



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“EFICIENCIA DE LA CLORACIÓN DEL AGUA POTABLE, USANDO HIPOCLORADOR FLUJO DIFUSIÓN Y CLORACIÓN POR GOTEO EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE SAPÚC-ZARZA, DISTRITO DE ASUNCIÓN – CAJAMARCA 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Jhonattan Marcelino Chuquitucto Saavedra

Asesor:

Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez

Cajamarca - Perú

2022

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	5
ABSTRACT.....	6
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	7
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	7
1.2 MARCO TEÓRICO	9
a) <i>Hipoclorador Flujo Difusión:</i>	9
b) <i>Clorador por Goteo</i>	11
c) <i>Sistema de desinfección</i>	12
d) <i>Hipoclorito de calcio: (Ca(OCl)₂ o HTH).</i>	12
e) <i>Parámetros de diseño</i>	12
1.3 ANTECEDENTES.....	15
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	20
1.4.1 <i>Problema general</i>	20
1.4.2 <i>Problemas específicos</i>	20
1.5 OBJETIVOS.....	20
1.5.1 <i>Objetivo general</i>	20
1.5.2 <i>Objetivos específicos</i>	20
1.6 HIPÓTESIS.....	21
1.6.1 <i>Hipótesis general</i>	21
1.6.2 <i>Hipótesis específicas</i>	21
CAPITULO II: METODOLOGÍA.....	22
2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	22
2.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	22

2.1.2	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	22
2.2	POBLACIÓN Y MUESTRA	22
2.3	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	22
2.3.1	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	22
2.3.2	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS	25
2.4	MATERIALES:	26
2.5	EQUIPOS; INSTRUMENTOS Y MÉTODOS:.....	26
2.5.1	<i>Equipos</i>	26
a)	<i>Clorímetro:</i>	26
2.5.2	<i>Instrumentos:</i>	28
a)	<i>Recolección de Datos</i>	28
b)	<i>Medición de cloro residual</i>	28
c)	<i>Procedimiento</i>	29
d)	<i>Método:</i>	29
e)	<i>Determinar la funcionalidad de los sistemas de cloración</i>	30
f)	<i>Comprobación del comportamiento de los sistemas de cloración</i>	30
CAPITULO III: RESULTADOS.....		31
3.1	RESULTADOS DE CLORO RESIDUAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL SAPÚC – ZARZA.	34
a)	<i>Cloro residual en el Reservorio Piedra Grande</i>	34
b)	<i>Cloro residual la casa de la familia David Guarniz Zavaleta (casa 01)</i>	36
c)	<i>Cloro residual la casa de la familia Emilio Sánchez Zavaleta (casa 02)</i>	38
d)	<i>Cloro residual la casa de la familia Felipe Apolitano Pretel (casa 03)</i>	40
e)	<i>Cloro residual la casa de la familia Margarita Mendoza Guarniz (casa 04)</i>	42
f)	<i>Cloro residual la casa de la familia Marcelino Chuquitucto Narro (casa 05)</i>	44
g)	<i>Cloro residual la casa de la familia Narciso Guarniz Mendoza (casa 06)</i>	46
h)	<i>Cloro residual la casa de la familia Ronal Joselito Narro Saavedra (casa 07)</i>	48
i)	<i>Cloro residual la casa de la familia Roberto Zavaleta Mendoza (casa 08)</i>	50
j)	<i>Cloro residual la casa de la familia María Chuquitucto Mendoza (casa 09)</i>	52

3.2	RESULTADOS DE CLORO RESIDUAL CON EL SISTEMA DE CLORACIÓN HIPOCLORADOR FLUJO DIFUSIÓN EN TODO EL SISTEMA DE AGUA POTABLE.....	54
3.3	RESULTADOS DE CLORO RESIDUAL CON EL SISTEMA DE CLORACIÓN POR GOTEÓ EN TODO EL SISTEMA DE AGUA POTABLE.	57
3.4	COMPARACIÓN DE RESULTADOS PROMEDIO DE CLORO RESIDUAL CON EL SISTEMA DE AGUA POTABLE SAPÚC - ZARZA.	59
CAPITULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		61
4.1.	DISCUSIÓN.....	61
4.2.	CONCLUSIONES.....	64
CAPITULO V: REFERENCIAS		68

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la eficiencia de cloración utilizando dos métodos o sistemas de cloración que son la cloración por Hipoclorador flujo difusión así como la cloración por goteo. Para esta investigación se utilizó una técnica de tipo observación experimental la cual nos ayudó a la recolección de datos para el llenado de la ficha técnica adaptada del D.S N° 031-2010 – SALUD la cual con la ayuda de un Clorímetro digital de la marca Hanna HI701 pudimos obtener lecturas de cloro residual.

Como resultado de la presente investigación se pudo determinar que la cloración por goteo es mucho mas efectiva que la cloración por hipoclorador flujo difusión, puesto que con los datos obtenidos en campo y analizados pudimos determinar que la efectividad de la cloración por goteo es del 100.00%; caso contrario pasa con la cloración por hipoclorador flujo difusión que el 26.67% de las muestras tiene un sobre cloración, el 53.33% no cumple con los limites permisibles y solo el 20.00% tiene una cloración que cumple con los parámetros permisible que establece la normal D.S N° 031-2010 – SALUD.

Podemos determinar que la cloración por goteo garantiza tener un servicio de calidad la cual es la finalidad de todo sistema de agua potable, esto nos ayudara directamente a que la población tenga un buena calidad de vida y sobre todo que nuestra niñez no sufra de enfermedades diarreicas agudas y pueda desarrollarse tanto física como intelectual, esto también nos conlleva a no descuidar las capacitaciones a todas las Juntas administradoras de servicio de saneamiento en nuestras zonas rurales principalmente.

Palabras clave: Cloración por goteo, Cloro residual, Desinfección, Eficiencia, Hipoclorador flujo difusión, Hipoclorito, Parámetros.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the efficiency of chlorination using two methods or chlorination systems that are chlorination by diffusion flow Hypochlorinator as well as drip chlorination. For this investigation, an experimental observation technique was used, which helped us to collect data for filling out the technical sheet adapted from D.S N ° 031-2010 - HEALTH, which with the help of a Hanna brand digital chlorimeter HI701 we were able to obtain residual chlorine readings.

As a result of the present investigation it was possible to determine that drip chlorination is much more effective than chlorination by diffusion flow hypochlorinator, since with the data obtained in the field and analyzed we were able to determine that the effectiveness of drip chlorination is 100.00%. ; Otherwise, it happens with chlorination by diffusion flow hypochlorinator that 26.67% of the samples have an over chlorination, 53.33% do not comply with the permissible limits and only 20.00% have a chlorination that complies with the permissible parameters established by the normal D.S. No. 031-2010 – SALUD.

We can determine that drip chlorination guarantees to have a quality service which is the purpose of any drinking water system, this will help us directly so that the population has a good quality of life and above all that our children do not suffer from diarrheal diseases. acute and can develop both physically and intellectually, this also leads us not to neglect training for all Sanitation Service Administrative Boards mainly in our rural areas.

Keywords: Drip chlorination, Residual chlorine, Disinfection, Efficiency, Fusion flow hypochlorinator, Hypochlorite, Parameters.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

A nivel mundial la preocupación por disminuir las Enfermedades Diarreicas Agudas es vigilada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y se ha demostrado que tiene una estrecha relación con el abastecimiento de agua potable a toda la población. La OMS nos dice que el agua dulce es esencial para conservar la salud humana y también para mantener muchos de los ecosistemas que nos suministran alimentos y otros bienes y servicios esenciales. (OMS, 2019); así mismo esto está relacionado con la calidad de agua de que se brinda a la población.

Las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA) constituyen un problema de salud pública en el mundo, especialmente en los países en desarrollo, representan una importante causa de morbilidad y la segunda causa de mortalidad en niños menores de 5 años. Es una enfermedad generalmente autolimitada que obedece a múltiples factores. Las EDAs siguen siendo una de las causas más importante de morbilidad en la niñez de nuestro país, por la persistencia de factores determinantes en una proporción importante de la población, además son enfermedades prevenibles relacionadas a la falta de acceso del servicio de agua potable de calidad, al menor acceso de eliminación adecuada de excretas, así como a la práctica de hábitos de higiene. (MINSA,2019).

En Colombia las enfermedades transmitidas por el agua son aquellas causadas por el agua contaminada por desechos humanos, animales o químicos; tales como cólera, fiebre, tifoidea, diarrea entre otros; lo que en general pueden ser prevenidas con un tratamiento de agua adecuado y así generar una calidad de agua adecuada. (PURE WATER, 2022)

Cajamarca es una de las cinco regiones con el índice de las enfermedades diarreicas agudas (EDA) más alta en todo el país en los últimos años y uno de los factores principales es la falta de la desinfección adecuada de agua para el consumo humano en la zona

rural(MINSA,2019); en la cual conlleva a una interrogante que está estrechamente relacionada a la salud con la cloración de agua potable, de que sí los sistemas de agua potable de las zonas rurales son desinfectados por un método o sistema de cloración adecuado, así como también si se tiene la capacitación adecuada a las Juntas Administradoras de Servicio de Saneamiento (JASS).

