

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UPLA**  
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**TESIS**

**EFFECTOS DE LOS SISTEMAS DE CLORACIÓN POR  
GOTEO EN LA CONCENTRACIÓN DE CLORO  
RESIDUAL DEL AGUA POTABLE EN ZONAS  
RURALES**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. PAREDES SOTOMAYOR, BRYAN WILLIAM**

**Línea de Investigación Institucional:**

Nuevas tecnologías y procesos.

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO CIVIL**

**Huancayo – Perú**

**2022**

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UPLA**  
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**TESIS**

**EFFECTOS DE LOS SISTEMAS DE CLORACIÓN POR  
GOTEO EN LA CONCENTRACIÓN DE CLORO  
RESIDUAL DEL AGUA POTABLE EN ZONAS  
RURALES**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. PAREDES SOTOMAYOR, BRYAN WILLIAM**

**Línea de Investigación Institucional:**

Nuevas tecnologías y procesos.

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO CIVIL**

**Huancayo – Perú**

**2022**

Mg. Alejandro Benjamín García Ortiz.

**Asesor**

## **Dedicatoria**

- A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente.

Bryan William Paredes Sotomayor.

## **Agradecimientos**

- Al Mg. Alejandro Benjamín García Ortiz por direccionar esta investigación.

Bryan William Paredes Sotomayor.

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera  
Presidente

---

Mg. Henry Gustavo Pautrat Egoavil  
Jurado

---

Ing. Yina Milagro Ninahuanca Zavala  
Jurado

---

Ing. Edmundo Muñico Casas  
Jurado

---

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza.  
Secretario docente

# INDICE

<b>Dedicatoria</b>	<b>iv</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>v</b>
<b>INDICE</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>xiii</b>
<b>Resumen</b>	<b>xv</b>
<b>Abstract</b>	<b>xvi</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>17</b>
<b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>17</b>
1.1. Planteamiento del problema	17
1.2. Formulación del problema	19
1.2.1. Problema general	20
1.2.2. Problemas específicos	20
1.3. Justificación	20
1.3.1. Social o práctica	20
1.3.2. Científica o teórica	20
1.3.3. Metodológica	21
1.4. Delimitación del problema	21
1.4.1. Espacial	21
1.4.2. Temporal	22
1.4.3. Económica	22
1.5. Limitaciones	22
1.6. Objetivos	22
1.6.1. Objetivo general	22
1.6.2. Objetivos específicos	22
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>24</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>24</b>
2.1. Antecedentes	24
2.1.1. Nacionales	24
2.1.2. Internacionales	30
2.2. Marco conceptual	34
2.2.1. Importancia del agua	34
	vii

2.2.2. Sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural	35
2.2.3. Componentes para el almacenamiento y distribución del agua potable	36
2.2.4. Desinfección del agua	38
2.2.5. Calidad del agua potable	38
2.2.6. Sistema de cloración	39
2.2.7. Procesos de tratamiento de agua potable	40
2.2.8. Cloro	41
2.2.9. Dosis de cloro	42
2.2.10. Métodos de cloración por goteo	43
2.2.11. Cloración por goteo de carga constante con balde dosificador	44
2.2.12. Cloración por goteo con flotador	45
2.2.13. Cálculos para la dosificación del cloro la cloración por goteo de carga constante con balde dosificador y con flotador	47
2.2.14. Calidad de agua	49
2.2.15. Frecuencia y puntos de control de la desinfección	50
2.2.16. Medición de la concentración de cloro, turbiedad y pH en el agua	51
2.2.17. Aspectos microbiológicos	52
2.2.18. Aspectos químicos	52
2.2.19. Aspectos físicos estéticos	52
2.2.20. Los parámetros de control obligatorio (PCO)	53
2.3. Definición de términos	54
2.4. Hipótesis	56
2.4.1. Hipótesis general	56
2.4.2. Hipótesis específicas	56
2.5. Variables	56
2.5.1. Definición conceptual de las variables	56
2.5.2. Definición operacional de las variables	57
2.5.3. Operacionalización de las variables	57
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>59</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>59</b>
3.1. Método de investigación	59
3.2. Tipo de investigación	59

3.3. Nivel de investigación	60
3.4. Diseño de la investigación	60
3.5. Población y muestra	60
3.5.1. Población	60
3.5.2. Muestra	60
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	61
3.6.1. Técnicas de recolección de datos	61
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos	61
3.7. Procesamiento de la información	61
3.8. Técnicas y análisis de datos	61
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>63</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>63</b>
4.1. Descripción de resultados	63
4.1.1. Objetivo específico 1: Características de los sistemas de cloración por goteo	63
4.1.2. Objetivo específico 2: Variación de la concentración del cloro residual en el reservorio según el sistema de cloración por goteo	74
4.1.3. Objetivo específico 3: Variación de la concentración del cloro en la red del sistema de cloración por goteo	75
4.1.4. Objetivo general: Efecto del sistema de cloración en la cantidad de cloro residual del sistema	78
4.2. Contrastación de hipótesis	87
4.2.1. Hipótesis específica b	88
4.2.2. Hipótesis específica c	91
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>97</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>97</b>
5.1. Objetivo específico 1: Características del sistema de cloración por goteo	97
5.2. Objetivo específico 2: Variación de la concentración del cloro residual en el reservorio según el sistema de cloración por goteo	98
5.3. Objetivo específico 3: Variación de la concentración del cloro residual en la primera casa, casa intermedia y última casa de la red de distribución del sistema de cloración por goteo	99
5.4. Objetivo general: Efecto del sistema de cloración en la cantidad de cloro residual del sistema	102
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>103</b>

<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>104</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>105</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>108</b>
Anexo N° 01: Matriz de consistencia	109
Anexo N° 02: Operacionalización de variables	111
Anexo N° 03: Cálculo del sistema de cloración.	113
Anexo 03.01: Diseño del sistema de cloración controlada por filtros	114
Anexo 03.02: Diseño del sistema de cloración de carga constante.	116
Anexo 03.03: Diseño del sistema de cloración con flotador	118
Anexo N° 04: Dosificación de cloro en los caseríos de la investigación	121
Anexo N° 05: Variación temporal del cloro	124
Anexo N° 06: Ensayo de calidad del agua	127
Anexo N° 06.01: ensayos de calidad de agua del caserío El Molino Km 22	128
Anexo N° 06.02: ensayos de calidad de agua del caserío Landa	133
Anexo N° 06.03: ensayos de calidad de agua del caserío Yahuangate	137
Anexo N° 07: Reportes de la medición de cloro residual	141
Anexo N° 07.01: reporte de la medición de cloro residual en el caserío El Molino Km 22 – sistema de cloración por goteo controlado por filtros	142
Anexo N° 07.02: reporte de la medición de cloro residual en el caserío Landa – sistema de cloración por goteo con flotador	148
Anexo N° 07.03: reporte de la medición de cloro residual en el caserío Yahuangate – sistema de cloración por goteo por carga constante	154
Anexo N° 08: Análisis de precios unitarios de cada sistema de cloración por goteo	160
Anexo N° 09: Panel fotográfico	164
Anexo N° 10: Planos	172

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Acceso de la población de Piura al agua tratada.	19
<b>Tabla 2.</b> Efectos tóxicos del cloro	42
<b>Tabla 3.</b> Cantidad de hipoclorito de calcio al 70 % durante el año	49
<b>Tabla 4.</b> Valores orientados para la calidad bacteriológica	50
<b>Tabla 5.</b> LPM permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos	53
<b>Tabla 6.</b> LPM permisibles de parámetros de calidad organoléptica	54
<b>Tabla 7.</b> Operacionalización de las variables	58
<b>Tabla 8.</b> Datos generales de los caseríos analizados	63
<b>Tabla 9.</b> Caudal medio del sistema de cloración controlado por filtros	64
<b>Tabla 10.</b> Caudal medio del sistema por goteo con flotador	64
<b>Tabla 11.</b> Concentración de la solución madre.	65
<b>Tabla 12.</b> Cálculo de la dosis de goteo	65
<b>Tabla 13.</b> Caudal medio del sistema por goteo con flotador	66
<b>Tabla 14.</b> Estimación de la cantidad de hipoclorito de calcio.	66
<b>Tabla 15.</b> Concentración de la solución madre	66
<b>Tabla 16.</b> Cálculo de la dosis de goteo	67
<b>Tabla 17.</b> Tiempo de vaciado del tanque en la solución madre	67
<b>Tabla 18.</b> Caudal medio del sistema de cloración de carga constante	68
<b>Tabla 19.</b> Cantidad de cloro del sistema de goteo de carga constante	68
<b>Tabla 20.</b> Concentración de la solución madre	68
<b>Tabla 21.</b> Dosis de goteo	69
<b>Tabla 22.</b> Materiales del sistema de goteo controlado por filtros	69
<b>Tabla 23.</b> Materiales del sistema de cloración por goteo con flotador	70
<b>Tabla 24.</b> Materiales del sistema por goteo de carga constante	71
<b>Tabla 25.</b> Costo de instalación del sistema controlado por filtros	72
<b>Tabla 26.</b> Costo de instalación del sistema de cloración con flotador	73
<b>Tabla 27.</b> Costo de instalación del sistema de carga constante	74
<b>Tabla 28.</b> Comparación del cloro residual en el reservorio	75
<b>Tabla 29.</b> Comparación del cloro residual en la primera casa	76
<b>Tabla 30.</b> Comparación cloro residual en la casa intermedia.	77
<b>Tabla 31.</b> Comparación del cloro residual en la última casa	78
<b>Tabla 32.</b> Evaluación del sistema de cloración por goteo	79

<b>Tabla 33.</b> Resumen de datos para el análisis estadístico	87
<b>Tabla 34.</b> Prueba de normalidad de los datos de campo de reservorio	89
<b>Tabla 35.</b> ANOVA sistema de cloración y el cloro residual- reservorio	90
<b>Tabla 36.</b> Comparación de medias de sistemas de cloración en el reservorio	90
<b>Tabla 37.</b> Grupos con significancia similares en el reservorio	91
<b>Tabla 38.</b> Normalidad de los datos de la primera casa	91
<b>Tabla 39.</b> Normalidad de los datos de la casa intermedia	92
<b>Tabla 40.</b> Normalidad de los datos de la última casa	92
<b>Tabla 41.</b> ANOVA sistema de cloración y cloro residual primera casa	93
<b>Tabla 42.</b> Comparación de medias entre sistemas en la primera casa	94
<b>Tabla 43.</b> Grupos con significancia similares en la primera casa	94
<b>Tabla 44.</b> Análisis Kruskal – Wallis en la casa intermedia.	95
<b>Tabla 45.</b> Análisis Kruskal – Wallis en la última casa	95
<b>Tabla 46.</b> Comparación de grupos de los sistemas de cloración.	96
<b>Tabla 47.</b> Dosificación del cloro en el caserío de Yahuangate.	122
<b>Tabla 48.</b> Dosificación del cloro en el caserío de Landa.	122
<b>Tabla 49.</b> Dosificación del cloro en el caserío del kilómetro 22	123
<b>Tabla 50.</b> Variación temporal del cloro residual en el caserío de Yahuangate.	125
<b>Tabla 51.</b> Variación temporal del cloro residual en el caserío de Landa.	125
<b>Tabla 52.</b> Variación temporal del cloro residual en el caserío Molino KM 22.	126

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Indicadores de la calidad del agua en zonas del Perú.	18
<b>Figura 2.</b> Ubicación de los caseríos en estudio.	21
<b>Figura 3.</b> Componentes de un reservorio.	36
<b>Figura 4.</b> Esquema del sistema de aducción.	36
<b>Figura 5.</b> Esquema de las redes de distribución.	37
<b>Figura 6.</b> Esquema del sistema de aducción.	37
<b>Figura 7.</b> Presentaciones comerciales del cloro.	40
<b>Figura 8.</b> Dispositivo de control de nivel estático.	45
<b>Figura 9.</b> Detalle de los parámetros de ajuste del caudal	46
<b>Figura 10.</b> Detalle de manguera guía	46
<b>Figura 11.</b> Equipo portátil, medidor de pH y cloro residual	51
<b>Figura 12.</b> Equipo portátil, medidor de turbiedad	51
<b>Figura 13.</b> Medidor de cloro residual con pastillas DPD	52
<b>Figura 14.</b> Variación del costo de instalación del sistema de filtros.	72
<b>Figura 15.</b> Costo de instalación del sistema con flotador	73
<b>Figura 16.</b> Costo de instalación del sistema de carga constante	74
<b>Figura 17.</b> Comparación del cloro residual en el reservorio	75
<b>Figura 18.</b> Comparación del cloro residual en la primera casa	76
<b>Figura 19.</b> Comparación del cloro residual en la casa intermedia	77
<b>Figura 20.</b> Comparación del cloro residual en la última casa	78
<b>Figura 21.</b> Comparación de los sistemas de cloración	79
<b>Figura 22.</b> Variación temporal del cloro residual en el reservorio – sistema de carga constantes.	80
<b>Figura 23.</b> Variación temporal del cloro residual en casa inicial -sistema de carga constante.	81
<b>Figura 24.</b> Variación temporal del cloro residual en casa intermedia - sistema de carga constante.	81
<b>Figura 25.</b> Variación temporal del cloro residual en la última casa - sistema de carga constante.	82
<b>Figura 26.</b> Variación temporal del cloro residual en reservorio - sistema goteo con flotador	82
<b>Figura 27.</b> Variación temporal del cloro residual en casa inicial - sistema goteo con flotador.	83

<b>Figura 28.</b> Variación temporal del cloro residual en casa intermedia - sistema goteo con flotador.	84
<b>Figura 29.</b> Variación temporal del cloro residual en la última casa - sistema goteo con flotador	84
<b>Figura 30.</b> Variación temporal del cloro residual en reservorio - sistema goteo con filtros.	85
<b>Figura 31.</b> Variación temporal del cloro residual en casa inicial - sistema goteo con flotador	86
<b>Figura 32.</b> Variación temporal del cloro residual en casa intermedio - sistema goteo con flotador	86
<b>Figura 33.</b> Variación temporal del cloro residual en la última casa - sistema goteo con flotador.	87
<b>Figura 34.</b> Prueba de Kruskal – Wallis en la casa intermedia	95
<b>Figura 35.</b> Prueba de Kruskal – Wallis en la última casa	96

## Resumen

La presente tesis tuvo como problema general: ¿Cuáles es el efecto del sistema de cloración por goteo en la falta de cloro residual del agua potable en zonas rurales?, siendo el objetivo general: Evaluar el efecto del sistema de cloración por goteo en la falta de cloro residual del agua potable en zonas rurales, mientras que la hipótesis general fue: Los sistemas de cloración por goteo disminuyen la falta de cloro residual del agua potable en zonas rurales, de acuerdo al punto de abastecimiento; siendo el más efectivo el sistema de cloración por goteo controlado por filtros.

La investigación utilizó el método científico, una investigación aplicada, con un nivel explicativo y un diseño cuasi experimental; además la población considerada fueron los caseríos de la zona rural del distrito de Huarmaca, provincia de Huancabamba en el departamento de Piura; mientras que la muestra según el tipo de muestreo no probabilístico correspondió a los caseríos de: El Molino Km 22, Yahuangate y Landa; de los cuales se determinó la concentración de cloro residual del agua potable.

Como conclusión general se estableció que, los sistemas de cloración por goteo varían la concentración del cloro residual del agua potable en zonas rurales, de acuerdo al punto de abastecimiento (reservorio, en la primera casa, en la casa intermedia y la casa final); siendo el más efectivo el sistema de cloración por goteo controlado por filtros, además, en zonas rurales se debería dejarse de lado la cloración por goteo de carga constante pues es menos eficiente.

**Palabras clave:** cloración, goteo, controlado por filtros, carga constante, flotador.

## **Abstract**

The present thesis had as general problem: What is the effect of the drip chlorination system on the lack of residual chlorine of drinking water in rural areas, being the general objective: To evaluate the effect of the drip chlorination system on the lack of residual chlorine of drinking water in rural areas, while the general hypothesis was: The drip chlorination systems decrease the lack of residual chlorine of drinking water in rural areas, according to the point of supply; being the most effective the drip chlorination system controlled by filters.

The research used the scientific method, an applied research, with an explanatory level and an experimental design; also the population considered were the hamlets of the rural area of the district of Huarmaca, province of Huancabamba in the department of Piura; while the sample according to the type of non-probabilistic sampling corresponded to the hamlets of: El Molino Km 22, Yahuangate and Landa; from which the concentration of residual chlorine in drinking water was determined.

As a general conclusion, it was established that the drip chlorination systems vary the concentration of residual chlorine of drinking water in rural areas, according to the point of supply (reservoir, in the first house, in the intermediate house and the final house); being the most effective the drip chlorination system controlled by filters, in addition, in rural areas the constant load drip chlorination should be left aside because it is less efficient.

**Key words:** chlorination, drip, filter-controlled, constant load, float.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Planteamiento del problema**

Una de las ramas de la ingeniería civil, se encarga del estudio del abastecimiento control y calidad del sistema de agua para consumo humano, es por ello que esta rama de la ingeniería es muy importante, pues es uno de los servicios básicos que se debe cubrir a la población para mejorar la calidad de vida.

Los sistemas de tratamiento de agua para el consumo humano son muy variados, especialmente en su eficiencia, pues cada sistema puede tener características especiales que muchas veces están atadas a ciertos factores, que aseguren su adecuado funcionamiento.

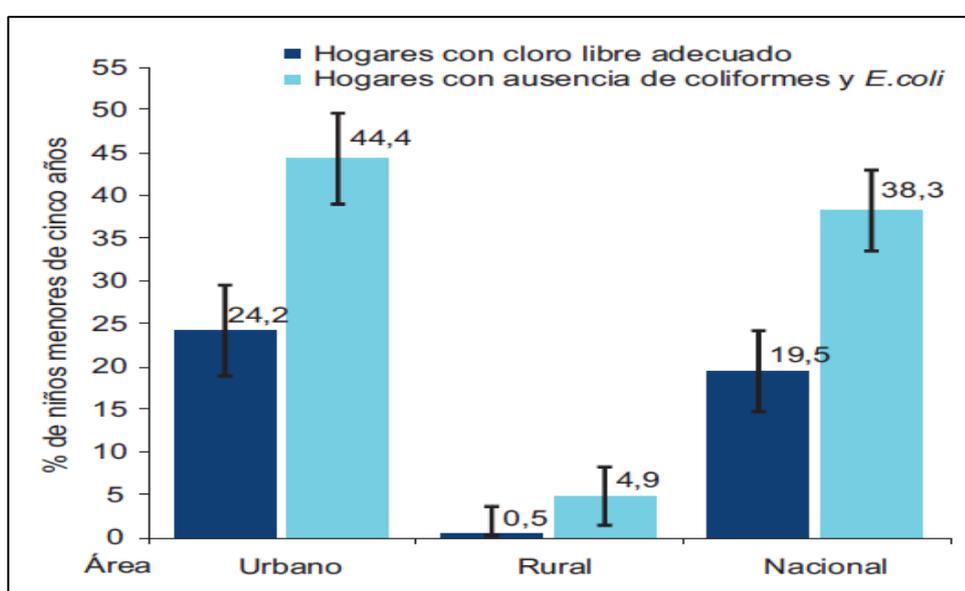
En tal sentido, a nivel internacional se tiene referencia de un sinnúmero de métodos para el tratamiento del agua para consumo humano destacándose de entre ellos los sistemas de cloración, por su facilidad de aplicación, sin embargo hasta la actualidad no se tiene una referencia exacta de la eficiencia de cada uno de estos sistemas, específicamente en la concentración de cloro residual (Corada, 2018). Este aspecto es un punto relevante, pues se ha comprobado que, si no existe un adecuado sistema de tratamiento, las enfermedades gastrointestinales pueden

incrementarse de manera significativamente en la población; afectándola en su salud.

En el Perú los sistemas de tratamiento del agua para consumo humano son el de cloración por goteo por flotador y por carga constante; sin embargo y a pesar de ello, el MINSA ha reportado la presencia de personas con enfermedades diarreicas en donde supuestamente está instalada un sistema de cloración por goteo con los sistemas mencionados, tal como se muestra en la siguiente figura (Miranda, Aramburú, Junco y Campos, 2010).

**Figura 1.**

Indicadores de la calidad del agua en las diferentes zonas del Perú.



Fuente: Miranda, Aramburú, Junco y Campos (2010).

Otro aspecto importante es que más de la mitad del agua tratada en el Perú viene siendo tratada por medio de sistemas de cloración poco eficientes, como el de difusión, la cual usa pastillas de hipoclorito de calcio que generan una gran concentración de sarro, ocasionando un mal sabor y partículas que afectan la calidad del agua; por tal razón, es necesario determinar qué sistema de agua puede brindar un tratamiento constante; especialmente en zonas rurales que no cuentan con empresas presentadoras de servicio (EPS) (Miranda, Aramburú, Junco y Campos, 2010).

En el departamento de Piura y en especial en las zonas rurales, solo el 35 % de la población tiene acceso al agua potable; por lo que el 65 % consume agua de ríos y puquiales que no cuentan con tratamiento alguno; cabe resaltar que del 35 % mencionado que tiene acceso al agua tratada, la mayoría tiene un sistema de desinfección deficiente (ver Tabla 1) ; pues de la medición de la concentración de cloro residual se encontró que, estos no cumplen con los límites máximos permisibles que la norma peruana exige; lo que origina la proliferación de elementos patógenos como los coliformes; afectando así la salud pública de la población (Radio Programas del Perú, 2014).

**Tabla 1.**  
Acceso de la población de Piura al agua tratada.

Tipo de acceso	Población (%)	
	Zona urbana	Zona rural
Acceso al agua potable	79	35
Sin acceso al agua potable	21	65

Fuente: Radio Programas del Perú (2014).

En base a lo mencionado, el problema recae en la deficiente calidad del agua para consumo humano, siendo necesario la evaluación de los parámetros de control obligatorios (cloro residual, pH, coliformes, color y turbiedad) de zonas rurales para verificar si estos se encuentran dentro de los rangos permisibles; asimismo, es necesario verificar qué sistema de cloración por goteo como el de carga constante, por flotador y controlado por filtro presenta mayor efectividad, permitiendo así asegurar la calidad del agua para consumo humano en las zonas rurales, donde mayor es esta problemática. En tal situación, para el cumplimiento de tal fin se consideró estudiar al agua de consumo humano de los caseríos El Molino Km 22 que cuenta con un sistema de cloración por goteo controlado por filtros, Yahuangate que hace uso del sistema de cloración de carga constante y Landa que cuenta con el sistema de cloración con flotador, cabe mencionar que, estos caseríos se encuentran ubicados en la zona rural del distrito de Huarmaca, de la provincia de Huancabamba del departamento de Piura.

## 1.2. Formulación del problema

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuáles es el efecto del sistema de cloración por goteo en la falta de cloro residual del agua potable en zonas rurales?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cuáles son las características del sistema de cloración por goteo con balde dosificador, con flotador y controlado por filtros en zonas rurales?
- b) ¿Cómo modifica el sistema de cloración por goteo de carga constante con balde dosificador, con flotador y controlada por filtros, la falta de cloro residual en el agua del reservorio de zonas rurales?
- c) ¿De qué manera varía el sistema de cloración por goteo de carga constante con balde dosificador, con flotador y controlada por filtros, la falta de cloro residual en la primera casa, en la casa intermedia y la casa final de la red de distribución del sistema de abastecimiento en zonas rurales?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Social o práctica**

Con el desarrollo de esta investigación se buscó establecer la eficiencia de los sistemas de cloración más utilizados en las zonas rurales, pues a pesar de la existencia de estos sistemas de tratamiento, muchos caseríos siguen presentados problemas de salud gastrointestinales y afectaciones en el sabor del agua, demostrándose de esta manera que los sistemas actuales presentan deficiencias en el tratamiento del agua.

### **1.3.2. Científica o teórica**

El desarrollo de la presente investigación ha demostrado que este tipo de justificación no es aplicable, pues solo existe cuando con el desarrollo de la tesis se busca crear o debatir el conocimiento existente.

### 1.3.3. Metodológica

En el desarrollo de esta investigación se consigna el diseño y los componentes de cada uno de los sistemas de cloración por goteo, además de su efectividad en relación a puntos del sistema de abastecimiento (reservorio, primera casa, casa intermedia y casa final), lo cual será de guía para proyectistas que desarrollan proyectos de abastecimiento de agua potable en zonas rurales y por ende, sentará las bases a futuras investigaciones, lo cual servirá de guía para trabajos futuros.

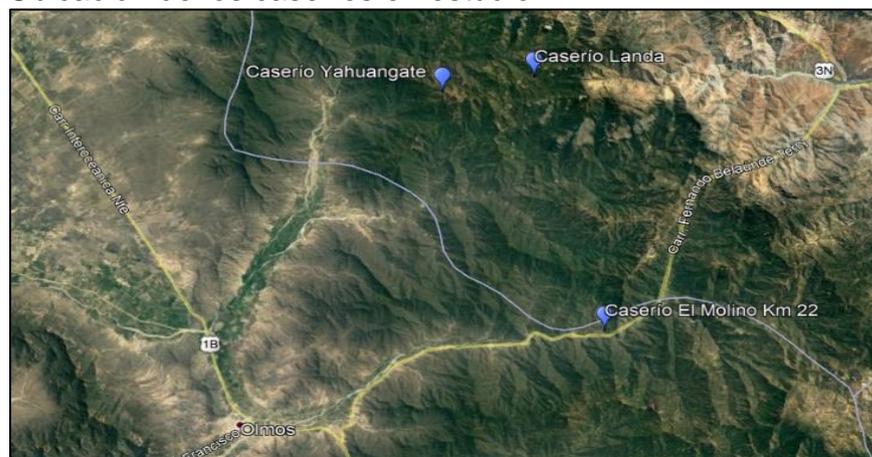
## 1.4. Delimitación del problema

### 1.4.1. Espacial

El desarrollo de la presente investigación se llevó a cabo en tres caseríos: El Molino Km 22, Yahuangate y Landa; ubicados en el distrito de Huarmaca, provincia de Huancabamba y departamento de Piura, tal como se representa en la siguiente figura.

#### Figura 2.

Ubicación de los caseríos en estudio.



Fuente: Google earth.

### **1.4.2. Temporal**

La presente investigación se llevó a cabo desde el mes de octubre de 2019 al mes de junio del año 2021; asimismo, cabe mencionar que las mediciones del cloro residual en cada uno de los sistemas de cloración por goteo se realizaron durante agosto a diciembre de 2020.

### **1.4.3. Económica**

La inversión que se consideró para el desarrollo de esta investigación, fue realizada en su totalidad por el tesista; asumiendo los costos necesarios para la recolección de muestras en cada Caserío y los ensayos necesarios para la estimación del cloro residual.

## **1.5. Limitaciones**

El desarrollo de la presente investigación tubo como principal limitación el aspecto económico, pues, solo se ha contado con el control de 3 caseríos, y dejando fuera del rango el estudio de otros caseríos, pues la distancia entre ellas, requería mayores presupuestos en recursos y logística.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto del sistema de cloración por goteo en la falta de cloro residual del agua potable en zonas rurales.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar las características del sistema de cloración por goteo con balde dosificador, con flotador y controlado por filtros en zonas rurales

- b) Determinar cómo el sistema de cloración por goteo de carga constante con balde dosificador, con flotador y controlada por filtros, modifica la falta de cloro residual en el agua del reservorio en zonas rurales.
- c) Establecer de qué forma el sistema de cloración por goteo de carga constante con balde dosificador, con flotador y controlada por filtros, varía la falta de cloro residual en el agua, en la casa intermedia y la casa final de la red de distribución del sistema de abastecimiento en zonas rurales.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. Nacionales

Muñoz (2019) en su tesis “Eficiencia del sistema de cloración por goteo para el mejoramiento de la calidad del agua de consumo humano del caserío Cauchamayo - Celendín” planteó como **objetivo** determinar la eficiencia del sistema de cloración por goteo para el mejoramiento de la calidad de agua de consumo humano de la población beneficiada; para ello planteó una **investigación con diseño experimental** basada en realizar una disolución de hipoclorito de calcio de alta concentración en un depósito de 50 L con un flotador que permitió que el cloro se mantenga en constante movimiento y sea conducido por gravedad al reservorio mediante un equipo de venoclisis regulador ubicado en la tapa del reservorio, para tal fin consideró como **instrumentos** para la medición de datos fichas de campo y comparadores de cloro; mientras que la **muestra** fue el centro poblado Cauchamayo.

Registró el cloro residual por un periodo de 31 días y los trabajos que realizó en campo fueron: construcción de la caseta de protección, instalación de balde de 50 L de solución madre,

construcción de clorador por goteo, instalación de control del nivel estático del reservorio, instalación de tubería para llenado de agua, desinfección del reservorio, capacitación a la junta administrativa del servicio y saneamiento de Cauchamayo. Los ensayos que realizó fueron: la concentración de cloro residual, para ello utilizó el método colorimétrico (comparador tipo disco); mientras que, para determinar el potencial de hidrógeno y la turbidez, utilizó un pHmetro y turbidímetro respectivamente.

El **resultado** que obtuvo fue que, el cloro residual en todas las mediciones durante los diferentes días de monitoreo fue óptimos pues al inicio de la red encontró cantidades en el intervalo de 0.76 mg/L - 0.97 mg/L, en la mitad en un rango de 0.6 mg/L - 0.86 mg/L y al final en un valor máximo de 0.74 mg/L, cumpliendo que las concentraciones objetivas de cloro deben ser como mínimo de 0.50 mg/L tal como lo recomienda la Organización Mundial de la Salud (OMS)

En **conclusión**, demostró la eficiencia del sistema de cloración por goteo instalado, pues el intervalo de su concentración fue de 0.50 – 1.00 mg/L; además, demostró que el pH y la turbidez se encontraban en el rango permitidos para ser agua de consumo humano.

León (2019), en sus tesis “Determinar las eficiencias de las desinfecciones en el abastecimiento de agua para consumo humano, cloración por goteo y difusión, Primorpampa – Shupluy - Yungay- Ancash, año 2018”, señaló como **objetivo** identificar el tipo de desinfección más eficiente en el abastecimiento de agua en el Centro Poblado de Primorpampa, distrito de Shupluy, provincia de Yungay, en el periodo octubre 2018 a marzo 2019. Para ello tomo como **diseño de investigación** el no experimental analizó los parámetros obligatorios según el Decreto supremo DS N°031-2010-SA, realizó análisis microbiológico de la cantidad de coliformes totales y coliformes fecales en el agua para consumo humano en la

localidad de Primorpampa del distrito de Shupluy (la **muestra**), análisis fisicoquímico de conductividad, turbiedad, pH, temperatura y color en el agua para consumo humano en la localidad de Primorpampa del distrito de Shupluy, tuvo 02 sistemas de muestreo: el primer sistema de agua con la instalación del sistema de desinfección de cloración por goteo y el segundo con la instalación de desinfección por difusión, este análisis fue realizado por 17 semanas y el monitoreo fue en 3 puntos: salida del reservorio o en la primera vivienda, vivienda intermedia y ultima vivienda, para todo ello ha considerado como **instrumentos** fichas de campo y comparadores de cloro.

El **resultado** que obtuvo fue que las variaciones de coliformes totales, fecales, turbiedad, conductividad y pH son inversamente proporcional a la variación de cloro residual; los parámetros de color y temperatura en los dos sistemas de agua fueron constantes. En el sistema de cloración por difusión la eliminación de coliformes fecales y totales es variable, los primeros días después de la recarga de cloro es óptimo, pero a partir del día 04 hasta el día 07 disminuye considerablemente; en cuanto al sistema de cloración por goteo es óptimo, debido a que redujo considerablemente la cantidad de coliformes fecales y totales, pero en las tomas de muestras de las viviendas intermedias y finales se incrementa la flora microbiana consecutivamente.

En comparación de las eficiencias de los sistemas de cloración por difusión y goteo, **concluyó** que el sistema de cloración por goteo es más eficiente que el sistema de cloración por difusión. Sin embargo, ambos sistemas no cumplen lo establecido por el DS 031-2010-SALUD.

Salazar (2018) en su tesis “Eficiencia de los sistemas de cloración convencional y goteo adaptado en el tratamiento de agua potable”, planteó como **objetivo** determinar la eficiencia de los sistemas de cloración convencional y goteo adaptado en el

tratamiento de agua potable. Para el desarrollo de la investigación consideró un **diseño experimental** en la que tomó como índices de medición los parámetros de lectura de cloro residual en el agua, el pH y la turbiedad, como factores básicos que influyen en la calidad de agua para consumo humano. Realizó ensayos durante 10 días consecutivos en la **muestra**, los cuales son 3 sectores: Las Zarzas, La Shilla y Urubamba Sector 01, donde hizo la recarga de cloro utilizando dos sistemas de cloración por goteo adaptado en los primeros sectores mientras que en Urubamba Sector 01 se aplicó el sistema tradicional hipoclorador de 105 orificios; para poder realizar las mediciones de las variables se consideraron fichas de campo y comparadores de cloro como **instrumentos**.

El **resultado** que obtuvo fue, en cuanto al cloro residual, en Urubamba sector 01 se ve que los primeros días está muy cargada la lectura mientras que desde el cuarto día no cumple los rangos permisibles, en La Shilla y Las Zarzas los resultados se encontraron en los rangos permisibles de 0.5 mg/L a 1.0 mg/L , el pH en los tres sistemas se encuentra en el rango establecido 6.5 - 8.5, siendo óptimo para el consumo humano según el decreto supremo DS N°031-2010-SA y la turbidez en La Shilla y Las Zarzas se encuentra en el límite máximo permisible de turbiedad de agua potable que es 5 UNT según el decreto supremo DS N°031-2010-SA, mientras que en Urubamba Sector 01, la turbiedad es muy deficiente llegando a 20 UNT.

En **conclusión**, verificó que el sistema de cloración por goteo adaptado es más eficiente que el sistema convencional (con hipoclorador).

Salazar (2019) en su investigación denominada “Influencia del sistema de cloración por goteo en la calidad del agua de la provincia de Oxapampa”, consideró como principal **objetivo** demostrar que los sistemas de cloración mejorar la calidad del agua, especialmente en la provincia de Oxapampa, para lo cual consideró una metodología

basada en **el diseño** cuasi experimental, donde pudo considerar como **muestra** de análisis a la junta administradora de servicio de saneamiento (JASS) de la localidad de Oxapampa. El desarrollo de la investigación consideró el diseño del sistema de cloración para la población mencionada, para lo cual tuvo que considerar aspectos como: el caudal de diseño, la dotación y la población; datos con los cuales pudo realizar el diseño de los diferentes componentes como: la captación, la red de distribución, la línea de conducción, la línea de aducción, entre otros. Todos estos parámetros fueron considerados en función a un análisis previo de la calidad del agua de la zona de estudio; para todo ello se ha considerado como **instrumentos** las fichas de campo y medidores de cloro residual.

