riesgos y preservar la salud del hombre. Siendo la entidad responsable, el Ministerio de Salud (Minsa), mediante la dirección general de Salud ambiental a través de sus pares a nivel regional (Minchan et al, 2018).

2.4 Formulación de la hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

HA: La calidad de agua para el consumo humano en el asentamiento humano (AA. HH) El Progreso y 1 de Mayo del distrito de Caleta de Carquin se encuentra dentro de los límites estipulados en el D.S. 031-2010-SA.

2.4.2 Hipótesis específicas

A: Los parámetros organolépticos que presenta el agua para el consumo humano en el asentamiento humano (AA. HH) El Progreso y 1 de Mayo se encuentra dentro de los límites estipulados en el D.S. 031-2010-SA.

B: Los parámetros químicos que presenta el agua para el consumo humano en el asentamiento humano (AA. HH) El Progreso y 1 de Mayo se encuentra dentro de los límites estipulados en el D.S. 031-2010-SA.

C: Los parámetros microbiológicos que presenta el agua para el consumo humano en el asentamiento humano (AA. HH) El Progreso y 1 de Mayo se encuentra dentro de los límites estipulados en el D.S. 031-2010-SA.

2.5 Operacionalización de las variables

Título: “Análisis comparativo de la calidad del agua para consumo humano en dos Asentamientos Humanos de la Caleta de Carquín, 2021”

| Variables | Definición | Dimensiones | Técnicas e instrumentación | Indicadores |
|---|--|---|--|---|
| X: variable independiente: agua Y: variable dependiente Y1: parámetro organoléptico Y2: parámetro químico Y3: parámetro microbiológico | <p>Definición conceptual:</p> <p>La calidad de agua refiere al conjunto de parámetros que indican que el agua puede ser utilizada para diferentes fines como: doméstico, riego, recreativo e industrial (Minam, 2016).</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Turbiedad 2. Color 3. pH 4. Dureza total 5. Sólidos totales disueltos | <p>Técnica:</p> <p>Monitoreo de calidad de agua para consumo humano</p> <p>Instrumentos:</p> <p>Formatos de monitoreo (cadena de custodia, check list de verificación de instrumentos)</p> | <p>(NTU)</p> <p>(UCV escala Pt/Co)</p> <p>(mg/L)</p> <p>(mgNO₃/L)</p> <p>(UFC/100ml)</p> |
| | <p>Definición operacional:</p> <p>Determinar el grado de concentración de los parámetros de la calidad de agua y verificar si cumple los LMP de agua (D.S. 031-2010-SA Reglamento de la Calidad de agua para consumo humano).</p> | <ol style="list-style-type: none"> 6. Cloro 7. Metales totales (Cd, Pb, As, Cr, Hg) 8. Nitratos 9. Coliformes totales 10. Coliformes fecales | | |

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

Ubicación

El presente trabajo se desarrolló en:

Región : Lima

Provincia : Huaura

Distrito : Caleta de Carquin

AA HH : El Progreso - 1 de Mayo

Coordenadas UTM del AA. HH El Progreso

Zona UTM: 18 L

Este: 213048.60280875

Norte: 8772526.6391908



Figura 1. Mapa satelital de AA.HH El Progreso

Coordenadas UTM de 1 de Mayo

Zona UTM: 18L

Este: 223048.60280875

Norte: 7442526.6391908



Figura 2. Mapa satelital de AA.HH 1 de Mayo

La presente investigación es de tipo aplicada, debido que se buscó la solución de un problema en concreto, en este caso, mejorar la calidad de agua para el consumo humano de dos centros poblados en base a los resultados obtenidos. Según Hernández y Mendoza (2018) mencionan que una investigación aplicada utiliza conocimientos de investigaciones ya realizadas en estudios del mismo tema para plantear soluciones sobre un problema específico.

La investigación es de nivel descriptivo comparativo, toda vez que se comparó la calidad de agua de los asentamientos humanos con los parámetros nacionales. De acuerdo a Hernández y Mendoza (2018) “refiere que este tipo de investigación pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas” (p.109).

Por otro lado, el enfoque de la investigación es cuantitativo, toda vez que se empleó datos numéricos y herramientas de la estadística descriptiva para medir las variables. De acuerdo a Hernández y Mendoza (2018) “utiliza la recolección de datos con medición numérica para analizar los datos de la investigación en el proceso de elaboración e interpretación de los resultados” (p.6).

Materiales e insumos

- Papel bond
- Folder manila
- Cuaderno
- Sobre manila

- Cinta
- USB
- Anillados
- Encuadernados
- Pasajes
- Alimentación
- Fotocopias
- Bolsas plásticas
- Mascarillas
- Guantes de látex sin talco

Diseño experimental

El estudio es de diseño no experimental, porque no se manipuló ninguna de las variables en estudio, en otras palabras, no se modificó una de las variables para determinar su efecto sobre la otra (Hernández y Mendoza, 2018). Asimismo, considerando la temporalidad en el cual se desarrolló, es de tipo de transversal, en vista que los datos para determinar la calidad de agua se tomaron en una única vez, en los distintos puntos mencionados.

3.2 Población y muestra

Se tomó un litro de agua de cada asentamiento humano y se mandó a analizar al laboratorio, la toma se realizó de manera aleatoria de una vivienda en cada asentamiento humano.

3.3 Técnicas de recolección de datos

Técnicas que se empleó

Recolección y toma de muestra

- Limpieza del grifo: Se retiró del grifo cualquier material que se encontró adherido y que pudiera causar variación en los resultados. Se utilizó una tela limpia junto con alcohol con el cual se frotó la boca de salida para quitar cualquier suciedad que pudo existir en ella.
- Drenaje del grifo del tanque antes del muestreo: Se abrió la llave del grifo hasta que alcanzó su flujo máximo y se dejó correr el agua durante 1-2 minutos.
- Drenaje del grifo del tanque para el muestreo: Se abrió el grifo cuidadosamente, que permitió que el agua fluya durante 1-2 minutos adicionales a bajo caudal para llenar la jarra previamente desinfectada, enjuagada (2 veces) y así facilitar el llenado de los frascos de muestreo.
- Apertura del frasco esterilizado: Se quitó el cordón o liga que ajustaba la cubierta protectora de papel y se sacó dicha cubierta.

- Toma de muestra: Mientras se mantuvo la tapa en la mano, se llenó el frasco esterilizado con el agua a analizar. Se dejó un pequeño espacio de aire de acuerdo al procedimiento establecido; dejando un poco más de espacio para los frascos de parámetros microbiológicos.
- Colocación del tapón al frasco: Se procedió a tapar el frasco fijando la cubierta protectora de papel en su lugar original mediante el cordón.
- Almacenamiento de muestras: Se colocó los frascos con las muestras dentro del cooler acondicionado con refrigerantes.
- Se tomó muestras para el análisis de parámetros organolépticos, químicos y microbiológicos. Se añadieron los preservantes adecuados en base al tipo de necesidad por parámetros.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Se tomó la muestra de agua en campo, se envió la muestra al laboratorio y los resultados se interpretaron en el programa Excel, con gráficos comparativos en relación con el D.S. 031-2010-S.A.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Análisis descriptivo

Las muestras analizadas de agua de los asentamientos humanos fueron tomadas de dos puntos (AA. HH El progreso y el AA. HH 1 de Mayo); por lo cual se tuvo como resultado lo siguiente:

Parámetro organoléptico

Tabla 4

Niveles de turbiedad del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

| Parámetro | AA. HH El Progreso | AA. HH 1 de Mayo |
|-----------------|--------------------|------------------|
| Turbiedad (NTU) | 0.3 | 0.4 |
| LMP (NTU) | 5 | 5 |

Nota: LMP: Límite Máximo Permisible; AA. HH: Asentamiento Humano

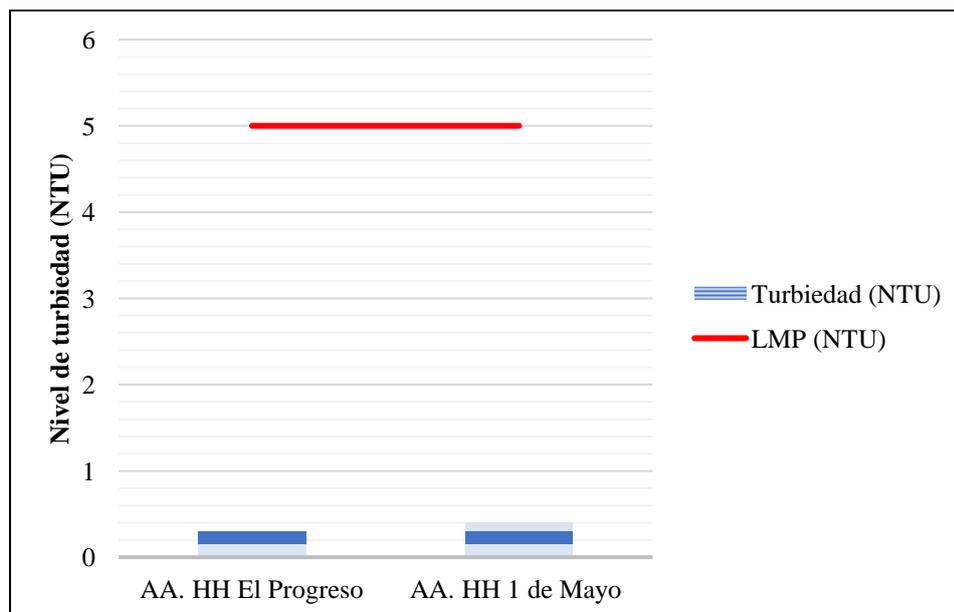


Figura 3. Niveles de turbiedad del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

Interpretación

En la tabla 4 y figura 3 se demuestra que los niveles de turbidez de las muestras de agua analizados para el AA. HH El Progreso es 0,3 NTU y en el AA. HH 1 de Mayo es 0,4 NTU. En conclusión, se evidencia que el AA. HH 1 de Mayo presenta un mayor nivel de turbidez, sin embargo, ambas asentamientos humanos presentan niveles de turbidez permitidos de acuerdo al D.S N° 031-2010-SA.

Tabla 5

Niveles de color del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

| Parámetro | AA. HH El Progreso | AA. HH 1 de Mayo |
|------------|--------------------|------------------|
| Color (UC) | 5.0 | 5.0 |
| LMP (UC) | 15 | 15 |

Nota: LMP: Límite Máximo Permisible; AA. HH: Asentamiento Humano

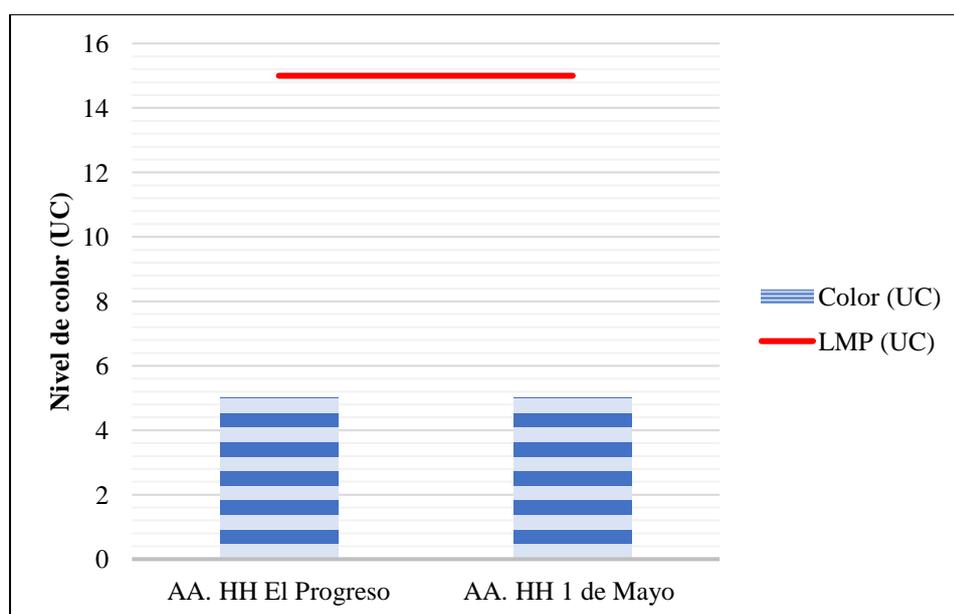


Figura 4. Niveles de color del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

Interpretación

En la tabla 5 y figura 4 se demuestra que los niveles de color del agua de las muestras analizadas para el AA. HH El Progreso es 5.0 CU y en el AA. HH 1 de Mayo fue de 5.0 CU. En conclusión, se evidencia que ambos asentamientos humanos presentan los mismos niveles de color de agua, además, dichos niveles están dentro del parámetro permitido de acuerdo al D.S N° 031-2010-SA.

Tabla 6

Niveles de pH del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

| Parámetro | AA. HH El Progreso | AA. HH 1 de Mayo |
|--------------------------|--------------------|------------------|
| pH | 7.23 | 7.47 |
| LMP Máximo (Valor de pH) | 6.5 - 8.5 | 6.5 - 8.5 |

Nota: LMP: Límite Máximo Permisible; AA. HH: Asentamiento Humano; pH: Potencial de Hidrógeno

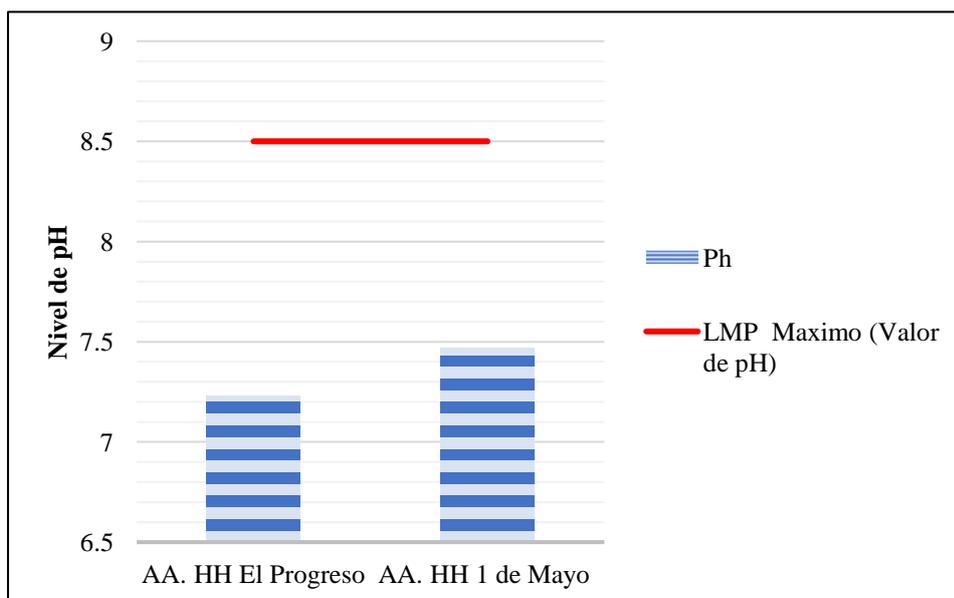


Figura 5. Niveles de pH del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

Interpretación

En la tabla 6 y figura 5 se demuestra que los niveles de pH del agua de las muestras analizadas para el AA. HH El Progreso es 7,23 y en el AA. HH 1 de Mayo es 7,47. En conclusión, se evidencia que el AA. HH 1 de Mayo presenta un mayor nivel de pH, sin embargo, ambos asentamientos humanos presentan niveles de pH permitidos de acuerdo al D.S N° 031-2010-SA.

Tabla 7

Niveles de dureza total del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

| Parámetro | AA. HH El Progreso | AA. HH 1 de Mayo |
|--|--------------------|------------------|
| Dureza total (mg CaCO ₃ L ⁻¹) | 265.52 | 284.68 |
| LMP (mg CaCO₃ L⁻¹) | 500 | 500 |

Nota: LMP: Límite Máximo Permissible; AA. HH: Asentamiento Humano

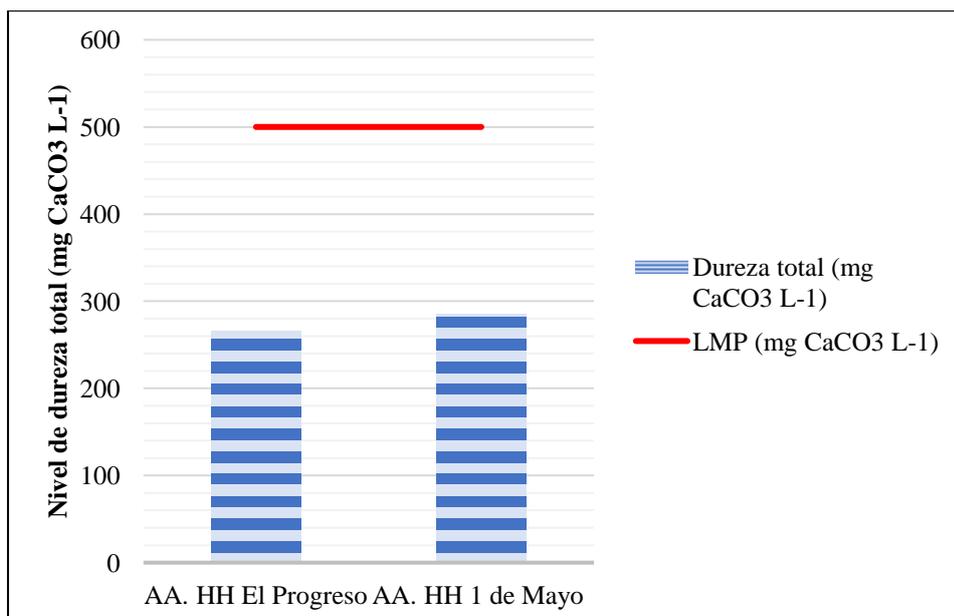


Figura 6. Niveles de dureza total del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

Interpretación:

En la tabla 7 y figura 6 se demuestra que los niveles de dureza total de las muestras de agua analizados para el AA. HH El Progreso es 265,52 mg CaCO₃ L⁻¹ y en el AA. HH 1 de Mayo es 284,68 mg CaCO₃ L⁻¹. En conclusión, se evidencia que el AA. HH 1 de Mayo presenta un mayor nivel de dureza total del agua, sin embargo, ambas asentamientos humanos presentan niveles de dureza total permitidos de acuerdo al D.S N° 031-2010-SA.

