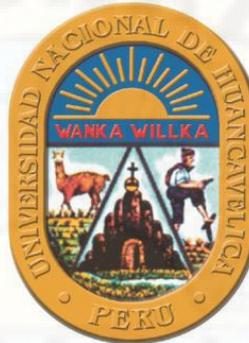


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA**  
(Creada por Ley 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA



**TESIS:**

**“EFICIENCIA DEL MÉTODO POR GOTEO CON FLOTADOR ADAPTADO  
Y EL MÉTODO POR GOTEO AUTOCOMPENSANTE EN LA  
INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE CLORACIÓN EN EL CENTRO  
POBLADO DE CHACAPAMPA, DISTRITO DE PAUCARÁ,  
HUANCVELICA - 2019”**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

GESTIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO

**PRESENTADO POR:**

SOTO VARGAS YURI

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO

HUANCVELICA – PERU

2021



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

## FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

### ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

En la ciudad de Huancavelica, a los once días (11) del mes de noviembre del año 2021, siendo las tres horas y media de la tarde (03:30 p.m.), se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los docentes: Mg. Pedro Antonio Palomino Pastrana (Presidente), Dr. Víctor Guillermo Sánchez Araujo (Secretario), Dr. Fernando Martín Toribio Román (Vocal), designados con Resolución de Decano N° 086-2019-FCI-UNH, de fecha 20 de mayo del 2019, a fin de proceder con la sustentación y calificación virtual mediante el aplicativo MEET del informe final de tesis titulado: **“EFICIENCIA DEL MÉTODO POR GOTEO CON FLOTADOR ADAPTADO Y EL MÉTODO POR GOTEO AUTOCOMPENSANTE EN LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE CLORACIÓN EN EL CENTRO POBLADO DE CHACAPAMPA, DISTRITO DE PAUCARA, HUANCVELICA-2019”**, presentada por la Bachiller **Yuri SOTO VARGAS**, para optar el **Título Profesional de Ingeniero Ambiental y Sanitaria**. Finalizada la sustentación virtual a horas 4.25 pm.; se comunicó a la sustentante y al público en general que los Miembros del Jurado abandonará el aula virtual para deliberar el resultado:

**Yuri SOTO VARGAS**

APROBADO  POR UNANIMIDAD

DESAPROBADO

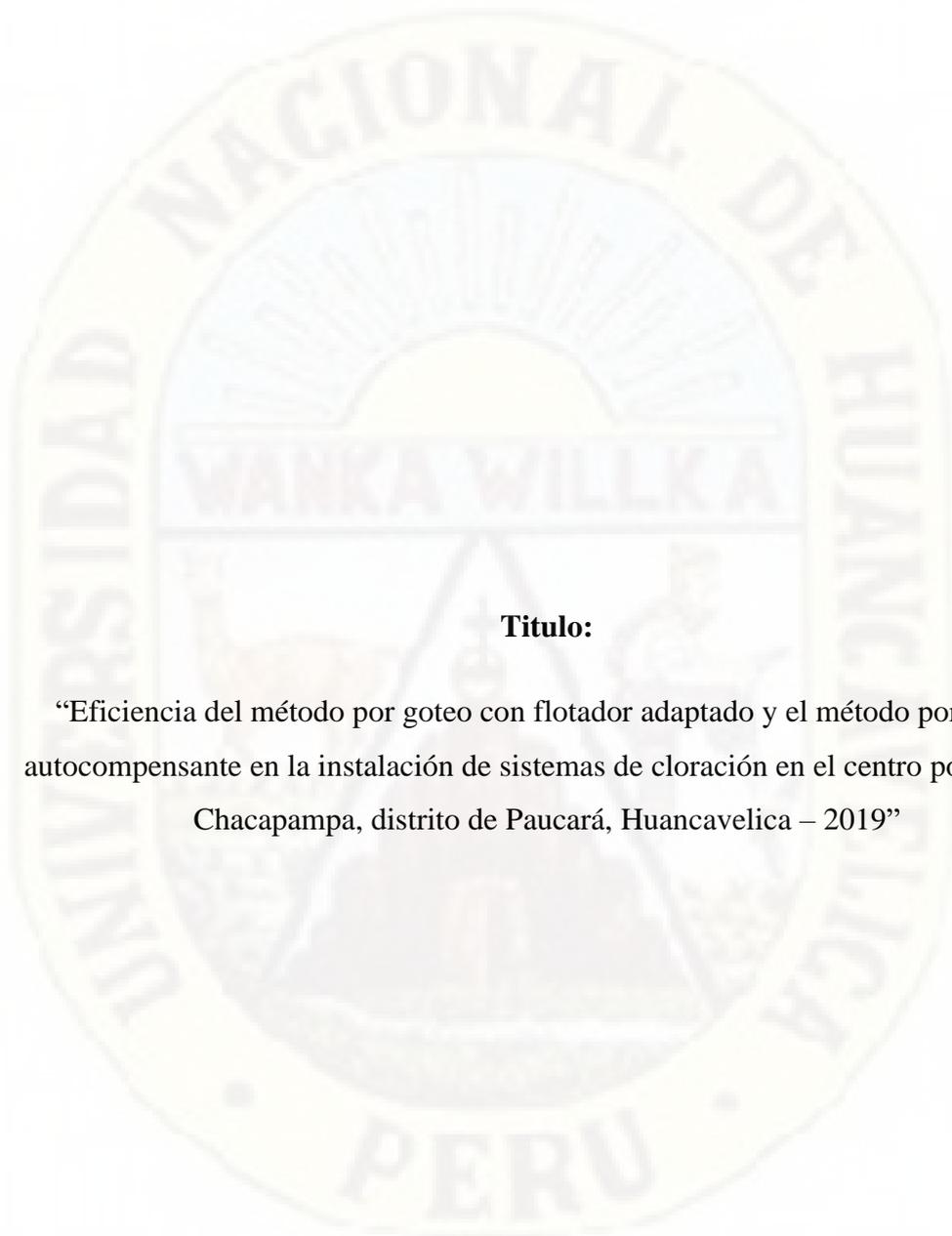
En señal de conformidad, firmamos a continuación:

  
\_\_\_\_\_  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Secretario

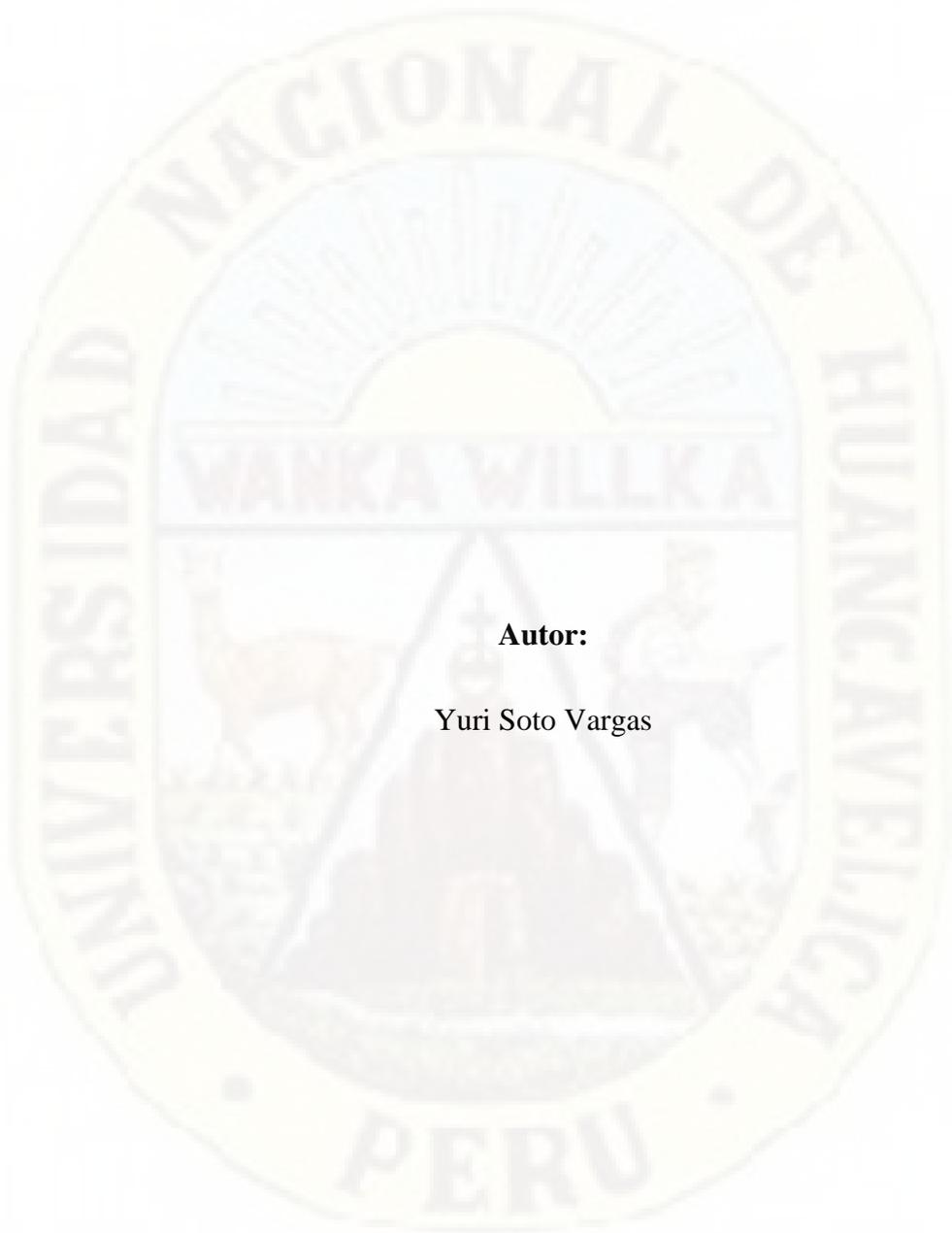
  
\_\_\_\_\_  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
Vº Bº Decano



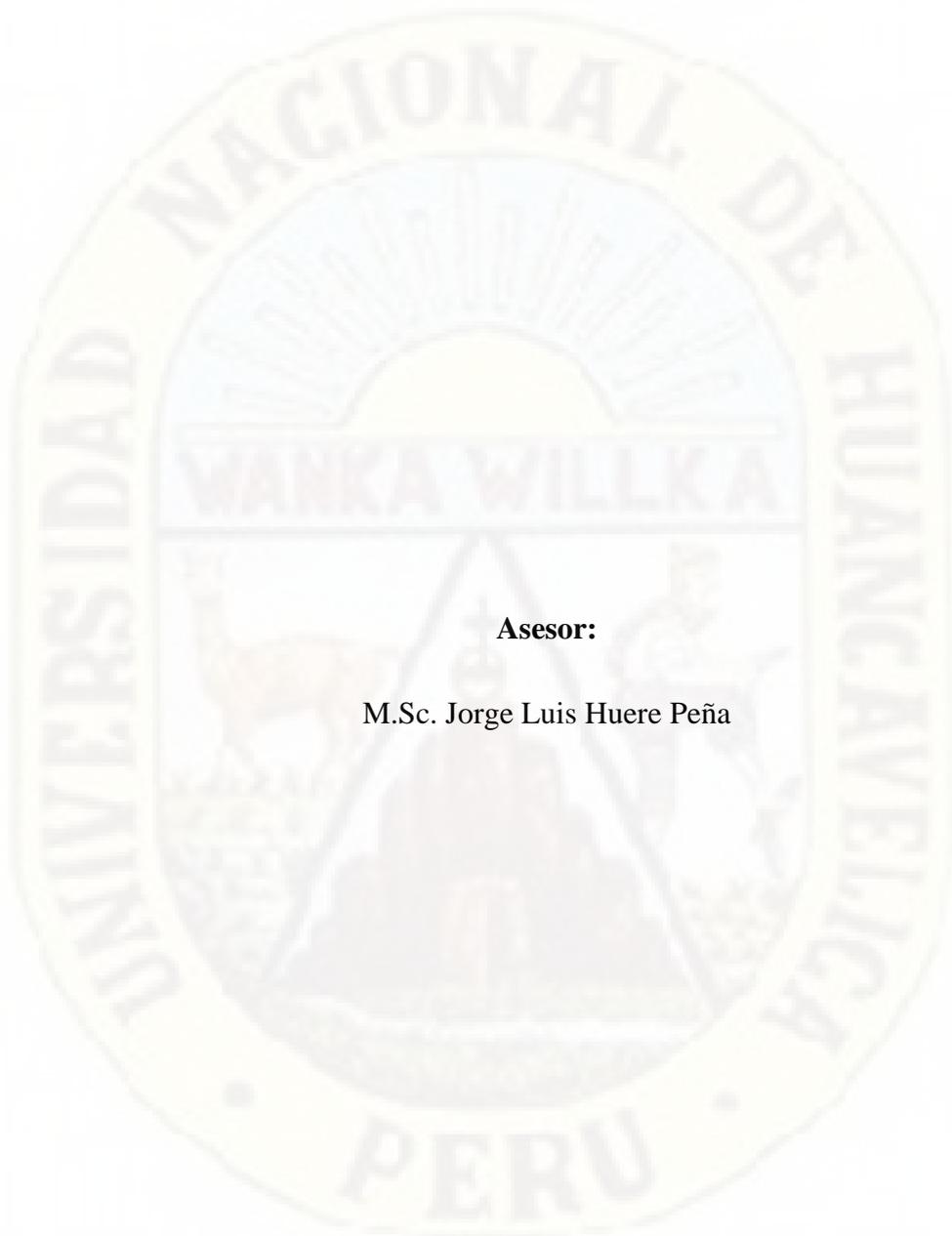
**Título:**

“Eficiencia del método por goteo con flotador adaptado y el método por goteo autocompensante en la instalación de sistemas de cloración en el centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica – 2019”



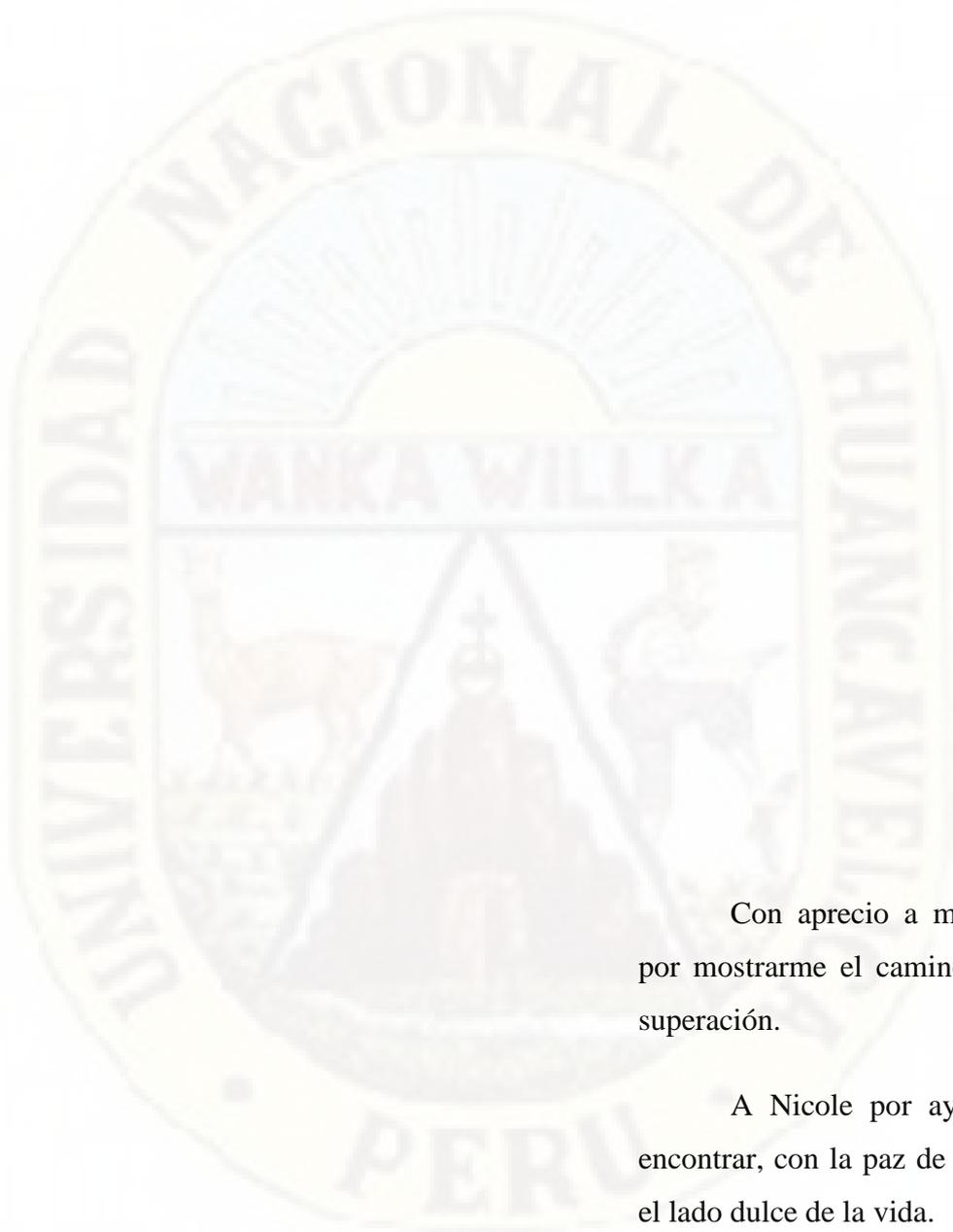
**Autor:**

Yuri Soto Vargas



**Asesor:**

M.Sc. Jorge Luis Huere Peña



Con aprecio a mis padres,  
por mostrarme el camino hacia la  
superación.

A Nicole por ayudarme a  
encontrar, con la paz de su sonrisa  
el lado dulce de la vida.

**Yuri Soto Vargas**

# Índice

Título: .....	iii
Autor:.....	iv
Asesor:.....	v
Índice .....	vii
Índice de tablas .....	ix
Índice de figuras .....	xi
Resumen .....	xiii
Abstract .....	xiv
Introducción.....	xv
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Descripción del Problema.....	1
1.2. Formulación del Problema .....	3
1.3. Objetivo general .....	4
1.4. Justificación .....	4
1.5. Limitaciones: .....	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO .....	6
2.1. Antecedentes .....	6
2.2. Bases teóricas .....	14
2.3. Bases conceptuales .....	15
2.4. Definición de términos .....	34
2.5. Hipótesis general .....	36
2.5.1. Hipótesis específicas .....	36
2.6. Variables.....	36
2.7. Operacionalización de variables.....	37
CAPÍTULO III .....	38
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	38
3.1. Ámbito temporal y espacial.....	38

3.2. Tipo de investigación .....	40
3.3. Nivel de investigación .....	40
3.4. Población, Muestra, Muestreo .....	40
3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	42
3.6. Técnicas y procesamiento de análisis de datos .....	66
CAPÍTULO IV .....	68
RESULTADOS .....	68
4.1. Análisis de la información.....	68
4.2. Prueba de hipótesis .....	76
4.3. Discusión de resultados .....	88
Conclusiones .....	92
Recomendaciones .....	93
Referencias Bibliográficas .....	94

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b>	Concentraciones para la desinfección de sistemas de agua potable.....	26
<b>Tabla 2</b>	Efectos tóxicos del cloro .....	27
<b>Tabla 3</b>	Identificación de variables .....	37
<b>Tabla 4</b>	Cronograma de duración del proyecto de tesis .....	39
<b>Tabla 5</b>	Muestras del método por goteo autocompensante .....	41
<b>Tabla 6</b>	Muestras del método por goteo con flotador adaptado .....	41
<b>Tabla 7</b>	Coordenadas de las viviendas seleccionadas para la toma de muestras.....	45
<b>Tabla 8</b>	Parámetros de calidad de agua .....	53
<b>Tabla 9</b>	Caudal de ingreso al reservorio.....	55
<b>Tabla 10</b>	Materiales del método por goteo Autocompensante .....	55
<b>Tabla 11</b>	Materiales del método por goteo Autocompensante .....	57
<b>Tabla 12</b>	Frecuencia de monitoreo para el método por goteo con flotador adaptado	64
<b>Tabla 13</b>	Frecuencia de monitoreo para el método por goteo Autocompensante .....	64
<b>Tabla 14</b>	Parámetros de calidad de agua .....	65
<b>Tabla 15</b>	Resultados del caudal de ingreso al reservorio .....	69
<b>Tabla 16</b>	Resultado del cloro residual del método por goteo con flotador adaptado	72
<b>Tabla 17</b>	Resultado del cloro residual por método de goteo autocompensante .....	74
<b>Tabla 18</b>	Test de normalidad para el método por goteo con flotador adaptado .....	76
<b>Tabla 19</b>	Prueba t de student para el método por goteo con flotador adaptado .....	79
<b>Tabla 20</b>	Regla de decisión .....	81
<b>Tabla 21</b>	Prueba de T de Student para el método por goteo autocompensante.....	81
<b>Tabla 22</b>	Regla de decisión .....	83

**Tabla 23** Comparación de los resultados de concentración de cloro residual con el DS 031- 2010 ..... 85

**Tabla 24** Costo de instalación del método por goteo ..... 86

**Tabla 25** Tiempo de instalación para los métodos por goteo Autocompensante y con flotador adaptado..... 86



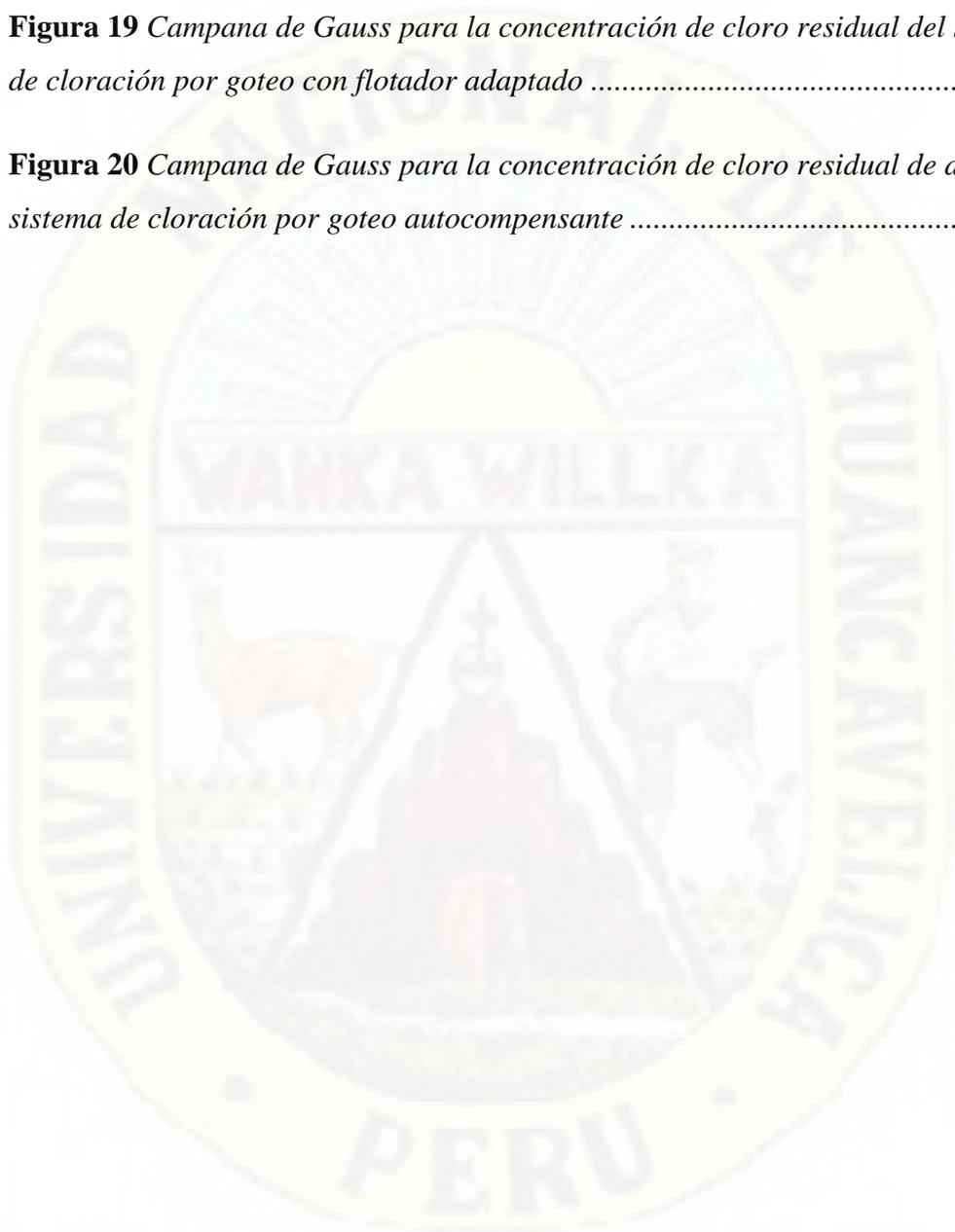
## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Ficha de recolección de datos posterior la instalación de los sistemas de cloración.....	43
<b>Figura 2</b> Comparador de cloro residual tipo disco HACH.....	44
<b>Figura 3</b> Viviendas seleccionadas para el monitoreo.....	46
<b>Figura 4</b> Sistema de agua potable .....	47
<b>Figura 5</b> Dimensiones de la captación tipo ladera .....	48
<b>Figura 6</b> Línea de conducción del centro poblado Chacapampa .....	49
<b>Figura 7</b> Dimensiones del reservorio .....	50
<b>Figura 8</b> Red de distribución del centro poblado de Chacapampa .....	51
<b>Figura 9</b> Resultados del análisis de fuente de agua Piscina.....	52
<b>Figura 10</b> Partes del kit dosificador.....	56
<b>Figura 11</b> Colocación de manguera .....	56
<b>Figura 12</b> Kit dosificador listo para unir con el tanque Rotoplas .....	57
<b>Figura 13</b> Confección del flotador pvc. ....	59
<b>Figura 14</b> Soporte de guía de nylon .....	60
<b>Figura 15</b> Accesorio múltiple del tanque Rotoplas.....	61
<b>Figura 16</b> Plataforma preparada para la cloración. ....	62
<b>Figura 17</b> Comportamiento del nivel de concentración de cloro residual con los rangos permitidos según la norma (0.5 a 1 mg/l).....	73

**Figura 18** Comportamiento del nivel de concentración de cloro residual con los rangos permitidos según norma (0.5 a 1 mg/l)..... 75

**Figura 19** *Campana de Gauss para la concentración de cloro residual del sistema de cloración por goteo con flotador adaptado* ..... 80

**Figura 20** *Campana de Gauss para la concentración de cloro residual de del sistema de cloración por goteo autocompensante* ..... 82



## Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el sistema de cloración por goteo más eficiente en el sistema de agua potable del centro poblado de Chacapampa, distrito de Paúcara, provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica; durante el procedimiento se realizó la instalación del sistema de cloración por dos métodos por goteo, con flotador adaptado - autocompensante, para luego medir el cloro residual en el inicio, en la mitad y en el final de la red durante cada recarga de cloro (14 días) por cada uno de los métodos por goteo. Los resultados del cloro residual nos otorgarán la eficiencia de los métodos por goteo, ya que estos están determinados por el grado de cumplimiento con el D.S. N° 031-2010-SA, rango ideal de cloro residual (0.50 mg/l; 1.00 mg/l) y se comprobó que existe diferencia de 12% del cumplimiento de los límites máximos permisibles para cloro residual del método por goteo con flotador adaptado sobre el método por goteo autocompensante. Concluyendo que el método por goteo con flotador adaptado es el más eficiente en la cloración del sistema de agua potable del centro poblado de Chacapampa.