Como principales **resultados**, pudo establecer que, el 8 % de los parámetros físico-microbiológico no cumplen con lo recomendado en la normativa peruana vigente. Por su lado, el análisis químico demostró que el 100 % de los parámetros cumplen con lo especificado en la norma; mientras que el 100 % de los parámetros hidrobiológicos no cumplen con lo recomendado en la normativa vigente, de igual manera, el análisis parasitológico demuestra que la cantidad de huevos y larvas, exceden lo establecido en la norma, lo cual es perjudicial para la salud de la población. En este contexto, también pudo establecer que, al utilizar un sistema de cloración por goteo el porcentaje de microorganismos presentes en el agua disminuyen de manera considerable. En este contexto, pudo establecer como **conclusión** que, si existe una gran influencia del sistema de cloración en la potabilización del agua.

Landeo (2018) en su investigación denominada “Relación de los métodos por goteo y la eficiencia del cloro residual en la instalación de sistemas de cloración en zonas rurales”, consideró como principal **objetivo** de establecer una relación entre los métodos de cloración y la eficiencia del cloro residual en los sistemas de cloración de zonas rurales como la localidad de Lirpancca del distrito de Paucará

en el departamento de Huancavelica. Para ello consideró, como parte de la metodología empleada un **diseño** experimental, la cual consiste en la instalación en un sistema de almacenamiento de agua, dos sistemas de cloración por goteo considerando similares condiciones como la cantidad de caudal de máximo diario de 0.20 l/s, un tanque dosador de 250 l con un caudal de goteo de 248 g/min, para posteriormente establecer su eficiencia. Además, tuvo que realizar la medición de la calidad del agua antes del tratamiento, para lo cual consideró el análisis de los parámetros como la turbiedad, el pH y el cloro residual; además tomo en cuenta que para la medición de los parámetros mencionados ha considerado como **instrumentos** fichas de campo, y comparadores de cloro residual. Con el sistema de cloración instalada sobre el reservorio, se procedió a registrar la cantidad de cloro residual en la red de distribución del sistema, distribuidas en tres lugares (en la primera vivienda, en la vivienda intermedia y la vivienda más alejada) en un periodo de 10 días, además es importante mencionar que como parte la **muestra** fue la localidad de Lirpancca.

Como **resultados** pudo determinar que, con el sistema de cloración por goteo con flotador, el 99 % de los registros realizados en la primera vivienda presentan una cantidad de cloro residual que oscila entre los valores de 0.71 mg/l y 1.03 mg/l, en la vivienda intermedia fue de 0.67 mg/l a 1.01 mg/l; mientras que en la última vivienda fue de 0.57 mg/l a 0.91 mg/l. Cuando aplicó el sistema de cloración por goteo con embalse, pudo determinar que el 99 % de las viviendas al inicio de la red de distribución tuvieron una concentración de cloro residual que oscila entre 0.64 mg/l y 0.92 mg/l; en las viviendas intermedias fue de 0.58 mg/l a 0.92 mg/l y en la última vivienda fue de 0.48 mg/l a 0.82 mg/l. **Concluyendo** que, a pesar que el sistema de cloración por goteo con flotador es más eficiente que el del embalse, ambos sistemas cumplen con el rango

recomendado con la normativa peruana, la cual exige una concentración de cloro residual de 0.50 mg/l a 1.00 mg/l.

### 2.1.2. Internacionales

Mayorga y Mayorga (2016) en su investigación “Propuesta de tratamiento del agua de consumo en pequeñas comunidades. Caso: sector Santa Rosa – La Hechicera (Mérida, Venezuela)”, tuvieron como principal **objetivo** mejorar la calidad del agua que beben los pobladores del sector Santa Rosa; quienes captan agua del río Albarregas y las almacenan en tanques sin ningún tipo de tratamiento; para esto, propusieron un sistema de tratamiento que incluye una filtración seguida un proceso de cloración.

Para cumplir con el objetivo establecido, tuvieron que seguir una metodología basada principalmente en el **diseño de investigación no experimental** del sistema propuesto, el cual considera, la cantidad de población que consume el agua. También obtuvieron muestras de agua del río en mención, con el fin de verificar la concentración de cloro necesaria para potabilizar el agua; los **instrumentos** necesarios para el desarrollo de esta investigación fueron el medidor de cloro residual y una incubadora de aire para la medición de la demanda bioquímica de oxígeno. La **muestra** de esta investigación fue el sector Santa Rosa – La Hechicera (Mérida, Venezuela).

Los **resultados** que obtuvieron muestran que para un adecuado tratamiento del agua en el sector Santa Rosa y la Hechicera, es necesario un filtro de arena de área de 73.44 m<sup>2</sup> y 15.03 m<sup>2</sup> respectivamente. Complementariamente también, instalaron un sistema de cloración que mantiene una concentración de cloro a 2 mg/L; lo cual representa una cantidad de hipoclorito de calcio de 702 g/día para el sector Santa Rosa, mientras que para el sector Hechicera de 144 mg/día; asegurando así un valor mínimo del cloro residual de 0.5 ppm en la última vivienda. Finalmente **concluyeron**

que, el sistema de desinfección es el tratamiento más importante, pues evitará a corto plazo que la población sufra afecciones intestinales u otras enfermedades relacionadas.

Muñoz y Delgado (2019) en su tesis “Implementación del proceso de desinfección para el mejoramiento del sistema de tratamiento de agua en la vereda El Paraíso del Municipio de Colon Nariño”, tuvieron como principal **objetivo** implementar un proceso de tratamiento del agua para la vereda El Paraíso, pues hasta la fecha del estudio, las características fisicoquímicas y biológicas del agua que consumen resultan nocivas. Es por ello que, para el cumplimiento de lo mencionado, consideraron un **diseño de investigación** experimental basado en el diseño, construcción, instalación y puesta en funcionamiento, de un sistema que consistía en una caseta de cloración de agua con hipoclorito de calcio, garantizando así la potabilidad; los **instrumentos** considerados fueron las fichas de campos y aquellos establecidos en su normativa, además la **muestra** considerada en el estudio fue la vereda El Paraíso en el municipio de Colon Nariño.

También consideraron la estimación de un índice para establecer un valor concreto de la calidad del agua (IRCA). Los **resultados** que obtuvieron muestran que, el valor del IRCA antes y después de la colocación del sistema es óptimo, debido a que se logra cumplir los límites establecidos por las normas vigentes; además que se logró pasar de un índice de alto riesgo a uno bajo. En este sentido, **concluyeron** que la calidad del agua para la población considerada en el estudio solo se podrá mantener si además de todos los sistemas instalados, se establece una organización entre los principales actores beneficiarios.

Orta y Pabón (2020) en su investigación “Evaluación de la calidad del agua de consumo de la junta administradora de agua potable y saneamiento regional Canchagua” tuvieron como principal **objetivo** evaluar la calidad del agua que consumen seis comunidades:

Canchagua Chico, La Mariscal, Salacalle, Guasin, Mollopamb, Guasin Pinlloloma y Canchagua, las cuales se abastecen de una fuente subterránea.

Para lograr el objetivo planteado consideraron **el diseño experimental de investigación**, para lo cual evaluaron los principales parámetros de la calidad del agua (físicos, químicos y microbiológicos). Estas mediciones lo realizaron en varios puntos del sistema: captación, reservorio y la red de distribución y consideraron factores como pH, conductividad, oxígeno disuelto, temperatura, salinidad, fluoruro, nitritos, nitratos, nitrógeno amoniacal, DBO<sub>5</sub>, DQO, color, coliformes fecales y el cloro residual; es por ello que consideraron como **instrumentos** fichas de campo y aquellos estandarizados por las normativas como el pHímetro, o el fluorímetro. La **muestra** considera en el desarrollo de esta investigación fueron el agua de las comunidades de Canchagua, Salacalle, Guasin Mollapamba, Mariscal Sucre y Guasin Pinlloloma.

Como **conclusión** establecieron que las fuentes analizadas de agua son adecuadas, pues cumplen todos los límites que la norma INEN 1108 establecen; sin embargo, a razón de que algunas viviendas no presentan las condiciones adecuadas de salubridad, también plantearon un sistema de monitoreo con el cual se pueda llevar un control de las mencionadas casas.

Benítez (2021) en su investigación denominada “Sistema de cloración automático para la junta administradora de agua potable regional oriental Mulaló-Joseguano Bajo-Aláquez”, tuvo como principal **objetivo** el análisis de los parámetros físicos y químicos del agua que es utilizada para el consumo humano, para después realizar el diseño de un sistema de cloración mediante el uso de la sustancia denominada hipoclorito de calcio, el cual posee propiedades que facilita la eliminación, neutralización y disminución del microorganismos en el agua. Como metodología de investigación consideró un **diseño no experimental** basada

principalmente en el diseño de un sistema automático para la dosificación del hipoclorito de calcio, mediante la aplicación de una bomba peristáltica; para ello consideraron un sistema de sensores que evita la pérdida del material clorificador, el cual también da información a los encargados del mantenimiento como, los niveles de pH y temperatura; y especialmente de la cantidad de hipoclorito disponible en el sistema, buscando de esta manera la forma más eficiente que el agua en el tanque de almacenamiento esté siempre tratada. Los **instrumentos** considerados para el desarrollo de la investigación fueron fichas de toma de campo, mientras que la **muestra** fue la junta administradora de agua potable regional oriental Mulaló-Joseguano Bajo-Aláquez.

Como principales **resultados** pudo determinar que el uso del sistema de control automático de clorificación en el agua controla la cantidad de pH en el agua, pues su valor promedio fue de 7.35; mientras que la cantidad de cloro residual del agua fue de 0.9 mg/l, los cuales están dentro de los rangos establecidos por la norma CO 10.07-602; además a ello, la consideración del uso de la bomba peristáltica ayudó a que la solución clorada no se desperdicie; **concluyendo** de esta manera que, el diseño del sistema de cloración automático puede brindar la seguridad para el consumo del agua potable, pues se cumplirán con los requerimientos exigidos por las normativas vigentes.

Orellana (2016) en su tesis denominada “Diseño de sistema de tratamiento de agua potable para la comunidad de Bellavista Cantón Colta”, tuvo como principal **objetivo** el diseño de sistema de tratamiento de agua potable de la comunidad Bellavista y de esta manera, los pobladores de la mencionada población puedan tener acceso al servicio de agua potable. En este contexto, el desarrollo de su investigación consideró una metodología con **diseño no experimental** y aplicada en el que tomaron analizaron muestras de agua de las principales fuentes de la zona de estudio,

en el que consideró el estudio y caracterización de las propiedades físico-químico y microbiológico, los cuales fueron determinados mediante las estandarizaciones de las normas técnicas ecuatorianas INEN 1108:2011; las cuales establecen que la cantidad de hierro en el agua no debe superar los 0.48 mg/l, mientras que el flúor no debe ser superior a 2.5 mg/l; así también, debió de considerar que las características organolépticas no deben presentar olor ni sabor desagradable; para esto los **instrumentos** considerados fueron fichas de recolección aquellos estandarizados en las normas técnicas ecuatorianas para medir la cantidad de flúor y de hierro; mientras que las **muestra** es la comunidad de Bellavista Cantón Colta.

Como **resultados**, pudo establecer que, para el tratamiento adecuado del agua potable en la zona de estudio es necesario considerar un tanque de captación, de la cual se llevará el agua a una torre de aireación de 2 m de altura, posteriormente a otro sistema de cloración. Con la consideración del sistema mencionado, pudo establecer que la reducción del flúor fue de un 53 % y del hierro de 94 %, además pudo denotar una mejora significativa en las características organolépticas. Como **conclusión** pudo establecer que el uso del sistema descrito anteriormente, es el adecuado para tratar el agua de la comunidad Bellavista, pues se logra cumplir con los estándares exigidos por la norma NTE INEN 1108:2011.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Importancia del agua**

Según Cooperación Alemana al Desarrollo (2017) se define como agua potable a aquella que puede ser consumida por los pobladores en toda su vida sin poner en riesgo su salud; por ello que el agua

debe contar con mínimas características físico-químicas y bacteriológicas que cumplan los límites que la norma establece.

El agua es uno de los vectores para transmitir enfermedades, especialmente como las EDAs (enfermedades diarreicas agudas), la cual son indicadores de altas cantidades de desnutrición y morbilidad en niños menores de 5 años. De acuerdo a estudios realizados por el MINSA en Perú, en el 2014 solo 1 % del agua en zonas rurales es clorada, lo cual ha generado que cerca de 478 000 menores de 5 años presente este tipo de enfermedades (Cooperación Alemana al Desarrollo, 2017).

Según Landeo (2018), la OMS, estima que al menos 840 000 muertes se pueden evitar si existe un acceso al agua clorada, siendo que por cada dólar invertido se logra un beneficio de 4.3 dólares.

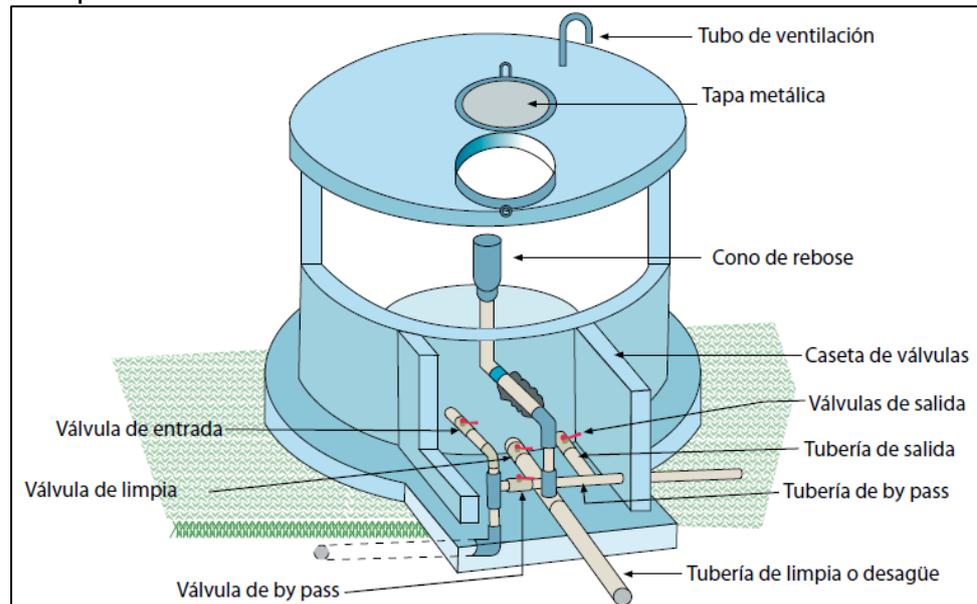
### **2.2.2. Sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural**

En el Perú, una zona rural es aquella que no sobrepasa una población de 2 000 habitantes, por lo que no cuenta con una empresa prestadora de servicios (EPS). Los sistemas de agua potable en las zonas rurales pueden ser convencionales o no; los sistemas convencionales, son aquellos que brindan el agua a nivel domiciliario, por lo que deben contar con un sistema de tratamiento y de distribución junto a una conexión domiciliaria; mientras que, los sistemas no convencionales son esquemas para la obtención de agua por soluciones individuales o multifamiliares, donde se aprovecha reducidas fuentes de agua y que su tratamiento se da a nivel familiar, un ejemplo de estos sistemas son las captaciones de lluvias o aquellas capitaciones mediante bombas manuales (León, 2019).

### 2.2.3. Componentes para el almacenamiento y distribución del agua potable

**Reservorio.** - El principal componente de un sistema de agua es el reservorio, cuya función es almacenar una cantidad de agua suficiente para abastecer la demanda de una población con un caudal y presión adecuado. Sin no hay una planta de tratamiento, la desinfección del agua puede realizarse en este lugar (Muñoz, 2019).

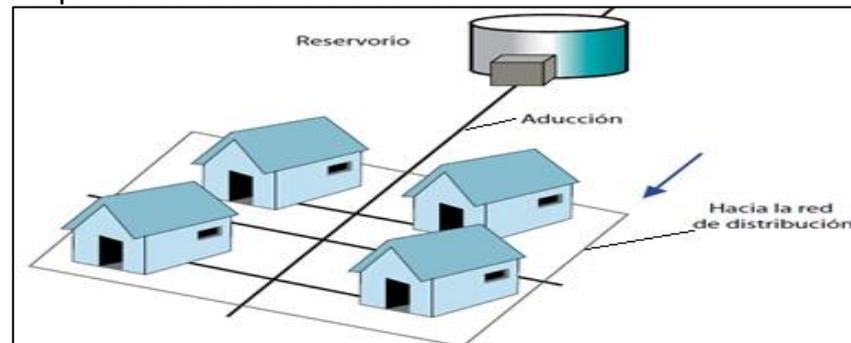
**Figura 3.**  
Componentes de un reservorio.



Fuente: Cooperación Alemana al Desarrollo (2017).

**Líneas de aducción.** - Son aquellas conformadas por un conjunto de tuberías, válvulas y demás componentes que sirven para llevar el agua hacia la red de distribución (Landeo, 2018).

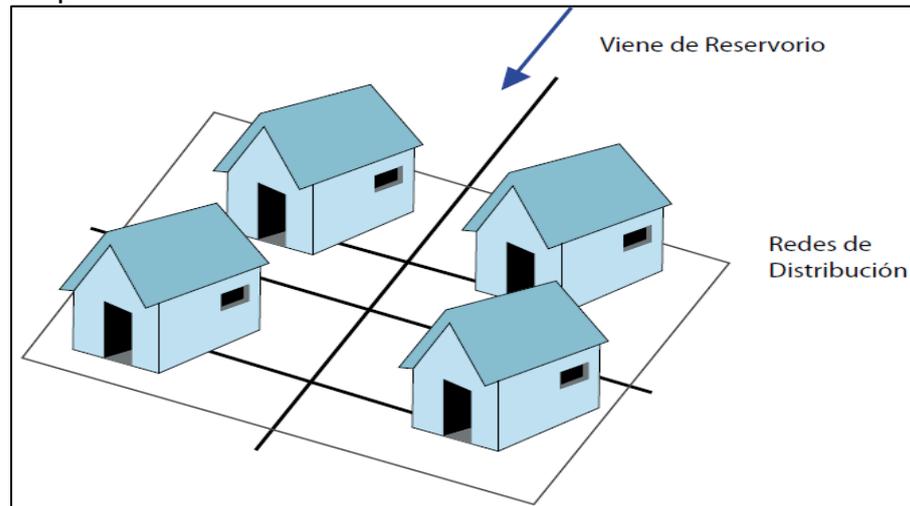
**Figura 4.**  
Esquema del sistema de aducción.



Fuente: Cooperación Alemana al Desarrollo (2017).

**Red de distribución.** - De acuerdo a Landeo (2018), la red de distribución, es el sistema donde se incluye válvulas reductoras de presión, de control y otros elementos que facilitan la distribución del agua hacia las viviendas, tal como se observa en la siguiente figura:

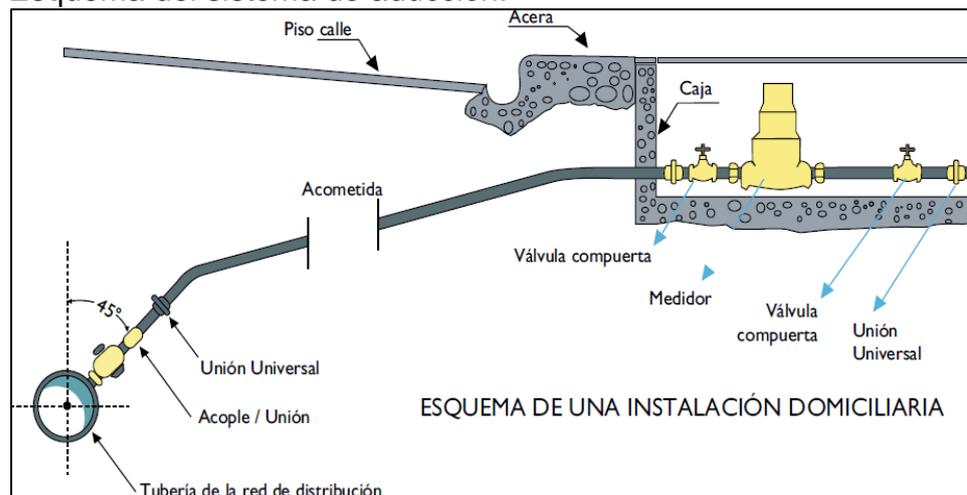
**Figura 5.**  
Esquema de las redes de distribución.



Fuente: Cooperación Alemana al Desarrollo (2017).

**Conexiones domiciliarias.** - Se ubican en las veredas y su principal función es brindar acceso al servicio de agua potable. Están compuestos por la toma, medición y caja de protección, tal como se muestra en la Figura 6 (Cooperación Alemana al Desarrollo, 2017).

**Figura 6.**  
Esquema del sistema de aducción.



Fuente: Cooperación Alemana al Desarrollo (2017).

#### **2.2.4. Desinfección del agua**

Según Benítez (2021), la desinfección del agua, es un método mediante la cual se asegura su calidad; para esto se puede aplicar diversos medios físicos o químicos como los que se mencionan a continuación:

- Ebullición.
- Rayos ultravioletas.
- Procesos químicos.

Por lo general, la desinfección está muy relacionada con la eliminación de patógenos existentes en el agua, por lo que un elemento utilizado como desinfectante debe de cumplir lo siguiente:

- Debe estar a una temperatura adecuada.
- Debe eliminar los organismos que puedan ocasionar enfermedades.
- El agua no debe cambiar de sabor y ser tóxica.
- Debe ser de bajo costo.
- La concentración en el agua debe ser de manera rápida.
- Debe dejar un efecto residual, para que proteja el agua.

Se sabe que el agua, a pesar de recibir un tratamiento, presentan contaminantes como microbios, por lo que el principal objetivo de los elementos de desinfección deberá ser eliminarlos para evitar la transmisión de enfermedades (Benítez, 2021).

#### **2.2.5. Calidad del agua potable**

En Perú la calidad del agua se regula en función del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, promulgado por el MINSA en el año 2010 (Cooperación Alemana al Desarrollo, 2017).

En este reglamento, se establece que si la desinfección se da cloración se debe controlar que el cloro residual sea mayor a 0.5 mg/L en el 90 % de las mediciones realizadas en un mes; mientras que, del 10 % restante ninguna medición debe ser menor a 0.3 mg/L. Asimismo, este mismo establece que, la turbiedad debe ser menor a 5 unidades nefelométrica de turbiedad (UNT) (Cooperación Alemana al Desarrollo, 2017).

#### **2.2.6. Sistema de cloración**

La cloración del agua es el método más accesible para el tratamiento del agua, consiste en introducir algún producto clorador (pastillas de cloro, lejía u otros) en el agua y de esta manera eliminar los microorganismos que puedan existir (Cooperación Alemana al Desarrollo, 2017).

Desde hace décadas se encuentra diversas maneras de la cloración del agua, entre estos se cuenta con: hipoclorador de tasa flotante, hipoclorador por difusión, hipoclorador de plataforma flotante y hipoclorador de botella invertida (Cooperación Alemana al Desarrollo, 2017).

Por lo general, la desinfección se realiza con cloro por ser oxidantes y poseer un gran poder destructivo sobre los microorganismos. Los elementos más utilizados son:

- Hipoclorito de calcio ( $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  o HTH), el cual es un producto seco, granulado de color blanquecino y cuya concentración comercial es de 65 %.
- Hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ), el cual es un líquido de color amarillo ámbar y cuya concentración es de 15 %.
- Dióxido de cloro ( $\text{ClO}_2$ ), el cual se genera en el sitio donde se utilizará; es disuelto hasta lograr una concentración de 1 %.

Como se ha descrito, el elemento que mayor uso se da para la desinfección es el cloro, el cual tiene varias presentaciones, pudiendo ser en forma de gas, sólida o líquida, en cualquiera de ellas, el poder desinfectante es grande, sin embargo, en zonas de difícil accesibilidad, ciertos tipos de cloro comercial son más complejos de usar debido a la especialización que deben de poseer los encargados del tratamiento del agua. A continuación, se muestra una figura donde se detallan las diferentes presentaciones del cloro.

**Figura 7.**

Presentaciones comerciales del cloro.



Fuente: Cooperación Alemana al Desarrollo (2017).

### 2.2.7. Procesos de tratamiento de agua potable

Según la revista Canal de Isabel II (2012) el tratamiento del agua se realiza habitualmente por los siguientes procesos:

- Preoxidación: introducción de un agente químico oxidante en el agua, con la capacidad de eliminar cualquier materia orgánica e inorgánica que pueda oxidarse.
- Coagulación y floculación: con este proceso se hace más accesible la agrupación de las partículas responsables del color y la turbidez del agua.

- Decantación: a causa de la gravedad y teniendo el agua casi en reposo, las partículas y agrupaciones formadas en el proceso anterior se depositan en el fondo formando un fango que se extrae posteriormente.
- Filtración: el agua se hace pasar por un filtro para retener las partículas que no fueron extraídas en el anterior proceso.
- Neutralización: este proceso consiste en ajustar mediante reactivos químicos la acidez del agua para evitar la corrosión de tuberías.
- Desinfección final: para garantizar la calidad del agua durante todo el recorrido de la red de distribución y la eliminación de microorganismos que aún puedan existir después de los procesos anteriores, se adiciona reactivos, normalmente cloro y amoníaco para formar cloraminas.

Según la Cooperación Alemana al Desarrollo (2017) por lo general, la desinfección con cloro se puede dar en dos etapas

- Primaria, en la que el cloro logra eliminar los pequeños microorganismos que están presente en el agua.
- Desinfección secundaria, la cual deja rastro de cloro para cuidar futuras contaminaciones.

Se debe tener presente que la desinfección mediante el uso de cloro es muy adecuada para zonas rurales, pero si se realiza una mala aplicación, pueden causar daños en la salud.

### **2.2.8. Cloro**

El cloro ( $\text{Cl}_2$ ) es un gas tóxico, es muy oxidante que reacciona con muchos compuestos. Es extremadamente corrosivo con la presencia de humedad y por ello los conductos y los materiales en contacto con él deben ser de aleaciones especiales. Es necesario que personal especializado tengan manejo del cloro, pues debe haber

sistemas de control y de alarma muy efectivos, por este motivo es preferible el uso de hipocloritos en solución o en forma sólida (Innovación Tecnológica Catalana, 2006).

**Tabla 2.**  
Efectos tóxicos del cloro.

Nivel de exposición	Efecto Tóxico
0.01 mg/l	Afecta la vida acuática
3.5 mg/l	Nivel en el cuál es detectable su olor
Hasta 15 mg/l	Irritación de mucosas de ojos y respiratorias
50 mg/l	Efectos graves en cortos periodos de exposición
1000 mg/l	Efectos letales

Fuente: Landeo (2018).

### 2.2.9. Dosis de cloro

La dosificación del cloro dependerá del tipo de agua que se tratará; por ello, es necesario que este procedimiento sea realizado por un personal capacitado (Cooperación Alemana al Desarrollo, 2017).

De acuerdo a la Cooperación Alemana al Desarrollo (2017), es recomendable estimar la cantidad de cloro por lo menos dos veces al año, esto en función de la variación de las propiedades fisicoquímicas del agua.

En el Perú, la dosis del cloro se puede estimar mediante la siguiente ecuación, donde se denota que es importante determinar la demanda de cloro, pues la dosis total considera la cantidad de cloro necesaria para eliminar organismos y el cloro que reaccionará con los demás componentes del agua (Cooperación Alemana al Desarrollo, 2017).

$$Dosis\ cloro\ (mg/L) = Demanda\ de\ cloro\ (mg/L) + 0.50\ (mg/L)$$

### **2.2.10. Métodos de cloración por goteo**

Este método permite el suministro constante de pequeñas dosis de solución clorada a caudales de agua que ingresan al reservorio (Díaz, Pacheco, Cabrera y Loayza, 2018).

Landeo (2018) menciona que el sistema de cloración por goteo se caracteriza por ser de bajo costo de instalación como de mantenimiento, de operación simple y demanda poco tiempo, teniendo las siguientes ventajas:

- Bajo costo de construcción y mantenimiento.
- Fabricación local.
- Facilidad de adquisición del desinfectante.
- Simplicidad de concepción.
- Relativa exactitud en la dosificación.
- Autonomía.
- Fácil de operar y mantener.
- Funcionamiento sin necesidad de presión del agua y sin requerimiento de energía eléctrica.

Los criterios de instalación del sistema es que la población de la comunidad debe estar en un rango de 150 a 1500 habitantes y el caudal de ingreso al reservorio sea de 0.2 a 2.0 L/s (Díaz et al., 2018a).

Antes de la instalación del sistema de cloración se debe verificar el análisis físico, químico y microbiológico; además de los parámetros de control obligatorio como pH que debe estar en el rango 6.5 a 8.5, la turbiedad menor a 5 UNT y color menor a 15 UC (Díaz et al., 2018a).

### **2.2.11. Cloración por goteo de carga constante con balde dosificador**

Este método consiste en el uso de un recipiente grande donde se ubica la “solución madre” y un balde dosificador en el cual se regula la cantidad de ingreso del cloro al reservorio. En la base se instala un conducto flexible cuya terminación es una boya, mientras que en el otro extremo un cuentagotas con el que se regula la cantidad de agua (Díaz et al., 2018a).

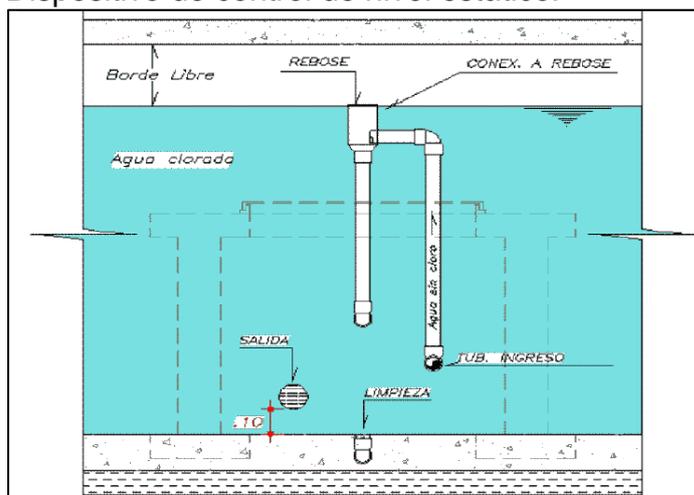
La desventaja de este tipo de cloración es que, requiere de un mantenimiento constante, controlando la dosificación y posibles obstrucciones en el conducto (Díaz et al., 2018a).

Asimismo, las partes de este sistema de cloración por goteo de carga constante con balde dosificador son:

- Tanques de solución madre, que soporte el efecto corrosivo del cloro, puede ser tanque de 250 a 600 L de volumen.
- Recipiente dosificador con 42 cm de altura y 38 x 38 cm, de 40 L en promedio.
- Válvula flotadora.
- Accesorios de conexión al recipiente dosificador y al reservorio.
- Caseta de protección que puede ser construida de material noble o con estructura metálica.

En este sistema, se debe realizar la instalación del control de nivel estático, que consiste en instalar un dispositivo que controle el ingreso de agua al interior del reservorio, usando tubería PVC con la finalidad de evitar la pérdida de agua clorada cuando el reservorio se llene y rebose el agua excedente, como se muestra en la siguiente figura (Díaz et al., 2018a).

**Figura 8.**  
Dispositivo de control de nivel estático.



Fuente: Díaz et al. (2018a).

Las limitaciones de este método se presentan cuando las temperaturas son menores a 9 °C existe riesgo de que se produzca obstrucciones en el goteo, requiriéndose que el caudal de goteo sea mayor a 40 mL/min; mientras que, en climas templados o cálidos podrá regularse desde 25 mL/min a más (Díaz et al., 2018a).

### 2.2.12. Cloración por goteo con flotador

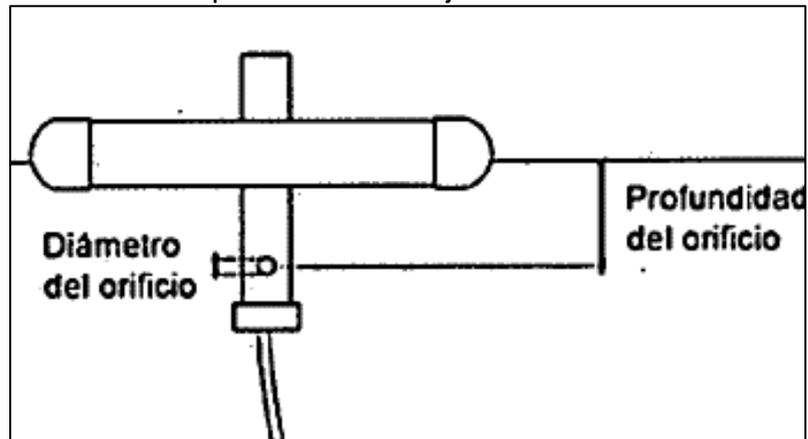
Este sistema consiste en agregar al hipoclorador por goteo un flotador, el cual es de PVC de ¾" de diámetro, el cual capta la solución a través de un orificio de 1.5 mm a 2 mm de diámetro; el cual está sumergido cierta profundidad, para buscar una carga constante de la solución (León, 2019).

El caudal que ingresa al reservorio se puede obtener en función del diámetro del orificio y su profundidad. Esto se puede representar mediante la siguiente ecuación y la Figura 9 (León, 2019).

$$Q = C_d \cdot A \cdot \sqrt{2gh}$$

Dónde: Q, es el caudal de ingreso al orificio (m<sup>3</sup>/s); C<sub>d</sub>, es el coeficiente de descarga (adimensional); A, es el área del orificio (m<sup>2</sup>); g, aceleración de la gravedad (m<sup>2</sup>/s), y h, es la profundidad del orificio (m).

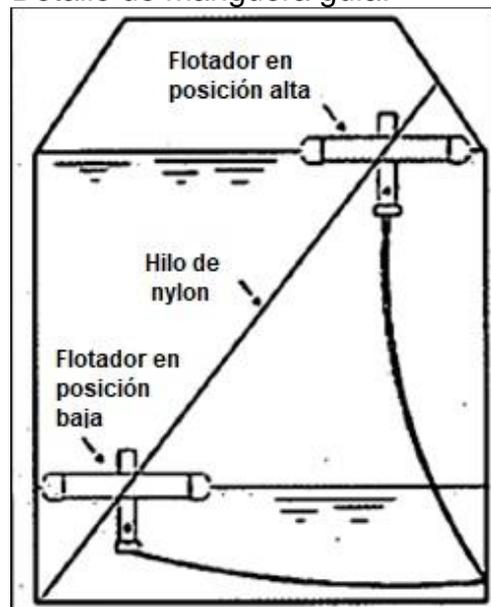
**Figura 9.**  
Detalle de los parámetros de ajuste del caudal.



Fuente: León (2019).

Complementariamente, se debe instalar un hilo nylon en diagonal, el cual servirá de guía, además que evita que la manguera se doble, tal como se muestra en la **Figura 10**.

**Figura 10.**  
Detalle de manguera guía.



Fuente: León (2019).

Si existe una presión adecuada, puede instalarse una conexión directa al tanque de la solución madre, la cual debe pasar necesariamente por los filtros. En el reservorio debe instalarse un sistema de boyas, con el cual se controle el ingreso de la solución y evitando el exceso cuando no haya consumo (León, 2019).