Tabla 8

Niveles de sólidos totales disueltos del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

| Parámetro | AA. HH El Progreso | AA. HH 1 de Mayo |
|---|--------------------|------------------|
| Sólidos totales disueltos (mg L ⁻¹) | 1318 | 1290 |
| LMP (mg L⁻¹) | 1000 | 1000 |

Nota: LMP: Límite Máximo Permisible; AA. HH: Asentamiento Humano

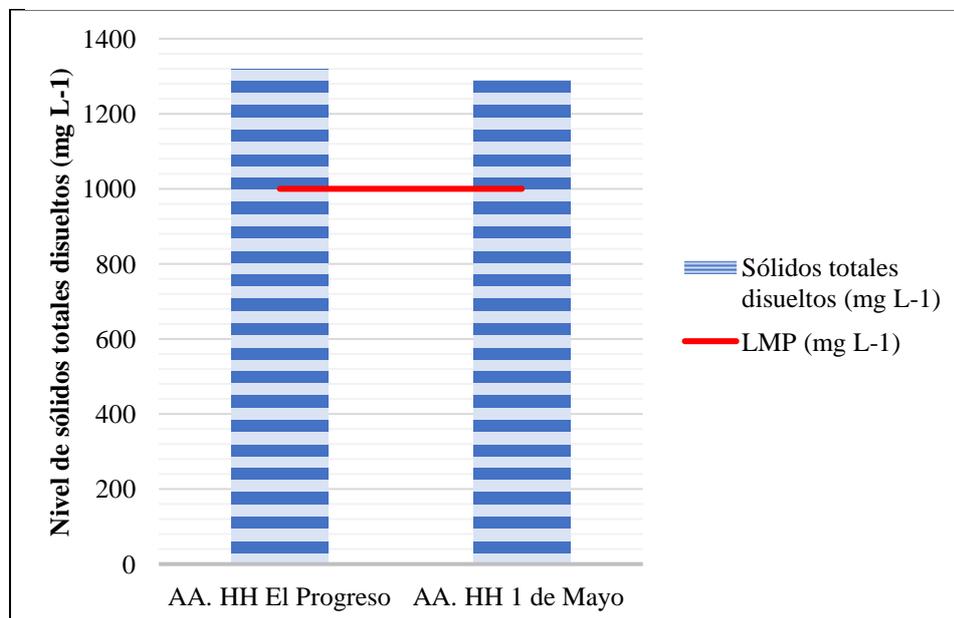


Figura 7. Niveles de sólidos totales disueltos del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

Interpretación

En la tabla 8 y figura 7 se demuestra que los niveles de sólidos totales disueltos de las muestras de agua analizadas para el AA. HH El Progreso es 1318 mg L⁻¹ y en el AA. HH 1 de Mayo es 1290 mg L⁻¹. En conclusión, se evidencia que el AA. HH El Progreso presenta un mayor nivel de sólidos totales disueltos del agua, pero, ambos asentamientos humanos presentan niveles de sólidos totales disueltos que superan los límites máximos permisibles de acuerdo al D.S N° 031-2010-SA.

Parámetros químicos

Tabla 9

Niveles de cloro del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

| Parámetro | AA. HH El Progreso | AA. HH 1 de Mayo |
|--------------------------------|--------------------|------------------|
| Cloro (mg L ⁻¹) | 0.02 | 0.02 |
| LMP (mg L⁻¹) | 5 | 5 |

Nota: LMP: Límite Máximo Permisible; AA. HH: Asentamiento Humano

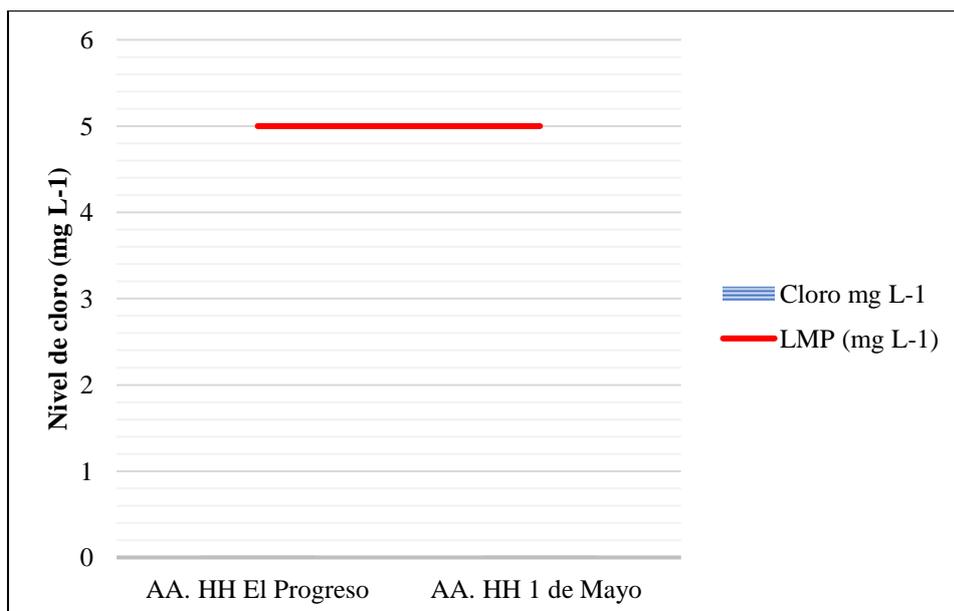


Figura 8. Niveles de cloro del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

Interpretación

En la tabla 9 y figura 8 se demuestra que los niveles de cloro de las muestras de agua analizadas para el AA. HH El Progreso es 0,02 mg L⁻¹ y en el AA. HH 1 de Mayo es 0,02 mg L⁻¹. En conclusión, se evidencia que ambos asentamientos humanos presentan los mismos niveles de cloro del agua, además, dichos niveles están dentro del parámetro permitido de acuerdo al D.S N° 031-2010-SA.

Tabla 10

Niveles de cadmio en los dos asentamientos humanos de Carquin

| Parámetro | AA. HH El Progreso | AA. HH 1 de Mayo |
|-----------------------------------|--------------------|------------------|
| Cadmio (mg Cd L ⁻¹) | 0.0002 | 0.0002 |
| LMP (mg Cd L⁻¹) | 0.003 | 0.003 |

Nota: LMP: Límite Máximo Permissible; AA. HH: Asentamiento Humano

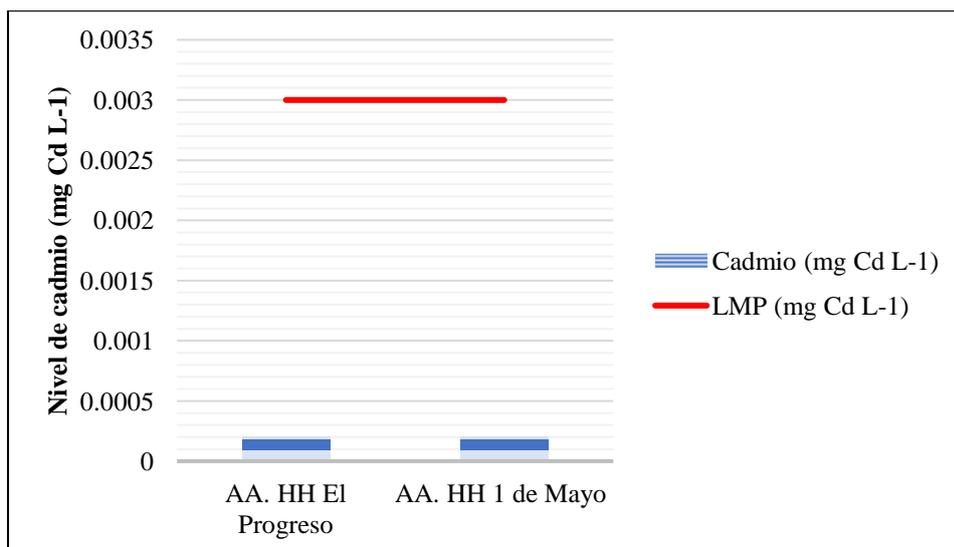


Figura 9. Niveles de cadmio en los dos asentamientos humanos de Carquin

Interpretación

En la tabla 10 y figura 9 se demuestra que los niveles de cadmio de las muestras de agua analizados para el AA. HH El Progreso es 0,0002 mg Cd L⁻¹ y en el AA. HH 1 de Mayo es 0,0002 mg Cd L⁻¹. En conclusión, se evidencia que ambos asentamientos humanos presentan los mismos niveles del metal pesado cadmio, además, dichos niveles se encuentran dentro del parámetro permitido de acuerdo al D.S N° 031-2010-SA.

Tabla 11

Niveles de plomo del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

| Parámetro | AA. HH El Progreso | AA. HH 1 de Mayo |
|-----------------------------------|--------------------|------------------|
| Plomo (mg Pb L ⁻¹) | 0.001 | 0.001 |
| LMP (mg Pb L⁻¹) | 0.01 | 0.01 |

Nota: LMP: Límite Máximo Permisible; AA. HH: Asentamiento Humano

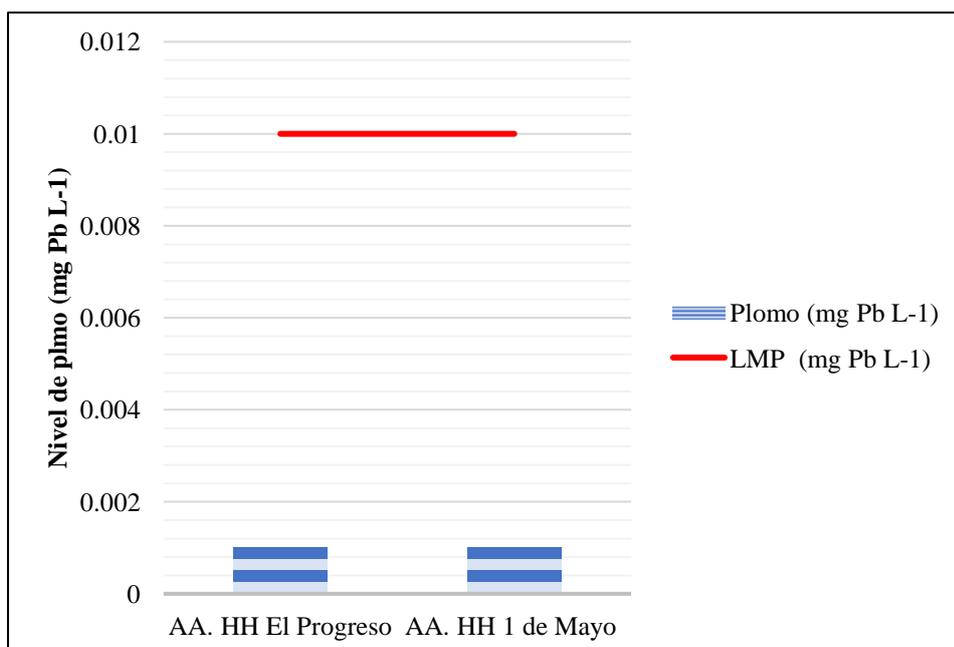


Figura 10. Niveles de plomo del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

Interpretación

En la tabla 11 y figura 10 se demuestra que los niveles de plomo de las muestras de agua analizados para el AA. HH El Progreso es 0,001 mg Pb L⁻¹ en el AA. HH 1 de Mayo es 0,001 mg Pb L⁻¹. En conclusión, se evidencia que ambos asentamientos humanos presentan los mismos niveles del metal pesado plomo, además, dichos niveles se encuentran dentro del parámetro permitido de acuerdo al D.S N° 031-2010-SA.

Tabla 12

Niveles de arsénico del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

| Parámetro | AA. HH El Progreso | AA. HH 1 de Mayo |
|-----------------------------------|--------------------|------------------|
| Arsénico (mg As L ⁻¹) | 0.004 | 0.004 |
| LMP (mg As L⁻¹) | 0.01 | 0.01 |

Nota: LMP: Límite Máximo Permissible; AA. HH: Asentamiento Humano

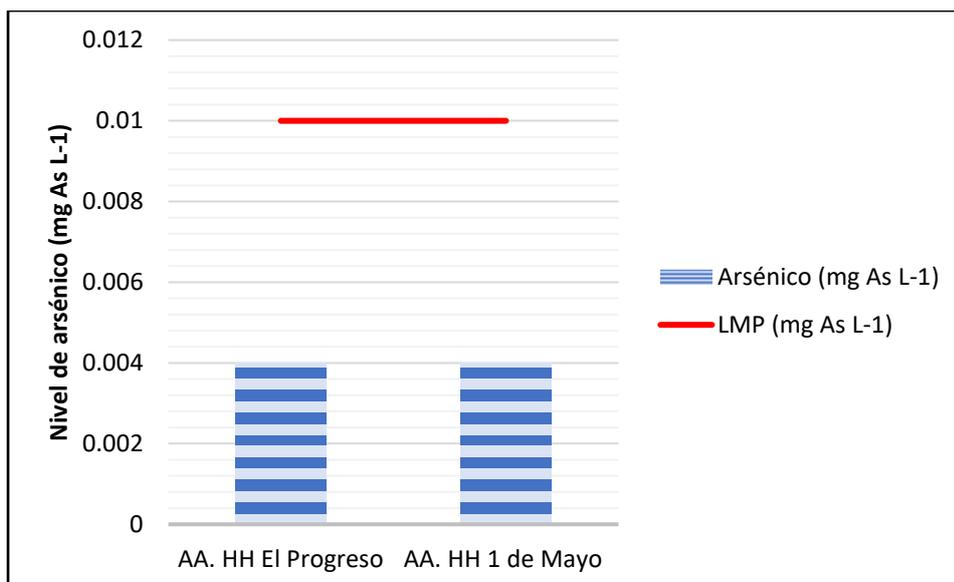


Figura 11. Niveles de arsénico del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

Interpretación

En la tabla 12 y figura 11 se demuestra que los niveles de arsénico de las muestras de agua analizados para el AA. HH El Progreso es 0,004 mg As L⁻¹ en el AA. HH 1 de Mayo es 0,004 mg As L⁻¹. En conclusión, se evidencia que ambos asentamientos humanos presentan los mismos niveles del metal pesado arsénico, además, dichos niveles se encuentran dentro del parámetro permitido de acuerdo al D.S N° 031-2010-SA.

Tabla 13

Niveles de cromo del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

| Parámetro | AA. HH El Progreso | AA. HH 1 de Mayo |
|-----------------------------------|--------------------|------------------|
| Cromo (mg Cr L ⁻¹) | 0.004 | 0.004 |
| LMP (mg Cr L⁻¹) | 0.05 | 0.05 |

Nota: LMP: Límite Máximo Permisible; AA. HH: Asentamiento Humano

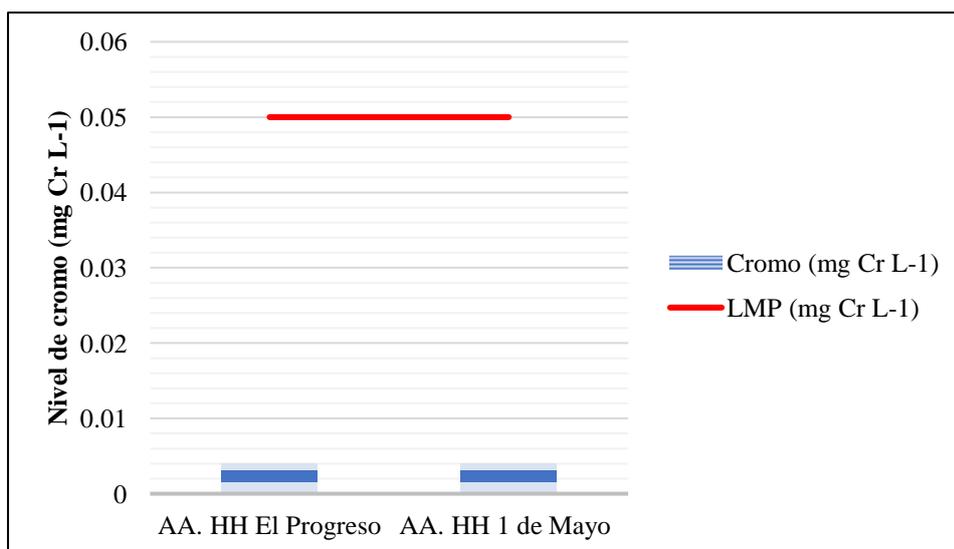


Figura 12. Niveles de cromo del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

Interpretación

En la tabla 13 y figura 12 se demuestra que los niveles de cromo de las muestras de agua analizados para el AA. HH El Progreso es 0,004 mg Cr L⁻¹ en el AA. HH 1 de Mayo es 0,004 mg Cr L⁻¹. En conclusión, se evidencia que ambos asentamientos humanos presentan los mismos niveles del metal pesado cromo, además, dichos niveles se encuentran dentro del parámetro permitido de acuerdo al D.S N° 031-2010-SA.

