



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA AMBIENTAL**

Utilización del hipoclorito de calcio para tratamiento de agua para consumo de la población del caserío Coyunde Grande, Hualgayoc.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Ambiental

**AUTOR:**

Br. Efus Cabrera, Luis Albert (ORCID: 0000-0001-6543-9821)

**ASESOR:**

Dr. Caján Alcántara, John William (ORCID: 0000-0003-2509-9927)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**CHICLAYO - PERÚ**

2020

## **Dedicatoria.**

### ***A Dios***

*Por brindarme fuerza, salud y vida para lograr este gran reto  
y lograr mi objetivo de ser un futuro profesional.*

### ***A mi esposa y fiel compañera***

*Marlene Pérez Torres, por darme todo su apoyo, comprensión en los momentos más  
difíciles de esta etapa ya que su apoyo me ha servido para convertirme en una persona de  
bien para la sociedad.*

### ***A mis hijos***

*Luis Miguel Efus Pérez y a mi hija Ariadna Talía Efus Pérez  
ya que ellos son la inspiración para lograr con el objetivo  
encaminado.*

***Luis Alberto***

## **Agradecimiento.**

*Al Todopoderoso por darme la fuerza y voluntad para lograr el camino trazado, a pesar de las múltiples dificultades que se presentan en la vida.*

*Mi más sincero agradecimiento a mi esposa e hijos por ser ellos el eje primordial para ser todo lo que ahora soy en la vida, ya sea como persona o profesional, gracias por todo su esfuerzo en el transcurso de este largo tiempo.*

*Mi profundo agradecimiento a todos mis maestros de la Universidad César Vallejo y a mis amigos, quienes me brindaron sus conocimientos y sugerencias para culminar el objetivo encaminado.*

*A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron a la realización de esta investigación.*

**Luis Alberto**

## **Página del jurado**

## Declaratoria de autenticidad



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO


### Declaratoria de Originalidad del Autor/ Autores


Yo Efus Cabrera Luis Alberto, egresado de la Facultad Ingeniería y Arquitectura / Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad César Vallejo – Sede Chiclayo, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: "Utilización del hipoclorito de calcio para tratamiento de agua para consumo de la población del caserío Coyunda Grande, Huelgayoc.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación / Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha:

Apellidos y Nombres del Autor Efus Cabrera Luis Alberto	
DNI: 42852856	Firma 
ORCID: 0000-0001-6543-9921	
Apellidos y Nombres del Autor	
DNI:	Firma
ORCID:	
Apellidos y Nombres del Autor	
DNI:	Firma
ORCID:	
Apellidos y Nombres del Autor	
DNI:	Firma
ORCID:	

 INVESTIGA  
UCV

## Índice

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice.....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MÉTODO.....</b>	<b>14</b>
2.1. Diseño de investigación.....	14
2.2. Operacionalización de variables.....	14
2.3. Población y muestra.....	14
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	15
2.5. Procedimiento.....	16
2.6. Métodos de análisis de datos.....	17
2.7. Aspectos éticos.....	17
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>18</b>
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>24</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>27</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>28</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>29</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>35</b>
Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	51
Reporte de turnitin.....	52
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV.....	53
Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	54

## Índice de tablas

<b>Tabla 01.</b> <i>Concentración de desinfectante de sistemas de agua potable .....</i>	9
<b>Tabla 02.</b> <i>Dosificación de cloro residual .....</i>	11
<b>Tabla 03.</b> <i>Indicadores análisis fisicoquímicos de agua, para consumo de la población del Caserío de Coyunde Grande del distrito de Chugur, provincia de Hualgayoc - Cajamarca. ....</i>	18
<b>Tabla 04.</b> <i>Indicadores aniones de agua, para consumo de la población del Caserío de Coyunde Grande del distrito de Chugur, provincia de Hualgayoc - Cajamarca.....</i>	19
<b>Tabla 05.</b> <i>Indicadores análisis microbiológicos de agua, para consumo de la población del Caserío de Coyunde Grande del distrito de Chugur, provincia de Hualgayoc - Cajamarca. ....</i>	20
<b>Tabla 06.</b> <i>Indicadores metales totales de agua, para consumo de la población del Caserío de Coyunde Grande del distrito de Chugur, provincia de Hualgayoc - Cajamarca.....</i>	22

## Índice de figuras

<i>Figura 01.</i> Indicadores análisis fisicoquímicos de agua. ....	18
<i>Figura 02.</i> Indicadores aniones de agua. ....	20
<i>Figura 03.</i> Indicadores análisis microbiológicos de agua. ....	21
<i>Figura 04.</i> Indicadores de metales de agua. ....	22



## Resumen

El agua es un recurso valioso y esencial para la vida, debido a ello la mejora del agua potable puede proporcionar beneficios tangibles en la sociedad. En este trabajo se utilizó el laboratorio de la de la empresa SGS del Perú S.A.C con registro de INACAL N° LE – 002, en los cuales se realizaron análisis de agua cruda, los mismos que permitieron determinar un método de control que ayude a optimizar la calidad del agua potable a la salida del reservorio N° 01 del caserío de Coyunde Grande - Hualgayoc. La investigación es aplicada, el estudio cualitativo y su diseño pre experimental, porque requiere de un monitoreo durante 4 semanas, en los puntos de captación de la vertiente “Cashsirque”. Se realizaron análisis fisicoquímicos, microbiológicos y metales pesados. Los materiales utilizados fueron botellas de vidrio, frascos estériles, guantes, vasos de precipitación, pipetas, tubos de ensayo, cajas Petri, sistema de filtración, membranas de filtración, estufa de incubación. Los resultados de los análisis demostraron que la turbidez, coliformes totales y fecales se encuentran fuera de los límites permisibles de la Norma INEN 1108:2006, los demás parámetros están en conformidad. Se realizó la dosificación óptima de cloro en el laboratorio dando como resultado un valor de 1,5 ppm, con dicha concentración y un tiempo de contacto de 30 minutos, obtenemos coliformes totales y fecales en un 99,9% removibles. En el presente trabajo de investigación científica se concluye que se debe seguir utilizando el hipoclorito de calcio para mantener el agua óptima para consumo humano.

**Palabras claves:** Hipoclorito de calcio, Agua para consumo humano, Coliformes, dosificación manual.

## Abstract

The Water is a valuable and essential resource for the life, because of this improved drinking water can provide tangible benefits in the society. In this work we use the laboratories of the company SGS. S.A.C of Peru, with register from INACAL N° LE – 002, in which raw water analysis were performed, were used the same as possible to determine a control method to help optimize the quality of drinking water leaving the treatment plant N°1 from the village of Coyunde Grande - Hualgayoc. The investigation is apply, the study is quantitative, and its design is experimental type, because it requires monitoring for 4 weeks, in the points of catchment of the slope “Cashsirque”. To perform physicochemical Analysis, microbiological and heavy metals. The materials used were glass bottles, sterile jars, gloves, beakers, Erlenmeyer flasks, pipettes, test tubes, Petri dishes, filtration systems, Bunsen burner, filtration membranes, incubator. The results of the analysis showed that the turbidity, total and fecal coliforms are outside the permissible rates of the INEN 1108:2006 regulations, the results of the analysis showed that the turbidity, total and fecal coliforms are outside the permissible rates of the INEN 1108:2006 regulations, while the other parameters are in compliance with INEN regulations. The optimal dosage of chlorine was carried out in the laboratory resulting in a value of 1.5ppm, with this concentration and a contact time of 30 minutes, it is possible that the amount of total and fecal coliforms become in 99.9% removable. In this scientific research work it is concluded that will be use the calcium hypochlorite to keep the water optimal to human consumption.

**Keywords:** Calcium hypochlorite, Water for human consumption, coliform, Manual, monitoring.

## I. INTRODUCCIÓN

La asamblea General de la ONU, manifestó una vez más que todos los seres humanos tenemos derecho al agua, entre 50 y 100 litros de agua por persona al día, tanto para uso doméstico y personal. Debiendo reunir las condiciones de accesibilidad, disponibilidad y salubridad, porque representa uno de los recursos fundamentales y esenciales para el crecimiento económico, alimenticio, progreso medio ambiental y del ser humano. (ONU, 2017)

El acceso al agua es un tema de derechos, pero el incremento progresivo de la población en el mundo genera que cada vez más la demanda de agua sea mayor en las comunidades para poder satisfacer sus necesidades. Esto se refleja que en el planeta no tienen acceso al agua de consumo 2100 millones de personas. Afectando especialmente a la población infantil con la muerte de al menos 361 000 mil niños a causa de enfermedades como diarrea infantil, cólera, disentería, hepatitis A, la fiebre tifoidea, causado por la falta o consumo de agua con agentes patógenos.

El no contar con agua segura y libre de contaminación ocasiona que cada vez más sea lejana de posibilidad de poder erradicar la pobreza extrema y las enfermedades en los países en vías de desarrollo a nivel mundial. Las cifras lo demuestran que al menos 1800 millones de personas en todo el mundo se encuentran bebiendo agua vulnerable a ser contaminada con heces o peor aún a ser distribuidas por canales contaminados. Asimismo, al menos 3 millones de personas en el mundo para el 2025 sufrirán por la carencia de agua.

Según el Banco Interamericano de Desarrollo (2018) refiere que solo en América Latina y el Caribe cuenta con abundantes recursos hídricos, que representa casi un tercio de los recursos hídricos a nivel mundial, pero en el mundo la disposición de una fuente de agua mejorada es nula para 34 millones de personas. Además, uno de cada cuatro latinoamericanos no cuenta con agua o saneamiento, de los cuales solo el 20% de las aguas residuales recibe tratamiento, y con menor acceso al agua se encuentran los países de Haití, República Dominicana, Nicaragua, Ecuador, Perú y Bolivia.

Un estudio realizado señala que el Perú ocupa el octavo lugar en el ranking mundial de países con mayor cantidad de agua de 1 768 172 hectómetros cúbicos de agua y el 2, 5% del agua

es dulce y consumible, pero solo el 10,6% de los peruanos consumen aguas provenientes de camión cisternas, pozos, o agua de río. (ANA, 2019)

El INEI (2018) indica que, desde febrero 2017 a enero del 2018, 28 millones 374 mil pobladores del país accedieron a agua proveniente de red pública (dentro o fuera de la vivienda). Pero, a pesar de todos los trabajos que se han realizado para que los peruanos cuenten con agua potable aún sigue habiendo un 5,7% de la población no cuenta con agua potable que se distribuya por una red pública, sino que se provee de agua proveniente de camión cisterna 1,3%, de pozo el 1,2% y de río, acequia o manantial u otro 3,2%.

Para enero del 2018 la población del país que bebió agua con algún nivel de cloro fue de 14 millones 731 mil 431 personas, niveles adecuados de cloro ( $\geq 0,5$  mg/l). En la zona urbana es el 42,9%, mientras que, en el área rural es sólo el 1,9%. Igualmente, los departamentos con el nivel de cloro adecuado es Callao con un 74,6%, al contrario, que el departamento de Cajamarca solo 6,7% de su población consume agua con niveles adecuados de cloro. Esto se debe especialmente a que la población de Cajamarca se encuentra en las cifras de los departamentos con menos acceso de agua potable 23,6%.

Según la Oficina Desconcentrada de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS - Cajamarca) se realizó la supervisión a 43 organismos prestadores de servicios de saneamiento en las provincias de Cajamarca, Celendín, Cajabamba, Contumazá, Chota, Hualgayoc, San Marcos, San miguel, Cutervo, Santa Cruz, Jaén y San Pablo, encontrándose un bajo índice de agua segura en las zonas rurales que llega a penas 2%, de los cuales sólo de tal porcentaje estarían tomando agua segura. (Red de Comunicación Regional, 2018)

El distrito de Chugur, perteneciente a la provincia de Hualgayoc con su capital Bambamarca, cuenta con una población de 4598 habitantes, el distrito cuenta con servicios de distribución de agua deficientes, porque la estructura que forma parte del abastecimiento se encuentra en pésimas condiciones. (Centro Nacional de Planeamiento Estratégico, 2018)

Las captaciones de agua para el distrito de Chugur además de encontrarse en pésimas condiciones, también están siendo afectadas por la explotación que generan las distintas mineras ubicadas en la zona, por ello según el informe emitido por la Dirección Regional de Cajamarca el 15 de noviembre del 2017 (N° 084 – 2017) sobre los resultados de monitoreo

de calidad de agua de la provincia de Hualgayoc – Bambamarca, da cuenta que los manantiales de agua que abastecen a la ciudades de Bambamarca, Hualgayoc y Chugur previamente deben ser tratados para disminuir la presencia de aluminio, plomo, arsénico, sulfatos, cromo y nitritos para posteriormente ser utilizadas.