Las partes de este sistema son:

- Tanque de polietileno de 600 L de volumen.
- Flotador de PVC, confeccionado con tubos, codos y Tee PVC.
- Niple de PVC, deslizante en dirección vertical.
- Manguera flexible e hilo de nylon.
- Conexiones de ingreso de agua.
- Conexiones de salida y dosificación de cloro al reservorio.
- Caseta de protección que puede ser construida de material noble o con estructura metálica.

Se realizará la instalación del control de nivel estático, que consiste en instalar un dispositivo que controle el ingreso de agua al interior del reservorio, usando tubería PVC con la finalidad de evitar la pérdida de agua clorada cuando el reservorio se llene y rebose el agua excedente (Díaz et al., 2018a).

Las limitaciones que presenta este método es que se deberá realizar cambios de manguera flexible e hilo de nylon al menos 2 veces al año y el periodo máximo de recargas es de 15 días en tanques de 600 L (Díaz et al., 2018a).

### **2.2.13. Cálculos para la dosificación del cloro la cloración por goteo de carga constante con balde dosificador y con flotador**

Según Díaz et al. (2018) hay dos formas de calcular el peso del hipoclorito, siendo la primera como se consigna en la siguiente ecuación:

$$P(gr) = \frac{Q_i * T * C_2}{10 * \%cloro}$$

Donde: P, es el peso de hipoclorito en gramos,  $Q_i$ , es el caudal de ingreso al reservorio en litros por segundo, T, es el tiempo de recarga, en segundos,  $C_2$ , es la concentración de cloro a nivel de

reservorio (del agua clorada en reservorio), en ppm o mg/L. % Cloro, es la concentración de hipoclorito de calcio (65 a 70) y 10 es el factor de conversión de unidades (Díaz et al., 2018a).

Mientras que, la segunda forma de calcular el peso del hipoclorito, se da con la siguiente ecuación:

$$P(\text{gr}) = \frac{V * C}{10 * \% \text{cloro}}$$

Donde: P es el peso requerido de hipoclorito en gramos, C es la concentración del cloro o dosis total (mg/L) de la solución a preparar, V es el volumen del tanque para preparar la solución madre, % Cloro, es la concentración de hipoclorito de calcio (65 a 70) y 10 es el factor de conversión de unidades (Díaz et al., 2018a).

Asimismo, se deberá calcular la demanda máxima diaria de la población mediante la ecuación:

$$Q_{\text{max. d}} = \frac{(\text{Población}) * (\text{dotación})}{86400} * 1.3 \text{ L/s}$$

Para determinar el caudal de goteo para la cloración por goteo de carga constante con balde dosificador, se hará por relación simple en base a que, para un caudal de agua de 1 L/s, se requiere un caudal de goteo  $Q_g=12 \text{ mL/min}$  (Díaz et al., 2018a).

Según Díaz et al. (2018) la regulación y funcionamiento del equipo de cloración por goteo con flotador se determinará por:

- a. El caudal de goteo ( $Q_g$ )

$$Q_g = \frac{V_{tc}}{T}$$

Donde:  $V_{tc}$ , es el volumen de solución clorada en el tanque de cloración, en mililitros y T, es el tiempo de goteo (igual al periodo de recarga), en minutos (1 día =1440 minutos) (Díaz et al., 2018a).

Asimismo, la verificación de la concentración máxima se podrá calcular de dos formas:

$$C_1 = \frac{10 * P * (\%cloro)}{V_{tc}}; c_1 \leq 5000 \text{ mg/L}$$

$$V_{min} = \frac{10 * P * (\%cloro)}{C_{max}}$$

Donde:  $C_1$ , es la concentración de solución madre en mg/L o ppm; P, es el peso de hipoclorito de calcio encontrado en las fórmulas anteriores; % Cloro, es la concentración de hipoclorito, en este caso 70 %;  $V_{tc}$ , es el volumen de la solución madre en litros (L); 10, es el factor de conversión de unidades;  $V_{min}$  es el volumen mínimo de agua para disolución, en litros (L) y  $C_{max}$ , es la concentración máxima = 5000 mg/L = 5000 ppm (Díaz et al., 2018a). El rotulado del tubo visor, se da de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$h = \frac{4000 * V}{3.1416 * d^2}$$

Donde: h, es la altura de agua en cm; V, es el volumen de agua en litros (L) y d, es el diámetro interior del tanque de solución madre en cm (Díaz et al., 2018a).

b. Controles de funcionamiento durante el año:

Los controles de funcionamiento, se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 3.**

Estimación de cantidad de hipoclorito de calcio al 70 % durante el año.

Época	Qi (L/s) (caudal de ingreso al reservorio)	Peso (gramos) de hipoclorito de calcio al 70 % (para 7 días)	
		Concentración	N° cucharas soperas
		1.5 mg/L	15 gr/und
Estiaje	0.50	648	43
Resto del año	0.55	713	48
Lluvia	0.70	907	60

Fuente: Díaz et al. (2018).

#### 2.2.14. Calidad de agua

La calidad del agua tiene diversos parámetros (OMS, 2006), estos se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4.**

Valores orientados para la calidad bacteriológica.

Organismos	Valor orientativo
<b>Agua para consumo humano</b>	
E. coli o bacterias coliformes termotolerantes	No deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml
<b>Agua tratada que entra en el sistema de distribución</b>	
E. coli o bacterias coliformes termotolerantes	No deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml
Totales de bacterias coliformes	No deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml
<b>Agua tratada en el sistema de distribución</b>	
E. coli o bacterias coliformes termotolerantes	No deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml
Total de bacterias coliformes	No deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml. En el caso de grandes suministros en los que se examinen suficientes muestras, no deben estar presentes en el 95 % de las muestras tomadas a lo largo de cualquier periodo de 12 meses

Fuente : OMS (1998).

### 2.2.15. Frecuencia y puntos de control de la desinfección

La frecuencia mínima que debe medir ese el cloro residual es por lo menos una vez por semana en la salida de la cámara de la cloración y en varios puntos de control (Cooperación Alemana al Desarrollo, 2017).

Para el pH y la turbiedad, puede aplicarse la frecuencia mencionada; sin embargo, si no es posible, como mínimo debería realizarse 2 veces al año, especialmente cuando se dé la variación estacional o cuando haya variaciones significativas en la cantidad y calidad del agua (Cooperación Alemana al Desarrollo, 2017).

Un punto de control es la última casa o la vivienda más eleva; sin embargo, también es factible la medición en viviendas cercanas al reservorio para medir si existe exceso de la dosificación (Cooperación Alemana al Desarrollo, 2017).

## 2.2.16. Medición de la concentración de cloro, turbiedad y pH en el agua

Para medir las principales propiedades del agua pueden usarse equipos digitales o métodos colorimétricos que aplican reactivos químicos. Los equipos digitales son instrumentos más precisos, pero debido a su alto costo no es recomendable para zonas rurales, salvo para supervisores de la calidad del agua, tal como se muestra en la Figura 11 y Figura 12 (Cooperación Alemana al Desarrollo, 2017).

**Figura 11.**

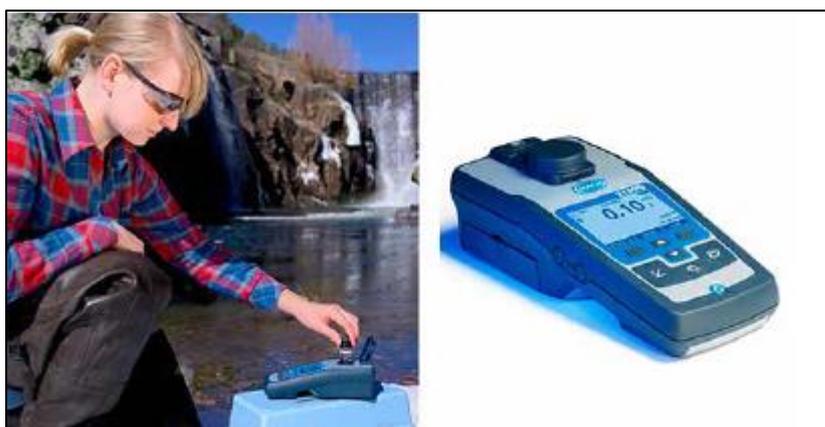
Equipo portátil, medidor de pH y cloro residual.



Fuente: Cooperación Alemana al Desarrollo (2017).

**Figura 12.**

Equipo portátil, medidor de turbiedad.



Fuente: Cooperación Alemana al Desarrollo (2017).

Si se utiliza los métodos colorimétricos para la medición del cloro residual, el reactivo más utilizado es el DPD (Figura 13).

**Figura 13.**  
Medidor de cloro residual con pastillas DPD.



Fuente: Cooperación Alemana al Desarrollo (2017).

### **2.2.17. Aspectos microbiológicos**

El agua para consumo humano no debe contener ningún microorganismo patógeno capaz de causar enfermedades, tampoco alguna bacteria indicativa de contaminación fecal. La OMS y otros organismos propugnaron una estrategia complementaria para garantizar la inocuidad microbiológica de los abastecimientos de agua para consumo humano, entre ellos se tiene a filtros lentos de arena, cloro residual libre, protección de fuentes y zonas de captación (OMS, 2006).

### **2.2.18. Aspectos químicos**

Las presencias de contaminantes químicos debido al exceso de fertilizantes representan un riesgo para la salud, para determinar si existe contaminantes químicos sería necesario medir algunos parámetros fisicoquímicos, pero puede resultar costoso e impracticable ya que abarca un gran número de parámetros (OMS, 2006).

### **2.2.19. Aspectos físicos estéticos**

Es aconsejable conocer las percepciones del consumidor y tener en cuenta las directrices relacionadas con la salud y los criterios

estéticos a la hora de evaluar los abastecimientos de agua de consumo humano ya que los consumidores pueden rechazar el abastecimiento de agua perfectamente inocuo pero inaceptables estéticamente en favor de manantiales de agua más agradables, pero menos saludables; pues, la turbidez, el sabor, el color y olor influyen en la percepción de los consumidores (OMS, 2006).

### 2.2.20. Los parámetros de control obligatorio (PCO)

Corresponden a parámetros de control obligatorio para todos los proveedores de agua según DIGESA (2011), siendo estos: Coliformes totales, los coliformes termotolerantes, el color, el cloro residual, el pH y la turbiedad.

Los límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos se muestran en la Tabla 5.

**Tabla 5.**  
Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos.

Parámetros	Unidad de medida	Límites máximo permisible
Bacterias coliformes totales	UFC/100 mL a 35 °C	0 (*)
E. coli	UFC/100 mL a 44.5 °C	0 (*)
Bacterias coliformes termotolerantes o fecales	UFC/100 mL a 44.5 °C	0 (*)
Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35 °H	500
Huevos y Larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org/L	0
Virus	UFC/mL	0
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	0

UFC= Unidad formadora de colonias

(\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1.8 /100 ml

Fuente: DIGESA (2011).

Los límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica se muestran en la Tabla 6.

**Tabla 6.**  
LPM permisibles de parámetros de calidad organoléptica.

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Olor	---	Aceptable
Sabor	---	Aceptable
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
Conductividad (25 °C)	µmho/cm	1 500
Sólidos totales disueltos	mgL <sup>-1</sup>	1 000
Cloruros	mg Cl - L <sup>-1</sup>	250
Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> = L <sup>-1</sup>	250
Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
Amoníaco	mg N L <sup>-1</sup>	1.5
Hierro	mg Fe L <sup>-1</sup>	0.3
Manganeso	mg Mn L <sup>-1</sup>	0.4
Aluminio	mg Al L <sup>-1</sup>	0.2
Cobre	mg Cu L <sup>-1</sup>	2
Zinc	mg Zn L <sup>-1</sup>	3
Sodio	mg Na L <sup>-1</sup>	200

UCV= Unidad de color verdadero. UNT= Unidad nefelométrica de turbiedad  
Fuente: DIGESA (2011).

### 2.3. Definición de términos

**Agua cruda.** - Es el agua en estado natural captada para abastecimiento, que no ha sido sometida a procesos de tratamiento (DIGESA, 2010).

**Agua tratada.** - Es el agua sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos, de esta manera será un producto apto para el consumo humano (DIGESA, 2010).

**Cloro residual libre.** - La cantidad de cloro introducido en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito debe ser suficiente para tener residuo después de la cloración como parte del tratamiento en el agua para consumo humano, para proteger de posibles contaminantes microbiológicos (DIGESA, 2010).

**El hipoclorito sódico.** - El hipoclorito sódico en solución es un desinfectante conocido como lejía. A nivel industrial se obtiene por reacción del cloro gas con una solución de hidróxido de sodio, como resultado de la reacción se obtiene soluciones acuosas de color amarillo

verdoso con una concentración determinada de cloro activo por litro (Landeo, 2018).

**El hipoclorito cálcico.** - El hipoclorito cálcico es un sólido blanco con contenido entre el 20 y el 70 % de cloro activo. Es corrosivo y puede inflamarse al entrar en contacto con algunos materiales ácidos. A pesar de ello presenta dos ventajas respecto al hipoclorito sódico: su mayor contenido en cloro y su mayor estabilidad (Landeo, 2018).

**Turbiedad.** - Es una característica organoléptica de la calidad del agua potable, se mide al hacer atravesar un haz de luz a una muestra, y se cuantifica la concentración de partículas suspendidas. Previo a la cloración el nivel de turbiedad según Landeo (2018) debe estar entre 1 a 5 UNT (Unidad Nefelométrica de Turbiedad) y en caso de emergencia menor a 20 UNT por un muy corto periodo.

**pH.** - Es la medida de concentración de iones de H<sup>+</sup> en el agua, relacionado al grado de acidez y basicidad. Para la cloración efectiva el pH del agua debe ser 7, considerada pH neutro. El pH debe estar en el rango 6.5 – 8.5 para el consumo humano (Landeo, 2018).

**Color.** - El color del agua puede ser a causa de sustancias orgánicas como las de origen húmico, de metales como el magnesio y el hierro o también por desechos industriales muy coloreado, lo ideal es que sea incolora, teniendo como límite máximo 15 UCR (OMS, 2006).

**Coliformes totales.** - Los coliformes son definidos como todas las bacterias Gram negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperatura de 35 a 37 °C, produciendo ácido y gas (CO<sub>2</sub>) en 24 horas, aerobias o anaerobias facultativas, son oxidosa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática de la B-galactosidasa. Entre ellos se encuentran los diferentes Escherichia coli, Citrobacter, Enterobacter y Klebsiella (Carrillo y Lozano, 2008).

**Coliformes fecales.** - Llamados también coliformes termotolerantes, soportan temperaturas hasta de 45 °C, comprenden en un grupo muy

reducido de microorganismos los cuales son indicadores de calidad , ya que son de origen fecal (Carrillo y Lozano, 2008).

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

Los sistemas de cloración por goteo disminuyen la falta de cloro residual del agua potable en zonas rurales, de acuerdo al punto de abastecimiento; siendo el más efectivo el sistema de cloración por goteo controlado por filtros.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- a) Las características del sistema de cloración por goteo con balde dosificador, con flotador y controlado por filtros en zonas rurales están definidos por el diseño, sus componentes y el costo de instalación.
- b) El sistema de cloración por goteo de carga constante con balde dosificador, con flotador y controlada por filtros, disminuye la falta de cloro residual del agua del reservorio en zonas rurales, siendo el más efectivo el sistema de cloración por goteo controlado por filtros.
- c) El sistema de cloración por goteo de carga constante con balde dosificador, con flotador y controlada por filtros, incrementa el cloro residual del agua en la primera casa, en la casa intermedia y la casa final de la red de distribución del sistema de abastecimiento en zonas rurales, siendo el más efectivo el sistema de cloración por goteo controlado por filtros.

## **2.5. Variables**

### **2.5.1. Definición conceptual de las variables**

**Variable independiente (X): Sistema de cloración por goteo. –**

Son sistemas de tratamiento de agua mediante el cual se puede desinfectar el agua y hacerla potable, ello se logra agregando elementos desinfectantes como el cloro (Salazar, 2019).

**Variable dependiente (Y): Falta de cloro residual en el agua. –** Es la falta de la cantidad de cloro en el agua con la capacidad de eliminar la presencia de organismos biológicos al momentos del almacenamiento del agua (OPS y OMS, 2009).

### **2.5.2. Definición operacional de las variables**

**Variable independiente (X): Sistema cloración por goteo. –** Se consideró tres tipos de sistemas de cloración por goteo, tales como el sistema de carga constante con balde dosificador, con flotador y controlada por filtros; para lo cual previamente, se diseñó y determinó los componentes de cada uno de ellos.

**Variable dependiente (X): Falta de cloro residual en el agua. –** Se midió el cloro residual en cuatro puntos del sistema de abastecimiento de agua potable, tales como el reservorio, la primera casa, la casa intermedia y la última casa, en un periodo de 5 meses.

### **2.5.3. Operacionalización de las variables**

En la Tabla 7 se muestra las dimensiones e indicadores de la variable independiente (sistema de cloración) y variable dependiente (concentración de cloro en el agua potable).

**Tabla 7.**

Operacionalización de las variables: sistema de cloración y concentración de cloro en el agua potable.

Variables	Dimensiones	Indicadores
<b>Variable independiente (X):</b> Sistema de cloración por goteo	Cloración por goteo de carga constante con balde dosificador	Caudal de demanda de cloro
		Caudal de goteo mínimo Periodo de recarga de tecnología de cloración Concentración de cloro a nivel de reservorio Concentración de hipoclorito de calcio
	Cloración por goteo con flotador	Caudal de demanda de cloro caudal de goteo mínimo Periodo de recarga de tecnología de cloración Concentración de cloro a nivel de reservorio Concentración de hipoclorito de calcio
		Cloración por goteo controlada por filtros
<b>Variable dependiente (Y):</b> Falta de cloro residual en el agua.	Cloro residual en el reservorio	Cantidad de cloro por volumen de agua
	Cloro residual en la red de distribución del sistema de abastecimiento	Cantidad de cloro en la primera casa Cantidad de cloro en la casa intermedia Cantidad de cloro en la última casa

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método de investigación**

La investigación utilizó el método científico pues según menciona Ccanto (2010), se consideró un conjunto de procedimientos sistematizado para responder a las preguntas de investigación, en este caso concerniente a la concentración de cloro residual bajo diferentes sistemas de cloración por goteo; además que el desarrollo de la investigación consideró el planteamiento del problema, la formulación del problema y sus hipótesis, la experimentación y la determinación de conclusiones.

#### **3.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación fue aplicada, pues según Hernández, Fernández, y Baptista (2014) se aplicó de forma inmediata lo obtenido por la investigación básica o pura para la resolución del problema de investigación que además aqueja a la población. En tal situación, se realizó la evaluación de la concentración de cloro residual en el agua para consumo humano, tratadas mediante tres sistemas de cloración por goteo, recurriendo al conocimiento existente sobre cloración, sistemas de cloración por goteo y límites máximos permisibles.

### **3.3. Nivel de investigación**

El nivel de investigación fue el explicativo, ya que de acuerdo a Hernández, Fernández, y Baptista (2014) este nivel de investigación buscará evaluar los efectos de los diferentes sistemas de cloración por goteo en la concentración de cloro residual y la eliminación elementos patógenos; determinando así la causalidad entre las variables estudiadas.

### **3.4. Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación fue cuasi experimental, pues según Hernández, Fernández, y Baptista (2014), en este diseño de investigación se manipuló la variable independiente concerniente a los sistemas de cloración por goteo, y así evaluar la concentración de cloro residual de acuerdo a la ubicación de puntos dentro del sistema de abastecimiento de agua.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

La población correspondió al agua para consumo humano de 103 caseríos humanos de los de la zona rural del distrito de Huarmaca, provincia de Huancabamba en el departamento de Piura.

#### **3.5.2. Muestra**

La muestra según el tipo de muestreo no probabilístico intencional o dirigido, correspondió al agua para consumo humano de los caseríos El Molino Km 22, Yahuangate y Landa, del distrito de Huarmaca, provincia de Huancabamba en el departamento de Piura.

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

### **3.6.1. Técnicas de recolección de datos**

**Observación directa.** – Se utilizó esta técnica durante la recolección de cada una de las muestras para determinar la concentración de cloro residual.

**Pruebas estandarizadas.** – Se utilizó esta técnica para medir la concentración del cloro residual en el agua potable de los caseríos considerados, además de diferenciados por el tipo de sistema de cloración por goteo.

### **3.6.2. Instrumentos de recolección de datos**

El instrumento que se utilizó para medir la concentración del cloro residual fue el comparador de cloro tipo disco.

## **3.7. Procesamiento de la información**

Para procesar la información obtenida en campo fue necesario considerar un enfoque cuantitativo de la investigación, por ello, se ha aplicado el uso de la estadística tanto descriptiva como inferencial. Esto fue complementado con el uso de herramientas que facilitaron su estimación, tales como los programas computacionales como el SPSS y Microsoft Excel.

## **3.8. Técnicas y análisis de datos**

Las técnicas y análisis de datos siguieron la perspectiva cuantitativa, por ello se creó tablas estadísticas de acuerdo a las variables estudiadas; asimismo, se hizo uso de la estadística descriptiva e inferencial para la prueba de las hipótesis.

Con respecto al procesamiento de los datos obtenidos en campo se puede describir de la siguiente manera el procedimiento realizado.

- En primer lugar, se determinó los parámetros fisicoquímicos del agua en cada uno de los caseríos, para proceder con el diseño del sistema de cloración.
- Se diseñó los sistemas de cloración por goteo y sus componentes, como el de carga constante con las características del sistema de abastecimiento del caserío Yahuangate, el sistema de cloración por goteo con flotador para el caserío Landa y el sistema de cloración por goteo controlado por filtros para el caserío El Molino Km 22.
- Posteriormente, se procedió a la instalación de cada uno de los sistemas en los caseríos mencionados.
- Se procedió a la medición del cloro residual en el reservorio, primera casa, casa intermedia y casa final del caserío Yahuangate, Landa y El Molino Km 22, durante agosto hasta diciembre de 2020.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Descripción de resultados

##### 4.1.1. Objetivo específico 1: Características de los sistemas de cloración por goteo

Para una mejor evaluación de los resultados obtenidos en cuanto a la concentración de cloro residual en el agua de consumo humano, se procedió con la descripción de las características de los sistemas de cloración basadas principalmente en el diseño, la determinación de los componentes y a la estimación del costo del sistema de cloración por goteo controlado por filtros (caserío El Molino Km 22), sistema de cloración por goteo con flotador (caserío Landa) y del sistema de cloración por goteo de carga constante (caserío Yahuangate), para así continuar con la evaluación de los efectos de estos sistemas de cloración en relación a la concentración de cloro residual en el agua.

**Tabla 8.**  
Datos generales de los caseríos analizados.

Caserío	Tipo de cloración	Población	Reservorio (m <sup>3</sup> )	Caudal de ingreso (l/s)
El molino	Filtros	275	8	0.20
Yanhuangate	Carga conste	175	5	0.14
Landa	Flotador	240	6	0.18

Fuente: Elaboración propia.

## Diseño del sistema de cloración por goteo

### a) Sistema de cloración por goteo controlados por filtros para el caserío El Molino Km 22

Este sistema resulta un tanto novedosa, debido a que para el control del caudal que ingresa al reservorio se utilizará filtros, que también tiene la función de separar la parte sólida que posee el hipoclorito de calcio.

El diseño de este sistema de cloración se basa en una metodología similar a lo establecido en los métodos de cloración por goteo, y que cuyo detalle de cálculo se muestra en el ANEXO 02; es por esto que el primer elemento a estimar fue el caudal promedio que necesita la población que hace uso de este sistema; obteniéndose así los siguientes resultados.

**Tabla 9.**

Caudal medio para el sistema de cloración por goteo controlado por filtros.

Descripción	Cantidad	Unidad
Población	275	HAB
Dotación	50	L/H/D
$k_2$ (C. Var. D.)	1.3	
<b><math>Q_{md} =</math></b>	<b>0.21</b>	<b>L/s</b>

Fuente: Elaboración propia.

Para el valor del caudal calculado se debe obtener una cantidad exacta de hipoclorito de calcio al 70 %, lo cual está representado en la siguiente tabla

**Tabla 10.**

Caudal medio para el sistema de cloración por goteo con filtros.

Descripción	Cantidad	Unidad
Tiempo de recarga	7	días
% de cloro	70	%
Caudal de ingreso o $Q_{md}$	0.21	L/s
Concentración en reservorio (ppm)	1.5	mg/L
<b><math>P(g) =</math></b>	<b>233.28</b>	<b>gr</b>

Fuente: Elaboración propia.

En base a la tabla descrita anteriormente, se establece que para un caudal de 0.21 L/s es necesario una cantidad de 233.28 g de hipoclorito de calcio al 70 %. Sin embargo, se debe verificar que la cantidad de este material no debe tener una concentración superior a 5000 mg/L en la solución madre, para ello se ha considerado la siguiente tabla.

**Tabla 11.**

Concentración de la solución madre.

Descripción	Cantidad	Unidad
Peso de cloro	233.28	g
Volumen de tanque de cloración	600	L
<b>Concentración Real =</b>	<b>388.8</b>	<b>mg/L</b>

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior, la cantidad de cloro obtenida, tiene una concentración de 388.8 mg/L, el cual es menor a lo recomendado.

Finalmente, para poder establecer el periodo en que se debe recargar el sistema de cloración, se ha determinado la cantidad de dosis de goteo para el tratamiento del agua, tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 12.**

Cálculo de la dosis de goteo.

Descripción	Cantidad	Unidad
Tiempo de recarga	7	días
Volumen de tanque de cloración	600	L
<b>Dosis goteo =</b>	<b>60</b>	<b>ml/min</b>

Fuente: Elaboración propia.

### **b) Sistema de cloración por goteo con flotador para el caserío Landa**

La cloración por goteo con flotador, es un sistema que facilita la graduación del caudal de ingreso de la solución madre al reservorio, de manera directa, gracias a un flotador que controla la cantidad de la dosis de ingreso al reservorio.

Bajo lo descrito anteriormente, se ha podido establecer que la cantidad de caudal mínimo para abastecer un sistema de cloración con flotador es el que se muestra en la Tabla 13.

**Tabla 13.**

Caudal medio para el sistema de cloración por goteo con flotador.

Descripción	Cantidad	Unidad
Población	240	HAB
Dotación	50	L/H/D
$k_2$ (C. Var. D.)	1.3	
<b><math>Q_{md} =</math></b>	<b>0.18</b>	<b>L/s</b>

Fuente: Elaboración propia.

En función al caudal obtenido se ha podido determinar la cantidad necesaria de hipoclorito de calcio necesaria para mejorar la calidad del agua; obteniéndose así los siguientes valores que se muestran en la Tabla 14.

**Tabla 14.**

Estimación de la cantidad de hipoclorito de calcio.

Descripción	Cantidad	Unidad
Tiempo de recarga	7	días
% de cloro	70	%
Caudal de ingreso o $Q_{md}$	0.18	L/s
Concentración en reservorio (ppm)	1.5	mg/L
<b><math>P(g) =</math></b>	<b>233.28</b>	<b>g</b>

Fuente: Elaboración propia.

La cantidad de cloro obtenida en la tabla anterior debe ser disuelta en un tanque de solución madre de 600 L, para obtener así, la concentración real de la solución madre, la cual no debe ser mayor a 5000 mg/L, tal como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 15.**

Concentración de la solución madre.

Descripción	Cantidad	Unidad
Peso de cloro	233.28	g
Volumen de tanque de cloración	600	L
<b>Concentración real =</b>	<b>388.8</b>	<b>mg/L</b>

Fuente: Elaboración propia.

Otro aspecto importante que se tomó en cuenta, es el cálculo del caudal de goteo, para lo cual se aplicó la ecuación de orificios, obteniéndose así los siguientes valores:

**Tabla 16.**  
Cálculo de la dosis de goteo.

Descripción	Cantidad	Unidad
Coefficiente descarga (Cd)	0.6	
Área de orificio (A)	3.1416	mm <sup>2</sup>
Gravedad (g)	9.81	m/s <sup>2</sup>
Altura de orificio (h)	1	cm
<b>Qg =</b>	<b>50.1</b>	<b>ml/min</b>

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se ha corroborado la cantidad de días necesarios para poder vaciar el tanque de la solución madre, siendo que, para ello, es necesario considerar 7 días, tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 17.**  
Tiempo de vaciado del tanque en la solución madre.

Descripción	Cantidad	Unidad
Volumen de tanque	600	litros
Caudal de goteo	60	ml/min
<b>T =</b>	<b>6.94</b>	<b>días</b>

Fuente: Elaboración propia.

### c) Sistema de cloración por carga constante para el caserío Yahuangate

El sistema de cloración por goteo de carga constante está basado principalmente en establecer un caudal que es controlado en dos fases, la primera que consiste en un recipiente con la solución madre, mientras que la segunda, consiste en un recipiente más pequeño, donde se pueda controlar la dosis de goteo. El diseño de este sistema está basado en la determinación de la cantidad de cloro que es necesario para mantener una adecuada calidad del agua, para ello en la Tabla 18 se muestra el valor del caudal promedio que llega al reservorio.

**Tabla 18.**

Caudal medio para el sistema de cloración por goteo de carga constante.

Descripción	Cantidad	Unidad
Población	175	HAB
Dotación	50	L/H/D
$k_2$ (C. Var. D.)	1.3	
<b><math>Q_{md} =</math></b>	<b>0.13</b>	<b>L/s</b>

Fuente: Elaboración propia.

Como se visualiza en la tabla anterior, el caudal mínimo que abastece de agua a la población de Yahuangate (que tiene un sistema de cloración por carga constante) es de 0.13 L/s; es en función a este caudal que se ha determinado la siguiente tabla, donde se establece el peso del cloro.

**Tabla 19.**

Cantidad de cloro en el sistema de cloración por goteo de carga constante.

Descripción	Cantidad	Unidad
Tiempo de recarga	6	días
% de cloro	70	%
Caudal de ingreso o $Q_{md}$	0.14	L/s
Concentración en reservorio (ppm)	1.5	mg/L
<b><math>P(g) =</math></b>	<b>155.52</b>	<b>g</b>

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla anterior, se ha podido denotar que para mantener una adecuada calidad del agua se necesita 155.52 g de hipoclorito de calcio. Con este dato, se ha podido determinar la concentración de la solución madre, y que cuya concentración no debe ser mayor a 5000 mg/L (ver Tabla 20).

**Tabla 20.**

Concentración de la solución madre.

Descripción	Cantidad	Unidad
Peso de cloro	155.52	g
Volumen de tanque de cloración	600	L
<b>Concentración Real =</b>	<b>259.2</b>	<b>mg/L</b>

Fuente: Elaboración propia.

Como se ha demostrado, la concentración de la solución madre es menor del valor recomendado; es por ello que se procedió a

estimar caudal de goteo con el fin de establecer una duración de 6 días para un tanque de 600 L, tal como se muestra en la Tabla 21.

**Tabla 21.**  
Dosis de goteo.

Descripción	Cantidad	Unidad
Tiempo de recarga	6	días
Volumen de tanque de cloración	600	L
<b>Dosis goteo =</b>	<b>69</b>	<b>ml/min</b>

Fuente: Elaboración propia.

### Componentes de los sistemas de cloración por goteo

#### a) Sistema de cloración por goteo controlado por filtros para el caserío El Molino Km 22

Para el adecuado funcionamiento del sistema de cloración controlado por filtros se necesita la implementación de los siguientes materiales:

**Tabla 22.**  
Materiales para el sistema de cloración por goteo controlado por filtros.

Descripción	Cantidad	Unidad
Tanque de solución madre de 600 L	1	Und
Unión mixta de 1/2" PVC	2	Und
Adaptador 1/2 " PVC	8	Und
Filtro	1	Und
Codo de 90 ° mixto 1/2 " PVC	1	Und
Niple roscado 1/2" de 3" PVC	1	Und
Tee roscado 1/2" PVC	3	Und
Niple 1/2" PVC	12	Und
Unión universal 1/2" PVC	6	Und
Filtro con vaso	2	Und
Grifo de bronce	2	Und
Válvula de paso 1/2" PVC	3	Und
Codo de 90° roscado 1/2" PVC	1	Und
Codo de 90° PVC	6	Und
Tee 1/2" PVC	3	Und
Reducción de 2" a 1/2 " PVC	1	Und
Boya flotadora	1	Und
Tubo visor	1	Und
Bola nivelante de agua	1	Und
Unión simple 1/2" PVC	1	Und
Tubo de 1/2"	2	m
Bushing de 3/4 a 1/2	4	Und

Fuente: Elaboración propia.

**b) Sistema de cloración por goteo con flotador para el caserío Landa**

El diseño descrito anteriormente se soporta en la incorporación de los materiales que coadyuvan a un adecuado funcionamiento del sistema de cloración por goteo con flotador el cual se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 23.**

Materiales para el sistema de cloración por goteo con flotador.

Materiales	Unidad	Cantidad
Adaptador de PVC Ø 1/2"	Und	9
Adaptador de PVC Ø 3/4"	Und	11
Codo PVC Ø 1/2" x 45°	Und	2
Codo PVC Ø 1/2" x 90°	Und	5
Codo PVC Ø 3/4" x 90°	Und	12
Codo PVC mixto Ø 3/4" x 90°	Und	1
Materiales	Unidad	Cantidad
Grifo PVC Ø 1/2" c/rosca	Und	1
Hilo de nylon Ø 1 mm	m	2
Manguera Ø 6mm transparente flexible	m	1.5
Niple PVC Ø 1/2"x2" c/rosca	Und	1
Niple PVC Ø 3/4"x5"	Und	1
Pegamento para PVC x 120 mL	fco	1
Arandela PVC (tapón hembra de PVD SAL Ø 4" presión)	Und	1
Reducción de PVC Ø3/4" a 1/2"	Und	1
Tanque de 250 L con accesorios de conexión	Und	1
Tapón hembra PVC Ø3/4" c/rosca	Und	1
Tee PVC Ø 1/2"	Und	2
Tee PVC Ø 3/4"	Und	3
Teflón	rollo	6
Tubo PVC Ø 1/2" x 5 m	Und	2
Tubo PVC Ø 3/4" x 5 m	Und	3
Tubo PVC transparente de lectura de nivel de tanque	Und	1
Unión mixta PVC Ø 1/2" c/rosca	Und	2
Unión universal PVC Ø 1/2" c/rosca	Und	3
Unión universal PVC Ø 3/4" c/rosca	Und	3
Válvula de paso PVC Ø 1/2" c/rosca	Und	1
Válvula de paso PVC Ø 3/4" c/rosca	Und	2

Fuente: Elaboración propia.

**c) Sistema de cloración por goteo de carga constante para el caserío Yahuangate**

Para la instalación del sistema en el caserío Yahuangate, es necesario lo descrito en la Tabla 24, destacándose principalmente

que para este sistema es necesario la adquisición de dos tanques. El primero para la solución madre de 600 L, mientras que la segunda es un bidón de 60 L, en el que se mantendrá una carga constante para el control del caudal de goteo.