**Palabras claves:** métodos por goteo, cloro residual, eficiencia, cloración.

## Abstract

The objective of this research work is to determine the most efficient drip chlorination system in the drinking water system of the town of Chacapampa, district of Paúcara, province of Acobamba, department of Huancavelica; During the procedure, the chlorination system was installed by two drip methods, with an adapted float - self-compensating, to then measure the residual chlorine at the beginning, in the middle and at the end of the network during each chlorine recharge (14 days) for each of the drip methods. The results of the residual chlorine will give us the efficiency of the drip methods, since these are determined by the degree of compliance with the S.D. N ° 031-2010-SA, ideal range of residual chlorine (0.50 mg / l; 1.00 mg / l) and it was verified that there is a difference of 12% in compliance with the maximum permissible limits for residual chlorine of the drip method with adapted float on the self-compensating drip method. Concluding that the drip method with an adapted float is the most efficient in the chlorination of the drinking water system in the town of Chacapampa.

**Keywords:** drip methods, residual chlorine, efficiency, chlorination.

## Introducción

El agua y el saneamiento se reconocen como un derecho y como una parte esencial de las respuestas humanitarias que salvan vidas en todo el mundo. Sin agua potable, saneamiento e higiene, la salud, la nutrición, la seguridad y la educación de los niños corren peligro, ya que quedan expuestos a enfermedades prevenibles como la diarrea, la fiebre tifoidea, el cólera y la poliomielitis (UNICEF, 2019).

De acuerdo a la “Organización Mundial de la Salud”, la falta de agua y de sistemas de cloración adecuados exige a requerir a fuentes de agua contaminadas que pueden provocar enfermedades como la “diarrea, el cólera o la poliomielitis”. Se han registrado alrededor de 502.000 muertes por diarrea al año. Además, la falta de agua, puede producir deshidratación y generar complicaciones (Refugiados, 2019).

Las viviendas en las zonas rurales del Perú, por lo general, carecen de los servicios de acceso al agua segura, el desagüe y tratamiento de aguas residuales, además las prácticas de manejo de los residuos sólido son limitadas, poniendo en riesgo permanente la salud pública, en especial a los más vulnerables que son los niños

El “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano del Ministerio de Salud (2010)”, establece que el agua potable debe estar absuelta de bacterias coliformes como: “Escherichia coli, helmintos, quistes, virus de protozoarios patógenos, y en caso de bacterias heterotróficas” debe tener menos de 500 UFC/ml a 35°C 2. Para el logro de esta competencia, los proveedores de agua deben asegurar un nivel de cloro residual no menor de 0,5 mgL-1 en cualquier punto de la red de distribución.

La potabilización del agua es un método de bajo costo y a la vez práctico para el controlar enfermedades como el “cólera, tifoidea, disentería, polio, entre otras”,

El servicio en la zona urbana intermedia y rural, necesita de asistencia técnica que les permita garantizar servicios sustentables. Para ello se debe promover nuevos modelos de gestión de servicios, donde el Estado, desde el nivel central y municipal;

la comunidad o los usuarios y operadores, trabajen en equipo fortaleciendo una “Alianza Público-Privado y Social”, para tomar las decisiones más apropiadas de acuerdo a su realidad (Socios del Comite Sectorial de Agua y Saneamiento , 2006).

Las tecnologías nuevas para la desinfección y cloración de agua para consumo humano se vienen usando en nuestro país por los “prestadores de servicio de agua y saneamiento”. Una de ellas es el sistema de cloración por goteo.

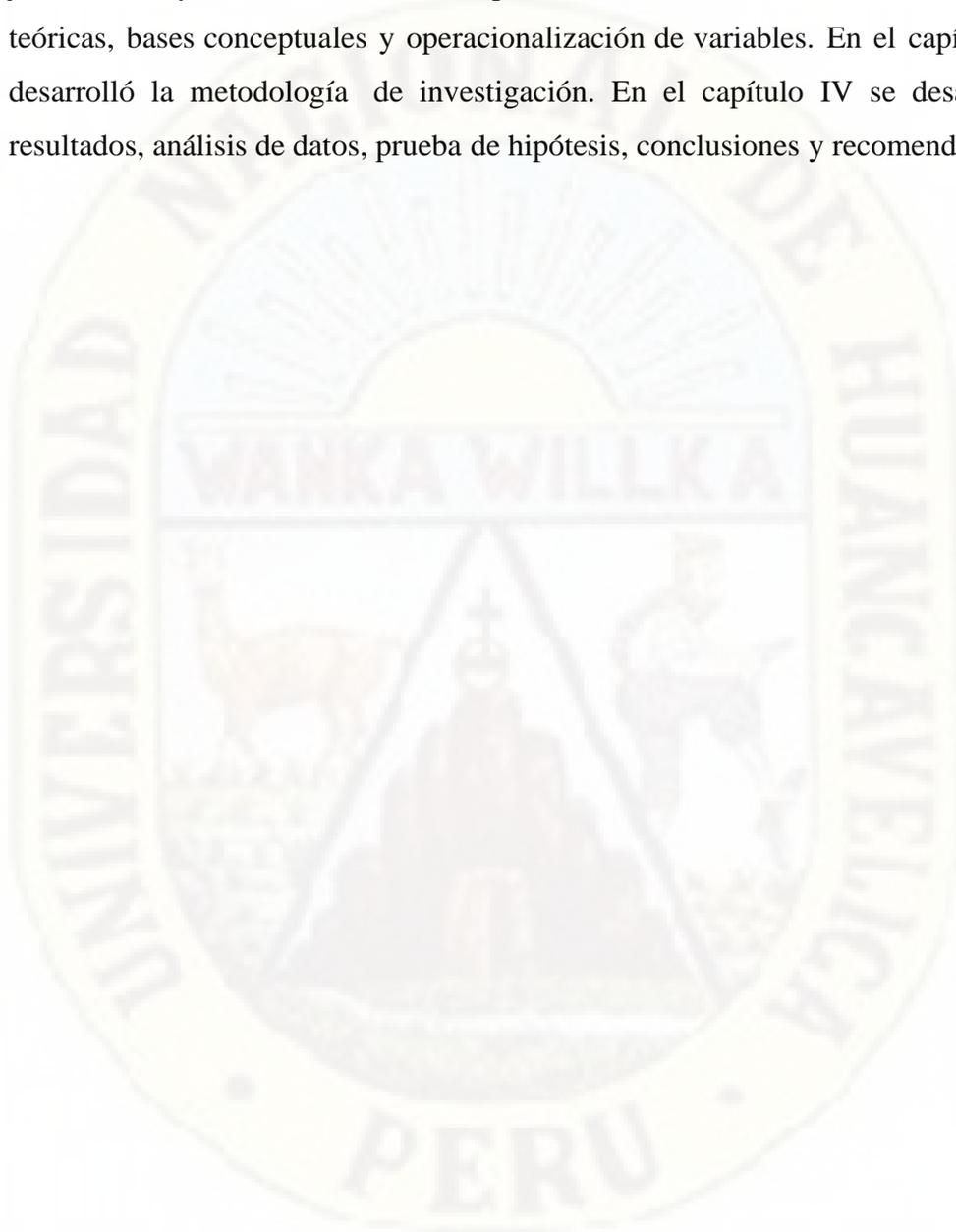
La cloración por goteo es accesible de bajo costo y fácil instalación en comunidades campesinas. A pesar de ello se evidencia una falta de interés a la cloración y más aun a la capacitación de la “Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS)”, esto ocasiona una pérdida de cloro residual en las viviendas y esto a su vez genera diferentes enfermedades tales como diarreas e infecciones intestinales.

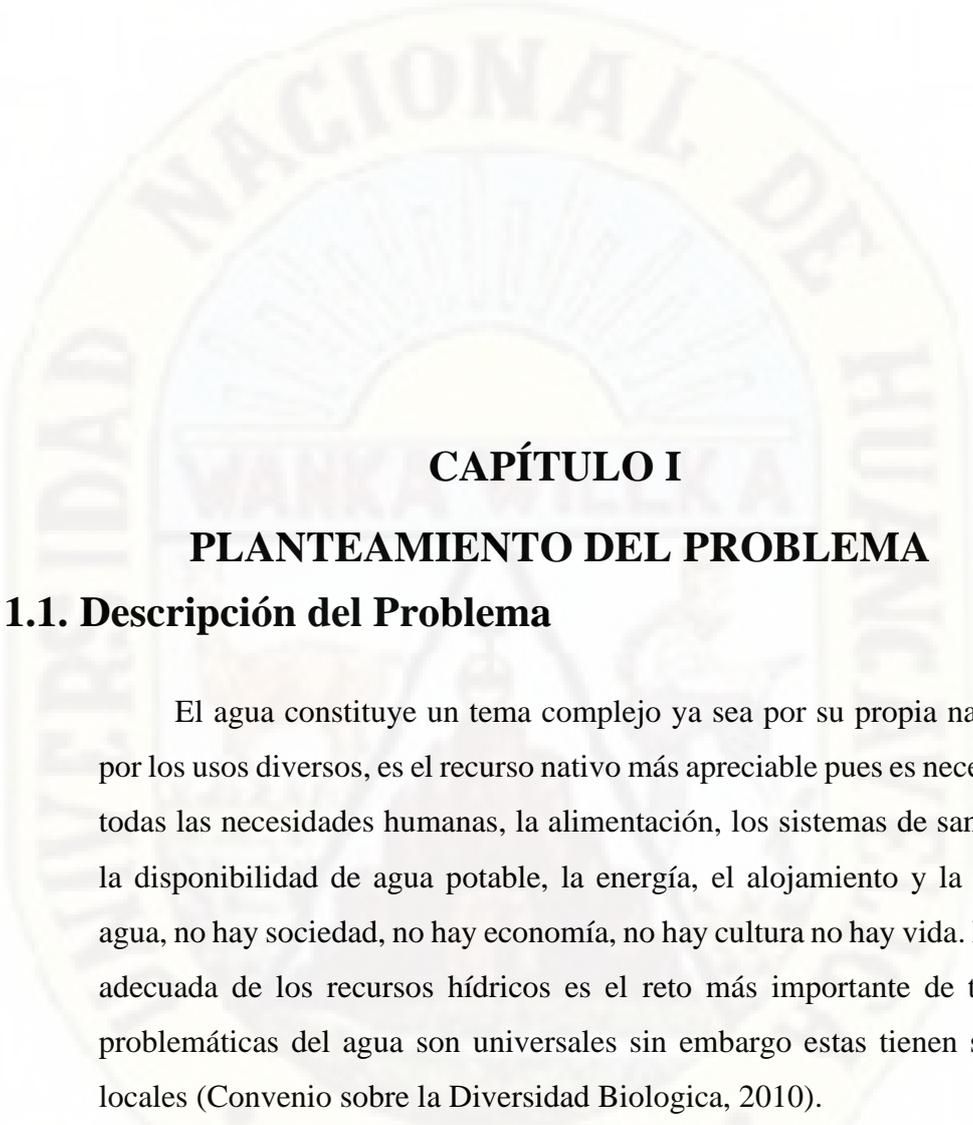
La investigación tiene como fin principal determinar la eficiencia de métodos por goteo en la instalación de sistemas de cloración, siendo el cloro residual el indicador a medir en la red de distribución y comparado con el “Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA”, en el “centro poblado de Chacapampa, distrito de Paúcara, provincia de Acobamba y departamento de Huancavelica”; con el propósito de resguardar la calidad de agua para consumo humano para hacerle frente a la pobreza extrema desde la perspectiva del agua potable. Para el logro del objetivo se instaló los métodos por goteo autocompensante y con flotador adaptado en el “sistema de cloración del centro poblado de Chacapampa”.

Antes de la instalación de los sistemas de cloración por métodos por goteo se analizaron los resultados de la fuente de agua: Piscina con los “Estándares de Calidad Ambiental modificados en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA”, los cuales determinaron que la fuente de agua es apta para consumo humano

El presente trabajo de investigación pretende contribuir al conocimiento rural, sirviendo como antecedente e instrucción al Área Técnica Municipal y a personas interesadas en la investigación,

El presente trabajo está conformado por cuatro capítulos, en el capítulo I se determina el problema de estudio, formulación del problema, objetivos del problema, justificación y limitaciones. En el capítulo II se desarrolló los antecedentes, bases teóricas, bases conceptuales y operacionalización de variables. En el capítulo III se desarrolló la metodología de investigación. En el capítulo IV se desarrolló los resultados, análisis de datos, prueba de hipótesis, conclusiones y recomendaciones.





# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción del Problema**

El agua constituye un tema complejo ya sea por su propia naturaleza o por los usos diversos, es el recurso nativo más apreciable pues es necesario para todas las necesidades humanas, la alimentación, los sistemas de saneamiento, la disponibilidad de agua potable, la energía, el alojamiento y la salud. Sin agua, no hay sociedad, no hay economía, no hay cultura no hay vida. La gestión adecuada de los recursos hídricos es el reto más importante de todos. Las problemáticas del agua son universales sin embargo estas tienen soluciones locales (Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2010).

El agua contaminada y el saneamiento están relacionados con la transmisión de enfermedades como el “cólera, otras diarreas, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y la poliomielitis”. Los servicios de agua y saneamiento inexistentes, insuficientes o gestionados de forma inapropiada exhiben a la población a riesgos que pueden ser prevenidos para su salud. Esto es especialmente cierto en el caso de los centros sanitarios en los que tanto los pacientes como los profesionales quedan expuestos a mayores riesgos de

infección y enfermedad cuando no existen servicios de suministro de agua, saneamiento e higiene. A nivel mundial, el 15% de los pacientes contraen infecciones durante la hospitalización, proporción que es mucho mayor en los países de ingresos bajo (Organización Mundial de la Salud, 2019).

Según Chávez (2018), el servicio de agua potable “asegura la salud y promueve la productividad y competitividad del trabajo de las personas. Los esfuerzos para lograr cobertura universal son esenciales mundialmente, es inevitable que el servicio sea duradero, de calidad y de bajo costo. La calidad del agua promueve la condición humana y es un primer nivel de intervención de la salud ambiental a nivel de las unidades familiares”. La “Organización Mundial de la Salud”, indica que abastecer acceso a agua potable es uno de los instrumentos más poderosos para promover la salud y reducir la pobreza.

En la actualidad se tienen varios tipos de tecnologías de sistema de cloración, para ser factible en zonas rurales, el sistema debe ser de fácil operación y mantenimiento, de bajo costo de instalación y que tome poco tiempo de instalación. Una de las nuevas tecnologías propicias y considerando estos requisitos es el “sistema de cloración por goteo” presentado en esta investigación, en la región de Huancavelica para zonas rurales se está usando con frecuencia dos tipos de sistemas de cloración, “el sistema de cloración por goteo adaptado y sistema de cloración por goteo autocompensante”. Por lo tanto, hay la necesidad de saber qué tipo de sistema de cloración por goteo es más adecuado de instalar en los centros poblados de Huancavelica.

En las zonas rurales se realiza el autocontrol de la calidad de agua para consumo humano, las actividades frecuentes son: equilibrar, eliminar o controlar todo riesgo en los sistemas de abastecimiento del agua, siendo responsabilidad de la JASS Chacapampa, estas actividades se realizan, desde la captación hasta el punto en donde hace entrega el producto al usuario, sea este en la conexión domiciliaria, pileta pública, surtidor de tanques cisternas o el punto de entrega mediante camión cisterna, para certificar que el agua de consumo se ajuste a los

requisitos normados en el presente reglamento. La verificación de la eficiencia y calidad sanitaria de los componentes del sistema de abastecimiento (Ministerio de Salud, 2010).

En el centro poblado de Chacapampa cuenta con los siguientes componentes: captación, línea de aducción, reservorio, y red de distribución en el que se ha podido evidenciar el mal uso del sistema de cloración esto a falta de capacitación y concientización. La cloración que efectúan actualmente no toma en cuenta el cloro residual. Por tanto, la población sigue consumiendo agua con déficit de cloro causante de enfermedades del sistema digestivo.

Ante esta problemática se inició el desarrollo de esta investigación, con el fin de proveer un método por goteo de cloración eficiente y adecuada para la realidad de la población, brindándoles así una mejor calidad de vida.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuál es la eficiencia de los métodos por goteo con flotador adaptado y autocompensante en la instalación de sistemas de cloración en el centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica - 2019?

### **1.2.2. Problema específico**

- ¿Cuál es la concentración de cloro residual del método por goteo con flotador adaptado en la instalación de sistemas de cloración en el centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica - 2019?
- ¿Cuál es la concentración de cloro residual del método por goteo autocompensante en la instalación de sistemas de cloración en el centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica - 2019?

### **1.3. Objetivo general**

Evaluar la eficiencia de los métodos por goteo con flotador adaptado y autocompensante en la instalación de sistemas de cloración en el centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica – 2019.

#### **1.3.1. Objetivo específico**

- Determinar la concentración de cloro residual del método por goteo con flotador adaptado en la instalación de sistemas de cloración en el centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica – 2019.
- Determinar la concentración de cloro residual del método por goteo autocompensante en la instalación de sistemas de cloración en el centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica – 2019.

### **1.4. Justificación**

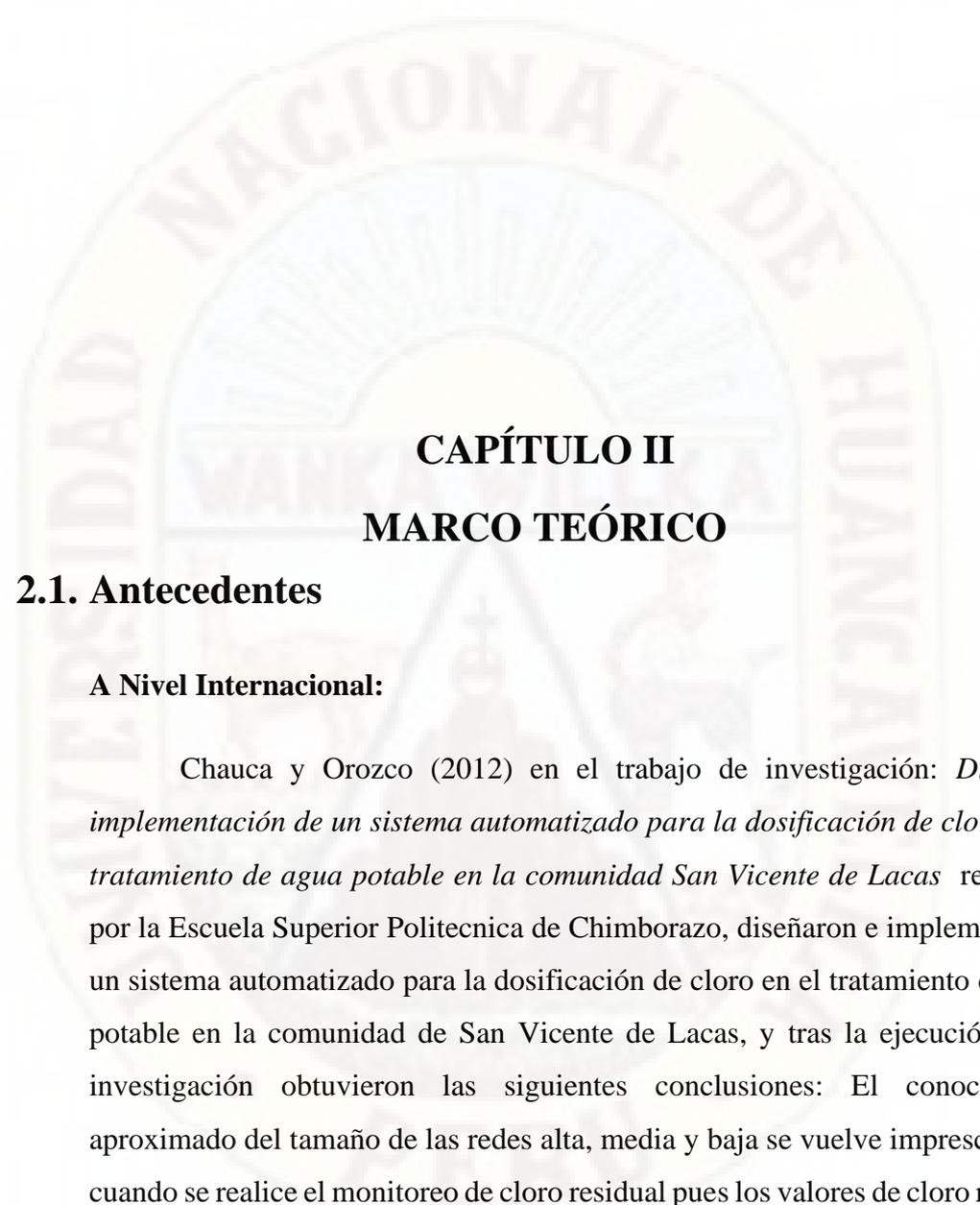
Los sistemas de cloración evitan enfermedades frecuentes por presencia de bacterias en el agua mejorando la calidad de vida de los consumidores, y el tener buena salud asegura un ahorro gasto de medicamentos debido a enfermedades parasitarias y contribuye en la productividad de las personas en el campo laboral. Es por ello que mediante el desarrollo de esta investigación se proyecta lograr una mejor calidad de vida de los pobladores haciendo buen uso de la tecnología con el que actualmente cuentan y dejando de utilizar métodos en lo que no confían y que generen mayores gastos.

El propósito de esta investigación es transmitir la información para una mejor toma decisiones respecto a métodos por goteo. Conociendo las enfermedades causadas al consumir agua sin clorar, es transcendental trabajar para prevenir los posibles brotes de enfermedades producto de los parásitos

existentes en el agua, esto se puede lograr con un estricto control en el momento de la dosificación del cloro. Si la dosis del producto utilizado para la cloración no cubre la demanda de cloro del agua, esto puede ocasionar la presencia de sustancias tóxicas como cloraminas con elevado potencial cancerígeno. En caso contrario, si la dosis del producto sobrepasa la demanda, se puede inhalar un desagradable olor y sabor del líquido, a más de presentarse un problema aún mayor que es la aparición de subproductos de la cloración formando sustancias cancerígenas principalmente trihalometanos.

### **1.5. Limitaciones:**

Una de las limitaciones de la presente investigación fue la falta de organización y capacitación de la “Junta Administradora de Servicios de Saneamiento- Chacapampa (JASS)” pues son ellos quienes asumen la “administración, operación y mantenimiento de los servicios de saneamiento del centro poblado de Chacapampa” pero lamentablemente la JASS y la población en general no creen que clorar el agua sea importante más por el contrario lo consideran perjudicial para su salud, es por ello que se ha tenido que capacitar sobre la importancia de clorar el agua.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

##### **A Nivel Internacional:**

Chauca y Orozco (2012) en el trabajo de investigación: *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* realizado por la Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, diseñaron e implementaron un sistema automatizado para la dosificación de cloro en el tratamiento de agua potable en la comunidad de San Vicente de Lacas, y tras la ejecución de la investigación obtuvieron las siguientes conclusiones: El conocimiento aproximado del tamaño de las redes alta, media y baja se vuelve imprescindible cuando se realice el monitoreo de cloro residual pues los valores de cloro residual que se obtengan de específicos sectores de estas redes, serán los que se comparen con los valores de cloro residual que dicte la norma, realizada la comparación se valora el funcionamiento del sistema y su calibración. El sistema de dosificación de cloro, se destina a ser un sistema dependiente de la persona. Esto nos lleva a

una cadena de malas maniobras cuando el abandono humano se encuadra en el trabajo del operador.

Sánchez, Rodríguez, Escobar, y Torres (2010) en el artículo: *Modelación del cloro residual libre y subproductos de la desinfección en un sector piloto del sistema de distribución de agua potable de la ciudad de Cali*, publicado por la revista Ingeniería y Competitividad, con el objetivo de modelar el comportamiento del cloro residual libre y subproductos de la desinfección, para lo cual se eligió el sector piloto de la red de distribución de agua potable en la ciudad de Cali. Resultado: El 80% de cloro residual libre supero los 0.3 mg/l, mientras que el cloroformo representó el 95% de los trihalometanos,. Por lo que esta forma de modelación es una herramienta importante para realizar el seguimiento de la calidad de agua para consumo humano a un mayor nivel de profundidad, en la red de distribución. Conclusión: La modelación del cloro residual y subproductos de la desinfección es una herramienta de trabajo para hacer transcendencia de la calidad del agua en la red a un mayor nivel de profundidad.

De Alvarez De Sotomayor (2010), en el trabajo de investigación: *Sistemas de abastecimiento de aguas en núcleos rurales. Variables que influyen en la cloración*, realizado por la Universidad de Granada, tuvo como objetivo: establecer la asociación entre niveles de cloración deficientes y contaminación microbiológica en las aguas de consumo público. Resultados: La presencia de cloro residual libre en el agua de consumo, se relaciona de forma típica con la ausencia de contaminación microbiológica. Las características del suministro y los aspectos sobre recursos humanos no se asocian de forma tolerante con los niveles de cloración defectuosos del agua de consumo. Conclusiones: El 68% de los depósitos utiliza el método de la DPD para medir la concentración de cloro residual en el agua, esto demuestra la frecuencia de control es diaria, ya sea en los niveles de cloro en el agua, como en el funcionamiento de los equipos de cloración.

Mompremier (2009), realizó una investigación denominada: *Difusión de sustancias en redes de tuberías a presión*, realizado por el Instituto Politécnico Nacional, cuyos objetivos fueron: calcular la concentración del hipoclorito de sodio en un cruce de tuberías a fin de ilustrar las diferencias. Se llegó a los siguientes resultados: Los ensayos realizados, evidenciaron la variación de -concentración del hipoclorito de sodio- en el agua a lo largo de la red para varios escenarios. En los cruces de tuberías se observó, la descomposición debida a la turbulencia es un factor importante, esto se confirmó cuando el gasto del flujo sin cloración fue mayor que el gasto de flujo clorado, se notó que no hubo, mezcla y la pérdida era más grande; por el contrario, cuando “el gasto del flujo clorado es mayor si se presenta la mezcla. En este caso se considera que la cantidad de masa de la sustancia que llega al cruce se distribuye de manera que la cantidad de movimiento de las sustancias sea igual en los tubos de salida”. Conclusiones: el hipoclorito de sodio utilizado como variable de respuesta demostró ser una sustancia aceptable de utilizarse en estudios posteriores, debido a su bajo costo, facilidad de medición, además de su uso como agente desinfectante.

Clara (2005), en su trabajo de investigación : *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras*; cuyo objetivo fue: analizar el agua para consumo humano donde tras la ejecución de la investigación mencionada obtuvo los siguientes resultados: Los resultados mostraron que la oferta es mayor a la demanda, y la disponibilidad está en su límite máximo ya que el recurso no se está utilizando de manera sostenible. La calidad del agua es afectada por la turbidez y sedimentación en la parte física, y por contaminación biológica con coliformes fecales. Conclusiones: La desinfección del agua es una alternativa poderosa para las poblaciones que no tienen un sistema seguro de abastecimiento de agua de calidad, constituyen una medida inmediata y de bajo costo, asequible en estas comunidades y tiene aceptación de la población. Las tecnologías de desinfección

que darían un mejor resultado por el tipo de contaminación existente y las características de las comunidades de la microcuenca son la "filtración lenta" en la obra de "captación y filtro" de "bioarena en el hogar", pues son muy eficientes en la eliminación de la turbidez del agua, y la cloración. Los hipocloradores para la eliminación de las bacterias presentes en el agua, causantes de las bacterias presentes en el agua, causantes de enfermedades de origen hídrico y que están afectando a la población. Una combinación de los métodos de filtración lenta y cloración sería lo conveniente.