Tabla N° 1: Niños y niñas menores de 5 años afectados con EDA, según departamento, 2014-2019 (Número de atendidos)

DEPARTAMENTO	2014	2015	2016	2017	2018	2019
AMAZONAS	27 847	21 855	15 725	9484	14 400	15 175
ÁNCASH	25 483	25 479	19 298	16 845	17 000	16 300
APURÍMAC	12 494	10 393	10 100	7469	9812	9600
AREQUIPA	33 486	36 979	31 645	19 458	27 178	25 274
AYACUCHO	19 364	19 150	14 150	11 248	12 588	12 104
CAJAMARCA	49 618	48 655	30 898	26 910	26 031	26 736
PROV. CONST. DEL CALLAO	7627	8763	7749	6213	5917	5323
CUSCO	31 618	32 048	21 734	18 518	19 281	18 801
HUANCAVELICA	12 966	12 755	9516	8000	9717	9388
HUÁNUCO	23 734	21 830	17 956	10 536	17 691	17 426
ICA	18 947	20 062	14 919	11 901	13 381	14 072
JUNÍN	27 253	26 744	20 097	16 024	19 040	20 021
LA LIBERTAD	32 874	29 666	23 139	17 064	18 506	23 774
LAMBAYEQUE	14 851	18 078	17 985	8 275	13 803	16 349
LIMA	94 120	77 652	71 491	60 016	67 561	71 241
LORETO	34 338	34 777	22 670	18 728	23 920	26 004
MADRE DE DIOS	6472	6017	4950	4423	4597	4470
MOQUEGUA	3252	2995	2586	1920	1977	1883
PASCO	7906	11 141	9670	7200	8288	8758
PIURA	49 156	40 537	33 060	20 082	27 169	29 322
PUNO	13 582	12 289	10 527	7207	9531	9241
SAN MARTÍN	28 974	25 510	16 876	11 831	14 772	14 802
TACNA	6711	6831	5742	3513	5269	4809
TUMBES	3626	4092	4490	3574	3598	3675
UCAYALI	17 410	21 898	17 116	15 320	15 159	18 558
TOTAL	603 709	576 196	454 089	341 759	406 186	423 106

El distrito de la Asunción no es ajeno a la presencia de casos de EDAs la cual en el año 2019 fueron reportados 53 casos, así mismo nos dice que se tiene una población de riesgo de 13481 habitantes en todo el distrito; Por esto la desinfección del agua potable tiene una estrecha relación con el sector salud y principalmente cuando influye en el desarrollo de nuestra niñez que son afectadas con Enfermedades Diarreas Agudas y otras enfermedades que disminuyen el desarrollo de nuestra niñez, lo cual es importante verificar los métodos o sistemas de cloración adecuada del agua para el consumo de la población rural; la cual estos métodos serán estudiado en la población del distrito de la Asunción caserío de Sapúc -Zarza.

1.2 Marco Teórico

A continuación, se exponen algunas bases teóricas que nos permitirán entender un poco más la presente investigación.

a) Hipoclorador Flujo Difusión:

Este dispositivo de cloración fue desarrollado por el MINSA está elaborado de tubería de PVC de diámetros diferentes, y con perforaciones que han sido calculados para adaptarse al porcentaje de concentración del insumo químico.

Este hipoclorador flujo difusión tiene una altura de 0.60 m, la distancia entre agujeros esta entre 1.50 a 3.00 cm; la altura efectiva del hipoclorador y la distancia entre los agujeros se determina a partir de las dosis a aplicar, el cloro residual deseado, el caudal y el número de días de operación del hipoclorador.

Este Hipoclorador tiene las características:

- Esta elaborado con tubería de PVC de agua
- Es desmontable y de fácil armado
- Su operación es sencilla.

Imagen N° 1. Hipoclorador

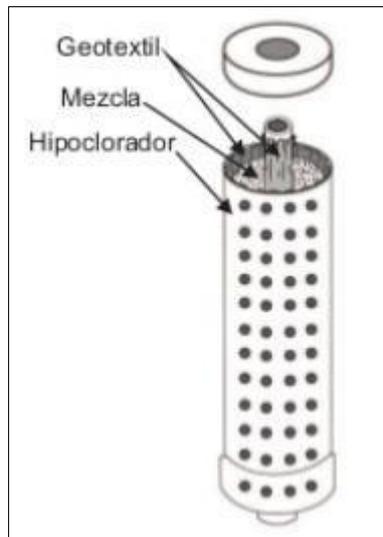
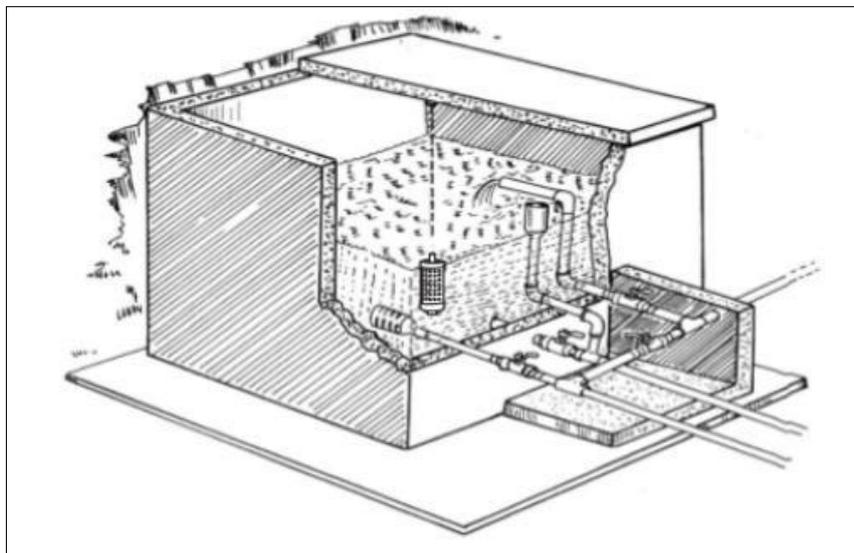


Imagen N° 2. Ubicación del Hipoclorador dentro del reservorio



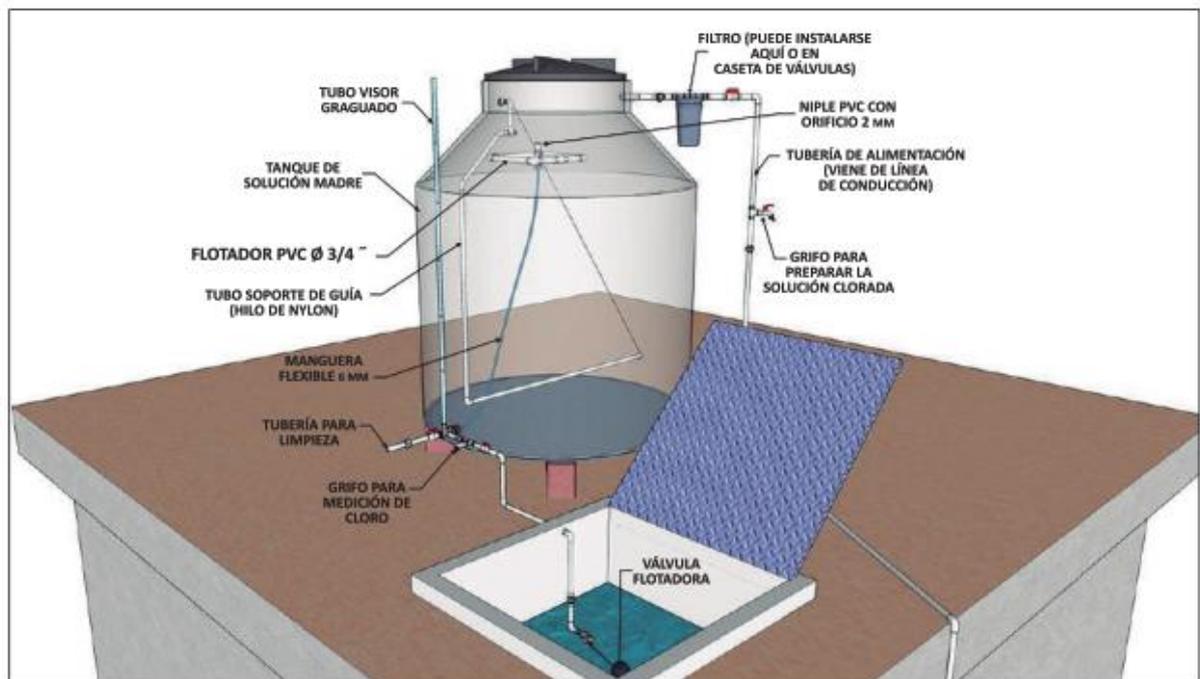
b) Clorador por Goteo

La cloración por goteo permite la desinfección constante del agua potable ya que tiene un goteo que es calculado que ingresa al reservorio la cual asegura un presencia permanente de cloro residual en todo el sistema de agua potable.

Los componentes del sistema de cloración por goteo:

- Tanque clorador (600 litros) donde se almacena la preparación la solución clorada.
- Elementos de PVC que conducen la dosis de solución clorada al reservorio.

Imagen N° 3. Sistema de cloración por goteo



c) Sistema de desinfección

Este sistema permite asegurar la calidad del agua se mantenga un periodo, protegida durante su traslado por las tuberías hasta ser entregado a las familias a través de las conexiones domiciliarias. Su instalación debe estar lo más cerca de la línea de entrada de agua al reservorio y ubicado donde la iluminación natural no afecte la solución de cloro contenido en el recipiente. (RM 192-Vivienda,2018).

d) Hipoclorito de calcio: $(Ca(OCl)_2$ o HTH).

Es un producto seco, granulado, en polvo o en pastillas, de color blanco, el cual se comercializa en una concentración del 65% al 75% de cloro activo. (RM 192-Vivienda, 2018)

e) Parámetros de diseño

Así mismo en la RM 192 -Vivienda, 2018 nos ayuda a calcular la cantidad de cloro con los diferentes parámetros de diseño:

- Cálculo del caudal de ingreso al reservorio.

Formula N° 1: Caudal de ingreso al reservorio

$$Q_{imd} = \frac{Pob \times Dot \times 1.3}{86400}$$

Donde:

Q_{imd} : Caudal del ingreso máximo diario al reservorio en función a la población.

Pob : Población (N.º de familias x 5 habitantes promedio)

Dot : Dotación en L/hab.d (ver tabla de Dotación de agua)

1.3 : Coeficiente de variación diaria

86400 : Son los segundos que tiene un día.

Tabla N° 2: Dotación de agua según opción tecnológica y región (L/hab. d)

REGIÓN	DOTACIÓN SEGÚN TIPO DE OPCIÓN TECNOLÓGICA (l / hab.d)	
	SIN ARRASTRE HIDRÁULICO	CON ARRASTRE HIDRÁULICO
Costa	60	90
Sierra	50	80
Selva	70	100

Fuente: RM N°192 – Vivienda 2018

- Cálculo del volumen del agua a clorar al día.

Formula N° 2: volumen diario

$$V = Q * T$$

Donde:

V : Volumen diario

Q : Caudal del ingreso máximo diario al reservorio en función a la población.

T : Tiempo segundos en un día

- Cálculo de peso del hipoclorito de calcio

Formula N° 3: Peso del hipoclorito de calcio

$$Pgr = \frac{V \times Cc}{10 \times \%HTH}$$

Donde:

Pgr : Peso del hipoclorito de calcio en gramos

V : Volumen diario

Cc: Concentración del hipoclorito de calcio con el cual se debe trabajar

10 : Constante factor de conversión

%HTH : Porcentaje del hipoclorito de calcio

- Cálculo de cantidad mínima de agua para la disolución

Formula N° 4: Cantidad de agua para la disolución

$$V_{min} = \frac{\% Cl \times 10 \times P}{C_{max}}$$

Donde:

V_{min} : volumen de agua para disolución (mínimo).