**Tabla 24.**

Materiales para el sistema de cloración por goteo de carga constante.

Descripción	Cantidad	Unidad
Tanque de 600 L	1	Und
Bidón de 60 L	1	Und
Niple de PVC de 3/4" x 2" roscado	7	Und
Reducción de PVC 3/4" a 1/2"	1	Und
Unión universal de PVC de 1/2" con rosca	7	Und
Válvula esférica de PVC de 1/2" con rosca	6	Und
Codo de PVCx90° 1/2"	6	Und
Adaptador de PVC de 1/2"	8	Und
Tee de PVC de 1/2"	2	Und

Descripción	Cantidad	Unidad
grifo PVC de 1/2" con rosca	2	Und
Tubo PVC 1/2" x 5 m	8	m
Adaptador UPR de 1/2"	3	Und
Accesorio multiconector	1	Und
Niple de PVC de 1/2" x 3" roscado	15	Und
Codo PVC x 90° de 1/2" rosca	6	Und
Válvula de llenado de PVC de 1/2" c/boya	3	Und
Tubo visor	1	Und
Tubería PVC 3/4" x 5 m	3	m
Tubería PVC 2" x 5 m	3	Und
Cono de rebose PVC 4" x 2"	1	Und
Codo de PVC x 90° 2"	1	Und
Codo de PVC x 90° 3/4"	3	Und
Tee de PVC de 3/4"	1	Und

Fuente: Elaboración propia.

### **Costo de la instalación de los sistemas de cloración por goteo**

#### **a) Sistema de cloración por goteo controlado por filtros para el caserío El Molino Km 22**

El costo del sistema de cloración controlada por filtros para el caserío el Molino Km 22, se basa en la descripción de los ítems de

mano de obra, materiales y herramientas, los cuales se muestran en la Tabla 25, haciendo un total de S/ 1,115.49 soles.

**Tabla 25.**

Costo de instalación del sistema de cloración controlado por filtros.

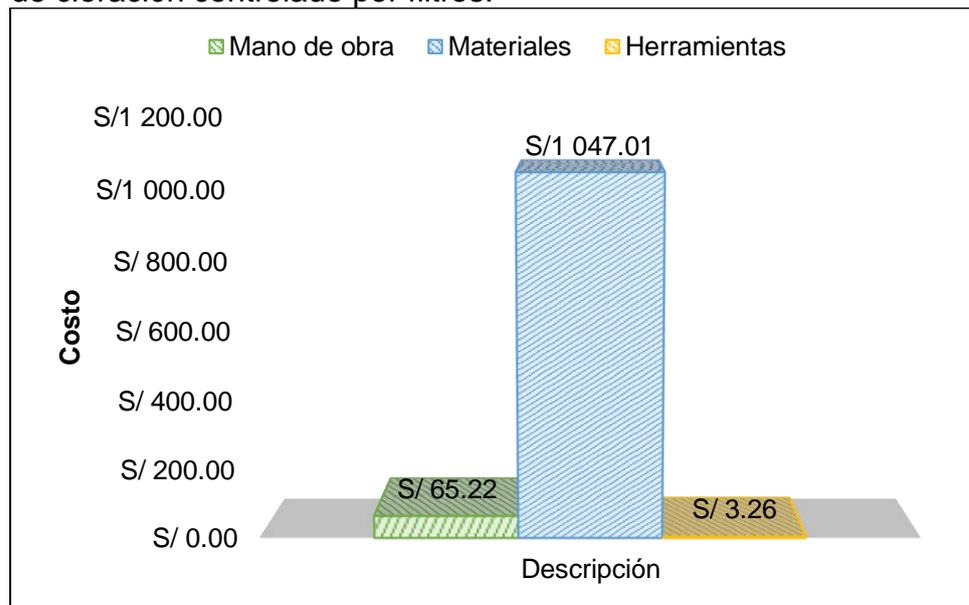
Descripción	Costo
Mano de obra	S/ 65.22
Materiales	S/ 1,047.01
Herramientas	S/ 3.26
<b>Total</b>	<b>S/ 1,115.49</b>

Fuente: Elaboración propia.

Para una mejor esquematización se ha elaborado la **Figura 14**, en la que se muestra proporcionalmente la incidencia de los ítems descritos en el costo de instalación del sistema.

**Figura 14.**

Variación de los componentes del costo de instalación del sistema de cloración controlado por filtros.



Fuente: Elaboración propia.

**b) Sistema de cloración por goteo con flotador para el caserío Landa**

Otro aspecto importante considerado en este sistema es la consideración del costo de instalación del sistema de cloración por goteo con flotador, el cual está clasificado en tres ítems: mano de obra, materiales y herramientas; obteniéndose así lo siguiente:

**Tabla 26.**

Descripción del coste de instalación del sistema de cloración con flotador.

Descripción	Costo
Mano de obra	S/ 72.47
Materiales	S/ 1,080.27
Herramientas	S/ 3.62
Total	S/1,156.36

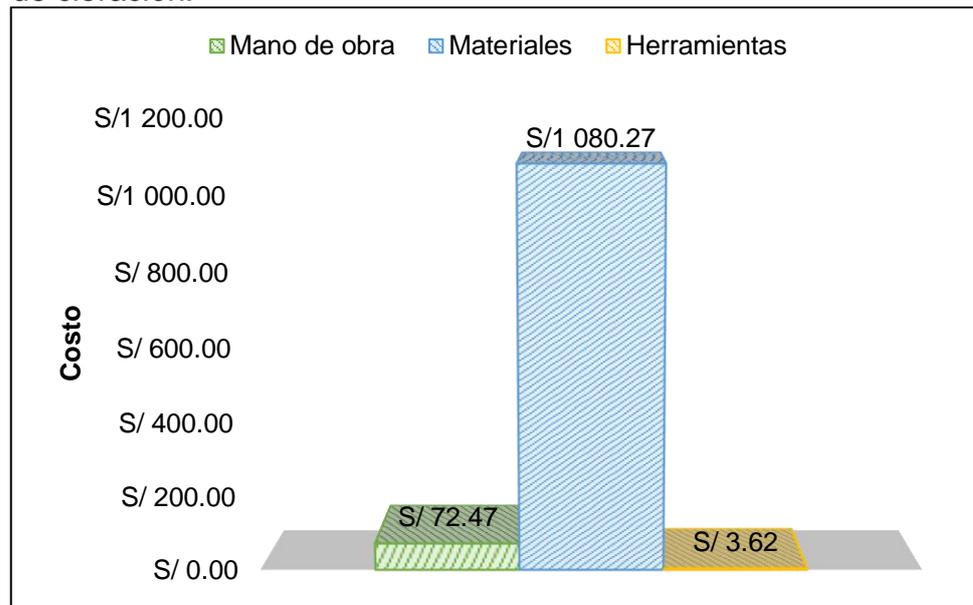
Fuente: Elaboración propia.

La tabla anterior muestra que el mayor porcentaje del costo total de la instalación del sistema, son los materiales; mientras que el costo de las herramientas es de solo S/ 3.62 soles.

Es por ello que, en la siguiente figura se observa la variación del costo de acuerdo a mano de obra, materiales y herramientas.

**Figura 15.**

Variación de los componentes del costo de instalación del sistema de cloración.



Fuente: Elaboración propia.

### c) Sistema de cloración por goteo de carga constante para el caserío Yahuangate

Otro aspecto importante es el costo que tiene la instalación este sistema, para ello se ha considerado un análisis de precios unitarios adjuntados en los anexos, y que para un mejor entendimiento se ha separado en tres puntos, mano de obra, materiales y herramientas, tal como se muestra en la Tabla 27.

**Tabla 27.**

Descripción del coste de instalación del sistema de cloración por goteo de carga constante.

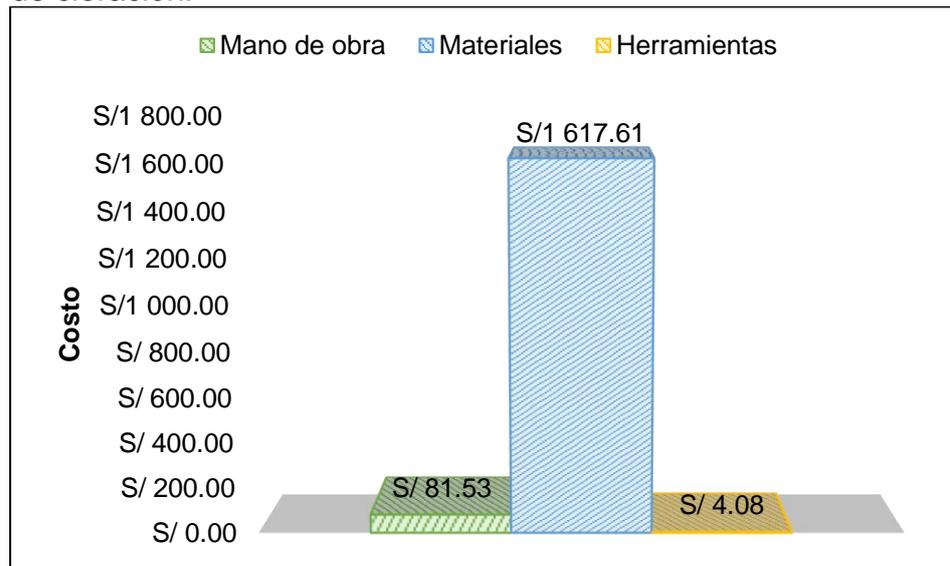
Descripción	Costo
Mano de obra	S/81.53
Materiales	S/1 617.61
Herramientas	S/4.08
Total	S/1 703.22

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la tabla anterior el ítem que mayor costo posee es el de materiales, pues representa el 94.97 % respecto al costo total. Una mejor perspectiva de este costo se muestra en la siguiente figura; donde se muestra de manera esquemática la proporción de la variación del costo de materiales, de la mano de obra y las herramientas.

**Figura 16.**

Variación de los componentes del costo de instalación del sistema de cloración.



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.2. Objetivo específico 2: Variación de la concentración del cloro residual en el reservorio según el sistema de cloración por goteo

En la Tabla 28 se muestra el valor del cloro residual en el reservorio según el tipo de cloración por goteo, de esta se puede destacar que la mayor cantidad de cloro residual en el agua lo da el

sistema de cloración por goteo controlado con filtros, pues tiene una concentración de 1.031 mg/L, mientras que los otros sistemas poseen valores inferiores de 0.993 y 0.988 mg/L.

**Tabla 28.**

Comparación del cloro residual en el reservorio.

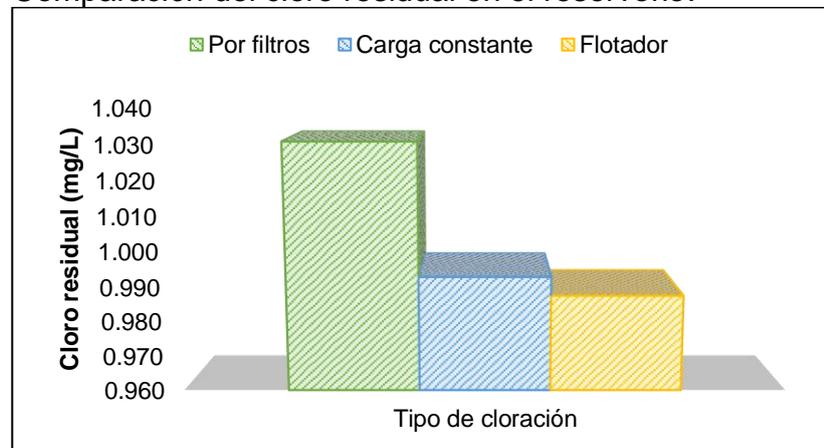
Tipo de cloración	Cloro residual (mg/L)	Desviación estándar
Por filtros	1.031	0.144
Carga constante	0.993	0.121
Flotador	0.988	0.193

Fuente: Elaboración propia.

La magnitud de la variación entre los valores especificados en la anterior tabla se muestra en la **Figura 17**, en la que se destaca que, se obtiene mejor concentración de la solución con el sistema de cloración controlada por filtros, seguido de la cloración por goteo de carga constante y finalmente con flotador. Un aspecto que se destaca es que según el diseño se esperaba que la concentración de en el reservorio sea de 1.5 mg/L, sin embargo, solo el sistema mencionado (controlado por filtros) sobrepasa el valor del 1.00 mg/L.

**Figura 17.**

Comparación del cloro residual en el reservorio.



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.3. Objetivo específico 3: Variación de la concentración del cloro en la red del sistema de cloración por goteo

**Variación de la concentración de cloro en la primera casa según el sistema de cloración por goteo**

En la Tabla 29 se muestra como varía la cantidad de cloro residual en la primera vivienda de los sistemas de abastecimiento de agua en las tres zonas de estudio que comprendieron la instalación del sistema de cloración por goteo. En este sentido se puede observar que, el que mayor concentración tiene fue el sistema controlado con filtros, pues alcanza una concentración de 0.853 mg/L, el cual es superior al valor mínimo establecido (0.5 mg/L).

**Tabla 29.**

Comparación del cloro residual en la primera casa.

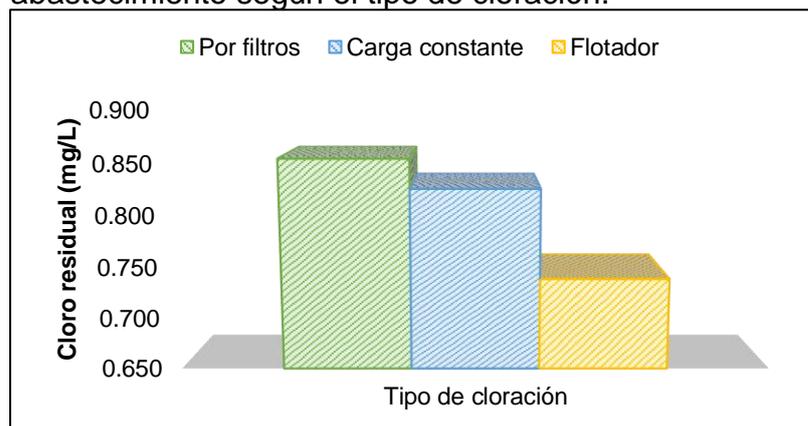
Tipo de cloración	Cloro residual (mg/L)	Desviación estándar
Por filtros	0.853	0.092
Carga constante	0.825	0.106
Flotador	0.738	0.133

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura, se muestra de manera esquemática, lo descrito anteriormente, además que se puede denotar con mayor claridad que, la magnitud del valor de la concentración entre el sistema de cloración por filtros y el de flotador que es el menos eficiente.

**Figura 18.**

Comparación del cloro residual en la primera casa del sistema de abastecimiento según el tipo de cloración.



Fuente: Elaboración propia.

### Variación de la concentración del cloro residual en la casa intermedia según el sistema de cloración por goteo

El control de la cantidad de la concentración de cloro residual en la casa intermedia del sistema de abastecimiento fue sintetizado en la Tabla 30 de la cual se puede interpretar que la concentración del cloro residual con los sistemas de cloración controlada por filtros y de carga constante son iguales, pues su valor fue de 0.7 mg/L; cumpliendo además el valor mínimo recomendado por la normativa vigente.

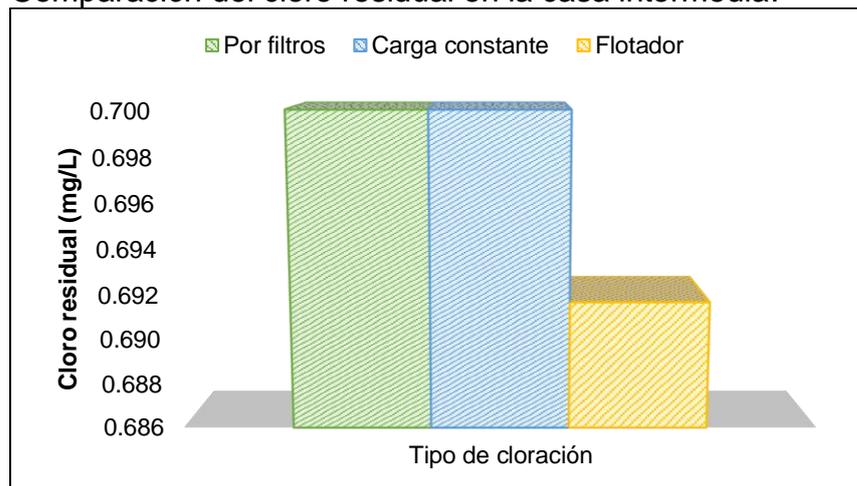
**Tabla 30.**  
Comparación del cloro residual en la casa intermedia.

Tipo de cloración	Cloro residual (mg/L)	Desviación estándar
Por filtros	0.700	0.095
Carga constante	0.700	0.087
Flotador	0.692	0.100

Fuente: Elaboración propia.

Como se ha descrito, existe una similitud encontrada entre los sistemas de cloración por filtro y de carga constante, sin embargo, es dable resaltar que, al compararlo con lo obtenido con el sistema de flotador, la variación solo es de 0.008 mg/L. Los descrito está mejor representada en la siguiente figura, en que además se puede denotar que todos los valores medidos fueron superiores a 0.5 mg/L.

**Figura 19.**  
Comparación del cloro residual en la casa intermedia.



Fuente: Elaboración propia.

### Variación de la concentración del cloro residual en la última casa según el sistema de cloración por goteo

A pesar de ser necesario un control de la cantidad de cloro residual en varios puntos de un sistema de abastecimiento de agua, el punto con mayor importancia es el que se toma en la última casa, pues por lo general la concentración de cloro tiende a disminuir. En este sentido la norma recomienda que el valor del cloro residual en el 90 % de las mediciones no debe ser menor a 0.5 mg/L y en el 10 % no debe ser menor a 0.3 mg/L.

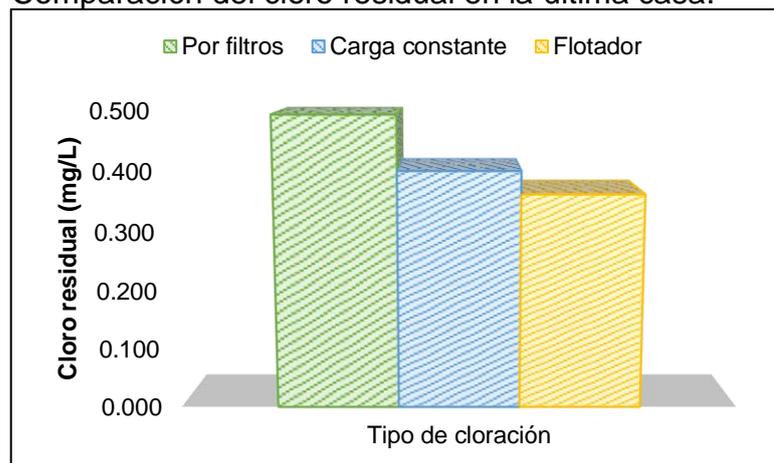
Bajo lo mencionado anteriormente se puede establecer que las mediciones realizadas en la última casa del sistema en su mayoría son menores a 0.5 mg/L, siendo que, el que más concentración en promedio posee fue el sistema de cloración por goteo controlado con filtro, pues posee un valor de 0.492 mg/L; mientras que los demás solo alcanzan un valor de 0.4 mg/L y 0.362 mg/L, los cuales están muy por debajo de lo recomendado en la normativa vigente.

**Tabla 31.**  
Comparación del cloro residual en la última casa.

Tipo de cloración	Cloro residual (mg/L)	Desviación estándar
Por filtros	0.492	0.067
Carga constante	0.400	0.131
Flotador	0.362	0.104

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 20.**  
Comparación del cloro residual en la última casa.



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.4. Objetivo general: Efecto del sistema de cloración en la cantidad de cloro residual del sistema

Los resultados obtenidos muestran que la mayor concentración de cloro residual en el agua de un sistema de abastecimiento se da con el sistema de cloración por goteo controlado por filtros, debido a que este elemento logra una mejor distribución del cloro en el agua y que sirve como un colador de los sedimentos que produce el hipoclorito al disolverse.

**Tabla 32.**

Evaluación del sistema de cloración por goteo.

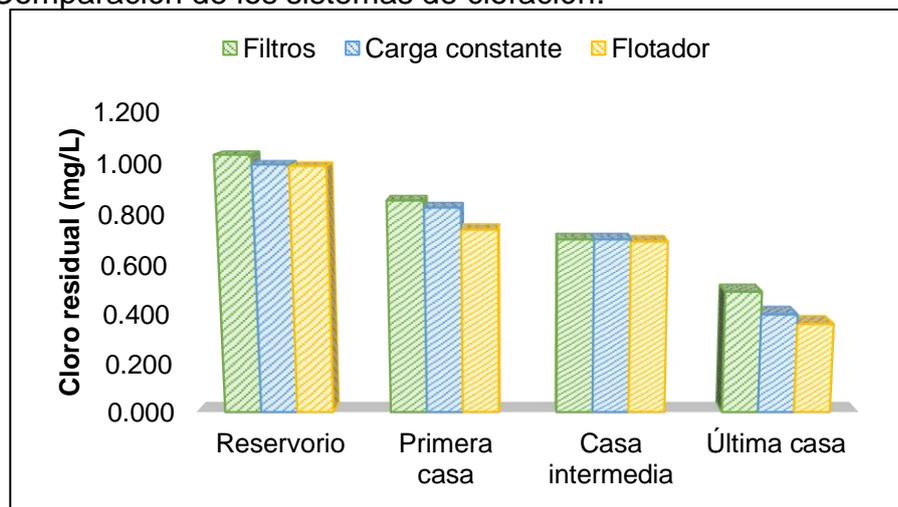
Tipo de cloración	Reservorio	Primera casa	Casa intermedia	Última casa
Filtros	1.031	0.853	0.700	0.492
Carga constante	0.993	0.825	0.700	0.400
Flotador	0.988	0.738	0.692	0.362

Fuente: Elaboración propia.

En el esquema que se muestra en la siguiente figura se muestra de manera global la variación del cloro residual en todo el sistema de abastecimiento, y en el que se observa una obvia tendencia negativa a medida que el agua llega a la última casa, sin embargo, a pesar de ello el único sistema que tienen mayor cantidad de concentración de cloro residual es el controlado con filtros, siendo el valor más destacado, el obtenido en la última casa.

**Figura 21.**

Comparación de los sistemas de cloración.



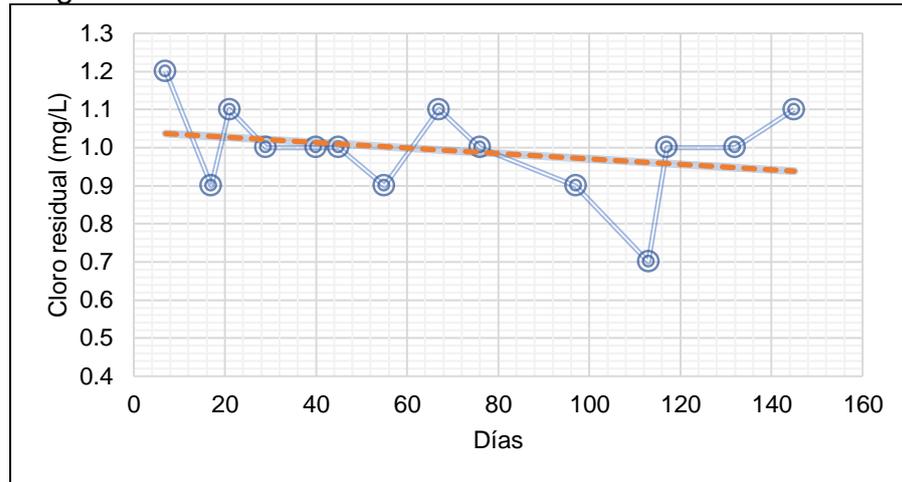
Fuente: Elaboración propia.

**Variación del cloro residual con el sistema de cloración por goteo de carga constante**

La cantidad de cloro residual en el sistema de abastecimiento de agua es un aspecto importante, es por ello que se consideró el control de este parámetro por 5 meses y en diferentes puntos, siendo el primero de ellos el reservorio, tal como se muestra en la figura.

**Figura 22.**

Variación temporal del cloro residual en el reservorio – sistema de carga constantes.



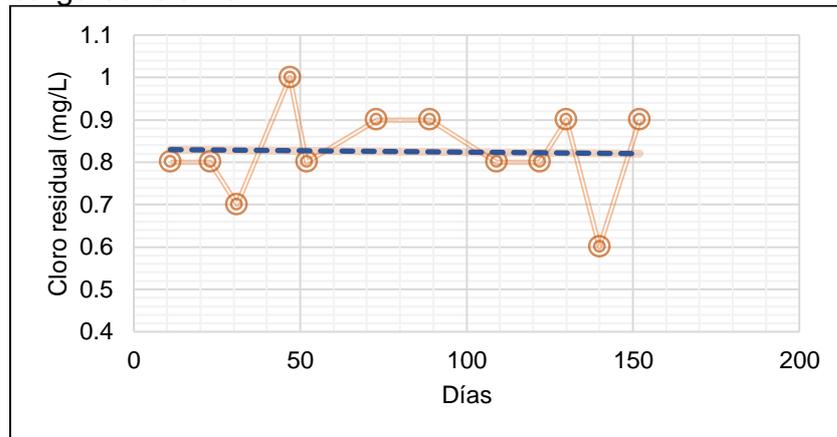
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la normativa vigente, se recomienda que la concentración de cloro en el agua no sea superior a 1.5 mg/L. En este sentido, según los datos obtenidos en campo, se ha establecido que, en ningún momento, la cantidad de cloro residual pasa el valor recomendado por la norma; sin embargo, a medida que transcurre el tiempo la concentración disminuye hasta un mínimo de 0.7 mg/L.

El control en la primera casa se observa en la siguiente figura, mostrando cómo se da la variación del cloro residual a medida que transcurre el tiempo. Otro aspecto importante es que las fluctuaciones de su valor máximo y mínimo es de 1 mg/L y 0.6 mg/L, pero en general se logra obtener una tendencia negativa.

**Figura 23.**

Variación temporal del cloro residual en casa inicial -sistema de carga constante.

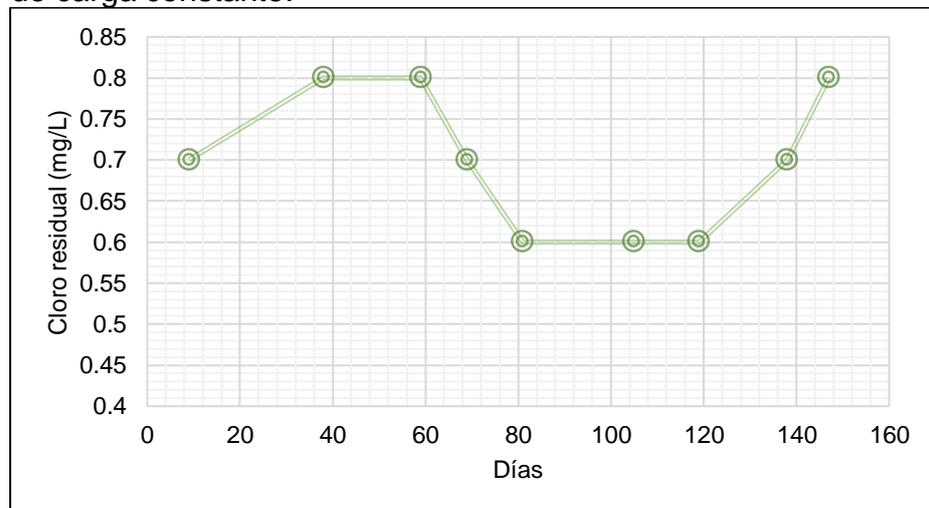


Fuente: Elaboración propia.

En la figura siguiente se muestra el control del cloro residual en la casa intermedia, en donde se puede destacar que la concentración más baja estaba entre los 80 y 120 días.

**Figura 24.**

Variación temporal del cloro residual en casa intermedia - sistema de carga constante.

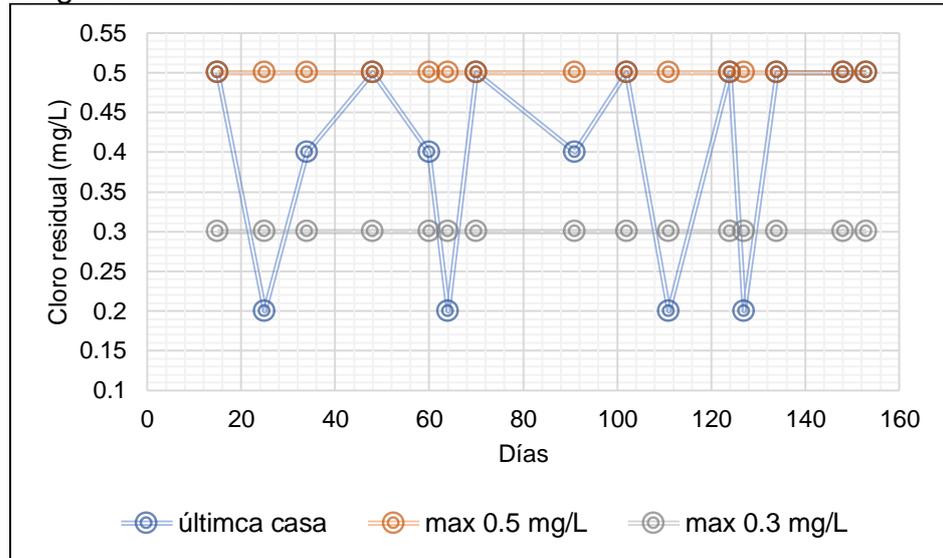


Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, el control del cloro residual en el sistema se muestra en figura 25, donde se puede denotar que la eficiencia de este sistema es baja, pues en varios días de control se obtuvo valores inferiores a los 0.5 mg/L, dando así un indicio que la cantidad de cloro no es suficiente o que el sistema no es eficiente.

**Figura 25.**

Variación temporal del cloro residual en la última casa - sistema de carga constante.



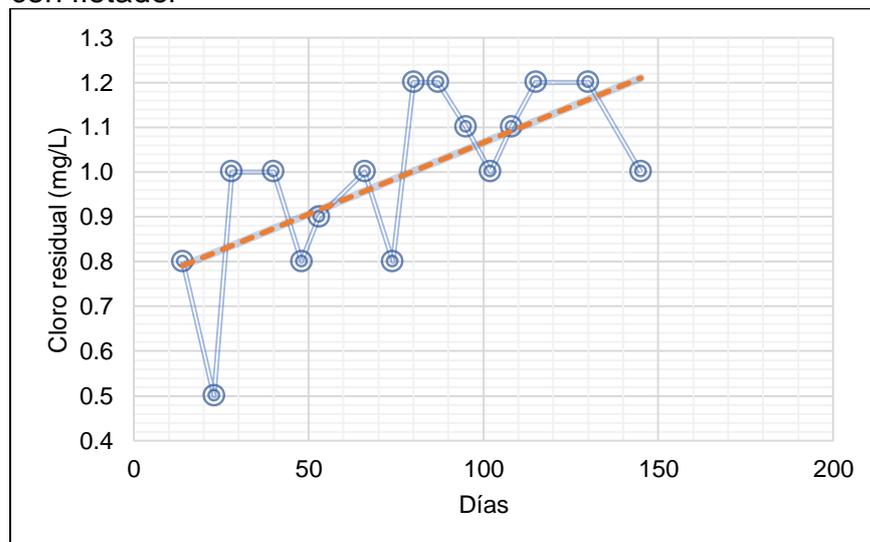
Fuente: Elaboración propia.

### Variación del cloro residual con el sistema de cloración por goteo con flotador

Para determinar la variación del cloro residual se ha considerado la evaluación de este parámetro en varios puntos del sistema de abastecimiento del agua, siendo el primero de ellos en el reservorio, cuyo valor se muestra a continuación:

**Figura 26.**

Variación temporal del cloro residual en reservorio - sistema goteo con flotador



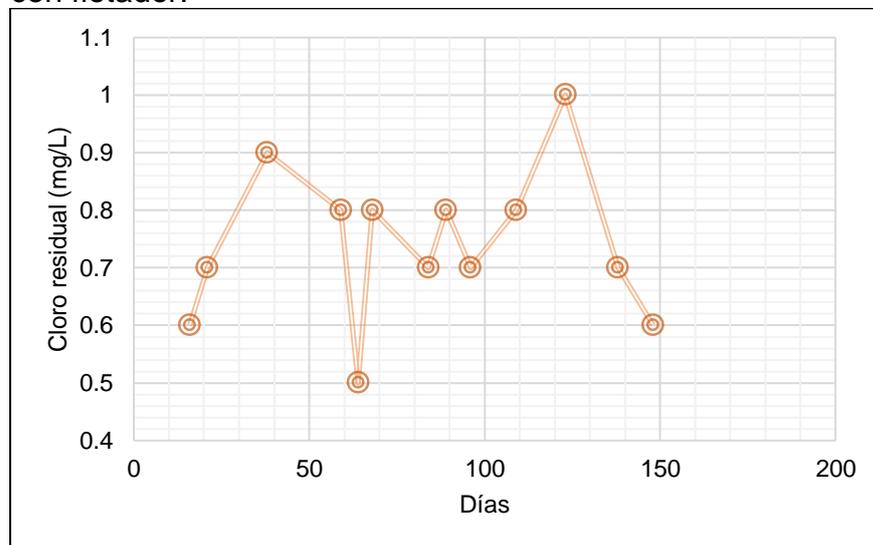
Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, el cloro residual obtenidos después de aplicar el tratamiento mediante el sistema de flotador no es constante, pues se observa mucha variabilidad con una tendencia positiva, es decir que a medida que pasó el tiempo este valor se va ajustando hasta obtener una concentración en el reservorio con un valor de 1.2 mg/L.

La evaluación del cloro residual también fue en la primera casa del sistema, obteniéndose así los siguientes resultados.

**Figura 27.**

Variación temporal del cloro residual en casa inicial - sistema goteo con flotador.



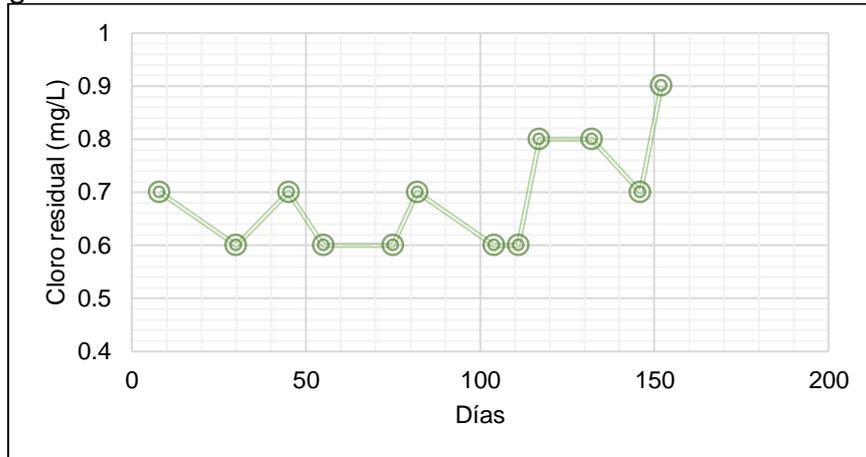
Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura anterior la variación del cloro residual en la casa inicial varía en valores de 0.5 mg/L a 1 mg/L.