Tabla 14

Niveles de mercurio del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

| Parámetro | AA. HH El Progreso | AA. HH 1 de Mayo |
|-----------------------------------|--------------------|------------------|
| Mercurio (mg Hg L ⁻¹) | 0.0005 | 0.0003 |
| LMP (mg Hg L⁻¹) | 0.001 | 0.001 |

Nota: LMP: Límite Máximo Permisible; AA. HH: Asentamiento Humano

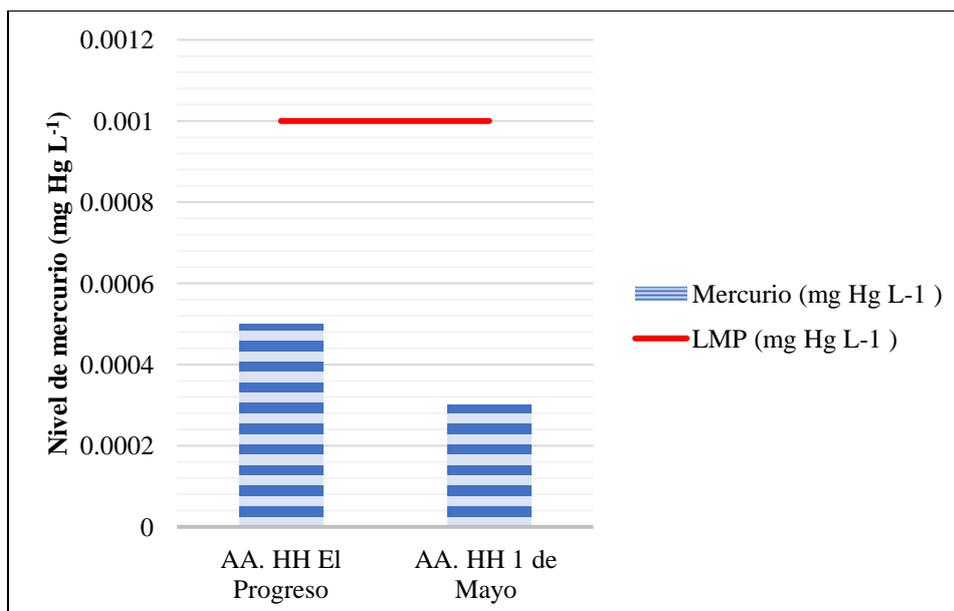


Figura 13. Niveles de mercurio del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

Interpretación

En la tabla 14 y figura 13 se demuestra que los niveles de mercurio de las muestras de agua analizados para el AA. HH El Progreso es 0,0005 mg Hg L⁻¹ y en el AA. HH 1 de Mayo es 0,0003 mg Hg L⁻¹. En conclusión, se evidencia que el AA. HH El Progreso presenta un mayor nivel de mercurio, sin embargo, ambos asentamientos humanos presentan niveles de mercurio que se encuentran dentro del parámetro permitido de acuerdo al D.S N° 031-2010-SA.

Tabla 15

Niveles de nitratos del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

| Parámetro | AA. HH El Progreso | AA. HH 1 de Mayo |
|--|--------------------|------------------|
| Nitratos (mg NO ₃ L ⁻¹) | 29.891 | 14.407 |
| LMP (mg NO₃ L⁻¹) | 50 | 50 |

Nota: LMP: Límite Máximo Permisible; AA. HH: Asentamiento Humano

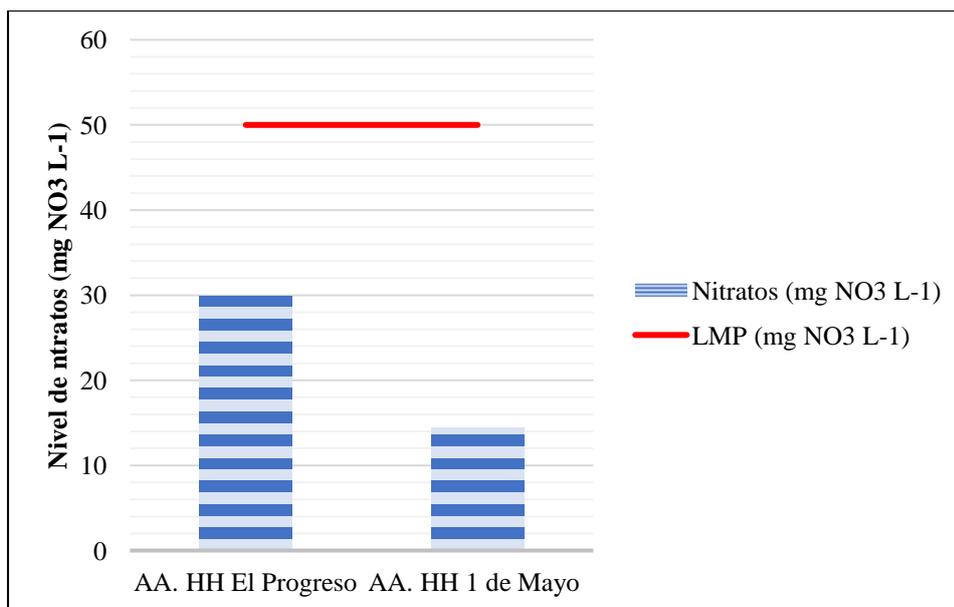


Figura 14. Niveles de nitratos del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

Interpretación

En la tabla 15 y figura 14 se demuestra que los niveles de nitrato de las muestras de agua analizados para el AA. HH El Progreso es 29,891 mg NO₃ L⁻¹ y en el AA. HH 1 de Mayo es 14,407 NO₃ L⁻¹. En conclusión, se evidencia que el AA. HH El Progreso presenta un mayor nivel de nitratos, sin embargo, ambos asentamientos humanos presentan niveles de nitratos permitidos de acuerdo al D.S N° 031-2010-SA.

Parámetros microbiológicos

Tabla 16

Niveles de coliformes totales del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

| Parámetro | AA. HH El Progreso | AA. HH 1 de Mayo |
|--|--------------------|------------------|
| Coliformes Totales (UFC/100 mL a 35°C) | 1.10E+00 | 1.10E+00 |
| LMP (UFC/100 mL a 35°C) | 1.8 | 1.8 |

Nota: LMP: Límite Máximo Permissible; AA. HH: Asentamiento Humano; UFC=Unidad formadora de colonias

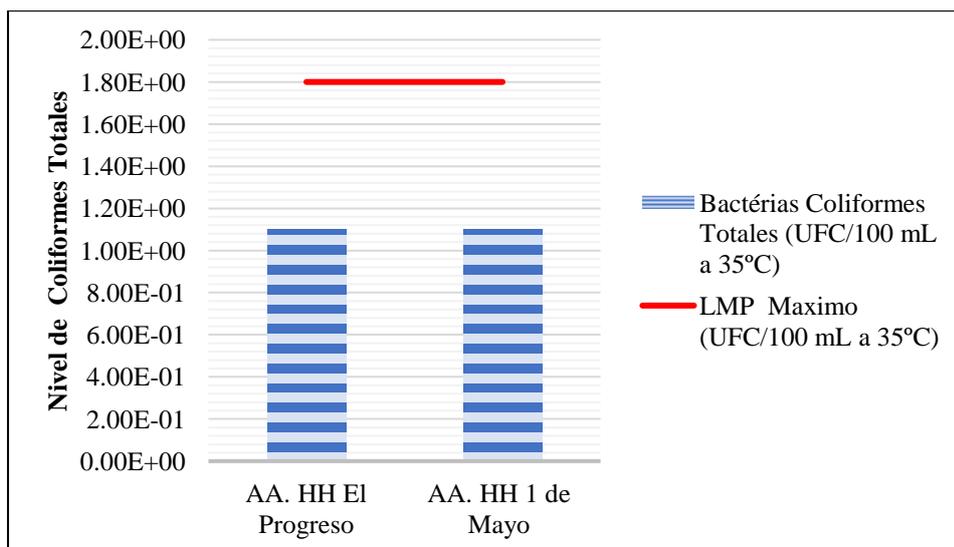


Figura 15. Niveles de coliformes totales del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

Interpretación

En la tabla 16 y figura 15 se demuestra que los niveles de coliformes totales de las muestras de agua analizados para el AA. HH El Progreso es 1.10E+00 UFC/100 mL a 35°C en el AA. HH 1 de Mayo es 1.10E+00 UFC/100 mL a 35°C. En conclusión, se evidencia que ambos asentamientos humanos presentan los mismos niveles de coliformes totales, además, dichos niveles se encuentran dentro del parámetro permitido de acuerdo al D.S N° 031-2010-SA.

Tabla 17

Niveles de coliformes termotolerantes o fecales del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

| Parámetro | AA. HH El Progreso | AA. HH 1 de Mayo |
|--|--------------------|------------------|
| Coliformes Termotolerantes o Fecales (UFC/100 mL a 44,5°C) | 1.10E+00 | 1.10E+00 |
| LMP (UFC/100 mL a 44,5°C) | 1.8 | 1.8 |

Nota: LMP: Límite Máximo Permisible; AA. HH: Asentamiento Humano; UFC=Unidad formadora de colonias

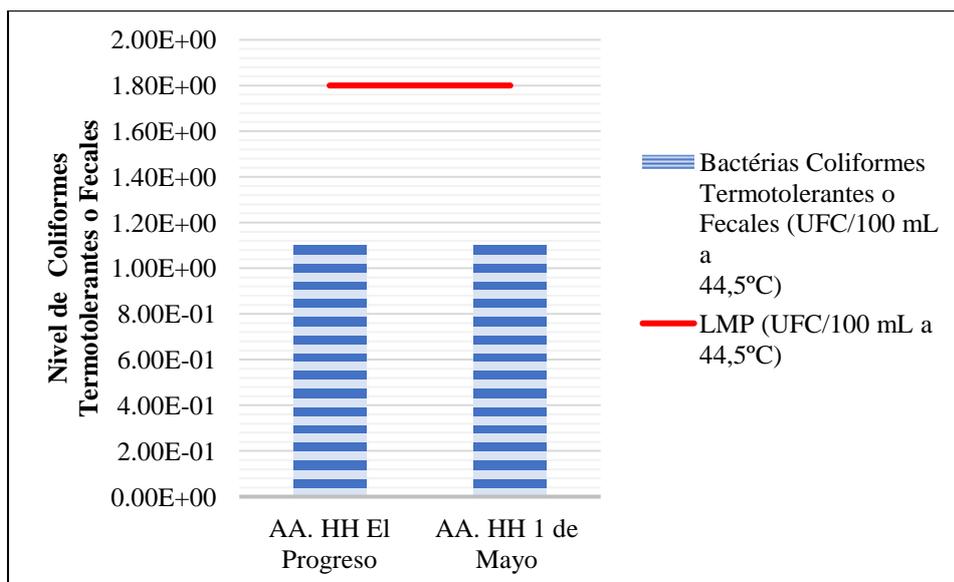


Figura 16. Niveles de coliformes termotolerantes o fecales del agua en los dos asentamientos humanos de Carquin

Interpretación

En la tabla 17 y figura 16 se demuestra que los niveles de coliformes termotolerantes o fecales de las muestras de agua analizadas para el AA. HH El Progreso es $1.10E+00$ UFC/100 mL a $44,5^{\circ}\text{C}$ en el AA. HH 1 de Mayo es $1.10E+00$ UFC/100 mL a $44,5^{\circ}\text{C}$. En conclusión, se evidencia que ambos asentamientos humanos presentan los mismos niveles de coliformes termotolerantes o fecales, además, dichos niveles se encuentran dentro del parámetro permitido de acuerdo al D.S N° 031-2010-SA.

CAPÍTULO V. DISCUSIONES

En el presente estudio, la evaluación de los parámetros organolépticos se evidenció que los niveles de turbidez en el AA. HH El Progreso fue de 0,3 NTU y en el AA. HH 1 de Mayo fue 0.4 NTU, ambos presentan valores permitidos en el D.S N° 031-2010-SA, los que coinciden con el estudio de Brousett et al. (2018) quienes indicaron que la turbidez del agua de consumo humano de los puneños estuvo entre 0,98 a 2,66 NTU; asimismo, los hallazgos coinciden con Santiago (2020) en su tesis demostró que el agua que consumen las personas de la zona alta de Los Pinos de Santa María tuvo de turbidez 0,91 NTU; pero difieren con lo obtenido por Bracho y Fernández (2017) en su artículo indicaron que los pozos de San Benito tenían de turbidez en su agua de 85,30 NTU y Monte Santo tuvo 10,70 NTU; donde se demostró que en ambos pozos los niveles de turbidez sobrepasaron los límites permitidos por la normativa venezolana y por la OMS.

En la evaluación de los parámetros organolépticos se evidenció que los niveles de color en el AA. HH El Progreso fue de 5.0 UC y en el AA. HH 1 de Mayo fue 5.0 UC, ambos presentan valores que se encuentran dentro de los límites permitidos según el D.S N° 031-2010-SA, los resultados coinciden con Santiago (2020) quien en su estudio determinó que el color del agua en la zona alta de Los Pinos de Santa María fue menor a 5.0, esto demuestra que está dentro de los valores permitidos.

En la evaluación de los parámetros organolépticos se evidenció que los niveles de pH del agua en el AA. HH El Progreso fue de 7,23 y en el AA. HH 1 de Mayo fue 7,47; ambos asentamientos humanos presentan valores permitidos según el D.S N° 031-2010-SA, los hallazgos tienen similitud con Bracho y Fernández (2017) quienes indicaron que las aguas que consumen en una comunicada venezolana tenían un pH de 6, lo cual se encontraba dentro de lo permitido por la normativa de dicho país, además, los hallazgos coinciden con Velasteguí (2018) quien diagnosticó que el pH de las aguas del Río Negro de Ecuador fue de 7,1; dicho valor se encuentra en los límites permitidos por la norma ecuatoriana, asimismo, hallazgos similares obtuvieron Brousett et al. (2018) en su estudio el pH del agua de Puno se encuentra dentro del intervalo de 6,8 a 8,1; por tanto, se encuentran en los niveles permitidos.

En la evaluación de los parámetros organolépticos se evidenció que los niveles de dureza total del agua en el AA. HH El Progreso fue de 265,52 mg CaCO₃ L⁻¹ y en el AA. HH 1 de Mayo fue 284,68 mg CaCO₃ L⁻¹; ambos presentan valores permitidos según el D.S N° 031-2010-SA, los que coinciden con la investigación de Velasteguí (2018) quien determinó que la dureza total de las aguas del Río Negro fue de <50 mg/L; es decir, se encuentra dentro de los límites permitidos, asimismo, los hallazgos tienen similitud con Aguilar y Navarro (2017) en su tesis

demonstraron que en la comunidad de Llañucancha los niveles de dureza total del agua fue de 85 mg/L; encontrándose estos en los límites permitidos por la normativa nacional.

En la evaluación de los parámetros organolépticos se evidenció que los niveles de sólidos totales disueltos del agua en el AA. HH El Progreso fue de 1318 mg L⁻¹ y en el AA. HH 1 de Mayo fue 1290 mg L⁻¹; ambos tuvieron valores no permitidos en el D.S N° 031-2010-SA, pero los resultados difieren con Velasteguí (2018) en su investigación demostró que la presencia de sólidos totales disueltos fue de <40 mg/L, encontrándose que los niveles de sólidos totales disueltos del agua dentro del límite establecido.

En la evaluación de los parámetros químicos se evidenció que los niveles de cloro del agua en el AA. HH El Progreso fue de 0,02 mg L⁻¹ y en el AA. HH 1 de Mayo fue 0,02 mg L⁻¹, ambos presentan valores permitidos en el D.S N° 031-2010-SA, los hallazgos coinciden con Santiago (2020) quien demostró que los niveles de cloro en la zona alta fueron de 2,12mg/L; lo cual significa que está en los límites permitidos al igual que el de la zona baja.