En otra parte del informe se menciona que los manantiales del distrito de Chugur cuentan con coliformes totales y fecales. Tal informe detalla que el agua no cumple con los límites máximos permisibles, por ende, no es apta para consumo. A pesar de ser emitido tal informe y de tener conocimiento las autoridades municipales y funcionarios a través de SEDABAM hasta hoy no se ha hecho nada por ejecutar alguna solución que mejore la situación del agua que consumen los pobladores.

Teniendo en cuenta que distribución de agua potable en las zonas rurales funciona a gravedad y sin ningún tratamiento o es deficiente como en el distrito de Chugur, que genera enfermedades gastrointestinales en los usuarios por el consumo de agua no desinfectada. Se debería brindar en todos los abastecimientos agua de buena calidad apta para el ser humano.

Con respecto a los estudios previos internacionalmente, se destaca el trabajo de Portilla (2013) en su investigación desarrolla un sistema de desinfección de cloro gas, con el objetivo desinfectar agua para la distribución, mediante un estudio analítico - técnico como sistema de aplicación. El autor concluye que método de desinfección de cloro gas es importante, ya que asegura una desinfección fiable que evita las enfermedades de origen hídrico, el cual representa una alternativa que se adapta a cualquier condición de cada sistema de cloración a gas, como temperatura, pH, caudal, análisis del agua y presión en el punto a inyectar.

Por su parte Chauca y otros (2012) en su estudio hace uso de un sistema automatizado para la dosificación de cloro en la desinfección de agua potable, determinando que para realizar la cloración de agua lo más recomendable es hacer uso de un automatizador, porque suministra la cantidad necesaria de cloro en el agua, el cual permite garantizar la calidad del agua, y de vida de los usuarios en su distribución.

Campoverde (2015) en su trabajo de investigación valora el uso del cloro libre residual para tratar el agua para consumo humano, ya que anteriormente los estudios realizados por diferentes instituciones como la dirección de salud de Azuay, y su proyecto “Agua Segura”, la dirección regional de salud de Azuay, muestran como resultado que el 90% del agua que

no contiene cloro libre residual no es apta para el consumo humano por encontrarse en un potencial de riesgo toxicológico.

Alfaro (2017) en su investigación propone la utilización del hipoclorito de calcio para remover los niveles de hierro y manganeso del sistema de agua de abastecimientos cuya fuente es un pozo perforado de la comunidad Colonia. Este tratamiento permitió que los índices de las concentraciones de hierro se mantuvieran debajo de 0.30 mg/l y manganeso abajo de 0.10 mg/l respetando la norma salvadoreña de agua potable para consumo.

Chanaluisa (2015) en su estudio de investigación nos demuestra que de los estudios realizados, los resultados de los análisis demostraron que la turbidez, coliformes totales y fecales se encuentran fuera de los límites permisibles, los demás parámetros están en conformidad, por otra parte se realizó la dosificación óptima de cloro en el laboratorio dando como resultado un valor de 1,5 ppm, con dicha concentración y un tiempo de contacto de 30 minutos, obtenemos coliformes totales y fecales en un 99,9% removibles.

A nivel nacional se tiene a Quispe y otros (2018) en su tesis plantea utilizar un sistema automatizado de dosificación para el cloro, con la perspectiva de mejorar la calidad el agua potable de una comunidad rural. Teniendo como resultados que la utilización del sistema de dosificación del cloro a 1.01 g/m<sup>3</sup>, mejora la calidad del agua y el costo/ beneficio es económicamente aceptable para la población.

Landeo (2018) en su investigación llega a la conclusión que el sistema por goteo es eficaz, valioso y significativamente favorece la eficacia del cloro residual en las instalaciones de sistemas de cloración en zonas rurales, debido a que cloro residual se encontró en un grado de 0.5 mg/l – 1 mg/l; el uso de desinfectante por goteo con flotador adaptado es el más económico.

Al revisar la investigación de Quispe (2018) plantea diseñar un sistema de dosificación de cloro para en el tratamiento de agua para consumo humano, para ello se plantea evaluar el sistema de dosificación de cloro en el tratamiento del agua. Logró evidenciar que la mayoría de viviendas se encuentran próximas al reservorio con un 57%, está dentro de los límites permisibles y el 43% se encuentra por debajo. La infraestructura, organización y capacitación son deficientes para la operación. En tal razón se concluye que los beneficios del actual sistema de abastecimiento no son apta para consumo humano, por ello se plantea

la propuesta de diseñar el sistema de cloración, la cual permite cumplir con las disposiciones de las normas referentes al abastecimiento de agua potable.

Rodríguez (2018) en su estudio tuvo como objetivo utilizar el cloro residual en las redes de conexión de 146 domicilios; concluyendo que la concentración de cloro residual dentro de las redes de distribución es superior a 0.50 mg/L el cual garantiza un óptimo funcionamiento en la remoción de sustancias patógenas, además la concentración del cloro residual mínimo tomado en campo es 0.53 mg/L y el máximo 0.89 mg/L encontrándose en los límites máximos permisibles según la OMS.

Pérez y otros (2018) en su estudio llega a la conclusión que el agua que consumen los lugareños del sector Puyhúan Grande del distrito y provincia de Huancavelica no es apta para el consumo humano, ya que el 90% de los hogares estudiados el volumen de cloro libre residual es mínima alcanzando un nivel de 0.5 a 5 mg/L, además nos indica que el tratamiento en el reservorio no es el adecuado teniendo un volumen de cloro libre residual mínimo de 0.4 mg/L y máximo 0.5 mg/L, indicando que este tipo de agua no es apta para el consumo humano.

En cuanto a los trabajos previos a nivel regional se tiene a Salazar (2018) quien se planteó evaluar la eficacia de los sistemas de cloración convencional y goteo adaptado en el tratamiento del agua, para determinar si los sistemas de cloración convencional son eficaces para tratar el agua. Concluyendo que el sistema por goteo es más eficiente que el sistema convencional, siendo más estable su dosificación que la cloración en el hipoclorador.

Horna (2014) en su proyecto de investigación se planteó mejorar el consumo de cloro para el tratamiento del agua, usando del método del nivel estático, con el propósito de comprobar si se produce un ahorro valioso de cloro mediante el método utilizado. Llegando a la conclusión que, en la potabilización del agua, haciendo uso del nivel estático se registra en cada recarga de solución un ahorro sustancial de hipoclorito de calcio, porque mediante el procedimiento utilizado se controla los flujos de rebose.

Inca y otros (2018) en su trabajo de investigación tuvo como propósito plantear la propuesta para tratamiento de agua para consumo humano por medio de caracterización física – química y microbiológica del agua llegando a la conclusión que de los análisis realizados a los diferentes puntos de muestreo se obtuvo dos resultados, del primer resultado el pH,

dureza total, turbidez, arsénico, nitrato, color, plomo y recuento de heterótrofos de encuentran dentro de los límites, y los que sobrepasan los límites son cloruros, magnesio, conductibilidad eléctrica y otros metales incluidos los coliformes totales y termotolerantes.

Figuroa (2018) en su estudio valora el uso de la cloración de agua para consumo humano, con el proyecto se beneficiará una población de 13000 habitantes de los 91 centros poblados rurales que cuenta. Solo tres centros poblados de estos consumen agua clorada, y en el resto de los centros poblados hasta la fecha no se ha instalado el sistema de cloración asimismo de los proyectos realizados en los años 2012 y 2013 hacen uso de un sistema de cloración deficiente como es el HIPOCLORADOR, ya que este no garantiza la cloración estable.

Moreno (2017) en su trabajo de investigación hace uso de bacterias degradantes como la utilización del hipoclorito de calcio, demostrando que ambos tratamientos mejorarían la calidad del agua del efluente del tanque Imhoff, es decir con las bacterias degradantes se redujo la carga orgánica y con el hipoclorito de calcio se redujo la carga microbiana del efluente.

Luego de describir la realidad problemática se presenta las teorías relacionadas con las variables de estudio.

Agua para consumo humano, MINSA (2011) se le considera a toda agua que se puede beber y resulta inofensiva para la salud de quien la consume, ya que cumple con los requisitos de salubridad y calidad establecidos, como:

Las fuentes con las que se suministra agua a la población son: conexiones domiciliarias, piletas públicas, camiones cisternas y en las zonas alejadas a la urbe el abastecimiento de agua es mediante pozo, lluvia, río, manantiales.

Los mecanismos hidráulicos del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano son: captación de aguas subterráneas o aguas superficiales, pozos reservorios, cámaras de bombeo, cámara de romper presión, planta de tratamiento, líneas de reducción, conducción y red de distribución, punto de suministro, entre otros.

La OMS refiere que la calidad del agua de consumo humano o agua potable, es el agua que no causa ningún daño en salud de quien la consume durante toda la vida. Teniendo en cuenta las diferentes características de salud y etapas de vida en la que se encuentran las personas



que la consumen. Asimismo, el agua inícuca es apropiada para uso familiar, e higiene personal. El agua posee diferentes características de acuerdo al lugar de procedencia, las cuales pueden ser medidas y clasificadas de acuerdo a sus propiedades físicas, químicas y biológicas que determinan su calidad.

Con respecto al impacto de la calidad del agua en la salud; el Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental (2018) menciona que en el mundo aproximadamente 842 mil personas fallecen al año por ingerir agua contaminada, entre las enfermedades transmitidas se encuentra la diarrea, gastroenteritis, fiebre tifoidea, cólera y hepatitis viral. El 88% de los casos de diarreas ocasionadas en la infancia son por el consumo de agua no tratada, el cual ocasiona la muerte de 800 y 1000 niños al día, repercutiendo a que 156 millones sufran de retraso del crecimiento o malnutrición crónica.

La contaminación del agua químicamente puede ocasionar múltiples enfermedades en la piel, cáncer o problemas congénitos, entre otros. Por la concentración de metales pesados como el mercurio, níquel, cobre, plomo, cromo sobrepasan los límites esperados. Siendo los principales contaminantes del agua por metales su uso industrial.

Se generan enfermedades también por la proliferación de mosquitos y proliferación de microorganismos en pantanos, ciénagas y encharcamientos que son vectores de enfermedades como el paludismo, dengue, zika y chikunguya, entre otras.

Better Thinking Better Water (2016) establece que para establecer la calidad del agua esta debe ser saludable para el ser humano y el ecosistema, debe establecer los parámetros siguientes:

- Parámetros químicos. Se tiene en cuenta el pH, dureza, sólidos presentes, alcalinidad, coloides, acidez, sulfatos, nitratos, fluoruros, metales, gases, entre otros componentes químicos presentes en el agua.
- Parámetros físicos. Son todas aquellas características perceptibles por el ojo del ser humano e incluyen el sabor, olor, color, turbidez y conductividad del agua.
- Biológicos. Vienen a ser todas aquellas características afines a las biológicas y químicas de oxígeno, como también a la de carbón orgánico en suspensión.

- Bacteriológicos. Viene a ser el agua que no cuenta con la presencia de bacterias, parásitos, entre otros microorganismos perjudiciales para la salud de la población.

Aranda (2018) clasifica el agua según sus propiedades para el consumidor en: no potables, agua no apta para uso humano y potable. Agua apta para uso humano, no suelen ser perjudiciales para la salud. Solución que contiene sales y gases disueltos en agua. Es incolora e inodora, debe contener disueltos los gases componentes del aire, presentar pequeñas porciones de sales minerales disueltas, sin presencia de metales pesados, sin compuestos orgánicos y sin gérmenes patógenos.

Así también lo clasifica en:

Por la cantidad de sales. Es dura y blanda. Por su procedencia, lo clasifica en superficial y subterránea. Por su temperatura de afloración en: aguas frías < 20°C; aguas temporales 20 – 30° C; aguas termales 30 – 40°C y aguas hipertermales > 40°C. Por la cantidad de minerales se clasifica en hiposódicas diuréticas; fluoradas; sódicas; cálcicas, entre otras.

Así como el agua es importante para la vida, también causa infecciones tal como lo afirma Cabezas (2018) quien afirma que las infecciones ocurren principalmente por la contaminación del agua con agentes infecciosos que al consumirla el ser humano puede ser afectado, entre ellas las diarreas infecciosas agudas, como el cólera y otros enteropatógenos, las de origen virales como los enterovirus entre ellos la polio, hepatitis viral A y E, parasitosis, entre otras.