Como parte complementaria, también se ha evaluado la cantidad de cloro residual en la casa intermedia, obteniéndose así la siguiente figura.

**Figura 28.**

Variación temporal del cloro residual en casa intermedia - sistema goteo con flotador.



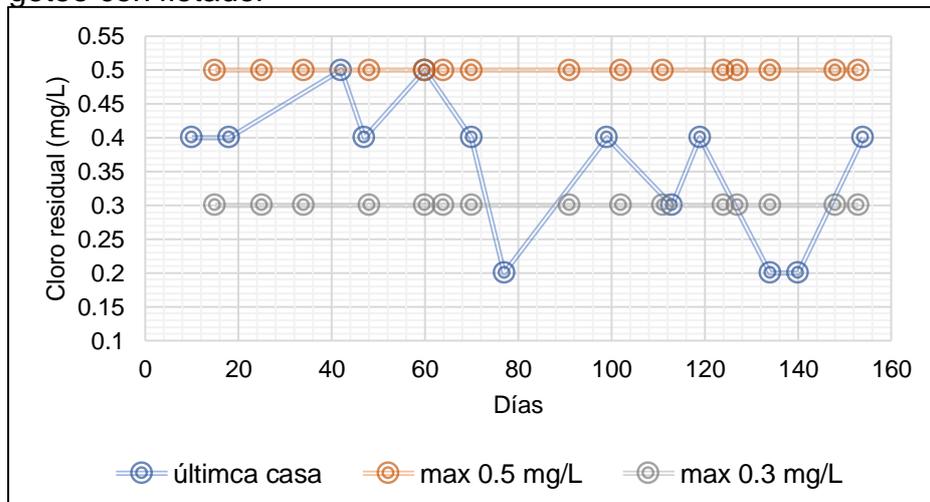
Fuente: Elaboración propia.

En la **Figura 28** se puede observar la presencia del cloro residual en el agua de la casa intermedia de un sistema de abastecimiento, destacándose que es variable en el tiempo y con tendencia ascendente, siendo además que su valor fluctúa entre 0.6 mg/L y 0.9 mg/L.

Finalmente, el último aspecto analizado es el cloro residual en la última casa, la cual debería cumplir que dichas mediciones en ningún momento sean menores a 0.3 mg/L; lo cual no se ha podido establecer, tal como lo muestra la **Figura 29**.

**Figura 29.**

Variación temporal del cloro residual en la última casa - sistema goteo con flotador



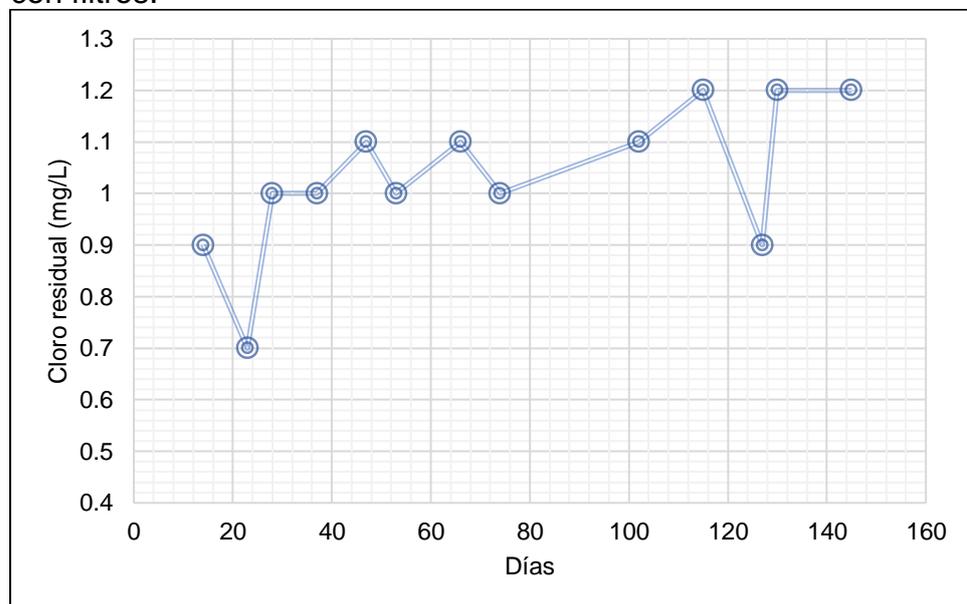
Fuente: Elaboración propia.

Ante lo descrito anteriormente, en la figura se observa que muchas de las mediciones realizadas son menores a 0.5 mg/L y solo algunas menores a 0.3 mg/L. Esto resultados pueden entenderse que este sistema no es eficiente a medida que transcurre el tiempo.

### Variación del cloro residual con el sistema de cloración por goteo con filtros

La variación del cloro residual para el sistema por filtros controlados fue medida en cuatro puntos del sistema de abastecimiento, cumpliendo así las exigencias de la norma vigente. Es en este contexto que, el cloro residual medido en el reservorio (ver **Figura 30**) tiene una pendiente ascendente, es decir, que este sistema se ha mejorado a medida que transcurre el tiempo, logrando cumplir que en ningún caso la concentración sea superior a 1.5 mg/L ni menor a 0.5 mg/L.

**Figura 30.** Variación temporal del cloro residual en reservorio - sistema goteo con filtros.



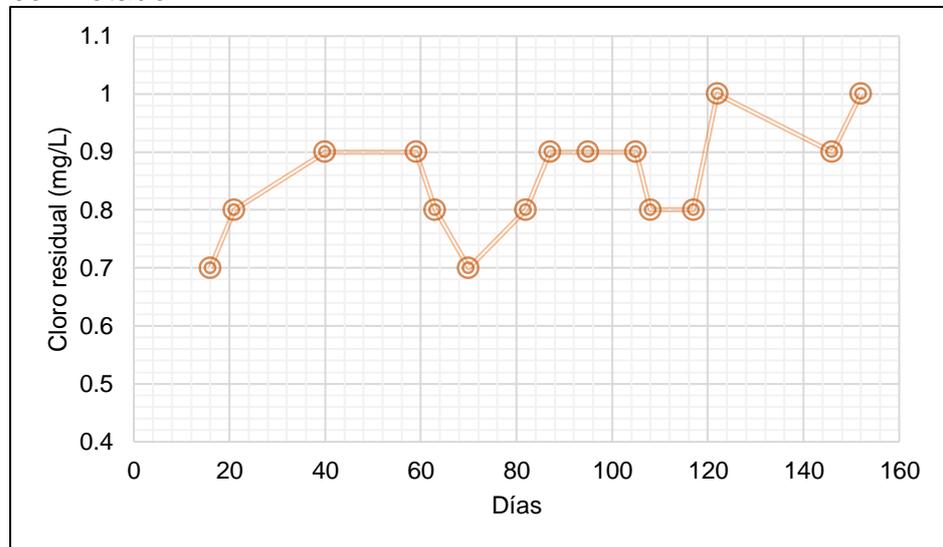
Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se procedió con la medición del cloro residual en la primera casa del sistema, obteniéndose que al igual que en el

reservorio, a medida que transcurre el tiempo, la concentración en la última casa se incrementa.

**Figura 31.**

Variación temporal del cloro residual en casa inicial - sistema goteo con flotador

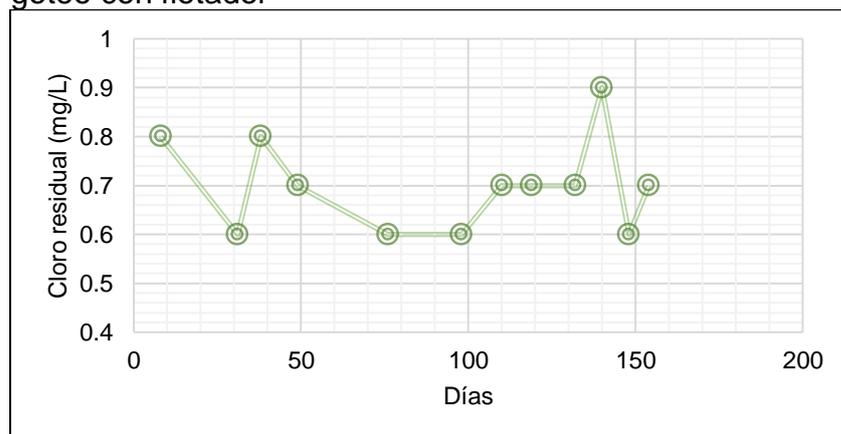


Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la casa intermedia, se ha podido establecer que la cantidad del cloro residual se mantiene en un rango que oscila de 0.6 mg/L a 0.9 mg/L, lo cual está dentro de los parámetros que las normas exigen.

**Figura 32.**

Variación temporal del cloro residual en casa intermedio - sistema goteo con flotador



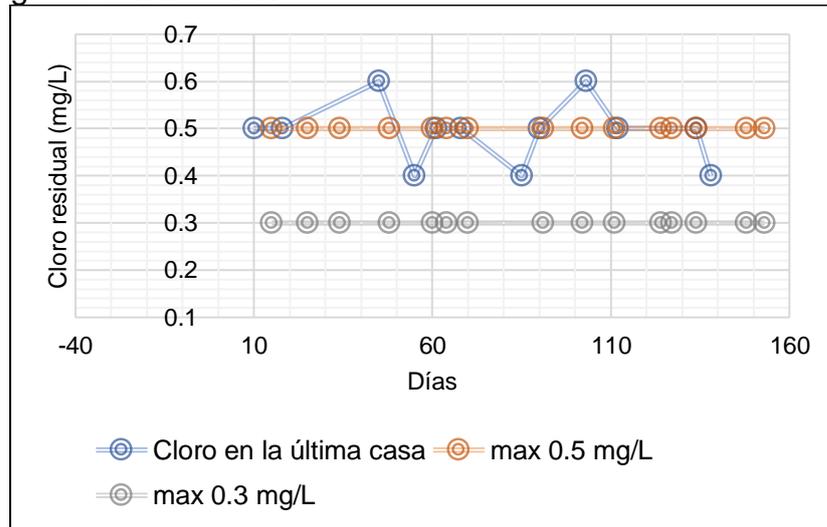
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, el último control fue realizada en la última casa, siendo este el punto más crítico del sistema y en el que se debe

verificar que en ningún momento la cantidad de cloro residual sea menor a 0.3 mg/L; en este sentido, en la **Figura 33**, se muestra con claridad que dicho requisito se cumple en todo el tiempo que duró la investigación.

**Figura 33.**

Variación temporal del cloro residual en la última casa - sistema goteo con flotador.



Fuente: Elaboración propia.

## 4.2. Contrastación de hipótesis

Para la determinación de la prueba de hipótesis se ha considerado los siguientes datos:

**Tabla 33.**

Resumen de datos para el análisis estadístico.

Tipo de cloración	Cloro residual en la primera casa	Tipo de cloración	Cloro residual en casa intermedia	Tipo de cloración	Cloro residual en última casa
Por filtros	0.7	Por filtros	0.8	Por filtros	0.5
Por filtros	0.8	Por filtros	0.6	Por filtros	0.5
Por filtros	0.9	Por filtros	0.8	Por filtros	0.6
Por filtros	0.9	Por filtros	0.7	Por filtros	0.4
Por filtros	0.8	Por filtros	0.6	Por filtros	0.5
Por filtros	0.7	Por filtros	0.6	Por filtros	0.5
Por filtros	0.8	Por filtros	0.7	Por filtros	0.4
Por filtros	0.9	Por filtros	0.7	Por filtros	0.5
Por filtros	0.9	Por filtros	0.7	Por filtros	0.6
Por filtros	0.9	Por filtros	0.9	Por filtros	0.5
Por filtros	0.8	Por filtros	0.6	Por filtros	0.5
Por filtros	0.8	Por filtros	0.7	Por filtros	0.4

Por filtros	1.0	Carga constante	0.7	Carga constante	0.5
Por filtros	0.9	Carga constante	0.8	Carga constante	0.2
Por filtros	1.0	Carga constante	0.8	Carga constante	0.4
Carga constante	0.8	Carga constante	0.7	Carga constante	0.5
Carga constante	0.8	Carga constante	0.6	Carga constante	0.4
Carga constante	0.7	Carga constante	0.6	Carga constante	0.2
Carga constante	1.0	Carga constante	0.6	Carga constante	0.5
Carga constante	0.8	Carga constante	0.7	Carga constante	0.4
Carga constante	0.9	Carga constante	0.8	Carga constante	0.5
Carga constante	0.9	Flotador	0.7	Carga constante	0.2
Carga constante	0.8	Flotador	0.6	Carga constante	0.5
Carga constante	0.8	Flotador	0.7	Carga constante	0.2
Carga constante	0.9	Flotador	0.6	Carga constante	0.5
Carga constante	0.6	Flotador	0.6	Carga constante	0.5
Carga constante	0.9	Flotador	0.7	Carga constante	0.5
Flotador	0.6	Flotador	0.6	Flotador	0.4
Flotador	0.7	Flotador	0.6	Flotador	0.4
Flotador	0.9	Flotador	0.8	Flotador	0.5
Flotador	0.8	Flotador	0.8	Flotador	0.4
Flotador	0.5	Flotador	0.7	Flotador	0.5
Flotador	0.8	Flotador	0.9	Flotador	0.4
Flotador	0.7			Flotador	0.2
Flotador	0.8			Flotador	0.4
Flotador	0.7			Flotador	0.3
Flotador	0.8			Flotador	0.4
Flotador	1			Flotador	0.2
Flotador	0.7			Flotador	0.2
Flotador	0.6			Flotador	0.4

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.1. Hipótesis específica b

##### Prueba de normalidad

Para la contrastación de la hipótesis planteada en la investigación, fue necesario estudiar la normalidad de los datos, por lo que se ha

aplicado la prueba establecida por Shapiro- Wilk, debido a que la cantidad de datos obtenidos en campos fue menor a 50 muestras; obteniéndose así la siguiente tabla:

**Tabla 34.**

Prueba de normalidad de los datos de campo de reservorio.

Tipo de cloración		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Cloro residual en reservorio	Por filtros	0.905	13	0.157
	Carga constante	0.906	14	0.137
	Flotador	0.886	16	0.051

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior, debido a que la significancia de los datos obtenidos mediante el estadístico de Shapiro – Wilk es mayor a 0.05, se puede concluir que los datos obtenidos para el cloro residual en el reservorio, presentan una distribución normal, razón por la cual se ha escogido el estadístico ANOVA de un factor para la correspondiente prueba de hipótesis.

### **Contrastación de hipótesis**

Para la corroboración de la prueba de hipótesis se debe de considerar los siguientes enunciados:

H<sub>10</sub>: El sistema de cloración por goteo de carga constante con balde dosificador, con flotador y controlada por filtros, no disminuye la falta de cloro residual del agua del reservorio en zonas rurales, siendo el más efectivo el sistema de cloración por goteo controlado por filtros.

H<sub>11</sub>: El sistema de cloración por goteo de carga constante con balde dosificador, con flotador y controlada por filtros, disminuye la falta de cloro residual del agua del reservorio en zonas rurales, siendo el más efectivo el sistema de cloración por goteo controlado por filtros.

Como se ha mencionado, para la prueba de la hipótesis planteada se ha aplicado el estadístico ANOVA, el cual se muestra en Tabla

35, y de la que se ha podido obtener que, debido a que la significancia es mayor a 0.05, no existe diferencia significativa entre los grupos comparados, es decir, que no importa el tratamiento de cloración que se aplique, la concentración de cloro residual en el reservorio será similar entre estos tres sistemas comparados, sin embargo, el que mayor valor de concentración se dio en el sistema de filtros, por lo que se acepta la hipótesis alterna.

**Tabla 35.**

Análisis ANOVA del sistema de cloración y el cloro residual en el reservorio.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.02	2	0.01	0.31	0.74
Dentro de grupos	0.09	40	0.03		
Total	1.010	42			

Fuente: Elaboración propia.

Para un mejor entendimiento de la tabla anterior, se ha establecido mediante una prueba pos hoc, la comparación de medias entre los grupos analizados, obteniéndose así los resultados que se muestran en la Tabla 36; en la que se puede destacar que las diferencias de medias son menores a 1 y que la significancia en todos los casos analizados o comparados es mayor a 0.05.

**Tabla 36.**

Comparación de medias entre los diferentes sistemas de cloración en el reservorio.

(I) Tipo de cloración	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza		
				Límite inferior	Límite superior	
Por filtros	Carga constante	0.04	0.06	0.81	-0.11	0.19
	Flotador	0.04	0.06	0.74	-0.10	0.19
Carga constante	Por filtros	-0.04	0.06	0.81	-0.19	0.11
	Flotador	0.01	0.06	0.99	-0.14	0.15
Flotador	Por filtros	-0.04	0.06	0.74	-0.19	0.10
	Carga constante	-0.01	0.06	0.99	-0.15	0.14

Fuente: Elaboración propia.

Complementariamente, se ha unido todos los grupos con significancia similares para establecer las diferencias entre ellos (ver

Tabla 37), sin embargo, al no existir una significancia menor a 0.05, se puede concluir que todos los sistemas son similares al ser medidos en el reservorio de un sistema de abastecimiento de agua potable.

**Tabla 37.**  
Agrupación de grupos con significancia similares en el reservorio.

Tipo de cloración	N	Subconjunto para alfa = 0.05 1
Flotador	16	0.99
Carga constante	14	0.99
Por filtros	13	1.03
Sig.		0.75

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.2. Hipótesis específica c

##### Prueba de normalidad para la concentración de cloro en la primera casa

La prueba de normalidad para la hipótesis específica 2 consistió en analizar todos los datos de cloro residual medidos en la primera casa de un sistema de abastecimiento de agua potable; para ello fue necesario la aplicación del método establecido por Shapiro – Wilk, debido a que la cantidad de datos medidos no fue mayor a 50 muestras.

En este sentido se ha podido determinar los siguiente:

**Tabla 38.**  
Normalidad de los datos de la primera casa.

Tipo de cloración		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Cloro residual en reservorio	Por filtros	0.89	15	0.08
	Carga constante	0.91	12	0.22
	Flotador	0.96	13	0.72

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 38 se observa que, debido a que la significancia obtenida es mayor a 0.05, los datos obtenidos en campo poseen una

distribución normal; razón por la cual se ha aplicado el estadístico ANOVA de un factor para probar la hipótesis planteada.

### **Prueba de normalidad para la concentración de cloro en la casa intermedia**

Para determinar que análisis aplicar para la prueba de la hipótesis planteada, se estableció la normalidad de los datos obtenidos en campo respecto a la casa intermedia del sistema de abastecimiento de agua potable. En tal contexto, ha aplicó el método propuesto por Shapiro – Wilk, obteniéndose así, los siguientes resultados:

**Tabla 39.** Normalidad de los datos de la casa intermedia  
Normalidad de los datos de la casa intermedia.

Tipo de cloración		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Cloro residual en casa intermedia	Por filtros	0.86	12	0.05
	Carga constante	0.82	9	0.04
	Flotador	0.84	12	0.03

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, debido a que las significancias son menores a 0.05, se establece que los datos obtenidos tienen una distribución no normal, es por ello que para la prueba de hipótesis se considerará el estadístico no paramétrico establecido por Kruskal – Wallis.

### **Prueba de normalidad para la concentración de cloro en la última casa**

La prueba de normalidad para esta hipótesis específica se ha determinado mediante el método de Shapiro - Wilk, obteniéndose la siguiente tabla:

**Tabla 40.** Normalidad de los datos de la última casa.

Tipo de cloración		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Cloro residual en casa intermedia	Por filtros	0.81	12	0.01
	Carga constante	0.71	15	0.00
	Flotador	0.81	13	0.01

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 40 muestra que, debido a que la significancia es menor a 0.05, los datos obtenidos en campo tienen una distribución no normal, por lo que para probar la hipótesis propuesta será necesario la aplicación de un estadístico no paramétrico, que en este caso será el de Kruskal – Wallis.

### **Contrastación de hipótesis**

Para contrastar la hipótesis planteada, es necesario considera los siguientes enunciados:

H<sub>20</sub>: El sistema de cloración por goteo de carga constante con balde dosificador, con flotador y controlada por filtros, no incrementa el cloro residual del agua en la primera casa, en la casa intermedia y la casa final de la red de distribución del sistema de abastecimiento en zonas rurales, siendo el más efectivo el sistema de cloración por goteo controlado por filtros.

H<sub>21</sub>: El sistema de cloración por goteo de carga constante con balde dosificador, con flotador y controlada por filtros, incrementa el cloro residual del agua en la primera casa, en la casa intermedia y la casa final de la red de distribución del sistema de abastecimiento en zonas rurales, siendo el más efectivo el sistema de cloración por goteo controlado por filtros.

De acuerdo al análisis ANOVA que se muestra en la Tabla 41, la significancia obtenida fue menor a 0.05, demostrando así que el tipo del sistema de cloración por goteo incide de manera significativa en la concentración de cloro residual.

**Tabla 41.**

ANOVA sistema de cloración y el cloro residual en la primera casa.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.097	2	0.049	3.99	0.03
Dentro de grupos	0.451	37	0.012		

Total	0.548	39
-------	-------	----

Fuente: Elaboración propia.

Para establecer con mejor precisión cuál de los sistemas tienen mayor variación, se ha elaborado una prueba pos hoc, en la que se ha determinado que la mayor diferencia de medias se da entre el sistema de cloración por goteo con filtros y el de flotador, tal como se observa en la Tabla 42.

**Tabla 42.**

Comparación de medias entre los diferentes sistemas de cloración en la primera casa.

(I) Tipo de cloración		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
Por filtros	Carga constante	0.03	0.04	0.79	-0.08	0.13
	Flotador	0.11*	0.04	0.02	0.01	0.22
Carga constante	Por filtros	-0.03	0.04	0.79	-0.13	0.08
	Flotador	0.09	0.04	0.14	-0.02	0.19
Flotador	Por filtros	-0.11*	0.04	0.02	-0.22	-0.01
	Carga constante	-0.09	0.04	0.14	-0.19	0.02

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se ha agrupado los grupos con significancia similares estableciéndose que el sistema con flotador y carga constante no varían de manera significativa, al igual que los grupos de carga constante y filtros; tal como se observa en la siguiente tabla:

**Tabla 43.**

Agrupación de grupos con significancia similares en la primera casa.

Tipo de cloración	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Flotador	13	0.7385	
Carga constante	12	0.8250	0.8250
Por filtros	15		0.8533
Sig.		0.122	0.788

Fuente: Elaboración propia.

Para la contrastación de la variación de la cantidad de cloro residual en la casa intermedia de la red de distribución de sistema de tratamiento, se ha aplicado el estadístico de Kruskal –Wallis, obteniéndose así los resultados descritos en la Tabla 44.

**Tabla 44.**

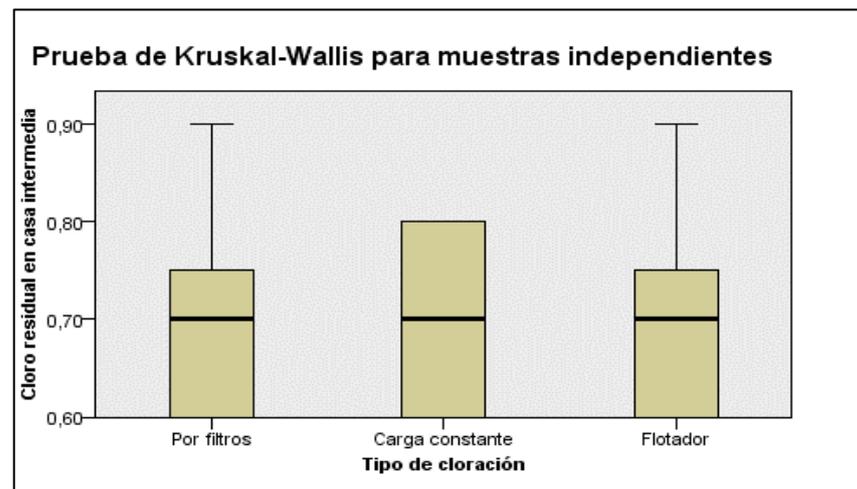
Análisis Kruskal – Wallis del sistema de cloración y el cloro residual en la casa intermedia.

Descripción	Valor
N total	33
Estadístico de contraste	0.14
Grados de libertad	2
Significación asintótica (prueba bilateral)	0.93

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 34.**

Prueba de Kruskal – Wallis en la casa intermedia.



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, en la tabla y figura anterior, se ha establecido que debido a que la significancia es mayor a 0.05, se puede concluir que no existe una diferencia significativa entre las mediciones del cloro residual con diferentes sistemas de cloración por goteo.

De acuerdo al estadístico de Kruskal – Wallis que se muestra en la Tabla 45, se concluye que si existe una variación significativa entre los valores de cloro residual medidos en la última casa.

**Tabla 45.**

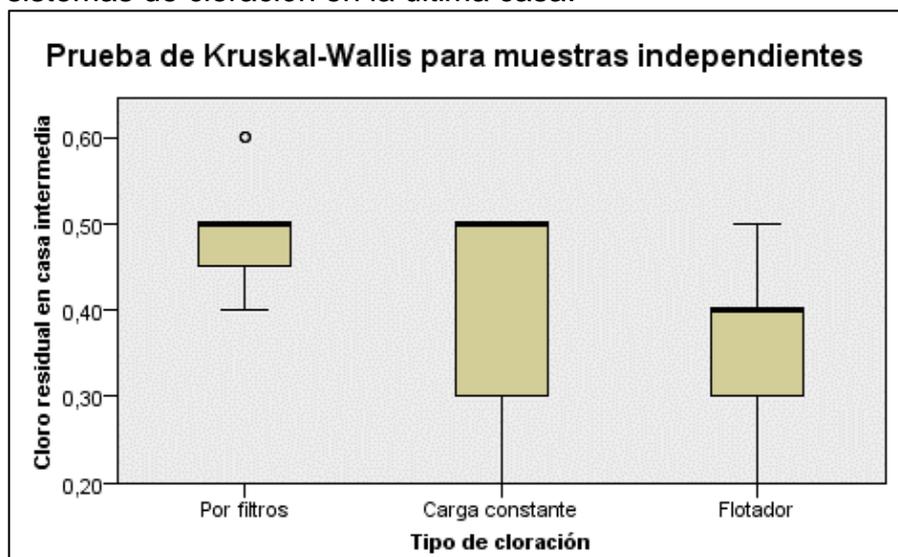
Análisis Kruskal – Wallis del sistema de cloración y el cloro residual en la última casa.

Descripción	Valor
N total	40
Estadístico de contraste	9.60
Grados de libertad	2
Significación asintótica (prueba bilateral)	0.01

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 35.**

Prueba de Kruskal – Wallis para muestras independientes de los sistemas de cloración en la última casa.



Fuente: Elaboración propia.

La demostración de la variación de la concentración del cloro en la última vivienda de la red de distribución de agua potable se muestra a continuación.

Para establecer cuáles son los grupos que mayor diferencia presentan, se ha realizado una comparación de grupos, en la que el principal indicador de esta diferencia es la significancia ajustada, de la que se puede interpretar que la mayor variación de cloro residual entre los sistemas de cloración por goteo se da en el tipo de flotador y el de controlado por filtros, por lo que se rechaza la hipótesis alterna, debido a que estadísticamente son dos sistemas los que incrementan la cantidad de cloro residual en el agua.

**Tabla 46.**

Comparación de grupos de los sistemas de cloración.

Comparación de grupos	Estadístico de prueba	Estándar error	Sig.	Sig. Ajustada
Flotador - por filtros	13.60	4.4	3.09	0.01
Flotador - Carga constante	5.84	4.17	0.16	0.48
Carga constante - por filtros	7.77	4.26	0.07	0.20

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1. Objetivo específico 1: Características del sistema de cloración por goteo

Las características del sistema de cloración por goteo, están definidas en función de los siguientes aspectos: el diseño de la cantidad de cloro para el tratamiento del agua, la consideración de los componentes necesarios para su funcionamiento y el costo que conlleva su instalación.

En referencia al diseño del sistema, se ha establecido que el ítem con mayor relevancia es el caudal de goteo en cada sistema, pues la concentración y dosificación del cloro tienen valores similares. En este sentido, los resultados mostraron que, el sistema controlado por filtros tuvo un caudal de 69 ml/min. Por su parte, el sistema de cloración con flotador necesita una dosificación de la solución madre de 50.10 ml/min; mientras que el sistema de cloración por carga constante requiere una dosificación de 69 ml/min, obteniéndose que el sistema con menor consumo de solución madre es el de flotador. Este aspecto es desfavorable pues un valor menor de dosificación implica menos capacidad de tratamiento del sistema; estos resultados difieren con lo estimado por **Landeo (2018)**, pues mediante su investigación logra estimar que la eficiencia del sistema de cloración por goteo con flotador

es más eficiente que otros sistemas de cloración pues poseen menor cantidad de goteo, sin embargo es imprescindible mencionar que en la investigación realizada por el autor mencionado, no consideró el sistema de cloración controlado por filtros.

Con respecto a los componentes de los sistemas estudiados, se ha podido determinar que son similares, diferenciándose únicamente en los materiales específicos para cada sistema de cloración. Esto se vio reflejado con mayor precisión en el costo de instalación de cada sistema.

Para la determinación del costo de instalación de los distintos sistemas de cloración se han considerado la mano de obra, los materiales y las herramientas. Bajo esta descripción, los cálculos demostraron que el sistema controlado por filtros tiene un costo de instalación de S/. 1,115.49 soles; por su parte, el sistema con flotador posee un valor de instalación de S/. 1,156.36 soles; mientras que el sistema de carga constante tuvo un costo de S/. 1,703.22. Este aspecto también fue analizado por **Landeo (2018)**, quien en su investigación pudo estimar un costo de instalación del sistema de flotador de S/ 2,960.03 soles; mientras que, para el sistema por embalse, el costo fue de S/. 3,071.53 soles; siendo valores mucho mayores a los calculados en esta investigación, sin embargo, el precio puede atribuirse a un mayor costo por la ubicación del proyecto, el cual fue en Huancavelica.

## **5.2. Objetivo específico 2: Variación de la concentración del cloro residual en el reservorio según el sistema de cloración por goteo**

Para establecer con claridad cómo se da la variación de la concentración del cloro residual en el agua, se decidió estudiar tres sistemas de abastecimiento comprendidas en tres caseríos de la sierra de Piura, tales como el caserío El Molino Km 22, caserío Landa y el caserío Yahuangate, en el distrito de Huarmaca de la provincia de Huancabamba, los cuales poseían cuatro puntos de control, siendo el primero de estos el reservorio.

La concentración de cloro residual en el reservorio según la norma D.S. N°031-2010-SA, debe estar comprendido entre 1 mg/L y 1.5 mg/L, sin embargo, de acuerdo a las mediciones en campo, solo un tipo de sistema de cloración pudo cumplir dicha especificación, el cual es controlado por filtros, tal como se muestra en la Tabla 28. Esto demuestra que el tipo de cloración puede variar la cantidad de cloro residual en el agua y por ende su calidad para consumo, pues el más eficiente de todos los considerados en el estudio fue el de carga constante, seguido por el de flotador. Esto coincide con lo determinado por **Muñoz (2019)** en su investigación determinó que el sistema de cloración más eficiente fue el flotador, pues los valores del cloro residual siempre se mantuvieron en el rango de 0.5 mg/l a 1 mg/l siendo su principal desventaja no haber considerado más sistemas como el propuesto en esta investigación.

En tal sentido se puede mencionar que el mejor sistema de cloración es el controlado por filtros, pues la concentración en el reservorio es mayor que los demás sistemas; además que según el análisis temporal que se muestra en la **Figura 22**, la tendencia de las mediciones es positiva, es decir que, mientras transcurra el tiempo se mejora la dosificación y el caudal de ingreso de la solución madre en el sistema de abastecimiento de agua potable.

Desde el punto de vista estadístico se ha determinado que, a pesar de apreciar variaciones entre los valores del cloro residual en los sistemas, esta diferencia no es significativa; lo cual deja a decisión el punto de vista técnico, el cual se basa en la determinación del sistema que cumpla los límites recomendados en la normativa vigente.

### **5.3. Objetivo específico 3: Variación de la concentración del cloro residual en la primera casa, casa intermedia y ultima casa de la red de distribución del sistema de cloración por goteo**

Después de la medición del cloro residual en el reservorio, se debe proceder con la medición de este parámetro en la primera casa del

sistema de abastecimiento de agua, es por ello que se realizaron mediciones durante un periodo de 5 meses, obteniéndose así los valores resumidos en la **Figura 27**; en ella se observa con claridad, que el valor del cloro residual es diferente y depende del tipo de sistema de cloración que se considere.

Bajo lo mencionado se ha determinado que la cloración por goteo con filtros tuvo mayores valores de concentración de cloro residual, seguido del, de carga constante y finalmente el de flotador.

Al comparar los resultados mencionados en el reservorio, podemos observar que, el comportamiento es similar desde el punto de vista técnico, pues el orden de eficiencia mencionado es similar pues deja en último lugar al sistema de cloración con flotador. Estos resultados se pueden contrastar con lo obtenido por **Mayorga y Mayorga (2016)**, quienes mencionan que, la deficiencia de este sistema es que con el transcurrir de los meses la parte sólida de la solución tiende a obstruir la manguera de ingreso al reservorio.

En este sentido, se puede destacar que la mayor concentración de cloro obtuvo fue el sistema controlado por filtros, además que la tendencia de las mediciones realizadas no es inferior a 0.5 mg/L y presentan una pendiente positiva.

Estadísticamente podemos establecer que, en este caso, si existen diferencias significativas cuando se mide la cantidad de cloro en el agua, resaltando principalmente que la cloración filtros y de flotador difieren significativamente, pero no con el de carga constante; es decir que este último sistema obtiene valores similares; siendo así el único aspecto condicionante, el económico.

Como se ha mencionado, el control del sistema de cloración debe ser realizado en varios puntos del sistema de abastecimiento; es por ello que la medición en la casa intermedia del sistema pasa ser una verificación rutinaria, pues en la mayoría de casos siempre cumplen los parámetros establecidos por la normativa vigente.

Bajo el contexto descrito, después de la medición de los valores de cloro residual, se ha podido establecer que los sistemas de cloración con filtros y de carga constante, dan valores similares; mientras que el que menos concentración de cloro posee es el del flotador, tal como se muestra en la **Figura 20**, es por ello que, hasta este punto, podemos mencionar que los sistemas que obtuvieron valores similares pueden ser utilizados de manera válida.

Estadísticamente, la variación que se muestra en la Tabla 30 no es significativa, pero técnicamente si se puede observar con claridad que sistema tiene un mejor comportamiento, y por ende un mejor tratamiento del agua.

El punto de mayor relevancia en la medición del cloro residual será la última casa, pues es en este punto donde generalmente el cloro se reduce de manera considerable. Ante esto la norma menciona que el 90 % de las mediciones realizadas deben ser mayor o igual a 0.5 mg/L y solo el 10 % puede ser como mínimo 0.3 mg/L.