En la evaluación de los parámetros químicos de los niveles de metales pesados se evidenció que el cadmio del agua en el AA. HH El Progreso fue de 0,0002 mg Cd L⁻¹ y en el AA. HH 1 de Mayo fue 0,0002 mg Cd L⁻¹, ambos presentan valores permitidos en el D.S N° 031-2010-SA, los resultados coinciden con Atencio (2018) quien demostró que los niveles de cadmio en el agua de consumo para las personas de Pasco fueron de <0.0004 mg/L encontrándose dentro de los límites permitidos.

Continuando con la evaluación de los metales pesados se evidenció que los niveles de plomo en el AA. HH El Progreso fue de 0,001 mg Pb L⁻¹ y en el AA. HH 1 de Mayo fue 0,001 mg Pb L⁻¹, ambos se encuentran dentro de los límites permitidos de acuerdo al D.S N° 031-2010-SA, los resultados tienen similitud con Santiago (2020) quien indicó que tanto en la zona alta y baja los niveles de plomo fueron <0,0004 mg/L encontrándose dentro de lo establecido, asimismo, los hallazgos coinciden con Atencio (2018) en su tesis determinó que el nivel de plomo del agua fue <0.0005 mg/L, lo cual significa que es un nivel aceptable.

Continuando con la evaluación de los metales pesados se evidenció que los niveles de arsénico en el AA. HH El Progreso fue de 0,004 mg As L⁻¹ y en el AA. HH 1 de Mayo fue 0,004 mg As L⁻¹, ambos presentan valores permitidos en el D.S N° 031-2010-SA, los resultados tienen similitud con lo obtenido por Atencio (2018) y Santiago (2020) quienes demostraron que los niveles de arsénico fueron <0.001 mg/L siendo un nivel permitido, sin embargo, los resultados difieren con Arnao (2019) en su investigación encontró que las aguas de consumo humano de Juliaca contienen niveles elevados de arsénico porque están por encima de 0,010 mg As L⁻¹.

En la evaluación de los parámetros químicos de los niveles de cromo se evidenció que en el

AA. HH El Progreso fue de 0,004 mg Cr L⁻¹ y en el AA. HH 1 de Mayo fue 0,004 mg Cr L⁻¹, ambos valores se encuentran dentro de lo permitidos según el D.S N° 031-2010-SA, los resultados coinciden con Atencio (2018) quien en su tesis indicó que las personas de la localidad de San Antonio de Rancas consumen agua con niveles de cromo <0.0004 mg/L que están permitidos por la normativa.

El último metal pesado evaluado corresponde al mercurio que evidenció que en el AA. HH El Progreso fue de 0,0005 mg Hg L⁻¹ y en el AA. HH 1 de Mayo fue 0,0003 mg Hg L⁻¹; ambos presentan valores permitidos según el D.S N° 031-2010-SA, lo hallado coincide con Santiago (2020) quien indicó que el nivel de mercurio fue <0,001 mg/L, lo cual significa que se encuentra dentro de los límites máximos permisibles, asimismo, los resultados presentan similitud con Atencio (2018) determinó que los niveles de mercurio fueron <0.001 mg/L encontrándose dentro de los límites establecidos.

En la evaluación de los parámetros químicos se evidenció que los niveles de nitratos del agua en el AA. HH El Progreso fue de 29,891 mg NO₃ L⁻¹ y en el AA. HH 1 de Mayo fue 14,407 mg NO₃ L⁻¹; ambos presentan valores permitidos según el D.S N° 031-2010-SA, los resultados difieren con Andersen y Legal (2017) quienes demostraron que en el análisis de nitratos de las aguas de pozo de Paraguay se sobrepasaron los límites permitidos por la normativa, aunque los niveles no llegaron a niveles tóxicos.

En la evaluación de los parámetros microbiológicos se evidenció que los niveles de coliformes totales en el AA. HH El Progreso fue de 1.10E+00 UFC/100 mL a 35°C y en el AA. HH 1 de Mayo fue 1,10E+00 UFC/100 mL a 35°C; ambos presentan valores permitidos de acuerdo al D.S N° 031-2010-SA, resultados contrario obtuvieron Bracho y Fernández (2017) quienes demostraron que los niveles de coliformes totales fueron por encima de 1,1 NMP/100 mL; por tanto, se tuvo un nivel no permitido por las normativas de Venezuela, asimismo, hallazgos opuestos obtuvieron Aguilar y Navarro (2017) y Velasteguí (2018) al demostrar que los valores de coliformes totales excedieron lo establecido por la normativa, además, los resultados difieren con Rolin (2018) quien determinó que en los pozos N°1 y 2 de la repetición 2 hubo niveles excesivos de coliformes totales con 5 UFC/100 ml; por lo cual concluyó que los parámetros microbiológicos excedían los límites establecidos en la normativa nacional.

En la evaluación de los parámetros microbiológicos se evidenció que los niveles de coliformes termotolerantes o fecales en el AA. HH El Progreso fue de 1.10E+00 UFC/100 mL a 44,5°C y en el AA. HH 1 de Mayo fue 1.10E+00 UFC/100 mL a 44,5°C; ambos presentan valores permitidos de acuerdo al D.S N° 031-2010-SA, los resultados difieren con Rodríguez et al. (2018) quienes demostraron que en el cuarto muestreo de las aguas de pozo de San Cosme en

Argentina se obtuvo en bacterias coliformes fecales 450 NMP y en laguna 400 NMP; lo cual según el Código Alimentario Argentino dichos valores no son aptos para el consumo humano, asimismo, resultados opuestos obtuvieron Bracho y Fernández (2017) en su artículo demostraron que las aguas que consumen en una comunicada venezolana contenían valores mayores de 1,1 NMP/100 mL en presencia de las coliformes fecales; lo cual para dicho país según su normativa esa agua no es apta para su consumo por superar los límites máximos permisibles, además, los resultados difieren con lo hallado por Aguilar y Navarro (2017) quienes en su tesis evidenciaron que los valores de coliformes termotolerantes no se encontraban dentro de lo establecido.

Los resultados de la investigación demostraron que todos los parámetros organolépticos evaluados de ambos asentamientos humanos están dentro de los límites máximos permisibles del D.S N° 031-2010-SA; también los parámetros químicos cumplen con dicha normativa, sin embargo, los niveles de sólidos totales disueltos se excedieron para ambos asentamientos humanos. Por tanto, según los resultados contrastados se determinó que diversos estudios también tienen casi los mismos valores. En los parámetros microbiológicos en el presente estudio los valores se encontraban dentro de la norma establecida, pero se pudo evidenciar que en todos los estudios contrastados los niveles de coliformes totales y coliformes fecales excedieron los límites permitidos, siendo el agua no apta para el consumo humano. En ese sentido, el estudio permitió conocer que a nivel nacional e internacional la calidad de agua para el consumo humano en su totalidad no es la adecuada, dado que los recursos hídricos están expuestos a contaminantes de origen natural y antropogénicas.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Primero: En el análisis de la calidad de agua para el consumo humano en el Asentamiento Humano El Progreso y 1 de Mayo del distrito de Caleta de Carquin se demostró que los parámetros organolépticos cumplían con los límites permitidos, a excepción de uno de los indicadores (STD); en los parámetros químicos y parámetros microbiológicos si se cumplieron los límites máximos permisibles del D.S N° 031-2010-SA en su totalidad.

Segundo: En la evaluación de los parámetros organolépticos se determinó que los niveles de turbiedad, color, pH y dureza total del agua para el consumo humano del Asentamiento Humano El Progreso y 1 de Mayo del distrito de Caleta de Carquin se encontraban dentro de los límites máximos permisibles del D.S N° 031-2010-SA; sin embargo, los niveles de sólidos totales disueltos se excedieron para ambos asentamientos humanos.

Tercero: En la evaluación de los parámetros químicos se determinó que los niveles de cloro, metales pesados (cadmio, plomo, arsénico, cromo y mercurio) y nitratos del agua para el consumo humano del Asentamiento Humano el Progreso y 1 de Mayo del distrito de Caleta de Carquin se encontraban dentro de los límites máximos permisibles del D.S N° 031-2010-SA.

Cuarto: En la evaluación de los parámetros microbiológicos se determinó que los niveles de coliformes totales y coliformes fecales del agua para el consumo humano del Asentamiento Humano el Progreso y 1 de Mayo del distrito de Caleta de Carquin se encontraban dentro de los límites máximos permisibles del D.S N° 031-2010-SA.

6.2 Recomendaciones

Primero: Se recomienda a las autoridades locales realizar un tratamiento previo y efectivo (filtrado adecuado) del agua para el consumo humano de ambos asentamientos para que con dicho tratamiento se elimine el exceso de sólidos totales disueltos, para luego, continuar con su distribución cuando se hayan respetado todos los límites máximos permisibles del D.S N° 031-2010-SA.

Segundo: Se recomienda que la autoridad local del agua brinde capacitaciones a los colaboradores que se encargan de la operación y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua; que les permita identificar y controlar los diversos riesgos que puedan surgir en el proceso de abastecimiento de agua para proporcionar agua de calidad dentro de unos límites aceptables.

Tercero: Se recomienda que la Municipalidad Distrital de Caleta de Carquín promueva la educación ambiental con temáticas enfocadas en la calidad del agua.

Cuarto: Se recomienda que los pobladores del distrito de Caleta de Carquin exijan a sus autoridades a realizar monitoreo de la calidad del agua de los asentamientos humanos periódicamente y que, además, estos resultados se les informe para tener conocimiento del estado del agua que están consumiendo.

CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bolivia*, 15(15), 47-68. Recuperado de <http://fidesetratio.ulasalle.edu.bo/index.php/fidesetratio/article/view/42>
- Fontalvo, F.A., y Tamaris, C.E. (2018). Calidad del agua de la parte baja del río Córdoba (Magdalena, Colombia), usando el ICA-NSF. *Intropica*, 13(2), 101-111. Recuperado de <http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/intropica/article/view/2510/1819>
- Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B. B., & Beeregowda, K. N. (2014). Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary toxicology*, 7(2), 60-72. doi: 10.2478/intox-2014-0009
- Hernández, R. y Mendoza, C.P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativas, cualitativas y mixta*. Ciudad de México, México: Editorial McGraw Hill / Interamericana Editores S.A.
- Minchan, A., Vásquez, B.G., Vásquez, C.L., Moreno, D.L., Ordoñez, F.M., Rojas, N.H., Torres, P.A., y Ponce, R.N. (2018). *Vigilancia y control de la calidad del agua*. Lima: Instituto Nacional de Salud. Recuperado de <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4516.pdf>
- Ministerio de Salud. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Decreto Supremo N° 031-2010-SA*. Lima: Dirección General de Salud Ambiental. Recuperado de http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf
- Ministerio de Salud. (2015). *Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transportes, almacenamiento y recepción de las muestras de agua para consumo humano. RD N° 160-2015/DIGESA/SA*. Lima: Minsa. Recuperado de http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RD_160_2015_DIGESA.pdf
- Ministerio del Ambiente. (2016). *Aprende a prevenir los efectos del mercurio: Agua y alimento*. Recuperado de <https://www.minam.gob.pe/educacion/wp-content/uploads/sites/20/2017/02/Publicaciones-3.-Texto-de-consulta-M%cb3dulo-3.pdf>
- Moreno, E., Argota, G., Alfaro, R., Aparicio, M., Atencio, S., y Goyzueta, G. (2017). Determinación interactiva de metales totales en las aguas de la bahía interior del Lago

- Titicaca-Puno Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 19(2), 125-134.
<http://dx.doi.org/10.18271/ria.2017.271>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2021). *Gobernanza del agua en el Perú*. Recuperado de https://read.oecd-ilibrary.org/environment/water-governance-in-peru_568847b5-en#page4
- Organización Mundial de la Salud. (2019). *Agua*. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- Organización Mundial de la Salud. (2019). *El agua, el saneamiento y la higiene en los establecimientos de salud. Medidas prácticas para lograr el acceso universal a una atención de calidad*. Recuperado de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/330043/9789243515519-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Organización Panamericana de la Salud. (2020). *Reseña técnica sobre el agua, el saneamiento, la higiene y la gestión de aguas residuales para prevenir las infecciones y reducir la propagación de la resistencia a los antimicrobianos*. Recuperado de <https://www.oie.int/app/uploads/2021/03/es-oie-tripartite20technical20briefing20amr-web.pdf>
- Pérez, J. I., Nardini, A. G., y Galindo, A. A. (2018). Análisis comparativo de índices de calidad del agua aplicados al río Ranchería, La Guajira-Colombia. *Información tecnológica*, 29(3), 47-58. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642018000300047&script=sc0i_arttext
- Rodrigo, C., Pacheco, P., Orihuela, M.E., Piñeiros, M.L., y Cobo, E. (2018). *Guía de monitoreo participativo de la calidad del agua*. Quito, Ecuador: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
- Rodríguez, S. C., Asmundis, C. L., Ayala, M. T., y Arzú, O. R. (2018). Presencia de indicadores microbiológicos en agua para consumo humano en San Cosme (Corrientes, Argentina). *Revista veterinaria*, 29(1), 9-12. Recuperado de <http://www.scielo.org.ar/pdf/revet/v29n1/v29n1a02.pdf>
- Rolin, T. (2018). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el asentamiento humano señor de los milagros, distrito de yarinacocha-region ucayali-2018* (Tesis de pregrado). Recuperado de: <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3845/000003406T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Salas, J., Maraver, F., Rodríguez, L., Sáenz M., Vitoria, I., y Moreno, L. (2020). Importancia del consumo de agua en la salud y la prevención de la enfermedad: situación actual. *Nutrición Hospitalaria*, 37(5), 1072-1086. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.03160>
- Santiago, A.G. (2020). *Evaluación de la calidad de agua de consumo humano de la zona alta y la zona baja de la Asociación Centro Poblado Los Pinos – Santa María, 2019* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/4196>
- Velasteguí, J.R. (2018). Calidad del agua para consumo humano en el corredor ecológico ecuatoriano Llanganates-Sangay. *Revista Uniandes Episteme*, 5(1), 77-87. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6756344>
- Villena, J.A. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2), 304-308. <https://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

| Problemas | Objetivos | Hipótesis | Variable | Metodología |
|---|--|---|---|---|
| <p>Problema general</p> <p>¿Cuál es la calidad de agua para el consumo humano en el AA.HH El Progreso y 1 de Mayo del distrito de Caleta de Carquín, 2021?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>¿Qué parámetros organolépticos presenta el agua para el consumo humano en el AA.HH El Progreso y 1 de Mayo del distrito de Caleta de Carquín, 2021?</p> <p>¿Qué parámetros químicos presenta el agua para el consumo humano en el AA.HH El Progreso y 1 de Mayo del distrito de Caleta de Carquín, 2021?</p> <p>¿Qué parámetros microbiológicos presenta el agua para el consumo humano en el AA.HH El Progreso y 1 de Mayo del distrito de Caleta de Carquín, 2021?</p> | <p>Objetivo general</p> <p>Analizar la calidad de agua para el consumo humano en el AA.HH El Progreso y 1 de Mayo del distrito de Caleta de Carquín, 2021.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Evaluar los parámetros organolépticos que presenta el agua para el consumo humano en el AA.HH El Progreso y 1 de Mayo del distrito de Caleta de Carquín, 2021.</p> <p>Evaluar los parámetros químicos que presenta el agua para el consumo humano en el AA.HH El Progreso y 1 de Mayo del distrito de Caleta de Carquín, 2021.</p> <p>Evaluar los parámetros microbiológicos que presenta el agua para el consumo humano en el AA.HH El Progreso y 1 de Mayo del distrito de Caleta de Carquín, 2021.</p> | <p>Hipótesis general</p> <p>La calidad de agua para el consumo humano en el asentamiento humano (AA. HH) El Progreso y 1 de Mayo del distrito de Caleta de Carquín se encuentra dentro de los límites estipulados en el D.S. 031-2010-SA.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>Los parámetros organolépticos que presenta agua para el consumo humano en el asentamiento humano (AA. HH) El Progreso y 1 de Mayo se encuentra dentro de los límites estipulados en el D.S. 031-2010-SA.</p> <p>Los parámetros químicos que presenta agua para el consumo humano en el asentamiento humano (AA. HH) El Progreso y 1 de Mayo se encuentra dentro de los límites estipulados en el D.S. 031-2010-SA.</p> <p>Los parámetros microbiológicos que presenta agua para el consumo humano en el asentamiento humano (AA. HH) El Progreso y 1 de Mayo se encuentra dentro de los límites estipulados en el D.S. 031-2010-SA.</p> | <p>X: variable independiente: agua</p> <p>Y: variable dependiente</p> <p>Y1: parámetro organoléptico</p> <p>Y2: parámetro químico</p> <p>Y3: parámetro microbiológico</p> | <p>Tipo de estudio: Aplicada</p> <p>Enfoque de investigación: Cuantitativo</p> <p>Alcance de investigación: Descriptivo</p> <p>Diseño de investigación: No experimental</p> <p>Población y Muestra</p> <p>Monitoreo de la calidad</p> <p>Técnicas de recolección de datos:</p> <p>Técnica: Observación</p> <p>Instrumento: Cadena de custodia</p> <p>Procesamiento de información: Excel</p> |

Anexo 2. Cadena De Custodia Para Monitoreo De Calidad De Agua



N° 051481

CADENA DE CUSTODIA

| DATOS DEL CLIENTE | | | | | | Agua | M.S. | C.A. | S.O. | Eml. | Otro | I.E. N°(a): | Pág. | de | | | | | | |
|--|-------------------|---------------|--------------|-------------------|---------------|---|------------|-----------------------------|------------------|----------|---------------|-------------|------|----|--|--|--|--|--|--|
| ENVIAR INFORME DE ENSAYO A RAZÓN SOCIAL: <u>CRISTIAN NILO ASENCIOS BLAS</u> DIRECCIÓN: <u>Calle los pinos MZ J1 Lt 10 - Los Olivos</u> TELEFONO: <u>935134445</u> E-MAIL: <u>cr.30199@gmail.com</u> CONTACTO: ORDEN DE SERVICIO / PLAN DE MUESTREO N°: OTRA REFERENCIA: | | | | | | I.E. N°(a): <u>222713</u> | | Pág. <u> </u> de <u> </u> | | | | | | | | | | | | |
| RAZÓN SOCIAL: <u>CRISTIAN NILO ASENCIOS BLAS</u> RUC: DIRECCIÓN: <u>Calle los pinos MZ J1 Lt 10 - Los Olivos</u> NOMBRE DEL PROYECTO: <u>Análisis de calidad de agua potable (para consumo humano)</u> PROCEDENCIA: <u>CARQUIN - HUACRA - HUACRA</u> | | | | | | ANÁLISIS REQUERIDOS | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Indicar con una (X) en los recuadros inferiores, los análisis requeridos por cada muestra | | | | | | | | | | | | | | |
| N° de muestra | Código de Cliente | Muestreo | | Matriz o Producto | Ubicación UTM | D. Total | Cloro / PH | STD | Color / Turbidez | Nitritos | Nitratos / NH | CF / CT | | | | | | | | |
| | | Fecha (d-m-a) | Hora (24:00) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | AB-01 | 28/04/22 | 12:40 | A. potable | | / | / | / | / | / | / | / | | | | | | | | |
| | AB-02 | 28/04/22 | 12:40 | A. potable | | / | / | / | / | / | / | / | | | | | | | | |

ENVIROTEST S.A.C.