Existen fundamentos en la desinfección y cloración del agua para consumo humano, para ello la OMS (2008) quien dice que la eliminación de microorganismos causantes de enfermedades es un trabajo indispensable que utiliza frecuentemente desinfectantes como el cloro. La eliminación de microorganismos insalubres constituye una barrera eficaz contra la multiplicación de organismos patógenos especialmente las bacterias, de aguas expuestas a la contaminación fecal.

La cloración constituye una forma eficaz para la desinfección de agua con residuos fecales, porque reduce el riesgo de contraer enfermedades. Una estrategia eficaz es la desinfección con hipoclorito de calcio que elimina microorganismos perjudiciales para la salud.

Para que un desinfectante sea considerado de buena calidad, éste debe cumplir con una serie de requerimientos, como:

- Destruir en un tiempo considerable microorganismos causantes de enfermedades.
- No debe ser dañino para el ser humano ni para los animales, debe ser además inodoro, incoloro y no presentar sabor alguno.
- Debe ser asequible económicamente para todo individuo y de fácil manejo.
- Para cuantificar la cantidad de desinfectante presente en el agua, debe ser de práctico de análisis y bajo costo.
- Al ponerlo en contacto con el agua debe dejar residuales persistentes, de modo que actúen como una barrera sanitaria para posibles contaminaciones futuras.

Cooperación Alemana (GIZ) GMBH (2017) para desinfectar agua para consumo se puede realizar de forma físico o químico, que actúan de forma diferente para la desinfección y destrucción de microorganismos causantes de enfermedades. Actúan destruyendo la pared celular de los microorganismos, generando con ello la muerte e inactivación de estos. Interviene afectando el espacio extracelular de los microorganismos, haciendo que el metabolismo se altere, conllevándolos a la muerte.

De los muchos productos utilizados para la desinfección del agua para consumo humano, el cloro es uno de los más eficaces y utilizados en los sistemas de abastecimiento, por su bajo costo, efectividad bactericida, manejo práctico y sencillo y efecto residual.

### **Desinfección de un sistema de agua potable**

MINSA (1989) para la asepsia de los sistemas de agua la concentración de desinfectante a utilizar es:

**Tabla 01.** *Concentración de desinfectante de sistemas de agua potable*

Descripción	Concentración mg/lit o ppm	Tiempo de reacción (horas)
Captación	150 - 200	02 - 4
Reservorio	50	4
Tuberías	50	4

Fuente: Manual de operación y mantenimiento del MINSA.

Cloración como proceso de desinfección, Wiki Wate (2018) afirma que, la desinfección con hipoclorito de calcio es un procedimiento fácil y efectivo para desinfectar. El cual funciona como potente germicida, después de su tiempo de acción que es alrededor de 30 minutos. Además, el efecto residual que posee, logra permanecer purificando el agua durante horas y días.

La práctica de desinfectar el agua para consumo humano viene dándose hace muchos años atrás, desde una persona hasta las más pequeñas y grandes fuentes de distribución, de agua en muchos países del mundo, logrando con ello a que el agua a ser distribuida en muchos hogares pueda llegar de manera salubre.

La dosificación de cloro a la red o reservorio, Wiki Wate (2018) el cloro al igual que muchos productos procedentes de su misma composición actúan como potente germicida alrededor de 30 minutos contra agentes bacteriológicos y virales.

Lo que se necesita de cloro para lograr purificar el agua a ser consumida por el ser humano no es de mucha cuantía, ya que solo con una cantidad considerable se logra neutralizar agentes causantes de enfermedades. Según la OMS, la dosis de cloro libre en el agua debe ser entre 0,2 y 0,5 mg/l, logrando un efecto purificante inmediato.

Cloración por goteo; según GIZ (2017) la cloración por goteo, es una técnica que emplea una dosificación permanente de solución clorada en forma de gotas o chorro en el sistema principal de abastecimiento de agua, el cual asegura la constante cloración del agua como lo estable las normas vigentes de desinfección de agua potable.

Referente al pH del agua. Presencia de los iones  $H^+$  en el agua, es decir el agua puede estar ácida o básica. El empleo de hipoclorito de calcio suele ser efectiva porque acoge un pH de 7 (Ph neutro). Siendo los parámetros establecidos de pH para consumo humano entre 6.5 y 8.5. (MINSA, 2011)

Turbiedad. Indica la facilidad que puede tener la luz para atravesar un cuerpo de agua. Se considera así a las características organolépticas del agua, siendo una turbiedad máxima de 0.1UNT para que la desinfección sea óptima.

La cantidad de hipoclorito de calcio a utilizarse dependerá a la cantidad de agua a utilizarse o consumirse, logrando con ello la eliminación o inactivación de los microorganismos. Mientras que el tiempo que el hipoclorito de calcio este en contacto con el agua, deberá ser maderable, para lograr su efectividad,

Cloro residual. Según DIGESA (2011) “Dosis de cloro que permanece en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito para protegerla de posible contaminación microbiológica, posterior a la cloración como parte del tratamiento”.

Medición de cloro residual.

La dosis de cloro que se utiliza para la desinfección de agua para consumo, es la misma cantidad a la que debe agregar al cloro residual para mantener la calidad química y microbiología de la misma. Por ello es de mucha importancia realizar estudios de cloro una vez añadido como muestra de que cumple con el propósito de desinfección.

“El método utilizado con mayor frecuencia es el colorimétrico de DPD (N, N-dietilopfenilenediamina), que consiste en tomar una muestra de agua clorada en algún punto de la red de distribución, para medir la cantidad de cloro que perdura contante en el sistema de agua”.

**Tabla 02.** *Dosificación de cloro residual*

Caudal	dosificación	Cloro residual
		En tanque de almacenamiento
1 L/seg*	3 gotas/seg	0,8 mg/L
2 L/seg*	6 gotas/seg	0,8 mg/L
3 L/seg*	9 gotas/seg	0,8 mg/L
180 L/min*	27 ml/min	0,8 mg/L
10, 600 L/hr*	1, 620 ml/hora	0,8 mg/L
259, 200 L/d*	38,880 ml/d	0,8 mg/L

Dosificación para otros caudales dejar cloro residual de 0.8 mg/L en tanque.  
Fuente: Manual de operación y manteniendo del MINSAs

Hipoclorito de calcio.

Define también como cloruro de cal, se produce al adicionar monóxido de cloro al agua y neutralizar con lechada de cal para obtener hipoclorito de calcio ( $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ) en forma granular. Se obtiene un porcentaje de cloro disponible de 65% al 70% y un contenido de agua de 0.1% y 5%. (Ministerio de Salud, 2002)

Características. Según el Ministerio de Salud (2002) deberán ser las siguientes:

- El material se suministrará de forma granular, deberá ser de color blanco, no deberá contener masas o terrones, como también no contendrá algún material extraño ni suciedades.
- Al ser adquirido deberá contar la certificación de calidad que haya sido otorgado por un laboratorio de reconocido y acreditado de acuerdo a la legislación presente por el país.
- En cuanto al empaque, éste deberá suministrarse en bolsas de plástico resistente, colocadas dentro de tambores o recipientes resistentes a la corrosión, ya que el cloruro de calcio suele ser inestable y tiende a reducirse.

Desinfección con Hipoclorito de Calcio.

En un balde se deberá preparar la solución necesaria a utilizar de hipoclorito de calcio, para ser añadida al reservorio según las dimensiones y altura del tirante de agua.

Para calcular el volumen de agua en litros.

Esta investigación tuvo como formulación de problema, la siguiente interrogante: ¿De qué manera la utilización de hipoclorito de calcio influye en el tratamiento de agua para consumo de la población del Caserío de Coyunde Grande del distrito de Chugur, provincia de Hualgayoc, Cajamarca?

La justificación del presente estudio fue el describir la calidad de agua, estamos refiriéndonos a un agua salubre, que al ser consumida no nos exponemos a contraer enfermedades que afecten nuestra salud. De tal manera, el uso de la misma tiende a elevar la calidad de vida de

la población, contribuyendo con el ahorro de gastos que pueden darse por la compra de medicamentos debido a enfermedades producidas por el consumo de agua no tratada.

En tal forma la presente investigación tiene como finalidad contribuir en mejorar la calidad del agua, previniendo el brote de posibles enfermedades producto de microorganismos patógenos que habitan en el agua. Para ello se ha considerado el tratamiento de agua de la zona de Chugur con hipoclorito de calcio. Sabiendo que un alto índice de enfermedades diarreicas y parasitosis se produce principalmente producto del consumo de agua insegura, siendo los más perjudicados los niños, hecho que perjudica principalmente los cinco primeros años de vida, los cuales son principales para el desarrollo de todo ser humano.

Sobre la Hipótesis en la presente investigación se tiene a: **Ha:** Si se utiliza el hipoclorito de calcio en el tratamiento del agua, entonces estará en condiciones para el consumo de la población del Caserío de Coyunde Grande del distrito de Chugur y al **Ho:** Si, utilizamos el hipoclorito de calcio en el tratamiento de agua, entonces no estará apta para el consumo de la población del Caserío de Coyunde Grande del distrito de Chugur.

Con respecto a los objetivos de la investigación, se considera como objetivo general: Determinar el efecto de la utilización de hipoclorito de calcio en el tratamiento de agua para consumo de la población del Caserío de Coyunde Grande del distrito de Chugur, provincia de Hualgayoc - Cajamarca.

Los siguientes objetivos específicos:

- Identificar las características físicas química del agua para consumo de la población del Caserío de Coyunde Grande antes de aplicar el hipoclorito de calcio.
- Aplicar el hipoclorito de calcio en el tratamiento de agua para el consumo humano de la población del Caserío de Coyunde Grande.
- Evaluar la calidad de agua que consumen los pobladores del caserío de Coyunde Grande después de aplicar el hipoclorito de calcio.
- Contrastar los resultados antes y después de la toma de la muestra para comprobar la hipótesis.

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de investigación

Investigación de tipo aplicada, caracterizada como su nombre lo indica generar conocimientos y aplicar conocimientos teóricos en determinadas situaciones concretas. (Lozada, 2014)

El diseño pre experimental permitió identificar y cuantificar el trabajo realizado desde la toma de muestra hasta la obtención de resultados, para esto se tuvo en cuenta la eficacia de la utilización del hipoclorito de calcio en el agua potable de la que hizo uso la comunidad de Coyunde Grande, ya que con el diseño pre experimental se realizó el manejo de una acción para ver cómo influyo y cuáles son los resultados que se obtuvieron con ello. (Zamora, 2012)

Pre Prueba		Post Prueba	
Ge.	O1	x	O2

Dónde:

O1 = Análisis físico químico ante de aplicar el tratamiento.

X = Tratamiento.

O2= Análisis físico químico después de aplicar el tratamiento.

### 2.2. Operacionalización de variables

VI: Hipoclorito de calcio.

VD: Tratamiento de agua para consumo.

### 2.3. Población y muestra

#### 2.3.1. Población

Estuvo representada por el agua potable procedente de los manantiales ubicados en la zona alta de Coyunde Grande que desemboca en el reservorio uno.



### **2.3.2. Muestra**

La población en estudio estuvo formada por 10 litros de agua tomadas del reservorio que alimenta el tanque de agua del caserío de Coyunde Grande.

### **2.3.3. Localización**

El caserío de Coyunde Grande es una de las cuatro comunidades más grandes del distrito de Chugur y de fácil acceso que comunica la provincia de Bambamarca y por ser una de las más próximas a la ciudad, se le ha considerado como muestra para el proyecto de investigación a realizarse.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para la recopilación de datos se utilizó las siguientes técnicas e instrumentos.

#### **A. Técnica de campo**

##### **- Observación científica**

Técnica que permitió observar directamente el estudio a realizarse, desde el momento en que se decide investigar, recolección, aplicación y cambios que se produce después de aplicar los tratamientos. Para conseguir información y ser registrada para el análisis de datos correspondiente.

##### **- Recolección de datos**

Para realizar la recolección de datos se siguió una serie de pasos los cuales son:

Ejecución de un plan de trabajo de campo, chequeo del caudal de entrada al reservorio, control de la calidad del agua afluente y probabilidad de cloración, capacidad de herramientas y materiales, posicionamiento de los sistemas de cloración por goteo, obtención del cloro y los materiales de control y registro, determinación del caudal de goteo y de la concentración de solución clorada y control del nivel de cloro en la red.

- **Análisis de laboratorio**

Los análisis y tratamientos que se realizaron con las aguas del reservorio de la comunidad de Coyunde Grande se tuvieron un registro estricto de los resultados que se obtuvieron.