$\%Cl$: 65 a 70 (o el que utilice)

P : Peso de hipoclorito de calcio (Gramos)

C_{max} : Concentración máxima 5gr/l = 5000ppm.

- Cálculo de caudal de goteo en mL/min

Formula N° 5: Caudal de goteo

$$Qg = \frac{Vd}{1.44 \times T}$$

Donde:

Qg : Caudal en mL/min.

Vd : Volumen de disolución o solución madre (L)

T : Tiempo (días), es el tiempo de goteo para un Vd .

Importancia del cloro residual

Todo tipo de agua tiene una demanda de cloro, por lo tanto está resuelta compensada al agregar de cloro en su proporción necesaria, una vez saturada se encuentra en condiciones adecuadas para el consumo humano, si este parámetro no es controlado puede tener un factor perjudicial la cual afecta directamente en la salud de la población, lo cual es importante el monitoreo y la cloración exacta según requiera el sistema de agua potable.

1.3 Antecedentes

Segun (Villanueva, Manolis, & Grimalt, s. f.) En su investigación experimental en Madrid sobre la Cloración del agua potable y efectos sobre la salud: según la revisión de estudios epidemiológicos nos dice que la exposición a estos contaminantes a través del agua potable clorada durante períodos largos, originar efectos adversos a la salud. Las evidencias más importantes de estos posibles daños se han encontrado en relación con el cáncer de vejiga. Lo que podemos concluir que el agua potable debe ser clorada uniformemente; y bajo los parámetros obligatorios de control contenida en el D.S N° 031-2010-Salud – Reglamento de calidad del agua para el consumo humano.

Desde el 2004 el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, a través del Programa Nacional de Agua y Saneamiento Rural (PRONASAR) viene promoviendo la implementación y/o rehabilitación de sistemas de agua y saneamiento rural mediante operadores Técnico-Sociales y Supervisores, fortaleciendo a gobiernos locales para que asuman su rol supervisor de las Juntas Administradoras de su jurisdicción, quienes operan y mantienen los sistemas garantizando la sostenibilidad en el tiempo.

Tomando en cuenta las “Guías para la calidad del Agua Potable” de la OMS hace referencia que la desinfección es una operación de importancia incuestionable para el suministro de agua potable. La destrucción de microorganismos patógenos es una operación fundamental que muy frecuentemente se realizara mediante productos químicos reactivos como el cloro. («Guías para la calidad del agua potable», 2010).

La OMS en el 2017 Nos dice que las enfermedades más comunes que se encuentran en las comunidades están relacionadas con el consumo de agua contaminada; que se puede dar por microorganismos (Tabla N° 3) o por productos químicos naturales o hechos por el hombre.

Tabla N° 3: Enfermedades Relacionadas Con El Consumo De Agua

Enfermedades	
Diarrea	Hepatitis
Disentería	Poliomielitis
fiebre tifoidea	Cólera

Fuente: 2017 - OMS

También vale recalcar que el agua contaminada no es la única causa de estas enfermedades; la calidad de agua, la falta de saneamiento y las malas prácticas de higiene juegan un papel principal. La cloración desempeña una función trascendental en la protección de los sistemas de abastecimiento de agua potable contra enfermedades infecciosas transmitidas por el agua; asimismo la cloración del agua potable es la responsable de gran parte del aumento de la calidad y expectativa de vida en los países desarrollados.

Según Nadia Chulluncuy, 2011 nos dice que las diversas actividades generadas por el hombre han provocado que las características del recurso hídrico han sufrido una modificación, alcanzando niveles de contaminación que hacen que el agua no sea apta para consumo humano, por esto los procesos para tratar el agua son cada vez más complejos. El agua potable debe estar libre de microorganismos patógenos, sustancias tóxicas o nocivas para la salud, y cumplir con las normas bacteriológicas y fisicoquímicas establecidas en D.S N° 031-2010-Salud. El agua es un recurso valioso y escaso, por lo tanto, la población debe utilizarla de forma racional.

Como lo exponía Jack torres, 2014 en su tesis Beneficios Del Uso Del Nivel Estático En Los Reservorios Del Sistema De Agua Potable Del Distrito De Ichocan – Cajamarca; donde tiene la preocupación por los altos índices de enfermedades diarreicas agudas, desnutrición y otras enfermedades asociadas a la falta de higiene y el saneamiento, en las zonas rurales pobres del todo el país y en especial en nuestra región Cajamarca. Por esto la implementación del nivel estático en el sistema de agua potable, que genera beneficios como parte del sistema de cloración.

En este contexto, es necesario hacer la investigación en campo documentada y saber cuál es la eficiencia de la cloración del sistema de agua potable de SAPÚC – ZARZA del distrito de la Asunción, utilizando los dos métodos o sistemas diferentes de cloración como son el Hipoclorador flujo difusión y cloración por goteo; pues la calidad de agua para consumo humano es un factor determinante para proteger la salud de las personas, por ello, es necesario establecer claramente cuáles son los procedimientos que debe seguir el proveedor del servicio con lo cual garantice que el agua que distribuya cumpla con los parámetros obligatorios de control contenida en el D.S. N° 031-2010-Salud - Reglamento de la calidad del agua para consumo humano, dentro de ellos que el cloro residual debe estar en los rangos de 0.50 a 1.00 ppm.

En el Perú, el sector Salud es el responsable de dar las disposiciones sanitarias para la desinfección del agua para consumo humano. Para ello, mediante D.S. N° 031-2010-Salud - Reglamento de la calidad del agua para consumo humano, ha determinado lo siguiente:

Artículo 66°.- Control de desinfectante

“Antes de la distribución del agua para consumo humano, el proveedor realizará la desinfección con un desinfectante eficaz para eliminar todo microorganismo y dejar un residual a fin de proteger el agua de posible contaminación microbiológica en la distribución. En caso de usar cloro o solución clorada como desinfectante, las muestras

tomadas en cualquier punto de la red de distribución no deberán contener menos de 0.5 mgL⁻¹ de cloro residual libre en el noventa por ciento (90%) del total de muestras tomadas durante un mes. Del diez por ciento (10%) restante, ninguna debe contener menos de 0.3 mgL⁻¹ y la turbiedad deberá ser menor de 5 unidades nefelométricas de turbiedad (UNT)”.

Tabla N° 4: Límites Máximos Permisibles de Parámetros Químicos Inorgánicos y Orgánicos

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Inorgánicos		
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0.020
2. Arsénico	mg As L ⁻¹	0.010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0.700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1.500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0.003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0.070
7. Cloro (nota)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0.700
9. Clorato	mg L ⁻¹	0.700
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0.050
11. Flúor	mg F ⁻ L ⁻¹	1.000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0.001
13. Níquel	mg Ni L ⁻¹	0.020
14. Nitrato	mg NO ₃ L ⁻¹	50.000
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3.00 Exposición corta 0.20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0.010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0.010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0.070
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0.015

Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (2011). Nota: Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mg L⁻¹.

El proyecto SABA nos dice que la desinfección del agua no viene a ser sino la aplicación por lo general de un agente químico, con la finalidad de que inhiba la reproducción de microorganismos existentes. El agente químico más empleado es el cloro o alguna sustancia química derivada como los hipocloritos de calcio o de sodio. Además, el cloro suministrado en las dosis adecuadas permite también conseguir un residual protector durante la distribución del agua. En el mercado peruano encontramos hipocloritos de calcio cuyas concentraciones varían entre 65 a 70%, en presentaciones de forma granulada, briquetas o pastillones, que requieren tecnologías apropiadas para el suministro adecuado al agua de consumo. El “hipoclorador por goteo con flotador” es una de estas tecnologías, comúnmente llamado “Dosador por goteo con flotador” (SABA,2018)

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿Cuál es la eficiencia de la cloración del agua potable, usando hipoclorador flujo difusión y cloración por goteo en el sistema de agua potable de Sapúc- Zarza, Distrito de la Asunción – Cajamarca 2022?

1.4.2 Problemas específicos

¿Cuál es la eficiencia de la cloración del agua potable, usando hipoclorador flujo difusión en el sistema de agua potable de Sapúc-Zarza, distrito de la Asunción – Cajamarca 2022?

¿Cuál es la eficiencia de la cloración del agua potable, usando cloración por goteo en el sistema de agua potable de Sapúc-Zarza, distrito de la Asunción – Cajamarca 2022?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Determinar la eficiencia de la cloración del agua potable, usando hipoclorador flujo difusión y cloración por goteo en el sistema de agua potable de Sapúc-Zarza, distrito de la Asunción – Cajamarca 2022.

1.5.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar la eficiencia de la cloración del agua potable, usando hipoclorador flujo difusión en el sistema de agua potable de Sapúc-Zarza, distrito de la Asunción – Cajamarca 2022.

- ✓ Determinar la eficiencia de la cloración del agua potable, usando cloración por goteo en el sistema de agua potable de Sapúc-Zarza, distrito de la Asunción – Cajamarca 2022.
- ✓ Determinar la cantidad adecuada de la recarga de cloro en cuanto al caudal que se necesita en el sistema de agua potable y no en cuanto al caudal que el sistema de agua potable produce, esto para que tenga una permanencia adecuada en las evaluaciones de cloro residual.
- ✓ Desarrollar el muestreo en campo con el colorímetro para la verificación de la eficiencia de la cloración.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

La eficiencia en los niveles de cloro residual en la desinfección por goteo es de 25% mayor a la cloración con hipoclorador flujo difusión en el sistema de agua potable de Sapúc-Zarza, distrito de la Asunción – Cajamarca 2022.

1.6.2 Hipótesis específicas

- ✓ La cloración por goteo en el sistema de agua potable de Sapúc – Zarza, distrito de la Asunción – Cajamarca 2022 tiene una mayor duración y una cloración constante.
- ✓ La falta de capacitación constante a la Junta Administradora de Servicio de Saneamiento afecta la calidad de cloración del sistema de agua potable de Sapúc -Zarza.
- ✓ Teniendo una cloración correcta en el sistema de agua potable de Sapúc - Zarza esto tendrá un impacto directo en la disminución de los EDAs.

CAPITULO II: METODOLOGÍA

2.1 Tipo de investigación

2.1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación es *aplicada* puesto que nos permitirá analizar parámetros de control mediante una ficha de recolección de datos estandarizada por el Ministerio de Salud, que será aplicada en el sistema de agua potable del caserío Sapúc - Zarza.

