

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO  
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGICA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**EVALUACIÓN DE CLORO RESIDUAL DEL AGUA POTABLE EN  
DOMICILIOS DE DOS SECTORES DEL DISTRITO DE  
PARAMONGA, 2021**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO QUÍMICO**

**LUCILA TABITA HUAMAN NORABUENA**

**HUACHO – PERÚ**

**2022**

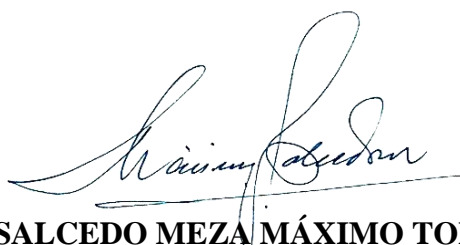
**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO  
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGICA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**EVALUACIÓN DE CLORO RESIDUAL DEL AGUA POTABLE EN  
DOMICILIOS DE DOS SECTORES DEL DISTRITO DE  
PARAMONGA, 2021**

**Sustentado y aprobado ante el Jurado evaluador**



**SALCEDO MEZA MÁXIMO TOMAS**

**Presidente**



**COCA RAMÍREZ VÍCTOR RAÚL**

**Secretario**



**IMÁN MENDOZA JAIME**

**Vocal**



**JHON HERBERT OBISPO GAVINO**

**Asesor**

**HUACHO – PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

El amor, el compromiso y la dedicación son fundamental en la crianza de un hijo, mi tesis es dedicada a Dios y a mis padres. Gracias papa y mamá por ser el principal soporte para cumplir mis sueños y anhelos.

*Lucila Tabita Huaman Norabuena*

## **AGRADECIMIENTO**

Por el apoyo cordial de la información solicitada al Prof. Juan Chávez tesorero del AA .HH. Los Sauces y a la Junta Administradora de Saneamiento de agua JASS- Atusparia por facilitar el ingreso a sus instalaciones.

A mi asesor, el Ing. Jhon Herbert Obispo Gavino por sus orientaciones y brindarme sus conocimientos metodológicos en todo el proceso de la investigación.

*Lucila Tabita Huaman Norabuena*

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPITULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Problema general	2
1.2.2 Problemas específicos	3
1.3 Objetivos de la investigación	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Justificación de la investigación	4
1.5 Delimitaciones del estudio	5
CAPITULO II	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1 Antecedentes de la investigación	7
2.1.1 Investigaciones internacionales	7
	v

2.1.2	Investigaciones nacionales	9
2.2	Bases teóricas	12
2.2.1	Peligros microbiológicos del agua	12
2.2.1.1	Peligros microbiológicos	12
2.2.1.2	Infecciones transmitidas por el agua	12
2.2.1.3	Agentes patógenos y vías de transmisión	14
2.2.2	Desinfección del agua	14
2.2.2.1	Tratamiento	14
2.2.2.2	Método de tratamiento por cloración	14
2.2.3	Distribución del agua potable por tuberías	17
2.2.3.1	Sistemas de distribución	17
2.2.3.2	Parámetros de monitoreo operacional	19
2.2.3.3	Límites operativos y críticos	19
2.2.3.4	Muestreo en sistemas de distribución	20
2.2.3.5	Subproductos de la cloración	20
2.2.3.6	Contaminación en el almacenamiento	20
2.2.4	Contenido de cloro recomendada en el agua potable	21
2.2.4.1	Valor de referencia de la OMS	21
2.2.4.2	Límite Máximo Permisible del DIGESA	21
2.3	Bases filosóficas	23
2.4	Definición de términos básicos	24
2.5	Hipótesis de investigación	26
2.5.1	Hipótesis general	26
2.5.2	Hipótesis específicas	26
2.6	Operacionalización de las variables	27

CAPITULO III	29
METODOLOGÍA	29
3.1 Diseño metodológico	29
3.1.1 Tipo	29
3.1.2 Nivel	30
3.1.3 Diseño	30
3.1.4 Enfoque	31
3.2 Población y muestra	31
3.2.1 Población	31
3.2.2 Muestra	31
3.3 Técnicas de recolección de datos	32
3.3.1 Técnicas utilizadas	32
3.3.2 Detalle de los instrumentos	32
3.3.3 Procedimiento de toma de datos	33
3.4 Técnicas para el procesamiento de la información	34
CAPITULO IV	35
RESULTADOS	35
4.1 Análisis de resultados	35
4.1.1 Ubicación de los puntos de monitoreo	35
4.1.2 Contenido de cloro residual en el sector Prolongación Los Ficus	37
4.1.3 Contenido de cloro residual en el sector AA. HH. Los Sauces	39
4.1.4 Comparación del contenido de cloro entre los dos sectores	41
4.1.5 Diferencias de cloro residual por sectores respecto al pozo tubular	42
4.2 Contratación de hipótesis	43
4.2.1 Contraste de cumplimiento de cloro residual en ambos sectores	43

4.2.2	Contraste para la comparación de cloro residual entre los dos sectores	46
4.2.3	Contraste de diferencias de cloro residual por sectores respecto al pozo tubular	47
	<b>CAPITULO V</b>	<b>50</b>
	<b>DISCUSIÓN</b>	<b>50</b>
5.1	Discusión de resultados	50
	<b>CAPITULO VI</b>	<b>52</b>
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>52</b>
6.1	Conclusiones	52
6.2	Recomendaciones	52
	<b>CAPITULO VII</b>	<b>54</b>
	<b>REFERENCIAS</b>	<b>54</b>
7.1	Fuentes documentales	54
7.2	Fuentes bibliográficas	56
7.3	Fuentes hemerográficas	57
7.4	Fuentes electrónicas	57
	<b>ANEXOS</b>	<b>59</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 <i>Agentes patógenos relevantes en el agua potable</i> .....	13
Tabla 2 <i>Técnicas de cloración</i> .....	16
Tabla 3 <i>Parámetros de monitoreo operativo de sistemas de distribución de agua potable</i> .....	19
Tabla 4 <i>Valor de referencia para cloro residual de la OMS</i> .....	21
Tabla 5 <i>LMP de cloro residual del DIGESA</i> .....	23
Tabla 6 <i>Operacionalización de variables</i> .....	28
Tabla 7 <i>Ubicación de los puntos de monitoreo en los dos sectores</i> .....	35
Tabla 8 <i>Cloro residual en el sector 1: Prolongación Los Ficus</i> .....	37
Tabla 9 <i>Cloro residual del sector 2: Asentamiento Humano Los Sauces</i> .....	39
Tabla 10 <i>Medidas de comparación de cloro residual en los dos sectores</i> .....	41
Tabla 11 <i>Cloro residual en domicilios respecto al pozo tubular de suministro</i> .....	42
Tabla 12 <i>Reporte de normalidad de cloro residual Shapiro-Wilk para ambos sectores</i> ....	44
Tabla 13 <i>Contraste para cloro residual para ambos sectores</i> .....	45
Tabla 14 <i>Prueba de contraste de comparación para cloro residual en los dos sectores</i> ....	47
Tabla 15 <i>Contraste de cloro residual en domicilios cercanos, intermedios y distantes al pozo tubular</i> .....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Ubicación de los dos sectores evaluados en el distrito de Paramonga. ....	5
<i>Figura 2.</i> Agentes patógenos y vías de transmisión en relación al agua.....	15
<i>Figura 3.</i> Procedimiento de recolección de datos del estudio.....	33
<i>Figura 4.</i> Domicilios considerados como puntos de monitoreo en los dos sectores.....	36
<i>Figura 5.</i> Cambios de cloro residual en el sector 1: Prolongación Los Ficus. ....	38
<i>Figura 6.</i> Mapa de cambios en cloro residual en sector 1: Prolongación Los Ficus. ....	38
<i>Figura 7.</i> Cambios de cloro residual en el sector 2: AA. HH. Los Sauces. ....	40
<i>Figura 8.</i> Mapa de cambios de cloro residual en el sector 2: AA. HH. Los Sauces. ....	40
<i>Figura 9.</i> Diagrama de caja y bigotes de cloro residual de los dos sectores. ....	41
<i>Figura 10.</i> Cloro residual promedio respecto al pozo tubular de suministro.....	43
<i>Figura 11.</i> Captación de agua subterránea mediante una electrobomba sumergible .....	65
<i>Figura 12.</i> Vista lateral de la caseta de bombeo agua potable .....	65
<i>Figura 13.</i> Vista interior de las instalaciones de la caseta de bombeo .....	66
<i>Figura 14.</i> Reservorio de agua ubicado en el cerro Atusparia .....	66
<i>Figura 15.</i> Muestreo realizado a) Interior de la caseta de bombeo y b) Domicilio.....	67
<i>Figura 16.</i> Calibración del equipo Colorímetro portátil DR900 .....	67
<i>Figura 17.</i> Evidencia de resultado de cloro residual en distintas domicilios .....	68
<i>Figura 18.</i> Consumibles para la determinación de cloro libre. ....	68

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Matriz de consistencia.....	60
Anexo 2. Macrolocalización de los dos sectores de estudio del distrito de Paramonga.....	61
Anexo 3. Equipo Colorímetro portátil multiparamétrico DR900 (Marca Hach) .....	62
Anexo 4. Reporte de análisis de cloro residual. ....	63
Anexo 5. Evidencias fotográficas del suministro de agua potable.....	65
Anexo 6. Evidencias fotográficas de muestreo y análisis realizados. ....	67
Anexo 7. Gestiones de mejora de la calidad de agua potable.....	69

# EVALUACIÓN DE CLORO RESIDUAL DEL AGUA POTABLE EN DOMICILIOS DE DOS SECTORES DEL DISTRITO DE PARAMONGA, 2021

Lucila Tabita Huaman Norabuena<sup>1</sup>

## RESUMEN

**Objetivo:** Realizar la evaluación del contenido de cloro residual en el agua potable en dos sectores del distrito de Paramonga en el año 2021. **Métodos:** Estudio de diseño no experimental transversal descriptivo, realizado en 12 domicilios de dos sectores: Prolongación Los Ficus y Asentamiento Humano Los Sauces en diciembre del 2021, ubicándose las viviendas con una laptop con Google Maps y analizándose el cloro residual con un colorímetro portátil multiparamétrico. Para posicionamiento y distribución de cloro residual en los sectores se utilizó el software ArcGIS y para el contraste estadístico el SPSS a 95 % de nivel confianza y 0,5 mg/L como mínimo para cloro residual del D.S. N° 031-2010-SA, con el estadístico t de Student para muestra única y para muestras independientes. **Resultados:** Para cloro residual, se obtuvo un media de 0,0083 mg/L en el sector Prolongación Los Ficus y 0,0117 mg/L para el Asentamiento Humano Los Sauces, con variaciones para ambos sectores de 0,00 a 0,02 mg/L. **Conclusiones:** El contenido de cloro residual en los dos sectores incumple el LMP de 0,5 mg/L como mínimo estipulado en el D.S. N° 031-2010-SA. No presentándose diferencias significativas de cloro residual en ambos sectores y además por las bajas concentraciones en cada sector tampoco hay diferencias significativas de cloro residual en zonas cercanas, intermedias y distantes al pozo tubular de suministro.

**Palabras clave:** Agua potable, cloro residual, desinfección.

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica: Lutahuaman@gmail.com

# ASSESSMENT OF RESIDUAL CHLORINE IN DRINKING WATER IN HOMES OF TWO SECTORS OF THE DISTRICT OF PARAMONGA, 2021

Lucila Tabita Huaman Norabuena<sup>1</sup>

## ABSTRACT

**Objective:** To carry out the evaluation of the content of residual chlorine in drinking water in two sectors of the Paramonga district in the year 2021. **Methods:** Non-experimental cross-sectional descriptive study, carried out in 12 homes in two sectors: Los Ficus Prolongation and Human Settlement. Los Sauces in December 2021, locating the houses with a laptop with Google Maps and analyzing the residual chlorine with a multiparameter portable colorimeter. For positioning and distribution of residual chlorine in the sectors, the ArcGIS software was used and for the statistical contrast, the SPSS at 95% confidence level and 0.5 mg/L as a minimum for residual chlorine of the D.S. N° 031-2010-SA, with the Student's t-statistic for a single sample and for independent samples. **Results:** For residual chlorine, an average of 0.0083 mg/L was obtained in the Los Ficus Prolongation sector and 0.0117 mg/L for the Los Sauces Human Settlement, with variations for both sectors from 0.00 to 0.02 mg/L. **Conclusions:** The residual chlorine content in the two sectors does not comply with the LMP of 0.5 mg/L as a minimum stipulated in the D.S. No. 031-2010-SA. There are no significant differences in residual chlorine in both sectors and, furthermore, due to the low concentrations in each sector, there are also no significant differences in residual chlorine in areas near, intermediate and distant from the supply tubular well.

**Keywords:** Drinking water, residual chlorine, disinfection.

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica: Lutahuaman@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

Se estudió el contenido de cloro residual del agua potable consumida en domicilios de dos sectores del distrito de Paramonga, se realizó en el mes de diciembre del 2021, analizando seis domicilios de cada sector, monitoreando en domicilios cercanos, intermedios y distantes del pozo tubular de suministro, que está a cargo de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento de Agua (JASS) Atusparia – Paramonga.

Sobre ello, en diciembre del 2011 el JASS Atusparia - Paramonga fue aprobada con código SNIP 180430, para suministrar agua potable, cuyo objetivo principal fue establecer una baja incidencia de enfermedades (diarreicas, parasitosis y dérmicas) y con ello mejorar las condiciones de higiene en los usuarios, al contar con los servicios de saneamiento básicos de forma eficiente; con un presupuesto que bordeó los S/528 083,061 y un plazo de 120 días calendario, el proyecto inicio en el año 2011, beneficiando al AA. HH. Atusparia con 365 viviendas, Señor de los Milagros con 117 viviendas, AA. HH. Progreso con 87 viviendas, AA. HH. Los Sauces con 13 viviendas y Prolongación Los Ficus con 12 viviendas.

En su servicios de saneamiento de agua, la JASS Atusparia – Paramonga cuenta con una caseta de bombeo en la que se ubica un pozo tubular de 31,7 m de profundidad y en ella el nivel de la capa freática estática es variada en promedio de 40 metros de profundidad, ahí se ubica una electrobomba sumergible de 60 HP; también a 200 m de distancia en el cerro de Atusparia se encuentra el reservorio de 350 m<sup>3</sup> de capacidad. Se brinda a la población el servicio de agua potable de las 7:00 am hasta las 12:00 pm, llenándose el reservorio de agua potable desde las 12:00 pm hasta las 12:30 pm para el siguiente día de suministro. Para ello, según los acuerdos con las directivas de los AA. HH., el cobro del agua es de S/6.00 por mes y que prevalece hasta la actualidad.

Además la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018), considera el riesgo de ingreso de agentes patógenos en los sistemas de suministros, en los depósitos utilizados como almacenamiento cuando no se encuentran debidamente protegidas y en las redes de distribución, que por su diseño y operación, en la mayoría de los casos al abastecerse intermitentemente, podría generarse presión negativa en el interior de las tuberías originando el ingreso por las fisuras de las tuberías de microorganismos patógenos al sistema de suministro, pudiendo agravarse la situación si las tuberías están expuestas a terrenos húmedos, potencializando el ingreso de contaminantes, por lo que se considera un indicador de contaminación la caída excesiva de cloro residual a lo largo de la tubería de distribución y que en ocasiones por estas circunstancias, no se logra abastecer el agua con una dosificación mínima de cloro residual a los domicilios, que garantice su inocuidad.

Considerando que, según la legislación peruana, según la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA, 2011) la empresa proveedora es la responsable de autocontrolarse y tomar las acciones que correspondan para garantizar que la calidad, entre ellas que la microbiológica sea la apropiada en el punto de suministro en los domicilios, suministrando con un contenido de cloro residual de seguridad de su calidad. En tal sentido, considerándose al agua potable, como un recurso de primera necesidad y fundamental en el derecho humano, y de cuidado para preservar la salud de la población, se realizó un estudio del control químico a través de la medición de cloro residual, para verificar la potabilidad del agua consumida en dos sectores del distrito de Paramonga: 1) Prolongación Los Ficus y 2) Asentamiento Humano Los Sauces. Para la evaluación del contenido de cloro residual, se consideró los parámetros que indica el valor de referencia de la OMS y el LMP del D.S. N° 031-2010-SA. Por lo que se propuso, realizar la evaluación del contenido de cloro residual en el agua potable en dos sectores del distrito de Paramonga en el año 2021.