29 ABR 2022

RECIBIDO

LA RECEPCIÓN NO IMPLICA CONFIRMACIÓN

(a) Información Eneada por Recepción de Muestras: (b) MATRIZ O PRODUCTO: Salud Ocupacional (S.O.) (Respirables (Resp.), Inhalables (Inh.), Polvos (Pov), PVC, MCE), Calidad de Aire (C.A.) (PM-10, PM-2.5 (FV, LV), PTS, Sol. Cap.), Oros
 Agua (A.) [Agua Natural (A. Superficial, A. Subterránea, A. de Manantial, A. Termal, A. de Lluvia o Nevado), Agua Residual (A.R.) (A. R. Doméstica, A. R. Industrial, A. R. Municipal), Agua de Uso y Consumo Humano (A. de bebida, A. Potable, A. Envasada, A. de mesa, A. de laguna artificial), Agua Salina (A. de Mar, A. Salobre, Salmuera), Agua de Proceso (A. de circulación o enfriamiento, A. de alimentación para calderas, A. de calderas, A. de lavación, A. parheado, A. de irrigación y riego)], Emisiones (Eml.) [Partículas inorg. (S.O.)], Muestra Sólida (M.S.) [Suelo (Sue), Lodo (Lod), Sedimento (Sed.)]

| MUESTREO REALIZADO POR | | PLAN/PROCEDIMIENTO DE MUESTREO | | INFORMACIÓN DEL MUESTREO | | OBSERVACIONES | | SUPERVISOR / REPRESENTANTE DEL CLIENTE | |
|------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------|--|---------------|--|--|--|
| Envirotest: | | | | COBO DE EQUIPOS UTILIZADOS: | | | | Nombre: | |
| Responsable: | <u>Cristian Asencios Blas</u> | | | | | | | Cargo: | |
| Firma: | | | | | | | | Firma: | |

| ENTREGADO POR: | | RECIBIDO POR: | | LABORATORIO - RECEPCIÓN DE MUESTRAS | |
|----------------|--|----------------|-----------------|--|--|
| Fecha (d-m-a): | | Fecha (d-m-a): | <u>29-04-22</u> | Origen de los envases de las muestras: | Cliente <input type="checkbox"/> Envirotest <input type="checkbox"/> |
| Hora (24:00): | | Hora (24:00): | <u>09:35</u> | Condición de la Muestra: | |
| Firma: | | Firma: | | | |

Envirotest S.A.C., RUC 20523205936, Calle B Mz C lote 40 Urb. Panamericana-Lima 31-Peñ., Central Telefónica (511) 522-3759 / 533-1828, RPC 989114649. E-mail: info@envirotest.com.pe / www.envirotest.com.pe

Anexo 3. Imágenes del lugar

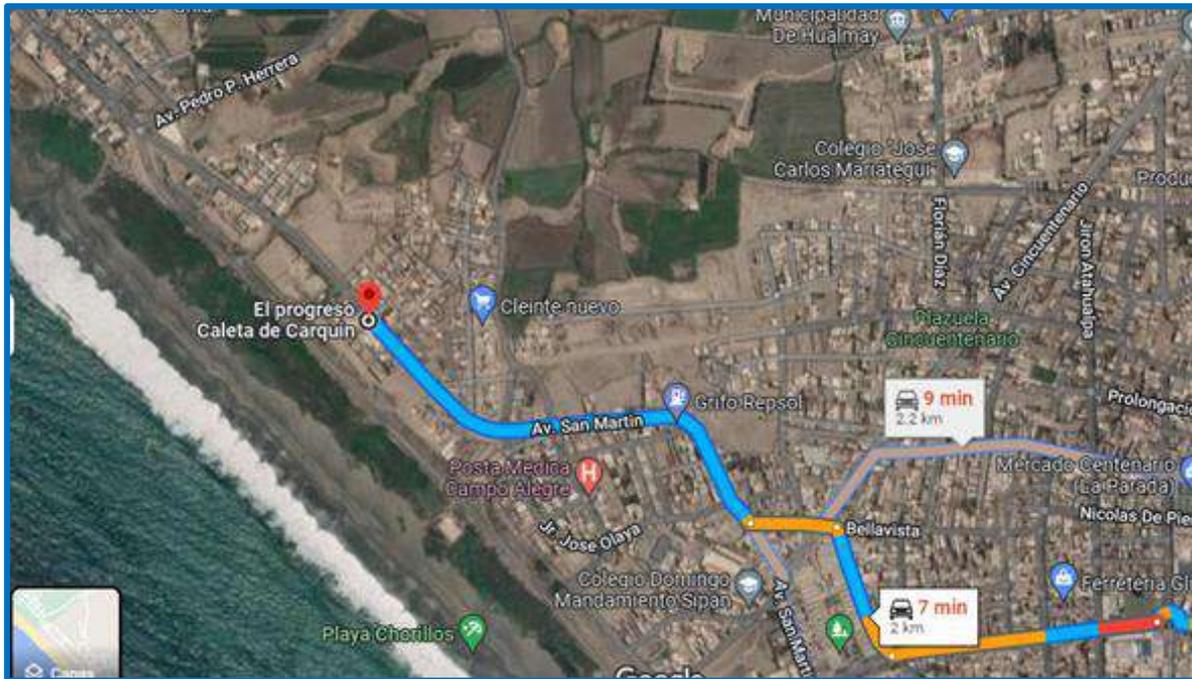


Figura 17. Mapa de ruta de acceso

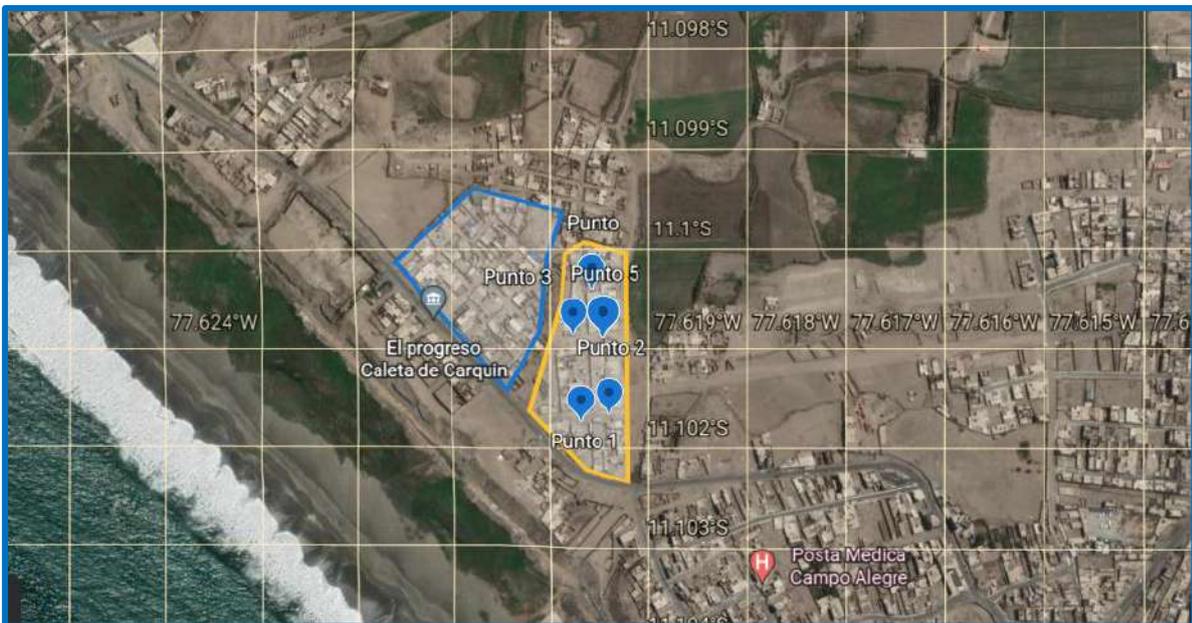


Figura 18. Mapa de ubicación de los dos asentamientos

Anexo 4. Certificado de laboratorio de los resultados del monitoreo



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-056



INFORME DE ENSAYO N° 222713 CON VALOR OFICIAL

Razón Social : ASENCIOS BLAS CRISTIAN
Domicilio Legal : S/N
Solicitado por : ASENCIOS BLAS CRISTIAN
Referencia : Cotización N°1093-2022
Proyecto : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA POTABLE (PARA CONSUMO HUMANO)
Procedencia : CARQUIN - HUACHO - HUAURA
Muestreo Realizado por : EL CLIENTE
Cantidad de Muestras : 2
Producto : Agua para Uso y Consumo Humano
Fecha de Recepción : 29/04/2022
Fecha de Ensayo : 29/04/2022 al 11/05/2022
Fecha de Emisión : 11/05/2022

I. Resultados

| Código de Laboratorio | | 222713-01 | | 222713-02 | |
|-----------------------------------|-------------------------|--|---------|--|---------|
| Código del Cliente | | AB-01: AA, HH EL PROGRESO | | AB-02: AA, HH 1 DE MAYO | |
| Fecha de Muestreo | | 29/04/2022 | | 28/04/2022 | |
| Hora de Muestreo (h) | | 12:10 | | 12:40 | |
| Ubicación Geográfica (WGS 84) | | E:219046.80280675 N:8772526.6391908 | | E:223048.60280675 N:7442526.6391908 | |
| Tipo de Producto | | Agua de Bebida (Agua Potable) | | Agua de Bebida (Agua Potable) | |
| Tipo de Ensayo | Unidad | L.D.M. | L.C.M. | Resultados | |
| Laboratorio Físico Químico | | | | | |
| Cloro Total (*) | mg/L | NA | 0,02 | <0,02 | <0,02 |
| Cólor | UC | 1,6 | 5,0 | <5,0 | <5,0 |
| Dureza Total | mg CaCO ₃ /L | 1,50 | 5,00 | 265,52 | 284,58 |
| Nitrato | mg NO ₃ -N/L | 0,028 | 0,133 | 29,891 | 14,407 |
| pH(*) | Unidad de pH | NA | 0,01 | 7,23 | 7,47 |
| Sólidos Totales Disueltos | mg STD/L | 2 | 6 | 1 318 | 1 290 |
| Turbidez | NTU | 0,05 | 0,25 | 0,30 | 0,40 |
| Laboratorio Instrumental | | | | | |
| Mercurio | mg/L | 0,0005 | 0,00010 | 0,00050 | 0,00030 |
| Metas Totales | | | | | |
| Aluminio | mg/L | 0,0077 | 0,0084 | <0,0084 | <0,0084 |
| Antimonio | mg/L | 0,0015 | 0,0050 | <0,0050 | <0,0050 |
| Arsénico | mg/L | 0,001 | 0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Bario | mg/L | 0,0004 | 0,0008 | 0,0540 | 0,0444 |

Legenda: L.C.M. = Límite de cualificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "<" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. Indicado, "T2" = Resolución del equipo, "(*)" = Límite de Detección de Método.

*: No analizado

[*] Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido certificados por el INACAL - DA.

INFORME DE ENSAYO N° 222713 CON VALOR OFICIAL

| Código de Laboratorio | | 222713-01 | | 222713-02 | |
|-------------------------------|--------|--|---------|--|----------|
| Código del Cliente | | AB-01: AA. HM EL PROGRESO | | AB-02: AA. HM 1 DE MAYO | |
| Fecha de Muestreo | | 28/04/2022 | | 28/04/2022 | |
| Hora de Muestreo (h) | | 12:10 | | 12:40 | |
| Ubicación Geográfica (WGS 84) | | E:213048.60280875 N:8772526.6391908 | | E:223048.60280875 N:7442526.6391908 | |
| Tipo de Producto | | Agua de Bebida (Agua Potable) | | Agua de Bebida (Agua Potable) | |
| Tipo de Ensayo | Unidad | L.D.M. | L.C.M. | Resultados | |
| Berilio | mg/L | 0,0002 | 0,0003 | <0,0003 | <0,0003 |
| Boro | mg/L | 0,0012 | 0,0022 | <0,0022 | <0,0022 |
| Cadmio | mg/L | 0,00005 | 0,00020 | <0,00020 | <0,00020 |
| Calcio | mg/L | 0,0035 | 0,0050 | 50,2652 | 50,8022 |
| Ceño | mg/L | 0,0096 | 0,0224 | <0,0224 | <0,0224 |
| Cobalto | mg/L | 0,0007 | 0,0018 | <0,0018 | <0,0018 |
| Cobre | mg/L | 0,0005 | 0,0012 | <0,0012 | <0,0012 |
| Cromo | mg/L | 0,0023 | 0,0040 | <0,0040 | <0,0040 |
| Estaño | mg/L | 0,0026 | 0,0075 | <0,0075 | <0,0075 |
| Estroncio | mg/L | 0,0002 | 0,0004 | 1,1590 | 1,0872 |
| Fosforo | mg/L | 0,0237 | 0,0420 | <0,0420 | <0,0420 |
| Hierro | mg/L | 0,0052 | 0,0064 | 0,0902 | 0,1986 |
| Litio | mg/L | 0,0006 | 0,0010 | <0,0010 | <0,0010 |
| Magnesio | mg/L | 0,0107 | 0,0141 | 15,4467 | 15,1690 |
| Manganeso | mg/L | 0,0004 | 0,0005 | <0,0005 | <0,0005 |
| Molibdeno | mg/L | 0,0018 | 0,0023 | <0,0023 | <0,0023 |
| Niquel | mg/L | 0,0015 | 0,0027 | <0,0027 | <0,0027 |
| Plata | mg/L | 0,0014 | 0,0027 | <0,0027 | <0,0027 |
| Piombo | mg/L | 0,0004 | 0,0010 | <0,0010 | <0,0010 |
| Potasio | mg/L | 0,0463 | 0,0977 | 2,9998 | 2,9544 |
| Selenio | mg/L | 0,001 | 0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Silicio | mg/L | 0,0051 | 0,0120 | 6,8221 | 7,1633 |
| Sodio | mg/L | 0,0074 | 0,0127 | 201,7904 | 207,2334 |
| Talio | mg/L | 0,0002 | 0,0006 | <0,0006 | <0,0006 |
| Titanio | mg/L | 0,0021 | 0,0026 | <0,0026 | <0,0026 |
| Vanadio | mg/L | 0,0005 | 0,0070 | <0,0070 | <0,0070 |
| Zinc | mg/L | 0,0009 | 0,0012 | 0,0427 | 0,0403 |

Legenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método. L.D.M. = Límite de detección del método. *< = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado. *[*] = Resolución del equipo. *[*] = Límite de Detección de Método.