2.1.2 Diseño de investigación

La presente investigación es de diseño *experimental*. La cual consiste en la toma de muestras en los diferentes puntos del sistema de agua potable, en la cual se aplicará la modificación de las variables que es la utilización de los métodos o sistemas de cloración.

2.2 Población y Muestra

Población: 65 sistemas de agua potable del distrito de la Asunción.

Muestra: Sistema de agua potable del Caserío Sapúc -Zarza.

Este sistema se estudiará a razón que no cuenta con el sistema de cloración adecuado se implementara ambos métodos de cloración que son Hipoclorador flujo difusión y por Goteo, este sistema cuenta con 233 familias que conforman el centro poblado de Sapúc y el caserío la Zarza.

2.3 Técnicas E Instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Técnica observación experimental-Instrumentos: Ficha de registro de datos.

Se adapto una ficha de recolección de datos para el análisis de cloro residual, bajo la normativa de la calidad del agua, D.S N° 031 – 2010 - SALUD, en esta ficha se anota todos los datos del sistema de agua potable Sapúc-Zarza; teniendo en cuenta la siguiente información:

Imagen N° 4. Ficha de recolección de datos

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO	MEDICIÓN DE CLORO RESIDUAL LIBRE	
	NORMA	DS N° 031-2010-SA.	
	TESIS	“EFICIENCIA DE LA CLORACIÓN DEL AGUA POTABLE, USANDO HIPOCLORADOR FLUJO DIFUSIÓN Y CLORACIÓN POR GOTEO EN EL RESERVORIO DE SAPÚC-ZARZA, DISTRITO DE LA ASUNCIÓN – CAJAMARCA 2022”	
SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD SIN PLANTA DE TRATAMIENTO			
UBICACIÓN:	Sapúc- Zarza	TIPO DE CLORACIÓN:	
FECHA DE MUESTRA:		INSTRUMENTO DE MEDICIÓN:	Clorimetro
CAUDAL DE INGRESO AL RESERVORIO:		MODELO Y MARCA DEL INSTRUMENTO:	HANNA - HTDO
RESPONSABLE:	JHONATTAN MARCELINO CHUQUITUCTO SAAVEDRA	REVISADO POR:	ING. LUIS VÁSQUEZ RAMÍREZ
REGISTRO DE CLORACIÓN DE AGUA DE CONSUMO HUMANO			
JUNTA ADMINISTRADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO DE SAPÚC – ZARZA N° DE FAMILIAS CON ACCESO A AGUA POTABLE: Familias			
UBICACIÓN DE MUESTRA			
UBICACIÓN UTM			
ESTE :			
NORTE:			
COTA:		m.s.n.m	
	FECHA	LECTURAS DE CLORO RESIDUAL LIBRE (ppm)	OBSERVACIONES
	DIA 1°	ppm	
	DIA 2°	ppm	
	DIA 3°	ppm	
	DIA 4°	ppm	
	DIA 5°	ppm	
	DIA 6°	ppm	
	DIA 7°	ppm	
	DIA 8°	ppm	
	DIA 9°	ppm	
	DIA 10°	ppm	
	DIA 11°	ppm	
	DIA 12°	ppm	
	DIA 13°	ppm	
	DIA 14°	ppm	
	DIA 15°	ppm	
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO		ASESOR	
NOMBRE: Jhonattan Marcelino Chuquitucto Saavedra		NOMBRE: Ing. Luis Vásquez Ramírez	
FECHA:		FECHA:	

En la parte “A” del formato se rellena con los datos de la ficha como el tipo de ensayo que se está realizando que es la *medición de cloro residual libre*; así mismo el tipo de norma con la que se elaboró dicha ficha que es la D.S N° 031-2010 - SA; y posteriormente el nombre de la tesis “*Eficiencia de la cloración del agua potable, usando hipoclorador flujo difusión y cloración por goteo en el sistema de agua potable de Sapúc-Zarza, distrito de la Asunción – Cajamarca 2022*”.

En la parte “B” del formato se rellena con los datos del sistema y método de medición tales como: el tipo de sistema de agua potable que es un sistema de agua de agua potable por gravedad sin planta de tratamiento; así como la ubicación del sistema que es Sapúc-Zarza; también se ingresara el mes de recolección de los datos; ingresaremos el caudal con el cual trabajara el sistema de agua potable; así mismo el tipo o método de cloración ; el instrumento de medición; el modelo y marca de este mismo que es un Clorímetro digital modelo HL701 marca HANNA.

En la parte “C” del formato se rellena con los datos de cada punto del sistema de agua potable donde se tomará la lectura de cloro residual así como un punto de coordenadas UTM y la fecha de toma de cada lectura y alguna observación verificada.

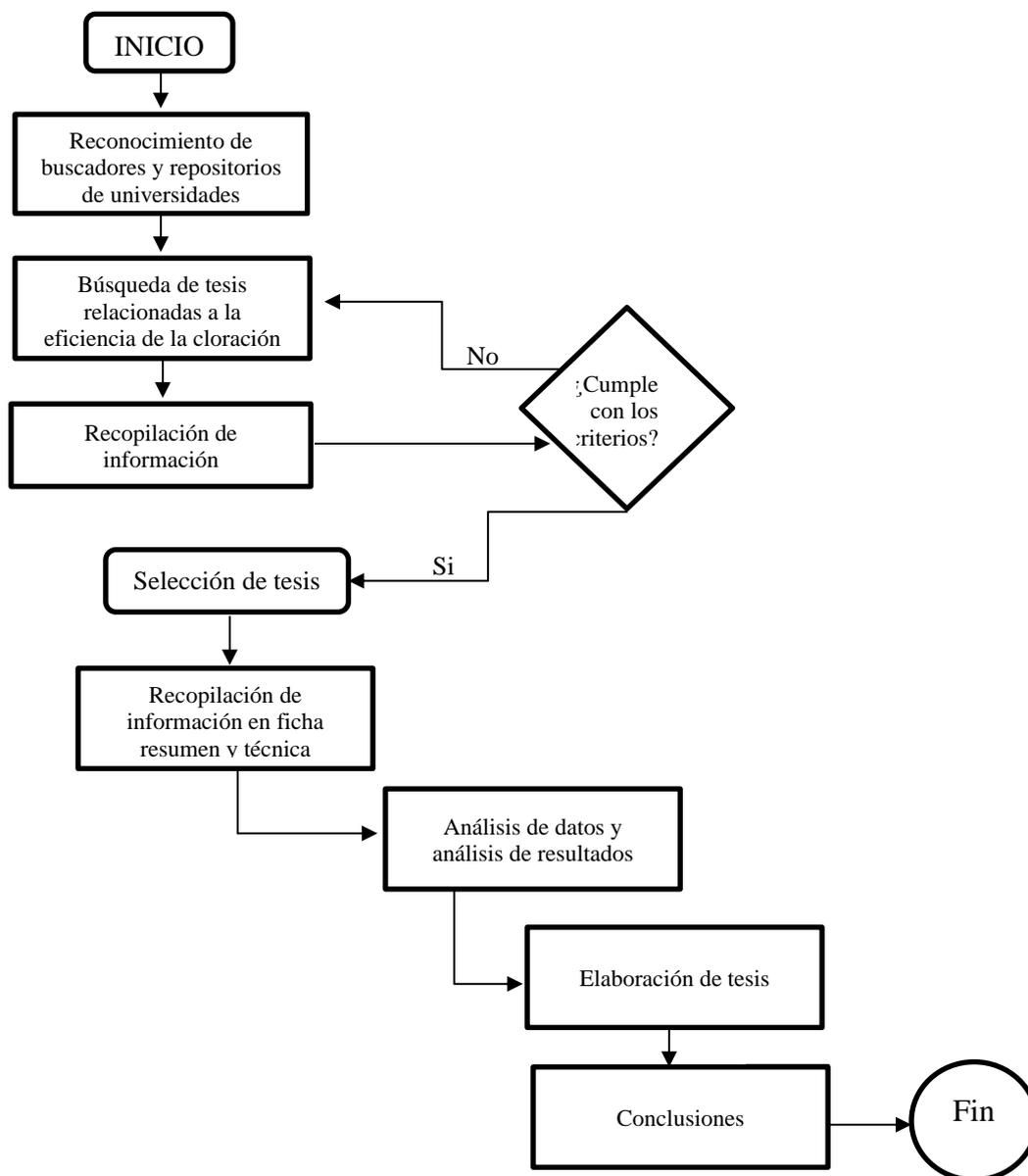
En la parte “D” del formato va información general como son los datos y firmas tanto como del bachiller como el asesor de tesis.

2.3.2 Técnicas e instrumentos de análisis de datos

Técnica Representaciones graficas-Instrumentos: Grafico lineal.

Se representa mediante gráficos lineales de manera que se puede realizar una comparación entre si de lo resultados obtenidos. Para dicho análisis se utilizó las hojas de cálculo de Microsoft Excel, sobre la información recolectada en las fichas de recolección de datos.

Imagen N° 5. *Flujograma de la investigación*



La presente investigación los aspectos éticos que se han considerado son: se han citado todas las fuentes consideradas y consultadas para la elaboración de esta investigación; los datos que han sido utilizados para el desarrollo de esta investigación no han sufrido ninguna alteración, conservando los datos presentados en las mismas y en esta investigación, no se ha plagiado total o parcialmente el contenido de otras investigaciones.

2.4 Materiales:

- Clorímetro Hanna HI701
- Reactivo Hanna HI93701-0
- Set analizador de Cloro
- Kit para muestras de agua
- Hipoclorito de calcio al 70%
- Fichas de recolección de datos

2.5 Equipos; Instrumentos y métodos:

2.5.1 Equipos

a) *Clorímetro:*

Determina los parámetros de cloro libre y cloro total en soluciones acuosas. De este modo, los medidores de cloro son adecuados para múltiples mediciones de agua; Precisamente en el ámbito de agua potable, piscinas, baños o balnearios la concentración de cloro constituye un parámetro importante para determinar la calidad del agua.

Son muy apreciados en el ámbito industrial para realizar análisis de agua. Con estos medidores hasta personal no especializado podrá obtener resultados de medición precisos en poco tiempo.