# **CAPITULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción de la realidad problemática**

Se estima que 2 200 millones de habitantes en nuestro planeta no poseen acceso al servicio de agua potable, donde 4 200 millones carecen de servicios de saneamientos seguros y 3 000 millones no poseen con instalaciones básicas para un lavado de manos; siendo los factores de riesgo: las fuentes de abastecimiento, el crecimiento demográfico, su uso intensivo, el incremento de variabilidad de precipitaciones y la contaminación a la que están expuestas, la que condicionan la pobreza, el desarrollo económico y sostenible, repercutiendo mucho más en los pobres y más vulnerables; situación que se agrava, por la globalización, presentándose estos problemas de manera local, nacional, regional, transfronterizo y mundial (Banco Mundial, 2021).

Una gestión segura en el abastecimiento de agua, saneamiento e higiene y sumadas a las buenas prácticas, generan múltiples beneficios, que pueden prevenir enfermedades infecciosas causantes de millones de muertes que se producen al año; tal como ocurrió recientemente por la pandemia del COVID-19, donde se evidenció la importancia de contar con un sistema de abastecimiento, saneamiento e higiene de manera segura, frecuente y regular que prevenga y proteja la salud de la población (Banco Mundial, 2021).

Los aspectos microbiológicos en el agua potable, constituyen el de mayor riesgo hacia la salud pública, que puede contaminarse por fuentes muy diversas, entre ellas por las heces humanas y de los animales, por lo que el brotes de enfermedades se asocia a un



inadecuado tratamiento y su deficiente distribución del agua (en el almacenamiento, suministro intermitente y baja presión); para mantener libre de contaminación se requiere protegerlos en las fuentes, seleccionar un proceso de tratamiento, un control operacional del tratamiento y la gestión de riesgos dentro del sistema de distribución (OMS, 2018).

También, DIGESA (2011) indica que es escaso y constituye uno de los recursos de mayor importancia en el mundo, situación que no escapa a nuestra realidad, y que en muchas localidades se ven obligadas a beber aguas de fuentes de baja calidad, propiciando la proliferación de enfermedades en adultos y niños.

Bajo estas consideraciones, como residente del distrito de Paramonga, se ha tenido la necesidad de verificar la calidad química del agua potable en cloro residual, con que nos abastece la JASS Atusparia - Paramonga, y que llega a nuestros domicilios y ver con ello el riesgo a que podemos estar expuestos en materia microbiológica y de esta manera asegurar su calidad de manera interna para el cuidado de nuestra salud. Por otro lado, analizar si las calidades del sector donde resido se asemejan a otro sector que provee la empresa prestadora de servicios. Por tanto, fue necesario evaluar el cloro residual en el agua potable en dos sectores (sector 1: Prolongación Los Ficus y sector 2: Asentamiento Humano Los Sauces) del distrito de Paramonga, se realizó en el mes de diciembre del 2021.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

- ¿En qué condiciones de protección microbiológica por cloro residual se encuentra el agua potable en dos sectores del distrito de Paramonga en el año 2021?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- ¿En qué condiciones se encuentra el contenido de cloro residual respecto al LMP del D.S. N° 031-2010-SA en el agua potable de la Prolongación Los Ficus y el Asentamiento Humano Los Sauces del distrito de Paramonga?
- ¿Qué diferencias en el contenido de cloro residual se presentan en el agua potable de la Prolongación Los Ficus con el del Asentamiento Humano Los Sauces en el distrito de Paramonga?
- ¿Qué diferencias en el contenido de cloro residual se presentan en el agua potable en domicilios cercanos, intermedios y distantes al pozo tubular de suministro de la Prolongación Los Ficus y el Asentamiento Humano Los Sauces en el distrito de Paramonga?

### **1.3 Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

- Realizar la evaluación del contenido de cloro residual en el agua potable en dos sectores del distrito de Paramonga en el año 2021.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Evaluar el contenido de cloro residual respecto al LMP del D.S. N° 031-2010-SA en el agua potable de la Prolongación Los Ficus y el Asentamiento Humano Los Sauces del distrito de Paramonga.
- Comparar el contenido de cloro residual que se presentan en el agua potable de la Prolongación Los Ficus con el del Asentamiento Humano Los Sauces en el distrito de Paramonga.

- Comparar el contenido de cloro residual que se presentan en el agua potable en domicilios cercanos, intermedios y distantes al pozo tubular de suministro de la Prolongación Los Ficus y el Asentamiento Humano Los Sauces en el distrito de Paramonga.

## **1.4 Justificación de la investigación**

### **Relevancia e importancia**

Un agua libre de contaminantes y que sea accesible, es de importancia en la bebida, en la preparación de alimentos, usos domésticos o con fines de recreación; por tanto, la mejora en el abastecimiento, saneamiento y la gestión hídrica, impulsa en los países la disminución de la pobreza y el crecimiento económico (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2022).

### **Pertinencia**

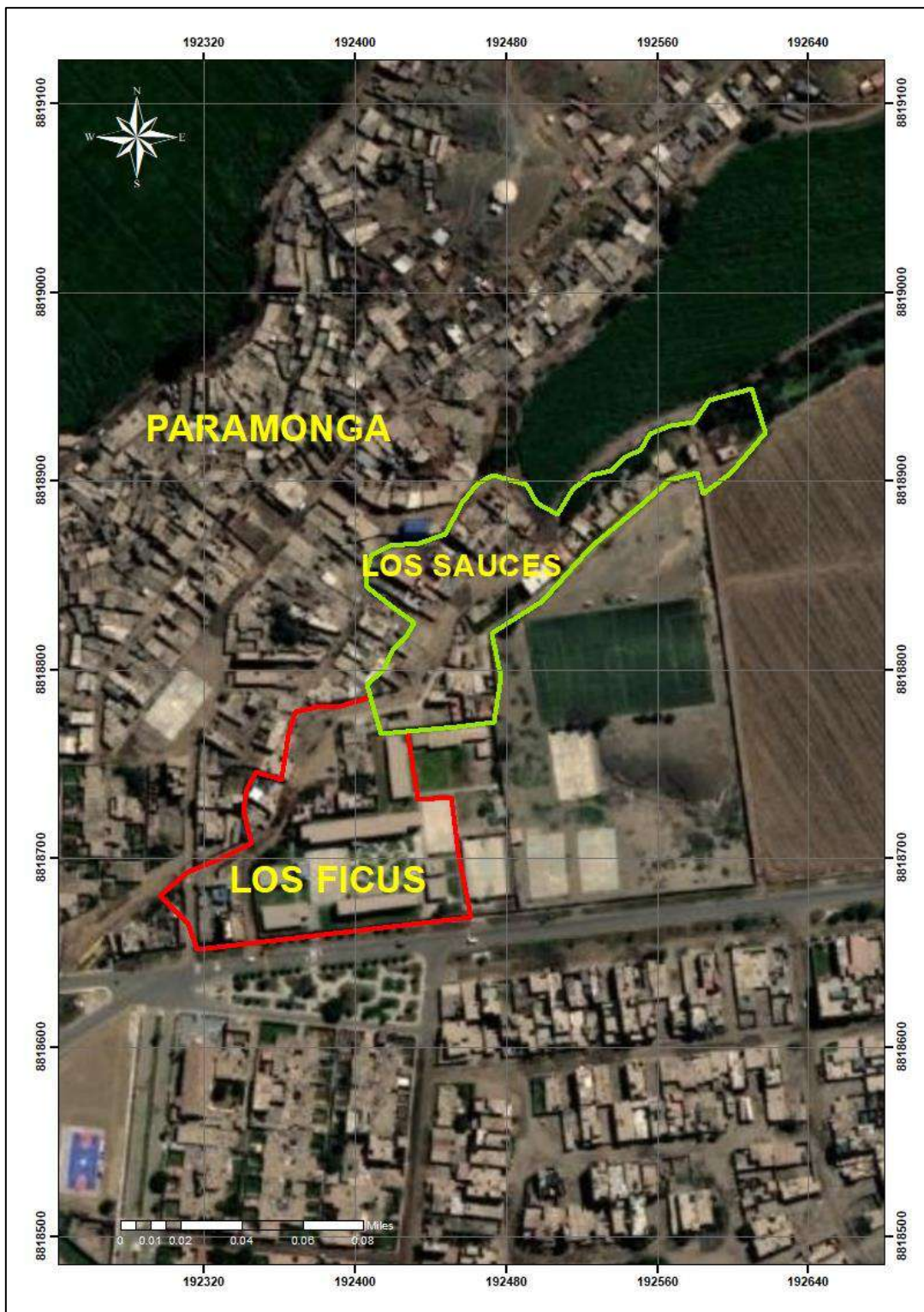
El estudio es pertinente, en vista que una gestión deficiente de la calidad de agua potable no asegura el cuidado y la salud de los consumidores. Condición, que según el Banco Mundial (2021), es esencial para la vida, permitiendo el desarrollo de ecosistemas saludables y el desarrollo económico; y afecta a todos los aspectos de desarrollo, tal es así, que está relacionado con la mayoría de ODS.

### **Impacto**

Según la OMS (2022), en 2010 se reconoció como derecho humano, el abastecimiento de agua y al saneamiento, donde todos tenemos el derecho de disponer de agua en cantidad suficiente, salubre, accesible, asequible y calidad aceptable para el uso personal y doméstico.

## 1.5 Delimitaciones del estudio

### a) Delimitación espacial



*Figura 1.* Ubicación de los dos sectores evaluados en el distrito de Paramonga.

Nota. Adaptado de mapa de Google Maps (2020) y GEO GPS PERU (2020).

**Ubicación política:** La evaluación de cloro residual, se realizó en domicilios cercanos, intermedios y distantes a la caseta de bombeo del sector Prolongación Los Ficus y sector Asentamiento Humano Los Sauces, Paramonga, Barranca, Lima.

**Ubicación geográfica:** La coordenadas geográficas de los dos sectores evaluados, se indica en la Figura 1

#### **a) Delimitación temporal**

Estudio realizado en el mes de diciembre del 2021, midiendo el contenido de cloro residual en los domicilios de los sectores, que presentan una conexión directa a la red de distribución, para evidenciar como está llegando el contenido de cloro al domicilio y que no sea afectada por el almacenamiento interno, si lo hubiera.

#### **b) Delimitación teórica**

Para la evaluación de cloro residual, se delimitó los aspectos teóricos de acuerdo a los objetivos de la investigación en:

- *Los peligros microbiológicos del agua*, los peligros asociados a ella, infecciones que transmiten por el agua, agentes patógenos y vías de transmisión y aspectos relacionados a la salud.
- *La desinfección del agua*, centrándose en el tratamiento con cloro, los peligros asociados a los subproductos que se producen en el agua tras la cloración.
- *Distribución del agua potable por tuberías*, el sistema de distribución, monitoreo operacional y selección de parámetros, establecimiento de límites operativos y críticos, su muestreo, agentes patógenos de referencia.
- *Contenido de cloro recomendada en el agua potable*, considerando el valor de referencia de la OMS y el LMP del D.S. N° 031-2010-SA.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de la investigación**

##### **2.1.1 Investigaciones internacionales**

Ambuludi (2019), Universidad Técnica de Machala, Ecuador, desarrollo una investigación bibliográfica de revisión de artículos científicos, donde evaluó la calidad bromatológica del agua doméstica en la ciudad de Machala de Ecuador, comparando los resultados de aquellas investigaciones con su norma, que estipula en cloro libre 0,3 mg/ml y para pH de 6,5 a 8,5. Reportando un pH de 7,2 para el barrio Santa Elena y un pH de 7,5 para el barrio Amazonas 2; en cloro libre reporta 0 mg/ml para el barrio Amazonas 2. Concluye que en la ciudad de Machala, no se cumple con los parámetros de su normativa, en lo que respecta a calidad bromatológica del agua, a consecuencia de factores que alteran sus valores permisibles, con el deterioro de su inocuidad.

Enciso (2019), Universidad De La Salle, Colombia, en su investigación en un Municipio de Colombia, entre sus objetivos realizó el seguimiento de cloro residual en el tanque de almacenado por tres días, en 11 puntos de la red durante tres días y en seis viviendas que posean tanque elevado en tres días. En su normativa establece el cloro residual en el agua potable de 0,3 a 2,0 mg/L. Concluye que el cloro libre residual varía con el tiempo, temperatura, pH, alcalinidad y conductividad; el cloro residual disminuye en los tanques de agua potable en las viviendas respecto a la red de distribución, su ubicación y protección que se le da en la vivienda al exponerse a la radiación solar; sugiere la evaluación que tiene el efecto del material del tanque de almacenamiento en el cloro residual de acuerdo

a su retención, temperatura del ambiente y exposición solar; sugiere verificar el comportamiento de cloro residual desde la red de distribución, tanque de almacenamiento en las viviendas y puntos hidráulicos de consumo.

Soria (2018), Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador, realizó un estudio del efecto del uso de cisternas en el contenido de cloro residual en cinco sectores de la ciudad de Guayaquil de Ecuador, evaluando las condiciones de la cisterna, la percepción de satisfacción que poseen los usuarios del servicio y evaluando el cloro residual al ingreso a la cisterna y a la llegada de las viviendas respecto a la Norma técnica ecuatoriana INEN 1108 (0,4 a 1,5 mg/L). Para cloro residual, en el ingreso a las cisternas, reporta en dos sectores que en todos sus bloques presentan concentraciones inferiores al Límite Inferior de su norma, en un sector 2 de 4 bloques cumplen, en otro sector 3 de 18 bloques cumplen y en el último sector 1 de los 9 bloques cumplen y superan la norma. Respecto a la evaluación del agua en el ingreso a viviendas, en cuatro sectores todos los bloques presentan concentraciones inferiores al Límite Inferior de su norma y sólo en un sector 2 de 7 bloques cumplen y superan el Límite Inferior. Llegando a concluir que la cisterna y el mantenimiento de ella afectan la concentración de cloro residual, de ingreso a los cinco sectores estudiados, percibiendo insatisfacción en su mayoría los usuarios a consecuencia de la limpieza y calidad de agua.

Cruz-Vargas et al. (2017), evaluó la calidad fisicoquímica y calidad microbiológica del agua potable que se distribuía en tanqueros en la Parroquia El Morro, de una localidad de Guayaquil, respecto a la Norma Ecuatoriana INEN 1108:2014 (para cloro residual 0,3 a 1,5 mg/L), estudio realizado en dos meses, donde recalentaron nueve muestras de tanqueros (T) usados en el suministro, con muestreo probabilístico no aleatorio estratificado, estudiando tres zonas: Norte (T1, T2 y T3), sur (T4, T5 y T6) y centro (T7, T8 y T9). Reporta

que en ninguna de las muestra de los sectores cumplía en concentración de cloro residual con el mínimo establecido en norma (0,3 mg/L) y también detectó presencia de coliformes fecales de hasta 1,22 UFC/100ml que superaban el límite de la norma (<1 UFC/100ml), concluyendo que el agua expedida por los tanqueros no fueron aptas para consumo humano en la Parroquia El Morro.

Reyes y Nicasio (2016), realizaron una investigación, analizó la calidad de agua en los bebederos públicos ubicados en el centro de la ciudad de León en Guanajuato, mediante un análisis de cloro residual, comparándola con lo establecido en la norma mexicana, que indica que debe variar desde 0,2 a 1,50 mg/L. En su estudio realizado en 8 bebederos públicos, encuentra que tres de ellos superaron el límite de la norma, pero indica además, que al cabo de un reposo de dos minutos, esta se redujo, manteniéndose el cloro residual dentro de la norma.

### **2.1.2 Investigaciones nacionales**

Sánchez et al. (2021), en su estudio realizado en la ciudad de Acobamba en Huancavelica, realizaron una evaluación de los compuestos clorados presentes en la red de distribución de agua potable respecto al LMP que indica el D.S. N° 031-2010-SA. Estudio realizado en cuatro sectores muestreo interdiario durante un mes (15 mediciones. Reportaron para cloro total que el promedio de los cuatro sectores se encuentran por debajo del LMP ( $\leq 5$  mg/L) con valores muy bajos con un máximo de 1,10 mg/L en promedio en un día de monitoreo, para cloro residual libre sólo el promedio de un día de las 15 realizadas se encuentra por encima del LMP ( $\geq 0,5$  mg/L). Entre sus conclusiones, concluye que la concentración de cloro residual es baja e incumple los parámetros recomendados en el D.S. N° 031-2010-SA, dosificaciones que no garantizan la calidad de agua potable abastecida en la ciudad de Acobamba.