En este contexto, se ha observado en la Tabla 31, que el promedio de las mediciones del cloro residual en la última casa varía entre 0.492 mg/L y 0.362 mg/L lo cual, como se ha mencionado, es menor de 0.5 mg/L.

Si bien los resultados muestran que todos los sistemas de cloración no logran superar un valor de 0.5 mg/L, el sistema que más cercano está es el controlado con filtros, seguido de la carga constante y el de flotador. Es ante esta problemática que se puede deducir que el más eficiente es el sistema con filtros; estos resultados concuerdan con lo determinado por **Salazar (2019)** quien en los resultados obtenidos en la última vivienda fueron los recomendados en el Reglamento de Calidad del Agua establecido por el Ministerio de Salud.

Estadísticamente, se ha observado que, entre los valores obtenidos en cada sistema de cloración, si existe variaciones significativas, pues al revisar la comparación de grupos entre los sistemas, los que mayor diferencia poseen son el sistema con flotador y con filtros.

Es ante ello que la decisión pasa a un punto económico, pues dependerá del especialista o responsable de la pos ejecución de los proyectos de abastecimiento de agua.

#### **5.4. Objetivo general: Efecto del sistema de cloración en la cantidad de cloro residual del sistema**

La cantidad de cloro presente en el agua es un aspecto de suma importancia, pues mediante ella se puede asegurar la calidad y potabilidad. En este sentido, el estudio realizado, demuestra que el sistema de cloración por goteo controladas por filtros es el que logra una mejor distribución del cloro residual en el agua y por ende un mejor tratamiento del agua, pues la cantidad de cloro residual en todos los puntos analizados son superiores a los demás tipos de cloración en cada punto de control analizado.

Un aspecto resaltante, es lo determinado en la **Figura 21**, donde se observa que la tendencia en general del cloro residual en el agua es la reducción progresiva a medida que el punto de control se aleja del reservorio.

Al comparar cada sistema de cloración muestran que una clara tendencia de efectividad, donde el sistema de cloración por goteo controlada por filtros, es mejor que los demás sistemas; siendo más notorio en la última casa; seguido en eficacia por el sistema de cloración por carga constante; este aspecto coincide con lo determinado por **Landeo (2018)**, quien en su investigación, establece que de los principales métodos de cloración, el sistema de cloración de carga constante; esto debido a que en el desarrollo de su tesis no ha considerado el sistema controlado por filtros.

## CONCLUSIONES

1. Los sistemas de cloración por goteo varían la concentración del cloro residual del agua potable en zonas rurales, de acuerdo al punto de abastecimiento; siendo el más efectivo el sistema de cloración por goteo controlado por filtros, tanto para la concentración en el reservorio, en la primera casa, en la casa intermedia y la casa final del sistema de abastecimiento de agua.
2. Se ha establecido que la factibilidad del uso del sistema de cloración por goteo está condicionada por el diseño de la cantidad de cloro en la solución madre, los componentes de los sistemas y el costo total, siendo el sistema de cloración controlado por filtros el que presentó una mayor dosificación con 69 ml /min y con costo de instalación menor de S/. 1,115.49 soles.
3. El sistema de cloración por goteo de carga constante con balde dosificador, con flotador y controlada por filtros, varían la concentración de cloro residual del agua del reservorio en zonas rurales, pues con el primero se obtuvo en promedio 0.993 mg/L, con el segundo 0.988 mg/L y con el tercero de 1.031 mg/L, el siendo el más efectivo el sistema de cloración por goteo controlado por filtros.
4. El sistema de cloración por goteo de carga constante con balde dosificador, con flotador y controlada por filtros, varían la concentración de cloro residual del agua en la primera casa del sistema de abastecimiento en zonas rurales, pues con el primero se obtuvo en promedio 0.825 mg/L, con el segundo 0.738 mg/L y con el tercero de 0.853 mg/L, además a ello, en la casa intermedia la variación del primer método y tercero fue de 0.70 mg/L y con el segundo fue de 0.692 mg/L; mientras que al evaluar la concentración de cloro en la última vivienda se obtuvo que con el sistema de balde dosificador fue de 0.40 mg/L, con el sistema de flotador fue 0.362 mg/L, mientras que con el sistema controlado por filtros fue de 0.492 mg/L; estableciéndose de esta manera que el sistema de cloración con filtros es el más efectivo en comparación de los otros sistema de cloración.

## RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos, se recomienda el uso del sistema de cloración por goteo controlado por filtros para zonas rurales, esto por su eficiencia tanto técnica y económica.
2. Se recomienda que la lectura del cloro residual en el reservorio debe ser mayor a 1 mg/L, si no se diera este caso, se debe incrementar la dosificación de la solución madre o cambiar el sistema de cloración.
3. La concentración del cloro residual en la última vivienda del sistema de abastecimiento debe cumplir que del 90 % de las mediciones realizadas deben ser mayor a 0.5 mg/L y el 10 % mayores a 0.3 mg/L.
4. Se recomienda la realización de este estudio en la región de Junín, pues este puede beneficiar a la población rural, y de esta manera poder disminuir la cantidad de enfermedades gastrointestinales y anémicas en los pobladores, pues sus tratamientos pueden ser costosos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENÍTEZ, D., 2021. *Sistema de cloración automático para la junta administradora de agua potable regional oriental Mulaló - Joseguango Bajo - Aláquez*. S.I.: Universidad Técnica de Ambato.
- CANAL DE ISABEL II, G., 2012. Tratamiento del agua potable. *Canal de Isabel II gestion*, S.A., vol. 29, pp. 21.
- CARRILLO, E. y LOZANO, A., 2008. *Validación del método de detección de coliformes totales y fecales en agua potable utilizando agar chromocult*. S.I.: Pontificia Universidad Javeriana.
- CCANTO, G., 2010. *Metodología de la investigación científica en ingeniería civil*. Lima - Perú: Gerccantom.
- COOPERACIÓN ALEMANA AL DESARROLLO, 2017. *Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural*. 2017. Lima: Cooperación Alemana al Desarrollo.
- CORADA, E., 2018. *Agua cruda: La moda de beber agua sin tratar, un riesgo para la salud*. 2018. Madrid: s.n.
- DÍAZ, N., PACHECO, H., CABRERA, W. y LOAYZA, J., 2018a. *Hipoclorador de goteo de carga constante de doble recipiente*. 2018. Perú: Proyecto SABA.Plus.
- DÍAZ, N., PACHECO, H., CABRERA, W. y LOAYZA, J., 2018b. *Instalación del hipoclorador por goteo con flotador*. 2018. Perú: Proyecto SABA.Plus.
- DIGESA, 2010. *Decreto Supremo N°031-2010-SA*. 2010. Lima: Dirección General de Salud.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P., 2014. *Metodología de la investigación* [en línea]. Sexta Ed. México: Mac Graw Hill. ISBN 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2. Hernandez, Fernandez y Baptista-Metodología Investigacion Cientifica 6ta ed.pdf>.
- INNOVACIÓN TECNOLÓGICA CATALANA, 2006. Cloración de agua potable.

- Inovación Tecnológica Catalana*, pp. 28.
- LANDEO, A., 2018. *Relación de los métodos por goteo y la eficacia del cloro residual en la instalación de sistemas de cloración en zonas rurales*. S.l.: s.n.
- LEÓN, J., 2019. *Determinar las eficiencias de las desinfecciones en el abastecimiento de agua para consumo humano, cloración por goteo y difusión, Primorpampa-Shupluy -Yungay-Ancash , año 2018*. S.l.: Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo.
- MAYORGA, O. y MAYORGA, J., 2016. Propuesta de tratamiento del agua de consumo humano en pequeñas comunidades. Caso: sector Santa Rosa - La Hechicera (Mérida, Venezuela). *Ingeniería UC*, vol. 23, no. 3, pp. 376-380.
- MIRANDA, M., ARAMBURÚ, A., JUNCO, J. y CAMPOS, M., 2010. Situación de la calidad de agua para consumo en hogares de niños menores de cinco años en Perú, 2007-2010. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, vol. 27.
- MUÑOZ, O. y DELGADO, A., 2019. *Implementación del proceso de desinfección para el mejoramiento del sistema de tratamiento de agua en la vereda El Paraíso del Municipio de Colon Nariño*. Génova Nariño: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- MUÑOZ, R., 2019. *Eficiencia del sistema de cloración por goteo para el mejoramiento de la calidad del agua de consumo humano del caserío Cauchamayo-Celendín*. S.l.: Universidad Nacional de Cajamarca.
- OMS, 2006. *Guías para la calidad del agua potable*. 2006. Suiza: Organización Mundial de la Salud.
- OPS y OMS, 2009. Medición del cloro residual en el agua. *Guías técnicas sobre saneamiento, agua y salud*, pp. 4.
- ORELLANA, M., 2016. *Diseño de sistema de tratamiento de agua potable para la comunidad de Bellavista Cantón Colta*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- ORTA, D. y PABÓN, P., 2020. *Evaluación de la calidad del agua de consumo de la junta administradora de agua potable y saneamiento regional Canchagua*.

Quito: Escuela Politécnica Nacional.

RADIO PROGRAMAS DEL PERÚ, 2014. Piura: 65% consume agua contaminada. *Radio Progrmas del Perú*. Lima, noviembre 2014. pp. 3.

SALAZAR, J., 2019. *Influencia del sistema de cloración por goteo en la calidad del agua de la provincia de Oxapampa, Pasco*. S.I.: Universidad Peruana Los Andes.

SALAZAR, R., 2018. *Eficiencia de los sistemas de cloración convencional y goteo adaptado en el tratamiento de agua potable*. S.I.: Universidad Privada Del Norte.

## **ANEXOS**

**Anexo N° 01: Matriz de consistencia**

### Matriz de consistencia

#### Tesis: “Efectos de los sistemas de cloración por goteo en la concentración de cloro residual del agua potable en zonas rurales”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p><b>Problema general:</b> ¿Cuáles es el efecto del sistema de cloración por goteo en la falta de cloro residual del agua potable en zonas rurales?</p> <p><b>Problemas específicos:</b> a) ¿Cuáles son las características del sistema de cloración por goteo con balde dosificador, con flotador y controlado por filtros en zonas rurales? b) ¿Cómo modifica el sistema de cloración por goteo de carga constante con balde dosificador, con flotador y controlada por filtros, la falta de cloro residual en el agua del reservorio de zonas rurales? c) ¿De qué manera varía el sistema de cloración por goteo de carga constante con balde dosificador, con flotador y controlada por filtros, la falta de cloro residual en la primera casa, en la casa intermedia y la casa final de la red de distribución del sistema de abastecimiento en zonas rurales?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Evaluar el efecto del sistema de cloración por goteo en la falta de cloro residual del agua potable en zonas rurales.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> a) Determinar las características del sistema de cloración por goteo con balde dosificador, con flotador y controlado por filtros en zonas rurales b) Determinar cómo el sistema de cloración por goteo de carga constante con balde dosificador, con flotador y controlada por filtros, modifica la falta de cloro residual en el agua del reservorio en zonas rurales. c) Establecer de qué forma el sistema de cloración por goteo de carga constante con balde dosificador, con flotador y controlada por filtros, varía la falta de cloro residual en el agua, en la casa intermedia y la casa final de la red de distribución del sistema de abastecimiento en zonas rurales.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> Los sistemas de cloración por goteo disminuyen la falta de cloro residual del agua potable en zonas rurales, de acuerdo al punto de abastecimiento; siendo el más efectivo el sistema de cloración por goteo controlado por filtros.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b> a) Las características del sistema de cloración por goteo con balde dosificador, con flotador y controlado por filtros en zonas rurales están definidos por el diseño, sus componentes y el costo de instalación. b) El sistema de cloración por goteo de carga constante con balde dosificador, con flotador y controlada por filtros, disminuye la falta de cloro residual del agua del reservorio en zonas rurales, siendo el más efectivo el sistema de cloración por goteo controlado por filtros. c) El sistema de cloración por goteo de carga constante con balde dosificador, con flotador y controlada por filtros, incrementa el cloro residual del agua en la primera casa, en la casa intermedia y la casa final de la red de distribución del sistema de abastecimiento en zonas rurales, siendo el más efectivo el sistema de cloración por goteo controlado por filtros.</p>	<p><b>Variable independiente (X):</b> Sistema de cloración por goteo.</p> <p><b>Variable dependiente (Y):</b> Falta de cloro residual en el agua.</p>	<p>- Cloración por goteo de carga constante con balde dosificador.</p> <p>- Cloración por goteo con flotador.</p> <p>- Cloración por goteo controlada por filtros.</p> <p>- Concentración de cloro residual en el reservorio.</p> <p>- Concentración en la red de distribución del sistema de abastecimiento</p>	<p>-Caudal de demanda de cloro.</p> <p>- Caudal de goteo mínimo.</p> <p>-Periodo de recarga de tecnología de cloración.</p> <p>Concentración de cloro a nivel de reservorio.</p> <p>-Concentración de hipoclorito de calcio.</p> <p>-Cantidad de cloro por volumen de agua.</p> <p>-Cantidad de cloro en la primera casa.</p> <p>-Cantidad de cloro en la casa intermedia.</p> <p>-Cantidad de cloro en la última casa.</p>	<p><b>Método de investigación:</b> Científico.</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada.</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> Explicativo.</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> Cuasi experimental.</p> <p><b>Población:</b> La población correspondió al agua para consumo humano de 103 caseríos humanos de los de la zona rural del distrito de Huarmaca, provincia de Huancabamba en el departamento de Piura.</p> <p><b>Muestra:</b> La muestra según el tipo de muestreo no probabilístico intencional o dirigido, correspondió al agua para consumo humano de los caseríos El Molino Km 22, Yahuangate y Landa.</p>

## **Anexo N° 02: Operacionalización de variables**

Variables	Dimensiones	Indicadores
<b>Variable independiente (X):</b> Sistema de cloración por goteo	Cloración por goteo de carga constante con balde dosificador	Caudal de demanda de cloro Caudal de goteo mínimo Periodo de recarga de tecnología de cloración Concentración de cloro a nivel de reservorio Concentración de hipoclorito de calcio
	Cloración por goteo con flotador	Caudal de demanda de cloro caudal de goteo mínimo Periodo de recarga de tecnología de cloración Concentración de cloro a nivel de reservorio Concentración de hipoclorito de calcio
	Cloración por goteo controlada por filtros	Caudal de demanda de cloro caudal de goteo mínimo Periodo de recarga de tecnología de cloración Concentración de cloro a nivel de reservorio Concentración de hipoclorito de calcio
<b>Variable dependiente (Y):</b> Falta de cloro residual en el agua.	Cloro residual en el reservorio	Cantidad de cloro por volumen de agua
	Cloro residual en la red de distribución del sistema de abastecimiento	Cantidad de cloro en la primera casa Cantidad de cloro en la casa intermedia Cantidad de cloro en la última casa

**Anexo N° 03: Cálculo del sistema de cloración.**

## **Anexo 03.01: Diseño del sistema de cloración controlada por filtros**

## DOSIFICACION DE CLORO PARA AGUA POTABLE

### JASS - SUMUCHE ALTO EL PUERTO

**PROYECTO ESPECIALISTA**

: "INSTALACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE 103 CASERÍOS, DISTRITO DE HUARMACA HUANCABAMBA-PIURA" - EL MOLINO KM 22.

**LOCALIDAD**

: EL MOLINO

Filtros

**PROVINCIA**

:

HUANCABAMBA

**DISTRITO**

: HUARMACA

**DEPARTAMENTO** : PIURA

**FECHA**

: 24/12/2020

#### CALCULO DE LA DEMANDA DE AGUA (CAUDAL MAXIMO DIARIO)

$$Q_{md} = \frac{(Poblacion) \times (Dotacion) \times (Coef. Variacion Diaria)}{86400}$$

#### DATOS

Poblacion	275	HAB
Dotacion	50	L/H/D
k2 (C. Var. D.)	1.3	
<b>Qmd =</b>	<b>0.21</b>	<b>L/s</b>

#### CALCULO DE CLORO PARA SOLUCION MADRE

$$P(gr) = \frac{V(litros) * Concentracion(mg/l)}{\% cloro * 10}$$

#### DATOS DE CAMPO

TIEMPO DE RECARGA	6	dias
% DE CLORO	70	%
CAUDAL DE INGRESO o QMD	0.21	L/s
CONCENTRACION EN RESERVORIO (PPM)	1.5	mgr/L
<b>P(gr) =</b>	<b>233.28</b>	<b>gr</b>

#### VERIFICACION DE CONCENTRACION DE CLORO

$$Concentracion Real = \frac{Peso cloro}{Vol. Tan. Cloracion}$$

#### DATOS

PESO DE CLORO	233.28	gr
VOLUMEN DE TANQUE DE CLORACION	600	L
<b>Concentracion Real =</b>	<b>388.80</b>	<b>mg/L BIEN!!</b>

#### CALCULO DE DOSIS DE GOTEO

$$Dosis Goteo = \frac{Vol. Tanq. Cloro}{Tiempo de Recarga}$$

#### DATOS

TIEMPO DE RECARGA	6.00	dias
VOLUMEN DE TANQUE DE CLORACION	600	L
<b>Dosis Goteo =</b>	<b>69</b>	<b>ml/min BIEN!!</b>

**Anexo 03.02: Diseño del sistema de cloración de carga constante.**

**PROYECTO** : "INSTALACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE 103 CASERÍOS, DISTRITO DE HUARMACA HUANCABAMBA-PIURA" - YAHUANGATE.

**ESPECIALISTA** : DR. F. FAREDES SOTOMAYOR, DITIAN WILLIAM

**LOCALIDAD** : YAGUANGATE carga constante **PROVINCIA** : HUANCABAMBA

**DISTRITO** : HUARMACA **DEPARTAMENTO** : PIURA

**FECHA** : 24/12/2020

#### CALCULO DE LA DEMANDA DE AGUA (CAUDAL MAXIMO DIARIO)

$$Q_{md} = \frac{(Poblacion) \times (Dotacion) \times (Coef. Variacion Diaria)}{86400}$$

#### DATOS

Poblacion	175	HAB
Dotacion	50	L/H/D
k2 (C. Var. D.)	1.3	
<b>Qmd =</b>	<b>0.13</b>	<b>L/s</b>

#### CALCULO DE CLORO PARA SOLUCION MADRE

$$P(\text{gr}) = \frac{V(\text{litros}) \times \text{Concentracion}(\text{mg/l})}{\% \text{ cloro} \times 10}$$

#### DATOS DE CAMPO

TIEMPO DE RECARGA	6	dias
% DE CLORO	70	%
CAUDAL DE INGRESO o QMD	0.14	L/s
CONCENTRACION EN RESERVORIO (PPM)	1.5	mgr/L
<b>P(gr) =</b>	<b>155.52</b>	<b>gr</b>

#### VERIFICACION DE CONCENTRACION DE CLORO

$$\text{Concentracion Real} = \frac{\text{Peso cloro}}{\text{Vol. Tanq. Cloracion}}$$

#### DATOS

PESO DE CLORO	155.52	gr
VOLUMEN DE TANQUE DE CLORACION	600	L
<b>Concentracion Real =</b>	<b>259.20</b>	<b>mg/L BIEN!!</b>

#### CALCULO DE DOSIS DE GOTEO

$$\text{Dosis Goteo} = \frac{\text{Vol. Tanq. Cloro}}{\text{Tiempo de Recarga}}$$

#### DATOS

TIEMPO DE RECARGA	6.00	dias
VOLUMEN DE TANQUE DE CLORACION	600	L
<b>Dosis Goteo =</b>	<b>69</b>	<b>ml/min BIEN!!</b>

### **Anexo 03.03: Diseño del sistema de cloración con flotador**



## DOSIFICACION DE CLORO PARA AGUA POTABLE

### JASS - SUMUCHE ALTO EL PUERTO

**PROYECTO** : "INSTALACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE 103 CASERÍOS. DISTRITO DE HUARMACA HUANCABAMBA-PIURA" -  
**ESPECIALISTA** : BACH. PAREDES SOTOMAYOR, BRYAN WILLIAM  
**PROVINCIA** :  
**LOCALIDAD** : LANDA flotador HUANCABAMBA  
**DISTRITO** : HUARMACA **DEPARTAMENTO** : PIURA  
**FECHA** : 24/12/2020

#### CALCULO DE LA DEMANDA DE AGUA (CAUDAL MAXIMO DIARIO)

$$Q_{md} = \frac{(Poblacion) \times (Dotacion) \times (Coef. Variacion Diaria)}{86400}$$

#### DATOS

Poblacion	240	HAB
Dotacion	50	L/H/D
k2 (C. Var. D.)	1.3	
<b>Qmd =</b>	<b>0.18</b>	<b>L/s</b>

#### CALCULO DE CLORO PARA SOLUCION MADRE

$$P(\text{gr}) = \frac{V(\text{litros}) \times \text{Concentracion}(\text{mg/l})}{\% \text{ cloro} \times 10}$$

#### DATOS DE CAMPO

TIEMPO DE RECARGA	7	dias
% DE CLORO	70	%
CAUDAL DE INGRESO o QMD	0.18	L/s
CONCENTRACION EN RESERBORIO (PPM)	1.5	mgr/L
<b>P(gr) =</b>	<b>233.28</b>	<b>gr</b>

#### VERIFICACION DE CONCENTRACION DE CLORO

$$\text{Concentracion Real} = \frac{\text{Peso cloro}}{\text{Vol. Tan. Cloracion}}$$

#### DATOS

PESO DE CLORO	233.28	gr
VOLUMEN DE TANQUE DE CLORACION	600	L
<b>Concentracion Real =</b>	<b>388.80</b>	<b>mg/L BIEN!!</b>

#### CALCULO DE DOSIS DE GOTEO

$$Q_g = C_d A \sqrt{2gh}$$

#### DATOS

Coeficiente descarga (Cd)	0.6	
Area de orificio (A)	3.1416	mm <sup>2</sup>
Gravedad (g)	9.81	m/s <sup>2</sup>
Altura de orificio (h)	1	cm

---

**Qg = 50.10 ml/min BIEN!!**

---

**CALCULO DE TIEMPO DE VACIADO DE TANQUE**

$$T = \frac{\text{volumen de tanque}}{\text{caudal de goteo}}$$

**DATOS DE CAMPO**

Volumen de tanque	600.00	litros
Caudal de goteo	60	ml/min
<b>T =</b>	<b>6.94</b>	<b>dias</b>

---

## **Anexo N° 04: Dosificación de cloro en los caseríos de la investigación**

**Tabla 47.** Dosificación del cloro en el caserío de Yahuangate.

Día	Recarga de solución madre		Peso de cloro (mg)	Concentración (mg/L)
	hipoclorito (g)	Agua (L)		
6	182	600	127400	212.33
13	182	600	127400	212.33
20	182	600	127400	212.33
27	182	600	127400	212.33
36	182	600	127400	212.33
43	182	600	127400	212.33
49	182	600	127400	212.33
57	182	600	127400	212.33
65	182	600	127400	212.33
72	182	600	127400	212.33
79	182	600	127400	212.33
86	182	600	127400	212.33
93	182	600	127400	212.33
100	182	600	127400	212.33
107	182	600	127400	212.33
114	182	600	127400	212.33
121	182	600	127400	212.33
129	182	600	127400	212.33
136	182	600	127400	212.33
143	182	600	127400	212.33
150	182	600	127400	212.33

**Tabla 48.** Dosificación del cloro en el caserío de Landa.

Día	Recarga de solución madre		Peso de cloro (mg)	Concentración (mg/L)
	hipoclorito (g)	Agua (L)		
6	234	600	163800	273
13	234	600	163.8	0.273
20	234	600	163.8	0.273
27	234	600	163.8	0.273
37	234	600	163.8	0.273
44	234	600	163.8	0.273
51	234	600	163.8	0.273
57	234	600	163.8	0.273
65	234	600	163.8	0.273
72	234	600	163.8	0.273
79	234	600	163.8	0.273
86	234	600	163.8	0.273
93	234	600	163.8	0.273
100	234	600	163.8	0.273
107	234	600	163.8	0.273
114	234	600	163.8	0.273
121	234	600	163.8	0.273
129	234	600	163.8	0.273
136	234	600	163.8	0.273
143	234	600	163.8	0.273
150	234	600	163.8	0.273

**Tabla 49.** Dosificación del cloro en el caserío del kilómetro 22

Día	Recarga de solución madre		Peso de cloro (mg)	Concentración (mg/L)
	hipoclorito (g)	Agua (L)		
6	260	600	182000	303.33
13	260	600	182000	303.33
20	260	600	182000	303.33
27	193	490	135100	275.71
36	260	600	182000	303.33
43	260	600	182000	303.33
50	260	600	182000	303.33
57	260	600	182000	303.33
65	260	600	182000	303.33
72	260	600	182000	303.33
79	260	600	182000	303.33
86	260	600	182000	303.33
93	260	600	182000	303.33
100	260	600	182000	303.33
107	260	600	182000	303.33
114	260	600	182000	303.33
121	260	600	182000	303.33
129	260	600	182000	303.33
136	260	600	182000	303.33
143	260	600	182000	303.33
150	260	600	182000	303.33

## **Anexo N° 05: Variación temporal del cloro**

**Tabla 50.** Variación temporal del cloro residual en el caserío de Yahuangate.

Día	Cloro residual en reservorio (mg/L)	Día	Cloro residual en primera casa (mg/L)	Día	Cloro residual en casa intermedia (mg/L)	Día	Cloro residual en última casa (mg/L)
7	1.2	11	0.8	9	0.7	15	0.5
17	0.9	23	0.8	38	0.8	25	0.2
21	1.1	31	0.7	59	0.8	34	0.4
29	1.0	47	1	69	0.7	48	0.5
40	1.0	52	0.8	81	0.6	60	0.4
45	1.0	73	0.9	105	0.6	64	0.2
55	0.9	89	0.9	119	0.6	70	0.5
67	1.1	109	0.8	138	0.7	91	0.4
76	1.0	122	0.8	147	0.8	102	0.5
97	0.9	130	0.9			111	0.2
113	0.7	140	0.6			124	0.5
117	1.0	152	0.9			127	0.2
132	1.0					134	0.5
145	1.1					148	0.5
						153	0.5

**Tabla 51.** Variación temporal del cloro residual en el caserío de Landa.

Día	Cloro residual en reservorio (mg/L)	Día	Cloro residual en primera casa (mg/L)	Día	Cloro residual en casa intermedia (mg/L)	Día	Cloro residual en última casa (mg/L)
14	0.8	16	0.6	8	0.7	10	0.4
23	0.5	21	0.7	30	0.6	18	0.4
28	1.0	38	0.9	45	0.7	42	0.5
40	1.0	59	0.8	55	0.6	47	0.4
48	0.8	64	0.5	75	0.6	60	0.5
53	0.9	68	0.8	82	0.7	70	0.4
66	1.0	84	0.7	104	0.6	77	0.2
74	0.8	89	0.8	111	0.6	99	0.4
80	1.2	96	0.7	117	0.8	113	0.3
87	1.2	109	0.8	132	0.8	119	0.4
95	1.1	123	1	146	0.7	134	0.2
102	1.0	138	0.7	152	0.9	140	0.2
108	1.1	148	0.6			154	0.4
115	1.2						
130	1.2						
145	1.0						

**Tabla 52.** Variación temporal del cloro residual en el caserío Molino KM 22.

Día	Cloro residual en reservorio (mg/L)	Día	Cloro residual en primera casa (mg/L)	Día	Cloro residual en casa intermedia (mg/L)	Día	Cloro residual en última casa (mg/L)
14	0.9	16	0.7	8	0.8	10	0.5
23	0.7	21	0.8	31	0.6	18	0.5
28	1.0	40	0.9	38	0.8	45	0.6
37	1.0	59	0.9	49	0.7	55	0.4
47	1.1	63	0.8	76	0.6	61	0.5
53	1.0	70	0.7	98	0.6	68	0.5
66	1.1	82	0.8	110	0.7	85	0.4
74	1.0	87	0.9	119	0.7	90	0.5
102	1.1	95	0.9	132	0.7	103	0.6
115	1.2	105	0.9	140	0.9	112	0.5
127	0.9	108	0.8	148	0.6	134	0.5
130	1.2	117	0.8	154	0.7	138	0.4
145	1.2	122	1.0				
		146	0.9				
		152	1.0				

## **Anexo N° 06: Ensayo de calidad del agua**

**Anexo N° 06.01: ensayos de calidad de agua del caserío El Molino Km 22**



**INFORME DE ENSAYO N° A0185/20**

**Solicitante** : NE SNIP 280513 UP 085 - EL MOLINO KM 22 - PNSU - PIURA  
**Dirección** : Caserío El Molino - Huarmaca - Huancabamba - Piura

**Procedencia** : CAPTACION DEL PROYECTO INSTALACIÓN, MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DEL CASERÍO EL MOLINO KM 22  
**Distrito:** Huarmaca - **Provincia:** Huancabamba  
**Departamento:** Piura

**Matriz de la Muestra** : Agua Subterránea

**Fecha de Muestreo** : 05 - Febrero - 2020  
**Responsable del Muestreo** : Ing. César Sánchez Sánchez - Laboratorio EQUAS S.A.

**Fecha y Hora de Recepción** : No aplica  
**Ejecución del Ensayo** : Medición en Campo

Código Interno: L0185/20

PARÁMETROS	0185 - 1 <sup>(a)</sup>	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	CAG - 01 <sup>(b)</sup> (09:45 h) Captación El Higuierón N: 9 345 315 – E: 660 602 <sup>(c)</sup>		
pH	7,83	Unidad de pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B
Temperatura	21,2	C°	APHA 2550 B
Cloro Residual Activo	< 0,10	mg/L	APHA 4500-Cl G <sup>(*)</sup>

<sup>(a)</sup> Código de Laboratorio

<sup>(b)</sup> Código del Solicitante y hora de muestreo

<sup>(c)</sup> Ubicación en coordenadas UTM WGS 84

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS.** -

- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23 rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.  
 (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

**PLAN Y PROCEDIMIENTO DE MUESTREO.** -

- Orden de trabajo EQ-PIU N°0031/20. Toma de muestras de Agua-P.MOT.04 V01

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA.** -

- No Aplica

Lima, 14 de Febrero de 2 020.

**EQUAS S.A.**

Ing. Eusebio Víctor Córdor Evaristo  
Gerente General



Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General - EQUAS S.A.

Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.  
Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimiendo para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.

Código: F01-P.DIR.04  
Revisión: 00  
Fecha: 17-10-2 019

Dirección de Laboratorio: Mz. I Lote 74, Urb. Naranjillo - Puente Piedra, alt. del Km.28.5 de la Pan. Norte  
Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e\_mail: info@equas.com.pe

Página 3 de 3



**INFORME DE ENSAYO N° A0185/20**

**Solicitante** : NE SNIP 280513 UP 085 - EL MOLINO KM 22 - PNSU - PIURA  
**Dirección** : Caserío El Molino - Huarmaca - Huancabamba - Piura

**Procedencia** : **CAPTACION DEL PROYECTO INSTALACIÓN, MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DEL CASERÍO EL MOLINO KM 22**  
Distrito: Huarmaca - Provincia: Huancabamba  
Departamento: Piura

**Matriz de la Muestra** : Agua Subterránea

**Fecha de Muestreo** : 05 - Febrero - 2020  
**Responsable del Muestreo** : Ing. César Sánchez Sánchez - Laboratorio EQUAS S.A.

**Fecha y Hora de Recepción** : No aplica  
**Ejecución del Ensayo** : Medición en Campo

Código Interno: L0185/20

PARÁMETROS	0185 - 1 <sup>(a)</sup>	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	CAG - 01 <sup>(b)</sup> (09:45 h) Captación El Higuierón N: 9 345 315 - E: 660 602 <sup>(c)</sup>		
pH	7.83	Unidad de pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B
Temperatura	21,2	C°	APHA 2550 B
Cloro Residual Activo	< 0,10	mg/L	APHA 4500-Cl G (*)

(<sup>a</sup>) Código de Laboratorio

(<sup>b</sup>) Código del Solicitante y hora de muestreo

(<sup>c</sup>) Ubicación en coordenadas UTM WGS 84

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS.** -

- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23 rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.
- (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

**PLAN Y PROCEDIMIENTO DE MUESTREO.** -

- Orden de trabajo EQ-PIU N°0031/20. Toma de muestras de Agua-P. MOT.04 V01

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA.** -

- No Aplica

Lima, 14 de Febrero de 2 020.

**EQUAS S.A.**

Ing. Eusebio Víctor Córdor Evaristo  
Gerente General



Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General - EQUAS S.A.

Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.

Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra firmemente para los ensayos de metales, la solicitud de dimensión ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.

Código: F01-P.DIR.04  
Revisión: 00  
Fecha: 17-10-2019

Dirección de Laboratorio: Mz. I Lote 74, Urb. Naranjito - Puente Piedra, alt. del Km.28,5 de la Pan. Norte  
Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e\_mail: info@equas.com.pe

Página 3 de 3



**INFORME DE ENSAYO N° A0185/20**

**Solicitante** : NE SNIP 280513 UP 085 - EL MOLINO KM 22 - PNSU - PIURA  
**Dirección** : Caserío El Molino - Huarmaca - Huancabamba - Piura

**Procedencia** : CAPTACION DEL PROYECTO INSTALACIÓN, MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DEL CASERÍO EL MOLINO KM 22  
Distrito: Huarmaca - Provincia: Huancabamba  
Departamento: Piura

**Matriz de la Muestra** : Agua Subterránea

**Fecha de Muestreo** : 05 - Febrero - 2020  
**Responsable del Muestreo** : Ing. César Sánchez Sánchez - Laboratorio EQUAS S.A.

**Fecha y Hora de Recepción** : 06 - Febrero - 2 020 / 07:30 h  
**Fecha de Ejecución del Ensayo** : 06 al 14 - Febrero - 2020

Código Interno: L0185/20

PARÁMETROS	0185 - 1 <sup>(a)</sup>	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	CAG - 01 <sup>(b)</sup> (09:45 h) Captación El Higuero N: 9 345 315 - E: 660 602 <sup>(c)</sup>		
<b>Microbiológicos</b>			
Recuento de Heterótrofos en Placa <sup>(1)</sup>	15 x 10 <sup>2</sup>	UFC/mL	APHA 9215 B <sup>(*)</sup>
<b>Metales Disueltos</b>			
Aluminio (Al)	< 0,105	mg/L	APHA 3111 D
Arsénico (As)	< 0,001	mg/L	APHA 3114 C
Cadmio (Cd)	< 0,003	mg/L	APHA 3111 B
Cobre (Cu)	< 0,006	mg/L	APHA 3111 B
Cromo (Cr)	< 0,010	mg/L	APHA 3111 B
Hierro (Fe)	< 0,013	mg/L	APHA 3111 B
Manganeso (Mn)	< 0,005	mg/L	APHA 3111 B
Mercurio (Hg)	< 0,0002	mg/L	APHA 3112 B
Plomo (Pb)	< 0,014	mg/L	APHA 3111 B

<sup>(a)</sup> Código de Laboratorio

<sup>(b)</sup> Código del Solicitante y hora de muestreo

<sup>(c)</sup> Ubicación en coordenadas UTM WGS 84

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS.**

- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23 rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.  
 (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

**PLAN Y PROCEDIMIENTO DE MUESTREO.**

- Orden de trabajo EQ-PIU N°0031/20. Toma de muestras de Agua - P.MOT.04 V01

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA.**

- La muestra cumple con los requisitos de calidad para ser analizada.