Bowden, Nixon, Dandy, Maier y Holmes (2005), realizaron una investigación denominada: *Forecasting chlorine residuals in a water distribution system using a general regression neural network*, cuyo objetivo fue desarrollar un modelo de redes neuronales artificiales (ANN) que sea capaz de predecir los residuos de cloro en un WDS. La investigación llegó al siguiente resultado: Los modelos de redes neuronales artificiales son herramientas útiles para pronosticar los residuos de cloro. Entonces prediciendo el cloro residual en puntos trascendentales en el sistema de distribución de agua, es posible tener un mejor control sobre la dosis de cloro, impidiendo así incidentes de cloración. Conclusiones: Uno de la dificultad de aplicar RNA a este tipo de problemas es que el horizonte de pronóstico es fijo. En este estudio, un método basado en la correlación cruzada se utilizó un análisis para determinar el promedio tiempo de residencia entre dos puntos de la WDS para los que se disponía de series de tiempo de cloro.

#### **A Nivel Nacional:**

Tiza (2019), en el trabajo: *Diseño, Instalación y funcionamiento de cloración por goteo en el agua potable del caserío Sauce de Porcuya-Piura*, tuvo por objetivo: instaurar el diseño, instalación y funcionamiento del sistema de cloración por goteo inspeccionado en el sistema de agua potable del Caserío Sauce de Porcuya. Resultado: Los resultados muestran que después del tratamiento con el sistema de cloración este logra estar entre los límites

permitidos Conclusión: El cuerpo de agua evaluado no se encuentra apto para uso y consumo humano, debido a la presencia de microorganismos microbiológicos, sin embargo, si es posible su tratamiento para ser apta para uso y consumo humano.

León (2018) en su investigación denominada: *Determinar las eficiencias de las desinfecciones en el abastecimiento de agua para consumo humano cloración por goteo y difusión Primorpampa-Shupluy-Yungay-Ancash*, tuvo por objetivo identificar el tipo de desinfección más eficiente en el abastecimiento de agua en el Centro Poblado de Primorpampa, distrito de Shupluy, Provincia de Yungay, en el periodo octubre 2018 a marzo 2019. Resultado: Se logró “eliminar en un 90% a los coliformes fecales y totales en la vivienda inicial, en un 80% en la vivienda intermedia y hasta en un 60% en la vivienda final, además que reportan el cloro residual por encima de 0.5 mg/l”, todo ello gracias al sistema de cloración por goteo, El sistema por difusión genera demasiada inversión de tiempo, ya que se tiene que recargar el cloro cada 05 o 06 días. Conclusiones: En la comparación de las eficiencias de los sistemas de cloración por difusión y goteo, los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, que según (Ministerio de Salud Perú, 2011), quien señala los parámetros obligatorios para realizar una adecuada cloración del agua. Por lo que, ninguno de los dos sistemas evaluados es eficaz.

Salazar (2018), realizó la investigación denominada: *Eficiencia de los sistemas de cloración convencional y goteo adaptado en el tratamiento de agua potable*, cuyo objetivo fue: determinar la eficiencia de los sistemas de cloración convencional y goteo adaptado en el tratamiento de agua potable. Resultados: con el hipoclorador: de las muestras tomadas solo el 27% cumple con la concentración recomendada no menor de a 0.5mg/l, habiendo una gran brecha larga en relacional 90% recomendado y el resto de muestras, solamente el 20% está encima del 0.3%; mientras que el 53% de muestras no cumplen con los límites permisibles: con el goteo adaptado: de las 30 muestras tomadas, 28 superan el 0.5 mg/l y ninguna de ellas está por debajo del 0.3mg/l, que también

establece la norma, el cloro residual es de buena calidad. Conclusión: el sistema de cloración por goteo es más eficiente que el sistema convencional.

Tomaylla (2017), en su tesis: *Diseño, construcción y evaluación de un sistema de cloración por goteo en la desinfección de agua para consumo de la comunidad de Capillapata- Los Morochucos- Cangallo, Ayacucho*, tuvo como objetivo principal diseñar y evaluar sistema de cloración por goteo en la desinfección de agua para consumo de la comunidad de Capillapata- Los Morochucos. Resultados: Si la temperatura del agua es menor, mayor es el tiempo de contacto, generando la muerte de microorganismos. Las reacciones químicas son más pausadas a bajas temperaturas. Por lo que la temperatura preferentemente debe ser menor a 20 °C. Se demuestra que el pH máximo es 7.48, se observa que está dentro del “Límite Máximo Permisible (LMP)”. El sistema de cloración debe ser instalado sobre el reservorio, porque es el punto ideal para realizar la cloración, primordialmente debido a los 30 minutos de espera que hay que dejar para medir cloro residual. Conclusiones: El sistema de cloración por goteo de hipoclorito de calcio con el gotero “Jain Emitter” certifica la calidad del agua; que se refleja en los datos de la tabla 4.8, donde se observa un cloro residual mínimo de 0,51 mg/L, un pH promedio de 7,12, una temperatura promedio de 11,06 0C y ausencia de coliformes termotolerantes cumpliendo con los “Límites Máximos Permisibles (LMP) del D.S. N 0 031 – 2010-SA” en las redes de distribución.

Jorge (2017), realizó una investigación denominada: *Implementación de un sistema de cloración por goteo para obtener un sistema de agua potable sostenible en la comunidad Ochongacocha, Palcamayo-Tarma*, que tuvo por objetivo: Implementar de un sistema de cloración por goteo para obtener un sistema de agua potable sostenible en la comunidad Ochongacocha. Resultado: Se implementó el sistema de cloración por goteo para obtener un sistema de agua potable sostenible en la comunidad Ochongacocha, 2017, la implementación fue adecuada se obtuvo resultados positivos en relación a la infraestructura, operación y mantenimiento y la gestión administrativa. Conclusión: La

ejecución del sistema de cloración por goteo permitió obtener un sistema de agua potable sustentable en la comunidad Ochongacocha, 2017. El “sistema de cloración por goteo” es un método muy efectivo, pues el 96% de las muestras tomadas cumplen con los requerimientos según la Norma.

Horna (2014), en el trabajo de investigación: *Optimización del consumo del cloro en la potabilización del agua, haciendo uso del método del nivel estático en reservorio del sistema de agua potable rural del caserío el Tambo – Distrito de José Gálvez -2014*, tuvo por objetivo: determinar el ahorro de consumo de cantidad de cloro en la potabilización del agua mediante el uso del método de nivel estático en el reservorio del sistema de agua potable, tras la ejecución de la investigación mencionada obtuvo las siguientes conclusiones: En el proceso de cloración, realizado en el reservorio del sistema de agua potable rural El tambo, se origina un ahorro importante del 10.09% de Hipoclorito de Calcio al 70%, esto as razón de la implementación del control del nivel estático en el reservorio, controlando así los flujos de rebose. La cantidad de cloro utilizada en la desinfección del agua en el reservorio depende del correcto y apropiado uso del recurso más importante tratado, así como el control y determinación del cloro residual en las viviendas en puntos estratégicos del SAP rural El Tambo para consumo humano. Según registros de cloro residual de los usuarios del sistema de agua potable rural El tambo, se obtuvo datos entre el 0.9 mg/l y 0.3 mg/l los cuales están dentro de los parámetros que detalla el “Reglamento Nacional de Construcciones”, por tanto, se puede concluir que la cantidad de Hipoclorito de Calcio al 70 % vertida al reservorio es la necesaria.

Hinostroza (2008), en su tesis: *Investigación del sistema de cloración por goteo en zonas rurales y pequeñas ciudades*, cuyo objetivo fue: mejorar el sistema de aplicación que permitirá evitar pérdidas y por ende gastos innecesarios plasmándose en un Manual de Operación y Mantenimiento que servirá como guía para el correcto uso y fácil manejo del sistema alternativo donde tras la ejecución de la investigación mencionada obtuvo las siguientes conclusiones: Mediante la desinfección del agua con el hipoclorito de sodio

conocido como legía, se logra obtener un agua exenta de patógenos. Algunas poblaciones aun no aceptan con satisfacción la cloración del agua invocando el cambio de olor y sabor en el agua, por eso es que la educación sanitaria es importante, necesaria y debe ser sostenida a través del tiempo. El monitoreo, la orientación técnica, la supervisión es básico y debe ser constante en el tiempo.

Cruz, Arévalo, Chamorro, y Fernández (2005), realizaron una investigación denominada: *Efecto del uso de un método artesanal para el tratamiento de agua en comunidades rurales de la región San Martín, Perú*, donde se evaluó la eficacia y aceptabilidad del micro dosificador de cloro como sistema de tratamiento de agua para consumo humano en localidades rurales en la Región San Martín, Perú. La investigación fue realizada en cinco localidades rurales, para lo cual se ejecutaron sensibilizaciones y capacitaciones en el manejo y uso del sistema de micro dosificación de cloro posteriormente se hizo la entrega de los materiales requeridos para la implementación de las actividades a realizar. El monitoreo se realizó mediante la evaluación de la cantidad de cloro residual en el agua potable, además se midió los niveles de contaminación del agua. Conclusión: El uso del micro dosificador de cloro y el sistema de participación comunitaria son aceptados favorablemente en las comunidades rurales de la región San Martín, y la reducción de la contaminación es significativa para el agua de consumo humano.

#### **A Nivel Local:**

Landeo (2018) en su tesis: *Relación de los métodos por goteo y la eficiencia del cloro residual en la instalación de sistemas de cloración en zonas rurales*, cuyo objetivo principal fue determinar la relación de los métodos por goteo y la eficiencia del cloro residual en la instalación de sistemas de cloración en zonas rurales. Resultados: El 99% de los resultados de cloro residual en el inicio de la red estuvo en el rango aceptable según norma mientras que el 0.5% estuvo debajo del rango según norma. El 99% de los resultados de cloro residual en la mitad de la red de distribución estuvo dentro del rango aceptado; tras la

ejecución de la investigación mencionada obtuvo la siguiente conclusión: los métodos por goteo benefician elocuentemente en la eficiencia del cloro residual en la instalación de sistemas de cloración en zonas rurales, esto debido a que los resultados finales de cloro residual se encuentran en el rango establecido

Huamán y Contreras (2020) realizaron la investigación denominada: *Evaluación del cloro residual libre en el centro poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchoga-Huancavelica*, el cual tuvo por objetivo Determinar la dosis óptima de cloro en un sistema de agua con hipoclorador por goteo para la evaluación del cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa. Resultado: a una dosis de 5000 ppm se pudo observar que el 100% de viviendas los valores estuvieron por encima de los valores que establece el D.S. N° 031-2010-SA; mientras que a una dosis de 3500 ppm en la mayoría de casas se encontraban por debajo de los 0.5 mg/l; y a una dosis 4000 ppm se pudo observar que el 100% de las viviendas bebieron agua potable con cloro residual libre por encima del valor mínimo 0.5 mg/l y en su gran mayoría recibieron agua potable por debajo del valor máximo de 1 mg/l, en donde el valor máximo que se obtuvo fue de 1.10 mg/l. Conclusión: Se obtuvo una dosis óptima para agua potable el cual fue de 4000 ppm en la cual el 100% de viviendas tomarían durante las 24 horas del día agua potable de buena calidad.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Teoría de la eficiencia**

Thompson (2008), define que eficiencia significa utilización correcta de los recursos disponibles. Es por ello que la eficiencia se precisa mediante la ecuación  $E=P/R$ , donde P representa a los productos obtenidos y R los recursos manipulados”. Entonces podemos puntualizar que el logro de las metas con la menor cantidad de recursos utilizados nos genera mayor eficiencia.

En algunos casos se adquirió información de que las cifras de eficiencia y monitoreo de la cloración no son resultados reales, sino datos sin sustento para cumplir con el requisito.

### **2.2.2. Teoría de la desinfección del agua**

El compuesto de cloro es el más utilizado en la desinfección de los sistemas de abastecimiento de agua potable, Su potencial para eliminar microorganismos patógenos, para que así pueda mantener una concentración en la red de distribución, así como su disponibilidad y costo razonable en la mayoría de regiones del mundo, lo que los hace los adecuados para la desinfección (Cáceres, 1971).

## **2.3. Bases conceptuales**

### **2.3.1. El agua**

La superficie de la tierra está cubierta por 70 % de agua, y la podemos encontrar en ríos, lagos, en el suelo y en el aire. “Es la fuente y el sustento de la vida, contribuye a regular el clima del mundo y con su fuerza formidable modela la Tierra. Posee propiedades únicas que la hacen esencial para la vida. Es un material flexible: un solvente extraordinario, un reactivo ideal en muchos procesos metabólicos; tiene una gran capacidad calorífica y tiene la propiedad de expandirse cuando se congela”. Con su movimiento puede modelar el paisaje y afectar el clima (Fernandez Cirelli, 2012).

### **2.3.2. Calidad del agua**

La calidad del agua se entiende como la condición del agua en proporción a la ausencia o presencia de su contaminación, implica las acciones de parámetro y monitoreo. En términos generales, la calidad del agua se calcula con la comparación de las características físicas y químicas de una muestra de agua en base a directrices de calidad del agua o estándares (ONU, 2014).

### **2.3.3. Agua potable**

El agua potable es aquel que no causa riesgo para la salud ya que es la bebida natural consumida por todos, tomando en cuenta que las personas tienen diferentes debilidades a lo largo de su vida. Las enfermedades transmitidas por la mala calidad del agua causan un mayor riesgo a las personas ancianas que viven en condiciones no higiénicas, a los niños y a los lactantes. El agua potable se puede utilizar para todas las actividades domésticas del día a día. (Guías para la Calidad del agua potable, 2006).

### **2.3.4. Sistema de agua**

El sistema de abastecimiento de agua para consumo humano tiene como función principal dotar de agua suficiente y de calidad a los pobladores de una localidad para sus necesidades diarias, ya que el ser humano estos compuestos en un 70% de agua.

Es por ello que el agua es vital para la supervivencia, sin embargo, esta debe ser potabilizada y cumplir con “normas establecidas por la Organización Mundial de la Salud” (OMS).

#### **2.3.4.1. Abastecimiento de agua potable por gravedad con tratamiento**

El sistema de abastecimiento de agua por gravedad con tratamiento es un conjunto de estructuras para llevar el agua a la población mediante conexiones domiciliarias. el cual constituye diferentes procesos físicos y químicos necesarios para hacer posible que el agua sea apta para el consumo humano, reduciendo y eliminando bacterias, sustancias venenosas, turbidez, olor, sabor, etc (Aguero Pittman , 1997).

#### **2.3.4.2. Abastecimiento de agua potable por gravedad sin tratamiento**

El abastecimiento de agua potable sin tratamiento se da en sistemas donde la fuente de agua es decir la captación es de buena calidad y no requiere tratamiento ni de bombas u otros complementos para su distribución final. Las fuentes de agua son subterráneas, estas afloran a la superficie como manantiales y tenemos la subálveas que es captada a través de galerías filtrantes. La captación, de manantiales puede ser de ladera o de fondo, y para galerías filtrantes por drenes sub superficiales (Lampoglia, Aguero y Barrios, 2008).

La desinfección es este tipo de sistema no es muy implacable, ya que el agua que ha sido filtrada en los estratos porosos del subsuelo, es por ello que el agua es de buena calidad. Además, estos sistemas se pueden operar fácilmente, siempre realizando un buen un mantenimiento para garantizar su funcionamiento.

Las ventajas de los sistemas de gravedad sin tratamiento son:

- La operación y mantenimiento se pueden realizar fácilmente.
- La inversión no es muy costosa.
- Por ser de fácil mantenimiento no requiere de un operador especializado. •
- La contaminación es mínima..

#### **2.3.5. Sistemas de agua potable en el ámbito rural**

El sistema de Abastecimiento de agua potable en los centros poblados es un “esquema de abastecimiento de agua compuesto por soluciones individuales o multifamiliares que aprovechan pequeñas fuentes de agua y que normalmente demandan el transporte,

almacenamiento y desinfección del agua en el nivel intradomiciliario” (Organización Panamericana de la Salud, 2003, p.5).

### **2.3.6. El agua y saneamiento en zonas rurales**

El abastecimiento de agua y disposición de excretas es complejo en pequeñas localidades con mayor población y zonas rurales. (“Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente”, 2009, parr. 1).

Al ser complejos estos tipos de sistemas en zonas rurales se presentan un fin de dificultades comunes que son las siguientes:

- Bajo nivel socio económico de los beneficiarios;
- Viviendas aisladas o pequeños núcleos urbanos, no permiten economías de escala de las soluciones propuestas;
- Limitado acceso a nuevas tecnologías;
- Limitado o nulo acceso a recursos financieros;
- Los sistemas son operados a través de organizaciones conformadas por miembros de la comunidad, lo que resulta en bajo nivel técnico de los operadores; y
- Carencia de supervisión, control y apoyo técnico de instituciones públicas o empresas de agua y saneamiento de mayor tamaño (BVSDE, 2009, parr. 2).

### **2.3.7. Parámetros críticos de la calidad de agua potable en los sistemas de abastecimiento de las comunidades**

El abastecimiento y la calidad de agua son importantes para la salud humana, es por ello que se realizan pruebas de calidad del agua para determinar la inocuidad de los suministros. La "vigilancia mínima" o "ensayo de los parámetros críticos" presume que las autoridades sanitarias estarán al tanto de otras fuentes determinadas de riesgo en la región, tales como la contaminación química, y las incluirán en el “plan

de vigilancia”. Es mucho más poderoso vigilar un corto número de parámetros clave con la mayor frecuencia posible (en conjunción con una inspección sanitaria) que llevar a cabo, con menos frecuencia, análisis completos pero que llevan mucho tiempo y que en gran parte no son de interés. (Guías para la calidad de agua potable)

El estado higiénico y el riesgo de infección transmitida en el agua para consumo humano de una comunidad se vigila mediante el cumplimiento de parámetros recomendados.

Los parámetros críticos para la vigilancia de la calidad del agua son los siguientes:

- Cloro residual (
- *E. coli*; los coliformes (fecales) termotolerantes
- Turbiedad (si se efectúa algún tratamiento).
- pH (si se practica la cloración);

## **2.3.8. Partes de un sistema de agua potable convencional**

### **2.3.8.1. Componentes destinados a la producción de agua potable**

#### **a) Captación:**

Es la estructura con la que se obtiene o capta el agua de una fuente de abastecimiento. De acuerdo con el tipo de fuente, pueden existir captaciones superficiales o subterráneas, pero también puede captarse el agua de lluvia (CARE Internacional-Avina, 2012, p.58).

#### **b) Conducción:**

Es el medio por el que se conduce el agua este puede ser a flujo libre o a presión. Los canales o tuberías son utilizadas de acuerdo al caudal y a la topografía del lugar. El agua cruda es la que proviene directamente de una fuente superficial o subterránea en estado natural; es decir, que no ha sido sometida a ningún proceso de

tratamiento, desinfección o potabilización (CARE Internacional-Avina, 2012, p.65).

Dentro de los tramos de la línea de conducción en algunos casos será conveniente poner cámaras rompe presión del tipo 6 o del tipo 7, también se colocaran pases aéreos en los tramos que corresponda, y válvulas de purga en las cotas más bajas y válvulas de aire en las cotas más altas de la línea de conducción para garantizar el mejor funcionamiento de este componente.

**c) Tanque de Almacenamiento:**

Es la estructura donde se almacena el agua, su construcción puede ser diferente de acuerdo a los agregados utilizados, materiales, etc. Presentan formas cuadradas, rectangulares o redondas, pero siempre cubiertas (CARE Internacional-Avina, 2012, p.75).

Es el tanque de reserva o almacenamiento de agua que sirve a la población para tener una cantidad requerida de este recurso. El tanque almacena el agua durante toda la noche y en las horas de donde el consumo es menor, por lo cual su volumen depende del tamaño de la población (p.75)

**d) Red de distribución:**

La red de distribución tiene como función racionar el agua que llega a los usuarios, este puede ser en los domicilios o piletas públicas. En la zona urbana la red de distribución es de tipo cerrada, pues están suelen ser

manzanas o cuadras. En las tuberías instaladas el agua puede ir direcciones de ida y vuelta.

La red de distribución es de acuerdo a la forma y tamaño de la población, pues pueden ser zonas desarrolladas que forman cuadras o manzanas, y zonas en proceso de desarrollo o poblaciones dispersas.

Existen dos tipos de red de distribución:

- **MALLADA:** en este tipo de red el agua circula a través de tuberías de circuitos cerrados. Este tipo de circuito es más eficiente en caudal y presión. (p.79)
- **RAMIFICADA:** En este tipo de red el agua circula a través de ramales que terminan en válvulas de purga o mallas pequeñas. Se pueden encontrar mayormente en las zonas rurales. (p.79)

**e) Acometidas domiciliarias:**

La “acometida domiciliaria es un conjunto de tuberías y accesorios que llevan el agua desde la red de distribución” hasta el su distribución final, conexiones domiciliarias o piletas.

## **2.3.9. Fundamentos de la desinfección y cloración**

### **2.3.9.1. Desinfección del agua para consumo humano**

Este proceso será de vital importancia ya que permitirá la eliminación de la mayoría de microorganismos presentes en el agua. “La desinfección es una operación de gran importancia para asegurar la inocuidad del agua potable. Su aplicación es obligatoria en todo sistema de abastecimiento de agua para consumo humano” (Cooperación Alemana,

implementada por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 2017, p.20).

La desinfección del agua se realiza para la destrucción de microorganismos patógenos que están presentes dentro de todos los componentes del sistema de agua para consumo humano. Se realiza mediante agentes químicos o físicos y debe tener un efecto residual en el agua potable, a fin de eliminar el riesgo de cualquier contaminación microbiana posterior a la desinfección (Cooperación Alemana, implementada por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 2017, p.20).

(Chulluncuy Camacho, 2011) menciona que es el último proceso de tratamiento del agua, que consiste en la destrucción selectiva de los organismos potencialmente infecciosos. La desinfección por sí sola no basta para anular todos los organismos patógenos, por lo que es necesario procesos como la coagulación, sedimentación y filtración para su eliminación.

Los factores que influyen en la desinfección son:

- Los microorganismos.
- El pH del agua.
- La temperatura del agua.
- La naturaleza y calidad del agua.
- Concentración del agente desinfectante.
- El tiempo de contacto del agua con el desinfectante.

### **2.3.9.2. Calidad del agua potable:**

La calidad química y física del agua puede mediar en su aceptación al consumidor. La turbiedad, el sabor, el color y el olor, naturales o de otro origen, influyen en las apreciaciones y el proceder del consumidor. En casos extremos, el consumidor pueden oponerse a abastecimientos de agua perfectamente adecuados y necesarios pero inadmisibles visiblemente en favor de manantiales que pueden ser agradables pero no de calidad. . Aunque las líneas para la calidad del agua potable están basadas en el mejor asesoramiento de salud pública disponible, nada asegura que el consumidor se sienta satisfecho o insatisfecho con los abastecimientos de agua que se ajusten o no a estas líneas. Por esto es recomendable estar al tanto de las apreciaciones del consumidor al evaluar el agua que será consumida.

- Una turbiedad de más de 5 UNT puede resultar perceptible y, repulsivo para los consumidores.
- El olor del agua a consumir se debe primordialmente a la presencia de sustancias orgánicas. Algunos olores son muestras de un aumento de la “actividad biológica, mientras que otros pueden derivarse de la contaminación industrial”. Cuando se identifican problemas de olor, las encuestas de saneamiento deben incluir investigaciones sobre el origen de estos problemas (Guías para la calidad de agua potable)
- El color en el agua a consumir mayormente es a causa de sustancias orgánicas como las de origen húmico, de metales como el manganeso y el hierro, o de desechos industriales muy coloridos. Los consumidores pueden acudir a otras fuentes, que quizás no sean adecuadas, cuando su agua muestra concentraciones de color visiblemente desagradable,

habitualmente de más de 15 UCR. Lo ideal es que el agua potable no tenga color.

La “Dirección General de Salud Ambiental” [DIGESA], (2011, p.16) precisa la calidad de agua como “Determinación de la calidad del agua suministrada por el proveedor, de acuerdo a los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano”.

La calidad de agua potabilizada, en el Perú se regula con el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, promulgado por el Ministerio de Salud-MINSA y aprobado mediante Decreto Supremo N° 031-2010-SA”.

En caso de usar cloro o una solución clorada como desinfectante, las muestras tomadas en los puntos de la red de distribución, no deben ser menor a 0.5 mgL-1 de cloro residual libre en el noventa por ciento (90%) del total de muestras tomadas. Y del diez por ciento (10%), ninguna muestra debe contener menos de 0.3 mgL-1, mientras que la turbiedad deberá ser menor de 5 UNT (DIGESA, 2011, p.29).

La Organización Mundial de la Salud (2006), establece que: “Las concentraciones objetivo mínimas de cloro en el lugar de suministro son de 0,2 mg/l en circunstancias normales y de 0,5 mg/l en circunstancias de riesgo alto”.

### **2.3.9.3. Desinfección y cloración**

Este proceso es fundamental ya que será importante que los pobladores entiendan los conceptos fundamentales de la desinfección y cloración.

El objetivo de la desinfección del agua es dotar al consumidor agua de calidad libre de patógenos y de gérmenes que se pueden introducir en los componentes del sistema de agua. Controlando que posteriormente el agua se contamine

microbiológicamente. Sin embargo, esto suele ser muy criticado en pequeñas ciudades y zonas rurales, a pesar de ser la forma más accesible de tratamiento (Organización Panamericana de la Salud, 2007, p.4).

“La desinfección es un proceso importante dentro de un sistema de tratamiento de agua, independientemente de su fuente. Se busca a partir de ella la eliminación de microorganismos existentes que puedan causar enfermedades” (Quintero Agudelo, Vargas Terranova, & Sanabria Alcantar, 2016, p.2).

El desinfectante debe ser usado por personal que conozca las acciones, los límites y los riesgos presentes en su manipulación ya que debido a su toxicidad pueden ocasionar daños severos a la salud sobre todo a la población vulnerable tales como niños ancianos y lactantes, el personal que hará la manipulación del desinfectante debe conocer todos los procedimientos a seguir para una buena desinfección. La seguridad debe predominar sobre toda consideración de fondo económica

#### **2.3.9.4. Desinfección de los componentes de un sistema de agua potable**

Según el “Ministerio de Salud” (1989, p.51) la desinfección de los componentes del sistema de agua se debe regir a lo regido en la norma.

Concentraciones para una buena desinfección de los sistemas de agua potable:

**Tabla 1**

*Concentraciones para la desinfección de sistemas de agua potable*

Descripción	Concentración mg/lt o ppm	Tiempo de retención (Horas)
Captación	150 – 200	2 – 4
Reservorios	50	4
Tuberías	50	4

Fuente: "Manual de operación y mantenimiento Ministerio de Salud".

### **2.3.9.5. La cloración como método de desinfección**

La cloración es el método de aplicación más usado en los sistemas de abastecimiento de agua rural (Organización Panamericana de la Salud, 2007, p.9).