El Clorímetro utilizado para la realización de la tesis es de marca HANNA modelo HI701 la cual tiene las siguientes especificaciones (Anexo N° 02):

Imagen N° 6. Clorímetro digital HANNA HI701



Fuente: HANNA instruments

Tabla N° 5: Especificaciones HANNA HI701

ESPECIFICACIONES HANNA HI701

RANGO	0.00 a 2.50 ppm (mg/L)
RESOLUCIÓN	0.01 ppm (mg/L)
PRECISIÓN @ 25°C/77°F	±0.03 ppm ±3% de la lectura
FUENTE DE LUZ	LED @ 525 nm
DETECTOR DE LUZ	fotocelda de sílice
AMBIENTE	0 a 50°C (32 a 122°F); H.R. máx. 95% no condensante
TIPO DE BATERÍA	(1) 1.5V AAA
APAGADO AUTOMÁTICO	después de dos minutos sin uso y diez segundos después de leer
DIMENSIONES	81.5 x 61 x 37.5 mm (3.2 x 2.4 x 1.5")
PESO	64 g (2.25 oz.)
MÉTODO	adaptación del método de USEPA 330.5, método DPD

Fuente: HANNA instruments

2.5.2 Instrumentos:

a) Recolección de Datos

Para la recolección de datos se asumen las técnicas establecidas por la entidad de la Dirección General de Salud Ambiental, bajo la normativa de la calidad del agua, D.S N° 031 – 2010 - SALUD así mismo se adaptó un protocolo de medición de cloro residual, en esta ficha se anota todos los datos del sistema de agua potable Sapúc-Zarza.

b) Medición de cloro residual

Se utiliza un Clorímetro de marca Hanna modelo HL701- la cual es un medidor digital; para utilizar este instrumento primero se prende el equipo Hanna y un probeta de 10 ml se toma la muestra de agua en el punto específico del sistema de agua potable del caserío Sapúc - Zarza, donde al prender el equipo digital aparece una digitación de C-1, posteriormente se insertar la probeta en el medidor (instrumento digital) y se presiona de nuevo el botón hasta que aparezca C-2, un ves aparecido estos dígitos se vuelve a sacar la probeta y se apretura esta para proceder a colocar el reactivo de cloro residual HI93701-0, de igual manera se ingresa la probeta al medidor digital y se vuelve a presionar el botón lo que posteriormente nos dará la lectura del cloro residual, esta deberá ser anotada en la ficha técnica elaborada; este mismo procedimiento se realizara en todos los puntos seleccionados del sistema de agua potable del caserío Sapúc-Zarza.

c) Procedimiento

Para el análisis en el sistema de agua potable de Sapúc-Zarza se tomó diez puntos para ser evaluados; estos puntos fueron elegidos según el tamaño del sistema de agua potable de Sapuc – Zarza, puesto que la norma D.S 031-2010 -SALUD nos da una noción que lo puntos a evaluar en un sistema de agua potable es al inicio, intermedio y al final; por el tamaño de dicho sistema y para tener una data mucho más exacta se decidió evaluar 10 puntos.

A lo largo de un mes se realizó el monitoreo del sistema de agua potable, los primeros quince días se analizó el funcionamiento y eficiencia en el sistema de cloración por *hipoclorador flujo difusión* en el cual se tomaron lecturas diarias en los 10 puntos evaluados; en la cual los primeros días el cloro era totalmente perceptible en sabor y olor, lo cual también se puede mostrar en la toma de datos de campo. De igual manera se analizó el funcionamiento y eficiencia en el sistema de *cloración por goteo*, lo cual se observa en la toma de datos en campo que tiene una cloración mucho más uniforme como se muestra.

En estos puntos se tomaron las respectivas coordenadas del sistema de agua potable, de cada uno de los puntos evaluados, así como los datos de cada una de las familias para tener una data completa.

d) Método:

Para realizar el trabajo en campo se coordinó con las autoridades correspondientes de Junta Administradora de Servicio de Saneamiento JASS y con las demás autoridades de la comunidad del sistema de agua potable Sapúc- Zarza; asimismo se coordinó con la JASS un día donde se implementó la limpieza y desinfección del sistema de agua potable para poder tener unos datos mucho más verídicos la cual le ayuden con el desarrollo de la tesis.

Para las lecturas con el sistema de cloración del hipoclorador de flujo difusión se realizó la implementación de este sistema de cloración en el sistema de agua potable Sapúc – Zarza, posteriormente se realizó el cálculo del Hipoclorito de calcio a utilizar en el sistema y así como la recolección de datos en todo el sistema de agua potable; estos datos fueron tomados en puntos estratégicos la cual permitirá tener una data exacta.

De igual manera se realizó la instalación del sistema de cloración por goteo en la cual se implementó un tanque dosador de 600 Litros en la cual se agregó la solución madre, de esta manera también se tomó las muestras por 15 días; en los 10 puntos distintos que está distribuido por todo el sistema para tener una data más exacta la cual nos lleve a desarrollar nuestra hipótesis.

e) Determinar la funcionalidad de los sistemas de cloración

Se determina el funcionamiento y el seguimiento a cada sistema según su tiempo de recarga y la capacidad de dosificación, haciendo un comparativo entre los diferentes sistemas de cloración y comprobando cuál de ellos es más eficiente respecto a la calidad de agua.

f) Comprobación del comportamiento de los sistemas de cloración

Se determina la eficiencia en la dosificación de cloración, estableciendo la mejor opción de dosificación para el sistema de agua potable del caserío de Sapúc-Zarza, evaluando el cloro residual.

CAPITULO III: RESULTADOS

Habiendo monitoreado el sistema de agua potable Sapúc-Zarza, y poniendo en funcionamiento los dos métodos o sistemas de cloración; la cloración por hipoclorador flujo difusión y la cloración por goteo se analizó la existencia de cloro residual en el sistema de agua potable utilizando un instrumento digital (Clorímetro digital) la cual nos dio lecturas exactas en los dos métodos de cloración.

1° Calcularemos primero el caudal que debe ingresar al reservorio en función a la población usuaria. Utilizaremos la formula del caudal máximo diario.

$$Qmd = \frac{Pob \times Dot \times 1.3}{86400}$$

$$Qmd = \frac{(233 \times 5) \times 80 \times 1.3}{86400}$$

$$Qmd = 1.40 \text{ L/S}$$

2° Calcularemos el volumen que cloraremos con relación al caudal de ingreso al reservorio.

$$V = Q \times T$$

$$V = 1.40 \times 86400$$

$$V = 120960 \text{ L}$$

3° Este volumen lo calcularemos para los 15 días que se clora el sistema de agua potable.

$$V_{15d} = V \times 15$$

$$V = 120960 \times 15$$

$$V = 1814400 \text{ L}$$

4° Calcularemos el peso del hipoclorito de calcio necesario para la cloración del sistema de agua potable.

$$P_{gr} = \frac{V \times Cc}{10 \times \% HTH}$$

$$P_{gr} = \frac{1814400 \times 1.5}{10 \times 70}$$

$$P_{gr} = 3888 \text{ gr}$$

5° Cálculo de cantidad de agua para la disolución madre (sistema de cloración por goteo)

$$V_{min} = \frac{\% Cl \times 10 \times P}{C_{max}}$$

$$V_{min} = \frac{70 \times 10 \times 3888}{5000}$$

$$V_{min} = 544.32 \text{ L}$$

6° Cálculo de caudal de goteo en mL/min

$$Qg = \frac{Vd}{1.44 \times T}$$

$$Qg = \frac{600}{1.44 \times 15}$$

$$Qg = 27.77 \text{ mL/min}$$

Nota: Podemos redondear a 30 mL/min. Puesto que es una forma mucho más practica y no alterar notablemente en la concentración de cloro residual en la red de distribución.

3.1 Resultados de cloro residual del sistema de agua potable del Sapúc – Zarza.

a) Cloro residual en el Reservorio Piedra Grande.

Tabla N° 6: Lectura de cloro residual en el Reservorio Piedra Grande utilizando sistema de cloración por Hipoclorador flujo difusión

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PPM	2.50	2.42	2.35	2.24	2.03	1.85	1.51	1.03	0.62	0.58	0.43	0.33	0.21	0.10	0.06

Grafico N° 1: Comportamiento de cloro residual en el Reservorio Piedra Grande utilizando sistema de cloración por Hipoclorador flujo difusión

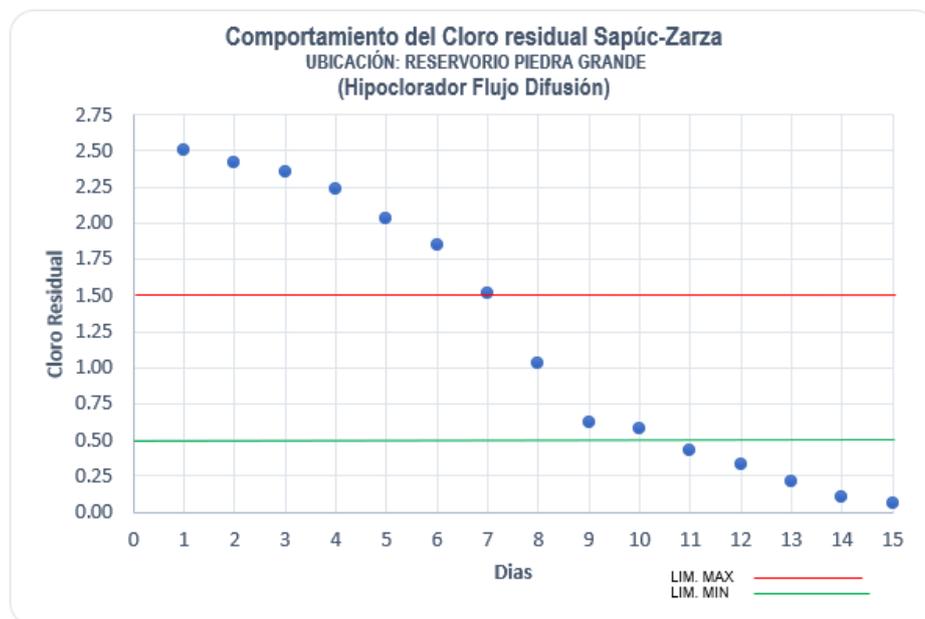
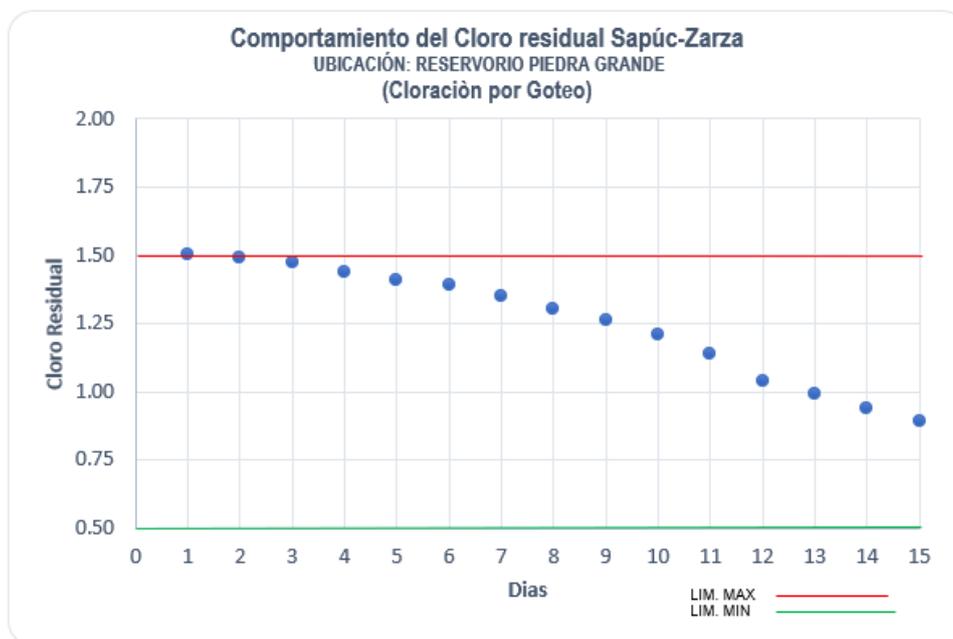