[]: No analizado

INFORME DE ENSAYO N°222713 CON VALOR OFICIAL

II. Métodos y Referencias

| Tipo de Ensayo | Norma Referencia | Título |
|-----------------------------------|--|---|
| Laboratorio Físico Químico | | |
| Cloro Total (*) | Free Residual Chlorine | SM-450C-CI G (2017) USEPA Method 330.5 DOC316.53.01449 |
| Color | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23 rd Ed. 2017 | Color. Spectrophotometric - Single - Wavelength Method (Proposed) |
| Dureza Total | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340-C, 23 rd Ed. 2017 | Hardness. EDTA Titrimetric Method |
| Nitrato | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO3- E, 23 rd Ed. 2017 | Nitrogen (Nitrate). Colorimetric Method |
| pH (*) | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23 rd Ed. 2017 | pH Value. Electrode Method |
| Sólidos Totales Disueltos | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23 rd Ed. 2017 | Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C |
| Turbidez | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23 rd Ed. 2017 | Turbidity. Nephelometric Method |
| Laboratorio Instrumental | | |
| Mercurio | EPA Method 245.1, Rev. 3, 1994 | Determination of Mercury in Water by Cold Vapor Atomic Absorption Spectrometry |
| Metales Totales | EPA Method 200.7 Rev.4.4 1994 | Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry |

EPA: U. S. Environmental Protection Agency, Methods for Chemicals Analysis

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA


Ing. Alex De la Rama
Jefe de Laboratorio
C.I.P. N° 225833

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del Perú. El tiempo de validez de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al laboratorio. El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años. El tiempo de preservación de la muestra está en función a lo declarado en los indicios normalizados de ensayo y según sea la zona de muestra. Está permitida la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C. Los resultados se relacionan solamente con los datos de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron. Para verificar la autenticidad de presente informe de ensayo solicitar información al correo info@envirotest.com.pe

FIN DEL INFORME

**INFORME DE ENSAYO N° 222713-M
CON VALOR OFICIAL**

Razón Social : ASENCIOS BLAS CRISTIAN
Domicilio Legal : S/N
Solicitado por : ASENCIOS BLAS CRISTIAN
Referencia : Cotización N°1093-2022
Proyecto : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA POTABLE (PARA CONSUMO HUMANO)
Procedencia : CARQUIN - HUACHO - HUAJRA
Muestreo Realizado por : EL CLIENTE
Cantidad de Muestras : 2
Condición de Conservación : 5.2°C
Producto : Agua para Uso y Consumo Humano
Fecha de Recepción : 29/04/2022
Fecha de Ensayo : 29/04/2022 al 11/05/2022
Fecha de Emisión : 11/05/2022

Sissy Alvarez M.
Bilga. Sissy Alvarez M.
Jefe de Laboratorio Biológico
C.B.P. N° 9928

I. Resultados

| Código de Laboratorio | 222713-01 | | 222713-02 | |
|-------------------------------|--|--------|--|-----------|
| Código del Cliente | AB-01: AA, HH EL PROGRESO | | AB-02: AA, HH 1 DE MAYO | |
| Fecha de Muestreo | 26/04/2022 | | 28/04/2022 | |
| Hora de Muestreo (h) | 12:10 | | 12:40 | |
| Ubicación Geográfica (WGS 84) | E:213048.60280675 N:8772526.6391908 | | E:223048.60280675 N:7442526.6391908 | |
| Tipo de Producto | Agua de Bebida (Agua Potable) | | Agua de Bebida (Agua Potable) | |
| Tipo de Ensayo | Unidad | L.C.M. | Resultados | |
| Laboratorio Biológico | | | | |
| Fecal Coliform (44.5±0.2°C) | NMP/100mL | 1,1 | <1,10E+00 | <1,10E+00 |
| Total Coliform (35±0.5°C) | NMP/100mL | 1,1 | <1,10E+00 | <1,10E+00 |

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método. "c" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado. "q" = Resolución cuantificable. "y" = Límite de Detección de Método. "n" = No realizado

II. Métodos y Referencias

| Tipo de Ensayo | Norma Referencia | Título |
|-----------------------------|-----------------------------------|--|
| Laboratorio Biológico | | |
| Fecal Coliform (44.5±0.2°C) | SMEWW 9221E/9221C 23rd Ed. 2017 | Thermotolerant (Fecal) Coliform Procedure |
| Total Coliform (35±0.5°C) | SMEWW 9221B/ 9221C, 23rd Ed. 2017 | Standard Total Coliform Fermentation Technique |

SMEWW : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente. El solo resultado no deben ser utilizado como una certificación de conformidad con normas del producto. El tiempo de validez de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio. El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años. El tiempo de validez de la muestra está en función e lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y según el tipo de muestra. Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C. Los resultados se relacionan solamente con los datos de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron. Para verificar la autenticidad del presente informe de ensayo solicitar información al correo info@envirotest.com.pe

****FIN DEL INFORME****

Anexo 5. Evidencias fotograficas de los procedimientos de la toma de muestra

1° Coordinación con el laboratorio:

Previa cotización con varios laboratorios certificados por INACAL se procedió a coordinar con el elegido, que en este caso es el laboratorio ENVIROTEST. Se eligió la fecha del 28/04/2022 para el día de toma de muestras en los dos asentamientos humanos, para ello enviaron los frascos y materiales para la toma de muestras respectiva.

2° Recojo de materiales enviados por el laboratorio desde Lima a Huacho

El cooler con los materiales para toma de muestras se enviaron por encomienda en la empresa ZBuss el 27/04/2022 y se recogieron el 28/04/2022



3° Toma de muestras

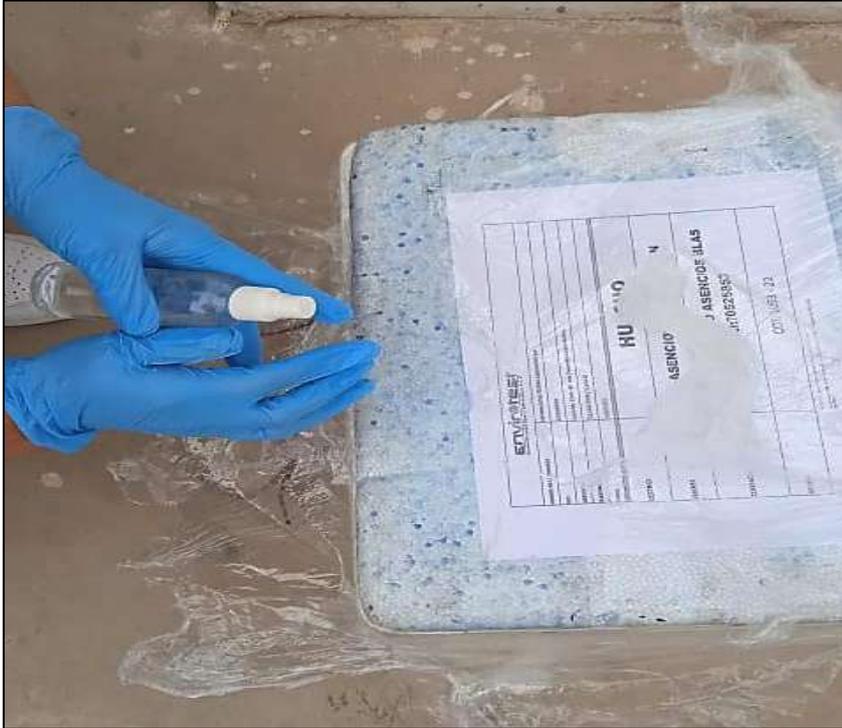
Una vez recogido los materiales se procedió en ir a los dos asentamientos humanos para la toma de muestras respectiva. Previo a ello se compró una jarra nueva de 1litro de capacidad para

facilitar la toma de muestras, asimismo se compró guantes de nitrilo sin talco y alcohol para la desinfección de la jarra y los guantes constantemente.

3.1. AA.HH. El progreso

Previa elección de una vivienda del asentamiento humano El Progreso, se procedió a la toma de muestras.

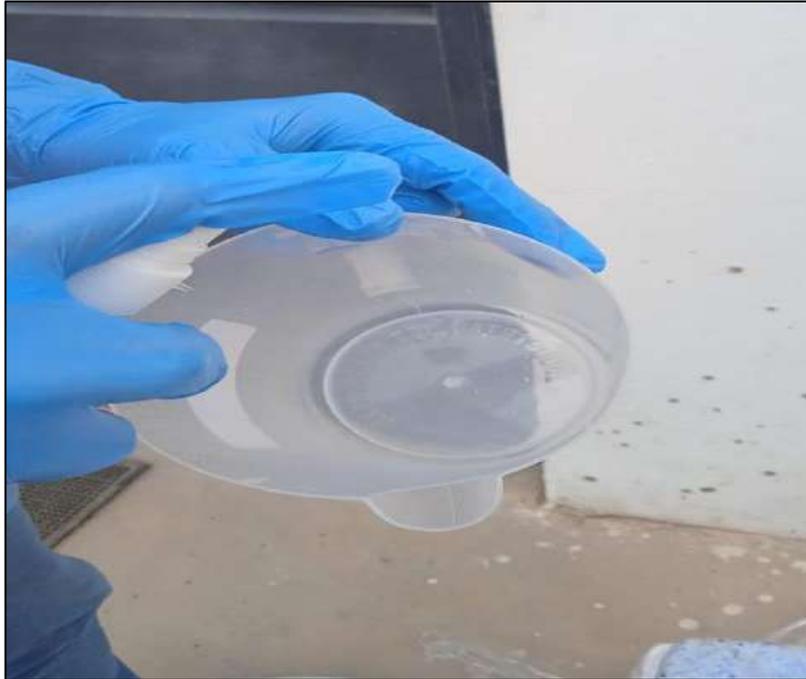




Leyenda: Revisión de los materiales del cooler, previa desinfección con alcohol y uso de guantes de nitrilo.



Una vez verificado los materiales del cooler se procedió a llenar la jarra previamente desinfectado con alcohol, para verterlos en los frascos. Antes de ello se dejó correr o dejar abierto el caño por 30 segundos para que la muestra sea más representativa, ya que hay mucha presencia de tierra y polvo en la zona y podía haber ensuciado el caño o grifo y no hacerla representativa a la muestra, entendiendo a representativa como confiable.



Leyenda: Desinfección de la jarra con alcohol.

Una vez enjuagado 2 veces la jarra con el agua del tanque y llenado la jarra se procedió a verterlos a los frascos correspondientes de acuerdo a los parámetros que traía rotulado los mismos. Algunos de ellos como los metales totales, la dureza total y los coliformes totales y fecales necesitaban añadirle soluciones acidas como preservante.

30 gotas de ácido nítrico HNO_3 para los parámetros de dureza total y el de metales totales

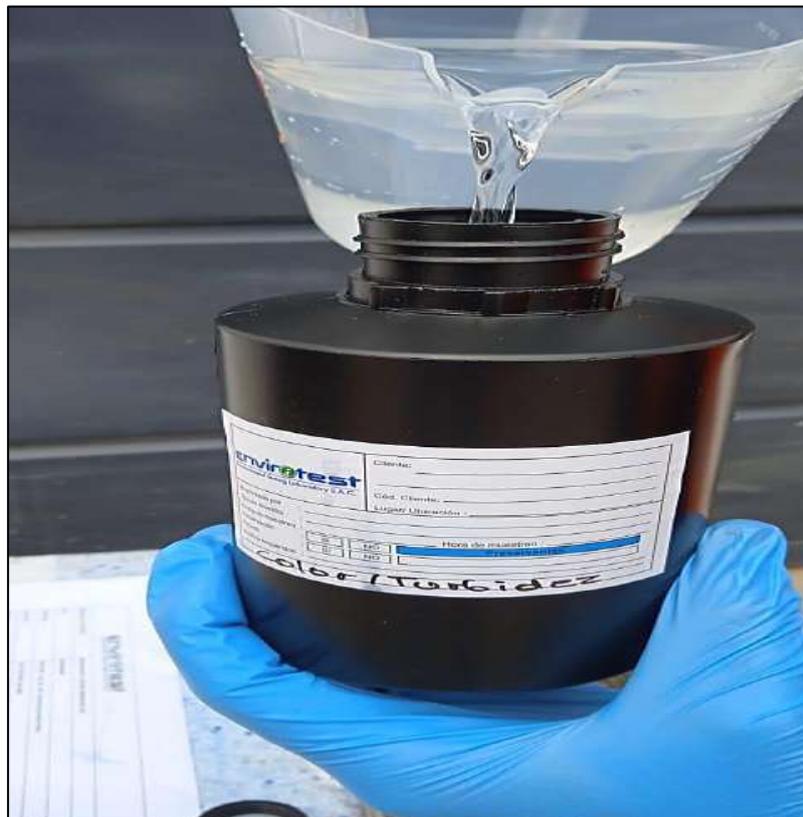
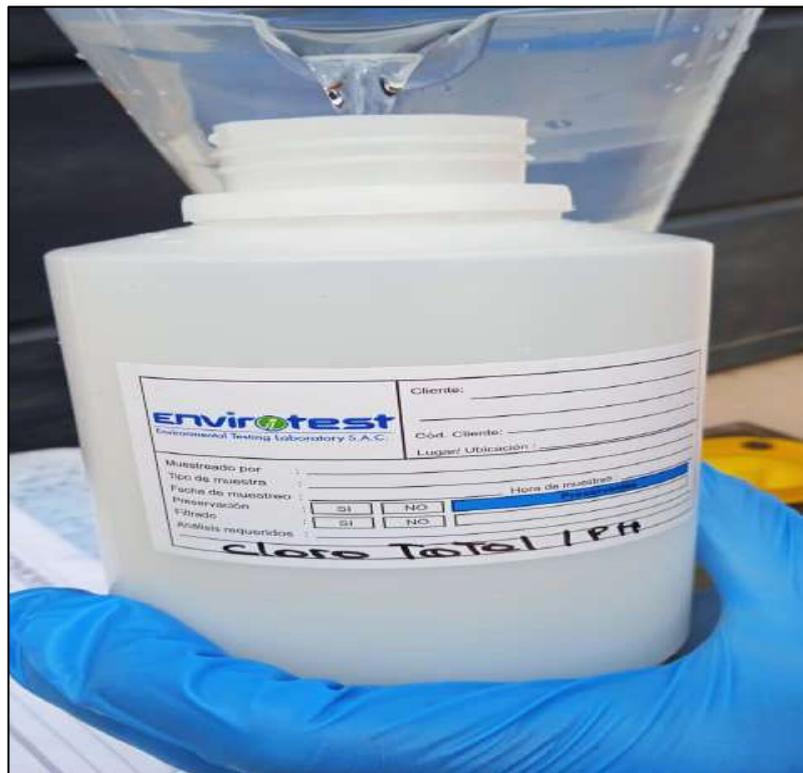
2 gotas de tiosulfato por ser agua clorada para los parámetros de coliformes fecales y totales

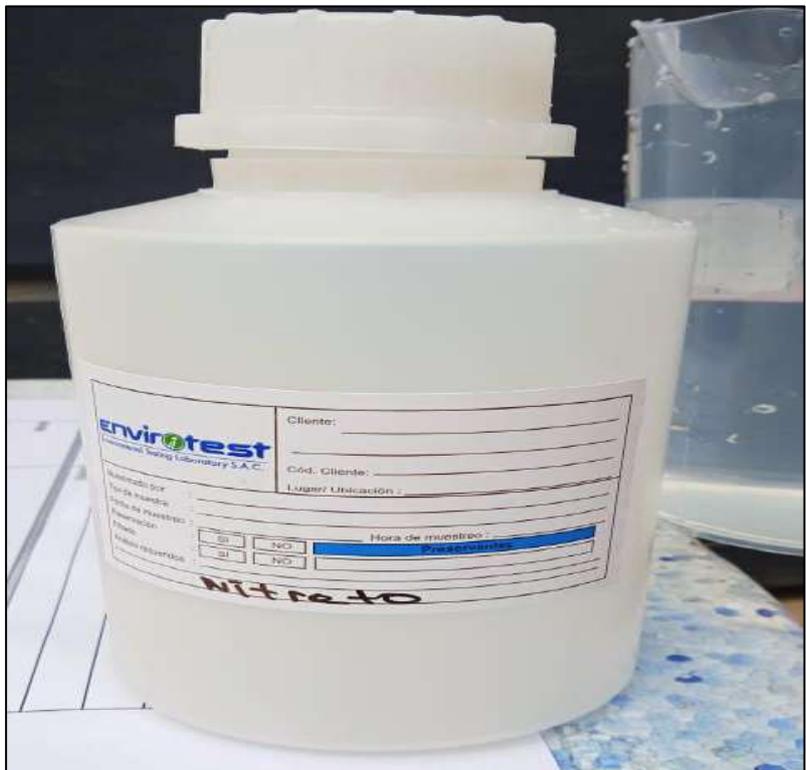
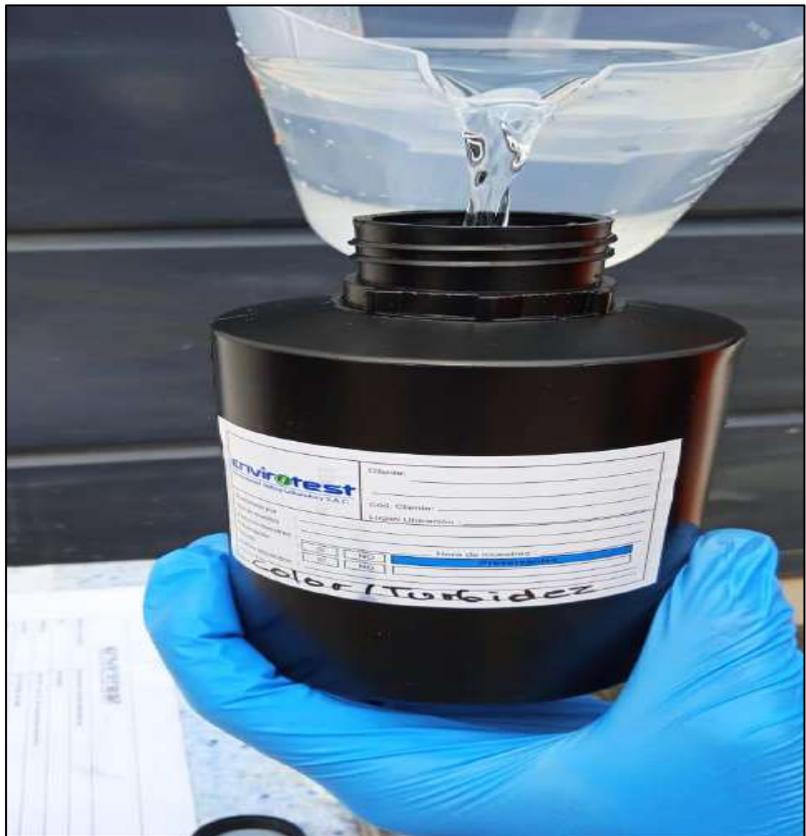