Este mecanismo es el más utilizado ya que cuenta con muchos beneficios y son los siguientes:

- Es fácil de acceder
- Destruye la materia orgánica por su alta capacidad oxidante.
- Potencialmente germicida
- Es confiable y de bajo costo
- La mayoría de las tecnologías de cloración son aceptadas por la población.
- El cloro se puede conseguir fácilmente
- Es muy económico.

#### **2.3.9.5.1. Cloración por goteo**

Según Cooperación Alemana (2017), el objetivo de la cloración es alcanzar la eficiente desinfección del agua, y tener el cloro residual de acuerdo a la norma establecida. Se puede realizar

directamente en el reservorio o en pequeñas cantidades en el sistema de cloración.

#### 2.3.9.5.2. *El cloro (Cl<sub>2</sub>)*

El cloro es un gas amarillo verdoso, con un olor irritante característico que denuncia su presencia, incluso en concentraciones muy débiles” (Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento, 1984, p.4).

El cloro es altamente tóxico y produce efectos perjudiciales en el organismo humano.. No arde, y por sí mismo no es inflamable ni explosivo. (AEAS, 1984, p.4).

“El cloro gas es una sustancia altamente tóxica, capaz de generar daños permanentes, incluso hasta la muerte, El principal medio de exposición es por inhalación” (Cooperación Alemana, 2017, p.26).

**Tabla 2**

*Efectos tóxicos del cloro*

Nivel de exposición	Efecto tóxico
0.01mg/l	Afecta la vida acuática
3.5mg/l	En este nivel el olor se puede detectar fácilmente
Hasta 15mg/l	Irritación de ojos y mucosas respiratorias
50mg/l	Efectos graves en cortos periodos de exposición
1000mg/l	Efectos letales

Fuente: Adaptado de Nicholas P. Cheremisinoff (2002).

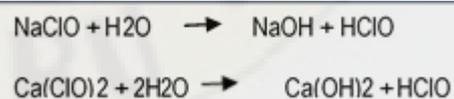
El cloro y sus derivados son germicidas además tienen propiedades residuales por lo que no solo se encuentran en el reservorio sino también en las redes de distribución de agua. El cloro residual se puede medir y vigilar fácilmente después del tratamiento de desinfección. El equipo utilizado para la dosificación es confiable, muy sencillo y de bajo costo. Además, para las pequeñas comunidades hay dosificadores de “tecnología apropiada” que son fáciles de usar por los operadores locales. El cloro y sus derivados se consiguen fácilmente, aun en lugares remotos de los países en desarrollo.

#### 2.3.9.5.3. *Química del cloro*

Cuando el Cl<sub>2</sub> se diluye en agua, se hidroliza rápidamente para generar ácido hipocloroso y ácido clorhídrico.



En el caso de los hipocloritos, se produce la disociación de ambas sales de acuerdo a las ecuaciones:



#### 2.3.9.5.4. *Dosis de cloro*

De acuerdo al Programa PROAGUA, (2017), la dosis del desinfectante depende del tipo de agua que se va a clorar. Se debe

determinar antes del funcionamiento en el sistema de agua potable. Para que la dosis exacta se debe recurrir a un laboratorio con personal especializado. Se encomienda que la determinación de la dosis de cloro sea dos veces al año, según la variación de las características fisicoquímicas del agua a clorar. Es por ello que la dosis de cloro en época de lluvias y épocas de estiaje (ausencia de lluvias) no serán iguales pues esto debe ser evaluado con la siguiente formula:

$$\text{Dosis de cloro} = \frac{\text{demanda de cloro}}{\text{cloro residual}}$$

#### **2.3.9.5.5. Hipocloritos:**

Según “Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento” (1984, p.6), los hipocloritos son sales de ácido hipocloroso; en el mercado los podemos encontrar en forma seca o líquida. Su solución en el agua es similar al del cloro gas. La diferencia entre ambos compuesto es el resultado del pH. Las soluciones de hipocloritos contienen un exceso de alcaloide, lo que incrementa el pH

El **hipoclorito de cálcico** ( $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ) conocido también como lejía es el desinfectante más usado desde el siglo XVIII. A nivel industrial se obtiene por reacción del cloro gas con una solución de “hidróxido de sodio”, después de esta reacción, se consiguen

soluciones líquidas de color amarillo verdoso, que tienen una concentración determinada de cloro activo por litro. En el mercado se puede encontrar en soluciones de concentraciones entre 3 y 15% en peso. Una solución de 100 gramos de hipoclorito sódico es un oxidante muy potente e inestable, Es la forma más frecuente de comercialización como producto sólido, y el hipoclorito sódico como líquido (Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento, 1984, p.6).

### **2.3.10. Métodos por Goteo**

#### **2.3.10.1. Sistema de cloración por goteo con flotador adaptado y autocompensante.**

Según Michel, (2014) La problemática actual en el Perú es que el hipoclorador ya no es usado por “los prestadores de servicio de agua y saneamiento rural”. En el mercado se podía encontrar el “hipoclorito de calcio al 33% hace algunos años, en la actualidad, solo se dispone de hipoclorito de calcio al 70%”, este compuesto requiere de otras tecnologías para proporcionar adecuadamente cloro a los sistemas de agua potable de la zona rural.

Los sistemas de cloración deben ser de bajo costo y de fácil operación y mantenimiento, que tome poco tiempo de instalación, pero resistente. Esto con la finalidad de que las poblaciones de las zonas rurales acepten estas tecnologías.

El sistema de cloración por goteo resulta ser la tecnología más adecuada para las zonas rurales.

**Ventajas del sistema:**

- Bajo costo de construcción y mantenimiento.
- Podemos encontrar los materiales en el mercado local.
- Su instalación es sencilla.
- El desinfectante se puede encontrar muy fácilmente.
- Buena precisión en la dosificación.
- Facilidad de operación y mantenimiento.
- Independencia.
- Práctico.
- No necesita presión del agua para su funcionamiento.
- No energía eléctrica (p.4)

**Criterios de instalación del sistema:**

- La comunidad debe tener una población no menor a 150 y no mayor a 1500
- El caudal de ingreso al reservorio debe estar entre 0,2 a 2L/s

**Funcionamiento:**

El objetivo del sistema de cloración es que esta solución preparada caiga en el interior del reservorio de agua potable en forma de gotas con un caudal constante a lo largo del vaciado del tanque dotador. La “solución madre” es preparada en un tanque de 600 litros con “hipoclorito de calcio a 65-70%” a una concentración hallada de acuerdo a la población. La concentración, el caudal de goteo y el periodo de recarga del tanque dependen de la cantidad de

agua que consume la población donde el sistema sea instalado (p.4).

### **2.3.11. La cloración por goteo**

Se realiza mediante la aplicación de una solución clorada, con alta concentración de cloro libre ( $H_2O + Ca(OCl)_2$  o  $NaOCl$ ) esta solución debe ser continua en forma de gotas en la cámara de cloración o reservorio de almacenamiento. Las concentraciones de cloro en la solución clorada pueden variar en un rango de 200mg/l hasta 5000mg/l (Programa PROAGUA, 2017).

La demanda de cloro y concentración de cloro residual libre está a la par del caudal y una dosis de cloro suficiente. Luego de determinada la dosis de cloro, mediante un análisis resumido de balance de masas se determina el caudal de cloración a aplicar (Programa PROAGUA, 2017).

### **2.3.12. Cloro Residual**

El cloro residual es la cantidad de cloro presente en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito que debe quedar en el agua potable para proteger potencialmente de la contaminación microbiológica, posterior a la cloración como parte del tratamiento (DIGESA. 2011).

#### **Cloración:**

Es la aplicación de cloro al agua con el fin de extinguir los microorganismos o gérmenes que producen enfermedades y que se encuentran en el agua. Es tratar el agua y hacerla apta para el consumo humano (Madera, 2013).

#### **Requisitos para la cloración del agua para consumo humano:**

- Reporte de análisis físico, químico y microbiológico.
- Parámetros de campo: pH (6.5 – 8.5); Turbiedad (5 UNT)

- Identificación de riesgos (ficha pvcica).
- Medir el caudal de agua al ingreso del reservorio
- Operador capacitado por la JASS
- Buenas condiciones del SAP
- La cuota familiar debe estar al día
- Responsable de ATM debe estar capacitado para brindar Asistencia Técnica y seguimiento (Registro de Cloración)

#### **Cantidad de cloro a dosificar:**

“La cantidad de cloro que se va a dosificar equivale a la demanda de cloro (la cual está estrechamente ligada a la calidad química y microbiológica del agua a la que debe adicionarse la cantidad de cloro residual esperada en la red de abastecimiento de agua. Por tanto, antes de llevar a cabo el proceso de desinfección es conveniente realizar ensayos de consumo instantáneo de cloro” (Madera, 2013).

#### **Cloro residual libre:**

Es la porción de cloro que queda en el agua después del tiempo de contacto, que va a reaccionar como ácido hipocloroso (Modelo de Saneamiento Básico Integral, 2018).

El cloro residual libre según la norma establecida en el Perú establece que debe estar presente en al menos 0.5 mg/l para ser establecido como agua potable

$$. Dosis\ cloro\ mg/l = demanda\ de\ cloro\ mg/l + 0.5\ mg/l$$

#### **Medición del cloro residual:**

“El método más utilizado es el colorimétrico de DPD (N,N-dietilo-p-fenilenediamina), el cual consiste en tomar una muestra de

agua clorada en algún punto de la red de distribución y se mide la cantidad de cloro residual” (Madera, 2013, p. 40).

## 2.4. Definición de términos

- **Agua cruda:** “Es aquella agua, en estado natural, captada para abastecimiento que no ha sido sometido a procesos de tratamiento”. (Dirección general de salud ambiental, 2011, p. 9)
- **Agua de consumo humano:** “Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal” (Dirección general de salud ambiental, 2011, p. 11).
- **Clorador:** “Dispositivo utilizado para aplicar el cloro al agua en la dosis correspondiente” (Cooperación Alemana, 2017, p. 25)
- **Cloro libre:** “Es la cantidad de cloro disponible para la desinfección del agua. Queda como remanente después de reaccionar con los compuestos presentes en el agua y está disponible para eliminación de patógenos.” (Cooperación Alemana, 2017, p. 23).
- **Cloro residual libre:** “Cantidad de cloro presente en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito que debe quedar en el agua de consumo humano para proteger de posible contaminación microbiológica, posterior a la cloración como parte del tratamiento” (Dirección general de salud ambiental, 2011, p. 11).
- **Eficiencia de los sistemas de cloración:** “Mediante la instalación de los sistemas de cloración en los sistemas de agua potable se elimina de forma sencilla y con bajo costo la mayor parte de los microbios, las bacterias, los virus y los gérmenes responsables de enfermedades como la disentería, la fiebre tifoidea y el cólera; no obstante, es incapaz de destruir ciertos microorganismos y parásitos patógenos” (Organización Panamericana de la Salud, 2007)

- **pH del agua:** “Es la medida de la concentración de los iones H<sup>+</sup> en el agua. Está relacionado al grado de acidez o basicidad que tiene el agua” (Cooperación Alemana, 2017, p. 23).
- **Sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano:** “Conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son accionadas por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde la captación hasta el suministro del agua” (Dirección general de salud ambiental, 2011, p. 12).
- **Sistema de cloración:** “El propósito de un sistema de cloración es obtener eficacia máxima del desinfectante sobre la variedad más amplia de condiciones microbiológicas esperadas; mejor economía general; efectos indeseables mínimos sobre el agua que se va a tratar; y fiabilidad máxima con el fin de obtener los mayores beneficios para la salud” (Organización Panamericana de la Salud , 2007).
- **Sistema de agua potable:** “Los sistemas de agua potable tienen por objetivo abastecer de agua potable a una población determinada; pueden ser convencionales y no convencionales. Los sistemas convencionales son los que brindan acceso al agua potable a nivel domiciliario y cuentan con un sistema de tratamiento y distribución del agua potable en cantidad y calidad establecida por las normas de diseño. Cada una de las viviendas se abastece a través de una conexión domiciliaria. Un sistema de agua potable (SAP) no convencional es aquel esquema de agua compuesto por soluciones individuales o multifamiliares que aprovechan pequeñas fuentes de agua y que normalmente demandan el transporte, almacenamiento y desinfección del agua en el nivel intradomiciliario” (Organización Panamericana de la Salud)
- **Turbiedad:** “Parámetro que indica la capacidad para que un haz de luz atraviese un cuerpo de agua. Se considera una característica organoléptica de la calidad del agua potable” (Cooperación Alemana, 2017, p. 24).

## **2.5. Hipótesis general**

Los métodos por goteo con flotador adaptado y autocompensante son eficientes en la instalación de sistemas de cloración en el centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica – 2019.

### **2.5.1. Hipótesis específicas**

- La concentración de cloro residual del método por goteo con flotador adaptado en la instalación del sistema de cloración del centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica – 2019 cumple con el rango de (0.5 -1 mg/l) de cloro según norma (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).
- La concentración de cloro residual del método por goteo autocompensante en la instalación del sistema de cloración del centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica – 2019 cumple con el rango de (0.5 -1 mg/l) de cloro según norma (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

## **2.6. Variables**

### **2.6.1. Variable de estudio**

Eficiencia de los métodos por goteo: el cual está determinado por el cumplimiento del parámetro de cloro residual con el DS 031-2010, el costo y tiempo de instalación del método por goteo.

#### **Dimensiones:**

- Parámetros de control obligatorio
  - Cloro residual (mg/l)

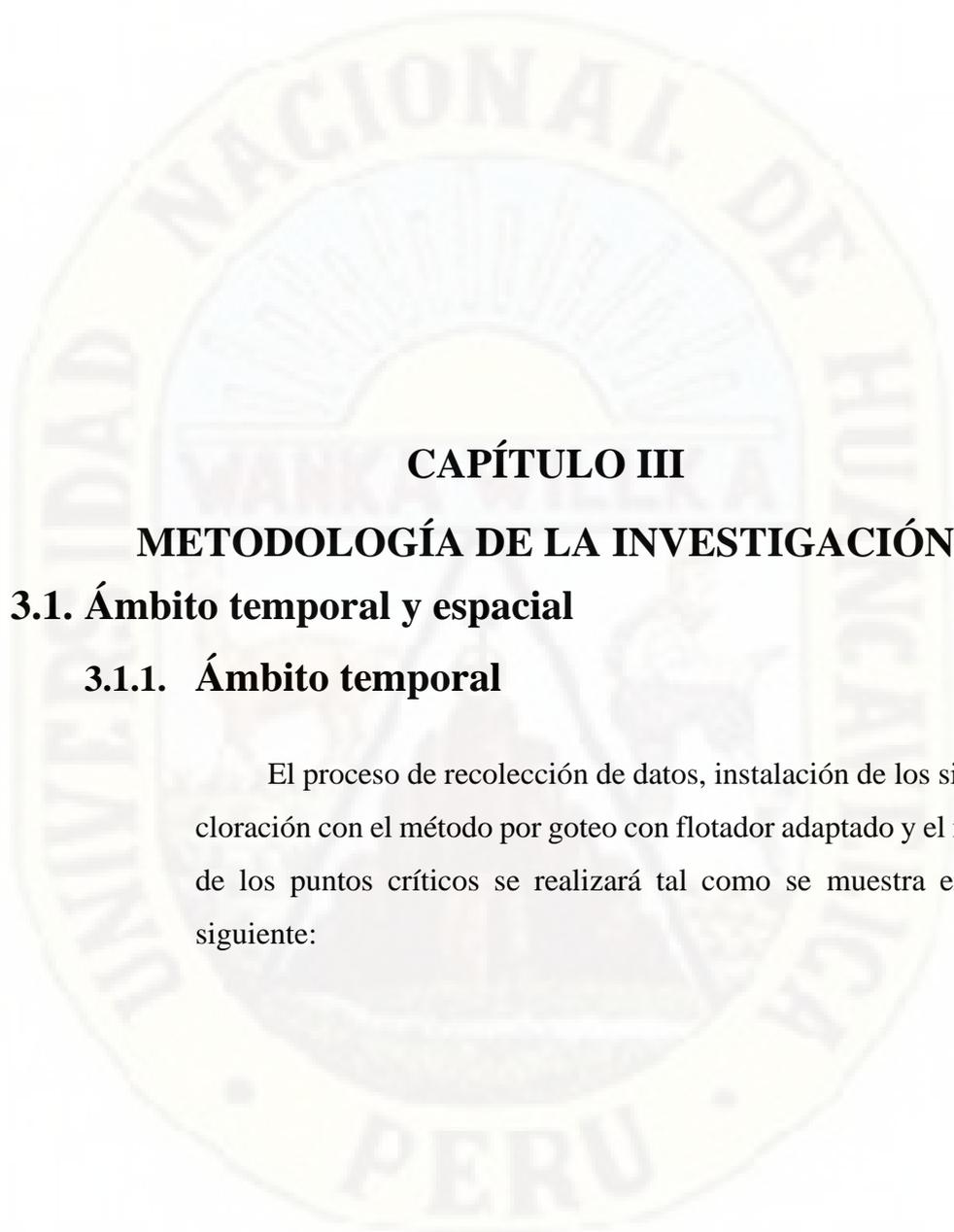
## 2.7. Operacionalización de variables

**Tabla 3**

*Identificación de variables*

VARIABLE	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Valoración	Unidad de medida	Instrumento
<b>Eficiencia de los métodos por goteo</b>	Es el grado en que se alcanzan los objetivos del proyecto en un período determinado, independientemente del trabajo desarrollado, el tiempo invertido, la inversión realizada en la etapa de construcción y solo se fija en los resultados logrados (Viñas et al., 2017)	Se realizó 14 monitoreos del cloro residual en las viviendas en los que se determinó la eficiencia de los métodos por goteo donde la eficiencia se relaciona con los resultados del cloro residual en los grifos de las viviendas. Posteriormente permitirán estimar si son o no eficientes en la cloración del agua.	Parámetros de control obligatorios	Cloro residual	0.5 - 1	Mg/L	Comparador tipo disco de cloro

Fuente: Elaboración propia.



## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Ámbito temporal y espacial**

##### **3.1.1. Ámbito temporal**

El proceso de recolección de datos, instalación de los sistemas de cloración con el método por goteo con flotador adaptado y el monitoreo de los puntos críticos se realizará tal como se muestra en la tabla siguiente:

**Tabla 4***Cronograma de duración del proyecto de tesis*

Actividades	Año 2019									
	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
<b>Planteamiento</b>										
Revisión de bibliografías	x									
Ubicación del proyecto	x									
Elaboración del plan de tesis	x	x								
Presentación del plan de tesis	x	x								
Asesoramiento del proyecto de tesis		x								
Aprobación del proyecto		x								
<b>Ejecución</b>										
Coordinación con la población			x							
Diagnóstico del sistema de agua potable de				x	x	x				
Instalación del sistema con flotador adaptado							x			
Recolección de datos								x		
Instalación del sistema autocompensante							x	x		
Recolección de Datos								x	x	
Procesamiento de datos							x	x	x	x
Análisis e interpretación								x	x	x
<b>Informe final</b>										
Elaboración de informe final										x
Presentación de informe final										x

### **3.1.2. Ámbito espacial**

Con respecto al ámbito espacial de estudio de la investigación se ejecutó en el “Centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica”.

### **3.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación es aplicada: Según Gonzales, Oseda, Ramírez, y Gave, (2011, p.141) “busca generar conocimientos de aplicación directa a los problemas de la sociedad, los resultados se pueden emplear para dar soluciones a los problemas presentados”

### **3.3. Nivel de investigación**

El nivel de investigación es explicativo: De acuerdo a Gonzales, Oseda, Ramírez, y Gave, (2011, p.142), “tiene la finalidad de explicar el porqué del comportamiento de una variable, por lo que se desarrollan a partir de estudios experimentales ”

### **3.4. Población, Muestra, Muestreo**

#### **Población**

El sistema de cloración de agua potable del “centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, provincia de Acobamba Huancavelica”.

#### **Muestra**

En la presente tesis se recolecto un total de 42 muestras de cloro residual para cada método por goteo (autocompensante, con flotador adaptado), tomados en tres de las viviendas de la red de distribución del centro poblado de Chacapampa, los cuales conforman puntos de monitoreo.

El número de muestras de la investigación consistió en:

- Se realizó 14 monitoreos para el sistema de cloración
- Los monitoreos se realizaron para 2 métodos por goteo
- Los puntos de monitoreo fueron 3 vivienda más cercana, vivienda intermedia, vivienda más alejada al reservorio,
- Las muestras se tomaron para un parámetro obligatorio de control (cloro residual)
- Resultando 42 muestras para cada método por goteo

**Tabla 5**

*Muestras del método por goteo autocompensante*

Componentes	Cantidad de muestras	Total, de muestras
Monitoreo y control	14	42
Cantidad de viviendas	3	
Parámetros	1	

**Tabla 6**

*Muestras del método por goteo con flotador adaptado*

Componentes	Cantidad de muestras	Total, de muestras
Monitoreo y control	14	
Cantidad de viviendas	3	42
Parámetros	1	

### **Muestreo**

La selección de la muestra se realizó mediante el “muestreo no probabilístico de carácter intencional”, ya que las muestras se eligieron por conveniencia de acuerdo a la investigación (Hernández *et al.*, 2014).

## **3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

### **3.5.1. Técnicas**

La principal técnica que se utilizó en este estudio fue la observación, esta técnica se fundamenta en el registro sistemático “válido y confiable” de comportamiento o conducta manifiesta. Es el acto en el que el espíritu capta un fenómeno interno (percepción) o externo y, lo registra con objetividad. (Niño, 2011)

En la investigación realizada se recolecto datos mediante la observación directa, utilizando la ficha de registro y control.

### **3.5.2. Instrumentos**

Según Gonzales et al., (2011), la validez y confiabilidad de toda investigación se basa en la certeza de que los datos obtenidos son consistentes, siendo requisito que todo instrumento debe cumplir; toda vez que el instrumento de recolección de datos constituye a las variables de la investigación. A pesar de que no existe medición perfecta, se debe aproximar lo más posible al perfil de las variables a observar.

Los instrumentos y equipos que se usó para la recolección de datos son:

#### **a) Ficha de registro y control de cloro**

Se utilizaron fichas de recolección una vez instalados los sistemas de cloración, las cuales fueron tomadas del: “libro de control de cloro residual libre (Proagua)-manual para la cloración de agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural”. Asimismo, fueron verificadas y firmadas por el fiscal JASS y el responsable de PVICA del centro poblado de Paucará. **(Ver Apéndice N° 7 y 8)**



## **Figura 2**

*Comparador de cloro residual tipo disco HACH*



### **3.5.3. Procedimiento**

La recolección de datos se realizó mediante la observación de “los componentes del sistema de agua potable del centro poblado de Chacapampa”.

#### **3.5.3.1. Reconocimiento del lugar**

Los lugares de monitoreo se seleccionaron de acuerdo a los siguientes aspectos:

- Se eligió 3 las viviendas de la red del sistema de agua potable de Chacapampa.
- Se eligió las 3 viviendas de acuerdo al punto de control de cloro residual libre los cuales se recomiendan: vivienda más cercana, vivienda intermedia y vivienda más alejado del lugar donde se realiza la cloración.
- Las viviendas elegidas como punto de control serán registradas con su ubicación exacta.

**Tabla 7**

*Coordenadas de las viviendas seleccionadas para la toma de muestras*

Viviendas de la red de distribución	Coordenadas UTM		
	Longitud	Latitud	Alt. Msnm
Vivienda 1	536895	8592140	3754
Vivienda 2	537204	8591740	3735
Vivienda 3	537487	8591598	3723

- Vivienda N°1: vivienda más cercana al reservorio, pertenece a: Oscar Sánchez Sulca, asociado de la JASS -Chacapampa de acuerdo al padrón de beneficiarios
- Vivienda N°2: vivienda intermedia pertenece a: Aurelio Ramos Rodriguez, asociado de la JASS -Chacapampa de acuerdo al padrón de beneficiarios
- Vivienda N°3: vivienda más alejada al reservorio, pertenece a: Pablo Huamani Loza, asociado de la JASS -Chacapampa de acuerdo al padrón de beneficiarios

### Figura 3

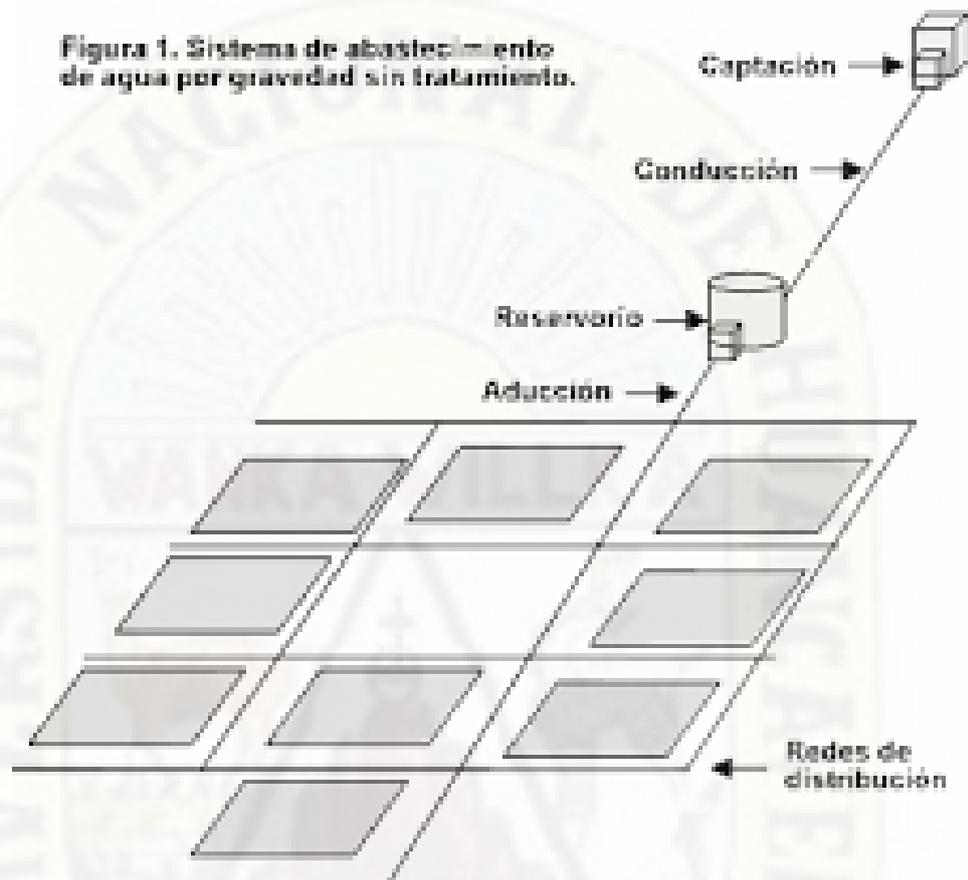
*Viviendas seleccionadas para el monitoreo*



El sistema de agua potable del centro poblado de Chacapampa está compuesto por: captación línea de conducción, reservorio, sistema de cloración, línea de aducción y red de distribución

#### Figura 4

#### Sistema de agua potable



Nota: En la figura se puede observar los componentes del sistema de agua potable

**Captación:** La captación se encuentra en el lugar denominado “Piscina”, con un caudal de aforo de 0.54 lt/s, es de tipo ladera, su infraestructura se encuentra estado regular. La captación se encuentra ubicada a un recorrido aproximada de 0+645 Km, de la plaza principal de la localidad de Chacapampa. La estructura se encuentra a una altura de 3755.20 m.s.n.m. y coordenadas UTM: 8592319.780 N y 536895.296 E, Así mismo cabe mencionar que los accesorios de la cámara húmeda y válvulas se encuentran en estado regular.