**OBSERVACIONES**

- <sup>(1)</sup> La temperatura y el tiempo de incubación es 35°C/48 h, y el medio de cultivo es plate count agar (PCA).

Lima, 14 de Febrero de 2 020.

**EQUAS S.A.**

Ing. Eusebio Víctor Córdor Evaristo  
Gerente General



Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General - EQUAS S.A.

Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.

Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.

Código: F01-P.DIR.04  
Revisión: 00  
Fecha: 17-10-2 019

Dirección de Laboratorio: Mz. I Lote 74, Urb. Naranjito - Puente Piedra, alt. del Km.28,5 de la Pan. Norte  
Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e\_mail: info@equas.com.pe

Página 2 de 3



**INFORME DE ENSAYO N° A0185/20**

**Solicitante** : NE SNIP 280513 UP 085 - EL MOLINO KM 22 - PNSU - PIURA  
**Dirección** : Caserío El Molino - Huarmaca - Huancabamba - Piura

**Procedencia** : CAPTACION DEL PROYECTO INSTALACIÓN, MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DEL CASERÍO EL MOLINO KM 22  
Distrito: Huarmaca - Provincia: Huancabamba  
Departamento: Piura

**Matriz de la Muestra** : Agua Subterránea

**Fecha de Muestreo** : 05 - Febrero - 2020  
**Responsable del Muestreo** : Ing. César Sánchez Sánchez - Laboratorio EQUAS S.A.

**Fecha y Hora de Recepción** : 06 - Febrero - 2 020 / 07:30 h  
**Fecha de Ejecución del Ensayo** : 06 al 14 - Febrero - 2020

Código Interno: L0185/20

PARÁMETROS	0185 - 1 <sup>(*)</sup>	Expresado en:	METODOS DE ENSAYO
	CAG - 01 <sup>(**)</sup> (09:45 h) Captación El Higuero N: 9 345 315 - E: 660 602 <sup>(**)</sup>		
Alcalinidad Total	98	mg CaCO <sub>3</sub> /L	APHA 2320 B (*)
Conductividad Eléctrica	403,00	µmho/cm	APHA 2510 B
Color Verdadero	< 1	UC	APHA 2120 C
Cloruros	19	mg Cl/L	APHA 4500-Cl C (*)
Dureza Total	133	mg CaCO <sub>3</sub> /L	APHA 2340 C (*)
Fluoruros	0,453	mg F/L	APHA 4500-F D
Nitratos	0,115	mg N-NO <sub>3</sub> /L	APHA 4500-NO <sub>3</sub> B
Sólidos Totales Disueltos	232	mg/L	APHA 2540 C
Sulfatos	66	mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /L	APHA 4500-SO <sub>4</sub> E
Turbidez	2,38	NTU	APHA 2130 B
<b>Microbiológicos</b>			
Coliformes Totales (NMP)	11	NMP/100 mL	APHA 9221 B
Coliformes Termotolerantes (NMP)	11	NMP/100 mL	APHA 9221 E (Item 1)

(\*) Código de Laboratorio

NTU: Unidad Nefelométrica de Turbidez

(\*\*) Código del Solicitante y hora de muestreo

UC: Unidad de Color

(\*) Ubicación en coordenadas UTM WGS 84

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS.**

- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23<sup>ra</sup> Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.  
 (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

**PLAN Y PROCEDIMIENTO DE MUESTREO.**

- Orden de trabajo EQ-PIU N°0031/20. Toma de muestras de Agua- P.MOT.04 V01

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA.**

- La muestra cumple con los requisitos de calidad para ser analizada.

Lima, 14 de Febrero de 2 020.

**EQUAS S.A.**

Ing. Eusebio Víctor Cóndor Evaristo  
Gerente General



Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General - EQUAS S.A.

Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.

Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.

Código: F01-P.DIR.04  
Revisión: 00  
Fecha: 17-10-2 019

Dirección de Laboratorio: Mz.I Lote 74, Urb. Naranjito - Puente Piedra, alt. del Km.28,5 de la Pan. Norte  
Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e\_mail: info@equas.com.pe

Página 1 de 3

**Anexo N° 06.02: ensayos de calidad de agua del caserío Landa**

## INFORME DE ENSAYO N° A1659/19

**Solicitante** : NE SNIP 280513 - UP 010 LANDA - PNSU PIURA  
**Dirección** : Caserío Landa - Huarmaca - Huancabamba - Piura  
  
**Procedencia** : CAPTACIÓN DEL PROYECTO INSTALACIÓN, MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DEL CASERIO LANDA  
 Distrito: Huarmaca - Provincia: Huancabamba  
 Departamento: Piura  
  
**Matriz de la Muestra** : Agua Superficial  
**Fecha de Muestreo** : 01 - Octubre - 2019  
**Responsable del Muestreo** : Ing. Cesar Sánchez Sánchez - Laboratorio EQUAS S.A.  
  
**Fecha y Hora de Recepción** : 02 - Octubre - 2 019 / 08:30 h  
**Fecha de Ejecución del Ensayo** : 02 al 11 - Octubre - 2019

Código Interno: L1659/19

PARÁMETROS	1659 - 1 <sup>(*)</sup>	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	CAG - 01 <sup>(b)</sup> (13:30 h) Captación Loma Grande N: 9 360 777 – E: 657 549 <sup>(c)</sup>		
pH	7,71	Unidad de pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B
Temperatura	18,3	C°	APHA 2550 B
Cloro Residual Activo	< 0,10	mg/L	APHA 4500-Cl G <sup>(*)</sup>

<sup>(\*)</sup> Código de Laboratorio

<sup>(b)</sup> Código del Solicitante y hora de muestreo

<sup>(c)</sup> Ubicación en coordenadas UTM WGS 84

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS. -**

- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23 rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.
- (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

**PLAN Y PROCEDIMIENTO DE MUESTREO. -**

- Orden de trabajo EQ-PIU N°0219/19. Toma de muestras de Agua- P.MOT.04 V00

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA. -**

- No Aplica

Lima, 11 de Octubre de 2 019.

*Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General – EQUAS S.A.*

*Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.*

*Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.*

*El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.*

Código: F79-PLAB.02  
Revisión: 01  
Fecha: 30-04-2018

Dirección de Laboratorio: Mz.I Lote 74, Urb.Naranjito – Puente Piedra, alt. del Km.28,5 de la Pan. Norte  
Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e\_mail: info@equas.com.pe

Página 3 de 3

## INFORME DE ENSAYO N° A1659/19

**Solicitante** : NE SNIP 280513 - UP 010 LANDA - PNSU PIURA  
**Dirección** : Caserío Landa - Huarmaca - Huancabamba - Piura  
  
**Procedencia** : CAPTACIÓN DEL PROYECTO INSTALACIÓN, MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DEL CASERIO LANDA  
 Distrito: Huarmaca - Provincia: Huancabamba  
 Departamento: Piura  
  
**Matriz de la Muestra** : Agua Superficial  
**Fecha de Muestreo** : 01 - Octubre - 2019  
**Responsable del Muestreo** : Ing. Cesar Sánchez Sánchez - Laboratorio EQUAS S.A.  
  
**Fecha y Hora de Recepción** : 02 - Octubre - 2 019 / 08:30 h  
**Fecha de Ejecución del Ensayo** : 02 al 11 - Octubre - 2019

Código Interno: L1659/19

PARÁMETROS	1659 - 1 <sup>(*)</sup>	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	CAG - 01 <sup>(*)</sup> (13:30 h) Captación Loma Grande N: 9 360 777 – E: 657 549 <sup>(*)</sup>		
<b>Microbiológicos</b>			
Recuento de Heterótrofos en Placa <sup>(*)</sup>	86 x 10	UFC/mL	APHA 9215 B (*)
<b>Metales Disueltos</b>			
Aluminio (Al)	< 0,105	mg/L	APHA 3111 D
Arsénico (As)	< 0,001	mg/L	APHA 3114 C
Cadmio (Cd)	< 0,003	mg/L	APHA 3111 B
Cobre (Cu)	< 0,007	mg/L	APHA 3111 B
Cromo (Cr)	< 0,011	mg/L	APHA 3111 B
Hierro (Fe)	0,049	mg/L	APHA 3111 B
Mercurio (Hg)	< 0,0002	mg/L	APHA 3112 B
Manganeso (Mn)	< 0,004	mg/L	APHA 3111 B
Piomo (Pb)	< 0,014	mg/L	APHA 3111 B

(\*) Código de Laboratorio

(\*) Código del Solicitante y hora de muestreo

(\*) Ubicación en coordenadas UTM WGS 84

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS. -**

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23 rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

**PLAN Y PROCEDIMIENTO DE MUESTREO. -**

Orden de trabajo EQ-PIU N°0219/19. Toma de muestras de Agua- P.MOT.04 V00

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA. -**

La muestra cumple con los requisitos de calidad para ser analizada.

**OBSERVACIONES**

<sup>(\*)</sup> La temperatura y el tiempo de incubación es 35°C/48 h, y el medio de cultivo es plate count agar (PCA).

Lima, 11 de Octubre de 2 019.

Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General – EQUAS S.A.

Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.

Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.

Código: F79-PLAB.02  
Revisión: 01  
Fecha: 30-04-2018

Dirección de Laboratorio: Mz.I Lote 74, Urb.Naranjito – Puente Piedra, alt. del Km.28,5 de la Pan. Norte  
Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e\_mail: info@equas.com.pe

Página 2 de 3

## INFORME DE ENSAYO N° A1659/19

**Solicitante** : NE SNIP 280513 - UP 010 LANDA - PNSU PIURA  
**Dirección** : Caserío Landa - Huarmaca - Huancabamba - Piura

**Procedencia** : CAPTACIÓN DEL PROYECTO INSTALACIÓN, MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DEL CASERIO LANDA  
 Distrito: Huarmaca - Provincia: Huancabamba  
 Departamento: Piura

**Matriz de la Muestra** : Agua Superficial

Fecha de Muestreo : 01 - Octubre - 2019  
 Responsable del Muestreo : Ing. Cesar Sánchez Sánchez - Laboratorio EQUAS S.A.

Fecha y Hora de Recepción : 02 - Octubre - 2 019 / 08:30 h  
 Fecha de Ejecución del Ensayo : 02 al 11 - Octubre - 2019

Código Interno: L1659/19

PARÁMETROS	1659 - 1 <sup>(*)</sup>	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	CAG - 01 <sup>(*)</sup> (13:30 h) Captación Loma Grande N: 9 360 777 – E: 657 549 <sup>(*)</sup>		
Alcalinidad Total	27	mg CaCO <sub>3</sub> /L	APHA 2320 B (*)
Conductividad Eléctrica	89,50	µmhos/cm	APHA 2510 B
Color Verdadero	< 1	UC	APHA 2120 C
Cloruros	2	mg Cl <sup>-</sup> /L	APHA 4500-Cl C (*)
Dureza Total	23	mg CaCO <sub>3</sub> /L	APHA 2340 C (*)
Fluoruros	0,070	mg F <sup>-</sup> /L	APHA 4500-F D
Nitratos	0,194	mg N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	APHA 4500-NO <sub>3</sub> B
Sólidos Totales Disueltos	50	mg/L	APHA 2540 C
Sulfatos	3	mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /L	APHA 4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E
Turbidez	2,76	NTU	APHA 2130 B
<b>Microbiológicos</b>			
Coliformes Totales (NMP)	2	NMP/100 mL	APHA 9221 B
Coliformes Termotolerantes (NMP)	< 1,8	NMP/100 mL	APHA 9221 E (Ítem 1)

(\*) Código de Laboratorio

(\*) Código del Solicitante y hora de muestreo

(\*) Ubicación en coordenadas UTM WGS 84

NTU: Unidad Nefelométrica de Turbidez UC: Unidad de Color

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS. -**

- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.
- (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

**PLAN Y PROCEDIMIENTO DE MUESTREO. -**

- Orden de trabajo EQ-PIU N°0219/19. Toma de muestras de Agua- P.MOT.04 V00

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA. -**

- La muestra cumple con los requisitos de calidad para ser analizada.

Lima, 11 de Octubre de 2 019.

*Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General – EQUAS S.A.*

*Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.*

*Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.*

*El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.*

Código: F79-PLAB.02  
 Revisión: 01  
 Fecha: 30-04-2018

Dirección de Laboratorio: Mz.I Lote 74, Urb.Naranjito – Puente Piedra, alt. del Km.28,5 de la Pan. Norte  
 Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e\_mail: info@equas.com.pe

Página 1 de 3

**Anexo N° 06.03: ensayos de calidad de agua del caserío Yahuangate**

## INFORME DE ENSAYO N° A1658/19

**Solicitante** : NE SNIP 280513 - UP 013 - YAHUANGATE - PNSU - PIURA  
**Dirección** : Caserío Yahuangate - Huarmaca - Huancabamba - Piura  
  
**Procedencia** : CAPTACIONES DEL PROYECTO INSTALACIÓN,  
 MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y  
 SANEAMIENTO DEL CASERIO YAHUANGATE  
 Distrito: Huarmaca - Provincia: Huancabamba  
 Departamento: Piura  
  
**Matriz de la Muestra** : Agua Subterránea  
**Fecha de Muestreo** : 01 - Octubre - 2019  
**Responsable del Muestreo** : Ing. César Sánchez Sánchez - Laboratorio EQUAS S.A.  
  
**Fecha y Hora de Recepción** : No aplica  
**Fecha de Ejecución del Ensayo** : Mediciones en Campo

Código Interno: L1658/19

PARÁMETROS	1658 - 1 <sup>(a)</sup>	1658 - 2 <sup>(a)</sup>	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	CAG - 01 <sup>(b)</sup> (09:30 h) Captación El Naranjo N 9 358 971 - E 651 512 <sup>(c)</sup>	CAG - 02 <sup>(b)</sup> (11:20 h) Captación Ojo de Agua N 9 359 429 - E 652 893 <sup>(c)</sup>		
pH	7,51	7,66	Unidad de pH	APHA 4500-H* B
Temperatura	17,8	17,5	C°	APHA 2550 B
Cloro Residual Activo	< 0,10	< 0,10	mg/L	APHA 4500-Cl G (*)

<sup>(a)</sup> Código de Laboratorio

<sup>(b)</sup> Código del Solicitante y hora de muestreo

<sup>(c)</sup> Ubicación en coordenadas UTM WGS 84

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS. -**

- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23 rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.
- (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

**PLAN Y PROCEDIMIENTO DE MUESTREO. -**

- Orden de trabajo EQ-PIU N°0218/19. Toma de muestras de Agua- P.MOT.04 V00

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA. -**

- No Aplica

Lima, 11 de Octubre de 2 019.

*Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General – EQUAS S.A.*

*Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.*

*Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.*

*El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.*

Código: F79-PLAB.02  
Revisión: 01  
Fecha: 30-04-2018

Dirección de Laboratorio: Mz.I Lote 74, Urb.Naranjito – Puente Piedra, alt. del Km.28,5 de la Pan. Norte  
Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e\_mail: info@equas.com.pe

Página 3 de 3

## INFORME DE ENSAYO N° A1658/19

**Solicitante** : NE SNIP 280513 - UP 013 - YAHUANGATE - PNSU - PIURA  
**Dirección** : Caserío Yahuangate - Huarmaca - Huancabamba - Piura

**Procedencia** : CAPTACIONES DEL PROYECTO INSTALACIÓN,  
 MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y  
 SANEAMIENTO DEL CASERIO YAHUANGATE  
 Distrito: Huarmaca - Provincia: Huancabamba  
 Departamento: Piura

**Matriz de la Muestra** : Agua Subterránea

Fecha de Muestreo : 01 - Octubre - 2019  
 Responsable del Muestreo : Ing. César Sánchez Sánchez - Laboratorio EQUAS S.A.

Fecha y Hora de Recepción : 02 - Octubre - 2 019 / 08:30 h  
 Fecha de Ejecución del Ensayo : 02 al 11 - Octubre - 2019

Código Interno: L1658/19

PARÁMETROS	1658 - 1 <sup>(a)</sup>	1658 - 2 <sup>(a)</sup>	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	CAG - 01 <sup>(b)</sup> (09:30 h) Captación El Naranjo N 9 358 971 - E 651 512 <sup>(c)</sup>	CAG - 02 <sup>(b)</sup> (11:20 h) Captación Ojo de Agua N 9 359 429 - E 652 893 <sup>(c)</sup>		
<b>Microbiológicos</b>				
Recuento de Heterótrofos en Placa <sup>(1)</sup>	61 x 10	76 x 10	UFC/mL	APHA 9215 B (*)
<b>Metales Disueltos</b>				
Aluminio (Al)	< 0,105	< 0,105	mg/L	APHA 3111 D
Arsénico (As)	< 0,001	< 0,001	mg/L	APHA 3114 C
Cadmio (Cd)	< 0,003	< 0,003	mg/L	APHA 3111 B
Cobre (Cu)	< 0,007	< 0,007	mg/L	APHA 3111 B
Cromo (Cr)	< 0,011	< 0,011	mg/L	APHA 3111 B
Hierro (Fe)	0,031	0,017	mg/L	APHA 3111 B
Mercurio (Hg)	< 0,0002	< 0,0002	mg/L	APHA 3112 B
Manganeso (Mn)	< 0,004	< 0,004	mg/L	APHA 3111 B
Plomo (Pb)	< 0,014	< 0,014	mg/L	APHA 3111 B

<sup>(a)</sup> Código de Laboratorio

<sup>(b)</sup> Código del Solicitante y hora de muestreo

<sup>(c)</sup> Ubicación en coordenadas UTM WGS 84

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS -**

- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23 rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.
- (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

**PLAN Y PROCEDIMIENTO DE MUESTREO -**

- Orden de trabajo EQ-PIU N°0218/19. Toma de muestras de Agua- P.MOT.04 V00

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA -**

- Las muestras cumplen con los requisitos de calidad para ser analizadas.

**OBSERVACIONES**

- <sup>(1)</sup> La temperatura y el tiempo de incubación es: 35°C/48 h, y el medio de cultivo es plate count agar (PCA).

Lima, 11 de Octubre de 2 019.

*Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General – EQUAS S.A.*

*Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.*

*Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.*

*El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.*

Código: F79-PLAB.02  
 Revisión: 01  
 Fecha: 30-04-2018

Dirección de Laboratorio: Mz.I Lote 74, Urb.Naranjito – Puente Piedra, alt. del Km.28,5 de la Pan. Norte  
 Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e\_mail: info@equas.com.pe

Página 2 de 3

## INFORME DE ENSAYO N° A1658/19

**Solicitante** : NE SNIP 280513 - UP 013 - YAHUANGATE - PNSU - PIURA  
**Dirección** : Caserío Yahuangate - Huarmaca - Huancabamba - Piura

**Procedencia** : CAPTACIONES DEL PROYECTO INSTALACIÓN,  
 MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y  
 SANEAMIENTO DEL CASERIO YAHUANGATE  
 Distrito: Huarmaca - Provincia: Huancabamba  
 Departamento: Piura

**Matriz de la Muestra** : Agua Subterránea

**Fecha de Muestreo** : 01 - Octubre - 2019  
**Responsable del Muestreo** : Ing. César Sánchez Sánchez - Laboratorio EQUAS S.A.

**Fecha y Hora de Recepción** : 02 - Octubre - 2 019 / 08:30 h  
**Fecha de Ejecución del Ensayo** : 02 al 11 - Octubre - 2019

Código Interno: L1658/19

PARÁMETROS	1658 - 1 <sup>(a)</sup>	1658 - 2 <sup>(a)</sup>	Expresado en:	METODOS DE ENSAYO
	CAG - 01 <sup>(b)</sup> (09:30 h) Captación El Naranjo N 9 358 971 - E 651 512 <sup>(c)</sup>	CAG - 02 <sup>(b)</sup> (11:20 h) Captación Ojo de Agua N 9 359 429 - E 652 893 <sup>(c)</sup>		
Alcalinidad Total	17	23	mg CaCO <sub>3</sub> /L	APHA 2320 B (*)
Conductividad Eléctrica	65,60	68,80	µmhos/cm	APHA 2510 B
Color Verdadero	3	< 1	UC	APHA 2120 C
Cloruros	4	3	mg Cl/L	APHA 4500-Cl C (*)
Dureza Total	18	16	mg CaCO <sub>3</sub> /L	APHA 2340 C (*)
Fluoruros	0,117	0,055	mg F/L	APHA 4500-F D
Nitratos	0,826	0,468	mg N-NO <sub>3</sub> /L	APHA 4500-NO <sub>3</sub> B
Sólidos Totales Disueltos	38	39	mg/L	APHA 2540 C
Sulfatos	3	1	mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /L	APHA 4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E
Turbidez	2,48	0,88	NTU	APHA 2130 B
<b>Microbiológicos</b>				
Coliformes Totales (NMP)	33	23	NMP/100 mL	APHA 9221 B
Coliformes Termotolerantes (NMP)	12	< 1,8	NMP/100 mL	APHA 9221 E (Item 1)

<sup>(a)</sup> Código de Laboratorio

<sup>(b)</sup> Código del Solicitante y hora de muestreo

<sup>(c)</sup> Ubicación en coordenadas UTM WGS 84

NTU: Unidad Nefelométrica de Turbidez

UC: Unidad de Color

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS. -**

- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23 rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.
- (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

**PLAN Y PROCEDIMIENTO DE MUESTREO. -**

- Orden de trabajo EQ-PIU N°0218/19. Toma de muestras de Agua- P.MOT.04 V00

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA. -**

- Las muestras cumplen con los requisitos de calidad para ser analizadas.

Lima, 11 de Octubre de 2 019.

Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General – EQUAS S.A.

Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.

Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.

Código: F79-PLAB.02  
 Revisión: 01  
 Fecha: 30-04-2018

Dirección de Laboratorio: Mz.I Lote 74, Urb.Naranjito – Puente Piedra, alt. del Km.28,5 de la Pan. Norte  
 Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e\_mail: info@equas.com.pe

Página 1 de 3

## **Anexo N° 07: Reportes de la medición de cloro residual**

**Anexo N° 07.01: reporte de la medición de cloro residual en el caserío El Molino Km 22 – sistema de cloración por goteo controlado por filtros**

REGISTRO DE CLORACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

JASS - CASERIO "EL MOLINO KM 22"

Proyecto: "Instalación Mejoramiento, del Servicio de Agua Potable y Saneamiento de 103 Caseríos, Distrito de Huarmaca - Huancabamba - Piura"



CASERIO : SUCCHIRCA			PROVINCIA			HUANCABAMBA		
DISTRITO : HUARMACA			DEPARTAMENTO			PIURA		
MES : <u>NOVIEMBRE</u>			AÑO			2020		
Caudal de Ingreso al Reservorio (Q): <u>0.2</u>			N° de Familias			26		
DIA	RECARGA SOLUCIÓN MADRE		LECTURAS DE CLORO LIBRE mg/L				OBSERVACIONES	FIRMA
	CLORO GRAMOS	AGUA LITROS	RESERVORIO	CASA INICIAL	CASA INTERMEDIA	ÚLTIMA CASA		
1								
2				0.9			UBJ-06	[Firma]
3								
4								
5					0.6		UBJ-17	[Firma]
6								
7	260	600					Solución Madre	[Firma]
8								
9			A.1				Reservorio	[Firma]
10						0.6	UBJ-23	[Firma]
11								
12				0.9			UBJ-02	[Firma]
13								
14	260	600					Solución Madre	[Firma]
15				0.8			UBJ-05	[Firma]
16								
17					0.7		UBJ-12	[Firma]
18								
19						0.5	UBJ-22	[Firma]
20								
21	260	600					Solución Madre	[Firma]
22			A.2				Reservorio	[Firma]
23								
24				0.8			UBJ-08	[Firma]
25								
26					0.7		UBJ-11	[Firma]
27								
28	260	600					Solución Madre	[Firma]
29				1.0			UBJ-01	[Firma]
30								
31								

Responsable: Yenny Torres Cobay [Firma]  
Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

V°B°Sector Salud: \_\_\_\_\_  
Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Fiscal Jass: [Firma]  
Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

V°B°Área Técnica de Saneamiento: [Firma]  
Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_



REGISTRO DE CLORACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

JASS - CASERIO "EL MOLINO KM 22"

Proyecto: "Instalación Mejoramiento, del Servicio de Agua Potable y Saneamiento de 103 Caserios, Distrito de Huarmaca - Huancabamba - Piura"



CASERIO : SUCCHIRCA			PROVINCIA : HUANCABAMBA				
DISTRITO : HUARMACA			DEPARTAMENTO : PIURA				
MES : OCTUBRE			AÑO : 2020				
Caudal de Ingreso al Reservorio (Ql): 0.7			N° de Familias : 26				
DIA	RECARGA SOLUCIÓN MADRE		LECTURAS DE CLORO LIBRE mg/L			OBSERVACIONES	FIRMA
	CLORO GRAMOS	AGUA LITROS	RESERVORIO	CASA INICIAL	CASA INTERMEDIA		
1				0.8			UBJ-05
2							
3	260	600					Solución Madre
4			1.1				REVISION
5							
6						0.5	UBJ-24
7							
8				0.7			UBJ-03
9							
10	260	600					Solución Madre
11							
12			1.02				REVISION
13							
14					0.6		UBJ-16
15							
16							
17	260	600					Solución Madre
18							
19							
20				0.8			UBJ-02
21							
22							
23						0.4	UBJ-26
24	260	600					Solución Madre
25				0.9			UBJ-02
26							
27							
28						0.5	UBJ-23
29							
30							
31	260	600					Solución Madre

Responsable: Jenny López Colony   
Nombre y Apellidos Firma

V'B Sector Salud: \_\_\_\_\_  
Nombre y Apellidos Firma

Fiscal Jass:   
Nombre y Apellidos Firma

V'B Área Técnica de Saneamiento:   
Nombre y Apellidos Firma  
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARMACA  
EULVER PÉREZ RAMÓN  
JEFE DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

REGISTRO DE CLORACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

JASS - CASERIO "EL MOLINO KM 22"

Proyecto: "Instalación Mejoramiento, del Servicio de Agua Potable y Saneamiento de 103 Caserios, Distrito de Huarmaca - Huancabamba"



CASERIO : SUCCHIRCA			PROVINCIA : HUANCABAMBA				DEPARTAMENTO : PIURA	
DISTRITO : HUARMACA			DEPARTAMENTO : PIURA				AÑO : 2020	
MES : SEPTIEMBRE			AÑO : 2020				N° de Familias : 26	
Caudal de Ingreso al Reservorio (Ql): 0.2			N° de Familias : 26					
DIA	RECARGA SOLUCIÓN MADRE		LECTURAS DE CLORO LIBRE mg/L				OBSERVACIONES	FIRMA
	CLORO GRAMOS	AGUA LITROS	RESERVORIO	CASA INICIAL	CASA INTERMEDIA	ÚLTIMA CASA		
1								
2								
3								
4								
5	260	600					Solución Madre	[Firma]
6			1.00		0.8		UBJ-01	[Firma]
7							UBJ-16	[Firma]
8				0.9			UBJ-02	[Firma]
9								
10								
11								
12	260	600					Solución Madre	[Firma]
13								
14						0.6	UBJ-24	[Firma]
15								
16			1.1				UBJ-01	[Firma]
17								
18					0.7		UBJ-13	[Firma]
19	260	600					Solución Madre	[Firma]
20								
21								
22			1.00				UBJ-01	[Firma]
23								
24						0.4	UBJ-26	[Firma]
25								
26	260	600					Solución Madre	[Firma]
27								
28				0.9			UBJ-04	[Firma]
29								
30						0.5	UBJ-22	[Firma]
31								

Responsable: [Firma]  
Nombre y Apellidos: [Nombre] Firma

V'B Sector Salud: [Firma]  
Nombre y Apellidos: [Nombre] Firma

Fiscal Jass: [Firma]  
Nombre y Apellidos: [Nombre] Firma

V'B Área Técnica de Saneamiento: [Firma]  
Nombre y Apellidos: [Nombre] Firma

REGISTRO DE CLORACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

JASS - CASERIO "EL MOLINO KM 22"

Proyecto: "Instalación Mejoramiento, del Servicio de Agua Potable y Saneamiento de 103 Caseríos, Distrito de Huarmaca - Huancabamba"



CASERIO : SUCCHIRCA		PROVINCIA : HUANCABAMBA					
DISTRITO : HUARMACA		DEPARTAMENTO : PIURA					
MES : AGOSTO		AÑO : 2020					
Caudal de Ingreso al Reservorio (Qi): 0.2		N° de Familias : 26					
DIA	RECARGA SOLUCIÓN MADRE		LECTURAS DE CLORO LIBRE mg/L			OBSERVACIONES	FIRMA
	CLORO GRAMOS	AGUA LITROS	RESERVORIO	CASA INICIAL	CASA INTERMEDIA		
1							
2							
3							
4							
5							
6	260	600					Solución Madre [Firma]
7							
8					0.8		UBS 04 [Firma]
9							
10						0.5	UBS 25 [Firma]
11							
12							
13	260	600					Solución Madre [Firma]
14			0.9				Reservorio [Firma]
15							
16				0.7			UBS 0.5 [Firma]
17							
18						0.5	UBS 18 [Firma]
19							
20	260	600					Solución madre [Firma]
21				0.8			UBS - 04 [Firma]
22							
23			0.7				Reservorio [Firma]
24							
25							
26							
27	195	490					
28			1.00				Reservorio [Firma]
29							
30							
31					0.6		UBS - 15 [Firma]

Responsable: Jenny Lopez Calvey [Firma]  
Nombre y Apellidos: Jenny Lopez Calvey Firma: [Firma]

V°B° Sector Salud: \_\_\_\_\_  
Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Fiscal Jass: [Firma]  
Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

V°B° Área Técnica de Saneamiento: [Firma]  
Nombre y Apellidos: EULER PEREZ RAMON Firma: [Firma]

REGISTRO DE CLORACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

JASS - CASERIO "EL MOLINO KM 22"

Proyecto: "Instalación Mejoramiento, del Servicio de Agua Potable y Saneamiento de 103 Caseríos, Distrito de Huarmaca - Huancabamba"



CASERIO : SUCCHIRCA		PROVINCIA		HUANCABAMBA			
DISTRITO : HUARMACA		DEPARTAMENTO		PIURA			
MES : <i>Diciembre</i>		AÑO		2020			
Caudal de Ingreso al Reservorio (Ql): <i>0.2</i>		N° de Familias		<i>26</i>			
DIA	RECARGA SOLUCIÓN MADRE		LECTURAS DE CLORO LIBRE mg/L			OBSERVACIONES	FIRMA
	CLORO GRAMOS	AGUA LITROS	RESERVORIO	CASA INICIAL	CASA INTERMEDIA		
1							
2							
3			<i>0.9</i>				<i>Reservorio</i>
4							
5	<i>260</i>	<i>600</i>					<i>Solución Madre</i>
6			<i>1.2</i>				<i>Reservorio</i>
7							
8					<i>0.7</i>		<i>UBJ-11</i>
9							
10						<i>0.5</i>	<i>UBJ-23</i>
11							
12	<i>260</i>	<i>600</i>					<i>Solución Madre</i>
13							
14						<i>0.4</i>	<i>UBJ-26</i>
15							
16					<i>0.9</i>		<i>UBJ-12</i>
17							
18							
19	<i>260</i>	<i>600</i>					<i>Solución Madre</i>
20							
21			<i>1.2</i>				<i>Reservorio</i>
22				<i>0.9</i>			<i>UBJ-03</i>
23							
24					<i>0.6</i>		<i>UBJ-16</i>
25							
26	<i>260</i>	<i>600</i>					<i>Solución Madre</i>
27							
28				<i>1.0</i>			<i>UBJ-02</i>
29							
30					<i>0.7</i>		<i>UBJ-14</i>
31							

Responsable: *Jenny Torres Galvez*  
 Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

V'B Sector Salud: \_\_\_\_\_  
 Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Fiscal Jass: *[Signature]*  
 Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

V'B Área Técnica de Saneamiento: *[Signature]*  
 Nombre y Apellidos: **EULER PÉREZ RAMÓN** Firma: \_\_\_\_\_

**Anexo N° 07.02: reporte de la medición de cloro residual en el caserío  
Landa – sistema de cloración por goteo con flotador**

REGISTRO DE CLORACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO  
**JASS - CASERIO "LANDA"**



Proyecto: "Instalación Mejoramiento, del Servicio de Agua Potable y Saneamiento de 103 Caserios, Distrito de Huarmaca - Huancabamba - Piura"

CASERIO : SUCCHIRCA			PROVINCIA : HUANCABAMBA			OBSERVACIONES	FIRMA
DISTRITO : HUARMACA			DEPARTAMENTO : PIURA				
MES : <u>NOVIEMBRE</u>			AÑO : <u>2020</u>				
Caudal de Ingreso al Reservorio (Q): <u>0.17</u>			N° de Familias : <u>32</u>				
DIA	RECARGA SOLUCIÓN MADRE		LECTURAS DE CLORO LIBRE mg/L				
	CLORO GRAMOS	AGUA LITROS	RESERVORIO	CASA INICIAL	CASA INTERMEDIA		
1							
2			1.1			Reservorio	<i>[Firma]</i>
3				0.7		UBS 08	<i>[Firma]</i>
4							
5							
6						0.4	
7	234	600				UBS-29	<i>[Firma]</i>
8						Solución madre	<i>[Firma]</i>
9			1.00			Reservorio	<i>[Firma]</i>
10							
11					0.6	UBS 18	<i>[Firma]</i>
12							
13							
14	234	600				Solución madre	<i>[Firma]</i>
15			1.1			Reservorio	<i>[Firma]</i>
16				0.8		UBS-5	<i>[Firma]</i>
17							
18					0.6	UBS-15	<i>[Firma]</i>
19							
20						0.3	
21	234	600				UBS-31	<i>[Firma]</i>
22			1.2			Solución madre	<i>[Firma]</i>
23						Reservorio	<i>[Firma]</i>
24					0.8	UBS 20	<i>[Firma]</i>
25							
26						0.4	
27						UBS 28	<i>[Firma]</i>
28	234	600				Solución madre	<i>[Firma]</i>
29							
30			1.00			UBS 02	<i>[Firma]</i>
31							

Responsable: Patricia Bruno Tineo  
 Nombre y Apellidos *[Firma]*

V/B Sector Salud  
 Nombre y Apellidos *[Firma]*

Fiscal Jass: Angenor Tontanisco Tineo  
 Nombre y Apellidos *[Firma]*

V/B Área Técnica de Saneamiento  
 Nombre y Apellidos: EULER PEREZ RAMON  
*[Firma]*

REGISTRO DE CLORACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

JASS - CASERIO "LANDA"