Huamán y Contreras (2020), Universidad Nacional De Huancavelica, en su estudio en el centro poblado Santa Rosa de Ccochapampa en Huancavelica, determinaron la dosis optima de cloro a través de tres pruebas a 3 500 ppm, 4 000 ppm y 5 000 ppm dosificados a un sistema hipoclorador por goteo a 30 ml/min para el suministro de agua potable, estudio realizado a 60 viviendas y evaluado respecto al D.S N° 031 -2010-SA. Reporta para una dosis de 3 500 ppm, un 83,33 % de las viviendas presentaban valores de cloro residual inferiores y el 16,67 % valores dentro de los valores de la norma; para dosis de 4 000 ppm, el 23,33 % presentaban valores de cloro residual superiores y el 76,67 % valores dentro de la norma; para dosis de 5 000 ppm en todas las viviendas presentaron valores de cloro residual superior a la norma. Evidenciando que la concentración de cloro residual al ingreso de las viviendas, depende de la concentración de cloro aplicada en el tratamiento, siendo el efecto directo. Concluye que la dosis optima corresponde a 4 000 ppm a 30 l/min en el sistema hipoclorador de la planta.

Núñez (2019), Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, en su estudio, determinó y evaluó la concentración de compuestos de cloro en la red de distribución de agua potable provenientes del reservorio N° 2, de la planta El Milagro en Cajamarca, respecto al LMP del D.S. N° 031-2010-SA y la OMS. Estudio realizado a las 6, 12 y 18 horas en cuatro sectores por espacio de cinco días. Reporta en las 15 mediciones para cloro residual, en el sector 01 variaciones que van desde 0,01 a 0,92 mg/L, en el sector 02 variaciones desde 0,03 a 0,86 mg/L, en el sector 03 presenta valores comprendidos desde 0,00 a 0,36 mg/L y en el sector 04 con variaciones que van desde 0,00 a 0,37 mg/L. Concluye que en el sector 03 y 04 no se cumple con la norma ( $\geq 0,5$  mg/L) y en los sectores 01 y 02 son cumplidos esporádicamente, considerando en general que el agua no es apta para el consumo humano.

Pérez y Romero (2017), Universidad Nacional De San Martín, en su estudio, realizaron el monitoreo en tres sectores de la ciudad de Moyobamba, respecto al cloro residual y Trihalometanos, para su posterior evaluación respecto a los estándares de calidad para agua potable internacional (cloro residual no menor de 1,0 mg/L y trihalometanos menor a 1,0 mg/L). Reporta un promedio de cloro residual mensual de enero a agosto para la zona de abastecimiento Rumiycacu 0,7625 mg/L con variaciones desde 0,7 a 0,84 mg/l, zona de abastecimiento Juningullo con promedio 0,8175 mg/L y variaciones de 0,79 a 0,87 mg/l y la zona de abastecimiento Almendra con promedio 0,83375 mg/l y variaciones de 0,81 a 0,87 mg/L. En general, en promedio para cloro residual presenta 0,82 mg/L y para trihalometanos 0,5 mg/L Concluye que en ciudad de Moyobamba, en el sector de abastecimiento Almendra se presenta una mayor exposición a cloro residual y que para todos los sectores se encuentran por debajo del límite del estándar internacional de 1,0 mg/L, demostrando que estos factores no afectan la salud de los habitantes de Moyobamba.

Pérez y Ramos (2018), Universidad Nacional de Huancavelica, entre sus objetivos se propusieron realizar una evaluación en el sector de Puyhúan Grande en Huancavelica, de la dosis de cloro y cloro residual en base al D.S. N° 031-2010-SA. Para la determinación de cloro residual en las redes, se recolectaron muestra aleatoria de 132 viviendas de 200 viviendas del sector. En el reservorio, para la dosis de cloro encuentra variaciones de 0,40 a 0,50 mg/L no encontrando un valor óptimo que asegure un cloro residual aceptable en las redes al ser distribuidas. Por otro lado, el cloro residual libre fluctuó de 0 a 0,39 mg/L, dependiendo de su contenido a la salida del reservorio. De todo ello, concluye que se incumple con el D.S. N° 031-2010-SA.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Peligros microbiológicos del agua**

#### **2.2.1.1 Peligros microbiológicos**

El riesgo más común y extendido en el riesgo de la salud, es lo relacionado a la calidad de agua, y está dada por su carga en la salud, su infectividad y la población a la que se expone, siendo de mayor gravedad en aquellas poblaciones vulnerables, a consecuencia de infecciones por microorganismos como bacterias, virus y parásitos patógenos; por lo que si no se garantiza la fuente, su tratamiento y la distribución, puede ocasionar contaminación a gran escala con probables brotes de enfermedades que pueden ser detectados; por el contrario, de presentarse bajos niveles de contaminación repetitivas que ocasionan enfermedades esporádicas, tiene una baja probabilidad de que sean detectados y que el órgano de control asocie al agua como la fuente de aquellas enfermedades (OMS, 2018).

Las efectos del agua a consecuencia de la transmisión de organismos patógenos, son muy característicos, produciendo efectos agudos y crónicos en la salud, la proliferación en el ambiente de alguno de estos agentes, su prevalencia en un número discreto en el ambiente, la dosis infecciosa no puede ser predicha por la concentración media debido a consecuencia de su adhesión a los sólidos en suspensión, tras la infección se multiplican en el huésped, alguno de ellos se multiplican en los alimentos incrementando su infección y a diferencia de los agentes químicos no poseen efectos acumulativos (OMS, 2018).

#### **2.2.1.2 Infecciones transmitidas por el agua**

La Tabla 1 se detalla los agentes patógenos relevantes de importancia en el agua de consumo (OMS, 2018).

Tabla 1

*Agentes patógenos relevantes en el agua potable*

Nº	Agente patógeno	Tipo de especie/ género/grupo	Importancia para la salud	Resistencia al cloro	
I.	Bacterias	<i>Burkholderia</i>	<i>B. pseudomallei</i>	A	B
		<i>Campylobacter</i>	<i>C. coli</i>	A	B
			<i>C. jejuni</i>		
		<i>Escherichia coli</i> – <i>diarrogénica</i>		A	B
		<i>E. coli</i> – <i>enterohemorrágica</i>	<i>E. coli O157</i>	A	B
		<i>Francisella</i>	<i>F. tularensis</i>	A	M
		<i>Legionella</i>	<i>L. pneumophila</i>	A	B
		Micobacteria (no tuberculosa)	<i>Mycobacterium avium</i> <i>complex</i>	B	A
		<i>Salmonella typhi</i>		A	B
		Otras <i>Salmonellas</i>	<i>S. enterica</i>	A	B
			<i>S. bongori</i>		
		<i>Shigella</i>	<i>S. dysenteriae</i>	A	B
		<i>Vibrio</i>	<i>V. cholerae O1 y O139</i>	A	B
II.	Virus	Adenoviridae	Adenovirus	M	M
		Astroviridae	Astrovirus	M	M
		Caliciviridae	Norovirus, Sapovirus	A	M
		Hepeviridae	Virus de la hepatitis E	A	M
		Picornaviridae	Enterovirus, Parechovirus, Virus de la hepatitis A	A	M
		Reoviridae	Rotavirus	A	M
		<i>Acanthamoeba</i>	<i>A. culbertsoni</i>	A	A
		<i>Cryptosporidium</i>	<i>C. hominis/parvum</i>	A	A
		<i>Cyclospora</i>	<i>C. cayetanensis</i>	A	A
		<i>Entamoeba</i>	<i>E. histolytica</i>	A	A
<i>Giardia</i>	<i>G. intestinalis</i>	A	A		
III.	Protozoos	<i>Naegleria</i>	<i>N. fowleri</i>	A	B
IV.	Helmitos	<i>Dracunculus</i>	<i>D. medinensis</i>	A	M

Nota. A: Alta, B: Baja, M: Moderada, (OMS, 2018, p. 142).

### **2.2.1.3 Agentes patógenos y vías de transmisión**

Se detalla en la Figura 2, siendo el agua uno de los medios de transmisión de la vía fecal-oral, por lo que es importante la mejora de su calidad y disponibilidad, conjuntamente con la mejoría en los sistemas de eliminación de heces e higiene en general; también puede transmitirse por los alimentos contaminados, deficiencia en el lavado de manos, utensilios y ropa, y por deficiencias en el saneamiento e higiene en los domicilios; ahora bien, la seguridad microbiana no está relacionada únicamente a la contaminación por heces, se informa del crecimiento de microorganismos en las redes de tuberías de distribución como por ejemplo la *Legionella*, y otros como el gusano de Guinea (*Dracunculus medinensis*) que pueden proliferar en las fuentes de agua (OMS, 2018).

## **2.2.2 Desinfección del agua**

### **2.2.2.1 Tratamiento**

Según la OMS (2018), una vez que ha sido protegida la fuente de agua, prosigue tratarlos adecuadamente con procesos de tratamiento que incluye la desinfección y eliminación por medios físicos de los contaminantes que pudieran contener, en la desinfección se suele utilizar la cloración, ozonización, radiación UV, cloraminación y dióxido de cloro.

### **2.2.2.2 Método de tratamiento por cloración**

El cloro es un compuesto químico ampliamente utilizado como oxidante en el tratamiento de aguas para consumo humano, también en la desinfección del agua de piscinas y se distribuye domésticamente como lejía; reacciona formando ácido hipocloroso (HOCl) e hipoclorito (OCl<sup>-</sup>), y que tras almacenarse a temperatura ambiental alta o el añadido de hipoclorito nuevo se incrementan el contenido de clorato y algunos percloratos (OMS, 2018). En la cloración suelen utilizarse diferentes técnicas, detallados en la Tabla 2.

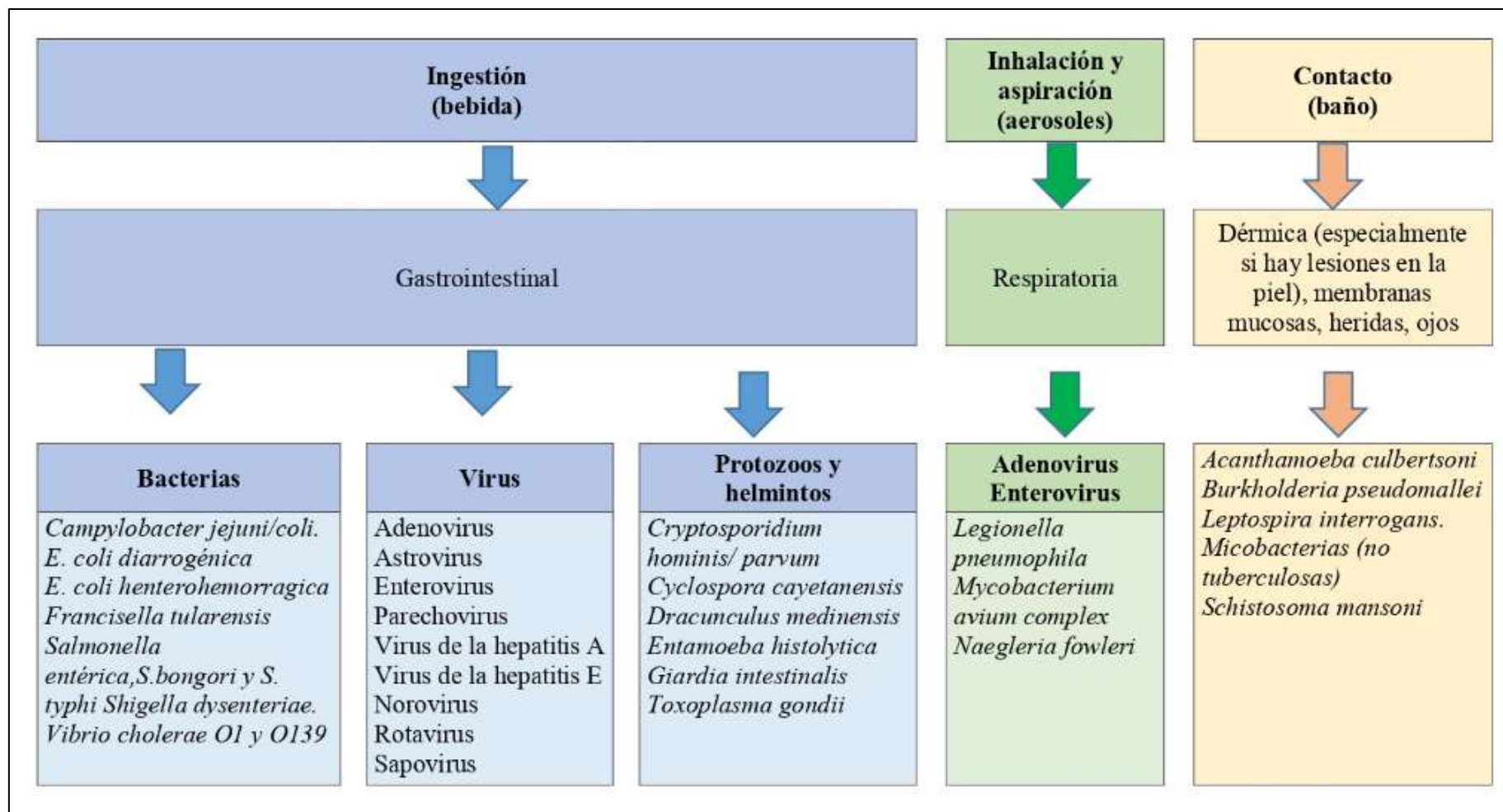


Figura 3. Agentes patógenos y vías de transmisión en relación al agua

Nota. (OMS, 2018).

Tabla 2

*Técnicas de cloración*

Técnica	Observaciones
Cloración a punto de quiebre	Cuando se agrega una dosis necesaria de cloro al agua para la oxidación total del nitrógeno a amonio y dejar suficiente cloro libre residual que evite la recontaminación desde su cloración hasta su consumo.
Supercloración / decloración	Cuando se añade inicialmente una gran dosis de cloro, para una rápida desinfección, con posterior reducción de su exceso de cloro residual, teniendo la previsión de eliminar su exceso para evitar inconvenientes en el sabor, técnica utilizada cuando varía la carga bacteriana o en casos en que el tiempo de retención del depósito de cloración es bajo.
Cloración marginal	Cuando se añade una dosis necesaria de cloro que produzca un deseado cloro libre residual, siendo utilizado cuando la calidad de agua con que se abastece es de alta calidad, siendo por ello su demanda muy baja y ni se llegue al punto de quiebre.

Nota. (OMS, 2018).

El cloro es uno de los principales insumos químicos utilizados en la desinfección de las aguas, su utilización es eficaz para numerosos agentes patógenos, principalmente bacterias, y su uso debe darse tanto para aguas superficiales y subterráneas con peligros de contaminación fecal, el residual en su distribución protege parcialmente bajas concentraciones de microorganismos, reduciendo el riesgo de enfermedades (OMS, 2018).

Si bien, principalmente la cloración se usa en la desinfección microbiana, también actúa como oxidante eliminando algunas sustancias químicas, oxidando por ejemplo algunos plaguicidas como aldicarb, oxidar al manganeso (II) y lo insolubiliza para su eliminación por filtración, oxida el arsenito a arseniato de mayor facilidad de remoción; no obstante, presenta desventajas en su reacción con los compuestos orgánicos, produciendo trihalometanos y subproductos halogenados tras la desinfección, siendo estos controlables mediante la optimización en el tratamiento (OMS, 2018).

Según el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC) el hipoclorito se encuentra en el Grupo 3, de no clasificable en lo que respecta a su carcinogenicidad en humanos (OMS, 2018).

### **2.2.3 Distribución del agua potable por tuberías**

#### **2.2.3.1 Sistemas de distribución**

Para que los sistemas de distribución operen eficientemente, deben tenerse en cuenta el tratamiento óptimo del agua, que evite que proliferen microorganismos, la corrosión de tuberías y la formación de depósitos en su interior; asimismo, para que se mantenga una calidad de agua buena en la red de distribución, estará en función de su diseño y como se opera el sistema de distribución, conjuntamente con los procedimientos de inspección y mantenimiento que prevengan la contaminación, evitando y eliminando la acumulación de los depósitos dentro del sistema, donde el abastecimiento, debe ser idóneo a tal punto, de que abarque diversos aspectos de relacionados al servicio, como: calidad, cantidad, accesibilidad, asequibilidad y continuidad (OMS, 2018).

#### **Identificación de los factores de peligro**

El agua en los sistemas de distribución pueden contaminarse microbiológica y químicamente, siendo por ello necesario que se proteja este sistema, para garantizar un consumo seguro, donde se corre riesgos de contaminación en los varios kilómetros de recorrido de las tuberías de distribución, en los tanques de almacenamiento, interconexiones con usuarios del sector industrial, y en su manipulación y a consecuencia de vandalismo (OMS, 2018).