**B. Trabajo de gabinete**

Procedimiento que muestra la revisión bibliográfica obtenida de textos e Internet. Igualmente se explicó y analizó los resultados conseguidos después de los estudios correspondientes, también se confrontó esos datos para que nos proporcione discusión y las conclusiones en la investigación.

**2.4.2. Validez y confiabilidad**

Las muestras que se obtuvieron fueron analizadas por el personal profesional del laboratorio INACAL con registro N° LE – 002, de la empresa SGS del Perú S.A.C de la ciudad de Cajamarca.

**2.5. Procedimiento**

La investigación comenzó cuando se identificó el problema, luego se diseñó el proyecto de investigación, se recopiló información de fuentes primarias y secundarias, encontrando los trabajos previos a nivel internacional, nacional y regional. Para enriquecer el marco teórico se recurrió a los autores más recientes. Asimismo, se eligió el tipo y diseño de investigación, el método de estudio fue cualitativo, se determinó la población, muestra y muestreo. Posteriormente se hicieron los análisis de agua, un análisis de entrada y uno de salida en el laboratorio SGS del Perú S.A.C, de la ciudad de Cajamarca, los resultados obtenidos fueron procesados por la estadística descriptiva; estos, fueron contrastados con los antecedentes y teorías, llegando a las conclusiones y respectivas recomendaciones; finalmente, se elaboró una propuesta con la finalidad de contribuir con la solución al problema planteado.

## **2.6. Métodos de análisis de datos**

Para el procesamiento de datos en la investigación se usaron la estadística descriptiva empleando porcentajes, medias aritméticas, mediana, coeficiente de variación y desviación estándar.

### **Aspectos técnicos**

Durante todo el proceso de construcción el investigador se hizo cargo de:

- Respetar la autoría de los diferentes trabajos de investigación revisados.
- Mantener oculta la identidad de las unidades de análisis investigadas.
- Obtener la autorización y la disposición de las fuentes informantes para proporcionar la información solicitada.

## **2.7. Aspectos éticos**

Para la recolección de la información se respetaron y cumplieron los principios de respetar la autoría de cada uno de los trabajos de investigación que se revisaron, para ello se citaron debidamente teniendo en cuenta el nombre del autor, título del trabajo, año de publicación, entre otros aspectos relevantes que han sido de provecho para construir la investigación.

Para construir la investigación se tomó como base las normas ISO 690, tal como lo establece el reglamento emitido y aprobado por la Universidad César Vallejo.

### III. RESULTADOS

**Tabla 03.** Indicadores análisis fisicoquímicos de agua, para consumo de la población del Caserío de Coyunde Grande del distrito de Chugur, provincia de Hualgayoc - Cajamarca.

	Turbidez	Conductividad	Sólidos totales disueltos	Potencial de Hidrógeno
	NTU	$\mu\text{S}/\text{cm}$	mg solidos totales Disueltos/L	pH
Muestra 1	27.2	330.0	218	7.40
Muestra 2	1.8	338.0	229	7.89

Significancia con análisis de varianza de los indicadores de análisis fisicoquímicos de agua clínicos significativos  $F= 511.8, p < 0.01$

Fuente: Reporte de resultados análisis ambiental SGS

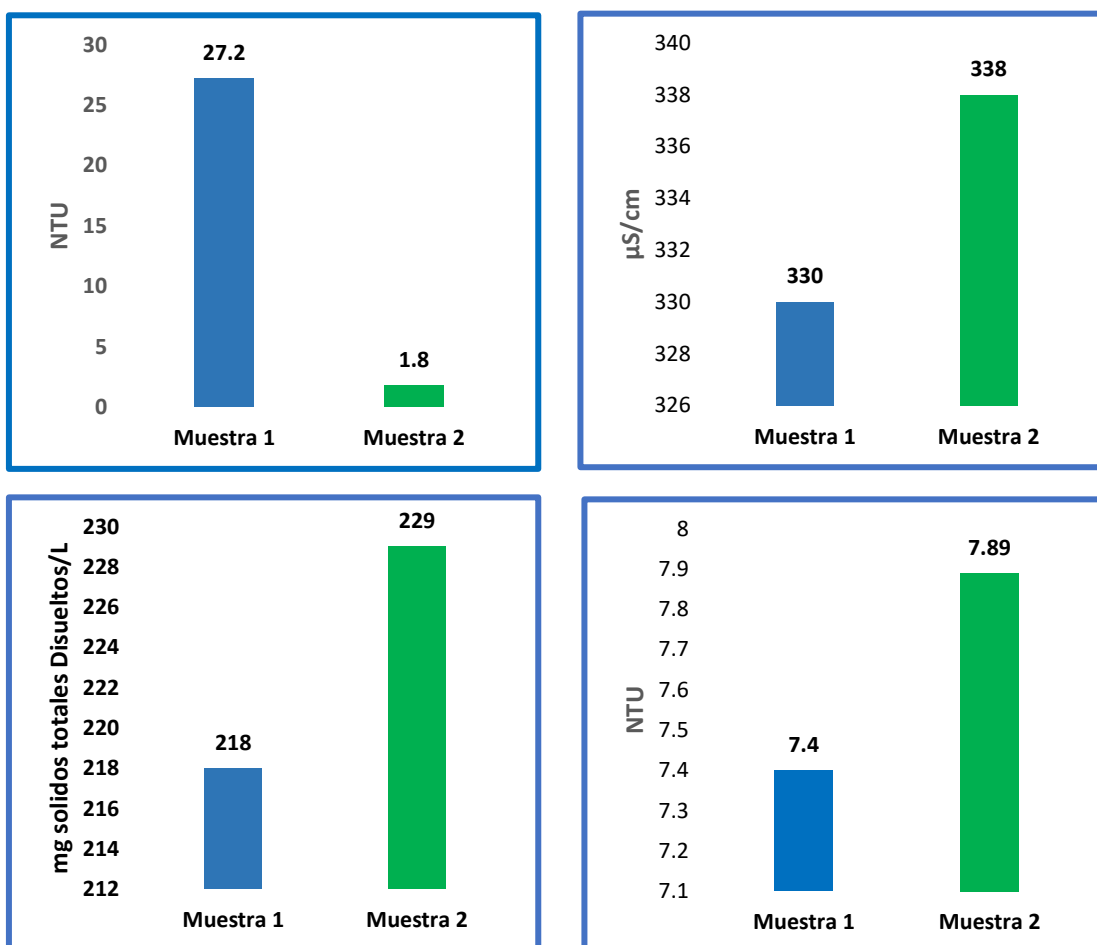


Figura 01. Indicadores análisis fisicoquímicos de agua.

Los indicadores análisis fisicoquímicos de agua, para consumo de la población del Caserío de Coyunde Grande del distrito de Chugur, provincia de Hualgayoc – Cajamarca, se evidencia cambio en la turbidez con promedio en la muestra 1 de 27.2 NTU a 1.8 NTU en la muestra 2; la conductividad en la muestra 1 resulta ser de 330  $\mu\text{S}/\text{cm}$  mientras que en la muestra 2 resulta de 338  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; los sólidos totales disueltos en la muestra 1 resulta ser de 218 mg sólidos totales disueltos/L y en la muestra 2 de 229 mg sólidos totales disueltos/L; la potencial de hidrógeno resulta en la muestra 1 de 7.40 pH a la muestra 2 de 7.89 pH. Existe evidencia estadística de una diferencia entre las muestras (análisis de varianza).

**Tabla 04.** *Indicadores aniones de agua, para consumo de la población del Caserío de Coyunde Grande del distrito de Chugur, provincia de Hualgayoc - Cajamarca.*

	Nitrito	Sulfato	LD	LC
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Muestra 1	< 0.006	18.12	0.006	0.03
Muestra 2	< 0.006	13.28	0.006	0.03

No Significancia con análisis de varianza de los indicadores de aniones de agua clínicos significativos  $F= 163.38, p > 0.01$

Fuente: Reporte de resultados análisis ambiental SGS

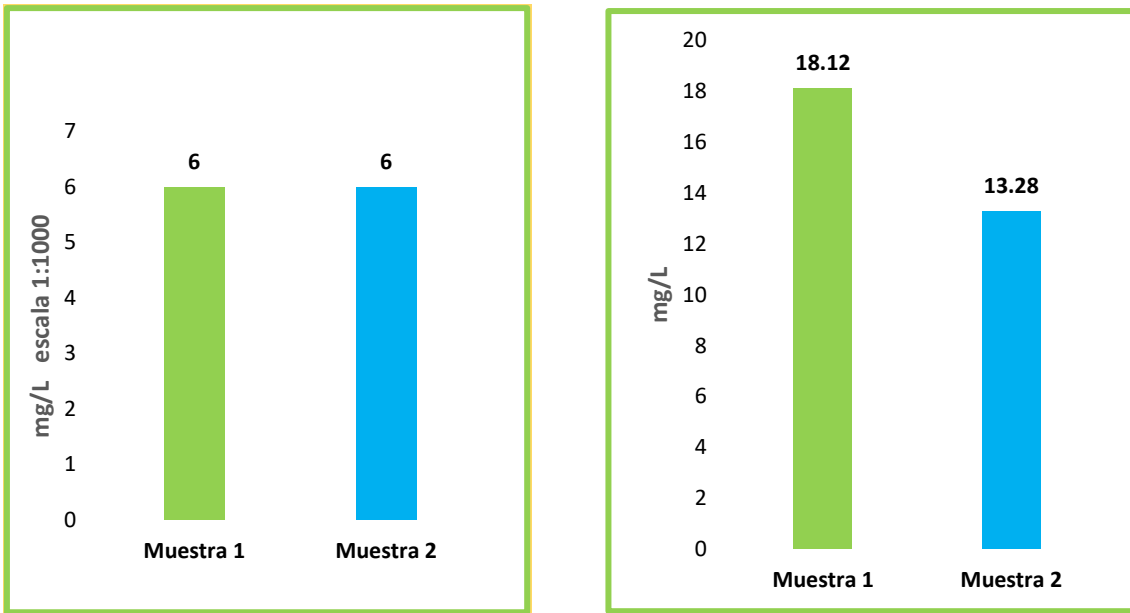


Figura 02. Indicadores aniones de agua.

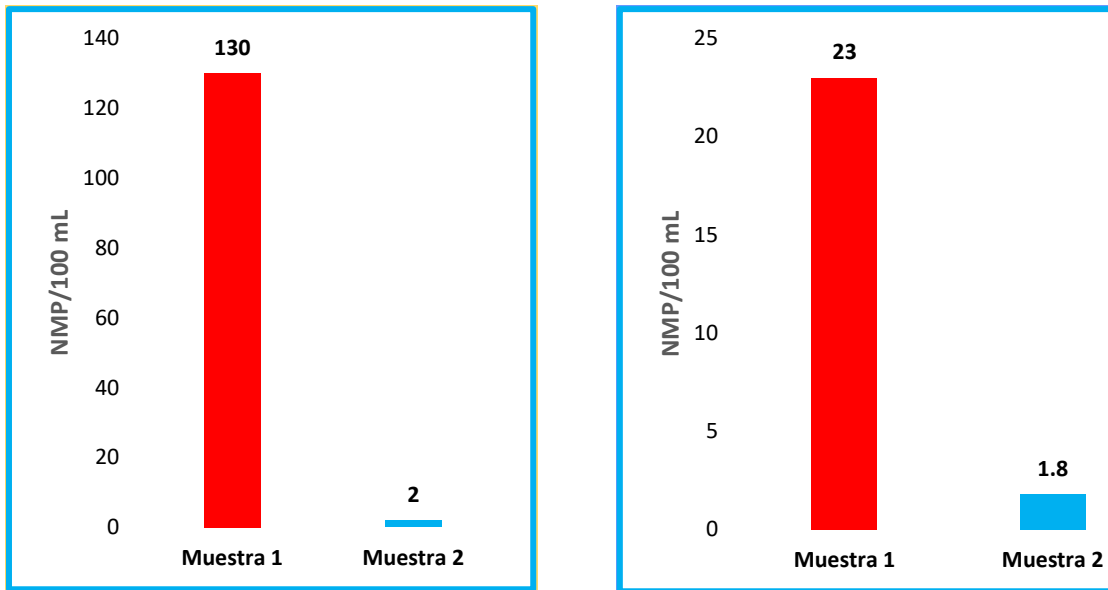
Los indicadores de aniones de agua, para consumo de la población del Caserío de Coyunde Grande del distrito de Chugur, provincia de Hualgayoc – Cajamarca, se analizaron en nitrato que en la muestra 1 y 2 resultaron tener menos de 0.006 mg/L, también se analizó el sulfato que resultó para muestra 1 de 18.12 mg/L y en la muestra 2 de 13.28 mg/L, los datos no resultan ser significativos en sus indicadores (análisis de varianza).