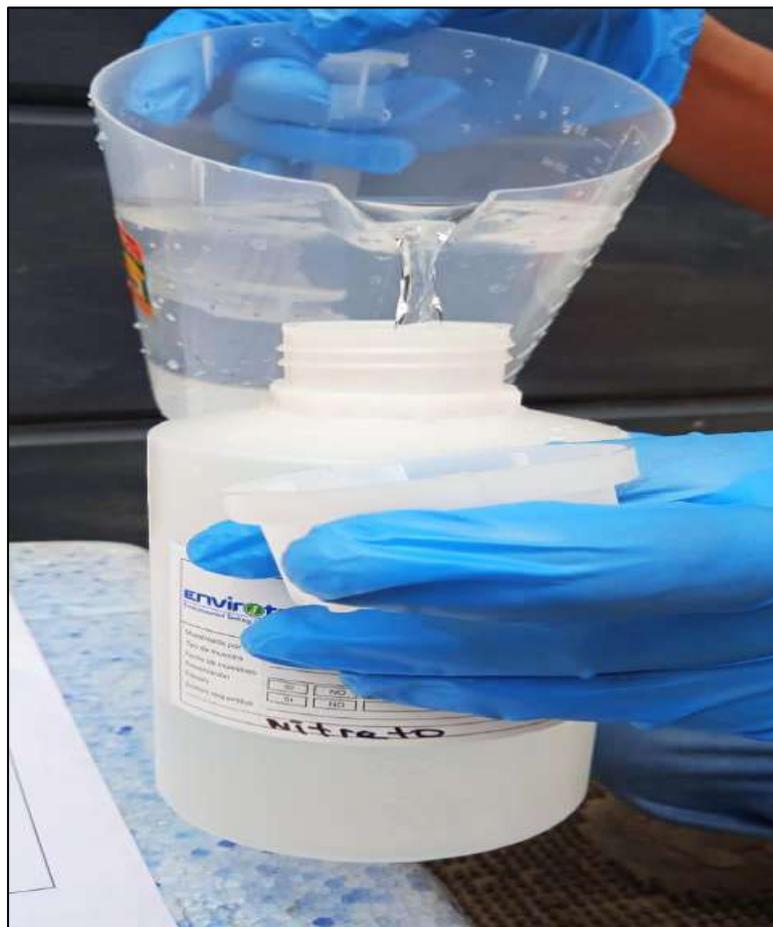
Leyenda: Proceso de llenado de la jarra con el agua.



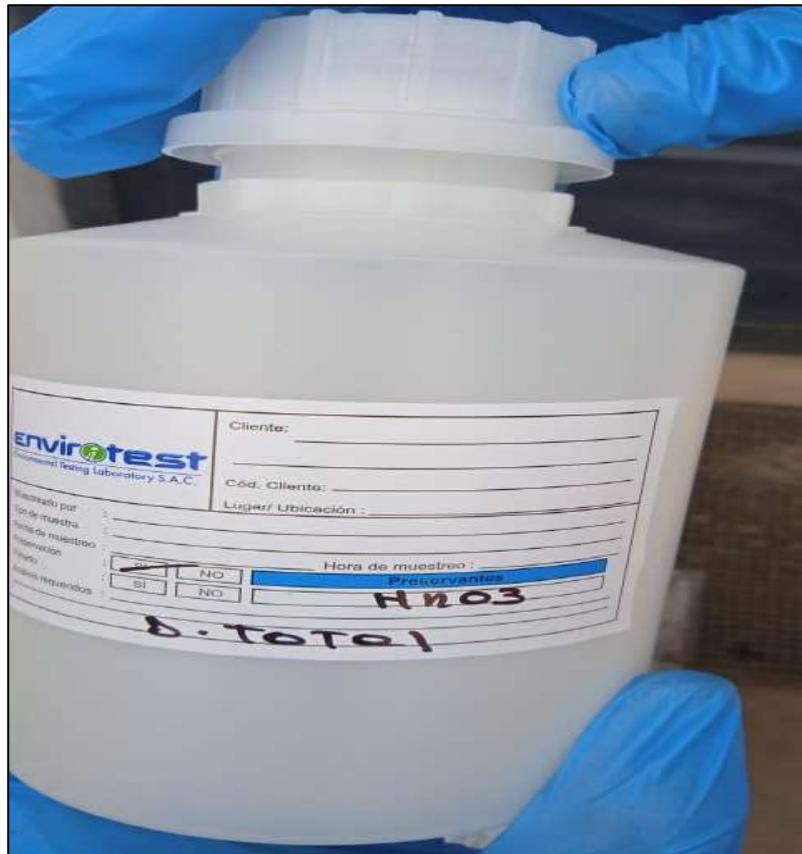
Leyenda: Jarra llena con el agua del tanque.







Leyenda: Se vertió el agua en cada uno de los frascos.





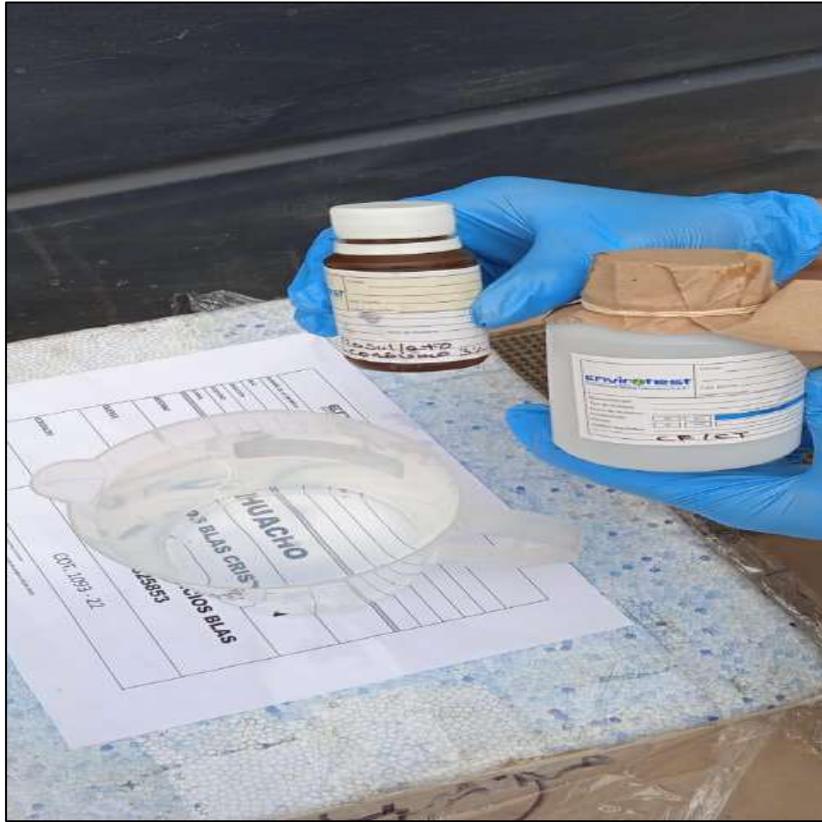


Leyenda: Preservante a la dureza total y metales totales con ácido nítrico.



Leyenda: Se añadió 2 gotas de tiosulfato al parámetro de coliformes totales y fecales. Asimismo, no se le llena el frasco al ras, sino que se le deja lleno solo hasta 1 cm antes del cuello del envase para que pueda oxigenarse.





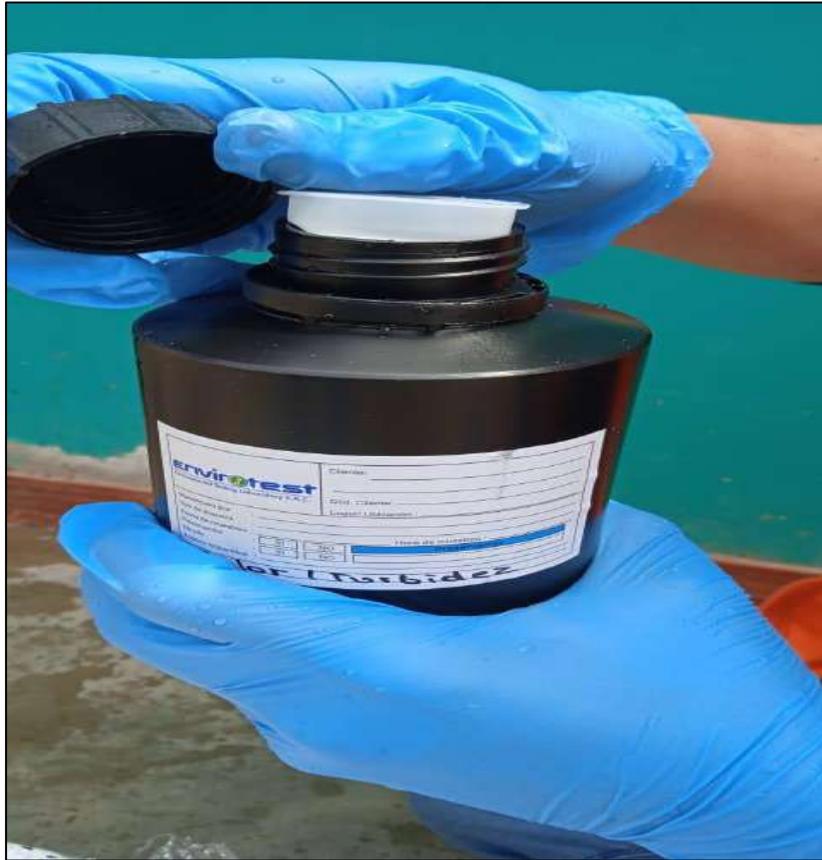
3.2. Asentamiento humano 1 de mayo

Del mismo modo, que el asentamiento humano el progreso se procede a tomar las muestras respectivas con el mismo procedimiento.







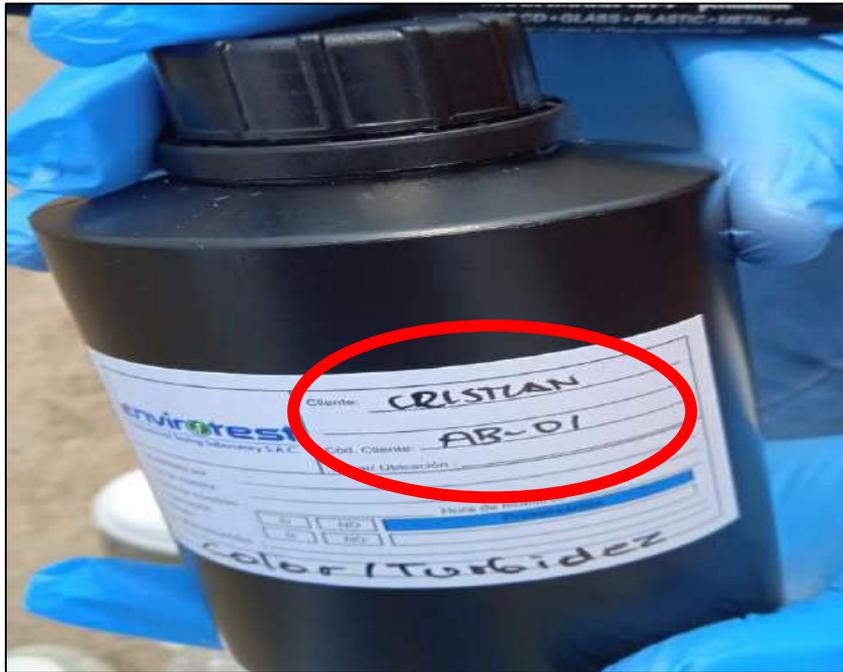




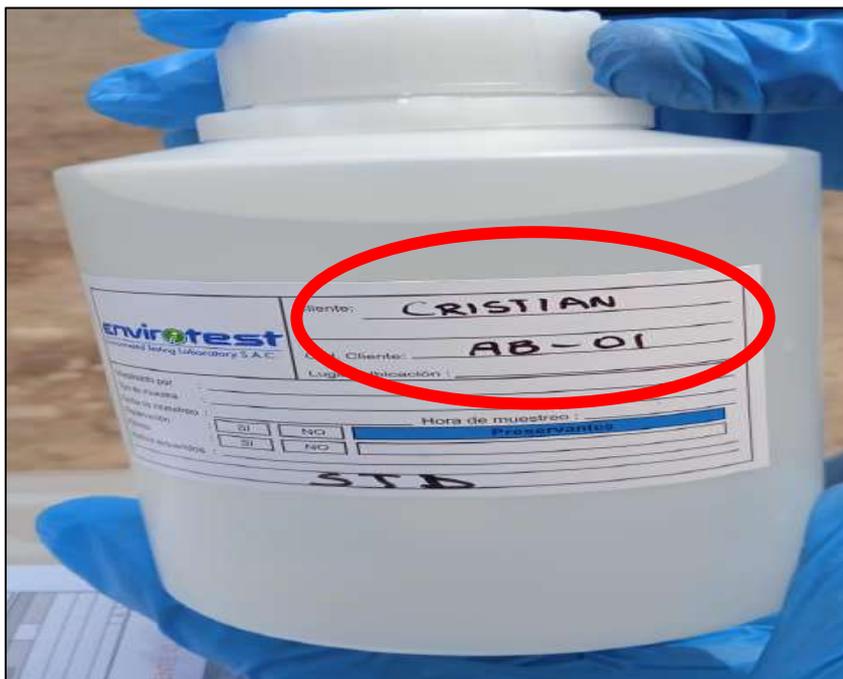
3.3 Proceso de codificación de ambas muestras por asentamiento humano