A producirse el ingreso de agentes patógenos entéricos o alguna sustancia química peligrosa al sistema de distribución, pueden ocasionar que se expongan los consumidores;



de ingresar agentes patógenos en determinadas concentraciones suelen producir infecciones y enfermedad, aunque se hayan utilizado desinfectantes residuales, no suelen ser los adecuados y son ineficaces ante los diferentes tipos de agentes patógenos que podrían introducirse en el sistema; además, de suministrarse agua de manera intermitente, como suelen darse comúnmente en muchos países, siendo asociada frecuentemente a la contaminación del sistema de suministro, a consecuencia de agua contaminada que puede infiltrarse por las grietas o alguna parte de la tubería expuesta al terreno por la presión negativa, representando un desafío el control de calidad del agua cuando se distribuye intermitentemente, debido al incremento de infiltración y reflujo, y más cuando el suelo está húmedo tras el aumento del diferencial de presión del suelo hacia la tubería y que al reabastecerse el suministro incrementaría el riesgo hacia los consumidores por el abastecimiento de agua contaminada inicial, por lo que en estos sistemas intermitentes, suelen utilizarse desinfectantes localizados en los tanques de almacenamiento domiciliario (OMS, 2018).

### **Medidas de control**

Si bien, el sistema de distribución debe poseer una barrera que evite la contaminación del agua, se debe asegurar con un desinfectante residual que proteja la recontaminación, evitando la proliferación microbiológica, siendo necesario por ello, considerar la utilización de bacterias indicadores como el E. coli, donde el desinfectante residual ante presencia de organismos resistentes podrían enmascarar su detección, también proveer de coberturas de protección de tanques y depósitos para evitar su contaminación, prevenir los estancamientos, mantener una gradiente positiva, implementar procedimientos eficaces en su mantenimiento, entre otros (OMS, 2018).

### 2.2.3.2 Parámetros de monitoreo operacional

Incluyen mediciones de parámetros o análisis del cumplimiento de actividades propuestas en los sistemas de distribución, estos deben indicar el funcionamiento oportuno del sistema, permitiendo dar respuesta de manera inmediata ante desviaciones de su valores, mostrados en la Tabla 3, donde el monitoreo del cloro residual es un indicador de la medición microbiológica del agua potable, donde su ausencia podría indicar el ingreso de algún contaminante al sistema de distribución (OMS, 2018).

Tabla 3

*Parámetros de monitoreo operativo de sistemas de distribución de agua potable*

N°	Parámetros
1	pH
2	Turbidez (o bajo recuento de partículas)
3	Algas, toxinas y metabolitos de algas
4	Desinfectante residual
5	Subproductos de la desinfección (SPD)
6	Bacterias heterotróficas
7	Presión hidráulica

Nota. (OMS, 2018).

### 2.2.3.3 Límites operativos y críticos

Deben establecerse límites operativos y críticos, con valores máximos superiores, mínimos inferiores o de rango, para los parámetros considerados en el monitoreo operacional, de excederse algún límite operativo deberá aplicarse medidas correctivas predeterminadas en un tiempo prudente para garantizar que se mantenga la eficacia del sistema y seguridad del agua; en situaciones que se haga necesario establecer límites críticos para los parámetros, indicaría que de sobrepasarse no se tiene garantía de la seguridad del

agua, por lo que las acciones correctivas deben ser inmediatas dando aviso a la autoridad de salud correspondiente (OMS, 2018).

#### **2.2.3.4 Muestreo en sistemas de distribución**

Los lugares donde se realiza el muestreo del agua en los sistemas de distribución, dependerá del sistema de abastecimiento instalado, los riesgos asociados de los agentes patógenos, y la probabilidad de propagación de la contaminación en el sistema de distribución; debiéndose elegir cuidadosamente el lugar y la frecuencia de muestreo, resultando el muestreo estratificado en los sistemas de distribución muy eficaces (OMS, 2018).

#### **2.2.3.5 Subproductos de la cloración**

En su gran mayoría las sustancias químicas presentes en el agua son potencialmente peligrosas al estar expuesta durante años, y que en otros casos resultan del tratamiento que se le da para hacerlas potables, añadiéndolas deliberadamente, como es el caso de utilizar cloro como desinfectante, que en su acción microbiológica oxidante, origina una serie de subproductos de interés, siendo las más probables, la formación de trihalometanos y ácidos haloacéticos, que por esta razón son muy utilizados como indicadores durante el monitoreo de la mayoría de los subproductos de la cloración (OMS, 2018).

#### **2.2.3.6 Contaminación en el almacenamiento**

Según la OMS (2018), el agua en los hogares puede contaminarse en los depósitos de almacenamiento, por lo que se hace necesario practicar programas de vigilancia, pudiendo ser encuestas o estudios para conocer los problemas existentes, la vigilancia debe centrarse en evaluar la aceptación de los consumidores, y con ello plasmar mejoras efectivas para que los responsables corrijan las deficiencias de uso gestión del recurso.

## 2.2.4 Contenido de cloro recomendada en el agua potable

### 2.2.4.1 Valor de referencia de la OMS

El valor de referencia en la Tabla 4, cumplen con los criterios de inclusión.

Tabla 4

*Valor de referencia para cloro residual de la OMS*

$\mu\text{g/l}$	$\text{mg/l}$	Observaciones
5 000*	5*	<ul style="list-style-type: none"><li>- El cloro libre residual debe ser <math>\geq 0,5 \text{ mg/l}</math>, para lograr una desinfección eficaz, a un mínimo de 30 minutos de contacto y a pH inferior a 8,0.</li><li>- La concentración de cloro residual debe ser mantenida en todo el trayecto del sistema de distribución.</li><li>- Debe suministrarse una concentración cloro libre <math>0,2 \text{ mg/l}</math> como mínimo.</li></ul>

Nota. \*: Se consideran cancerígenas en el agua de consumo humano; un caso adicional de cáncer por cada 100 000 personas que ingieren con una concentración de la sustancia igual al valor de referencia durante 70 años (OMS, 2018).

### 2.2.4.2 Límite Máximo Permisible del DIGESA

DIGESA (2011), mediante el D.S. N° 031-2010-SA, se aprueba el “Reglamento de la calidad del agua para consumo humano”, que busca garantizar su inocuidad, previniendo los factores de riesgos sanitarios, y la protección y promoción de la salud y bienestar de la población. Artículos de importancia se indican a continuación:

#### **Control de calidad**

DIGESA (2011), en el Art. 19, establece que el control de calidad lo ejerce el proveedor que abastece de agua potable, garantizando que se cumpla las disposiciones y requisitos sanitarios que exige el reglamento, y con el autocontrol, detecta las fallas e implementa las medidas correctivas que garanticen y aseguren la inocuidad del agua.

### **Supervisión de calidad**

DIGESA (2011), en el Art. 20, establece que la supervisión de la calidad de agua potable, como el sistema de abastecimiento, cumplimiento de las disposiciones y los requisitos sanitarios, serán realizadas por la Autoridad de Salud, la SUNASS, y las Municipalidades, de acuerdo a sus competencias.

### **Autocontrol de calidad**

DIGESA (2011), en el Art. 21, establece la responsabilidad del proveedor de agua potable, para: a) Identificar, eliminar o controlar los riesgos en la calidad de agua desde que es captada hasta el punto de entrega al consumidor, asegurando el cumplimiento de los requisitos del reglamento, b) Verificar la eficiencia y la calidad sanitaria de todos los componentes que conforman el sistema de abastecimiento de agua potable, c) Sistematizar las quejas y reclamos de los consumidores, para la adopción de medidas correctivas que se requieran y d) Aplicar un plan de contingencia ante situaciones de emergencia que aseguren la calidad del agua potable.

### **Tipo de suministro**

DIGESA (2011), en el Art. 46, considera cuatro tipos de suministros hacia los consumidores: Conexiones domiciliaria, Piletas públicas, Camiones cisterna y Mixtos, combinación de los anteriores.

### **Parámetros de control obligatorio (PCO)**

DIGESA (2011), en el Art. 63, establece que todos los proveedores de agua potable, debe considerar los siguientes parámetros de control obligatorio: Coliformes totales, Coliformes termotolerantes, Color, Turbiedad, Residual de desinfectante y pH. De

detectarse coliformes termotolerantes, deberá analizarse *Escherichia coli*, como una prueba para confirmar la contaminación fecal.

### **Parámetros inorgánicos y orgánicos**

DIGESA (2011), en el Art. 62, indica que en el agua de consumo humano, debe cumplir con los LMP. En la Tabla 5, por razones del estudio, se ha extraído lo concerniente al cloro residual.

Tabla 5

#### *LMP de cloro residual del DIGESA*

Parámetro	LMP	Observaciones
Cloro (*)	5 mg/L	La concentración no debe ser inferior a 0,5 mg/L para una desinfección eficaz en las redes de distribución.

Nota. DIGESA (2011).

### **Control de desinfectante**

DIGESA (2011), en el Art. 66, señala que antes de distribuir el agua potable, el proveedor utilizará un desinfectante eficaz manteniendo un residual de protección ante cualquier contaminación microbiológica en su distribución, de utilizarse cloro como desinfectante su concentración no debe ser inferior a 0,5 mg/L en 90 % de todas las muestra analizadas por periodo de un mes, y el 10 % restante deben ser superiores a 0,3 mg/L con una turbiedad inferior a 5 Unidad Nefelométrica de Turbiedad (UNT).

## **2.3 Bases filosóficas**

Considerando las apreciaciones de Velayos-Castelo (2017), de que la naturaleza en la tierra estaba mucho antes de la aparición del hombre, y que su desarrollo ha ocasionado cambios en su entorno, muchos de los cuales ponen en riesgo nuestra propia existencia,

pudiéndose mejorar con acciones conjuntas y participación de todos. Además, Rivera (2006), considera que el hombre debe entender que es él, el responsable de su autocuidado para conservar su salud, de otras personas y el entorno que los rodea, que puede ser potencializando con el desarrollo con programas de educación en agenciar su autocuidado que considere su género, cultura y ciclo de vida.

## **2.4 Definición de términos básicos**

### **Agua**

Ministerio del Ambiente (2012) “El agua es un recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan, y la seguridad de la Nación” (p. 45).

### **Agua cruda**

DIGESA (2011) ”Es aquella agua, en estado natural, captada para abastecimiento que no ha sido sometido a procesos de tratamiento” (p. 9).

### **Agua de consumo humano**

DIGESA (2011) “Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal” (p. 10).

### **Agua tratada**

DIGESA (2011) “Toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano” (p. 10).

**Cloro residual libre**

DIGESA (2011) “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” (p. 10).

**Consumidor**

DIGESA (2011) “Persona que hace uso del agua suministrada por el proveedor para su consumo” (p. 10).

**Inocuidad**

DIGESA (2011) “Que no hace daño a la salud humana” (p. 10).

**Límite máximo permisible**

DIGESA (2011) “Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua” (p. 10).

**Monitoreo**

DIGESA (2011) “Seguimiento y verificación de parámetros físicos, químicos, microbiológicos u otros señalados en el presente Reglamento, y de factores de riesgo en los sistemas de abastecimiento del agua” (p. 10).

**Parámetros microbiológicos**

DIGESA (2011) “Son los microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para el ser humano analizados en el agua de consumo humano” (p. 10).



## **Toxicidad**

Camacho y Ariosa (2000) “Capacidad de una sustancia de provocar efectos tóxicos que producen daños biológicos o la muerte en caso de exposición a esa sustancia o de contaminación con ella” (p. 59).

## **2.5 Hipótesis de investigación**

### **2.5.1 Hipótesis general**

- El contenido de cloro residual no garantiza la protección microbiológica en el agua potable en dos sectores del distrito de Paramonga en el año 2021.

### **2.5.2 Hipótesis específicas**

- Se incumple con el LMP del D.S. N° 031-2010-SA en el contenido de cloro residual del agua potable en la Prolongación Los Ficus del distrito de Paramonga.
- Se incumple con el LMP del D.S. N° 031-2010-SA en el contenido de cloro residual del agua potable en el Asentamiento Humano Los Sauces del distrito de Paramonga.
- Existen diferencias significativas entre el contenido de cloro residual que se presentan en el agua potable de la Prolongación Los Ficus con el del Asentamiento Humano Los Sauces en el distrito de Paramonga.
- Existen diferencias significativas entre el contenido de cloro residual que se presentan en el agua potable en domicilios cercanos, intermedios y distantes al pozo tubular de suministro de la Prolongación Los Ficus y el Asentamiento Humano Los Sauces del distrito de Paramonga.

## **2.6 Operacionalización de las variables**

Gomero (1996), considera que la operacionalización posibilita la transformación o descomposición de una variable en indicador o indicadores que sean medibles y que operacionalice la variable. Por otro lado, BIOESTADISTICO (2015, 8:00 – 9:33) considera dos variables en los estudios descriptivos, a efectos de caracterizar a la población de estudio y el estudio de la variable de interés. En base a ello, se ha elaborado la Tabla 6.

Tabla 6

*Operacionalización de variables*

Evaluación de cloro residual del agua potable en domicilios de dos sectores del distrito de Paramonga, 2021

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Valor final
1. <u>V1</u> Análisis de Cloro residual	DIGESA (2011) es la cantidad de cloro como ácido hipocloroso e hipoclorito que debe quedar en el agua de consumo humano con la finalidad de proteger ante una posible contaminación microbiológica.	Se utilizó el procedimiento de toma de muestras para agua potable de la RD N° 160-2015/DIGESA/SA, ubicándose el punto de muestreo) en coordenadas UTM y analizando el cloro residual mediante un colorímetro portátil multiparamétrico.	• Punto de monitoreo	• Coordenadas	• UTM
			• Contenido de cloro residual	• Contenido sector 1 • Contenido sector 2	• mg/L • mg/L
2. <u>V2</u> Evaluación de cloro residual	DIGESA (2011) el cloro residual libre no debe ser menor de 0,5 mg/L en el 90 % de las muestras analizadas y el 10 % restante ninguna debe ser inferior a 0,3 mg/L en cualquier punto de la red de distribución de agua potable, y debiendo estar la turbiedad inferior a 5 UNT.	Se realizaron tres evaluaciones, 1) Evaluación del cumplimiento del LMP en los dos sectores, 2) Comparación del contenido de cloro entre los dos sectores y 3) Comparación del contenido de cloro residual en domicilios cercanos, intermedios y distantes al pozo tubular de suministro en los dos sectores.	• Evaluación en el sector 1	• Comparación de cloro residual con el LMP	• Cumple/ no cumple
			• Evaluación en el sector 2	• Comparación de cloro residual con el LMP	• Cumple/ no cumple
			• Evaluación entre los sectores 1 y 2	• Comparacion de cloro residual entre los dos sectores	• Iguales/ diferentes
			• Evaluación de los sectores 1 y 2 por distancia del pozo tubular de suministro	• Comparacion de cloro residual por distancia	• Iguales/ diferentes

Nota. Elaboración propia.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Diseño metodológico**

##### **3.1.1 Tipo**

Según, BIOESTADISTICO (2012a, 0:00 – 1:47) toda investigación es exhaustiva y excluyente, y que puede tipificarse en una de las dos opciones. Por lo que el estudio, corresponde a:

- Estudio observacional, por el hecho de que las mediciones de cloro residual en los domicilios, se realizó en grifos que provenían directamente de la red de distribución, y de la concentración tal como está ingresando al domicilio, sin intervención alguna de la investigadora y propietarios de los domicilios.
- Estudio transversal, considerando que las mediciones realizadas de cloro residual se efectuaron en una sola ocasión en los puntos de abastecimiento de agua de la red en los domicilios en los dos sectores del distrito de Paramonga.
- Estudio descriptivo, por presentarse una sola variable de estudio de evaluación de cloro residual. Se describe la concentración de cloro residual con la estadística descriptiva y en la evaluación se compara con los valores recomendados a nivel internacional y nacional.
- Estudio prospectivo, a consecuencia que las mediciones de cloro residual fueron realizadas por la investigadora, tomando datos primarios en los dos sectores de estudio en el distrito de Paramonga.

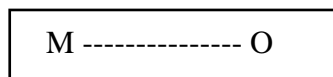
Por otro lado, Gomero (1996), sobre la investigación aplicada, que ésta utiliza la ciencia básica en la solución de un problema, con la aplicación de conocimientos adquiridos, produciendo nuevos conocimientos de aplicaciones prácticas. En ese sentido, la investigación corresponde a una investigación aplicada, porque posibilitó el conocimiento del estado de dosificación de cloro residual en dos distritos de Paramonga a efectos de la mejora en la calidad de servicio de suministro de agua potable.

### 3.1.2 Nivel

BIOESTADISTICO (2012b, 1:45 – 2:45), considera seis niveles de investigación, que van desde el nivel exploratorio hasta el nivel aplicativo; indicando sobre el nivel descriptivo que cambian según su localización y el tiempo, por lo que se realizan en un espacio geográfico y circunstancia temporal. Requisitos, que coinciden con la investigación, en el sentido que se realizó en dos sectores del distrito de Paramonga y los monitoreos fueron recabados en el mes de diciembre del 2021.