**Tabla 05.** Indicadores análisis microbiológicos de agua, para consumo de la población del Caserío de Coyunde Grande del distrito de Chugur, provincia de Hualgayoc - Cajamarca.

	Numeración de coliformes totales	Numeración de coliformes fecales o termotolerantes	LD	LC
	NMP/100 mL	NMP/100 mL	NMP/100 mL	NMP/100 mL
Muestra 1	130.0	23.0	-	-
Muestra 2	2.0	< 1.8	-	-

Significancia con Análisis de varianza de los indicadores de Análisis Físicoquímicos de Agua clínicos significativos  $F= 592.6, p < 0.01$

Fuente: Reporte de resultados análisis ambiental SGS



*Figura 03.* Indicadores análisis microbiológicos de agua.

Los indicadores análisis microbiológicos de agua, para consumo de la población del Caserío de Coyunde Grande del distrito de Chugur, provincia de Hualgayoc – Cajamarca, analizados fueron la numeración de coliformes totales que en la muestra 1 resulta poseer 130 NMP/100 mL y en la muestra 2 tiene 2 NMP/100 mL; cuando se analiza la numeración de coliformes fecales o termotolerantes esta resulta poseer 23 NMP/100 mL en la muestra 1 y en la muestra 2 tiene valores menores a 1.8 NMP/100 mL.

Las valoraciones fueron significativas para las muestras es decir que varían en la toma de muestra (análisis de varianza).

**Tabla 06.** Indicadores metales totales de agua, para consumo de la población del Caserío de Coyunde Grande del distrito de Chugur, provincia de Hualgayoc - Cajamarca.

	Aluminio total	Cromo total	Cobre total	Hierro total
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Muestra 1	0.126	0.00162	< 0.0003	0.1892
Muestra 2	< 0.003	< 0.00009	< 0.0003	0.0071

Significancia con estadístico U de Mann Whitney U = 2.5 significativo

Fuente: Reporte de Resultados análisis ambiental SGS

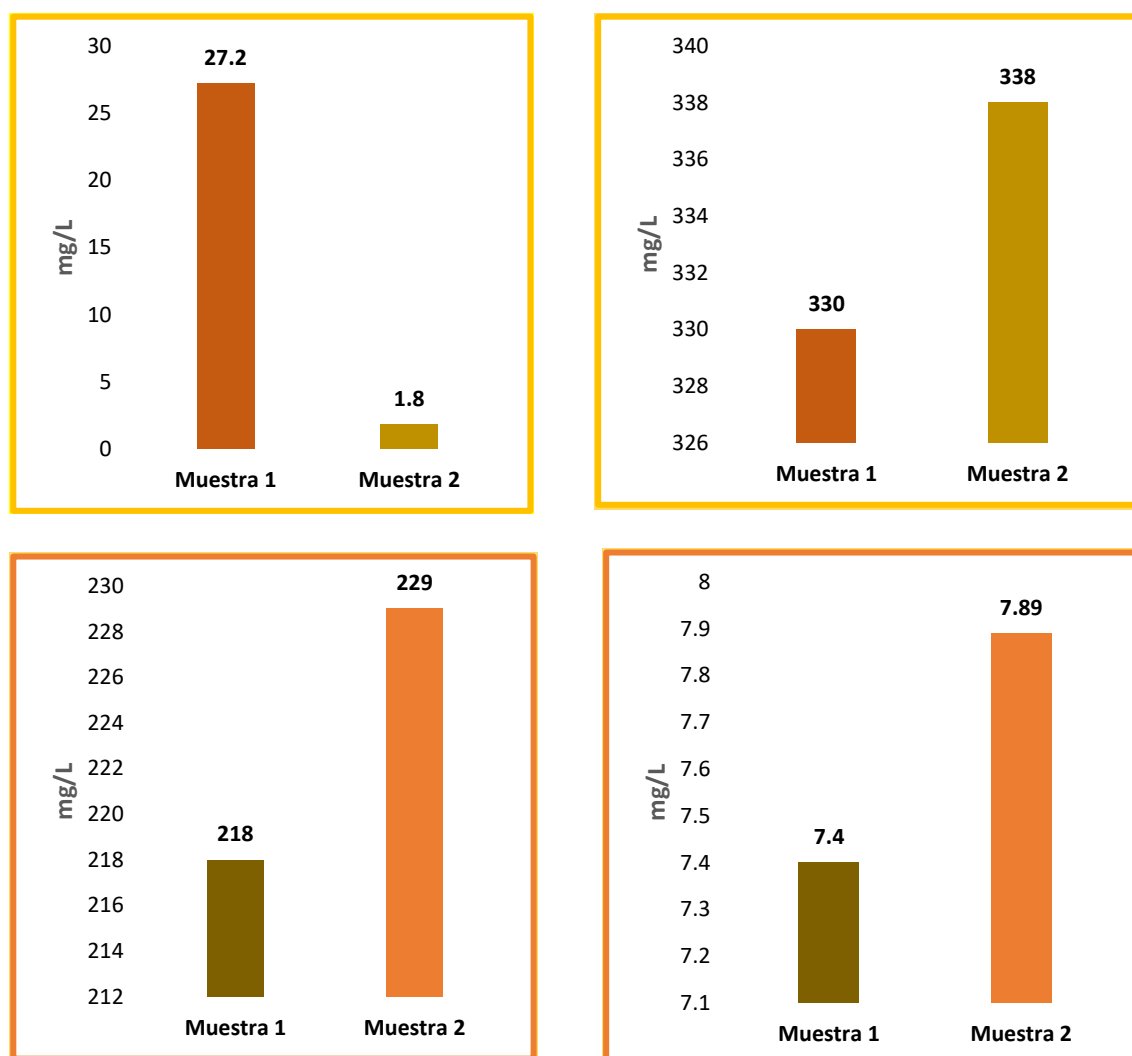


Figura 04. Indicadores de metales de agua.



Los indicadores metales totales de agua, para consumo de la población del Caserío de Coyunde Grande del distrito de Chugur, provincia de Hualgayoc – Cajamarca, fueron cuatro analizados como es el caso de aluminio total que varía en las dos muestras de 0.126 a menor a 0.003 mg/L, el cromo total varia en las dos muestras de 0.00162 a menos de 0.00009 mg/L, cobre total varia de menos de 0.0003 en la muestra 1 llega a medir menos de 0.0003 en la muestra 2; el hierro total varia en las dos muestras de 0.1892 en la primera muestra a 0.0071 mg/L en la segunda muestra.

Existe evidencia estadística de la diferencia entre las muestras (indicador U de Mann Whitney)

#### IV. DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación tuvo como meta principal “Determinar el efecto de la utilización de hipoclorito de calcio en el tratamiento de agua para consumo de la población del Caserío de Coyunde Grande del distrito de Chugur, provincia de Hualgayoc – Cajamarca”, para esto se realizaron las siguientes acciones: Monitoreo y análisis de Agua, y visitas de campo para evaluar los puntos de captación de la vertiente de “Cashsirque”, traslado y distribución del agua que desemboca en el reservorio uno; los resultados fueron comparados con las normativas vigentes, y de esa manera cumplir con los estándares de calidad para garantizar el consumo de agua en el caserío de Coyunde Grande, y del producto de esta investigación se obtuvieron los siguientes resultados.

Los indicadores de los análisis fisicoquímicos del agua, evidencian cambios en la turbidez con promedio en la muestra 1 de 27.2 NTU a 1.8 NTU en la muestra 2; la conductividad en la muestra 1 resulta ser de 330  $\mu\text{S}/\text{cm}$  mientras que en la muestra 2 resulta de 338  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; los sólidos totales disueltos en la muestra 1 resulta ser de 218 mg sólidos totales disueltos/L y en la muestra 2 de 229 mg sólidos totales disueltos/L; el potencial de hidrógeno resulta en la muestra 1 de 7.40 pH a la muestra 2 de 7.89 pH. Asimismo se obtuvieron los resultados de los análisis de indicadores aniones de agua, se analizó el nitrato que en la muestra 1 y 2 resultaron tener menos de 0.006 mg/L, también se analizó el sulfato que resultó para muestra 1 de 18.12 mg/L y en la muestra 2 de 13.28 mg/L.

Además se obtuvieron los indicadores de análisis microbiológicos de agua cuyos resultados nos demuestran que la numeración de coliformes totales en la muestra 1 resulta poseer 130 NMP/100 mL y en la muestra 2 tiene 2 NMP/100 mL; cuando se analiza la numeración de coliformes fecales o termotolerantes esta resulta poseer 23 NMP/100 mL en la muestra 1 y en la muestra 2 tiene valores menor a 1.8 NMP/100 mL.

Por último, se analizaron los indicadores metales totales de agua, y fueron cuatro los metales analizados como es el caso del aluminio total que varía en las dos muestras de 0.126 a menor a 0.003 mg/L, el cromo total varía en las dos muestras de 0.00162 a menos de 0.00009 mg/L, cobre total varía de menos de 0.0003 en la muestra 1 llega a medir menos de 0.0003 en la muestra 2; el hierro total varía en las dos muestras de 0.1892 en la primera

muestra a 0.0071 mg/L en la segunda muestra. Como se puede apreciar en los resultados de los diferentes análisis, el uso del hipoclorito de calcio puede mejorar significativamente el agua para consumo humano.

Existen investigaciones similares al presente trabajo de investigación como el de Atencio (2018) en su investigación menciona, que el agua que consumen los habitantes de San Antonio de Rancas no es favorable para el consumo humano, por la presencia de sílice, como lo demuestran los resultados de la presencia de sílice en la llegada al reservorio de agua 4.61 mg/L y en la pileta domiciliaria de Rancas de 4.66 mg/L; además a esto se le suma a que no cuentan con un tratamiento para dicho metal.

También en la investigación menciona que estas aguas son contaminadas por la presencia de coliformes totales y fecales que contaminan la captación del agua y estos no están dentro de los límites máximos permisibles. Otro problema es que en gran parte del territorio de San Antonio de Rancas se evidencia la presencia de sílice. Los resultados de los parámetros químicos de los metales totales se encuentran dentro de lo permitido, así como el pH, la temperatura y sólidos disueltos totales se encuentran dentro de los límites máximos permisibles.

Campoverde (2015) en su trabajo de investigación determinó que las 18 comunidades rurales del cantón Cuenca, no cuentan con agua apta para el consumo humano, solo beben agua tratada, exponiéndose a tener diferentes problemas de salud, por el consumo de agua sin cloro. De las 72 muestras obtenidas, las 51 muestras, equivalente al 70,83% dieron como resultado un valor de 0 mg/l de cloro libre residual y el 4,16% dio valores inferiores al límite mínimo permisible según normativa que es de 0,3 mg/l, justificándose de esta manera la primera parte de la hipótesis planteada y únicamente 17 muestras, equivalentes al 23,61% dieron resultados dentro de los valores aceptables de cloro libre residual según normativa que son entre 0,3 mg/l y 1,5 mg/l, para ser apta para consumo humano.

Aguilar y otros (2017) en su investigación menciona que las aguas de la comunidad de Llañucancha de la ciudad de Abancay no son aptas para el consumo humano. Según la norma técnica 031-DIGESA, los parámetros fisicoquímicos se encuentran dentro de los valores normales para agua para consumo humano mientras para los coliformes totales y

termotolerantes el valor normal debe de ser  $<1$  UFC/ml, los cuales exceden en los resultados muy encima de los LMP en cada componente del sistema de abastecimiento.