Tabla N° 7: Lectura de cloro residual en el Reservorio Piedra Grande utilizando sistema de cloración por Goteo

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PPM	1.50	1.49	1.47	1.44	1.41	1.39	1.35	1.30	1.26	1.21	1.14	1.04	0.99	0.94	0.89

Grafico N° 2: *Comportamiento de cloro residual en el Reservorio Piedra Grande utilizando sistema de cloración por Goteo*



b) Cloro residual la casa de la familia David Guarviz Zavaleta (casa 01)

Tabla N° 8: Lectura de cloro residual en la casa de la familia David Guarviz Zavaleta (casa 01) utilizando sistema de cloración por Hipoclorador flujo difusión

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PPM	2.25	2.17	2.10	1.97	1.78	1.60	1.26	0.78	0.37	0.33	0.18	0.08	0.05	0.02	0.01

Grafico N° 3: *Comportamiento de cloro residual en la casa de la familia David Guarviz Zavaleta (casa 01) utilizando sistema de cloración por Hipoclorador flujo difusión*

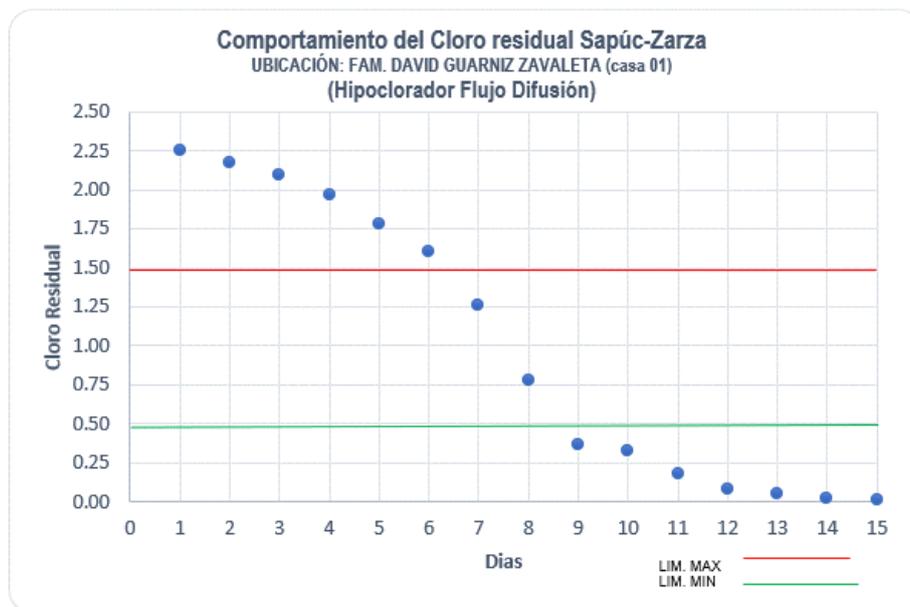
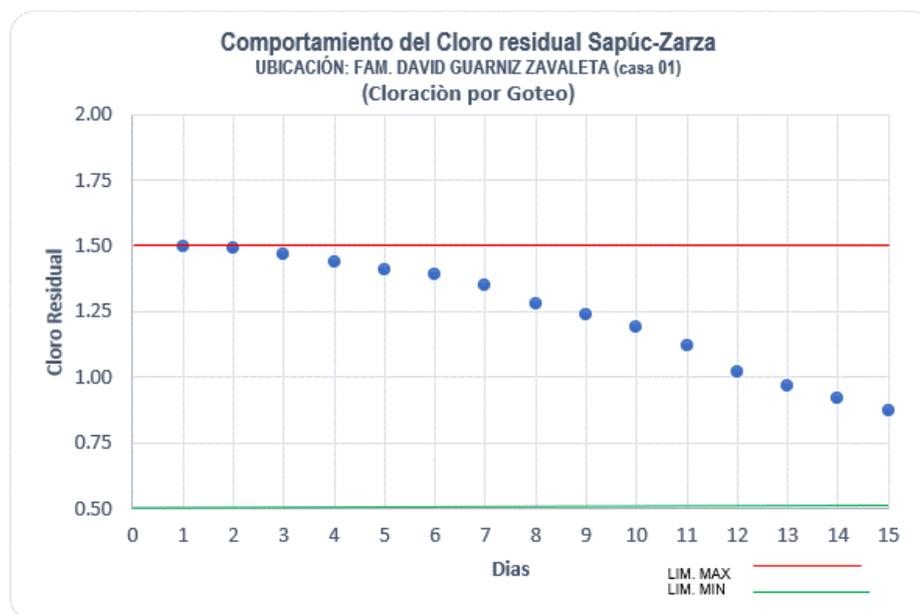


Tabla N° 9: Lectura de cloro residual en la casa de la familia David Guarniz Zavaleta (casa 01) utilizando sistema de cloración por Goteo

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PPM	1.50	1.49	1.47	1.44	1.41	1.39	1.35	1.28	1.24	1.19	1.12	1.02	0.97	0.92	0.87

Grafico N° 4: *Comportamiento de cloro residual en la casa de la familia David Guarniz Zavaleta (casa 01) utilizando sistema de cloración por Goteo*



c) Cloro residual la casa de la familia Emilio Sánchez Zavaleta (casa 02)

Tabla N° 10: Lectura de cloro residual en la casa de la familia Emilio Sánchez Zavaleta (casa 02) utilizando sistema de cloración por Hipoclorador flujo difusión

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PPM	2.22	2.16	2.09	1.96	1.77	1.59	1.25	0.77	0.36	0.32	0.17	0.07	0.04	0.01	0.00

Grafico N° 5: *Comportamiento de cloro residual en la casa de la familia Emilio Sánchez Zavaleta (casa 02) utilizando sistema de cloración por Hipoclorador flujo difusión*

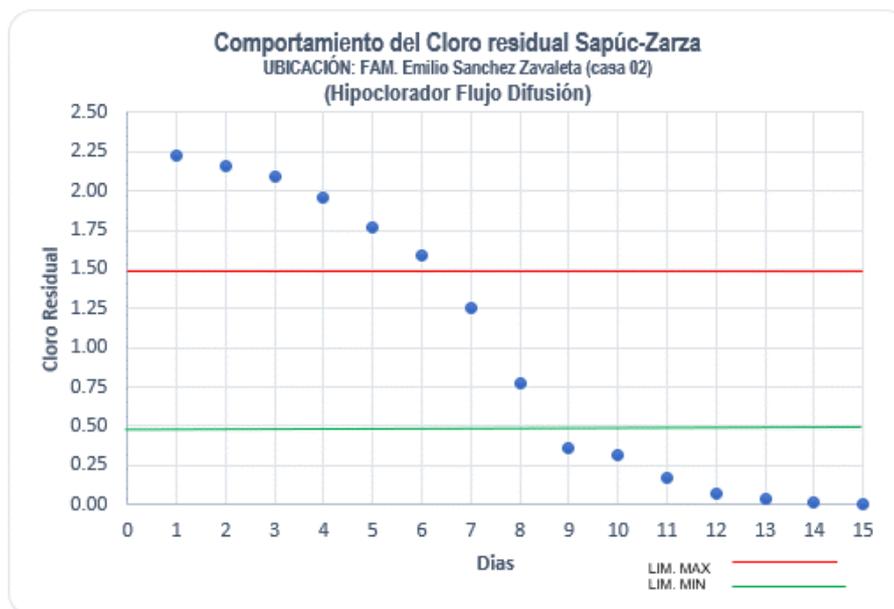
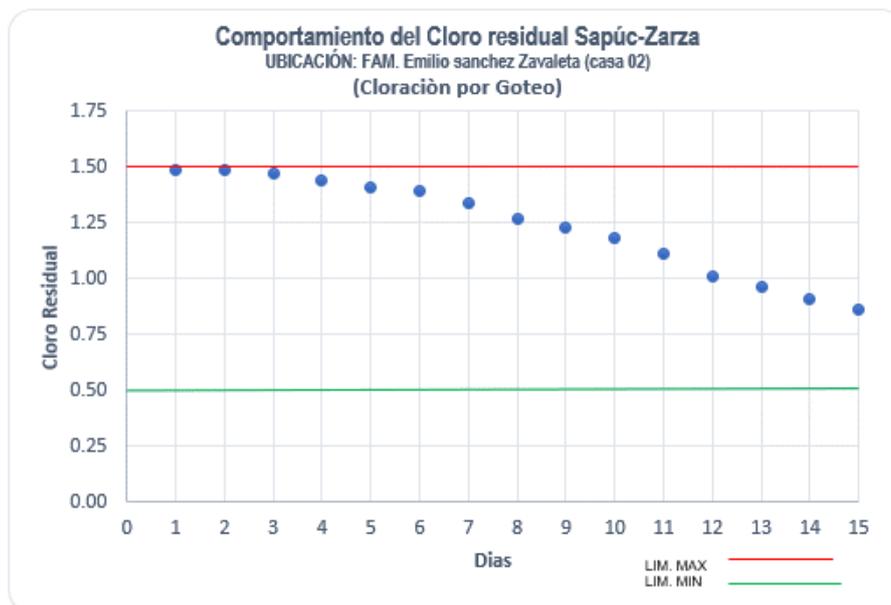