### 3.1.3 Diseño

El diseño utilizado corresponde al no experimental transversal descriptivo, que Carrasco (2017), sobre los diseños no experimentales transeccionales descriptivos, sostiene que estos se utilizan para el análisis y conocimiento de propiedades, características, etc. de un fenómeno de la realidad en un determinado momento. Diseño que se puede representar mediante el diagrama:



M: muestra.

O: observación de la variable.

### **3.1.4 Enfoque**

Por la naturaleza del valor final del contenido de cloro residual, en las muestras de agua potables, el enfoque de la investigación es cuantitativa. Al respecto, Córdova (2017) sostiene que con la investigación cuantitativa se miden y cuantifican las variables con instrumentos válidos y confiables con objeto de conocer su comportamiento.

## **3.2 Población y muestra**

### **3.2.1 Población**

Considerando, la definición de población dada por Córdova (2017), que indica que representa al conjunto de unidades de observación agrupadas, con características comunes, que sean observables y que para que estén bien definidas deben delimitarse temporal y espacialmente. En ese sentido, la población del estudio se considera:

*Población:* Agua potable de ingreso a domicilios desde la red de distribución en dos sectores del distrito de Paramonga: Prolongación Los Ficus y Asentamiento Humano Los Sauces, en diciembre del 2021.

### **3.2.2 Muestra**

Asimismo, Córdova (2017) sostiene que la muestra representa a una porción de la población, obtenida por muestreo probabilística o no, con objeto de estudio de alguna característica para generalizarla a la población

*Muestra:* Muestras de 10 ml de agua potable de ingreso a 12 domicilios desde la red de distribución en dos sectores del distrito de Paramonga: Prolongación Los Ficus y Asentamiento Humano Los Sauces, en diciembre del 2021.

**Criterio de inclusión:**

- Domicilios de los dos sectores que cuenten con el servicio de agua potable desde la red de distribución
- Domicilios de los dos sectores, que cuenten un grifo de conexión directa a la red de distribución.

**Criterio de exclusión:**

- Domicilios cuyos propietarios no deseen colaborar o que muestren desinterés en el estudio.

**3.3 Técnicas de recolección de datos**

**3.3.1 Técnicas utilizadas**

**a) Observación**

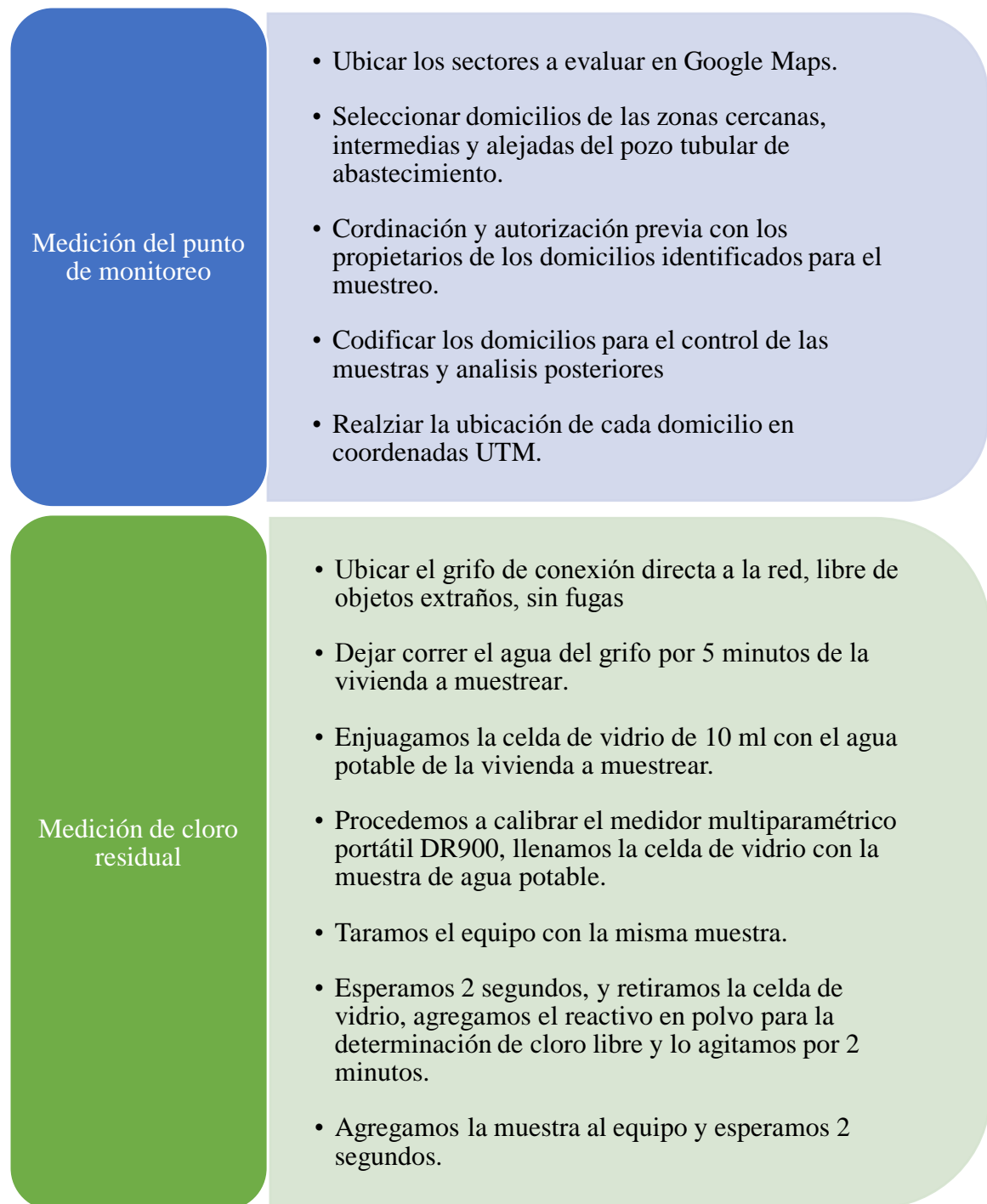
Se utilizará la técnica de observación para ubicar el punto de monitoreo y el análisis de cloro residual en el agua potable en domicilios identificados en los dos sectores. Al respecto, BIOESTADISTICO (2012c, 1:06 - 1:60) indica que la técnica de observación al ser sistemática y estar controlada es científica, contando con mecanismos para evitar errores.

**3.3.2 Detalle de los instrumentos**

- Laptop con acceso a internet, para medir las coordenadas de los puntos de monitoreo en UTM.
- Colorímetro portátil multiparamétrico DR900 (Marca Hach), para la determinación de cloro residual con sus sobres de reactivo en polvo.

### 3.3.3 Procedimiento de toma de datos

Para el acopio de datos, se realizaron dos mediciones que se indican en la Figura 3.



*Figura 4.* Procedimiento de recolección de datos del estudio.

Nota. Elaboración propia



### **3.4 Técnicas para el procesamiento de la información**

Los puntos de monitoreo se ubicaron en un mapa con ayuda del software ArcGIS, y el cl contenido de cloro residual se ubicó en el mapa para apreciar los cambios de contenido de cloro residual en los dos sectores que se evaluaron, comparándose con el LMP del D.S. N° 031-2010-SA. Para el contraste de hipótesis, se consideró un nivel de confianza del 95 %, con el estadístico t de Student para muestra única y para muestras independientes de acuerdo a las hipótesis planteadas.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 Análisis de resultados

##### 4.1.1 Ubicación de los puntos de monitoreo

Se indica en la Tabla 7, la ubicación de los puntos considerados en el monitoreo de cloro residual, de acuerdo a las viviendas cercanas, intermedias y lejanas del suministro de agua potable (caseta de bombeo), las mismas que se representadas en la Figura 4, con su respectivo código de identificación.

Tabla 7

*Ubicación de los puntos de monitoreo en los dos sectores*

Sector	Código	Dirección del domicilio	Coordenada UTM (Zona 18S)
1: Prolongación Los Ficus	MA-1	Nº9	192394.714 – 8818762.343
	MA-2	Nº7	182423.737 – 8818741.705
	MA-3	Nº5	192393.747 – 8818741.382
	MA-4	Nº12	192353.761 – 8818728.806
	MA-5	Nº3	192364-080 – 8818713.650
	MA-6	Nº1	192334.412 – 8818682.048
2: Asentamiento Humano Los Sauces	MB-1	Pozo tubular	192604.990 – 8818927.704
	MB-2	Lote 12	192574.485 – 8818927.369
	MB-3	Lote 10	192544.315 – 8818896.529
	MB-4	Lote 8	192514.145 – 8818865.353
	MB-5	Lote 3	192453.806 – 8818803.673
	MB-6	Lote 1	192423.636 – 8818803.338

Nota. Elaboración propia.

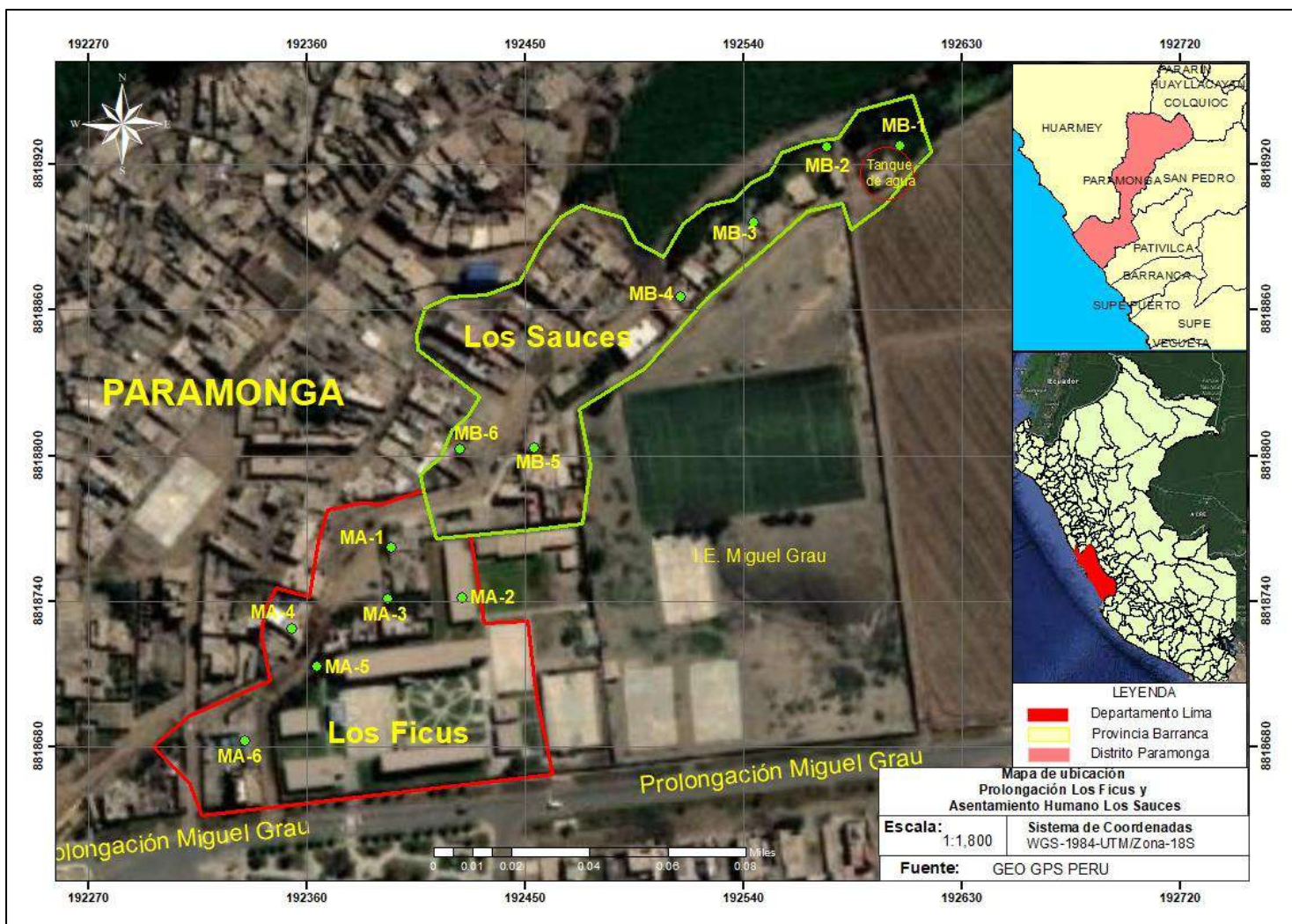


Figura 5. Domicilios considerados como puntos de monitoreo en los dos sectores.

Nota. Adaptado de mapa de Google Maps (2020) y GEO GPS PERU (2020).

#### 4.1.2 Contenido de cloro residual en el sector Prolongación Los Ficus

El primer sector evaluado de la Prolongación Los Ficus, se encuentra más lejano a la caseta de bombeo, el cual distribuye directamente agua potable a este sector. En la Tabla 8 se indica el reporte de análisis de cloro residual con su estadística descriptiva, donde se puede apreciar un promedio en el sector de 0,0083 mg/L, con variaciones que van desde 0,00 a 0,02 mg/L, la misma que son inferiores al LMP de 0,5 mg/L del D.S. N° 031-2010-SA, que estaría evidenciando con el monitoreo el incumplimiento de la norma, en el aseguramiento de la calidad microbiológica del agua potable.

Tabla 8

*Cloro residual en el sector 1: Prolongación Los Ficus*

Código de muestra	Cloro residual (mg/L)	Medidas	Valor
MA-1	0,01	Mediana	0,01
MA-2	0,02	Moda	0,01
MA-3	0,01	Mínimo	0,00
MA-4	0,00	Máximo	0,02
MA-5	0,01	Límite inferior IC al 95 %	0,0004
MA-6	0,00	Límite superior IC al 95 %	0,0162
Promedio	0,0083	Desviación estándar	0,0075

Nota. Elaboración propia.

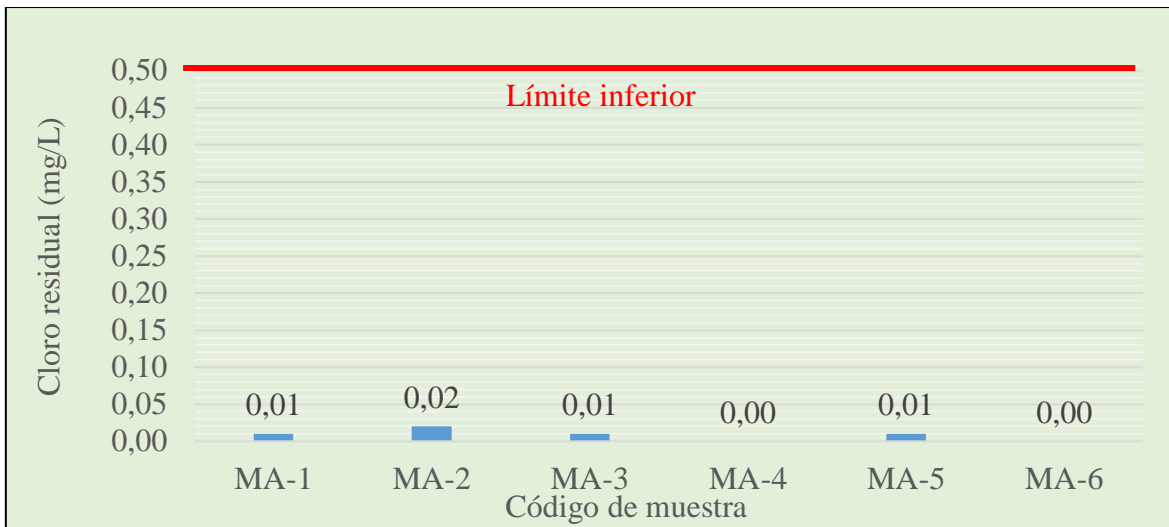


Figura 6. Cambios de cloro residual en el sector 1: Prolongación Los Ficus.

Nota. Elaboración propia.

Asimismo, en la Figura 6, se muestra los cambios de concentración de cloro residual en el sector, lo que indicaría una ligera mayor concentración de cloro residual cuan más próximo se encuentra de la caseta de suministro ubicada en el punto MB-1.