## V. CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados de los análisis microbiológicos de agua, los análisis nos demostraron que la numeración de coliformes totales de la muestra 1 resulta poseer 130 NMP/100 mL y en la muestra 2 tiene 2 NMP/100 mL; cuando se analiza la numeración de coliformes fecales o termotolerantes esta resulta poseer 23 NMP/100 mL en la muestra 1 y en la muestra 2 tiene valores menores a 1.8 NMP/100 mL.
2. Este tipo de cloración es de fácil instalación y funciona muy bien en sistemas de agua por gravedad, y es muy importante para muchas familias de escasos recursos económicos, porque a través de este tipo de sistema de cloración se puede evitar múltiples enfermedades como diarreicas agudas, relacionadas con el consumo de agua no apta para consumo humano.
3. Los metales totales de agua analizados, como es el caso del aluminio varía en las dos muestras de 0.126 a menor a 0.003 mg/L, el cromo total varia en las dos muestras de 0.00162 a menos de 0.00009 mg/L, el cobre total varia de menos de 0.0003 en la muestra 1 llega a medir menos de 0.0003 en la muestra 2; el hierro total varia en las dos muestras de 0.1892 en la primera muestra a 0.0071 mg/L en la segunda muestra.
4. De los resultados de monitoreo y análisis de agua se pudo determinar que las aguas del manantial Cashsirque, después de la aplicación del hipoclorito de calcio son aptas para el consumo humano, ya que, de los análisis realizados, la conductibilidad, sólidos totales disueltos, potencial de hidrógeno, coliformes totales, y fecales están en los límites máximos permisibles y estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda a las personas que conforman la JASS del caserío de Coyunde Grande tener mayor cuidado y responsabilidad en el tratamiento con cloración del agua antes de distribuirla a los domicilios. Ya que el agua si no se clora podría producir problemas epidémicos, y si se exceden los límites máximos permisibles podría causar efectos nocivos sobre la salud.
2. Los resultados de la presente investigación deben ser difundidos a la población involucrada, para conocer qué tipo de agua los pobladores consumen. Por otra parte, la municipalidad de Chugur y la micro red de salud Hualgayoc - Bambamarca a través del centro de salud de Chugur deben concientizar a la población rural de la importancia del consumo de agua de calidad.
3. Se recomienda a las diferentes instituciones públicas, como la municipalidad distrital de Chugur, comunicar la actual investigación a la población de la localidad de Coyunde Grande a fin de pedir a las autoridades de salud y otras instituciones involucradas para el tratamiento de las aguas que llegan a las viviendas.
4. Se recomienda a la municipalidad distrital de Chugur promover y fortalecer la participación activa de los usuarios y sensibilizarlos en el cambio de comportamiento sanitario con programas de asistencia técnica, capacitación y educación sanitaria en tratamiento de agua para consumo humano, a través del área técnica municipal. (ATM).

## REFERENCIAS

AGUILAR Sequeiros, Oscar, NAVARRO Alfaro, Brillith. Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay, provincia de Abancay 2017. Tesis (Ingeniero Ambiental). Abancay: Universidad Tecnológica de los Andes 2017. Disponible en: [http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/130/Tesis-Evaluaci% c3% b3n% 20de% 20la% 20calidad% 20de% 20agua% 20para% 20consumo% 20hu mano.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/130/Tesis-Evaluaci%c3%b3n%20de%20la%20calidad%20de%20agua%20para%20consumo%20hu mano.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

ALFARO Mendoza, Oscar. Evaluación del sistema de tratamiento para la remoción de hierro y magnesio en aguas de abastecimiento de la Colonia Guadalupe, municipio de Tejutla departamento de Chalatenango. Tesis (Maestría). San Salvador: Universidad de El Salvador, 2017. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/13518/>

ARANDA Rivera, Jhoana . Calidad de agua: Ibal [en línea]. 20 de Junio de 2018. [Citado el: 17 de mayo de 2019]. Disponible en: [https://www.ibal.gov.co/sites/default/files/ibal/sites/default/files/images/stories/CALIDAD %20DE%20AGUA%202018.pdf](https://www.ibal.gov.co/sites/default/files/ibal/sites/default/files/images/stories/CALIDAD%20DE%20AGUA%202018.pdf).

ASOCIACIÓN NACIONAL DEL AGUA. El agua en cifras: ANA [en línea]. 19 de MARZO de 2019. [Citado el: 15 de mayo de 2019]. Disponible en: <http://www.ana.gob.pe/contenido/el-agua-en-cifras>.

ATENCIO Santiago, Helen. Análisis de calidad de agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de San Antonio de Rancas, del distrito de Simón Bolívar, Provincia y Región Pasco- 2018 .Tesis (Ingeniero Ambiental). Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Disponible en: [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/428/1/T026\\_70776177\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/428/1/T026_70776177_T.pdf) g

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. Proceso regional de las américas. Foro mundial del agua 2018. CEPAL [en línea] BID. Octubre de 2018. [Citado el: 16 de mayo de 2019]. Disponible en: [file:///C:/Users/usuario/Downloads/Proceso\\_Regional\\_de\\_Las\\_Am% C3% A9ricas\\_Foro\\_Mundial\\_del\\_Agua\\_2018\\_Informe\\_subregional\\_Centroam% C3% A9rica\\_es\\_es.pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/Proceso_Regional_de_Las_Am%C3%A9ricas_Foro_Mundial_del_Agua_2018_Informe_subregional_Centroam%C3%A9rica_es_es.pdf)

BETTER THINKING BETTER WATER. Factores determinantes de la calidad del agua: Water Logic [en línea] 28 de Junio de 2016. [Citado el: 17 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.waterlogic.es/blog/que-factores-determinan-la-calidad-del-agua/>.

CABEZAS Sánchez, César. Enfermedades Infecciosas relacionadas con el agua en el Perú, Lima. Revista peruana de medicina Experimental y Salud Pública [en línea]. Abril-junio 2018, n° 2. [Citado el: 17 de mayo de 2019]. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342018000200020](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342018000200020).

Vol. 35, págs. 309 - 316, 2018. ISSN 1726 - 4634.

CAMPOVERDE Barros, Jahanina. Análisis del efecto toxicológico que provoca el consumo humano de agua no potable, mediante la determinación de cloro libre residual en aguas tratadas de las parroquias rurales del Cantón Cuenca. Tesis (Magister) Ecuador: Universidad Estatal de Cuenca. Cuenca - Ecuador, 2015. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/21794>

CENTRO NACIONAL DE PLANEAMIENTO ESTRATÉGICO. Departamentos del Perú: Cajamarca: CEPLAN [en línea]. Cajamarca. 16 de Enero de 2018. [Citado el: 16 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.ceplan.gob.pe/wp-content/uploads/2018/03/Ceplan-Enero-2018-Cajamarca.pdf>

CHANALUISA Choloquina, Alexandra. Optimización del sistema de agua potable ubicada en la parroquia Enokanqui del Cantón Joya de los Sachas. Tesis (Ingeniero Químico.) Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador, 2015. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4684/1/96T00303%20UDCTFC.pdf>

CHAUCA Chicaiza, Alex, OROZCO Cantos, Lenin. Diseño e implementación de un sistema automatizado para la dosificación de cloro en el tratamiento de agua potable en la comunidad San Vicente de Lacas. Tesis (Tesis de Grado). Ecuador: Escuela de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador, 2017. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1888>

CHULLUNCUY Camacho, Nadia. Tratamiento de agua para consumo humano [en línea]. 23 de mayo 2011, n° 29. [Citado el: 16 de mayo de 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/usuario/Downloads/232-Texto%20del%20art%C3%ADculo-694-1-10-20150311.pdf>. ISSN 1025-9929, pp. 153-170

DIGESA/ MINISTERIO DE SALUD. Implementación, operación y mantenimiento del "Sistema de tratamiento intradomiciliario de agua para consumo humano" - MI AGUA: MINSAL. [En línea] 10 de Febrero de 2011. [Citado el: 30 de Mayo de 2019.]. Disponible en: [https://www.MINSAL/Implementacion, Operacion y Mantenimiento del "Sistema de Tratamiento Intradomiciliario de Agua para Consumo Humano - MI AGUA.com](https://www.MINSAL/Implementacion, Operacion y Mantenimiento del \)



FIGUEROA Mundaca, Segundo. Propuesta de una adecuada instalación de tecnologías de cloración para sistemas de agua potable por gravedad y bombeo en el distrito de Salas, provincia y departamento de Lambayeque. Tesis (Ingeniería Agrícola). Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo. Lambayeque - Perú, 2018. Disponible en: <https://library.co/document/zkw9d9mz-propuesta-adeuada-instalacion-tecnologias-cloracion-provincia-departamento-lambayeque.html>

FONDO PARA LA COMUNICACIÓN Y LA EDUCACIÓN AMBIENTAL. Salud y calidad del agua. Agua.org [en línea] 02 de Enero de 2018. [Citado el: 18 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://agua.org.mx/actualidad/salud-calidad-del-agua/>.

GUÍAS PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE: OMS. OMS [en línea] 23 de Febrero de 2008. [Citado el: 17 de mayo de 2019.] Disponible en: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full\\_lowres.pdf?ua=1](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf?ua=1).

HORNA Horna, David Elias. Optimización del consumo de cloro en la potabilización de agua, haciendo uso del método del nivel estático en reservorio del sistema de agua potable rural del caserío El Tambo - Distrito de José Galvez. Tesis (Titulación) Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2014. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/653>

INCA Lujan, Heyner, ULLOA Flores, Silvana. Modelamiento y simulación de la concentración de cloro residual en la red de agua del caserío de Pueblo Nuevo - Santiago de Chuco. Tesis (Ingeniería Química,) Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2018. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11447?show=full>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico: INEI [en línea]. 17 de marzo de 2018. [Citado el: 15 de mayo de 2019]. Disponible en: <http://www.ana.gob.pe/contenido/el-agua-en-cifras>

LOZADA, José. Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria [en línea]. Quito. 9 de diciembre de 2014. [Citado el: 16 de mayo de 2019]. Disponible en: [file:///C:/Users/usuario/Downloads/Dialnet-InvestigacionAplicada-6163749%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/Dialnet-InvestigacionAplicada-6163749%20(1).pdf)

LANDEO Espeza, Anthony . Relación de los métodos por goteo y la eficiencia del cloro residual en la instalación de sistemas de cloración en zonas rurales. Tesis (Título profesional). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2018. Disponible en: <file:///C:/Users/usuario/Downloads/TESIS%20LANDEO%20ESPEZA.pdf>

MINISTERIO DE SALUD. Reglamento de calidad del agua para consumo humano. MINSA [en línea]. Perú. 20 de Febrero de 2011. [Citado el: 16 de mayo de 2019]. Disponible en: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento\\_Calidad\\_Agua.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf)

REGLAMENTO DE HIPOCLORITO DE CALCIO PARA TRATAMIENTO DE AGUA: OMS [en línea]. 15 de Enero de 2002. [Citado el: 30 de mayo de 2019]. Disponible en: [https://www.google.com/search?q=REGLAMENTO+DE+HIPOCLORITO+DE+CALCIO+PARA+TRATAMIENTO+DE+AGUA%3A+OMS+%5Ben+1%C3%ADnea%5D.+15+de+Enero+de+2002.+%5BCitado+el%3A+30+de+mayo+de+2019%5D.&rlz=1C1GIGM\\_enPE650PE664&oq=REGLAMENTO+DE+HIPOCLORITO+DE+CALCIO+PARA+TRATAMIENTO+DE+AGUA%3A+OMS+%5Ben+1%C3%ADnea%5D.+15+de+Enero+de+2002.+%5BCitado+el%3A+30+de+mayo+de+2019%5D.&aqs=chrome..69i57.668j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=REGLAMENTO+DE+HIPOCLORITO+DE+CALCIO+PARA+TRATAMIENTO+DE+AGUA%3A+OMS+%5Ben+1%C3%ADnea%5D.+15+de+Enero+de+2002.+%5BCitado+el%3A+30+de+mayo+de+2019%5D.&rlz=1C1GIGM_enPE650PE664&oq=REGLAMENTO+DE+HIPOCLORITO+DE+CALCIO+PARA+TRATAMIENTO+DE+AGUA%3A+OMS+%5Ben+1%C3%ADnea%5D.+15+de+Enero+de+2002.+%5BCitado+el%3A+30+de+mayo+de+2019%5D.&aqs=chrome..69i57.668j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8)

REGLAMENTO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO: MINSA [en línea]Perú. 09 de febrero de 2011. [Citado el: 17 de mayo de 2019.] Disponible en: [https://www.google.com/search?q=control+del+agua+de+calidad&rlz=1C1CHBD\\_esPE758PE758&oq=control+del+agua+de+calidad+&aqs=chrome..69i57.9177J0J8&SOURCEID=CHROME&IE=UTF-8#](https://www.google.com/search?q=control+del+agua+de+calidad&rlz=1C1CHBD_esPE758PE758&oq=control+del+agua+de+calidad+&aqs=chrome..69i57.9177J0J8&SOURCEID=CHROME&IE=UTF-8#).