**Figura 5**

*Dimensiones de la captación tipo ladera*



**Línea de conducción:** Está compuesta por tuberías de PVC de Ø 2", consta aproximadamente de 240 m. de longitud. Tramo (Captación Existente - Reservorio Existente), esta línea existente atraviesa por terrenos de cultivo y a poca profundidad.

## Figura 6

*Línea de conducción del centro poblado Chacapampa*



### **Reservorio:**

El reservorio existente se encuentra ubicado a 400m de la plaza principal de la Comunidad de Chacapampa. Se trata de un reservorio de volumen de 6 m<sup>3</sup> de capacidad con dimensiones netas 2.1 x 2.1 x 1.40 m, y de caseta de válvulas de 0.65 x 0.6 x 0.40 m.

La estructura se encuentra ubicada en la localidad de Sotoccasa a una altitud de 3753.86 m.s.n.m. y coordenadas UTM: 8592111.940 N y 536919.279 E; dicha estructura tiene una antigüedad de 8 años.

**Figura 7**

*Dimensiones del reservorio*

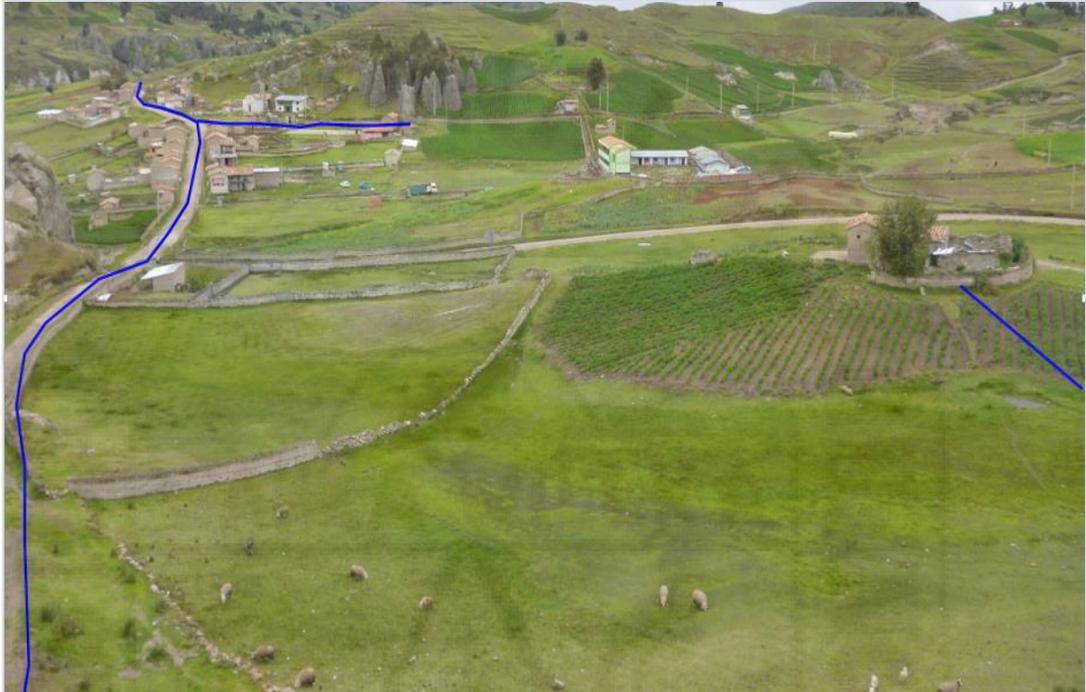


**Línea de aducción:** La línea está compuesta por tuberías de PVC de Ø 1", con una longitud aproximada de 26 m y se encuentran en estado regular.

**Red de distribución:** Está conformado por tuberías de PVC SAP Ø 1" y Ø 3/4" distribuidas a lo largo de la comunidad de Chacapampa.

## **Figura 8**

*Red de distribución del centro poblado de Chacapampa*



### **Sistema de cloración:**

#### **✓ Sistema de cloración por goteo autocompensante**

Actualmente el sistema de agua potable de la localidad de Chacapampa no cuenta con el “sistema de cloración por goteo autocompensante”, este tipo de sistema de cloración se instaló por la tesista para el desarrollo de esta investigación.

#### **✓ Sistema de cloración por goteo con flotador adaptado**

Actualmente el sistema de agua potable de la localidad de Chacapampa cuenta con el “sistema de cloración por goteo con flotador adaptado”, pero no se cuenta en funcionamiento ya que le faltan algunos accesorios como la línea guía del flotador y válvulas, este tipo de sistema de cloración será mantenido y puesto en funcionamiento por la tesista para el desarrollo de esta investigación.

### 3.5.3.2. Organización y actividades previas

Se coordinó con la “Junta Administradora de los Servicios de Saneamiento Chacapampa” y población en general la instalación de los “sistemas de cloración por goteo, con flotador adaptado y autocompensante”, por ello se verificó los siguientes requisitos:

- ✓ Reporte de análisis físico, químico y microbiológico se verificó si es apta para consumo humano

Mediante Informe de ensayo N° MA16130795 en el año 2017 remitió los resultados del análisis de muestras tomadas

**Figura 9**

*Resultados del análisis de fuente de agua Piscina*

<b>INFORME DE ENSAYO N° MA16130795 CON VALOR OFICIAL</b>			
Cod. Cliente		PISCINA	
Cod. Lab.		1624260	
Tipo de Producto		Agua N. Subterránea	
Fecha de Muestreo		29/05/2017	
Hora de Muestreo		09:40	
Cadena de Custodia		43010	
Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados
Color	U.C.	1.13	<1,13
Conductividad	µS/cm	r	316,0
Conteo de heterótrofos en placa (*)	UFC/mL	1	900
Dureza total (*)	mg/L CaCO <sub>3</sub>	1	133
Mercurio total	mg/L	0.0001	<0,0001
Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	NMP/100mL	1.8	<1,8
Numeración de Coliformes Totales (NMP)	NMP/100mL	1.8	4,5
pH Referencial en Aguas (*)	Und. pH	r	7.29
Turbiedad	NTU	0.27	0.69
<b>Aniones (Fluoruros, Cloruros, Nitratos, Nitritos, Fosfatos, Sulfatos)</b>			
Cloruros	mg/L	0.015	1,347
Nitratos	mg NO <sub>3</sub> -N/L	0.001	1,541
Sulfatos	mg/L	0.015	19,92

Los comuneros de Chacapampa aseguran que el agua de Piscina es de muy buena calidad, sin embargo, esto debe ser corroborado por un análisis de agua en laboratorio.

Estos parámetros serán evaluados con los valores establecidos en los “Estándares de Calidad Ambiental” modificados en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

- Categoría 1: “poblacional y recreacional, sub categoría A1 aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección”

La evaluación se realizó mediante el cotejo de los resultados obtenidos en el ensayo con los valores establecidos en la clasificación del agua

**Tabla 8**

*Parámetros de calidad de agua*

Parámetro	Unidad	DS 015-2015 MINAM	Resultado de ensayo
Color	Unidad de color verdadero escala P/Co	15	<1.13
Conductividad	uS/cm	1500	316.0
Dureza	mg/L	500	133
Mercurio	mg/L	0.001	<0.0001
Coliformes fecales	NMP/100ml	20	<1.8
Coliformes totales	NMP/100ml	50	4.5
pH	Unidad de pH	6.5-8.5	7.29
Turbiedad	UNT	5	0.69
Cloruro	mg/L	250	1.347
Nitrato	mg/L	50	1.541
Sulfato	mg/L	250	19.92

- Color: se encuentra por debajo del valor establecido por el DS 015-2015- MINAM
- Conductividad: 316.0 uS/cm se encuentra por debajo del valor de ECAs (Categoría 1, sub categoría A1)
- Dureza total: está por debajo de los valores del decreto supremo.
- Mercurio total: en este caso el mercurio supera los valores establecidos en el decreto supremo
- Coliformes fecales o termotolerantes:
- Coliformes totales:
- PH: este parámetro es de 7.29, el valor encontrado está dentro del rango 6.5 a 8.5
- Turbiedad: está por debajo del decreto supremo, lo cual indica que podemos continuar con el proceso de instalación.

Los resultados de los parámetros del informe de ensayo cumplen con los valores máximos indicados por la normativa peruana. Esto indicaría que el agua de Piscina, es de buena calidad en los parámetros evaluados. Esto respalda lo que los comuneros mencionan a cerca de la buena calidad del agua.

- ✓ Parámetros de campo: PH (6.5 -8.5); turbiedad (5UNT)

Para medir este parámetro se esterilizo un recipiente de plástico

- ✓ Identificación de riesgos: (FICHA PVICA)

Se aplicó el “formulario para evaluar el estado sanitario de la infraestructura de abastecimiento de agua”.

- ✓ Medir el caudal de ingreso al reservorio

Se realizó la medición de caudal por lo que se aforo 5 veces con un recipiente de 5 litros.

**Tabla 9***Caudal de ingreso al reservorio*

Medición	Tiempo (seg)	Volúmen (lt)	Caudal (l/s)
1°	31.25	5.00	0.16
2°	33.33	5.00	0.15
3°	31.26	5.00	0.16
4°	29.41	5.00	0.17
5°	27.78	5.00	0.18
Caudal promedio (l/s)			0.16

Una vez cumplido los requisitos para la cloración se procede a la instalación del método por goteo

### 3.5.3.3. Procedimiento de instalación de los sistemas de cloración por goteo

Instalación del sistema de cloración por goteo autocompensante

Para este método se necesita los siguientes materiales:

**Tabla 10***Materiales del método por goteo Autocompensante*

N°	Descripción	Und.	Cant
1	Tanque dosificador	Und.	1
2	Tubo visor	Und.	1
3	Multiconector	Und.	1
4	Válvula para línea	Und.	1
5	Filtro de anillos	Und.	1
6	Acople bushing	Und.	1
7	Manguera de polietileno	m	1.5
8	Gotero	Und.	1

Luego realizamos los siguientes pasos:

Paso 1:

verificamos su ensamble hermético para impedir el ingreso del agua para ello ponemos cinta teflón en cada acople y reducción.

**Figura 10**

*Partes del kit dosificador*



Paso 2: En el accesorio múltiple del tanque de polietileno, colocar el kit dosificador.

**Figura 11**

Colocación de manguera



**Figura 12**

*Kit dosificador listo para unir con el tanque Rotoplas*



Paso 5: Llenar un poco de agua en el tanque de solución madre y regular el caudal de goteo.

Instalación del sistema de cloración con flotador adaptado

Para este método se necesita los siguientes materiales:

**Tabla 11**

*Materiales del método por goteo Autocompensante*

N°	Descripción	Und.	Cant
1	Tanque de 250 L	Und.	1
2	Tubos de PVC de 1/2"	m	2
3	Tubos de PVC de 3/4"	m	2
4	Codos de PVC x 90 de 1/2"	Und.	8

5	Codo mixto de PVC x90 de 1/2"	Und.	1
6	Codos de PVC x 90 de 3/4"	Und.	14
7	Tee de PVC de 1/2"	Und.	1
8	Tee de PVC de 3/4"	Und.	4
9	Niple de PVC de 3/4 "	Und.	1
10	Tapon hembra PVC de 1/2" a presión	Und.	1
11	Tapon hembra PVC de 3/4" c/rosca	Und.	1
12	Tapon hembra PVC de 3/4" a presión	Und.	6
13	Adaptadores de PVC de 1/2"	Und.	6
14	Adaptadores de PVC de 3/4"	Und.	1
15	Union universal de pvc de 1/2"	Und.	2
16	Unión universal de PVC de 3/4"	Und.	
17	Reduccion de PVC de 3/4" a 1/2"	Und.	1
18	Válvula esférica de PVC de 1/2"	Und.	1
19	Válvula esférica de PVC de 3/4"	Und.	2
20	Grifo de PVC de 1/2"	Und.	3
21	Hilo de nylon de 2m	Und.	1
22	Rollos de teflón	Und.	5
23	Manquera transparente flexible de 1.5	m	1

Luego realizamos los siguientes pasos:

Primer paso: Elaborar el flotador de PVC con tubos y accesorios de PVC Ø 3/4" y verificar su ensamble sellado para impedir el ingreso del agua. Ajustar la tee de soporte y movimiento del niple PVC que capta la solución clorada. Colocar el tapón con la manguera flexible lista para instalar.

**Figura 13**

*Confección del flotador pvc.*



Segundo paso: Fabricar el soporte de la guía de nylon para el movimiento del flotador, adaptando al perfil interior del tanque de solución clorada que se disponga. Con la ayuda del hilo de nylon, colocar el flotador asegurando que en las diferentes posiciones del flotador la manguera siempre se encuentre extendida. Esta manguera debe quedar adherida a la placa de PVC que va en el intermedio de la unión universal junto al accesorio múltiple del tanque de solución clorada.

**Figura 14**

*Soporte de guía de nylon*



Tercer paso: "El accesorio múltiple del tanque de polietileno", colocar los demás accesorios: niples, tee y codos para disponer de un grifo de cálculo de caudal de goteo, válvulas de paso para la limpieza y para la tubería que va hacia el interior de reservorio. En el final del tubo conductor de solución clorada colocar la flotadora para impedir el ingreso de solución clorada cuando el reservorio se llene.

**Figura 15**

*Accesorio múltiple del tanque Rotoplas.*



Cuarto paso: Sobre el techo del reservorio u plataforma preparada para la cloración, asegurar la colocación del tanque de solución clorada sobre una base adecuada y completar la instalación de suministro de agua. Con la abrazadera de derivación y una broca, tomar “un punto de agua en la línea de conducción, antes de la válvula de control”, para contar con agua que pueda facilitar la preparación de solución madre y el llenado del tanque de solución de acuerdo a los cálculos.

**Figura 16**

*Plataforma preparada para la cloración.*



Paso 5: Llenar un poco de agua en el tanque de solución madre y regular el caudal de goteo.

3.5.3.4. Calcular la concentración de la solución madre.

La elaboración de la “solución madre” de cloro para el volumen del tanque, se hizo según la siguiente ecuación:

**Cálculo de cloro**

$$P = V \times Cc / (10 \times \% \text{hipoclorito de calcio})$$

Donde:

V = “volumen en litros”

Cc = “demanda total de cloro o concentración en mg/L”.

P = “peso en gramos”

- Se colocó la cantidad de cloro como resultado del procedimiento anterior, en un recipiente con agua libre de cloro. Se procedió a mezclar luego de que la mezcla haya reposado al menos 1 hora se vació el contenido en el tanque.

#### 3.5.3.5. Regulación del cloro residual

- Por último, se hizo la medición del cloro residual en el inicio, en la mitad y al final de las viviendas y anotarlas en la ficha de registro de cloro.

#### 3.5.3.6. Recolección de muestras de cloro residual

La recolección de muestras se realizará de acuerdo a:

##### a) Definición del programa de monitoreo

La toma de muestras de los parámetros de control obligatorio: potencial de hidrogeno (pH) turbiedad (T) y cloro residual (CL), parámetros de análisis obligatorio para agua potable, de acuerdo al “Reglamento de la calidad del agua para consumo humano”, estos parámetros serán evaluados con los “Límites Máximos Permisibles del Decreto Supremo N° 031-2010-SA”. “La medición del cloro residual libre se debe hacer a la semana por lo menos una vez en la salida del sistema de cloración siendo este el punto crítico de control, mientras que para el pH y la turbiedad del agua se la frecuencia debe ser mínimo 2 veces al año, principalmente durante los cambios de estación climática y cuando ocurren variaciones significativas de la cantidad y calidad del agua en la fuente de abastecimiento”.

##### b) Frecuencia del monitoreo

La frecuencia de monitoreo se constituyó para medir los cambios que ocurren, el seguimiento periódico se realizó en 14 monitoreos por cada recarga de cloro para determinar las variaciones de los parámetros analizados.

**Tabla 12**

*Frecuencia de monitoreo para el método por goteo con flotador adaptado*

<b>Parámetro</b>	<b>Recarga de cloro</b>													
<b>Cloro residual</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

**Tabla 13**

*Frecuencia de monitoreo para el método por goteo Autocompensante*

<b>Parámetro</b>	<b>Recarga de cloro</b>													
<b>Cloro residual</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

c) Puntos de monitoreo

Se dispusieron los puntos de monitoreo, constituyendo 3 puntos de monitoreo

- Vivienda 1: se ubicó este punto por ser la vivienda más cercana al punto de cloración, se obtuvo una muestra para el parámetro cloro residual,
- Vivienda 2: se ubicó este punto por ser la vivienda más cercana al punto de cloración, se obtuvo una muestra para el parámetro cloro residual,
- Vivienda 3: se ubicó este punto por ser la vivienda más alejada al punto de cloración, se obtuvo una muestra para el parámetro cloro residual.

Las muestras de las viviendas se obtuvieron realizando el siguiente procedimiento: antes de realizar la toma de muestras en el punto, se deberá dejar correr el agua por aproximadamente 1min, llenamos el agua en el tubo del comparador de cloro, agregamos el reactivo DPD 1 en sachet dentro del tubo y tápelo con su tapón, agite la muestra hasta mezclar completamente o hasta lograr la

disolución total del reactivo DPD .Esperamos un minuto para que se complete el desarrollo del color y luego compara contra la luz con los estándares e identifique a cual se parece más.

d) Parámetros de calidad:

El parámetro a monitorear en el reservorio y las redes de agua son los que indican en el “Decreto Supremo N° 031-2010-SA”, donde se fijan los “Límites Máximos Permisibles”.

**Tabla 14**

*Parámetros de calidad de agua*

Parámetros	Unidad	LMP
pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
Turbiedad	UNT	5
Cloro residual	mg/L	0.5 a 1

La presente investigación estableció la eficiencia de los métodos por goteo, el cual se determinó por “el grado de cumplimiento de los objetivos específicos planteados”; señalados en los “Límites Máximos Permisibles del reglamento de la calidad de agua para consumo humano”.

e) Materiales para la toma de muestras:

Para la toma de muestras se manipularon los siguientes materiales:

- pH
- Comparador de cloro
- Reactivo DPD en sachet
- Guantes
- GPS referencial Garmin

f) Registro de datos de campo:

Los datos tomados en campo fueron registrados en el Formato de monitoreo de parámetros de campo en agua para consumo humano zona rural.

g) Proceso de recolección de muestra

Parámetros de campo

- pH

Esta muestra fue tomada en un recipiente de plástico debidamente esterilizado y la lectura se realizó in situ.

- Turbiedad

Esta muestra fue tomada in situ

- Cloro residual

Esta muestra fue tomada en cada grifo de los puntos a monitorear, se utilizó el comparador de cloro y el reactivo DPD en sachet.

### **3.6. Técnicas y procesamiento de análisis de datos**

Se realizó el monitoreo de las viviendas del sistema de agua potable, obteniendo resultados para cada método por goteo del sistema de cloración, se procedió a determinar la eficiencia en base al cumplimiento de los objetivos con el menor recurso. Los indicadores a medir fueron: concentración de cloro residual, costo de instalación y tiempo de instalación. El indicador de concentración de cloro residual fue con el comparador de cloro residual tipo disco para luego ser comparado con el “Decreto Supremo N° 031-2010-SA”. El indicador de tiempo de instalación fue comparado con el tiempo aproximado establecido en las guías de instalación de cada método por goteo El indicador de costo de instalación fue comparado con el presupuesto de la Municipalidad Distrital de Paucará.

Chiavenato (2004) expresa que la eficiencia significa la correcta utilización de los recursos disponibles. “Puede definirse mediante la ecuación  $E=P/R$ , donde P son los productos resultantes y R los recursos utilizados. Es el logro de las metas con la menor cantidad de recursos” y obtener los mayores resultados con la mínima inversión. Para nuestra investigación el producto

resultante será la concentración de cloro residual y los recursos utilizados serán costo y tiempo de instalación.

Para determinar la eficiencia

$$Eficiencia = \frac{Resultado/Consumo \text{ del recurso}}{Resultado/Consumo \text{ del recurso(estandar)}}$$

Donde:

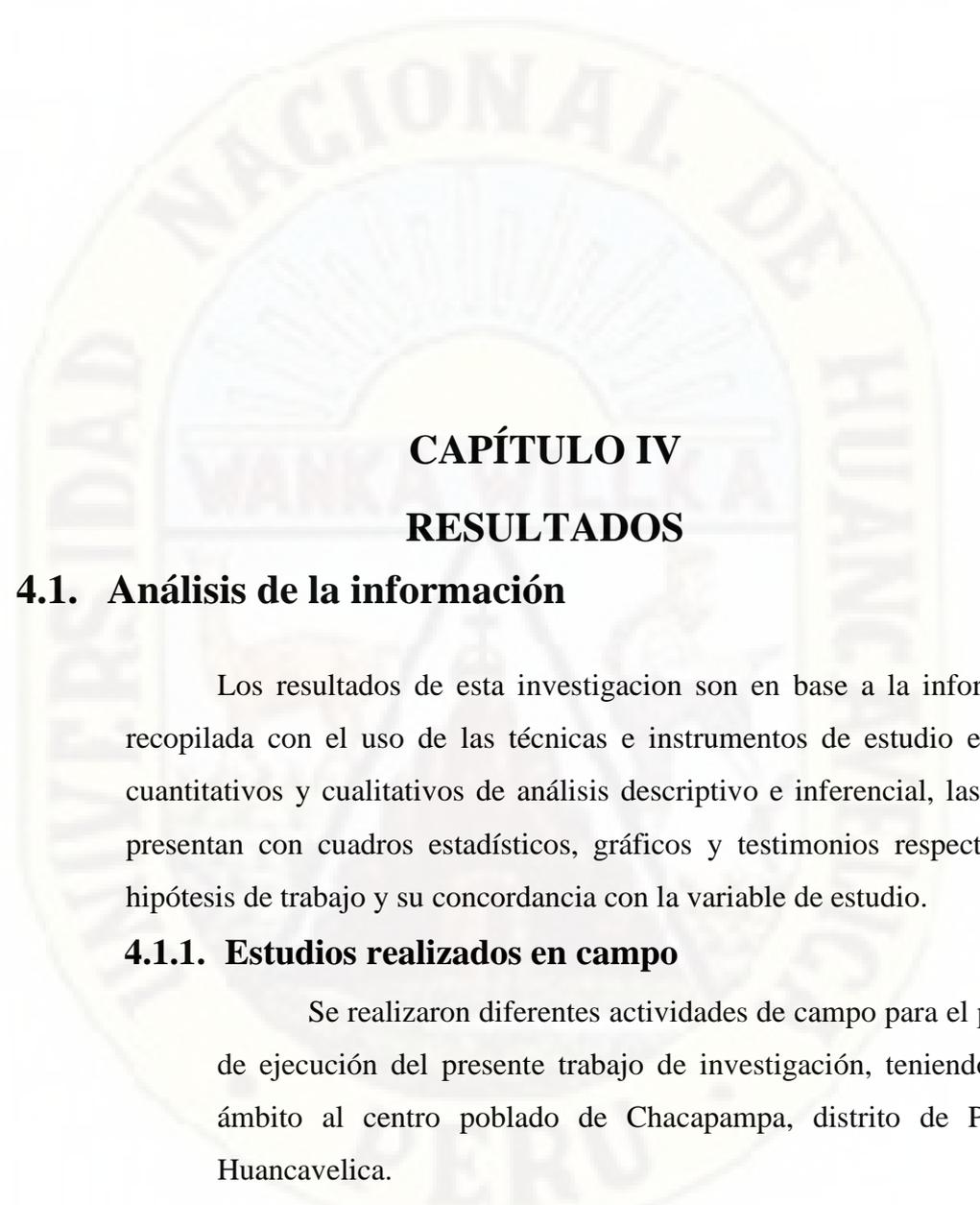
$$Eficiencia = \frac{concent. \text{ de cloro residual/costo de instalacion)/t. de instalacion}}{concent. \text{ de cloro residual/costo de instalacion)/t. de instalacion(estandar)}}$$

Se validó los datos de concentración de cloro residual con el análisis de la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, y el resultado cumple con el principio de normalidad. Los datos obtenidos de “concentración de cloro residual” se anotaron en la ficha de registro de cloro residual del libro de control de la organización comunal JASS Chacapampa, y posteriormente digitado a una hoja de cálculo de Microsoft Excel.

El procesamiento de datos se hará utilizando la estadística descriptiva empleando: porcentajes, mediana, medias aritméticas, desviación estándar coeficiente de variación.

Para la contrastación de datos se trabajará con la prueba de T- Student, el cual nos permitirá “comparar dos grupos independientes de observaciones con respecto a una variable”.

El nivel de significancia fue 0.005, con un 95 % de confiabilidad de los datos resultantes de la concentración de cloro residual.



## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1. Análisis de la información**

Los resultados de esta investigación son en base a la información recopilada con el uso de las técnicas e instrumentos de estudio en datos cuantitativos y cualitativos de análisis descriptivo e inferencial, las que se presentan con cuadros estadísticos, gráficos y testimonios respecto a las hipótesis de trabajo y su concordancia con la variable de estudio.

##### **4.1.1. Estudios realizados en campo**

Se realizaron diferentes actividades de campo para el proceso de ejecución del presente trabajo de investigación, teniendo como ámbito al centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica.

##### **a) Revisión del caudal de ingreso al reservorio**

Se realizó la medición del caudal, obteniendo como resultado un caudal de ingreso promedio de 0.16 l/s.

**Tabla 15***Resultados del caudal de ingreso al reservorio*

Caudal de ingreso			
Medición	Tiempo (s)	Volumen (l)	Caudal (l/s)
1°	31.25	5.00	0.16
2°	33.33	5.00	0.15
3°	31.26	5.00	0.16
4°	29.41	5.00	0.17
5°	27.78	5.00	0.18
Caudal promedio (l/s)			0.16

Fuente: Elaboración propia.

**b) Cálculo para cloración**✓ **Cálculo de la demanda de agua**

Población Actual = 103 hab

Dotación = 80 l/hab/dia

Perd. Físicas = 0 %

K1 (C. Var. D) = 1.3

(Según el MEF para zonas rurales)

✓ **Determinación del caudal máximo diario (Qmd)**

$$Q_{md} = \frac{Pob \times Dotación \times K1}{(1 - P) \times 86400}$$

$$Q_{md} = 0.124 \text{ L/s}$$

**c) Cálculo cloro para 1 día**

$$\text{Asumimos para } C_c = 1.5 \text{ mg/l}$$

$$\text{Hip. Calcio} = 70 \%$$

$$V \text{ 1d} = \frac{Q_{md} \left( \frac{l}{s} \right)}{86400 \text{ (s)}}$$

$$V \text{ 1d} = 10712 \text{ L}$$

$$\text{Peso (1día)} = \mathbf{22.95 \text{ gr}}$$

**Donde:**

$$P = V \times C_c \text{ (10x\%hipoclorito de calcio)}$$

Donde:

V = Volumen en litros.

C<sub>c</sub> = Demanda total de cloro o concentración en mg/L.

P = Peso en gramos.

- ✓ Asumiendo el periodo de recarga para (14 días) = **321.3 gr.**

**d) Cálculo en campo según aforo de reservorio**

Según el aforo en el reservorio  $Q_i = 0.16 \text{ l/s}$ , debemos de regular el caudal de oferta aproximado a nuestro ( $Q_{md}$ ) calculado; esto se puede realizar en la captación o al ingreso del inicio del reservorio.