Tabla N° 11: Lectura de cloro residual en la casa de la familia Emilio Sánchez Zavaleta (casa 02) utilizando sistema de cloración por Goteo

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PPM	1.49	1.49	1.47	1.44	1.41	1.39	1.34	1.27	1.23	1.18	1.11	1.01	0.96	0.91	0.86

Grafico N° 6: Comportamiento de cloro residual en la casa de la familia Emilio Sánchez Zavaleta (casa 02) utilizando sistema de cloración por Goteo



d) Cloro residual la casa de la familia Felipe Apolitano Pretel (casa 03)

Tabla N° 12: Lectura de cloro residual en la casa de la familia Felipe Apolitano Pretel (casa 03) utilizando sistema de cloración por Hipoclorador flujo difusión

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PPM	2.20	2.12	2.05	1.92	1.73	1.55	1.21	0.73	0.32	0.28	0.13	0.03	0.00	0.00	0.00

Grafico N° 7: *Comportamiento de cloro residual en la casa de la familia Felipe Apolitano Pretel (casa 03) utilizando sistema de cloración por Hipoclorador flujo difusión*

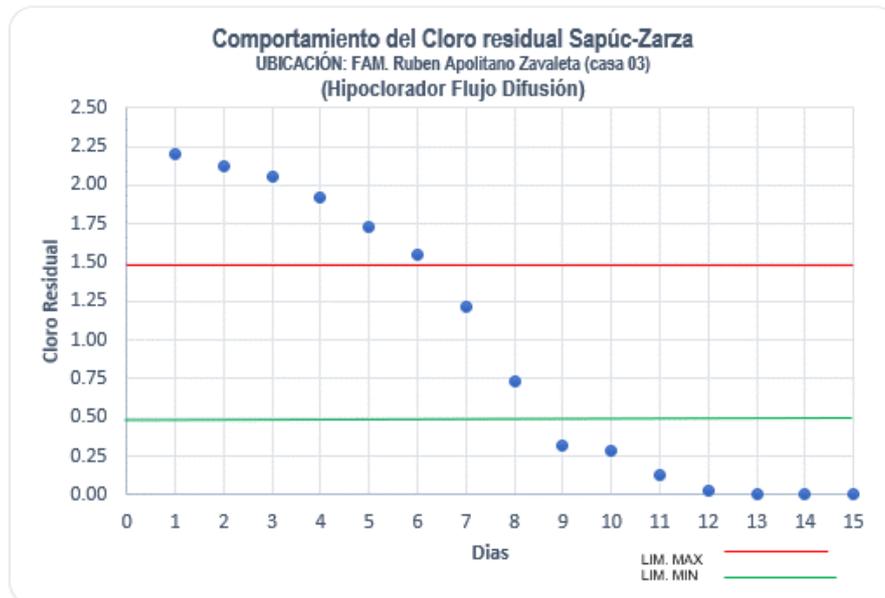
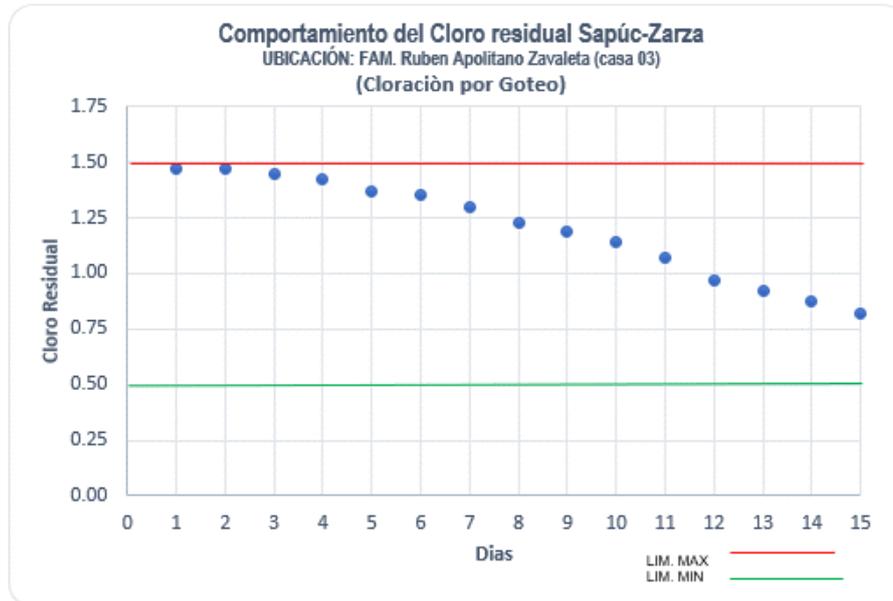


Tabla N° 13: Lectura de cloro residual en la casa de la familia Felipe Apolitano Pretel (casa 03) utilizando sistema de cloración por Goteo

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PPM	1.47	1.47	1.45	1.42	1.37	1.35	1.30	1.23	1.19	1.14	1.07	0.97	0.92	0.87	0.82

Grafico N° 8: Comportamiento de cloro residual en la casa de la familia Felipe Apolitano Pretel (casa 03) utilizando sistema de cloración por Goteo



e) Cloro residual la casa de la familia Margarita Mendoza Guarniz (casa 04)

Tabla N° 14: Lectura de cloro residual en la casa de la familia Margarita Mendoza Guarniz (casa 04) utilizando sistema de cloración por Hipoclorador flujo difusión

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PPM	1.95	1.87	1.80	1.67	1.48	1.30	0.96	0.48	0.07	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00

Grafico N° 9: *Comportamiento de cloro residual en la casa de la familia Margarita Mendoza Guarniz (casa 04) utilizando sistema de cloración por Hipoclorador flujo difusión*

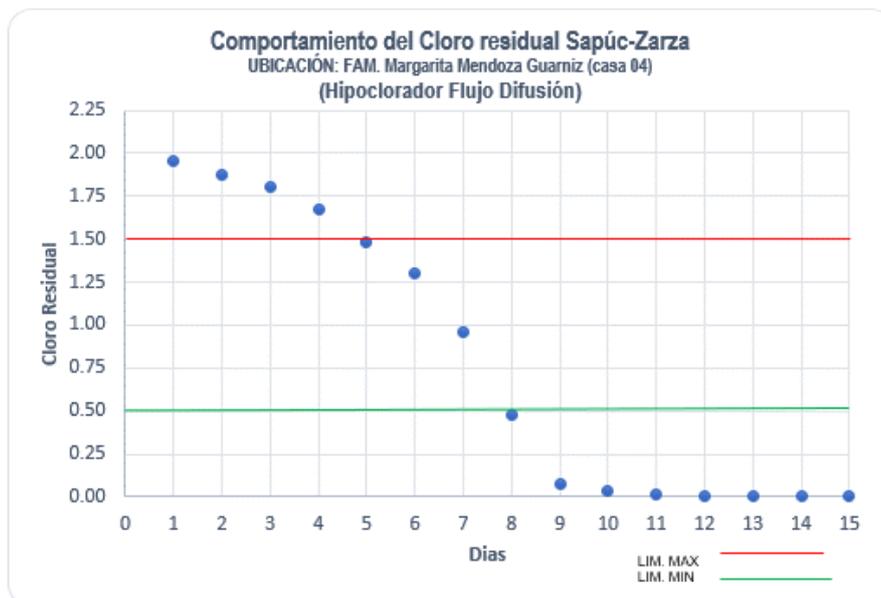
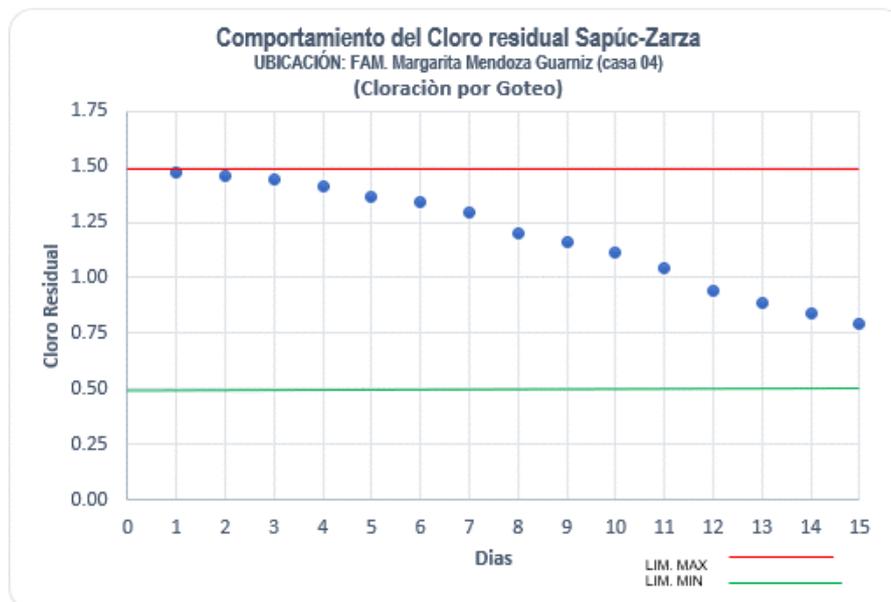


Tabla N° 15: Lectura de cloro residual en la casa de la familia Margarita Mendoza Guarniz (casa 04) utilizando sistema de cloración por Goteo

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PPM	1.47	1.46	1.44	1.41	1.36	1.34	1.29	1.20	1.16	1.11	1.04	0.94	0.89	0.84	0.79

Grafico N° 10: Comportamiento de cloro residual en la casa de la familia Margarita Mendoza Guarniz (casa 04) utilizando sistema de cloración por Goteo



f) Cloro residual la casa de la familia Marcelino Chuquitucto Narro (casa 05)

Tabla N° 16: Lectura de cloro residual en la casa de la familia Marcelino Chuquitucto Narro (casa 05) utilizando sistema de cloración por Hipoclorador flujo difusión

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PPM	1.70	1.62	1.55	1.40	1.23	1.05	0.71	0.23	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Grafico N° 11: *Comportamiento de cloro residual en la casa de la familia Marcelino Chuquitucto Narro (casa 05) utilizando sistema de cloración por Hipoclorador flujo difusión*