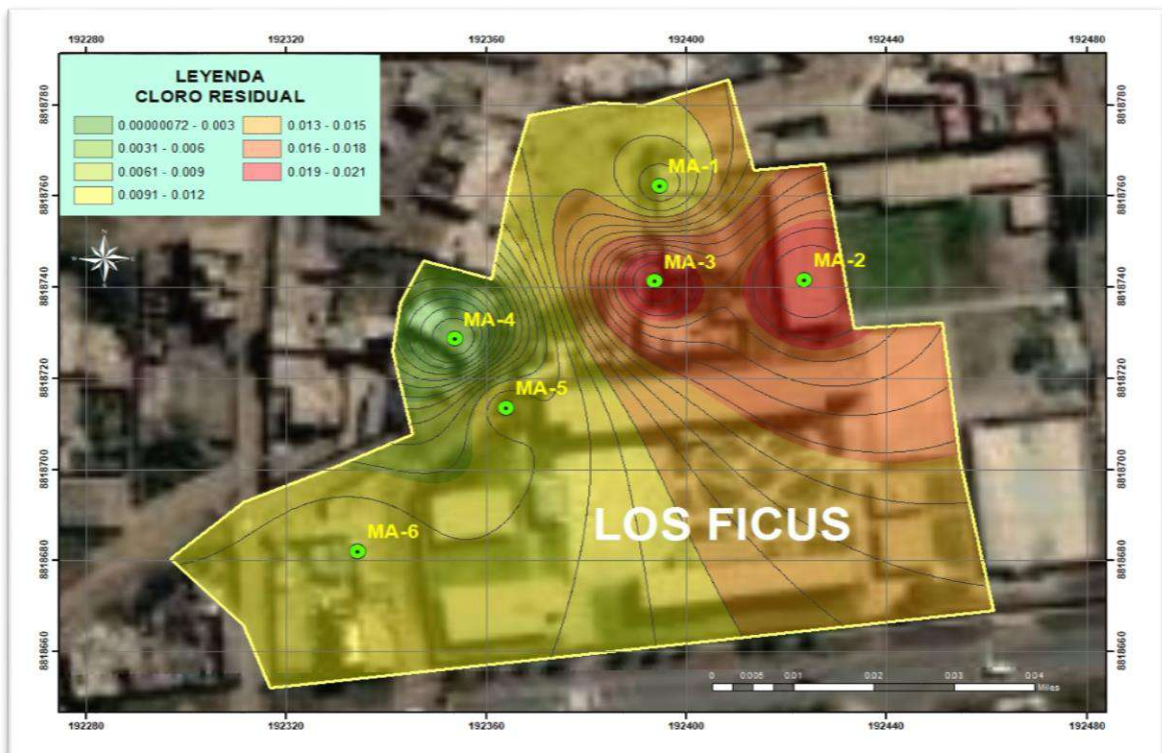


Figura 7. Mapa de cambios en cloro residual en sector 1: Prolongación Los Ficus.

Nota. Adaptado de mapa de Google Maps (2020).

#### 4.1.3 Contenido de cloro residual en el sector AA. HH. Los Sauces

El segundo sector evaluado del AA. HH. Los Sauce, que es adyacente al sector anterior, y está más cercano de la caseta de bombeo (punto MB-1.). En la Tabla 9 se indica el reporte de análisis de cloro residual, con su estadística descriptiva, donde se puede apreciar un promedio en el sector de 0,0117 mg/L, con variaciones que van desde 0,00 a 0,02 mg/L, la que también son inferiores al LMP de 0,5 mg/L del D.S. N° 031-2010-SA, que estaría evidenciando con el monitoreo el incumplimiento de la norma, no asegurando la calidad microbiológica del agua potable suministrada.

Tabla 9

*Cloro residual del sector 2: Asentamiento Humano Los Sauces*

Código de muestra	Cloro residual (mg/L)	Meditás	Valor
MB-1	0,01	Mediana	0,0100
MB-2	0,02	Moda	0,01,01
MB-3	0,02	Mínimo	0,00
MB-4	0,00	Máximo	0,02
MB-5	0,01	Límite inferior IC al 95 %	0,0038
MB-6	0,01	Límite superior IC al 95 %	0,0196
Promedio	0,0117	Desviación estándar	0,0075

Nota. Elaboración propia.

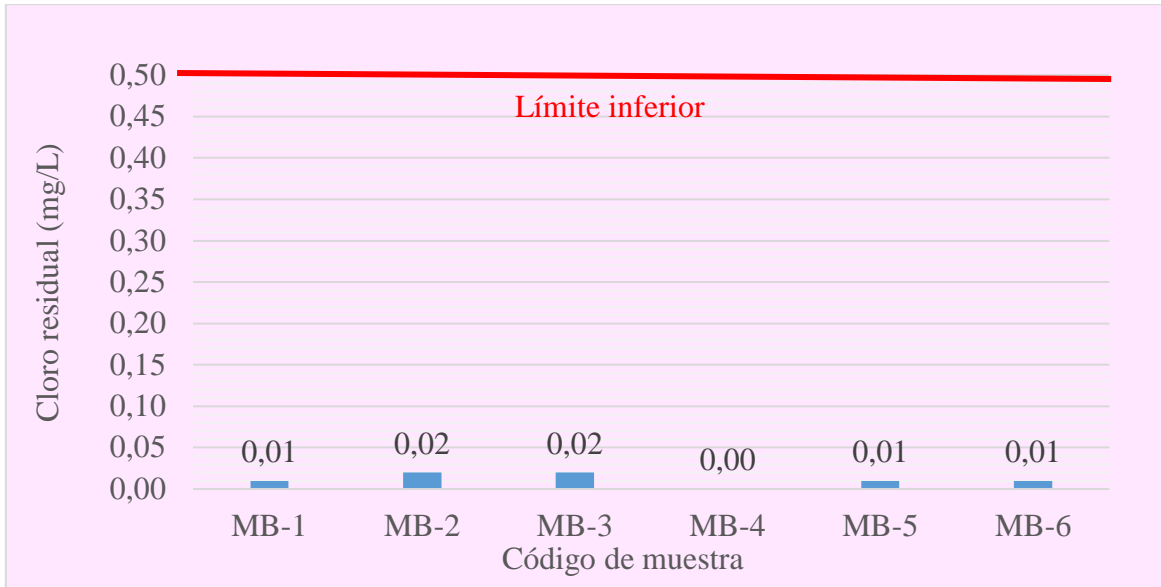


Figura 8. Cambios de cloro residual en el sector 2: AA. HH. Los Sauces.

Nota. Elaboración propia.

Además, en la Figura 8, se muestra los cambios de concentración de cloro residual en el sector, lo que indicaría una ligera mayor concentración de cloro residual cuan más próximo se encuentra de la caseta de suministro ubicada en el punto MB-1.

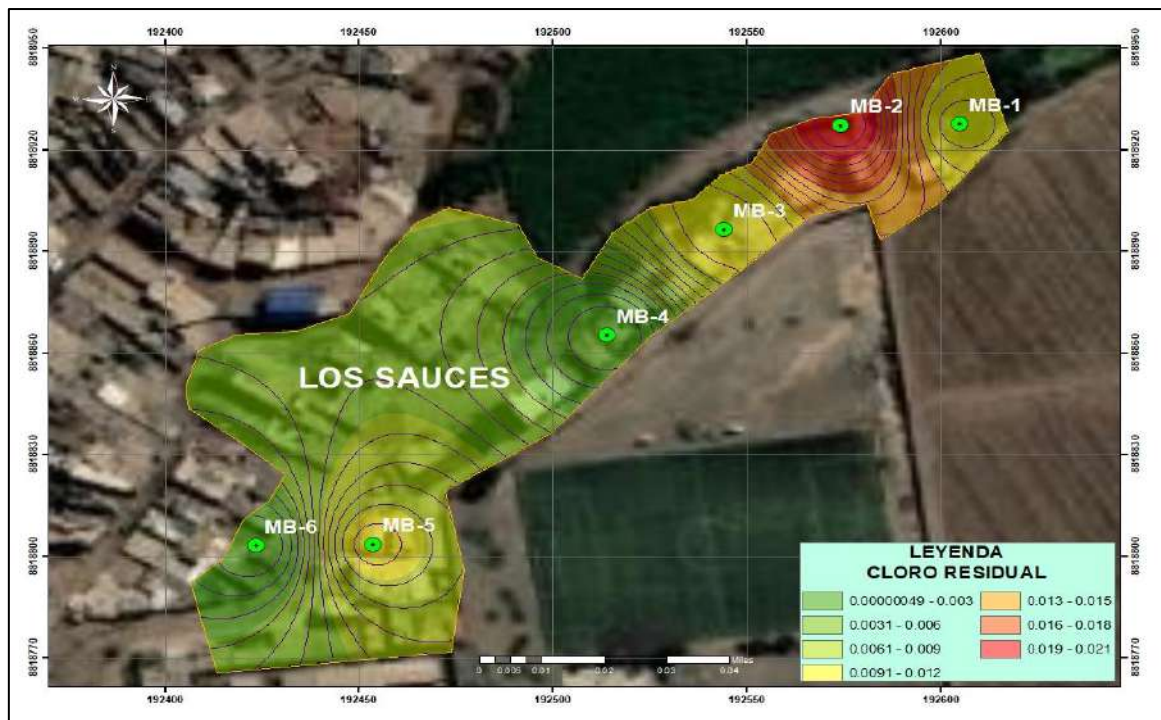


Figura 9. Mapa de cambios de cloro residual en el sector 2: AA. HH. Los Sauces.

Nota. Adaptado de mapa de Google Maps (2020).

#### 4.1.4 Comparación del contenido de cloro entre los dos sectores

Considerando, que los dos sectores evaluados se encuentran a diferentes distancias del punto de suministro (caseta de bombeo), se indica en la Tabla 10, el consolidado de las mediciones con sus respectivos límites de control, que con un análisis conjunto del diagrama mostrado en la Figura 9, se puede evidenciar que no hay diferencias de cloro residual en ambos sectores, pudiéndose deber a las bajas concentraciones de cloro residual reportados.

Tabla 10

*Medidas de comparación de cloro residual en los dos sectores*

Detalle	Cloro residual (mg/L)	
	Sector 1: Prolongación	Sector 2: Asentamiento
	Los Ficus	Humano Los Sauces
Promedio	0,0083	0,0117
Límite inferior IC al 95 %	0,0004	0,0038
Límite superior IC al 95 %	0,0162	0,0196

Nota. Elaboración propia.

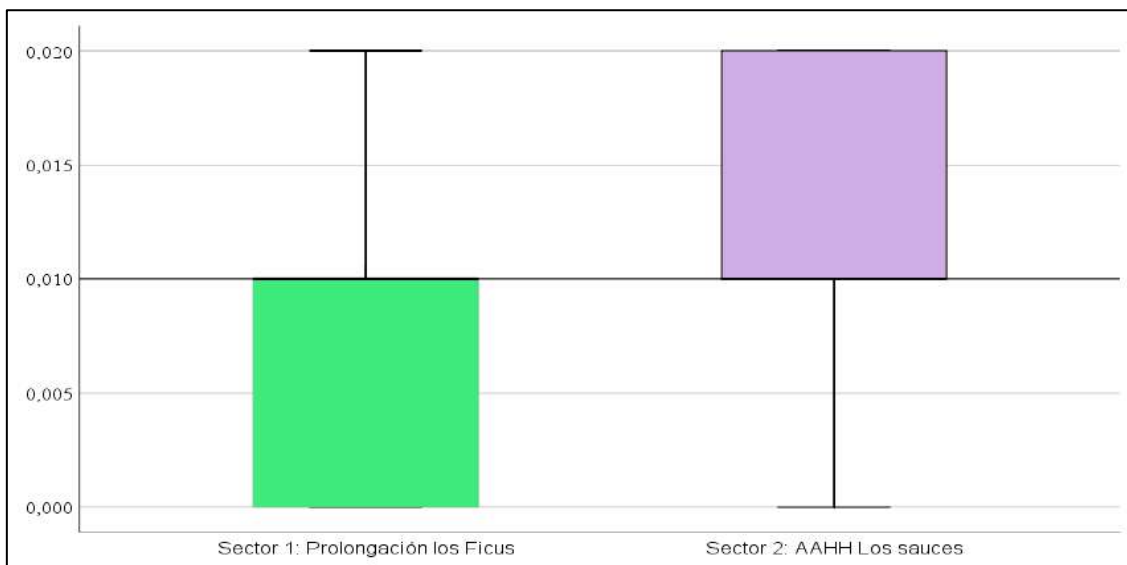


Figura 10. Diagrama de caja y bigotes de cloro residual de los dos sectores.

Nota. Elaboración propia.



#### 4.1.5 Diferencias de cloro residual por sectores respecto al pozo tubular

Considerando la ubicación de los puntos de monitoreo indicados en las Figuras 6 y 8, para el análisis de diferencias de cloro residual en los dos sectores, se realizó de acuerdo a su referencia (cercano, intermedio y lejano) al pozo tubular de suministro, obteniéndose la Tabla 11 con sus respectivos promedios.

Tabla 11

*Cloro residual en domicilios respecto al pozo tubular de suministro*

Referencia	Sector 1: Prolongación Los Ficus		Sector 2: AA. HH. Los Sauces	
	Punto de monitoreo	Cloro residual (mg/L)	Punto de monitoreo	Cloro residual (mg/L)
Cercanos	MA-1	0,01	MB-1	0,01
	MA.2	0,02	MB.2	0,02
	Media	0,015	Media	0,015
Intermedio	MA-3	0,01	MB-3	0,02
	MA.4	0,00	MB.4	0,00
	Media	0,005	Media	0,010
Lejanos	MA-5	0,01	MB-5	0,01
	MA-6	0,00	MB-6	0,01
	Media	0,005	Media	0,010
Promedio		0,0083		0,0117

Nota. Elaboración propia.

De acuerdo a la Tabla 11, se obtuvo un promedio de 0,0083 y 0,0117 mg/L para ambos sectores, donde al representar sus cambios en la Figura 10, se puede apreciar que los valores de cloro residual no muestran tendencia creciente o decreciente, pudiéndose afirmar el contenidos de cloro residual en ambos sectores no muestran cambios importantes.

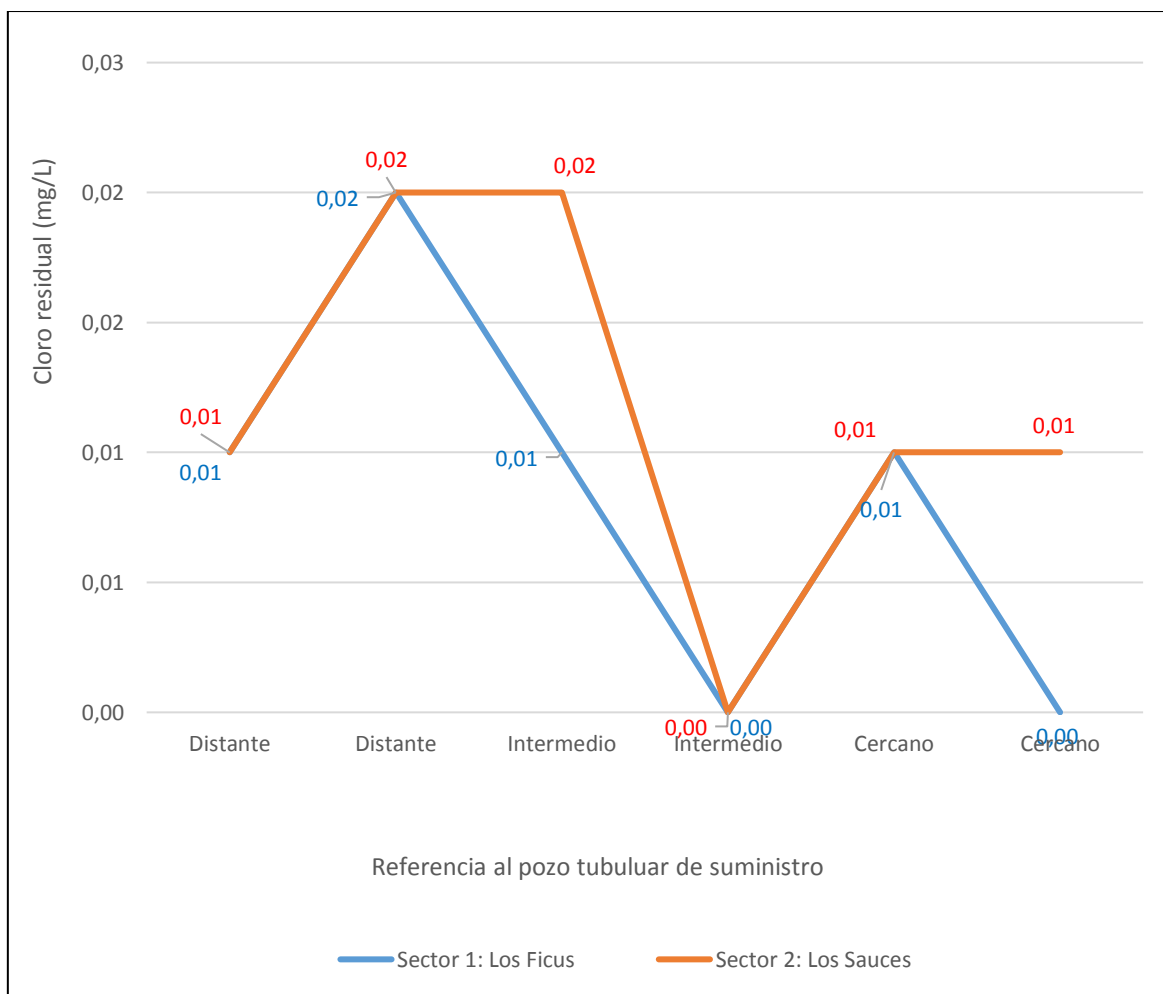


Figura 11. Cloro residual promedio respecto al pozo tubular de suministro.