- ✓ Regulación del  $Q_i$

$$Q_i = 0.160 \text{ l/s} \quad 0.094$$

- ✓ Realizamos el cálculo para clorar el caudal de ingreso al reservorio.

$$V_i \text{ 1d} = 13824 \text{ l}$$

$$P \text{ 1d} = \text{gr} \quad 29.6228571$$

Cálculo para (14 días)

P 30d = 414.7 gr.

Redondeando = 0.5 gr.

✓ Concentración en el tanque de la solución madre.

Donde Cl = 5000 mg/lit

$$Cl = \frac{350000.0 \text{ mg}}{Vt}$$

$$Vt = 70.0 \text{ l}$$

Por tanto, definimos el volumen de tanque comercial, para almacenar la solución madre que será de: **250 lt.**

#### e) Cálculo de caudal de goteo (q)

Tomando en cuenta que la dosificación se hará las 24 horas.

Días a clorar = 14 días.

Minutos que hay en 14 días = 20160 min.

El volumen de “solución madre” lo expresamos en (ml).

70 lt = 250000 ml.

Por tanto:

$$q = \text{(volumen/tiempo)}$$

$$q = 12.40 \text{ ml/min}$$

$$q = 4 \text{ gotas/s.}$$

### 4.1.2. Resultado del nivel de cloro residual en la red con el método por goteo con flotador adaptado.

#### a) Concentración del cloro residual

Par realizar las mediciones respectivas del cloro residual, se utilizó el comparador de cloro tipo disco, el cual consiste en tomar una muestra de agua clorada en cualquier punto de la red de distribución, “la concentración debe estar entre 0.50 – 1.00 mg/L”.

Lo más importante es que estas muestras estén ubicadas en el inicio de la red, en la mitad de la red y en el final de la red de distribución.

La medición del cloro residual se hizo durante

Estas medidas permitieron determinar la cantidad de cloro residual presente en el agua que abastece al centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica, estas mediciones se realizaron durante un tiempo de 14 días.

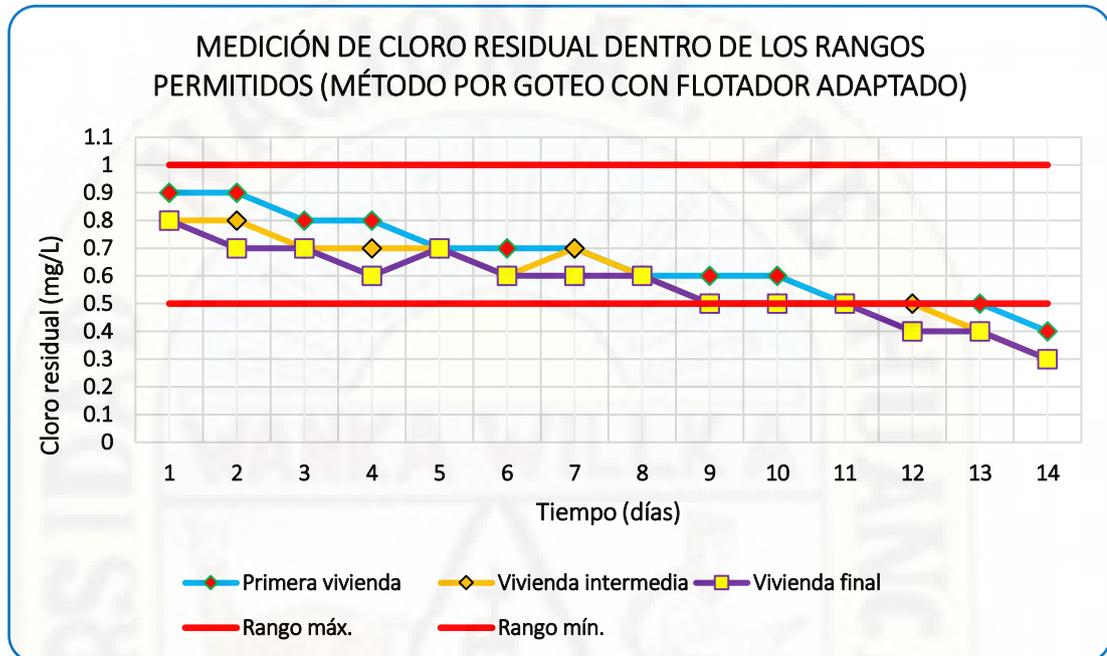
**Tabla 16**

*Resultado del cloro residual del método por goteo con flotador adaptado*

<b>Tiempo (días)</b>	<b>Puntos de monitoreo</b>			<b>Promedio</b>	<b>Rango (mg/L)</b>
	<b>Primera Vivienda</b>	<b>Vivienda Intermedia</b>	<b>Vivienda Final</b>		
<b>1</b>	0.9	0.8	0.8	0.8	0.5 -1
<b>2</b>	0.9	0.8	0.7	0.8	0.5 - 1
<b>3</b>	0.8	0.7	0.7	0.7	0.5 -1
<b>4</b>	0.8	0.7	0.6	0.7	0.5 -1
<b>5</b>	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5 -1
<b>6</b>	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5 -1
<b>7</b>	0.7	0.7	0.6	0.7	0.5 -1
<b>8</b>	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5 -1
<b>9</b>	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5 -1
<b>10</b>	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5 -1
<b>11</b>	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5 -1
<b>12</b>	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5 -1
<b>13</b>	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5 -1
<b>14</b>	0.4	0.3	0.3	0.3	0.5 -1

**Figura 17**

*Comportamiento del nivel de concentración de cloro residual con los rangos permitidos según la norma (0.5 a 1 mg/l)*



De la figura N° 17, se puede observar que las medidas de concentración de cloro residual en las muestras del día 1 hasta el día 11, se encuentran dentro de las líneas rojas las cuales limitan el rango establecido según norma de 0.5 mg/l y 1.00 mg/l y a partir del día 11 el cloro residual no está dentro del rango establecido. Esto nos demuestra “que el sistema de cloración por el método de goteo con flotador adaptado”, es eficiente hasta el día 11, así mismo mencionar que el cloro residual es el indicador principal de la calidad en la red de distribución y por eso, debe conservarse en cantidades suficientes entre la instalación del sistema de tratamiento y el grifo del usuario para certificar un abastecimiento de agua microbiológicamente seguro.

#### 4.1.3. Resultado del nivel de cloro residual método por goteo autocompensante

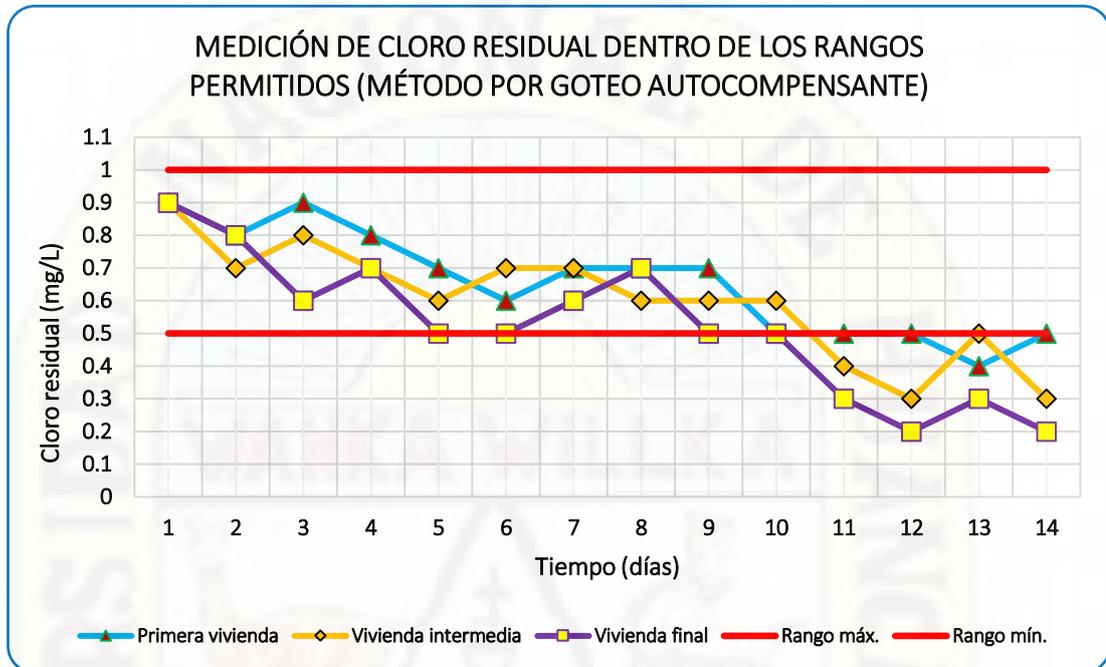
**Tabla 17**

*Resultado del cloro residual por método de goteo autocompensante*

<b>Tiempo (días)</b>	<b>Puntos de monitoreo</b>			<b>Promedio</b>	<b>Rango (mg/L)</b>
	<b>Primera Vivienda</b>	<b>Vivienda Intermedia</b>	<b>Vivienda Final</b>		
<b>1</b>	0.9	0.9	0.9	0.9	0.5 -1
<b>2</b>	0.8	0.7	0.8	0.8	0.5 - 1
<b>3</b>	0.9	0.8	0.6	0.8	0.5 -1
<b>4</b>	0.8	0.7	0.7	0.7	0.5 -1
<b>5</b>	0.7	0.6	0.5	0.6	0.5 -1
<b>6</b>	0.6	0.7	0.5	0.6	0.5 -1
<b>7</b>	0.7	0.7	0.6	0.7	0.5 -1
<b>8</b>	0.7	0.6	0.7	0.7	0.5 -1
<b>9</b>	0.7	0.6	0.5	0.6	0.5 -1
<b>10</b>	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5 -1
<b>11</b>	0.5	0.4	0.3	0.4	0.5 -1
<b>12</b>	0.5	0.3	0.2	0.3	0.5 -1
<b>13</b>	0.4	0.5	0.3	0.4	0.5 -1
<b>14</b>	0.5	0.3	0.2	0.3	0.5 -1

**Figura 18**

*Comportamiento del nivel de concentración de cloro residual con los rangos permitidos según norma (0.5 a 1 mg/l)*



De la figura N° 18, se puede observar que las medidas de concentración de cloro residual en las muestras, respecto a los datos de la primera vivienda, vivienda intermedia y vivienda final solo los 10 primeros días se encuentran dentro de las líneas rojas las cuales limitan el rango establecido según norma de 0.5 mg/l y 1.00 mg/l; mientras que, a partir del día 10 se observa un descenso de la concentración de cloro residual en la vivienda final, los datos se encuentran fuera del rango o límite establecido por norma. Esto nos demuestra que el sistema de cloración por el método de goteo autocompensante, es deficiente, respecto al punto de muestreo a partir del día 1), así mismo mencionar que el cloro residual es el indicador principal de la calidad en la red de distribución y por eso, debe conservarse en cantidades suficientes entre la instalación del sistema de tratamiento y el grifo del usuario para certificar un abastecimiento de agua microbiológicamente seguro.

## 4.2. Prueba de hipótesis

### A. Principio de la investigación

A través de la historia se ha tratado de encontrar un “método confiable y eficaz”, es por ello que los principios básicos de una investigación es certificar un correcto muestreo y un análisis apropiado de los datos obtenidos. La distribución normal es utilizada en muchos campos ya que es el supuesto básico de algunas herramientas estadísticas tales como para las pruebas T de Student, que son pruebas de hipótesis de medias, utilizadas para datos muestrales menores a 30, empleadas para observar los resultados (Hernandez, Fernandez y Baptista, 2014).

#### a) Test de normalidad

**Tabla 18**

*Test de normalidad para el método por goteo con flotador adaptado*

	Test Shapiro – Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
M. con flotador adaptado	0,934	14	0,351
M. autocompensante	0,890	14	0,467

Se realizó el “test de normalidad utilizando el estadístico de Shapiro-Will”, porque la cantidad de datos por cada parámetro evaluado son menores a 50 datos ( $n < 50$ ).

### B. Prueba de hipótesis

Como señala (Hernández et al. 2014), la contrastación de hipótesis se resume a 6 pasos, y estando en este último paso, se tiene ya la posibilidad de tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula; atendiendo a este planteamiento, que a criterio propio es el más coherente; sin dejar de lado otros planteamientos, se ha optado por seguir estos pasos para el contraste de la hipótesis:

1. Formular la hipótesis nula y alterna de acuerdo al problema.
2. Escoger un nivel de significancia o riesgo
3. Escoger el estadígrafo de prueba más apropiado
4. Establecer la región crítica
5. Calcular los valores de la prueba estadística de una muestra aleatoria de tamaño “n”.
6. Decisión estadística: “rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ) si el estadígrafo tiene un valor en la región crítica y no rechazar (aceptar) igual en el otro caso”.

**1. Formulación la hipótesis nula y alterna de acuerdo al problema.**

**a. Formulación de hipótesis nula y alterna para el primer objetivo específico**

$H_0$ : La concentración de “cloro residual del sistema de cloración por el método por goteo con flotador adaptado” en el centro poblado de Chacapamapa, distrito de Paucará, Huancavelica, no cumple con el rango de (0.5 -1 mg/l) de cloro según norma (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

$$H_0: u < (0.5 -1 \text{ mg/l})$$

$H_a$ : La concentración de “cloro residual del sistema de cloración por el método por goteo con flotador adaptado” en el centro poblado de Chacapamapa, distrito de Paucará, Huancavelica, cumple con el rango de (0.5-1mg/l) de cloro según norma (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

$$H_a: u > (0.5-1 \text{ mg/l})$$

**b. Formulación de hipótesis nula y alterna para segundo objetivo**

$H_0$ : La concentración de cloro residual del sistema de cloración por el método por goteo autocompensante en el centro poblado de Chacapamapa, distrito de Paucará, Huancavelica, no cumple con el rango de (0.5 -1 mg/l) de cloro según norma (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

**$H_0: u < (0.5 -1 \text{ mg/l} )$**

$H_a$ : La concentración de cloro residual del sistema de cloración por el método por goteo con autocompensante en el centro poblado de Chacapamapa, distrito de Paucará, Huancavelica, cumple con el rango de (0.5-1mg/l) de cloro según norma (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

**$H_a: u > (0.5-1 \text{ mg/l} )$**

**2. Escoger un nivel de significancia o riesgo**

La investigación se realizó con un error de 5 %; es decir:

$\alpha = 0.05$ , por lo que el error de la investigación no debe ser mayor al planteado y con un grado de confianza de 95 %, es decir con  $1 - \alpha = 0.95$ .

**3. Escoger el estadígrafo de prueba más apropiado**

El estadístico de prueba utilizado fue el “T de Student” debido a que los datos analizados son menores a 30 datos. (Sampieri, 2010).:

**4. Escoger la región crítica**

De la hipótesis planteada la  $H_a (>)$ , revela que tendrá una cola hacia la derecha y cuando  $H_a (<)$ , revela que tendrá una cola hacia la izquierda para un nivel de confianza de 95% con un error  $\alpha = 0.05$  en la tabla de “T de Student” tenemos los valores críticos de T de tabla y  $\alpha$  error.

$$T_{\text{tabla}} = 1/13 = 1.77$$

GL= 14 – 1; porque se tiene 14 datos que representan los días de monitoreo de cloro residual.

$T_{\text{cal}} \leq$  que “el valor T de la tabla se acepta la hipótesis nula”.

$T_{\text{cal}} >$  que “el valor T de la tabla se rechaza la hipótesis nula”.

## 5. Calcular de los estadígrafos de prueba

### a. T de Student para el primer objetivo

- Análisis de t de student para el método por goteo con flotador adaptado

Resumen de la prueba de t de student para el cloro residual del método con flotador adaptado en la instalación del sistema de cloración del centro poblado Chacapampa, provincia de Acobamba y departamento de Huancavelica, 2019.

**Tabla 19**

*Prueba t de student para el método por goteo con flotador adaptado*

Estadísticos	Datos
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Media ( $\bar{x}$ )	0.6048
Valor hipotético ( $\mu$ )	0.5
Muestra ( $n$ )	14
Desviación estándar ( $S$ )	0.1449
T de tabla (valor crítico)	1.77
T de Student calculado	<b>2.70</b>

Para determinar la  $t$  calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{x - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

Donde:

$t$  =  $t$  de Student calculado

$x$  = Media

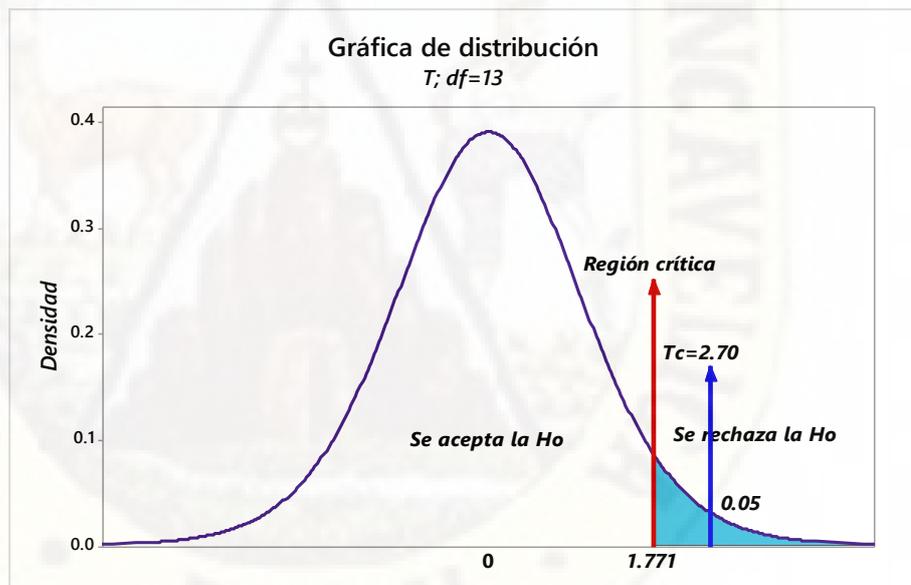
$\mu$  = Valor hipotético

$S$  = Desviación estándar

$n$  = Muestra

**Figura 19**

*Campana de Gauss para la concentración de cloro residual del sistema de cloración por goteo con flotador adaptado*



Utilizamos el valor P:

Si,  $P - \text{Valor} \geq \alpha$  (Nivel de significancia) **Se acepta  $H_0$ .**

Si,  $P - \text{Valor} < \alpha$  (Nivel de significancia) **Se rechaza  $H_0$ .**

**Tabla 20***Regla de decisión*

<b>PRUEBA DE T</b>		
P – Valor = 0,009	<	$\alpha = 0,05$

Como el P – Valor < 0.05, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0.05.

**b. T de student para el segundo objetivo específico**

- Análisis de T de Student para el método por goteo autocompensante.

Resumen de la prueba de T de Student para el cloro residual del método con flotador adaptado en la instalación del sistema de cloración del centro poblado Chacapampa, provincia de Acobamba y departamento de Huancavelica, 2019.

**Tabla 21**

*Prueba de T de Student para el método por goteo autocompensante*

<b>Estadísticos</b>	<b>Datos</b>
Nivel de significancia (NS)	0.05
Nivel de confianza (NC)	0.95
Media (x)	0.588
Valor hipotético ( $\mu$ )	0.5
Muestra (n)	14
Desviación estándar (S)	0.166
T de tabla (valor crítico)	1.771
T de Student calculado	<b>1.86</b>

Para determinar la t calculada usamos la siguiente formula:

$$t = \frac{x - \mu}{s / \sqrt{n}}$$

Donde:

t = t de Student calculado

x = Media

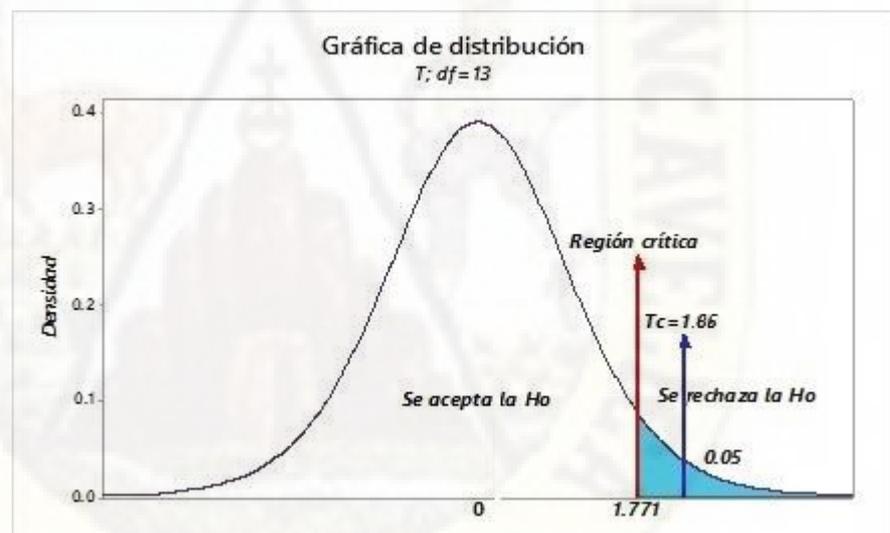
$\mu$  = Valor hipotético

S = Desviación estándar

n = Muestra

**Figura 20**

*Campana de Gauss para la concentración de cloro residual de del sistema de cloración por goteo autocompensante*



Utilizamos el valor P:

Si, P – Valor  $\geq \alpha$  (Nivel de significancia) **Se acepta  $H_0$ .**

Si, P – Valor  $< \alpha$  (Nivel de significancia) **Se rechaza  $H_0$ .**

**Tabla 22**

*Regla de decisión*

<b>PRUEBA DE T</b>		
P – Valor = 0,043	<	$\alpha = 0,05$

Como el P – Valor  $> 0.05$ , aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, luego podemos concluir que a un nivel de significancia del 0.05.

**6. Decisión estadística rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ) si el estadígrafo tiene un valor en la región crítica y no rechazar (aceptar) igual en el otro caso.**

**a. Decisión estadística para el primer objetivo específico**

- Decisión estadística para el método por goteo con flotador adaptado

El valor de  $T_c=2.70$ , cae dentro de la región crítica (1.771), por tanto, “se rechaza la Hipótesis nula y **acepto la Hipótesis  $H_a$** , la media de concentración de cloro residual del sistema de cloración por el método por goteo con flotador adaptado” en el centro poblado de Chacapamapa, distrito de Paucará, Huancavelica, **cumple** con el rango de 0.5 mg/L de cloro según norma, encontrándose dentro de los rangos permitidos para consumo de agua (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

**b. Decisión estadística para el segundo objetivo**

- Decisión estadística para el método por goteo autocompensante

El valor de  $T_c= 1.86$ , cae dentro de la región crítica (1.771), por tanto, “se rechaza la Hipótesis nula y acepto la Hipótesis alterna, la media de concentración

de cloro residual del sistema de cloración por el método por goteo autocompensante”, en el centro poblado de Chacapamapa, distrito de Paucará, Huancavelica, cumple con el rango de 0.5 mg/L de cloro según norma para consumo de agua (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

Con el tratamiento planteado en la investigación se tiene agua de calidad; en el Perú la calidad de agua potable se regula por el “Reglamento de la calidad del agua para consumo humano, promulgado por el MINSA y aprobado mediante Decreto Supremo N° 031-2010-SA”. Las muestras tomadas en los puntos de la red de distribución, deben encontrarse entre los rangos de (0.5 mg/l a 1.0 mg/l) de cloro residual libre.

#### **4.1.4. Análisis comparativo de eficiencia de los métodos**

Remitiéndonos a los resultados obtenidos de cloro residual libre, costo y tiempo de instalación del método de goteo con flotador adaptado (método 1) y método de goteo autocompensante (método 2), se obtiene la eficiencia para realizar la comparación de estos y determinar el método más eficiente en la instalación del sistema de cloración en el centro poblado de Chacapampa.

Para determinar la eficiencia describiremos los productos y los recursos:

##### **❖ Concentración de cloro residual**

De acuerdo al “Decreto Supremo N° 031-2010”, la vigilancia y control del agua potable es realizado por el proveedor del servicio. Según el artículo N° 66 “En caso de usar cloro o solución clorada como desinfectante, en el 90% de las muestras tomadas en cualquier punto de la red de distribución, en el período de un mes, no deberán contener menos de 0.5 mgL<sup>-1</sup> de cloro residual libre. Mientras que del

diez por ciento (10%) restante: Ninguna debe contener menos de 0.3 mgL-1 de cloro residual libre”. En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos en cumplimiento con dicho reglamento.

**Tabla 23**

*Comparación de los resultados de concentración de cloro residual con el DS 031- 2010*

<b>Método por goteo</b>	% restante el DS 031 2010	cloro residual dentro del rango (0.5 a 1 mg/l) en porcentaje %
Autocompensante	90	78.57
Con flotador adaptado		85.71

❖ **Costo de instalación**

El servicio de agua potable en el ámbito rural del Perú, está dada mayormente por organizaciones comunales con restringido personal calificado, los cuales tienen escasa capacidad financiera y delimitado acceso al mercado de desinfectantes, equipos especializados y sus repuestos.

Los métodos por goteo fueron diseñados como “una herramienta para la adecuada cloración del agua en pequeños sistemas de abastecimiento de agua potable”. Este método busca asistir de manera sencilla y efectiva a los operadores, y demás actores involucrados, en su implementación.

La JASS Chacapampa, no puede asumir gastos mayores ya que la cuota familiar no alcanza para el pago a operador, compra de accesorios y herramientas y esto sumado a que algunos usuarios tienen la idea de que el agua es un recurso natural con el que siempre han contado. Por lo que se sugiere que el método por goteo instalado sea fácil de construir e instalar y de bajo costo, además de ello este sistema debe ser

de una dosificación constante y que la recarga de cloro no sea frecuentemente para que sea una actividad ya conocida para el operador.

**Tabla 24**

*Costo de instalación del método por goteo*

<b>Método por goteo</b>	Costo del proyecto en soles S/	Presupuesto según MDP en soles S/
Autocompensante	348	355
Con flotador	610	650

❖ **Tiempo de instalación**

Las organizaciones comunales generalmente realizan faenas comunales en las que participan casi todos los usuarios, por lo que pueden construir las casetas sin problema alguno, sin embargo, cuando se trata de instalaciones en este caso de un sistema de cloración este trabajo usualmente lo realiza el operador. Es así que el sistema a instalar debe ser de fácil operación y mantenimiento.

**Tabla 25**

*Tiempo de instalación para los métodos por goteo Autocompensante y con flotador adaptado*

<b>Método de instalación</b>	Tiempo de instalación en horas (h)	Tiempo previsto para la instalación en horas (h)
Con flotador adaptado	8	6
Autocompensante	3	3

Hallando la eficiencia determinaremos la relación de los insumos y los productos utilizados en la investigación.

$$Eficiencia = \frac{Resultado/Consumo \text{ del recurso}}{Resultado/Consumo \text{ del recurso(estandar)}}$$

a) Reemplazando los datos para el método con flotador adaptado

$$Eficiencia \text{ mfa} = \frac{85.71\%/s/.610/8h}{90\%/s/.650/6h}$$

$$Eficiencia \text{ mfa} = 76\%$$

b) Reemplazando los datos para el método Autocompensante

$$Eficiencia \text{ ma} = \frac{78.57\%/s/.348/3h}{90\%/s/.360/3h}$$

$$Eficiencia \text{ ma} = 90.3\%$$

Luego de realizar el análisis de los resultados, se puede concluir y afirmar que en el presente trabajo de investigación, la concentración de cloro residual de los métodos por goteo con flotador adaptado y autocompensante superan el 75% del total de muestras que se encuentran dentro del rango establecido en el DS 031-2010, sin embargo el método por goteo con flotador adaptado resulta más costoso y trabajoso para el proceso de cloración de agua para consumo humano, esto se puede observar al hallar la eficiencia para cada método, resultando el método autocompensante ser el más eficiente en la instalación de sistemas de cloración en el centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica.