MORENO Jabo, Staci. Tratamientos de aguas residuales en el tanque Imhoff para disminuir la contaminación en la quebrada Sicacate del distrito de Montero. Tesis (Ingeniería Industrial) Piura: Universidad Nacional de Piura, 2017. Disponible en: <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1154/IND-MOR-JAB-18.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. Agua: ONU [en línea]. ONU, 12 de Setiembre de 2017. [Citado el: 15 de mayo de 2019.] Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/detail/12-07-2017-2-1-billion-people-lack-safe-drinking-water-at-home-more-than-twice-as-many-lack-safe-sanitation>

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Guías para la calidad del agua del consumo humano: OMS [en línea]. 4.<sup>a</sup> ed. Ginebra. Noviembre de 2018. [Citado el: 16 de mayo de 2019.] Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf>. ISBN 978-92-4- 354995-8

PÉREZ Chanca, Roli, RAMOS Castellanos, Gisela. Dosis de cloro y cloro residual libre en el sistema de agua potable en el sector Puyhúan Grande del distrito y provincia de Huancavelica. Tesis (Ingeniero ambiental y sanitario.) Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2018. Disponible en:

[http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2181/TESIS\\_2018\\_ING.AMB.\\_PEREZ%20CHANCA%20Y%20RAMOS%20CASTELLANOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2181/TESIS_2018_ING.AMB._PEREZ%20CHANCA%20Y%20RAMOS%20CASTELLANOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)  
PORTILLA Vásquez, Jorge. Desarrollo de una propuesta para el sistema de desinfección de cloro gas, aplicado a la distribución de agua del tanque labor de Castilla, de la empresa abastesa. Tesis (Título Profesional). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2013. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_2807\\_IN.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2807_IN.pdf)

QUIJANDRÍA, Silvana. El Hipoclorito de Calcio para tratamiento de agua: R-Chemical [en línea]. Perú. 24 de Octubre de 2017. [Citado el: 30 de mayo de 2019.] Disponible en: <https://www.r-chemical.com/hipoclorito-de-calcio-para-tratamiento-de-agua/>

QUISPE Huisa, Midward Faustino. Evaluación y planeamiento de diseño del sistema de dosificación de cloro en el tratamiento de agua potable del centro poblado de Cayacaya - Putina. Tesis (Ingeniero Agrícola). Puno: Universidad Nacional del Altiplano. Puno, 2018. Disponible en: [file:///C:/Users/usuario/Downloads/Quispe\\_Huisa\\_Midward\\_Faustino.pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/Quispe_Huisa_Midward_Faustino.pdf)

QUISPE Lozano, Juan, TORRES Esparta, Cristian. Diseño de un sistema automatizado de dosificación de cloro para mejorar la calidad del agua potable en el sistema de abastecimiento de la comunidad La Planta - Paján - La Libertad. Tesis (Ingeniería Química). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2018. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10532>

RADIO AGRICULTURA [en línea]. Bambamarca. 9 de enero de 2018. [Citado el: 30 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://radioagriculturacajamarca.com/2018/01/09/bambamarca-estaria-consumiendo-agua-con-aluminio-plomo-arsenico-sulfatos-cromo-y-nitratos/>

RED DE COMUNICACIÓN REGIONAL. Bajísimo índice de consumo de agua segura en zonas rurales de Cajamarca debe ser mejorada drásticamente [en línea]. Cajamarca. 24 de setiembre de 2018. [Citado el: 15 de mayo de 2019.]. Disponible en: <https://www.rcrperu.com/bajisimo-indice-de-consumo-de-agua-segura-en-zonas-rurales-de-cajamarca-debe-ser-mejorado-drasticamente/>

RODRÍGUEZ Soria, Yessenia. Modelamiento de cloro residual con Watercad en las redes de distribución de agua potable de la ciudad de Rioja, provincia de Rioja para determinar la calidad microbiológica, 2017. Tesis (Ingeniero Sanitario.) Tarapoto: Universidad de San Martín Tarapoto. Moyobamba, 2018. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSM\\_7f40d6778d60fad9d7ed49f75ea902bf](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSM_7f40d6778d60fad9d7ed49f75ea902bf)

/Details<http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3441/ING.%20SANITARIA%20-%20Yessenia%20Rodr%C3%ADguez%20Soria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>  
SALAZAR Silva, Ramón. Eficiencia de los sistemas de cloración convencional y goteo adaptado en el tratamiento de agua potable. Tesis (Título profesional) Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2018. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14786>  
WIKI WATER. Tratamiento del agua por cloración [en línea]. 26 de marzo de 2018. [Citado el: 17 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://wikiwater.fr/e18-el-tratamiento-del-agua-por>  
ZAMORA Arevalo, Oscar. Tipos y/o niveles de investigación [en línea]. Enero de 2012. [Citado el: 17 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://docplayer.es/amp/31613531-Tipos-y-o-niveles-de-investigacion.html>

## ANEXOS

### Anexo N° 01. Operacionalización de variables

	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medición	Escala de medición
Variable Independiente	<b>Hipoclorito de Calcio</b>	Compuesto químico, muy utilizado en el tratamiento del agua a ser consumida por el ser humano, por su alta eficacia contra bacterias, microorganismos y todo agente patógeno. Quijandría (2017)	El hipoclorito de calcio en forma sólida mediante un calorímetro, será utilizado como desinfectante químico para el tratamiento de agua de consumo humano.	<b>Características del hipoclorito de calcio</b>	<b>Dosis</b>	Mg/l	<b>Razón</b>
					<b>Cloro residual</b>	Mg/l	
Variable Dependiente	<b>Tratamiento de Agua Para Consumo</b>	El tratamiento del agua viene a ser los procedimientos de tipo físico, químico o biológico que se les realiza con la finalidad de eliminar y reducir su contaminación, como los microorganismos presentes que pueden causar algún daño a las personas. Chulluncuy (2011)	El procedimiento de desinfección del agua, mediante el uso de hipoclorito de calcio, es una medida básica que nos ayuda a poder usar el agua de forma segura, porque cumple con los requerimientos dispuestos por el estado.	<b>Tipos de fuentes de agua</b>	<b>Aguas superficiales</b>	Mg/l	<b>Razón</b>
					<b>Aguas subterráneas</b>		
					<b>Aguas de lluvia</b>	UNT	
				<b>Parámetros de agua</b>	<b>Turbiedad</b>		
					<b>color</b>		
	<b>Sabor</b>	UCV					
		<b>olor</b>	Mg/l				
	<b>Cantidad de agua</b>	<b>Método volumétrico</b>					
				<b>Método de área</b>			

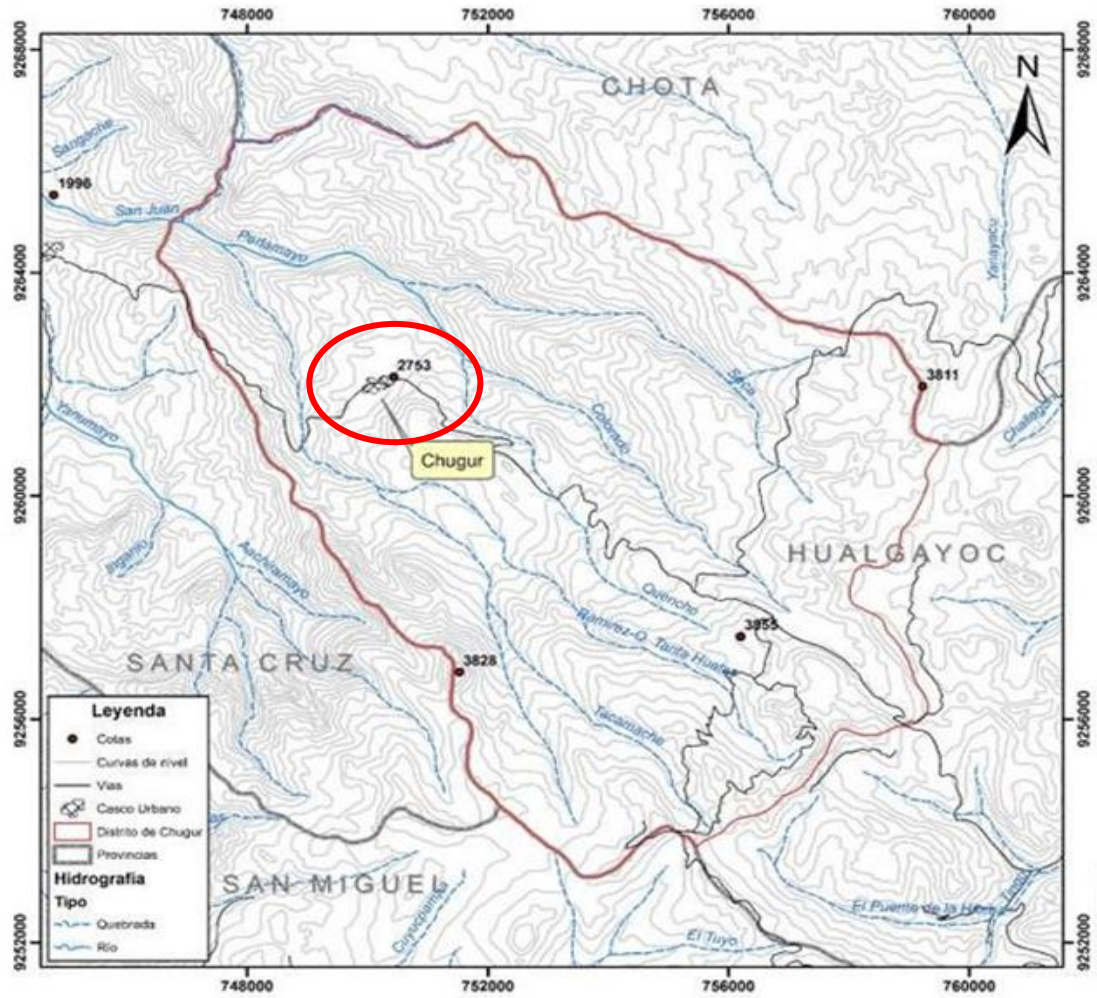
Fuente: Elaboración del investigador.

UNT: Turbidity Unit

UCV: Unidad de Cambio Vital

Anexo N° 02. Panel fotográfico

Mapa político del distrito de Chugur.





## Construcción de la caseta para tanque de cloración e instalación del tanque



*Foto 01:* Participando de la construcción de la caseta para el tanque de cloración. Coyunde Grande 20 de setiembre del 2019.



*Foto 02:* Finalización de la caseta de cloración. Coyunde Grande 07 de octubre del 2019.



**Foto 03:** Acabados de la caseta de cloración. Coyunde Grande 11 de octubre del 2019.



**Foto 04:** Presidente del JASS Y un integrante de la comunidad y responsable del estudio verificando la culminación y pintado de la caseta de cloración. Coyunde Grande 16 de octubre del 2019.





**Foto 05:** Instalación del banner informativo con representantes de la comunidad para la ejecución del proyecto de estudio. Coyunde Grande 17 de octubre del 2019.



**Foto 06:** Aforamiento del caudal de agua del manantial Cashesirque, acompañado juntamente con los señores Asdrúbal Gavidia Tarrillo y el señor Eleuterio Alarcón Díaz. Coyunde Grande 24 de octubre del 2019.

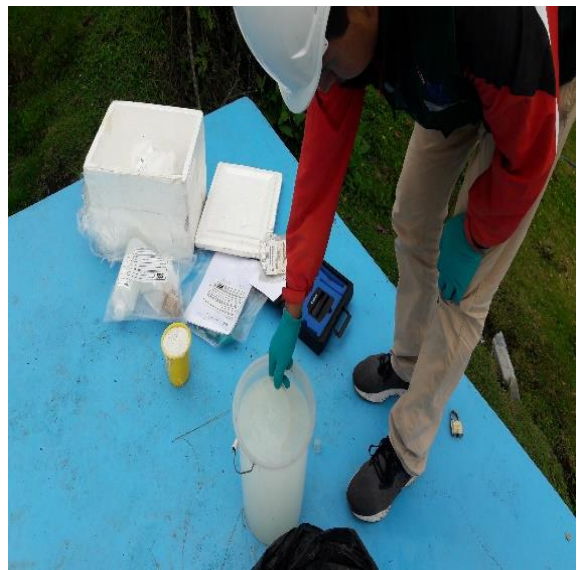




**Foto 07:** Recojo de muestra 001 para análisis situacional del agua de la fuente domiciliaria de la familia Osorio Pérez Diómenes. Coyunde Grande 04 de noviembre del 2019.



**Foto 08:** Recojo disolución del hipoclorito de calcio para el tratamiento de agua del manantial Cashesirque reservorio N° 1. Coyunde Grande 07 de noviembre del 2019.



**Foto 09:** Desde otro ángulo disolución del hipoclorito de calcio para el tratamiento de agua del manantial Cashesirque reservorio N°1. Coyunde Grande 07 de noviembre del 2019.