Proyecto: "Instalación Mejoramiento, del Servicio de Agua Potable y Saneamiento de 103 Caserios, Distrito de Huarmaca - Huancabamba"



CASERIO : SUCCHIRCA			PROVINCIA : HUANCABAMBA				OBSERVACIONES	FIRMA
DISTRITO : HUARMACA			DEPARTAMENTO : PIURA					
MES : octubre			AÑO : 2020				N° de Familias : 32	
Caudal de Ingreso al Reservorio (Ql) : 0.18								
DIA	RECARGA SOLUCIÓN MADRE		LECTURAS DE CLORO LIBRE mg/L					
	CLORO GRAMOS	AGUA LITROS	RESERVORIO	CASA INICIAL	CASA INTERMEDIA	ÚLTIMA CASA		
1								
2				0.5			UG1 - 07	[Firma]
3	234.00	600					Educación madre	[Firma]
4			1.00				RESERVORIO	[Firma]
5								
6				0.8			UG1 06	[Firma]
7								
8						0.4	UG1 28	[Firma]
9								
10	234.00	600					Educación madre	[Firma]
11								
12			0.8				RESERVORIO	[Firma]
13					0.6		UG1 - 16	[Firma]
14								
15						0.2	UG1 - 31	[Firma]
16								
17	234.00	600					Educación madre	[Firma]
18			1.2				reservorio	[Firma]
19								
20					0.7		UG1 18	[Firma]
21								
22				0.7			UG1 05	[Firma]
23								
24	234.00	600					Educación madre	[Firma]
25			1.2				Reservorio	[Firma]
26								
27				0.8			UG1 01	[Firma]
28								
29								
30							No cloro	[Firma]
31	234.00	600					Educación madre	[Firma]

Responsable: Patricia Bruna Tineo  
Nombre y Apellidos: Patricia Bruna Tineo  
Firma: [Firma]

V°B° Sector Salud  
Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_  
Firma: \_\_\_\_\_

Fiscal Jass: Anguilar Tardicio Tinas  
Nombre y Apellidos: Anguilar Tardicio Tinas  
Firma: [Firma]

V°B° Área Técnica de Saneamiento  
Nombre: EULER PEREZ RAMON  
Firma: [Firma]

REGISTRO DE CLORACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

JASS - CASERIO "LANDA"

Proyecto: "Instalación Mejoramiento, del Servicio de Agua Potable y Saneamiento de 103 Caserios, Distrito de Huarmaca - Huancabamba - Piura"



CASERIO : SUCCHIRCA			PROVINCIA : HUANCABAMBA				OBSERVACIONES	FIRMA
DISTRITO : HUARMACA			DEPARTAMENTO : PIURA					
MES : SEPTIEMBRE			AÑO : 2020					
Caudal de Ingreso al Reservorio (Ql) : 0.18			N° de Familias : 32					
DIA	RECARGA SOLUCIÓN MADRE		LECTURAS DE CLORO LIBRE mg/l					
	CLORO GRAMOS	AGUA LITROS	RESERVORIO	CASA INICIAL	CASA INTERMEDIA	ÚLTIMA CASA		
1								
2								
3								
4								
5								
6	234.00	600.00					Educación madre	
7				0.9			UBS - 02	
8								
9			1.00				Reservorio	
10								
11						0.5	UBS - 30	
12								
13	234.00	600					Solución madre	
14					0.7		UBS - 13	
15								
16						0.4	UBS - 29	
17			0.8				Reservorio	
18								
19								
20	234.00	600					Solución madre	
21								
22			0.9				Reservorio	
23								
24					0.6		UBS - 13	
25								
26	234.00	600					Solución madre	
27								
28				0.8			UBS - 06	
29						0.5	UBS - 26	
30								
31								

Responsable: Patricia Bruno Tine   
Nombre y Apellidos Firma

V'B° Sector Salud \_\_\_\_\_  
Nombre y Apellidos Firma

Fiscal Jass: Angela Talarico Tinea   
Nombre y Apellidos Firma

V'B° Área Técnica de Saneamiento \_\_\_\_\_  
Nombre y Apellidos Firma  
  
EULIO PEREZ RAMON  
SINGIERE DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

REGISTRO DE CLORACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

JASS - CASERIO "LANDA"

Proyecto: "Instalación Mejoramiento, del Servicio de Agua Potable y Saneamiento de 103 Caseríos, Distrito de Huarmaca - Huancabamba"



CASERIO : SUCCHIRCA			PROVINCIA : HUANCABAMBA			OBSERVACIONES	FIRMA	
DISTRITO : HUARMACA			DEPARTAMENTO : PIURA					
MES : AGOSTO			AÑO : 2020					
Caudal de Ingreso al Reservorio (Ql): 0.17			N° de Familias : 32					
DIA	RECARGA SOLUCIÓN MADRE		LECTURAS DE CLORO LIBRE mg/L					
	CLORO GRAMOS	AGUA LITROS	RESERVORIO	CASA INICIAL	CASA INTERMEDIA			ÚLTIMA CASA
1								
2								
3								
4								
5								
6	234.00	600				Solución madre	<i>[Firma]</i>	
7								
8					0.7	UGS 06	<i>[Firma]</i>	
9								
10						0.4	UGS 30	<i>[Firma]</i>
11								
12								
13	234.00	600				Solución madre	<i>[Firma]</i>	
14			0.8			reservorio	<i>[Firma]</i>	
15								
16				0.6		UGS 03	<i>[Firma]</i>	
17								
18						0.4		
19								
20	234.00	600				Solución madre	<i>[Firma]</i>	
21				0.7		UGS 01	<i>[Firma]</i>	
22								
23			0.5			reservorio	<i>[Firma]</i>	
24								
25								
26								
27	234.00	600				Solución madre	<i>[Firma]</i>	
28			1.00			reservorio	<i>[Firma]</i>	
29								
30					0.6	UGS 10	<i>[Firma]</i>	
31								

Responsable: Patricia Bruno Tineo  
Nombre y Apellidos  
*[Firma]*  
Firma

V/B Sector Salud  
Nombre y Apellidos  
Firma

Fiscal Jass: Angenor Tantaico Tineo  
Nombre y Apellidos  
*[Firma]*  
Firma

V/B Área Técnica de Saneamiento  
Nombre y Apellidos  
Firma

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARMACA  
*[Firma]*  
EULER PÉREZ RAMÓN  
Nombre y Apellidos  
Firma

REGISTRO DE CLORACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

JASS - CASERIO "LANDA"

Proyecto: "Instalación Mejoramiento, del Servicio de Agua Potable y Saneamiento de 103 Caseríos, Distrito de Huarmaca - Huancabamba - Piura"



CASERIO : SUCCHIRCA			PROVINCIA : HUANCABAMBA				OBSERVACIONES	FIRMA
DISTRITO : HUARMACA			DEPARTAMENTO : PIURA					
MES : DICIEMBRE			AÑO : 2020					
Caudal de Ingreso al Reservorio (Q): 0.18			N° de Familias : 32					
DIA	RECARGA SOLUCIÓN MADRE		LECTURAS DE CLORO LIBRE mg/L					
	CLORO GRAMOS	AGUA LITROS	RESERVORIO	CASA INICIAL	CASA INTERMEDIA	ÚLTIMA CASA		
1								
2								
3							Reservorio	
4								
5	234	600					Solución madre	
6			1.2				Reservorio	
7								
8					0.8		UBS - 14	
9								
10						0.2	UBS - 32	
11								
12	234	600					Solución madre	
13								
14				0.7			UBS - 07	
15								
16						0.2	UBS - 26	
17								
18								
19	234	600					Solución madre	
20								
21			1.00				Reservorio	
22					0.7		UBS - 17	
23								
24				0.6			UBS - 08	
25								
26	234	600					Solución madre	
27								
28					0.9		UBS - 11	
29								
30						0.4	UBS - 26	
31								

Responsable: Patricia Bruno Tineo  
Nombre y Apellidos: Patricia Bruno Tineo  
Firma:

V/B Sector Salud  
Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_  
Firma: \_\_\_\_\_

Fiscal Jass: Argonor Tantariano Tiro  
Nombre y Apellidos: Argonor Tantariano Tiro  
Firma:

V/B Área Técnica de Saneamiento  
Nombre y Apellidos: Euler Pérez Ramón  
Firma:

**Anexo N° 07.03: reporte de la medición de cloro residual en el caserío  
Yahuangate – sistema de cloración por goteo por carga constante**

REGISTRO DE CLORACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

JASS - CASERIO "YAHUANGATE"

Proyecto: "Instalación Mejoramiento, del Servicio de Agua Potable y Saneamiento de 103 Caserios, Distrito de Huarmaca - Huancabamba - Piura"



DIA	RECARGA SOLUCIÓN MADRE		LECTURAS DE CLORO LIBRE mg/L				OBSERVACIONES	FIRMA
	CLORO GRAMOS	AGUA LITROS	RESERVORIO	CASA INICIAL	CASA INTERMEDIA	ÚLTIMA CASA		
1								
2								
3								
4			0.9				Reservorio	CW
5								
6								
7	182	600					solución madre	CW
8								
9						0.5	UBS- 25	W
10								
11								
12					0.6		UBS- 14	CW
13								
14	182	600					solución madre	CW
15								
16				0.8			UBS- 06	CW
17								
18						0.2	UBS- 25	W
19								
20			0.7				Reservorio	CW
21	182	600					solución madre	CW
22								
23								
24			1.00				Reservorio	CW
25								
26					0.6		UBS- 13	W
27								
28	182	600					solución madre	CW
29				0.8			UBS- 05	CW
30								
31						0.5	UBS- 20	W

Responsable: Marcel Avonca Conaco   
Nombre y Apellidos Firma

V'B Sector Salud \_\_\_\_\_  
Nombre y Apellidos Firma

Fiscal Jass: Emilio Pineda Pineda   
Nombre y Apellidos Firma

V'B Área Técnica de Saneamiento \_\_\_\_\_  
Nombre y Apellidos Firma

  
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUARMACA  
EULER PEREZ RAMON  
SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO

REGISTRO DE CLORACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

JASS - CASERIO "YAHUANGATE"

Proyecto: "Instalación Mejoramiento, del Servicio de Agua Potable y Saneamiento de 103 Caserios, Distrito de Huarmaca - Huancabamba - Piura"



CASERIO : SUCCHIRCA		PROVINCIA		HUANCABAMBA			
DISTRITO : HUARMACA		DEPARTAMENTO		PIURA			
MES : OCTUBRE		AÑO		2020			
Caudal de Ingreso al Reservorio (lit):		N° de Familias		25			
DIA	RECARGA SOLUCIÓN MADRE		LECTURAS DE CLORO LIBRE mg/L			OBSERVACIONES	FIRMA
	CLORO GRAMOS	AGUA LITROS	RESERVORIO	CASA INICIAL	CASA INTERMEDIA		
1							
2						0.2	VBS - 25
3	182	600					Solución madre
4							
5			1.1				Reservorio
6							
7					0.7		VBS - 11
8						0.5	VBS - 20
9							
10	182	600					Solución madre
11				0.9			VBS - 03
12							
13							
14			1.00				Reservorio
15							
16							
17	182	600					Solución madre
18							
19					0.6		VBS - 12
20							
21							
22							VBS - 24
23							
24	182	600					Solución madre
25							
26							
27				0.9			VBS - 03
28							
29						0.4	VBS - 22
30							
31	182	600					Solución madre

Responsable: Manuel Huancá Concha  
Nombre y Apellidos      Firma

V'B Sector Salud \_\_\_\_\_  
Nombre y Apellidos      Firma

Fiscal Jass: Eusebio Chinchay Tico  
Nombre y Apellidos      Firma

V'B Área Técnica de Saneamiento \_\_\_\_\_  
Nombre y Apellidos      Firma



REGISTRO DE CLORACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

JASS - CASERIO "YAHUANGATE"

Proyecto: "Instalación Mejoramiento, del Servicio de Agua Potable y Saneamiento de 103 Caseríos, Distrito de Huarmaca - Huancabamba"



CASERIO: SUCCHIRCA			PROVINCIA: HUANCABAMBA			OBSERVACIONES	FIRMA
DISTRITO: HUARMACA			DEPARTAMENTO: PIURA				
MES: SETIEMBRE			AÑO: 2020				
Caudal de Ingreso al Reservorio (Ql): 0.14			N° de Familias: 25				
DIA	RECARGA SOLUCIÓN MADRE		LECTURAS DE CLORO LIBRE mg/L				
	CLORO GRAMOS	AGUA LITROS	RESERVORIO	CASA INICIAL	CASA INTERMEDIA		
1							
2							
3						0.4	UBS - 24
4							
5	182	600					Solución madre
6							
7					0.8		UBS - 04
8							
9			1.00				Reservorio
10							
11							
12	182	600					Solución madre
13							
14			1.00				Reservorio
15							
16				1.00			UBS - 01
17						0.5	UBS - 22
18							
19	182	600					Solución madre
20							
21				0.8			UBS - 06
22							
23							
24			0.9				Reservorio
25							
26	182	600					Solución madre
27							
28					0.8		UBS - 10
29						0.4	UBS - 25
30							
31							

Responsable: Manuel Noman Corasco  
Nombre y Apellidos  
[Firma]  
Firma

V'B Sector Salud \_\_\_\_\_  
Nombre y Apellidos  
Firma

Fiscal Jass: Ermilano Chinchay Tinas  
Nombre y Apellidos  
[Firma]  
Firma

V'B Área Técnica de Saneamiento \_\_\_\_\_  
Nombre y Apellidos  
EULER PEREZ RAMON  
Firma

REGISTRO DE CLORACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

JASS - CASERIO "YAHUANGATE"

Proyecto: "Instalación Mejoramiento, del Servicio de Agua Potable y Saneamiento de 103 Caserios, Distrito de Huarmaca - Huancabamba"



CASERIO : SUCCHIRCA			PROVINCIA : HUANCABAMBA				OBSERVACIONES	FIRMA
DISTRITO : HUARMACA			DEPARTAMENTO : PIURA					
MES : AGOSTO			AÑO : 2020					
Caudal de Ingreso al Reservorio (Ql): 0.14			N° de Familias : 25					
DIA	RECARGA SOLUCIÓN MADRE		LECTURAS DE CLORO LIBRE mg/L					
	CLORO GRAMOS	AGUA LITROS	RESERVORIO	CASA INICIAL	CASA INTERMEDIA	ÚLTIMA CASA		
1								
2								
3								
4								
5								
6	182	600					Solución madre	<i>[Signature]</i>
7			1.2				Reservorio	<i>[Signature]</i>
8								
9					0.4		URS-11	<i>[Signature]</i>
10								
11				0.8			URS-06	<i>[Signature]</i>
12								
13	182	600					Solución madre	<i>[Signature]</i>
14								
15						0.5	URS-22	<i>[Signature]</i>
16								
17			0.9				Reservorio	<i>[Signature]</i>
18								
19							Solución madre	<i>[Signature]</i>
20	182	600						
21			1.1				Reservorio	<i>[Signature]</i>
22								
23				0.8			URS-04	<i>[Signature]</i>
24								
25						0.2	URS-25	<i>[Signature]</i>
26								
27	182	600					Solución madre	<i>[Signature]</i>
28								
29				1.00			UR-01	<i>[Signature]</i>
30								
31						0.7	UR-09	<i>[Signature]</i>

Responsable: Manuel Huaman Carrasco  
 Nombre y Apellidos: Manuel Huaman Carrasco  
 Firma: *[Signature]*

V/B Sector Salud  
 Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_  
 Firma: \_\_\_\_\_

Fiscal Jass: Eugenio Chinchay Torres  
 Nombre y Apellidos: Eugenio Chinchay Torres  
 Firma: *[Signature]*

V/B Área Técnica de Saneamiento  
 Nombre y Apellidos: Euler Perez Ramon  
 Firma: *[Signature]*

REGISTRO DE CLORACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

JASS - CASERIO "YAHUANGATE"

Proyecto: "Instalación Mejoramiento, del Servicio de Agua Potable y Saneamiento de 103 Caseríos, Distrito de Huarmaca - Piura"



DIA	RECARGA SOLUCIÓN MADRE		LECTURAS DE CLORO LIBRE mg/L			OBSERVACIONES	FIRMA
	CLORO GRAMOS	AGUA LITROS	RESERVORIO	CASA INICIAL	CASA INTERMEDIA		
1							
2							
3						0.2	UBS - 24
4							
5	382	600					Solución madre
6				0.9			UBS - 01
7							
8			1.00				Reservorio
9							
10						0.5	UBS - 20
11							
12	382	600					Solución madre
13							
14					0.7		UBS - 12
15							
16							
17				0.6			UBS - 09
18							
19	382	600					Solución madre
20							
21			1.1				Reservorio
22							
23					0.8		UBS - 7
24						0.5	UBS - 23
25							
26	382	600					Solución madre
27							
28				0.9			UBS - 04
29						0.5	UBS - 18
30							
31							

Responsable: Mauro Huamán Carrasco  
Nombre y Apellidos  
Firma

V'B Sector Salud  
Nombre y Apellidos  
Firma

Fiscal Jass: Ercelina Chinchay Roca  
Nombre y Apellidos  
Firma

V'B Área Técnica de Saneamiento  
Nombre y Apellidos  
Firma

MUNICIPALIDAD DISTRITO DE HUARMACA  
EULER PÉREZ RAMÓN  
Nombre y Apellidos  
Firma

**Anexo N° 08: Análisis de precios unitarios de cada sistema de cloración por goteo**

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto 1101023 EFECTOS DEL SISTEMA DE CLORACIÓN POR GOTEO EN LA CONCENTRACIÓN DE CLORO RESIDUAL DEL AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES

Subpresupuesto 001 SISTEMA DE CLORACIÓN Fecha presupuesto 18/06/2021

Partida SUMINISTRO E INSTALACION DEL SISTEMA DE CLORACIÓN POR GOTEO CONTROLADA POR FILTROS  
Rendimiento und/DIA MO. 4.0000 EQ. 4.0000 Costo unitario directo por : und 1,115.49

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>					
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	24.70	49.40
0147010004	PEON	hh	0.5000	1.0000	15.82	15.82
						<b>65.22</b>
	<b>Materiales</b>					
0210140077	TUBO VISOR	und		1.0000	5.00	5.00
0210140078	BOLA NIVELANTE DE AGUA	und		1.0000	0.50	0.50
0210150101	CODO DE 90° MIXTO 1/2" PVC	und		1.0000	7.00	7.00
0210150102	NIPLE ROSCADO 1/2" DE 3" PVC	und		1.0000	1.87	1.87
0210150103	NIPLE 1/2" PVC	und		12.0000	1.67	20.04
0210410012	GRIFO DE BRONCE 1/2"	und		2.0000	13.00	26.00
0230320007	TANQUE PARA AGUA DE 600 L	und		1.0000	780.00	780.00
0230750019	FILTRO DE AGUA	und		1.0000	32.25	32.25
0230750100	FILTRO CON VASO	und		1.0000	25.24	25.24
0265320015	CODO ROSCADO DE F°G° 1/2"	und		1.0000	6.75	6.75
0265360067	BUSHING 3/4" a 1/2"	und		4.0000	3.37	13.48
0268030012	UNION SIMPLE 1/2" PVC	und		1.0000	5.87	5.87
0272030032	UNION UNIVERSAL PVC SAP DE 1/2"	und		6.0000	6.00	36.00
0272070083	TEE ROSCADO 1/2" PVC	und		3.0000	2.80	8.40
0272140024	CODO DE 90 PVC SAP 15MM	und		1.0000	1.80	1.80
0272900067	ADAPTADOR DE 1/2" PVC	und		8.0000	2.00	16.00
0273000018	UNION MIXTA DE 1/2" PVC	und		2.0000	2.00	4.00
0273130023	TEE PVC 1/2"	und		6.0000	1.50	9.00
0273180020	REDUCCION DE 2" A 1/2 PVC	und		1.0000	3.50	3.50
0274010092	TUBO PVC SAP 1/2"	m		2.0000	1.80	3.60
0277020052	VALVULA DE PASO 1/2" PVC	und		3.0000	13.57	40.71
						<b>1,047.01</b>
	<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	65.22	3.26
						<b>3.26</b>

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1101023	EFFECTOS DEL SISTEMA DE CLORACIÓN POR GOTEJO EN LA CONCENTRACIÓN DE CLORO RESIDUAL DEL AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES				
Subpresupuesto	001	SISTEMA DE CLORACIÓN	Fecha presupuesto	18/06/2021		
Partida	SUMINISTRO E INSTALACION DEL SISTEMA DE CLORACION POR GOTEJO CON FLOTADOR					
Rendimiento	und/DIA	MO. 3.6000	EQ. 3.6000	Costo unitario directo por : und		1,156.36
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>					
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	2.2222	24.70	54.89
0147010004	PEON	hh	0.5000	1.1111	15.82	17.58
						<b>72.47</b>
	<b>Materiales</b>					
0210140077	TUBO VISOR	und		1.0000	5.00	5.00
0210410014	GRIFO PVC DE 1/2"C/R	und		1.0000	13.00	13.00
0229050001	CINTA TEFLON	rlf		6.0000	1.00	6.00
0230320007	TANQUE PARA AGUA DE 600 L.	und		1.0000	780.00	780.00
0230460038	PEGAMENTO PARA PVC	fco		1.0000	25.00	25.00
0239080044	HILO DE NYLON D. 1mm	m		2.0000	1.00	2.00
0269000054	TUBERIA PVC SAP 3/4" x 5mts.	und		3.0000	12.50	37.50
0272010012	TUBERIA PVC SAP Ø 1/2"X5.00 M	und		3.0000	9.00	27.00
0272030037	UNION UNIVERSAL PVC SAP DE 1/2" C/R	und		3.0000	6.00	18.00
0272030038	UNION UNIVERSAL PVC SAP DE 3/4" C/R	und		3.0000	6.00	18.00
0272130021	TEE PVC SAP 3/4"	pza		3.0000	2.00	6.00
0272130068	TEE PVC SAP DE 1/2"	pza		2.0000	1.50	3.00
0272190021	TAPON HEMBRA PVC SAP ROSCADO 3/4"	pza		1.0000	2.00	2.00
0272220003	TAPON HEMBRA PVC SAL PIDE SAGUE DE 4"	und		1.0000	14.00	14.00
0272300013	REDUCCION PVC 3/4" A 1/2	und		1.0000	1.80	1.80
0272300068	NIPLE PVC SAP 1/2"X 2"	und		1.0000	2.50	2.50
0272300069	NIPLE PVC SAP 3/4"X 5"	und		1.0000	3.50	3.50
0272530035	CODO PVC SAP 3/4" X 90°	pza		1.0000	2.00	2.00
0272530071	CODO PVC SAP 1/2" X 45°	pza		2.0000	1.50	3.00
0272530072	CODO PVC SAP 1/2" X 90°	und		5.0000	1.50	7.50
0272530073	CODO PVC SAP MIXTO 3/4" X 90°	und		1.0000	2.00	2.00
0272900066	ADAPTADOR DE 3/4"	und		11.0000	3.00	33.00
0272900067	ADAPTADOR DE 1/2" PVC	und		9.0000	2.00	18.00
0273000018	UNION MIXTA DE 1/2" PVC	und		2.0000	2.00	4.00
0277020053	VALVULA DE PASO 1/2" PVC CR	und		1.0000	23.47	23.47
0277020054	VALVULA DE PASO 3/4" PVC CR	und		2.0000	10.00	20.00
0277030019	MANGUERA TRANSPARENTE DE 6MM	m		1.5000	2.00	3.00
						<b>1,080.27</b>
	<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	72.47	3.62
						<b>3.62</b>

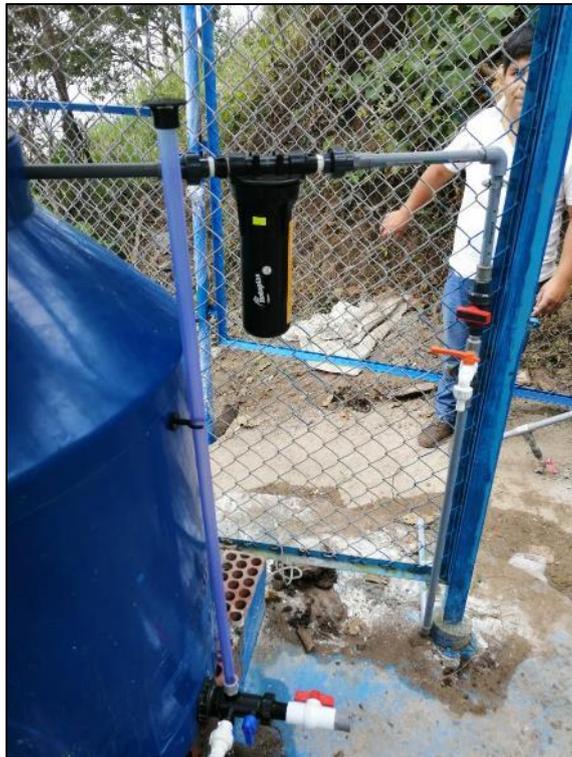
### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1101023	EFECTOS DEL SISTEMA DE CLORACIÓN POR GOTEO EN LA CONCENTRACIÓN DE CLORO RESIDUAL DEL AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES		Fecha presupuesto	18/06/2021	
Subpresupuesto	001	SISTEMA DE CLORACIÓN				
Partida	SUMINISTRO E INSTALACION DEL SISTEMA DE CLORACIÓN POR GOTEO DE CARGA CONSTANTE					
Rendimiento	und/DIA	MO. 3.2000	EQ. 3.2000	Costo unitario directo por : und	1,703.22	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>					
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	2.5000	24.70	61.75
0147010004	PEON	hh	0.5000	1.2500	15.82	19.78
						<b>81.53</b>
	<b>Materiales</b>					
0202580003	CONO DE REBOSE PVC 4" X 2"	und		1.0000	18.00	18.00
0210140077	TUBO VISOR	und		1.0000	5.00	5.00
0210150104	NIPLE 1/2"X 3/4" PVC	und		15.0000	3.50	52.50
0210410014	GRIFO PVC DE 1/2" C/R	und		2.0000	13.00	26.00
0230320007	TANQUE PARA AGUA DE 600 L	und		1.0000	780.00	780.00
0230880003	BIDONES DE PLASTICO P.AGUA 60 GLS	und		1.0000	150.00	150.00
0265370100	ADAPTADOR UPR DE 1/2"	und		3.0000	2.00	6.00
0269000054	TUBERIA PVC SAP 3/4" x 5mts.	und		3.0000	12.50	37.50
0269000055	TUBERIA PVC SAP 2" x 5mts.	und		3.0000	56.00	168.00
0272030037	UNION UNIVERSAL PVC SAP DE 1/2" C/R	und		7.0000	6.00	42.00
0272130021	TEE PVC SAP 3/4"	pza		1.0000	2.00	2.00
0272300013	REDUCCION PVC 3/4" A 1/2"	und		1.0000	1.80	1.80
0272300067	NIPLE PVC SAP 3/4" X 2"	und		7.0000	4.20	29.40
0272310006	ADAPTADOR PVC SAP 1/2"	und		8.0000	1.50	12.00
0272530034	CODO PVC SAP 2" X 90°	pza		1.0000	7.00	7.00
0272530035	CODO PVC SAP 3/4" X 90°	pza		3.0000	2.00	6.00
0272530066	CODO PVC SAP 1/2" X 90°	und		6.0000	1.50	9.00
0272530070	CODO PVC SAP 1/2" X 90° C/R	und		6.0000	2.10	12.60
0273130023	TEE PVC 1/2"	und		2.0000	1.50	3.00
0274010092	TUBO PVC SAP 1/2"	m		8.0000	1.80	14.40
0278020021	VALVULA ESFERICA DE 1/2" C/R	und		6.0000	25.00	150.00
0278020022	VALVULA DE LLENADO DE PVC DE 1/2" C/BOYA	und		3.0000	28.47	85.41
						<b>1,617.61</b>
	<b>Equipos</b>					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	81.53	4.08
						<b>4.08</b>

**Anexo N° 09: Panel fotográfico**



Fotografía 1. Vista de la instalación del sistema de cloración por filtros en el caserío El Molino Km 22.



Fotografía 2. Vista de la instalación externa del sistema de cloración por filtros en el caserío El Molino Km 22.



Fotografía 3. Vista de la instalación interna del sistema de cloración por filtros en el caserío El Molino Km 22.



Fotografía 4. Vista de la preparación de la solución madre de cloro en el caserío Landa.



Fotografía 5. Vertimiento de la solución madre al reservorio del caserío Landa.



Fotografía 6. Medición de la concentración de cloro residual en reservorio del caserío Landa.



Fotografía 7. Medición del cloro residual en viviendas en el caserío Landa.



Fotografía 8. Vista del sistema de cloración con flotador en el caserío Landa.



Fotografía 9. Vista del sistema de cloración con flotador con agua en el reservorio del caserío Landa.



Fotografía 10. Vista de la preparación de la solución madre de cloro en el caserío Yahuangate.



Fotografía 11. Vertimiento de la solución madre en el reservorio del caserío Yahuangate.



Fotografía 12. Medición de la concentración de cloro residual en la vivienda intermedia del sistema de abastecimiento del caserío Yahuangate.

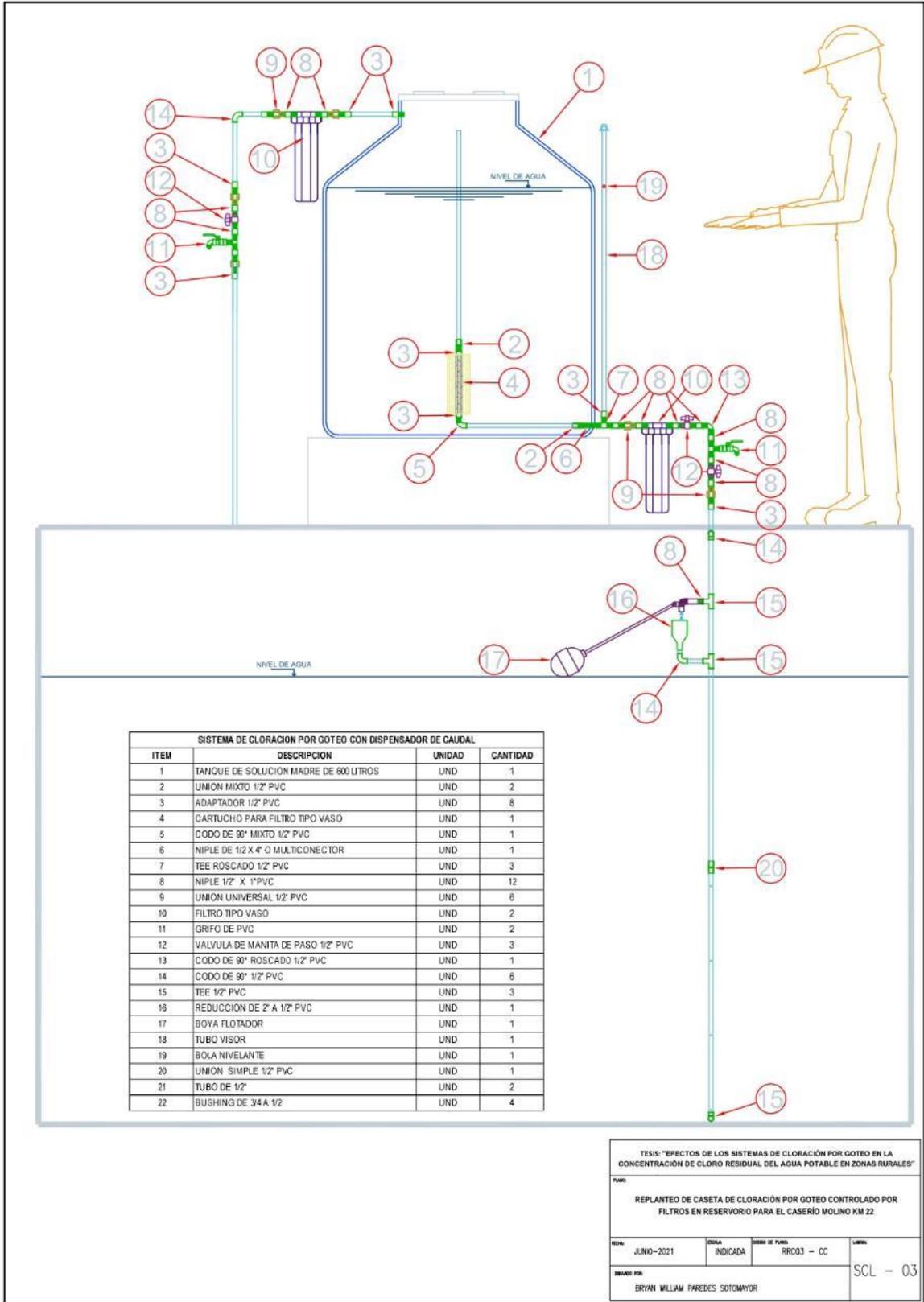


Fotografía 13. Vista de la actividad demostrativa de la medición de cloro residual en el caserío Yahuangate.

## **Anexo N° 10: Planos**







SISTEMA DE CLORACION POR GOTEO CON DISPENSADOR DE CAUDAL			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1	TANQUE DE SOLUCION MADRE DE 600 LITROS	UND	1
2	UNION MIXTO 1/2" PVC	UND	2
3	ADAPTADOR 1/2" PVC	UND	8
4	CARTUCHO PARA FILTRO TIPO VASO	UND	1
5	CODO DE 90° MIXTO 1/2" PVC	UND	1
6	NIPLE DE 1/2 X 1/2 O MULTICONECTOR	UND	1
7	TEE ROSCADO 1/2" PVC	UND	3
8	NIPLE 1/2" X 1" PVC	UND	12
9	UNION UNIVERSAL 1/2" PVC	UND	6
10	FILTRO TIPO VASO	UND	2
11	GRIFO DE PVC	UND	2
12	VALVULA DE MANITA DE PASO 1/2" PVC	UND	3
13	CODO DE 90° ROSCADO 1/2" PVC	UND	1
14	CODO DE 90° 1/2" PVC	UND	6
15	TEE 1/2" PVC	UND	3
16	REDUCCION DE 2" A 1/2" PVC	UND	1
17	BOYA FLOTADOR	UND	1
18	TUBO VISOR	UND	1
19	BOLA NIVELANTE	UND	1
20	UNION SIMPLE 1/2" PVC	UND	1
21	TUBO DE 1/2"	UND	2
22	BUSHING DE 3/4 A 1/2"	UND	4

TESIS: "EFECTOS DE LOS SISTEMAS DE CLORACION POR GOTEO EN LA CONCENTRACION DE CLORO RESIDUAL DEL AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES"

PLANO:  
**REPLANTEO DE CASETA DE CLORACION POR GOTEO CONTROLADO POR FILTROS EN RESERVOIRIO PARA EL CASERIO MOLINO KM 22**

FECHA: JUNIO-2021      ESCALA: INDICADA      DISEÑO DE PLANO: RRC03 - CC      LAMINA:  
 DIBUJADO POR: BRYAN WILLIAM PAREDES SOTOMAYOR      SCL - 03