Nota. Elaboración propia.

## 4.2 Contratación de hipótesis

### 4.2.1 Contraste de cumplimiento de cloro residual en ambos sectores

#### a) Hipótesis de investigación 1

Se incumple con el LMP del D.S. N° 031-2010-SA en el contenido de cloro residual del agua potable en la Prolongación Los Ficus y el Asentamiento Humano Los Sauces del distrito de Paramonga.

### **b) Hipótesis estadística 1**

$H_0$ : El contenido de cloro residual en el agua potable no es inferior al LMP de 0,5 mg/L en la Prolongación Los Ficus y el Asentamiento Humano Los Sauces del distrito de Paramonga.

$H_1$ : El contenido de cloro residual en el agua potable es inferior al LMP de 0,5 mg/L en la Prolongación Los Ficus y el Asentamiento Humano Los Sauces del distrito de Paramonga.

### **c) Significancia**

$\alpha = 5 \%$  equivalente a 0,05.

### **d) Normalidad**

El reporte de la Tabla 12 para ambos sectores, indica que el p-valor obtenido con Shapiro-Wilk de 0,212 es superior al 0,05 de significancia, se puede concluir que los datos reportados de cloro residual del sector 1: Prolongación Los Ficus y Sector 2: AA. HH. Los Sauces, corresponden a una distribución normal.

Tabla 12

*Reporte de normalidad de cloro residual Shapiro-Wilk para ambos sectores*

	Sector 1: Prolongación Los Ficus	Sector 2: AA. HH. Los Sauces
Estadístico	0,866	0,866
p-valor	0,212	0,212

Nota. Elaboración propia.

### e) Prueba estadística

Al corresponder los datos de cloro residual para ambos sectores a una distribución normal, se utilizó el estadístico *t* de Student para muestra única, indicándose en la Tabla 14 el reporte de la prueba.

Tabla 13

*Contraste para cloro residual para ambos sectores*

Detalle	Sector1:	Sector 2:
	Prolongación Los Ficus	AA .HH. Los Sauces
Prueba	t de Student para muestra única	
Valor de prueba	0,5 mg/L	0,5 mg/L
Valor t	-159,986	-158,902
p-valor	0,000	0,000
IC inferior al 95 %	-0,4996 mg/L	-0,4962 mg/L
IC superior al 95 %	-0,4838 mg/L	-0,4804 mg/L

Nota. Elaboración propia, para *t* negativo el p-valor es sig/2.

### f) Conclusión

De la Tabla 13, al obtenerse un p-valor de 0,000 (< 0,05 significancia), se acepta la hipótesis ( $H_1$ ), que el contenido de cloro residual en el agua potable es inferior al LMP de 0,5 mg/L en la Prolongación Los Ficus y el AA. HH. Los Sauces del distrito de Paramonga.

#### **4.2.2 Contraste para la comparación de cloro residual entre los dos sectores**

##### **a) Hipótesis de investigación 2**

Existen diferencias significativas entre el contenido de cloro residual que se presentan en el agua potable de la Prolongación Los Ficus con el del Asentamiento Humano Los Sauces en el distrito de Paramonga.

##### **b) Hipótesis estadística 2**

$H_0$ : No existen diferencias significativas entre el contenido de cloro residual del agua potable de la Prolongación Los Ficus con el del Asentamiento Humano Los Sauces en el distrito de Paramonga.

$H_3$ : Existen diferencias significativas entre el contenido de cloro residual del agua potable de la Prolongación Los Ficus con el del Asentamiento Humano Los Sauces en el distrito de Paramonga.

##### **c) Significancia**

$\alpha = 5\%$  equivalente a 0,05.

##### **d) Normalidad**

Ya fue abordado anteriormente en la Tabla 12, donde los valores de los contenidos de cloro residual para ambos sectores corresponden a una distribución normal.

##### **e) Prueba estadística**

Como los valores en ambos sectores corresponden a una distribución normal, se utilizó la prueba t de Student para muestras independientes, indicándose en la Tabla 15 el reporte de la prueba.

Tabla 14

*Prueba de contraste de comparación para cloro residual en los dos sectores*

Prueba	Parámetro	Valor
Levene de igualdad de varianzas	Significancia	1,000
	Conclusión	Se asumen varianzas iguales
t de Student para muestras independientes	Valor t	-0,767
	p-valor	0,461
	IC inferior al 95 %	-0,013 mg/L
	IC superior al 95 %	-0,006 mg/L

Nota. Elaboración propia.

#### **f) Conclusión**

Tras el análisis de Levene que reporta una igualdad de varianzas en ambos sectores, se obtuvo un p-valor de 0,461 ( $> 0,05$  significancia) el cual permite aceptar la hipótesis nula ( $H_0$ ), de que No existen diferencias significativas entre el contenido de cloro residual del agua potable de la Prolongación Los Ficus con el del Asentamiento Humano Los Sauces en el distrito de Paramonga.

### **4.2.3 Contraste de diferencias de cloro residual por sectores respecto al pozo tubular**

#### **a) Hipótesis de investigación 3**

Existen diferencias significativas entre el contenido de cloro residual que se presentan en el agua potable en domicilios cercanos, intermedios y distantes al pozo tubular de suministro de la Prolongación Los Ficus y el Asentamiento Humano Los Sauces en el distrito de Paramonga.

#### **b) Hipótesis estadística 4**

$H_0$ : No existen diferencias significativas entre el contenido de cloro residual que se presentan en el agua potable en domicilios cercanos, intermedios y distantes al pozo tubular de suministro de la Prolongación Los Ficus y el Asentamiento Humano Los Sauces del distrito de Paramonga.

$H_4$ : Existen diferencias significativas entre el contenido de cloro residual que se presentan en el agua potable en domicilios cercanos, intermedios y distantes al pozo tubular de suministro de la Prolongación Los Ficus y el Asentamiento Humano Los Sauces del distrito de Paramonga.

#### **c) Significancia**

$\alpha = 5 \%$  equivalente a 0,05.

#### **d) Normalidad**

Ya fue abordado anteriormente en las Tablas 12, los valores de los contenidos de cloro residual para ambos sectores corresponden a una distribución normal.

#### **e) Prueba estadística**

Para el contraste de hipótesis, teniendo sólo dos análisis por zona cercana, intermedia y distante al pozo tubular de suministro, se realizó el contraste para ambos sectores respecto a su media, la que arrojará la misma conclusión.

Tabla 15

*Contraste de cloro residual en domicilios cercanos, intermedios y distantes al pozo tubular*

Sector		Valor
	Prueba	t de Student para una muestra
1:Prolongación	Valor de prueba	0.0083 mg/L (media)
Los Ficus	Valor t	0,011
	p-valor	0,992
	Prueba	t de Student para una muestra
2:Asentamiento	Valor de prueba	0.0117 mg/L (media)
Humano Los	Valor t	-0,011
Sauces	p-valor	0,992

Nota. Elaboración propia, para hipótesis de diferencias p-valor = sig.

#### **f) Conclusión**

Para ambos sectores, de la Tabla 15 el p-valor obtenido de 0,992 (< a 0,05 de significancia), permite aceptar la hipótesis nula ( $H_0$ ), de que no existen diferencias significativas entre el contenido de cloro residual que se presentan en el agua potable en domicilios cercanos, intermedios y distantes al pozo tubular de suministro de la Prolongación Los Ficus y el Asentamiento Humano Los Sauces del distrito de Paramonga.



## **CAPITULO V**

### **DISCUSIÓN**

#### **5.1 Discusión de resultados**

Respecto a la evaluación de cloro residual en el agua potable respecto al LMP del D.S. N° 031-2010-SA en la Prolongación Los Ficus y el AA. HH. Los Sauces en el distrito de Paramonga. Con la prueba t de Student para muestra única a 95 % de nivel de confianza se concluye que el contenido de cloro residual en el agua potable incumple el LMP de 0,5 mg/L como mínimo en los dos sectores evaluados en diciembre del 2021. Resultados similares de incumplimiento a su norma, lo reportaron Sánchez et al. (2021), Ambuludi (2019) y Cruz-Vargas et al. (2017); aunque también hay estudios de cumplimiento parcial con su norma en algunos sectores que evaluaron como lo reportado por Huamán y Contreras (2020), Nuñez (2019), Pérez y Ramos (2018) y Soria (2018); y en cumplimiento de su norma lo reportado por Pérez y Romero (2017) y Reyes y Nicasio (2016). De ello, es importante y deseable que se hagan todas las gestiones que conlleven a asegurar como mínimo un contenido de 0,5 mg/L al ingreso a los domicilios para asegurar la salud de los usuarios.

Sobre la comparación de cloro residual del agua potable entre la Prolongación Los Ficus y el AA. HH. Los Sauces del distrito de Paramonga. Con la prueba t de Student para muestras independientes a 95 % de nivel de confianza se concluye que no existen diferencias significativas entre el contenido de cloro residual del agua potable entre ambos sectores diciembre del 2021. Otros estudios reportan diferencias de cloro residual entre sectores en su evaluación como el de Nuñez (2019) y Soria (2018).

Referente a la comparación de cloro residual del agua potable entre domicilios cercanos, intermedios y distantes al pozo tubular de suministro en la Prolongación Los Ficus y el AA. HH. Los Sauces del distrito de Paramonga. Con la prueba t de Student para muestra única a 95 % de nivel de confianza se concluye que no existen diferencias significativas entre el contenido de cloro residual del agua potable entre domicilios cercanos, intermedios y distantes al pozo tubular de suministro en ambos sectores en diciembre del 2021. Resultados de otros estudios como de Pérez y Ramos (2018) discrepan en que las concentraciones de cloro residual decaen desde el punto de suministro, así como también lo indica por Enciso (2019) de que el cloro residual disminuye en la red de distribución respecto a los tanques de almacenamiento con el tiempo, temperatura, pH, alcalinidad, conductividad, protección y exposición a la radiación solar. Nuestros resultados, pueden deberse a las bajas concentraciones de cloro residual presentes en los dos sectores evaluados.

## **CAPITULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 Conclusiones**

- El contenido de cloro residual en el agua potable en los sectores Prolongación Los Ficus y el Asentamiento Humano Los Sauces del distrito de Paramonga incumple el LMP de 0,5 mg/L como mínimo estipulado en el D.S. N° 031-2010-SA
- No se presentan diferencias significativas de cloro residual del agua potable en la Prolongación Los Ficus con el del Asentamiento Humano Los Sauces en el distrito de Paramonga.
- No hay diferencias significativas de cloro residual por bajas concentraciones en el agua potable en domicilios cercanos, intermedios y distantes al pozo tubular de suministro, en los sectores Prolongación Los Ficus y el Asentamiento Humano Los Sauces del distrito de Paramonga.

#### **6.2 Recomendaciones**

- Medir mediante una encuesta a los usuarios del pozo tubular administrada por la JASS Atusparia -Paramonga, sobre la percepción de la calidad de agua que consumen para incidir en los aspectos críticos de calidad del agua.
- Considerando que el contenido de cloro residual superiores a 0,5 mg/L, garantiza y asegura que no proliferen microorganismos patógenos en el sistema de agua potable, se sugiere ampliar la investigación a un análisis microbiológico (por

ejemplo Coliformes fecales, E. Coli y otros que indique la OMS) de la calidad de agua en el suministro a las viviendas de los sectores que consumen el agua suministrada del pozo tubular. Más aún, que los otros sectores consumen agua almacenada con un día de anticipación, y que probablemente haya zonas muertas en el tanque que incrementen su permanencia en ella, pudiendo ser foco de infección ante e ingreso de cualquier contaminante físico contaminado con microorganismos patógenos.

- Realizar un proyecto de inversión para la dosificación permanente de cloro en el sistema de agua potable, que garantice la concentración mínima de cloro residual al ingreso a las viviendas de los usuarios de los cinco sectores que se abastecen del pozo tubular.
- Gestionar la adquisición de aditivos para el control y dosificación de cloro en el interior de los domicilios para asegurar su calidad microbiológica, y que vaya de la mano con un programa de capacitación para su uso y cuidados.
- Realizar estudios similares en otras zonas del distrito de Paramonga, considerando que tienen diferentes proveedores de agua potables y que podrían estar en las mismas condiciones.

## **CAPITULO VII**

### **REFERENCIAS**

#### **7.1 Fuentes documentales**

- Ambuludi, K. J. (2019). *Evaluación de la calidad bromatológica de agua de uso doméstico de la ciudad de Machala*. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/14674?mode=full>
- Cruz-Vargas, M. P., Mariscal-Sant, W. E., Sorroza-Rojas, N. A., Villegas-Villao, N. E., García-Larreta, F. S., & Mariscal-García, R. S. (2017). Evaluación de resultados fisicoquímicos y microbiológicos del agua potable expendida en tanqueros. *Polo del Conocimiento*, 2(7), 523-539. Doi: <http://dx.doi.org/10.23857/pc.v2i7.258>.
- Enciso, N. A. (2019). *Seguimiento de la concentración de cloro residual en tanque de almacenamiento, Seguimiento de la concentración de cloro residual en tanque de almacenamiento, red de distribución y tanques residenciales en el municipio de Fortul, departamento de Arauca*. (Tesis de pregrado). Recuperado de [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_civil/540](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/540)
- Huamán, J. M., & Contreras, I. (2020). *Evaluación del cloro residual libre en el centro poblado de Santa Rosa de Ccochapampa, distrito de Anchonga – Huancavelica*. (Tesis de pregrado). Obtenido de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3395>
- Núñez, E. I. (2019). *Concentración de compuestos clorados en la red de distribución de agua potable del reservorio N° 2 de la planta El Milagro en la ciudad de Cajamarca – 2018*. (Tesis de pregrado). Obtenido de <http://65.111.187.205/handle/UPAGU/969>

- Pérez, J., & Romero, M. (2017). *Determinación de la concentración de Cloro Residual y Trihalometanos (Thm's) y su impacto en la salud según sectores de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Moyobamba – 2015*. (Tesis de pregrado).  
Obtenido de <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2565>
- Pérez, R. E., & Ramos, G. (2018). *Dosis de cloro y cloro residual libre en el sistema de agua potable del sector de Puyhúan grande del distrito y provincia de Huancavelica - 2018*. (Tesis de pregrado). Obtenido de  
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2181>
- Reyes, U. F., & Nicasio, D. A. (2016). Análisis de la cantidad de cloro residual libre en el agua de los bebederos públicos en la zona Centro de la ciudad de León, Guanajuato. *Jóvenes en la Ciencia*, 2(1), 546-550. Obtenido de  
<http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/2612>
- Rivera, L. N. (2006). Autocuidado y capacidad de agencia de autocuidado. *Avances en Enfermería*, 24(2), 91-98. Obtenido de  
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/avenferm/article/view/35969>
- Sánchez, V. G., Palomino, P. A., Antezana, R., Garayar, H. G., Espinoza, L. G., Enriquez, J. D., & Ccora, B. (2021). Concentración de compuestos clorados en la red de distribución de agua potable en la ciudad de Acobamba, Huancavelica, Perú. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), 3013-3028.  
Doi:[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i3.503](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.503)
- Soria, O. A. (2018). *Análisis cuantitativo de la cantidad de cloro antes y después de la cisterna en 5 sectores de la ciudad de Guayaquil*. (Tesis de pregrado). Obtenido de  
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/10145>

Velayos-Castelo, C. (2017). Cuidar la naturaleza. un diálogo filosófico con la "Laudato Si". *La albolafia: Revista de humanidades y cultura*. (10), 11-26. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6040195.pdf>

## 7.2 Fuentes bibliográficas

Camacho, A., & Ariosa, L. (2000). *Diccionario de términos ambientales*. La Habana, Cuba: Publicaciones Acuario.

Carrasco, S. (2017). *Metodología de la Investigación Científica: pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación* (2ª ed., 13ª reimpr.). Lima, Perú: San Marcos.

Córdova, I. (2017). *El proyecto de investigación cuantitativa* (1ª ed. 4ª reimpr.). Lima, Perú: San Marcos.