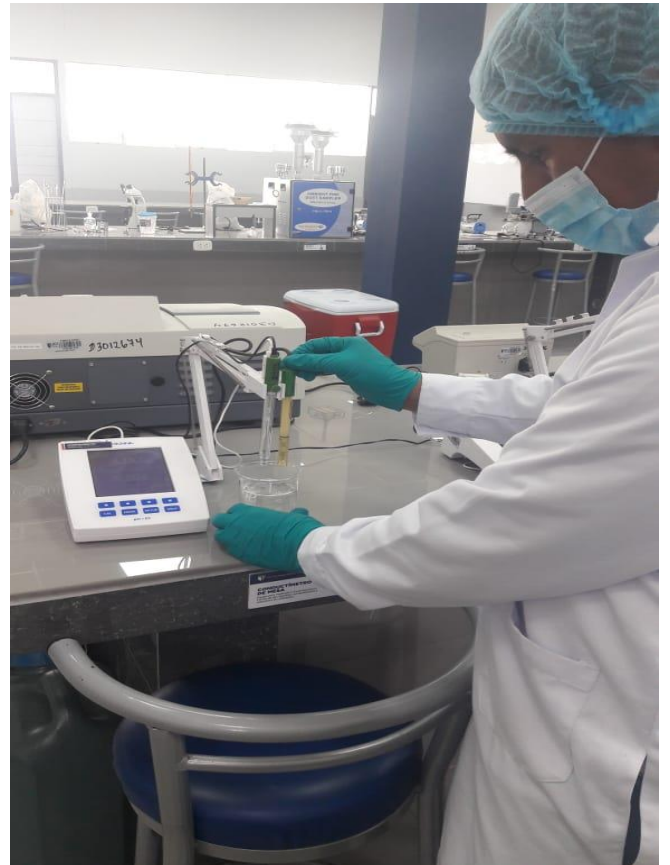
**Foto 10:** Recoyo de muestra N° 02 para análisis de laboratorio después del tratamiento del hipoclorito de calcio, domicilio de la familia Estela Efus Segundo. Coyunde Grande 09 de noviembre del 2019.



**Foto 11:** Envío de muestras al laboratorio SGS PERÚ SAC Cajamarca. Coyunde Grande 09 de noviembre del 2019.

DATOS GENERALES		MUESTREO		ANÁLISIS	
Fecha	09-11-2019	Horario	09:00 AM	LABORATORIO	SGS PERÚ
Ubicación	Coyunde Grande	Nombre del Muestreo	Muestra N° 02	Tipos de Muestreo	Alémbico
Nombre del Cliente	Estela Efus Segundo	Objetivo del Muestreo	Análisis de laboratorio	Medios de Transporte	Alémbico
Nombre del Muestreador	[Firma]	Nombre del Analista	[Firma]	Medios de Almacenamiento	Alémbico
Nombre del Supervisor	[Firma]	Nombre del Cliente	[Firma]	Medios de Conservación	Alémbico
Nombre del Encargado	[Firma]	Nombre del Laboratorio	SGS PERÚ	Medios de Transporte	Alémbico
Nombre del Responsable	[Firma]	Nombre del Muestreo	Muestra N° 02	Medios de Almacenamiento	Alémbico
Nombre del Muestreador	[Firma]	Nombre del Analista	[Firma]	Medios de Transporte	Alémbico
Nombre del Supervisor	[Firma]	Nombre del Cliente	[Firma]	Medios de Almacenamiento	Alémbico
Nombre del Encargado	[Firma]	Nombre del Laboratorio	SGS PERÚ	Medios de Transporte	Alémbico
Nombre del Responsable	[Firma]	Nombre del Muestreo	Muestra N° 02	Medios de Almacenamiento	Alémbico




**Foto 12:** Cadena de custodia para análisis de agua. Coyunde Grande 09 de noviembre del 2019.



**Foto 13:** Realizando análisis de muestras en el laboratorio SGS del Perú SAC Cajamarca. Cajamarca 10 de noviembre del 2019



Anexo N° 03. Resultados de laboratorio

	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002</b>			
<b>INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL MA1929659 Rev. 0</b>				
<hr/> <b>LUIS ALBERTO EFUS CABRERA</b> P.J. PEDRO TANTALLATAS N° 140 - CHOTA - CAJAMARCA ENV / LB-348378-003 PROCEDENCIA : CHOTA <hr/>				
Fecha de Recepción SGS :	09-11-2019			
Fecha de Ejecución :	Del 09-11-2019 al 21-11-2019			
Muestra Realizado Por :	CLIENTE			
Observación :	DATO DEL CLIENTE: MUESTRA EL NO SE ENCUENTRA CLORO RESIDUAL.			
<table border="1" data-bbox="622 1019 938 1115"><tr><td style="text-align: center;"><b>Exhibición de Muestra</b></td></tr><tr><td style="text-align: center;">01</td></tr></table>			<b>Exhibición de Muestra</b>	01
<b>Exhibición de Muestra</b>				
01				
<p>Emitido por SGS del Perú S.A.C. Impreso el 21/11/2019</p>  <p>Jade C. Huarcaya Solo C.B.P. 8471 Jefe de Oficina</p>				
Página 1 de 4				



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro IFLS - 002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1929659 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA						01
FECHA DE MUESTREO						09/11/2019
HORA DE MUESTREO						08:00:00
CATEGORIA						AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA						AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado	
<b>Análisis Físicoquímicos</b>						
Turbidez	EW_APHA2130B_CX	NTU	0.1	0.2	27.2	
Conductividad	EW_APHA2510B_CX	µS/cm	--	--	330.0	
Sólidos Totales Disueltos	EW_APHA2540C_CX	mg Sólidos Totales Disueltos/L	1	3	216	
Potencial de Hidrógeno	EW_APHA4500HB_CX	pH	--	--	7.40 *	
<b>Aniones</b>						
Nitrito	EW_EPA300_0_CX	mg/L	0.003	0.006	<0.006	
Sulfato	EW_EPA300_0_CX	mg/L	0.01	0.03	16.12	
<b>Análisis Microbiológicos</b>						
Numeración de Coliformes totales	EW_APHA9221B_CX	NMP/100 mL	--	--	130.0	
Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_CX	NMP/100 mL	--	--	23.0	
<b>Metales Totales</b>						
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	0.126	
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	0.00162	
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003	
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	0.1692	

**Notas:**

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

(\*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA , para la matriz en mención.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1929659 Rev. 0**

**CONTROL DE CALIDAD**

**LC:** Límite de cuantificación  
**MB:** Blanco del proceso.  
**LCS %Recovery:** Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.  
**MS %Recovery:** Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.  
**MSD %RPD:** Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.  
**Dup %RPD:** Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Conductividad	µS/cm	--		0%	99%		
Turbidez	NTU	0.2		0%	97%		
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	0%	99%	100%	0%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0%	97 - 98%	98%	0%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	95 - 102%	98%	0%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	0%	98 - 99%	91%	0%
Nitrato	mg/L	0.006	<0.006		96 - 100%		
Sulfato	mg/L	0.03	<0.03		98 - 100%		
Potencial de Hidrógeno	pH	--		0%	101%		
Sólidos Totales Disueltos	mg Sólidos Totales Disueltos/L	3	<3	1%	95%		



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1929659 Rev. 0**

**REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO**

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA2130B_CX	Cajamarca	Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed.: 2017. Turbidity. Nephelometric Method
EW_APHA2510B_CX	Cajamarca	Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510-B, 23rd Ed.: 2017. Conductivity: Laboratory Method
EW_APHA2540C_CX	Cajamarca	Sólidos Disueltos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-C, 23rd Ed.:2017. Solids:Total Dissolved Solid dried at 180°C
EW_APHA4500HB_CX	Cajamarca	Potencial de Hidrógeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+-B; 23rd Ed: 2017. pH Value: Electrometric Method.
EW_APHA9221B_CX	Cajamarca	Numeración de Coliformes totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221B; 23rd Ed: 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
EW_APHA9221E_NMP_CX	Cajamarca	Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221E.1, 23rd Ed; 2017; Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
EW_EPA200_8	Callao	Metales Totales	EPA 200.8, Rev 5.4: 1994. Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.
EW_EPA300_0_CX	Cajamarca	Nitrito	EPA 300.0. Rev. 2.1. 1993. Determination Of Inorganic Anions By Ion Chromatography.
EW_EPA300_0_CX	Cajamarca	Sulfato	EPA 300.0. Rev. 2.1. 1993. Determination Of Inorganic Anions By Ion Chromatography.





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1928492 Rev. 0**

---

**LUIS ALBERTO EFUS CABRERA**

P.J. PEDRO TANTALLATAS N° 140 - CHOTA - CAJAMARCA

ENV / LB-346376-002

PROCEDECENCIA : CHOTA

---

Fecha de Recepción SGS : 09-11-2019

Fecha de Ejecución : Del 09-11-2019 al 10-11-2019

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Observación : Se encontro 0.88 de cromo residual en la muestra N°002

Estación de Muestreo
02

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 10/11/2019

Jade C. Huarcaya Soto  
C.B.P. 8471  
Jefe de Oficina



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1928492 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					02
FECHA DE MUESTREO					09/11/2019
HORA DE MUESTREO					11:00:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado
<b>Análisis Físicoquímicos</b>					
Turbidez	EW_APHA2130B_CX	NTU	0.1	0.2	1.8
Conductividad	EW_APHA2510B_CX	µS/cm	--	--	338.0
Sólidos Totales Disueltos	EW_APHA2540C_CX	mg Sólidos Totales Disueltos/L	1	3	229
Potencial de Hidrógeno	EW_APHA4500HB_CX	pH	--	--	7.83 *
<b>Aniones</b>					
Nitrito	EW_EPA300_0_CX	mg/L	0.003	0.006	<0.006
Sulfato	EW_EPA300_0_CX	mg/L	0.01	0.03	13.28
<b>Análisis Microbiológicos</b>					
Numeración de Coliformes totales	EW_APHA9221B_CX	NMP/100 mL	--	--	2.0
Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP_CX	NMP/100 mL	--	--	<1.8
<b>Metales Totales</b>					
Aluminio Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.001	0.003	<0.003
Cobre Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.00003	0.00009	<0.00009
Cromo Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0001	0.0003	<0.0003
Hierro Total	EW_EPA200_8	mg/L	0.0004	0.0013	0.0071

**Notas:**

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

(\*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA , para la matriz en mención.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1928492 Rev. 0**

**CONTROL DE CALIDAD**

LC: Límite de cuantificación  
MB: Blanco del proceso.  
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.  
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.  
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.  
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Conductividad	µS/cm	--		0%	100%		
Turbidez	NTU	0.2		0%	98%		
Aluminio Total	mg/L	0.003	<0.003	1 - 3%	100%	99%	0%
Cobre Total	mg/L	0.00009	<0.00009	0 - 7%	92 - 93%	92%	1%
Cromo Total	mg/L	0.0003	<0.0003	0%	96 - 104%	100%	2%
Hierro Total	mg/L	0.0013	<0.0013	2%	97 - 105%	108%	9%
Nitrógeno	mg/L	0.006	<0.006		96 - 100%	97%	0%
Sulfato	mg/L	0.03	<0.03		98 - 100%	100%	0%
Potencial de Hidrógeno	pH	--		0%	100 - 101%		
Sólidos Totales Disueltos	mg Sólidos Totales Disueltos/L	3	<3	3%	104%		



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL  
MA1928492 Rev. 0**

**REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO**

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA2130B_CX	Cajamarca	Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed.: 2017. Turbidity. Nephelometric Method
EW_APHA2510B_CX	Cajamarca	Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510-B, 23rd Ed: 2017. Conductivity: Laboratory Method
EW_APHA2540C_CX	Cajamarca	Sólidos Disueltos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-C, 23rd Ed.:2017. Solids:Total Dissolved Solid dried at 180°C
EW_APHA4500HB_CX	Cajamarca	Potencial de Hidrógeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+-B; 23rd Ed: 2017. pH Value: Electrometric Method.
EW_APHA9221B_CX	Cajamarca	Numeración de Coliformes totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221B; 23rd Ed: 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
EW_APHA9221E_NMP_CX	Cajamarca	Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221E.1, 23rd Ed: 2017; Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
EW_EPA200_B	Callao	Metales Totales	EPA 200.8, Rev 5.4: 1994. Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.
EW_EPA300_0_CX	Cajamarca	Nitrito	EPA 300.0. Rev. 2.1. 1993. Determination Of Inorganic Anions By Ion Chromatography.
EW_EPA300_0_CX	Cajamarca	Sulfato	EPA 300.0. Rev. 2.1. 1993. Determination Of Inorganic Anions By Ion Chromatography.