### 4.3. Discusión de resultados

En la presente investigación se pretende determinar el método más eficiente en la instalación de sistemas de cloración en el centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica – 2019,; a razón de esto Clara (2005), en su trabajo sobre análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras; concluye que la desinfección del agua es una alternativa eficaz para poblaciones que no cuentan con un sistema seguro de abastecimiento de agua de calidad, y constituyen una medida inmediata y de bajo costo, asequible en estas comunidades y tiene aceptación de la población. Asimismo, los hipocloradores para la eliminación de las bacterias, causantes de enfermedades producidas por la mal calidad del agua que están afectando a la población. Del mismo modo, Tiza (2019), en su trabajo estableció el diseño, instalación y funcionamiento del sistema de cloración por goteo controlado en el sistema de agua potable del Caserío Sauce de Porcuya. cuyos resultados muestran que después del tratamiento con el sistema de cloración este logra estar entre los límites permitidos.

Se determino que los metodos por goteo con flotador adaptado logran mejor resultado en cuanto a concentracion de cloro residual según el DS 031-2010, sin embargo existe una gran diferencia en costo y tiempo de instalacion frente al metodo por geoteo autocompensante, siendo asi el método por goteo más eficiente en la instalación de sistemas de cloración en el centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica – 2019, lo que difiere con León (2018), en su investigación para determinar las eficiencias de las desinfecciones en el abastecimiento de agua para consumo humano cloración por goteo y difusión Primorpampa-Shupluy-Yungay-Ancash, encontró que el sistema de cloración por goteo, logra eliminar en un 90% a los coliformes fecales y totales en la vivienda inicial, en un 80% en la vivienda intermedia y hasta en un 60% en la vivienda final, además que reportan el cloro residual por

encima de 0.5 mg/l. y el sistema por difusión genera exagerado tiempo, ya que se tiene que recargar el cloro cada 5 o 6 días.. En el cotejo de las eficiencias de los sistemas de cloración por difusión y goteo, ninguno de los dos sistemas evaluados es eficiente. Asimismo, Salazar (2018), realizó la investigación denominada eficiencia de los sistemas de cloración convencional y goteo adaptado en el tratamiento de agua potable, determinando que con el hipoclorador de las muestras tomadas solo el 27% cumple con la concentración recomendada no menor de a 0.5mg/l, habiendo una gran brecha larga en relacional 90% recomendado y el resto de muestras, solamente el 20% está encima del 0.3%; mientras que el 53% de muestras no cumplen con los límites permisibles, con el goteo adaptado: de las 30 muestras tomadas, 28 superan el 0.5 mg/l y ninguna de ellas está por debajo del 0.3mg/l, que también establece la norma, el cloro residual es de buena calidad, el sistema de cloración por goteo es más eficiente que el sistema convencional.

En la figura N° 17, se puede observar que las medidas de concentración de cloro residual en las muestras, 12 días de los 14 monitoreados se encuentran dentro de las líneas rojas los cuales indican el rango establecido según norma de 0.5 mg/l y 1.00 mg/l. Esto nos demuestra que el sistema de cloración por el método de goteo con flotador adaptado, es eficiente, así mismo mencionar que el cloro residual es el indicador principal de la calidad en la red de distribución por ello, debe conservarse en cantidades suficientes entre la instalación de tratamiento y el grifo del usuario para certificar un abastecimiento de agua microbiológicamente seguro. Por tanto, Tomaylla (2017), en su diseño, construcción y evaluación de un sistema de cloración por goteo en la desinfección de agua para consumo de la comunidad de Capillapata- Los Morochucos- Cangallo, Ayacucho, se demostró que mientras menor es la temperatura del agua mayor es el tiempo de contacto, generando la muerte de microorganismos. “Las reacciones químicas son más lentas a bajas temperaturas. Por lo que la temperatura preferentemente debe ser menor a 20 °C. Se demuestra que el pH máximo es 7.48, se observa que está dentro del

Límite Máximo Permisible (LMP) y el sistema de cloración debe ser instalado sobre el reservorio o tanque de distribución, porque es el punto idóneo para realizar la cloración, principalmente debido a los 30 minutos de espera que hay que dejar para medir cloro residual”. Asimismo, Jorge (2017), en su investigación sobre implementación de un sistema de cloración por goteo para obtener un sistema de agua potable sostenible en la comunidad Ochongacocha, Palcamayo-Tarma, la implementación del sistema de cloración por goteo permitió obtener un sistema de agua potable sostenible en la comunidad Ochongacocha, 2017. La cloración del agua por sistemas de cloración por goteo es reconocida por ser un método muy efectivo, ya que, en el período de apreciación del funcionamiento, el 96% de las muestras tomadas cumplen con los requisitos de la Norma.

En la figura N° 18, se puede observar que las medidas de concentración de cloro residual en las muestras, respecto a los datos 9 días de los 14 días monitoreados se encuentran dentro de las líneas rojas las cuales indican el rango establecido según norma de 0.5 mg/l y 1.00 mg/l; mientras que, respecto a las muestras a partir del día 10, los datos se encuentran fuera del rango o límite establecido por norma. Esto nos demuestra que el sistema de cloración por el método de goteo autocompensante, es deficiente, así mismo mencionar que el cloro residual es el indicador principal de la red de distribución por ello, debe conservarse en cantidades suficientes entre la instalación de tratamiento y el grifo del usuario para certificar un abastecimiento de agua microbiológicamente seguro. Asimismo, Hinostroza (2008), en su investigación del sistema de cloración por goteo en zonas rurales y pequeñas ciudades donde tras la ejecución de la investigación mencionada obtuvo que mediante la desinfección del agua con el hipoclorito de sodio conocido como legía, se logra obtener un agua exenta de patógenos y aun los pobladores de algunas localidades no aceptan con buen agrado la cloración del agua aduciendo el cambio de olor y sabor en el agua, por eso es que la educación sanitaria es importante, necesaria y debe ser sostenida a través del

tiempo. Del mismo modo, Huamán y Contreras (2020) realizaron la investigación “evaluación del cloro residual libre en el centro poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchoga-Huancavelica, y determinar la dosis óptima de cloro en un sistema de agua con hipoclorador por goteo para la evaluación del cloro residual libre en el Centro Poblado de Santa Rosa de Ccochapampa”, en la que se pudo determinar que a una dosis de 4000ppm el 100% de las viviendas tomaron agua clorada, y que los valores de cloro residual estuvieron dentro del decreto supremo.



## Conclusiones

- Dentro de los resultados encontrados para cloro residual en el sistema de cloración utilizando el método por goteo autocompensante en el “centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará – Acobamba”, se encontró que el 78.57% de los resultados estuvieron dentro de los valores indicados en el D.S. N° 031-2010-SA.
- Asimismo, para el cloro residual en el sistema de cloración utilizando el método por goteo con flotador adaptado en el “centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará – Acobamba”, se encontró que el 85.71% de los resultados estuvieron dentro de los valores señalados por D.S. N° 031-2010-SA.
- Luego de realizar el análisis de los resultados, se puede concluir y afirmar que en el presente trabajo de investigación el método por goteo autocompensante es más eficiente que el método por goteo con flotador adaptado en el proceso de cloración de agua potable en el centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica, encontrándose los resultados dentro de los rangos permitidos según la normativa, el cual favorecen en la eficiencia del cloro residual en la instalación de sistemas de cloración

## Recomendaciones

- En temporadas de lluvia la turbiedad podría ser mayor a 5 UNT, de ser el caso es recomendable dejar de clorar el agua, ya que la materia orgánica presente en la turbiedad puede ser dañino a la salud.
- Los caudales en las captaciones no son constantes durante el año, por ello es necesario ajustar levemente la concentración de la solución clorada o el caudal de goteo para tener mayor precisión en la cloración, siempre se debe hacer un diagnóstico de los componentes del sistema de agua potable ya que se pueden presentar roturas o fugas.
- En investigaciones futuras se recomienda hacer un estudio más detallado sobre el costo y tiempo de instalación.
- Se debe tener un adecuado manejo del cloro, debido a su toxicidad, puede provocar daños en la salud.

## Referencias Bibliográficas

- Aguero Pittman , R. (1997). *Agua potable para poblaciones rurales: sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento*. Lima.
- Alvarez De Sotomayor Gragera, M. (2010). *Sistemas de abastecimiento de aguas en núcleos rurales. Variables que influyen en la cloración (Tesis Doctoral)*. universidad de Granada, Granada.
- Asociacion Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento. (1984). *Manual de Cloración* . España.
- Bowden, G. J., Nixon, J. B., Dandy, G. C., Maier, H. R., & Holmes, M. (2005). *Forecasting chlorine residuals in a water distribution system using a general regression neural network*. Australia.
- C. Lampoglia, T., Agüero P., R., & Barrios N., C. (2008). Orientaciones sobre agua y saneamiento para zonas rurales. *Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldes y alcadesas de municipios rurales y pequeñas ciudades*.
- CARE Internacional-Avina. (2012). *Módulo 5. Operación y mantenimiento de sistemas de agua potable*. Ecuador.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (2009). *Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías en municipios rurales y pequeñas comunidades*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-1sas.htm#arriba>
- Chauca Chicaza, f., & Orozco Cantos, L. S. (2012). *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 de Pregrado)*. Escuela Superior Pilitécnica de Chimborazo, Riobamba.

- Chiavenato, I. (2004). *Teoría general de la administración*.
- Chulluncuy Camacho, N. C. (2011). *Tratamiento de agua para consumo humano*.  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Clara, M. R. (2005). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras*. Costa Rica.
- Cooperación Alemana, implementada por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. (2017). *Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural*. Lima.
- Cruz, R., Arévalo, H., Chamorro, F., & Fernández, F. (2005). *Efecto del uso de un método artesanal para el tratamiento de agua en comunidades rurales de la región San Martín, Perú*. San Martín .
- Dirección general de salud ambiental. (2011). *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano*. Lima, Peru.
- Fernandez Cirelli, A. (2012). El agua: un recurso esencial. *Química Viva*, 147-170.
- Gonzales, A., Oseda, D., Ramirez, F., & Gave, J. (2011). *Aprender y enseñar investigación científica*. Huancavelica, Perú: Biblioteca Nacional del Perú.
- Guías para la calidad de agua potable. (s.f.). Vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad. 3, *Segunda edición*. (O. M. Salud, Ed.)
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico.

- Hinostroza, I. L. (2008). *Investigación del sistema de cloración por goteo en zonas rurales y pequeñas ciudades (Teis de Pregrado)*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Horna, D. E. (2014). *Optimización del consumo del cloro en la potabilización del agua, haciendo uso del método del nivel estático en reservorio del sistema de agua potable rural del caserío el Tambo – Distrito de José Gálvez -2014*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
- Huaman Condori, J. M., & Contreras Pari, I. (2020). *Evaluación del cloro residual libre en el centro poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga-Huancavelica*. Huancavelica.
- Jorge Baltazar, M. R. (2017). *Implementación de un sistema de cloración por goteo para obtener un sistema de agua potable sostenible en la comunidad Ochongacocha, Palcamayo-Tarma 2017*. Huancayo.
- Landeo Espeza, A. F. (2018). *Relación de los métodos por goteo y la eficiencia del cloro residual en la instalación de sistemas de cloración en zonas rurales*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA, HUANCAVELICA.
- Leon paredes, J. L. (2018). *Determinar las eficiencias de las desinfecciones en el abastecimiento de agua para consumo humano, cloración por goteo y difusión, primorpampa-Shupluy-Yungay-Ancash*. Ancash.
- Madera, N. (2013). *Opciones tecnologías para desinfección de sistemas de agua potable*. Huancavelica, Peru.
- Michel, Y. (2014). *Sistema de Cloración por Goteo Manual de instalación, operación y mantenimiento*. Cusco.
- Ministerio de Salud - División de saneamiento básico rural. (1989). *Manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable y letrinas en el medio rural*. Lima.

- Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Lima.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2016). *Guía de Opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y Saneamiento en el ámbito rural*. Lima.
- Mompremier, R. (2009). *Difusión de sustancias en redes de tuberías a presión (Tesis de Maestría)*. Instituto Politécnico Nacional, México D. F.
- Organización panamericana de la salud. (16 de Enero de 2017). *Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades*. Obtenido de Principales sistemas rurales de abastecimiento de agua: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-3sas.htm#arriba>
- Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guías para la calidad del agua potable [recurso electrónico]: incluye el primer apéndice. Vol. 1: Recomendaciones. Tercera edición*. Lima.
- Organización Panamericana de la Salud. (2007). *Guía para la selección de sistema de desinfección*. Lima.
- Organización Panamericana de la Salud. (2009). *Medición de cloro residual en el agua*.
- Organización Panamericana de la Salud. (s.f.). *Algoritmo para la selección de tecnología para el abastecimiento rural de agua*.
- Quintero Agudelo, A. C., Vargas Terranova, C. A., & Sanabria Alcantar, J. P. (2016). *Evaluación de un sistema de fotocatalisis heterogéneo y pasteurización para desinfección de aguas lluvias*.
- Refugiados, C. e. (2019). Escasez de agua en el mundo: Causas y Consecuencias. En ONU.

- Salazar Silva, R. A. (2018). *eficiencia de los sistemas de cloración convencional y goteo adaptado en el tratamiento de agua potable*. Cajamarca.
- Sánchez, H., & Reyes, C. (1996). *Metodología y diseños en la investigación científica*. Lima, Perú: Mantaro.
- Sánchez, L., Rodríguez, S., Escobar, J., & Torres, P. (2010). Modelación del cloro residual y subproductos de la desinfección de un sector piloto del sistema de distribución de agua potable de la ciudad de Cali . *Ingeniería y competitividad*, 127-138.
- Silva, R. A. (2018). *Eficiencia de los sistemas de cloración convencional y goteo adaptado en el tratamiento de agua potable*. Cajamarca.
- Socios del Comité Sectorial de Agua y Saneamiento . (2006). Agua. *Revista de agua*.
- Tiza Reyes, I. R. (2019). *Diseño, instalación y funcionamiento de cloración por goteo en el agua potable del caserío Sauce de Porcuya*. Piura.
- Tomaylla Berrocal, N. J. (2017). *Diseño, construcción y evaluación de un sistema de cloración por goteo en la desinfección de agua para consumo de la comunidad de capillapata- Los Morochucos- Cangallo, Ayacucho*. Ayacucho.
- UNICEF. (2019). *El agua bajo fuego* . Nueva York: 3 United Nations Plaza.
- Valle, J. (2015). *Metodología de la Investigación*. Huancavelica: Limusa.

*Apéndice 1 Matriz de consistencia.*

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p><b>Problema general</b></p> <p>¿Cuál es la eficiencia de los métodos por goteo con flotador adaptado y autocompensante en la instalación de sistemas de cloración en el centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica - 2019?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Evaluar la eficiencia de los métodos por goteo con flotador adaptado y autocompensante en la instalación de sistemas de cloración en el centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica – 2019.</p>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <p>Los métodos por goteo con flotador adaptado y autocompensante son eficientes en la instalación de sistemas de cloración en el centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica – 2019.</p>	<p><b>Identificación de Variables:</b></p> <p><b>Variable de estudio</b></p> <p>Eficiencia de los métodos por goteo</p>	<p><b>Tipo:</b> Básica</p> <p><b>Nivel:</b> Descriptivo</p> <p><b>Método de investigación:</b> Científico</p> <p><b>Diseño:</b> Transversal</p>
<p><b>Problema específico</b></p> <p>- ¿Cuál es la concentración de cloro residual del método por goteo con flotador adaptado en la instalación de sistemas de cloración en el centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica - 2019?</p>	<p><b>Objetivo específico</b></p> <p>- Determinar la concentración de cloro residual del método por goteo con flotador adaptado en la instalación de sistemas de cloración en el centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica – 2019.</p>	<p><b>Hipótesis específica</b></p> <p>La concentración de cloro residual del método por goteo con flotador adaptado centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica – 2019 cumple con el rango de (0.5 -1 mg/l) de cloro</p>	<p><b>Dimensiones:</b></p> <p>Cloro residual</p>	<p><b>Dónde:</b></p> <p><b>M:</b> Muestra</p> <p><b>O1:</b> Variable 1</p> <p><b>r:</b> Resultado de las variables.</p> <p><b>Población y Muestra:</b></p>

---

- ¿Cuál la concentración de cloro residual del método por goteo autocompensante en la instalación de sistemas de cloración en el centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica - 2019?

- Determinar la concentración de cloro residual del método por goteo autocompensante en la instalación de sistemas de cloración en el centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica - 2019

según norma (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

La concentración de cloro residual del método por goteo autocompensante en la instalación del sistema de cloración del centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica – 2019 cumple con el rango de (0.5 -1 mg/l) de cloro según norma (Decreto Supremo N° 031-2010-SA).

**-Población**

Sistema de cloración del centro poblado de Chacapampa, distrito de Paucará, Huancavelica

**-Muestra**

Viviendas del centro poblado de Lirpancca, Distrito de Paucará, Huancavelica

**Tipo de muestreo**

La muestra, de la cual se extraerá los datos para su posterior tratamiento será No Probabilística y el tipo de muestreo es Intencionado.

---

## Apéndice 2

### Formulario para evaluar el estado sanitario de la infraestructura de abastecimiento de agua

Programa de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano - PVICA

FORMULARIO PVICA-3

#### FORMULARIO PARA EVALUAR EL ESTADO SANITARIO DE LA INFRAESTRUCTURA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

**1. Ubicación.**  
 Centro poblado: chacapampa Sector: \_\_\_\_\_  
 Distrito: Paucara Provincia: Acobamba Departamento: Huancavelica  
 Población total: 103 Población servida: 103

**2. Del sistema de agua potable.**  
 Antigüedad 10 años Ente Ejecutor Municipalidad Distrital de Paucara  
 Rehabilitación: Si  No  Año \_\_\_\_\_  
 Funcionamiento: Continuo  Restringido  Inoperativo   
 El sistema es único en el sector Si  No

**3. Tipo de sistema de abastecimiento.**  
 Gravedad sin tratamiento  Gravedad con tratamiento  Bombeo sin tratamiento   
 Bombeo con tratamiento  Sistema no convencional  \_\_\_\_\_  
 Observaciones: \_\_\_\_\_

**4. Fuente.**

TIPO DE FUENTE CAPTADO			
Manantial	<input checked="" type="checkbox"/>	Responder pregunta	4.1
Agua superficial (galería filtrante)	<input type="checkbox"/>	Responder pregunta	4.2
Agua superficial *	<input type="checkbox"/>	Responder pregunta	4.3
Pozo profundo **	<input type="checkbox"/>	Responder pregunta	4.4

\*Ríos, Lagos, Embalses, Arroyos, Canales de riego  
 \*\* Subterráneas: Manantiales , Galerías filtrantes , Pozo Excavados , Pozo Tubulares

Nº de fuentes de abastecimiento: 01 Caudal Total Qt = 0.54 L/s  
 Nombre fuente Nº 1: Piscina Q1= 0.54 L/s  
 Nombre fuente Nº 2: \_\_\_\_\_ Q2= \_\_\_\_\_ L/s  
 Nombre fuente Nº 3: \_\_\_\_\_ Q3= \_\_\_\_\_ L/s  
 Existen otras fuentes alternas en tiempo de sequía y/o emergencia Si  No   
 Nombre fuente Nº1: \_\_\_\_\_ Q1= \_\_\_\_\_ L/s

**4.1 Captaciones y cámara de reunión.**

Número de captaciones: 01 Número de cámaras de reunión: \_\_\_\_\_  
 Coordenadas UTM C1: Este 836895 Norte 8592319 Altitud (m.s.n.m.): 375520  
 Coordenadas UTM C2: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Altitud (m.s.n.m.): \_\_\_\_\_  
 Coordenadas UTM C3: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Altitud (m.s.n.m.): \_\_\_\_\_  
 Coordenadas UTM CR1: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Altitud (m.s.n.m.): \_\_\_\_\_  
 Coordenadas UTM CR2: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Altitud (m.s.n.m.): \_\_\_\_\_

Características	Captaciones						Cámaras de Reunión				
	1		2		3		1		2		
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
¿Existe cerco de protección?	<input checked="" type="checkbox"/>										
¿Existe cuneta de coronación?			<input checked="" type="checkbox"/>								
¿Cuenta con tapa sanitaria?	<input checked="" type="checkbox"/>										
¿La tapa tiene seguridad? ( llave maestra o candado )			<input checked="" type="checkbox"/>								
¿La estructura está en buen estado? (libre de rajaduras y fugas de agua)			<input checked="" type="checkbox"/>								
¿El interior de la estructura está libre de material extraño?	<input checked="" type="checkbox"/>										
Ausencia de excremento y charcos de agua en un radio de 25 metros?	<input checked="" type="checkbox"/>										
¿Ausencia de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?	<input checked="" type="checkbox"/>										
¿AUSENCIA de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?	<input checked="" type="checkbox"/>										
¿Existe cámara húmeda?	<input checked="" type="checkbox"/>										
¿Existe cámara de válvulas?	<input checked="" type="checkbox"/>										
¿Las válvulas están operativas?	<input checked="" type="checkbox"/>										
¿Las válvulas NO presentan fugas?			<input checked="" type="checkbox"/>								
¿Tiene tubería de limpia y rebose?	<input checked="" type="checkbox"/>										
¿Tiene canastilla de salida?			<input checked="" type="checkbox"/>								
¿Está pintado en el exterior?	<input checked="" type="checkbox"/>										

**Programa de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano - PVICA**

**4.2 Galería filtrante y Cámaras de reunión**      Número de cámaras de reunión \_\_\_\_\_  
 Coordenadas UTM G: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Altitud (m.s.n.m.): \_\_\_\_\_  
 Coordenadas UTM CR1: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Altitud (m.s.n.m.): \_\_\_\_\_  
 Coordenadas UTM CR2: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Altitud (m.s.n.m.): \_\_\_\_\_  
 Coordenadas UTM CR3: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Altitud (m.s.n.m.): \_\_\_\_\_

Características	Galería		Cámara de reunión					
			1		2		3	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
¿Existe cerco de protección?								
¿Cuenta con tapa sanitaria en buen estado y con seguridad?								
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?								
¿El interior de la estructura está limpio y libre de material extraño?								
¿AUSENCIA de excremento y charcos de agua en un radio de 25 metros?								
¿AUSENCIA de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?								
¿AUSENCIA de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?								

**4.3 Agua superficial con tratamiento**

Coordenadas UTM: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Altitud (m.s.n.m.): \_\_\_\_\_

**Fuente** : Ríos  Lagos  Embalses  Arroyos  Canales de riego  Otro  \_\_\_\_\_

**Suministro** : Bombeo  Gravedad

**Proceso de tratamiento:** Pre Cloración  Coagulación  Tipo de coagulante: \_\_\_\_\_

Floculación  Sedimentación  Prefiltración  Filtración lenta  Filtración rápida

Características	Pre clo	Cog	Flo	S	Pre Fil	Fil	Si	No
	¿Existe cerco de protección?							
¿Las estructuras de tratamiento están libres de inundaciones accidentales?								
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?								
¿El interior de la estructura está limpio y libre de material extraño?								
¿AUSENCIA de excremento y charcos de agua en un radio de 25 metros?								
¿AUSENCIA de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?								
¿AUSENCIA de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?								
¿Cuenta con registro de limpieza y mantenimiento de los filtros?								
¿Ha realizado cambio y/o reposición de lecho filtrante en los últimos 2 años?								
¿Se realiza la evacuación de lodos del sedimentador?								
¿El flujo de ingreso de agua a las unidades es uniforme?								
¿La adición de coagulante se realiza a todo lo ancho del canal?								

Observaciones: \_\_\_\_\_

**4.4 POZO PROFUNDO:** Perforado  Excavado  Profundidad \_\_\_\_\_ metros  
 Coordenadas UTM P1: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Altitud (m.s.n.m.): \_\_\_\_\_  
 Coordenadas UTM P2: Este \_\_\_\_\_ Norte \_\_\_\_\_ Altitud (m.s.n.m.): \_\_\_\_\_

Características	Pozos			
	1		2	
	Si	No	Si	No
¿Existe caseta de protección?				
¿El piso NO presenta rajaduras?				
¿La boca del pozo cuenta con sello sanitario y/o tapa sanitaria?				
¿Está protegido contra lluvias e inundaciones?				
¿La estructura está en buen estado? (libre de rajaduras y fugas de agua)				
¿El interior de la estructura está libre de material extraño?				
¿AUSENCIA de excremento y charcos de agua en un radio de 25 metros?				
¿AUSENCIA de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?				
¿AUSENCIA de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?				
¿La bomba NO es lubricada con aceite?				
¿Cuenta con línea de purga?				
¿Cuenta con punto de muestreo?				
¿Está pintado en el exterior?				

**Programa de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano - PVICA**

**5. LINEA DE CONDUCCIÓN**

5.1 Línea de conducción/impulsión	LC1		LC2	
	Si	No	Si	No
<b>Características</b>				
AUSENCIA de fugas de agua?	X			
¿La línea se encuentra enterrada en toda su extensión?	X			
¿Los cruces aéreos están protegidos y en buen estado?		---		
¿Existen y están operativas las válvulas de aire?		---		
¿Existen y están operativas las válvulas de purga?		---		

5.2 Cámara rompe presión en línea de conducción ( CRP- 6 )	C.R.P - 6					
	1		2		3	
Coordenadas UTM: Este : _____ Norte: _____						
Altitud (m.s.n.m.): _____						
<b>Características</b>	Si	No	Si	No	Si	No
¿Existe cerco de protección?						
¿Cuenta con tapa sanitaria en buen estado y con seguridad?						
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?						
¿AUSENCIA de excremento y charcos de agua en un radio de 25 m?						
¿AUSENCIA de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?						
¿AUSENCIA de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?						

**6. Sistema de Distribución**

6.1 Reservorio	1	2	3			
Tipo: Apoyado ( ) Elevado ( )						
Volumen Reservorio (m3)	6					
Coordenadas UTM: Este : <u>536919.279</u> Norte: <u>8592111.940</u>						
Altitud (m.s.n.m.): <u>3753</u>						
<b>Características</b>	Si	No	Si	No	Si	No
¿Existe cerco de protección?	X					
¿Cuenta con tapa sanitaria?	X					
¿La estructura está en buen estado? y libre de rajaduras y fugas de agua?		X				
¿El interior de la estructura está limpio y libre de material extraño?	X					
¿AUSENCIA de excrementos y charcos de agua en un radio de 25 m?	X					
¿AUSENCIA de actividad agrícola o minera en las inmediaciones?	X					
AUSENCIA de residuos sólidos (basura) en las inmediaciones?	X					
¿Tiene tubería de limpia y rebose?	X					
¿A la salida de las tuberías de limpia y rebose existe rejilla de protección?		X				
¿Existe caseta de válvulas?	X					
¿Las válvulas están operativas?	X					
¿Cuenta con la tubería de ventilación?						
¿Cuenta con punto de muestreo?		X				

6.2 Red de Distribución	Si	No
¿AUSENCIA de fugas de agua?	X	
¿La línea se encuentra enterrada en toda su extensión?	X	
¿Las cajas de válvulas se encuentran secas?	X	
¿Cuenta con válvulas de purga?		X
¿Cuenta con un plan de purgado de redes?		X

6.3 Cámara rompe-presión en red de distribución (CRP-7)	1	2	3	4				
Cuenta: Si ( ) No ( ) pasar 6.4								
Coordenadas UTM: Este : _____ Norte: _____								
Altitud (m.s.n.m.): _____								
<b>Características</b>	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
¿Cuenta con tapa sanitaria en buen estado y con seguridad?								
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?								
¿Cuenta con tubería de ventilación?								
¿AUSENCIA de excrementos y charcos de agua en un radio de 25 m?								
¿Cuenta con válvula de control operativa?								
¿Funciona la válvula flotadora?								