Gomero, G. (1996). *Métodos de investigación científica: enfoques modernos*. Lima, Perú: FAKIR Editores.

Ministerio del Ambiente. (2012). *Glosario de términos para la Gestión Ambiental Peruana*. Lima, Perú. Obtenido de <http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/504.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (2018). *Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda [Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating first addendum]*. Ginebra, Suiza. Obtenido de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>

### 7.3 Fuentes hemerográficas

Dirección General de Salud Ambiental. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano: DS N° 031-2010-SA* (1ª ed.). Lima, Perú: J.B. GRAFIC E.I.R.L.

### 7.4 Fuentes electrónicas

Banco Mundial. (2021). *Agua*. Obtenido de

<https://www.bancomundial.org/es/topic/water/overview#1>

BIOESTADISTICO. (2015, 19 de enero). *El cuadro de operacionalización de variables* [Video]. YouTube. Recuperado de

<https://www.youtube.com/watch?v=xYeHNTLYebY>

BIOESTADISTICO. (2012a, 12 de febrero). 01. *Tipos de investigación / Metodología de la investigación científica* [Video]. YouTube. Recuperado de

<https://www.youtube.com/watch?v=QXmKN34hbtM&t=42s>

BIOESTADISTICO. (2012b, 12 de febrero). 02. *Niveles de investigación / Metodología de la investigación científica* [Video]. YouTube. Recuperado de

<https://www.youtube.com/watch?v=hVmjWV4rpEQ>

BIOESTADISTICO. (2012c, 16 de marzo). 19. *Técnicas de recolección de datos / Metodología de la investigación científica* [Video]. YouTube. Recuperado de

<https://www.youtube.com/watch?v=6uRAkQdGmDU>

GEO GPS PERÚ. (2020). *Limite Distrital - Político - Shapefile - INEI Actualizado*.

Recuperado de [https://www.geogpsperu.com/2020/04/limite-distrital-politico-shapefile\\_28.html](https://www.geogpsperu.com/2020/04/limite-distrital-politico-shapefile_28.html)

Google Maps. (2020). *[Mapa de ubicación de los puntos de muestreo del cloro residual]*.

Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Los+Sauces,+Paramonga+15178/@->



10.6729157,-

77.8145507,1064m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x910749149460603f:0x5fb1ba443b012

af7!8m2!3d-10.6769786!4d-77.8121255

Organización Mundial de la Salud. (2022). *Agua para consumo humano*. Obtenido de

<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

## **ANEXOS**

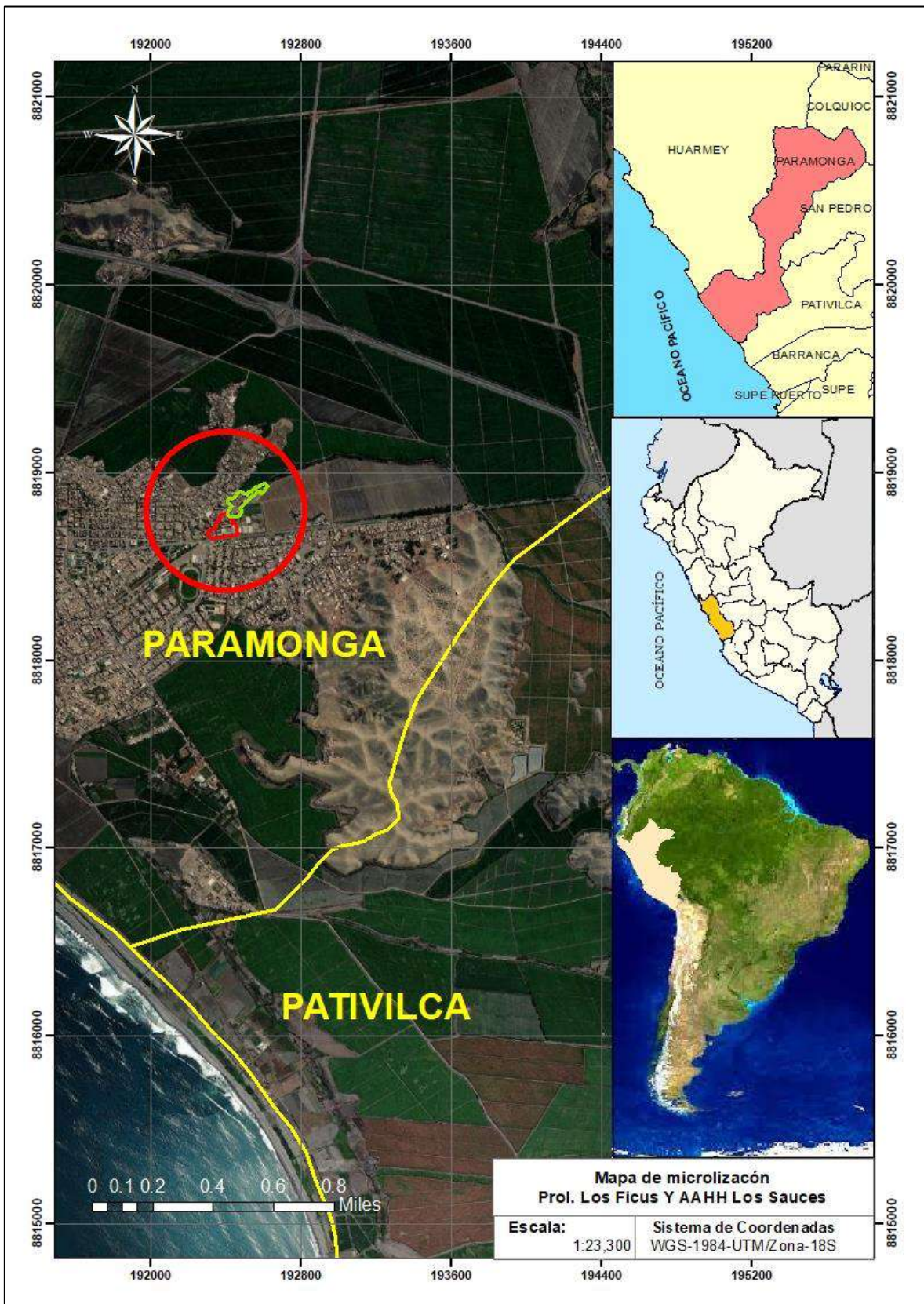
## Anexo 1. Matriz de consistencia.

### Evaluación de cloro residual del agua potable en domicilios de dos sectores del distrito de Paramonga, 2021

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensión	Indicador	Escala	Metodología
<p><u>Problema General</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿En qué condiciones de protección microbiológica por cloro residual se encuentra el agua potable en dos sectores del distrito de Paramonga en el año 2021?</li> </ul>	<p><u>Objetivo General</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar la evaluación del contenido de cloro residual en el agua potable en dos sectores del distrito de Paramonga en el año 2021.</li> </ul>	<p><u>Hipótesis General</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El contenido de cloro residual no garantiza la protección microbiológica en el agua potable en dos sectores del distrito de Paramonga en el año 2021.</li> </ul>	<p><u>Variable de caracterización</u></p> <p>1. Análisis de Cloro residual</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Punto de monitoreo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coordenadas UTM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nominal</li> </ul>	<p><b>Tipo de investigación</b></p> <p>Observacional. Transversal Descriptivo Prospectivo Aplicada</p> <p><b>Diseño</b></p> <p>No experimental transversal descriptivo</p> <p><b>Población y muestra</b></p> <p><b>. Población</b></p>
<p><u>Problemas Específicos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿En qué condiciones se encuentra el contenido de cloro residual respecto al LMP del D.S. N° 031-2010-SA en el agua potable de la Prolongación Los Ficus y el Asentamiento Humano Los Sauces del distrito de Paramonga?</li> <li>¿Qué diferencias en el contenido de cloro residual se presentan en el agua potable de la Prolongación Los Ficus con el del Asentamiento Humano Los Sauces en el distrito de Paramonga?</li> <li>¿Qué diferencias en el contenido de cloro residual se presentan en domicilios cercanos, intermedios y distantes al pozo tubular de suministro de la Prolongación Los Ficus y el Asentamiento Humano Los Sauces en el distrito de Paramonga?</li> </ul>	<p><u>Objetivos Específicos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar el contenido de cloro residual respecto al LMP del D.S. N° 031-2010-SA en el agua potable de la Prolongación Los Ficus y el Asentamiento Humano Los Sauces del distrito de Paramonga.</li> <li>Comparar el contenido de cloro residual que se presentan en el agua potable de la Prolongación Los Ficus con el del Asentamiento Humano Los Sauces en el distrito de Paramonga.</li> <li>Comparar el contenido de cloro residual que se presentan en el agua potable en domicilios cercanos, intermedios y distantes al pozo tubular de suministro de la Prolongación Los Ficus y el Asentamiento Humano Los Sauces en el distrito de Paramonga.</li> </ul>	<p><u>Hipótesis Específicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Se incumple con el LMP del D.S. N° 031-2010-SA en el contenido de cloro residual del agua potable en la Prolongación Los Ficus y el Asentamiento Humano Los Sauces del distrito de Paramonga.</li> <li>Existen diferencias significativas entre el contenido de cloro residual que se presentan en el agua potable de la Prolongación Los Ficus con el del Asentamiento Humano Los Sauces en el distrito de Paramonga.</li> <li>Existen diferencias significativas entre el contenido de cloro residual que se presentan en el agua potable en domicilios cercanos, intermedios y distantes al pozo tubular de suministro de la Prolongación Los Ficus y el Asentamiento Humano Los Sauces del distrito de Paramonga.</li> </ul>	<p><u>Variable de estudio</u></p> <p>2. Evaluación de cloro residual</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación en el sector 1</li> <li>Evaluación en el sector 2</li> <li>Evaluación entre los sectores 1 y 2</li> <li>Evaluación de los sectores 1 y 2 por distancia del pozo tubular de suministro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contenido de cloro residual 1</li> <li>Contenido de cloro residual 2</li> <li>Comparación de cloro residual con el LMP</li> <li>Comparación de cloro residual con el LMP</li> <li>Comparación de cloro residual entre los dos sectores</li> <li>Comparación de cloro residual por distancia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Razón</li> <li>Razón</li> <li>Nominal</li> <li>Nominal</li> <li>Nominal</li> <li>Nominal</li> </ul>	<p>Agua potable de ingreso a domicilios desde la red de distribución en dos sectores del distrito de Paramonga: Prolongación Los Ficus y Asentamiento Humano Los Sauces, en diciembre del 2021.</p> <p><b>. Muestra</b></p> <p>Muestras de 10 ml de agua potable de ingreso a 12 domicilios desde la red de distribución en dos sectores del distrito de Paramonga: Prolongación Los Ficus y Asentamiento Humano Los Sauces, en diciembre del 2021.</p> <p><b>Técnicas e instrumentos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Observación <ul style="list-style-type: none"> <li>Laptop</li> <li>Colorímetro portátil multiparamétrico</li> </ul> </li> </ul>

Nota: elaboración propia.

Anexo 2. Macrolocalización de los dos sectores de estudio del distrito de Paramonga.



Nota. Adaptado de mapa de Google Maps (2020) y GEO GPS PERU (2020).

Anexo 3. Equipo Colorímetro portátil multiparamétrico DR900 (Marca Hach)



## Anexo 4. Reporte de análisis de cloro residual.

### **INFORME DE ENSAYO**

IE – JGMT-0230-19

#### **I. DATOS DEL CLIENTE**

Cliente: Lucila Tabita Huaman Norabuena

DNI: 75194722

#### **II. FECHA DE MONITOREO**

Fecha de inicio: 13 de diciembre del 2021

Fecha de término: 13 de diciembre del 2021

Fecha de emisión de informe: 17 de diciembre del 2021

#### **III. CONDICIONES DEL AMBIENTE**

Temperatura: 23 °C

#### **IV. ENSAYO Y METODOLOGÍA UTILIZADA**

En campo: Análisis de Cloro residual

#### **V. DATOS DE LAS MUESTRAS PARA ANÁLISIS**

<b>Zona 1: Prolongación los Ficus</b>		
<b>Código de muestra</b>	<b>Dirección del domicilio</b>	<b>Ubicación coordenada UTM (Zona 18S)</b>
MA-1	Prolongación los ficus N°9	192394.714 – 8818762.343
MA-2	Prolongación los ficus N°7	182423.737 – 8818741.705
MA-3	Prolongación los ficus N°5	192393.747 – 8818741.382
MA-4	Prolongación los ficus N°12	192353.761 – 8818728.806
MA-5	Prolongación los ficus N°3	192364.080 – 8818713.650
MA-6	Prolongación los ficus N°1	192334.412 – 8818682.048

<b>Zona 2: Asentamiento Humano los Sauces</b>		
<b>Código de muestra</b>	<b>Dirección del domicilio</b>	<b>Ubicación coordenada UTM (Zona 18S)</b>
MB-1	AAHH Los sauces (Ubicación del tanque de Agua)	192604.990 – 8818927.704
MB-2	AAHH Los sauces Lote 12	192574.485 – 8818927.369
MB-3	AAHH Los sauces Lote 10	192544.315 – 8818896.529
MB-4	AAHH Los sauces Lote 8	192514.145 – 8818865.353
MB-5	AAHH Los sauces Lote 3	192453.806 – 8818803.673
MB-6	AAHH Los sauces Lote 1	192423.636 – 8818803.338

## VI. RESULTADOS

### Resultados de campo

Zona 1: Prolongación los Ficus		
Código de muestra	Unidad	Cloro residual
MA-1	mg/L	0,01
MA-2	mg/L	0,02
MA-3	mg/L	0,01
MA-4	mg/L	0,00
MA-5	mg/L	0,01
MA-6	mg/L	0,00

Zona 2: Asentamiento Humano los Sauces		
Código de muestra	Unidad	Cloro residual
MB-1	mg/L	0,01
MB-2	mg/L	0,02
MB-3	mg/L	0,02
MB-4	mg/L	0,00
MB-5	mg/L	0,01
MB-6	mg/L	0,01

Atentamente,

  
-----  
JUAN GABRIEL  
MATIAS CASTILLO  
INGENIERO QUIMICO  
Reg. CIP N° 227032

Anexo 5. Evidencias fotográficas del suministro de agua potable.



*Figura 12.* Captación de agua subterránea mediante una electrobomba sumergible

Nota. Elaboración propia.



*Figura 13.* Vista lateral de la caseta de bombeo agua potable

Nota. Elaboración propia.





*Figura 14.* Vista interior de las instalaciones de la caseta de bombeo

Nota. Elaboración propia.



*Figura 15.* Reservorio de agua ubicado en el cerro Atusparia

Nota. Elaboración propia.

Anexo 6. Evidencias fotográficas de muestreo y análisis realizados.



Figura 16. Muestreo realizado a) Interior de la caseta de bombeo y b) Domicilio

Nota. Elaboración propia.



Figura 17. Calibración del equipo Colorímetro portátil DR900

Nota. Elaboración propia.



Figura 18. Evidencia de resultado de cloro residual en distintos domicilios

Nota. Elaboración propia.



Figura 19. Consumibles para la determinación de cloro libre.

Nota. Elaboración propia.

Anexo 7. Gestiones de mejora de la calidad de agua potable.

**"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"**

**Paramonga, 12 de Agosto del 2022**

Sr.  
Juan Carlos Herrera Champa  
Presidente de la JASS Atusparia

**ASUNTO: VERIFICAR LA DOSIFICACIÓN DE CLORO EN EL AGUA POTABLE DE LOS CINCO AAHH  
DE LA JASS ATUSPARIA.**

**De mi consideración:**

Es grato dirigirme a usted para saludarle cordialmente y a la vez recurrir a su persona como el Presidente del JASS Atusparia. Comentándole que nuestro D.S. N° 031-2010-SA, Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano nos dice que el límite máximo permisible Cloro Libre Residual oscila de 0.5 a 1 mg/l<sup>-1</sup>.

Y no habiendo percibido organolépticamente la dosificación de cloro en el agua potable que llega a nuestros domicilios, solicitamos a su despacho verificar si la dosificación de cloro residual está en el rango aceptable, ya que su ausencia podría ocasionar enfermedades (diarreicas, parasitosis y dérmicas) de nuestros niños, adultos y adultos mayores.

Asimismo, sugiero comunicarnos en qué fecha se haría la verificación de cloro residual para formar parte de ello.

Sin otro particular, agradezco de antemano la atención prestada a la presente solicitud y quedando a su disposición ante cualquier comentario.

**Atentamente,**



LUCILA HUAMAN NORABUENA  
DNI 75194722  
CEL 953192748  
EMAIL lutahuaman@gmail.com



JASS ATUSPARIA  
PRESIDENTE  
PARAMONGA

Antes: 8/24/22  
Pul. J.A. 28  
Pul. J.A. 28