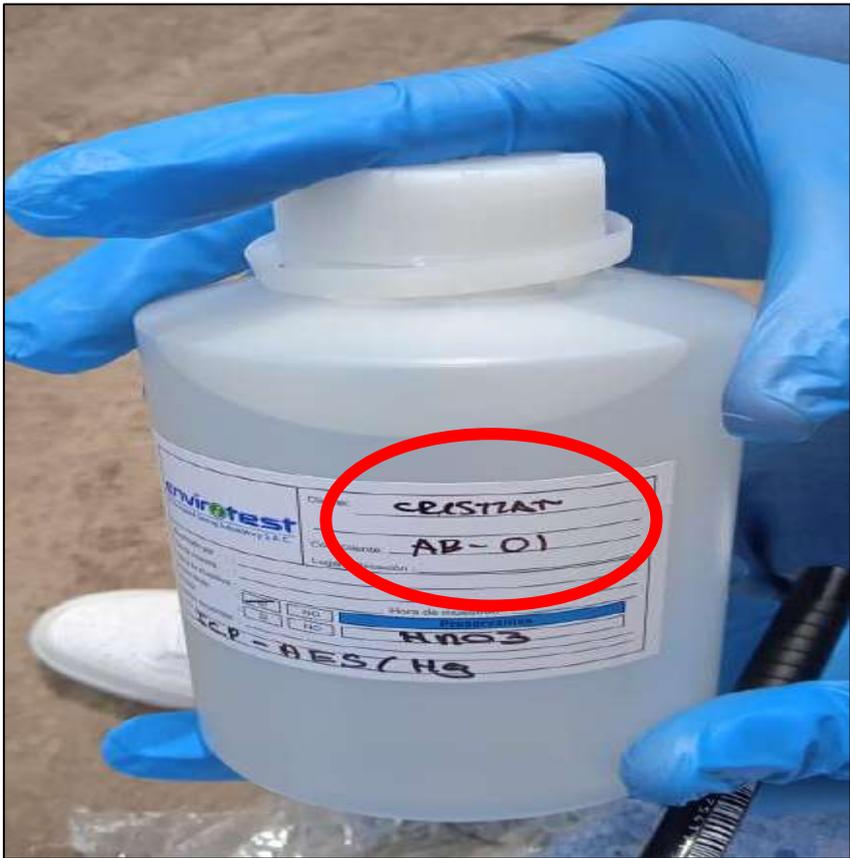
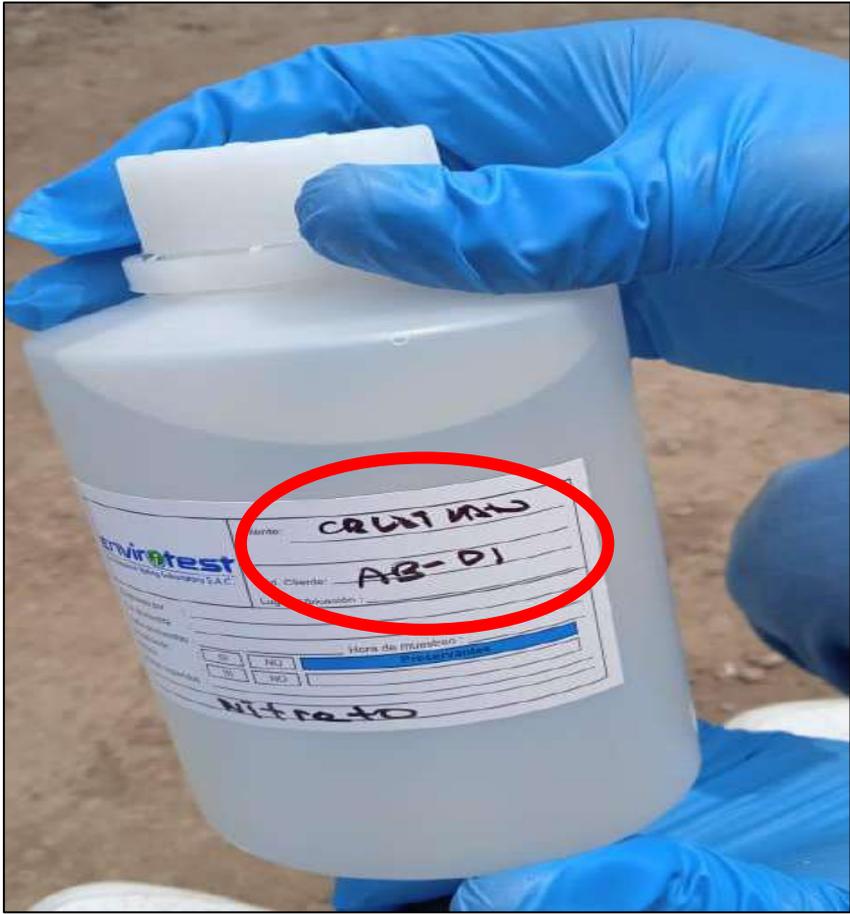
Para diferenciar a las muestras de ambos asentamientos humanos se procedió a darle la siguiente codificación:

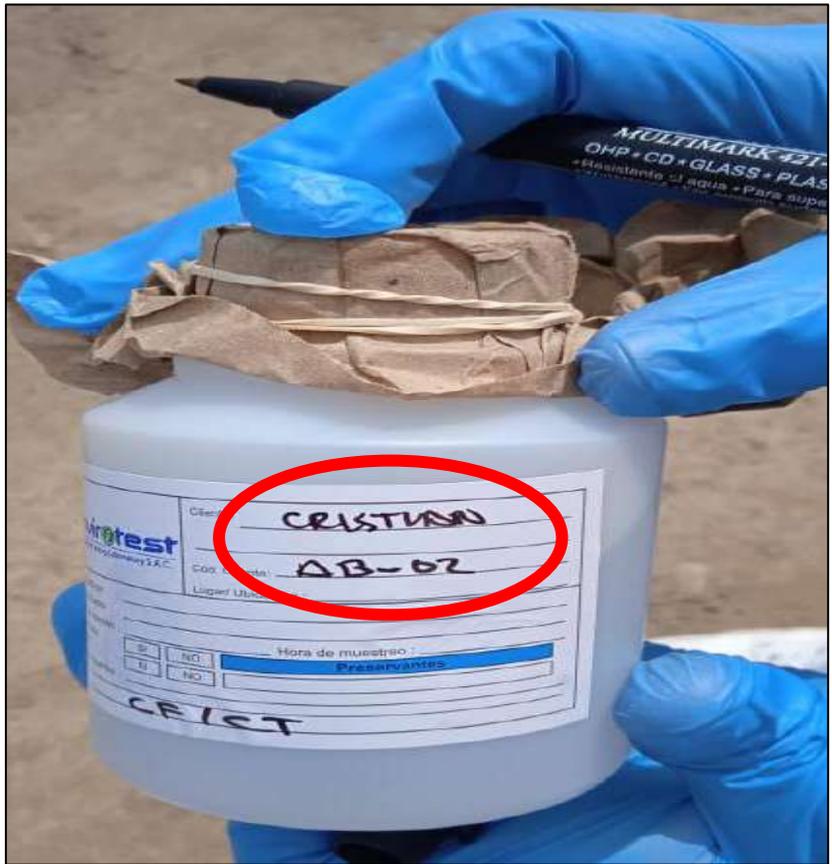
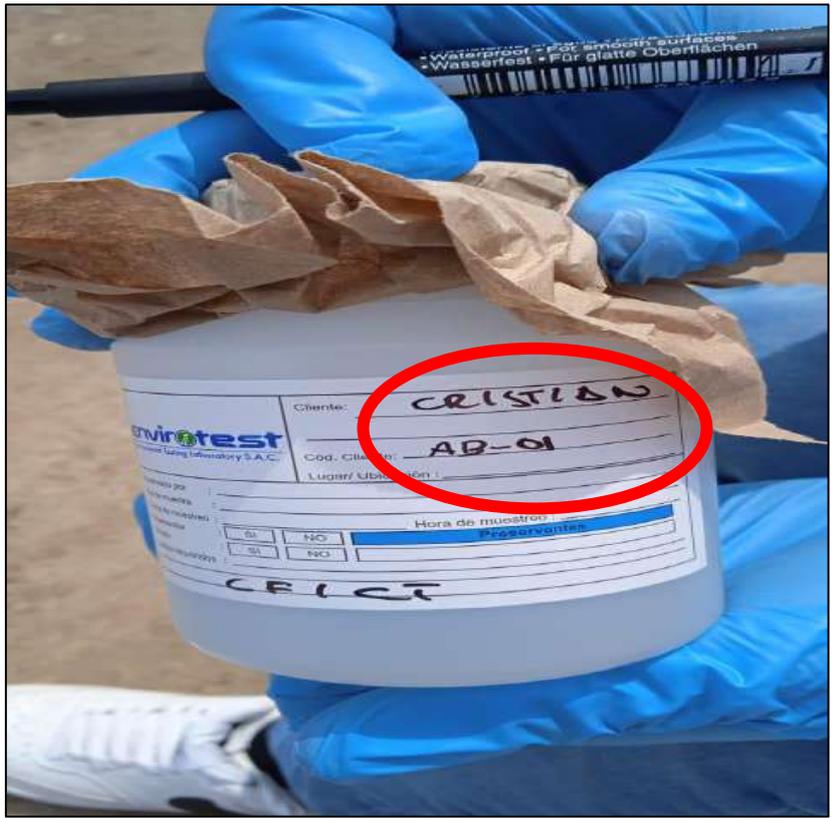
- AB-01: Para las muestras del asentamiento humano el Progreso
- AB-02: Para las muestras del asentamiento humano 1 de Mayo



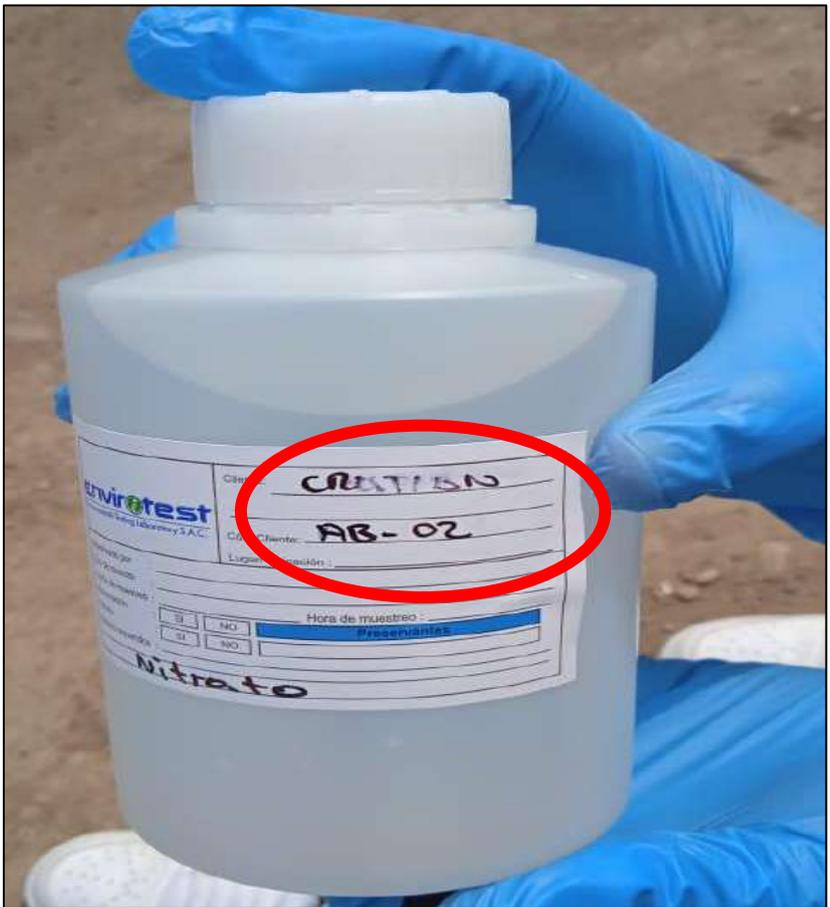
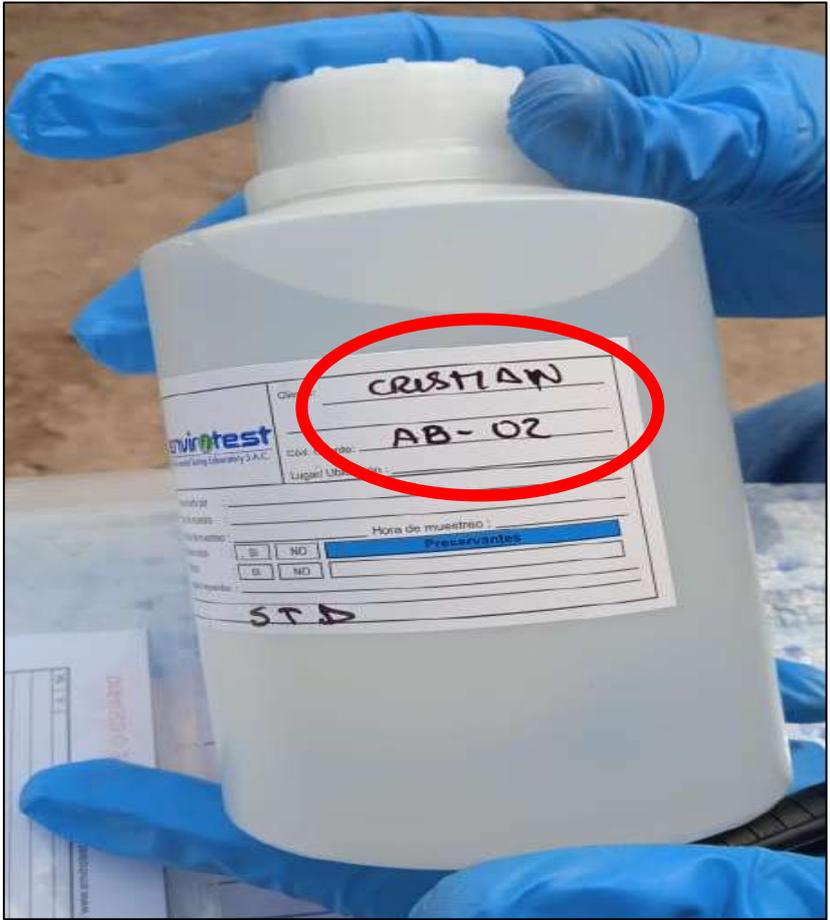
Legenda: Codificación de las muestras del asentamiento humano el Progreso







Leyenda: Codificación de las muestras del asentamiento humano 1





3.4. Llenado de cadena de custodia

Con las codificaciones y todos los parámetros rotulados y correspondientes al trabajo de investigación se procedió a llenar la cadena de custodia con la hora, código, y parámetros analizados:



Leyenda: Llenado de la cadena de custodia.

Agua M.S. C.A. S.O.

CADENA DE CUSTODIA

DATOS DEL CLIENTE

ENVIAR INFORME DE ENSAYO A

RAZÓN SOCIAL: **CRISTIAN NILO ASENCIOS BIAS**

DIRECCIÓN: **Calle los pinos Mz J1 Lt 10 - Los Olivos**

TELÉFONO: **935134445** EMAIL: **cr.30199@gmail.com**

CONTACTO: _____

CLIENTE SERVIDO: _____ PLAN DE MUESTREO N°: **CITRAGON Y 1093-22**

OTRA REFERENCIA: _____

ENVIAR FACTURA A

RAZÓN SOCIAL: **CRISTIAN NILO ASENCIOS BIAS**

RUC: _____

DIRECCIÓN: **Calle los pinos Mz J1 Lt 10 - Los Olivos**

NOMBRE DEL PROYECTO: **Análisis de calidad de agua potable (para consumo humano)**

PROVENIENCIA: **CARQUIN - HUACHO - HUAYRA**

| N° de muestra | Código de Cliente | Muestra | | Muestra o Producto | Ubicación UTM |
|---------------|-------------------|---------------|--------------|--------------------|---------------|
| | | Fecha (dd-mm) | Hora (24 Hr) | | |
| AB-01 | | 28/04/22 | 12:40 | A. potable | |

Agua M.S. C.A. S.O. Emi. Otro I.E. N°(a): _____

CADENA DE CUSTODIA

DATOS DEL CLIENTE

ENVIAR INFORME DE ENSAYO A

RAZÓN SOCIAL: **CRISTIAN NILO ASENCIOS BIAS**

DIRECCIÓN: **Calle los pinos Mz J1 Lt 10 - Los Olivos**

TELÉFONO: **935134445** EMAIL: **cr.30199@gmail.com**

CONTACTO: _____

CLIENTE SERVIDO: _____ PLAN DE MUESTREO N°: **CITRAGON Y 1093-22**

OTRA REFERENCIA: _____

ENVIAR FACTURA A

RAZÓN SOCIAL: **CRISTIAN NILO ASENCIOS BIAS**

RUC: _____

DIRECCIÓN: **Calle los pinos Mz J1 Lt 10 - Los Olivos**

NOMBRE DEL PROYECTO: **Análisis de calidad de agua potable (para consumo humano)**

PROVENIENCIA: **CARQUIN - HUACHO - HUAYRA**

| N° de muestra | Código de Cliente | Muestra | | Muestra o Producto | Ubicación UTM | ANÁLISIS REQUERIDOS | | | | | |
|---------------|-------------------|---------------|--------------|--------------------|---------------|---------------------|---------------|-----|------------------|----------|-------------|
| | | Fecha (dd-mm) | Hora (24 Hr) | | | 2. Total | Cloro T. / PH | STD | Color / Turbidez | Nitratos | Temperatura |
| AB-01 | | 28/04/22 | 12:40 | A. potable | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| AB-02 | | 28/04/22 | 12:40 | A. potable | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

Indicar con una (X) en los recuadros anteriores, los análisis requeridos

4. Envío de muestras al laboratorio para su análisis

Luego de haber tomado todas las muestras, en ambos asentamientos humanos, se procedió al envío del cooler con las muestras para su respectivo análisis. Dicho envío se realizó en la misma empresa en el que vino (Zbuss)



Leyenda: Foto de la vivienda del asentamiento humano 1 de Mayo



ZBUSS

ZBUSS SAC

RUC: 20602221505
JR. JULIAN PIÑEYROS NRO. 440 LIMA - LIMA -
RIMAC

BOLETA DE VENTA ELECTRONICA

B311-0032124

Fecha Emision: 28/04/2022
Agencia: HUACHO_ENCO
Telefono: 946269845
Direccion: AV. TUPAC AMARU 214 - HUACHO

Destino: **PLAZA_NORTE**

F.Pago: EFECTIVO

Cliente / Remitente

DNI: 70525853
ASENSO BLAS CRISTIAN

Consignado

SANCHEZ QUIROZ JUAN JESUS

PLAZA NORTE

| # | DESCRIPCION | TOTAL |
|---|---------------------------|-------|
| 1 | CAJA CON MUESTRAS DE AGUA | 15.00 |
| - | 1234 | |

TOTAL (\$/): 15.00

SON: QUINCE Y 00/100 Soles

Usu.Reg: MANANA Fec.Imp: 28/04/2022
Hor.Imp: 13:42

Al recibir el presente DOCUMENTO, acepto todos los términos y condiciones del contrato del servicio de transporte detallado en el letrero, banner y/o panel a la vista ubicados en el counter de ventas al momento de la compra.

OBgCKNAWASLzASuFAL3QxPhnDRs=



Leyenda: Recibo de pago del envío de la caja de muestras.