**Programa de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano - PVICA**

6.4 Piletas públicas	PP1		PP2		PP3		PP4		PP5	
	Si	No								
¿La estructura está en buen estado y libre de rajaduras y fugas de agua?										
¿Está limpia la estructura?										
¿Están los accesorios y el grifo completos y en buen estado?										
¿AUSENCIA de excremento y charcos de agua en un radio de 25 metros?										
Cuenta con pozo percolador funcionando										

**7. Cloración**

El agua se clora en forma: Permanente  Eventual  Nunca

Tipo de cloración:

- |  |   |
|--|---|
| 1) Hipoclorador por difusión <input type="checkbox"/>                                  | 6) Por embalse goteo inverso <input type="checkbox"/> |
| 2) Dosificador por goteo o flujo constante c/bomba <input type="checkbox"/>            | 7) Cloro gas <input type="checkbox"/>                 |
| 3) Dosificador por goteo o flujo constante s/bomba <input checked="" type="checkbox"/> | 8) Manual <input type="checkbox"/>                    |
| 4) Dosificador por erosión de tabletas <input type="checkbox"/>                        | 9) Otro: _____  |
| 5) Clorinador automático <input type="checkbox"/>                                      |   |

Insumo utilizado: \_\_\_\_\_ Concentración (%): \_\_\_\_\_

Características	Si	No
¿Está el equipo en buen estado?		X
¿Está el equipo en uso en el momento de la visita?		X
¿Existe stock de cloro?		X
¿El cloro residual en el reservorio es mayor o igual a 1.0 mg/L?		X
¿El cloro residual en las redes es mayor o igual a 0.5 mg/L?		X
¿Cuenta con registro de control de cloro residual?	X	
¿Cuenta con comparador de cloro residual?	X	
¿Cuenta con insumos DPD 1 para medir cloro residual?		X
¿El personal que opera ha recibido capacitación sobre limpieza y desinfección de agua?	X	

**8. Tipo de almacenamiento de agua en las viviendas:**

Recipiente  Cilindros metálicos  Bidones  Otros  \_\_\_\_\_

**Desinfección intradomiciliaria:**

Cloro  Hervido  Otros  \_\_\_\_\_

**9. Enfermedades relacionadas a la Calidad de Agua en la localidad (proporcionadas por el EESS)**

Nº de casos de EDAs en menores de 5 años: (trimestral) 2

Nº de EDAs totales en la localidad: (trimestral) 3

Nº de casos de enfermedades parasitarias: 3

Nº de casos de ANEMIA en menores de 5 años: (trimestral) 4

Nº de casos de DCI en menores de 5 años: (ANUAL) -

Cinco primeras causas de Morbilidad:

1. Infecciones agudas
2. Enfermedades del estomago
3. Desnutrición
4. Enfermedades de los dientes
5. Gastritis

Cinco primeras causas de Mortalidad:

1. Neumonía
2. Bronquitis
3. infarto
4. Otitis
5. hipertension

Fecha 10-10-2019

Nombre del Inspector: Yuri Soto Vargas

Firma y/o Sello: [Firma]

VºBº Administración del Sistema

Maria Ramos Navarro

Firma y/o Sello:



[Firma]  
DNI: 48602808

## Apéndice 3

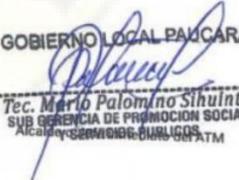
### Presupuesto del sistema de cloración con flotador adaptado según la Municipalidad Distrital de Paucara

#### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0102023 MANTENIMIENTO CORRECTIVO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE CHACAPAMPA DISTRITO DE PAUCARA-PROVINCIA DE ACOBAMBA-REGION HUANCVELICA						
Subpresupuesto	001 MANTENIMIENTO CORRECTIVO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POT			Fecha presupuesto		19/04/2019	
Partida	01.04.01 SUM. E INST. SISTEMA DE CLORACION POR GOTEJO CON FLOTADOR ADAPTADO TANQUE DE 250 lts						
Rendimiento	glb/DIA	MO 0.5000	EQ. 0.5000	Costo unitario directo por : glb		1,968.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	16.0000	10.00	160.00	
0101010005	PEON	hh	2.0000	32.0000	6.50	208.00	
							<b>368.00</b>
<b>Materiales</b>							
02040200040005	CASETA DE ESTRUCTURA METALICA DE 1.8X1.8X2 INC/TECHO INC/PUERTA DOS HOJAS segun diseño	glb		1.0000	950.00	950.00	
0204240032	Adaptador UPR de PVC de 1/2"	und		6.0000	2.00	12.00	
0204240033	Adaptador UPR de PVC de 3/4"	und		5.0000	3.00	15.00	
0241030002	Cinta Teflon	und		5.0000	1.00	5.00	
0241030003	Codo PVC x 90° de 1/2"	und		3.0000	2.00	6.00	
0241030004	Codo PVC x 90° de 3/4"	und		11.0000	2.50	27.50	
0241030005	Grifo de ésfera PVC 1/2" con salida manguera a 1/2"	und		1.0000	18.00	18.00	
0241030006	Hilo nylon	m		2.0000	1.00	2.00	
0241030007	Llave de toma PVC (corporation) de 7/32" con tuerca y niple de 5 cm	und		1.0000	25.00	25.00	
0258040019	Manguera flexible (diam. interior 4mm. y exterior 6mm.)	m		2.0000	2.00	4.00	
0258040020	Niple de PVC de 3/4" x 15 cm c/rosc	und		3.0000	2.00	6.00	
0258040021	Cemento para tubería PVC 1/4 gln.	und		1.0000	39.00	39.00	
0258040023	Tanque dosador de 250 lts inc. Kid accesorios	und		1.0000	250.00	250.00	
0258040025	Tapon de PVC de 1/2" hembra	und		1.0000	2.00	2.00	
0258040026	Tapón de PVC de 2" hembra	und		1.0000	7.00	7.00	
0258040027	Tapón de PVC de 3/4" hembra c/ rosca	und		1.0000	3.00	3.00	
0258040028	Tee de PVC de 3/4" presión	und		3.0000	3.00	9.00	
0258040029	Tee de PVC de 1/2" presión	und		3.0000	2.00	6.00	
0258040030	Tubo de PVC de 3/4" x 5m	und		3.5000	13.00	45.50	
0258040031	Tubo de PVC de 1/2" x 5m	und		3.0000	10.00	30.00	
0258040032	Tubo visor transparente 1/2"	m		2.0000	5.00	10.00	
0258040033	Unión mixta PVC 1/2" rosca y presión	und		1.0000	3.00	3.00	
0258040034	Unión universal de PVC de 1/2" c/ rosca	und		3.0000	7.00	21.00	
0258040035	Unión universal de PVC de 1/2" presión	und		2.0000	7.00	14.00	
0258040036	Unión universal de PVC de 3/4" c/rosc	und		6.0000	8.00	48.00	
0258040037	Válvula compuerta PVC 1/2" de alta resistencia c/rosc	und		1.0000	15.00	15.00	
0258040038	Válvula esférica PVC de 3/4" c/ rosca	und		1.0000	25.00	25.00	
0258040039	Reducción de PVC de 3/4" a 1/2" presión	und		1.0000	2.00	2.00	
							<b>1,600.00</b>


 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARA  
 ACOBAMBA - HUANCVELICA  
 ING. CARLOS ESPINOSA  
 RESPONSABLE DEL ANTEPROYECTO MUNICIPAL  
 DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
 Responsable del DATM

  
 HUAMAN SOTO, Marco Antonio  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 233903  
 Profesional responsable (Bach. o Ing.)

GOBIERNO LOCAL PAUCARA  
  
 Tec. Mario Palomino Sihuanta  
 SUB GERENCIA DE PROMOCION SOCIAL  
 Alcalde - GERENTE DEL DATM

## Apéndice 4

### *Presupuesto del sistema de cloración Autocompensante según la Municipalidad Distrital de Paucara*

#### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0102022 MANTENIMIENTO CORRECTIVO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE CHACAPAMPA DISTRITO DE PAUCARA-PROVINCIA DE ACOBAMBA-REGION HUANCARELICA						Fecha presupuesto	19/11/2019
Subpresupuesto	001 MANTENIMIENTO CORRECTIVO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POT							
Partida	01.03.02 INSTALACION DE SISTEMA DE CLORACION COMPLETO							
Rendimiento	glb/DIA	MO. 0.5000	EQ. 0.5000	Costo unitario directo por :			glb	1,886.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	4.0000	64.0000	6.50	416.00		
0101010013	OPERARIO	hh	1.0000	16.0000	10.00	160.00		
						<b>576.00</b>		
	<b>Materiales</b>							
02040200040005	CASETA DE ESTRUCTURA METALICA DE 1.8X1.8X2 INC/TECHO INC/PUERTA DOS HOJAS segun diseño	glb		1.0000	950.00	950.00		
02040200050005	TANQUE ROTOPLAS 250 INC/ACCESORIOS	und		1.0000	250.00	250.00		
02040200050006	KIT AUTOCOMPENSANTE PARA CLORACION	glb		1.0000	105.00	105.00		
02040200050007	TUBO VISOR TRANSPARENTE 1/2	und		1.0000	5.00	5.00		
						<b>1,310.00</b>		

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARA  
ACOBAMBA - HUANCARELICA  
*[Firma]*  
ING. ESP. PESA CARLOS  
RESPONSABLE DEL ANÁLISIS MUNICIPAL  
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE  
RESPONSABLE DEL ATM

*[Firma]*  
HUAMAN SOTO, Marco Antonio  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 233903  
Profesional responsable (Bach. o Ing.)

GOBIERNO LOCAL PAUCARA  
*[Firma]*  
Tec. Mario Palomino Sihuanta  
SUB GERENCIA DE PROMOCION SOCIAL  
ALCALDIA MUNICIPAL  
DIRECCIÓN DE INGENIERÍA DE  
RESPONSABLE DEL ATM

## Apéndice 5

### Certificado de aprobación del sistema de gestión Hach Lange Spain



Lloyd's  
Register

## Certificado de Aprobación

Certificamos que el Sistema de Gestión de:

**Hach Lange Spain, S.L.U.**

Edif. Arteaga Centrum, C/ Larrauri, 1C-2ª Planta, 48160 Derio, Bizkaia, España

ha sido aprobado por LRQA de acuerdo con las siguientes normas:

ISO 9001:2015

Gilles Bessiere - Area Technical Manager

Emitido por: Lloyd's Register Quality Assurance España, S.L.U.

en nombre de: Lloyd's Register Quality Assurance Limited

Fecha de Emisión Actual: 11 Julio 2019

Fecha de Caducidad: 30 Enero 2022

Número de Certificado: 10213840

Aprobaciones Originales:

ISO 9001 – 31 Enero 2001

Números de Aprobación: ISO 9001 – 0034914

El alcance de esta aprobación es aplicable a:

Servicio de venta y asistencia técnica de Instrumentos y reactivos para el análisis de aguas



001

Lloyd's Register Group Limited, its affiliates and subsidiaries, including Lloyd's Register Quality Assurance Limited (LRQA), and their respective officers, employees or agents are, individually and collectively, referred to in this document as "Lloyd's Register". Lloyd's Register assumes no responsibility and shall not be liable to any person for any loss, damage or expense incurred by or for any third party in reliance on the information or advice and in that case any responsibility or liability is excluded to the maximum extent permitted by law. This document has been prepared in accordance with the provisions of the Information Act 2006 and in that case any responsibility or liability is excluded to the maximum extent permitted by law. Emitido por: Lloyd's Register Quality Assurance España, S.L.U., Edificio Arteaga, 35, 1º 2º 3º Planta, 48160 Derio, Bizkaia, España en nombre de: Lloyd's Register Quality Assurance Limited, 1 Trinity Park, Boulevard Lane, Birmingham B27 7YS, United Kingdom

Page 1 of 1

## Apendice 6

### Instrucciones y procedimiento de análisis del comparador de cloro residual tipo disco HJACH



#### Análisis para determinar la presencia de cloro libre o total, 0 a 3.4 mg/l de Cl<sub>2</sub>

Para usar con los equipos de análisis 223101 (CN-66), 223102 (CN-66F) y 223103 (CN-66T) DOC326.98.00008

Se pueden conseguir más copias en [www.hach.com](http://www.hach.com)

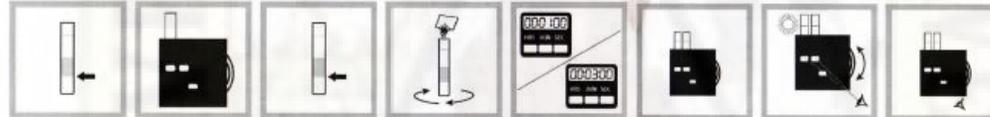
**NOTA:** El incremento más pequeño es 0,1 mg/L. Véase el paso 7 a continuación para conocer las instrucciones.

#### Preparación para el análisis

- Arme el comparador de colores ubicando el disco cromático en el pasador central con la rotulación hacia afuera.
- Enjuague los frasquitos con la muestra de agua antes de realizar el análisis. Enjuague con agua desionizada tras el análisis.
- El polvo sin disolver no afecta la precisión del análisis.
- La monocloramina hace que los valores de cloro libre aumenten a sus valores máximos. Lea los resultados inmediatamente después de haber agregado el reactivo para el cloro libre. A los 3 mg/l de monocloramina, el resultado aumentará 1 mg/l después de 1 minuto.
- Lea el resultado de mg/L de cloro en el segmento del disco coincidente o como el valor medio entre dos segmentos parecidos en color.
- Si el disco se humedece, separe con cuidado las dos mitades de la funda plástica y seque el inserto plástico de color y las dos mitades con un paño suave. Una las partes cuando estén completamente secas.

**PRECAUCIÓN:** Respete las normas para el trabajo con sustancias químicas y maneje los reactivos con cuidado. Repase las hojas informativas sobre la seguridad de los materiales antes de manipular sustancias químicas.

#### Procedimiento de análisis para determinar la presencia de cloro libre o total



1. Ponga muestra hasta la primera línea (5 ml) de un tubo.

2. Introduzca el tubo en el orificio izquierdo del comparador.

3. Ponga muestra hasta la primera línea (5 ml) de otro tubo.

4. Si necesita determinar la presencia de cloro libre, agregue un sobre de reactivo de DPD para cloro libre en el segundo tubo. Mezcle, haciendo girar la solución.

**Note:** Si necesita determinar la presencia de cloro libre, termine el análisis y lea el resultado dentro del minuto posterior a la incorporación del reactivo.

**Note:** Si necesita determinar la presencia de cloro total, lea el resultado entre los tres y seis minutos posteriores a la incorporación del reactivo.

5. Introduzca el segundo tubo en el orificio derecho del comparador.

6. Sostenga el comparador de manera que quede una fuente de luz natural o fluorescente directamente detrás de los tubos. Rote el disco cromático hasta que coincidan los colores en las ventanas del frente. La mejor coincidencia ocurrirá entre dos segmentos de color.

7. Lea el resultado en mg/l de la ventana de la escala. Si se produce la mejor coincidencia entre dos segmentos de color, determine el valor medio entre los dos números impresos.

#### Repuestos

Descripción	Unidad	Número de catálogo
Caja del comparador de colores	cada uno	173200
Disco cromático, cloro DPD de -3.4 , 0- mg/L	cada uno	990200
Tubo plástico de visualización de color, con tapón.	4 x paquete	4660004
Sobres de reactivo de DPD en polvo para determinar la presencia de cloro libre	100/paq.	1407799
Sobres de reactivo de DPD en polvo para determinar la presencia de cloro total	100/paq.	1407699

#### Elementos opcionales

Descripción	Unidad	Número de catálogo
Tapas para los tubos de plástico para la observación del color	4 x paquete	4660014
Tubo de vidrio para la observación del color	6 x paquete	173006
Tapones para tubos de vidrio para la observación del color	6 x paquete	173106
Agua desionizada	500 mL	27249

## Apendice 7

*Resultados de la concentración de cloro residual por el método por goteo con flotador adaptado*

**ORGANIZACIÓN COMUNAL PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO**  
**LIBRO DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL LIBRE**

CENTRO POBLADO: Chacapampa  
 DISTRITO: Paucara      PROVINCIA: Acobamba      DEPARTAMENTO: Huancavelica

LUGAR DE MUESTREO	FECHA DE CONTROL	ASPECTO			NOMBRE Y FIRMA			COMENTARIO
		COLOR	mg/litro	RESULTADO	PERSONA QUE REALIZA LA PRUEBA (OPERADOR)	FISCAL OC	TESTIGO (USUARIO)	
primera vivienda	<u>16/10/2019</u>	0.0-0.1	0.9	<u>0.9</u>	<u>Yuri Soto Vargas</u>		<u>Oscar Sanchez</u>	
vivienda interm		0.2-0.3	0.8					
vivienda final		0.4-0.6	0.8					
primera vivienda	<u>17/10/2019</u>	0.0-0.1	0.9	<u>0.9</u>	<u>Yuri Soto Vargas</u>			
vivienda interm		0.2-0.3	0.8					
vivienda final		0.4-0.6	0.7					
primera vivienda	<u>18/10/2019</u>	0.0-0.1	0.8	<u>0.8</u>	<u>Yuri Soto Vargas</u>		<u>Maria Ramos</u>	
vivienda interm		0.2-0.3	0.7					
vivienda final		0.4-0.6	0.7					
primera vivienda	<u>19/10/2019</u>	0.0-0.1	0.8	<u>0.8</u>	<u>Yuri Soto Vargas</u>			
vivienda interm		0.2-0.3	0.7					
vivienda final		0.4-0.6	0.6					
primera vivienda	<u>20/10/2019</u>	0.0-0.1	0.7	<u>0.7</u>	<u>Yuri Soto Vargas</u>			
vivienda interm		0.2-0.3	0.7					
vivienda final		0.4-0.6	0.7					
primera vivienda	<u>21/10/2019</u>	0.0-0.1	0.7	<u>0.7</u>	<u>Yuri Soto Vargas</u>			
vivienda interm		0.2-0.3	0.6					
vivienda final		0.4-0.6	0.6					
primera vivienda	<u>22/10/2019</u>	0.0-0.1	0.7	<u>0.7</u>	<u>Yuri Soto Vargas</u>			
vivienda interm		0.2-0.3	0.6					
vivienda final		0.4-0.6	0.6					
primera vivienda	<u>23/10/2019</u>	0.0-0.1	0.6	<u>0.6</u>	<u>Yuri Soto Vargas</u>			
vivienda interm		0.2-0.3	0.6					
vivienda final		0.4-0.6	0.6					

El control de cloro residual se realizará cada 7 días.

FECHAS DE CLORACION: 16/10/2019    /    / 20       /    / 20       /    / 20



Firma del fiscal OC



**Ronald P. Vásquez Soto**  
 Tec. Laboratorio Clínico  
 Responsable de PVICA  
 Firma R. **PAUCARA**

NOTA.- El Fiscal y el Responsable de Salud firmarán la ficha cada mes.

**ORGANIZACIÓN COMUNAL PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO  
LIBRO DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL LIBRE**

CENTRO POBLADO: **Chacapampa**  
DISTRITO: **Paucara**

PROVINCIA: **Acobamba**

DEPARTAMENTO: **Huancavelica**

LUGAR DE MUESTREO	FECHA DE CONTROL	ASPECTO			NOMBRE Y FIRMA			COMENTARIO
		COLOR	mg/ litro	RESULTADO	PERSONA QUE REALIZA LA PRUEBA (OPERADOR)	FISCAL OC	TESTIGO (USUARIO)	
primera vivienda	24/10/2019		0.0-0.1		Yuri Soto Vargas		Oscar Sanchez	
vivienda interme			0.2-0.3	0.6				
vivienda final			0.4-0.6	0.5				
primera vivienda	25/10/2019		0.8-1.0		Yuri Soto Vargas			
vivienda interme			> 1.0	0.6				
vivienda final			0.0-0.1	0.5				
primera vivienda	26/10/2019		0.2-0.3		Oscar Sanchez		Maria Ramos	
vivienda interme			0.4-0.6	0.5				
vivienda final			0.8-1.0	0.5				
primera vivienda	27/10/2019		> 1.0		Yuri Soto Vargas		Aurelio Ramos	
vivienda interme			0.0-0.1	0.5				
vivienda final			0.2-0.3	0.5				
primera vivienda	28/10/2019		0.4-0.6		Yuri Soto			
vivienda interme			0.8-1.0	0.4				
vivienda final			> 1.0	0.4				
primera vivienda	29/10/2019		0.0-0.1		Yuri Soto Vargas		Pablo Huamani	
vivienda interme			0.2-0.3	0.4				
vivienda final			0.4-0.6	0.3				
	_ / _ / 20_		0.8-1.0					
			> 1.0					
			0.0-0.1					
			0.2-0.3					
	_ / _ / 20_		0.4-0.6					
			0.8-1.0					
			> 1.0					
			0.0-0.1					

El control de cloro residual se realizará cada 7 días

FECHA(S) DE CLORACION: 16/10/2019    \_ / \_ / 20    \_ / \_ / 20    \_ / \_ / 20

Firma del fiscal OC

NOTA.- El Fiscal y el Responsable de Salud firmarán la ficha cada mes.



*[Handwritten signature]*  
DNI 07981658

*[Handwritten signature]*  
**Ronal P. Vásquez Soto**  
Tec. Laboratorio Cloro  
Responsable de P.V.C.A.  
C.S. PAUCARA

## Apéndice 8

*Resultados de la concentración de cloro residual por el método por goteo Autocompensante*

### ORGANIZACIÓN COMUNAL PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO LIBRO DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL LIBRE

CENTRO POBLADO: Chacapampa  
DISTRITO: Paucará      PROVINCIA: Acobamba      DEPARTAMENTO: Huancavelica

LUGAR DE MUESTREO	FECHA DE CONTROL	ASPECTO			NOMBRE Y FIRMA			COMENTARIO
		COLOR	mg/ litro	RESULTADO	PERSONA QUE REALIZA LA PRUEBA (OPERADOR)	FISCAL OC	TESTIGO (USUARIO)	
1ra vivienda	11/11/2019		0.0-0.1	0.9	Yuri Soto Vargas	Marcelino Soto Landeo	Maria Paredes	
2da vivienda			0.2-0.3	0.9				
3ra vivienda			0.8-1.0	0.9				
1ra vivienda	12/11/2019		0.0-0.1	0.8	Yuri Soto Vargas			
2da vivienda			0.2-0.3	0.7				
3ra vivienda			0.8-1.0	0.8				
1ra vivienda	13/11/2019		0.0-0.1	0.9	Yuri Soto Vargas			
2da vivienda			0.2-0.3	0.6				
3ra vivienda			0.8-1.0	0.6				
1ra vivienda	14/11/2019		0.0-0.1	0.8	Yuri Soto Vargas	Oscar Sanchez Sutilca		
2da vivienda			0.2-0.3	0.7				
3ra vivienda			0.8-1.0	0.7				
1ra vivienda	15/11/2019		0.0-0.1	0.7	Yuri Soto Vargas			
2da vivienda			0.2-0.3	0.6				
3ra vivienda			0.8-1.0	0.5				
1ra vivienda	16/11/2019		0.0-0.1	0.6	Yuri Soto Vargas			
2da vivienda			0.2-0.3	0.7				
3ra vivienda			0.8-1.0	0.5				
1ra vivienda	17/11/2019		0.0-0.1	0.7	Yuri Soto Vargas	Oscar Sanchez Sutilca		
2da vivienda			0.2-0.3	0.7				
3ra vivienda			0.8-1.0	0.6				
1ra vivienda	18/11/2019		0.0-0.1	0.7	Yuri Soto Vargas			
2da vivienda			0.2-0.3	0.6				
3ra vivienda			0.8-1.0	0.7				

El control de cloro residual se realizará cada 7 días

FECHAS DE CLORACION: 11/11/2019    \_\_\_/\_\_\_/20    \_\_\_/\_\_\_/20

Firma del fiscal OC  


[Signature]  
DNI: 07981158

[Signature]  
Firma Responsable de Salud  
**Ronal P. Vásquez Soto**  
Tec. Laboratorio Clínico  
Responsable de PVICA  
C.B. PAUCARA

**ORGANIZACIÓN COMUNAL PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO  
LIBRO DE CONTROL DE CLORO RESIDUAL LIBRE**

CENTRO POBLADO: Chacapampa  
DISTRITO: Paucara

PROVINCIA: Aobamba

DEPARTAMENTO: Huancavelica

LUGAR DE MUESTREO	FECHA DE CONTROL	ASPECTO			NOMBRE Y FIRMA			COMENTARIO
		COLOR	mg/ litro	RESULTADO	PERSONA QUE REALIZA LA PRUEBA (OPERADOR)	FISCAL OC	TESTIGO (USUARIO)	
1ra vivienda	19/11/2019		0.0-0.1		Yuri Soto Vargas		Maria Ramos	
2da vivienda			0.2-0.3	0.1				
3ra vivienda			0.4-0.6	0.5				
1ra vivienda	20/11/2019		> 1.0					
2da vivienda			0.0-0.1	0.5				
3ra vivienda			0.2-0.3	0.5				
1ra vivienda	21/11/2019		0.4-0.6		Yuri Soto Vargas		Oscar Sanchez	
2da vivienda			0.8-1.0	0.4				
3ra vivienda			> 1.0	0.3				
1ra vivienda	22/11/2019		0.0-0.1					
2da vivienda			0.2-0.3	0.3				
3ra vivienda			0.4-0.6	0.2				
1ra vivienda	23/11/2019		0.8-1.0		Yuri Soto Vargas		Durelto Ramos	
2da vivienda			0.0-0.1	0.4				
3ra vivienda			0.2-0.3	0.5				
1ra vivienda	24/11/2019		0.4-0.6		Yuri Soto Vargas			
2da vivienda			0.8-1.0	0.5				
3ra vivienda			> 1.0	0.2				
	/ / 2019		0.0-0.1					
			0.2-0.3					
			0.4-0.6					
			0.8-1.0					
	/ / 2019		> 1.0					
			0.0-0.1					
			0.2-0.3					
			0.4-0.6					

El control de cloro residual se realizará cada 7 días

FECHAS DE CLORACION:

11/11/2019    / / 20

/ / 20

/ / 20

Firma del fiscal OC

NOTA.- El Fiscal y el Responsable de Salud firmarán la ficha cada mes.

DNI 07984158

*Ronal P. Vásquez Soto*  
Firma Responsable de Salud  
**Ronal P. Vásquez Soto**  
Tec. Laboratorio Clínico  
Responsable de PVICA  
C.S. PAUCARA