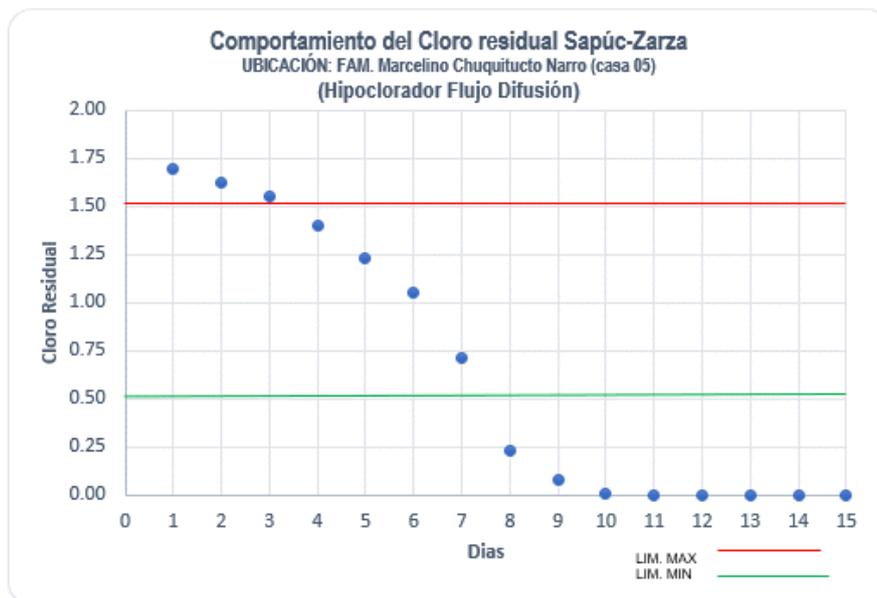
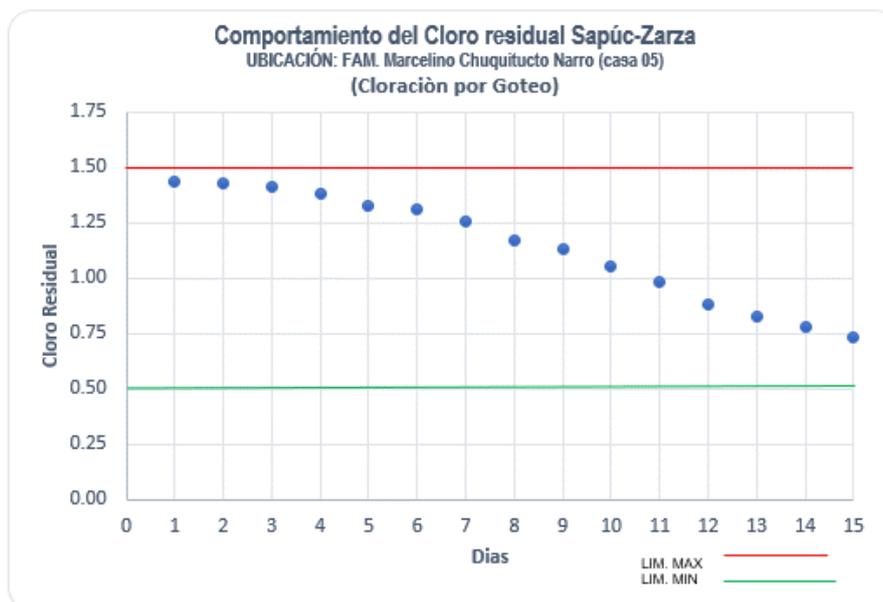


Tabla N° 17: Lectura de cloro residual en la casa de la familia Marcelino Chuquitucto Narro (casa 05) utilizando sistema de cloración por Goteo

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PPM	1.44	1.43	1.41	1.38	1.33	1.31	1.26	1.17	1.13	1.05	0.98	0.88	0.83	0.78	0.73

Grafico N° 12: *Comportamiento de cloro residual en la casa de la familia Marcelino Chuquitucto Narro (casa 05) utilizando sistema de cloración por Goteo*



g) Cloro residual la casa de la familia Narciso Guarniz Mendoza (casa 06)

Tabla N° 18: Lectura de cloro residual en la casa de la familia Narciso Guarniz Mendoza (casa 06) utilizando sistema de cloración por Hipoclorador flujo difusión

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PPM	1.65	1.55	1.48	1.33	1.16	0.98	0.64	0.16	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Grafico N° 13: *Comportamiento de cloro residual en la casa de la familia Narciso Guarniz Mendoza (casa 06) utilizando sistema de cloración por Hipoclorador flujo difusión*

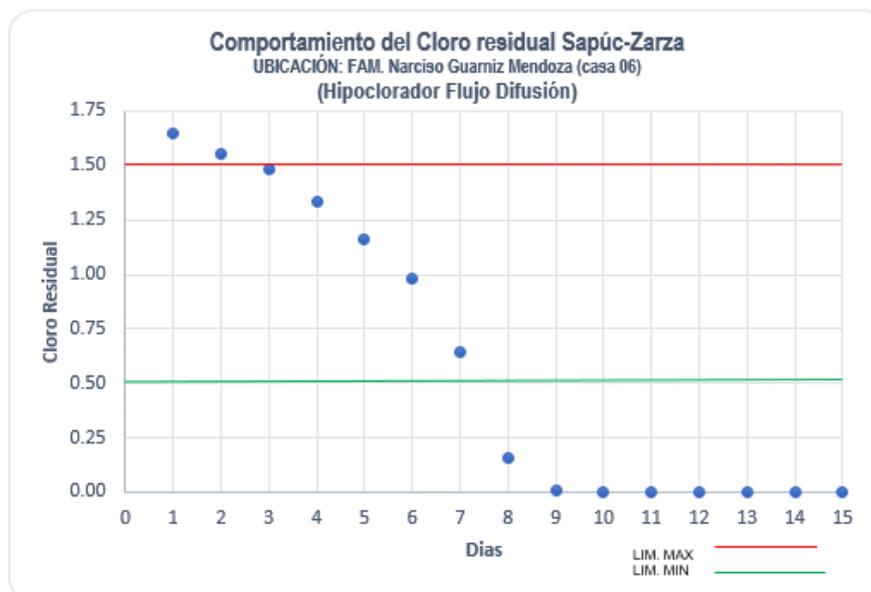
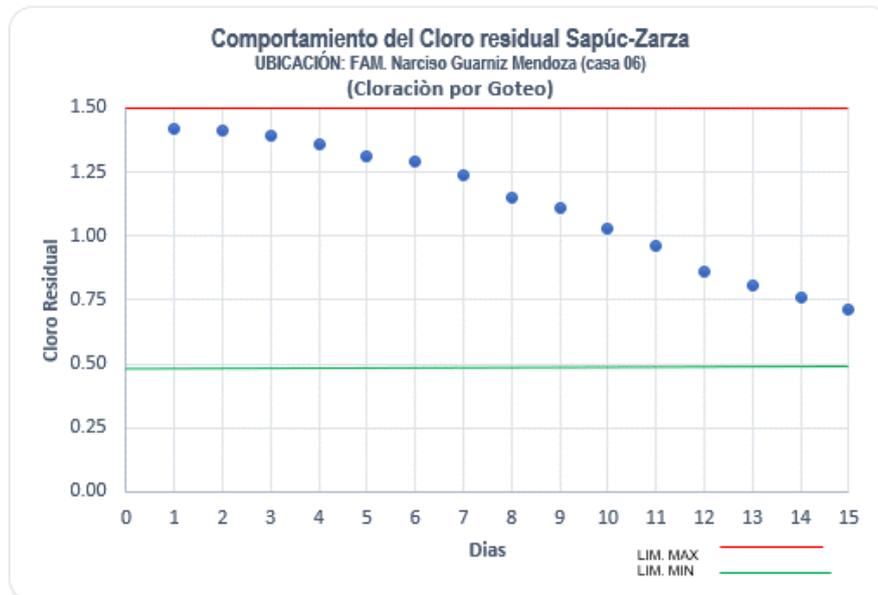


Tabla N° 19: Lectura de cloro residual en la casa de la familia Narciso Guarniz Mendoza (casa 06) utilizando sistema de cloración por Goteo

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PPM	1.42	1.41	1.39	1.36	1.31	1.29	1.24	1.15	1.11	1.03	0.96	0.86	0.81	0.76	0.71

Grafico N° 14: *Comportamiento de cloro residual en la casa de la familia Narciso Guarniz Mendoza (casa 06) utilizando sistema de cloración por Goteo*



h) Cloro residual la casa de la familia Ronal Joselito Narro Saavedra (casa 07)

Tabla N° 20: Lectura de cloro residual en la casa de la familia Ronal Joselito Narro Saavedra (casa 07) utilizando sistema de cloración por Hipoclorador flujo difusión

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PPM	1.54	1.46	1.39	1.24	1.07	0.89	0.55	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Grafico N° 15: Comportamiento de cloro residual en la casa de la familia Ronal Joselito Narro Saavedra (casa 07) utilizando sistema de cloración por Hipoclorador flujo difusión

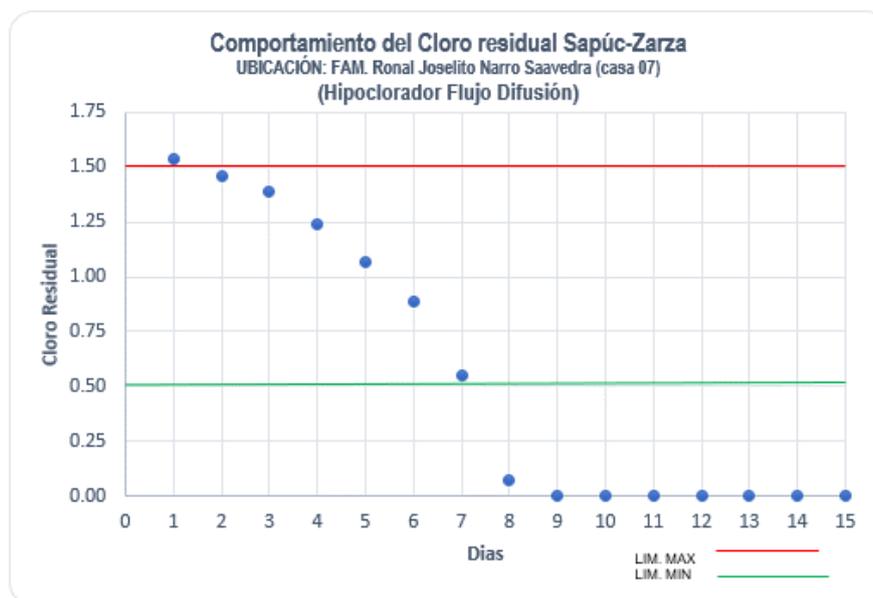
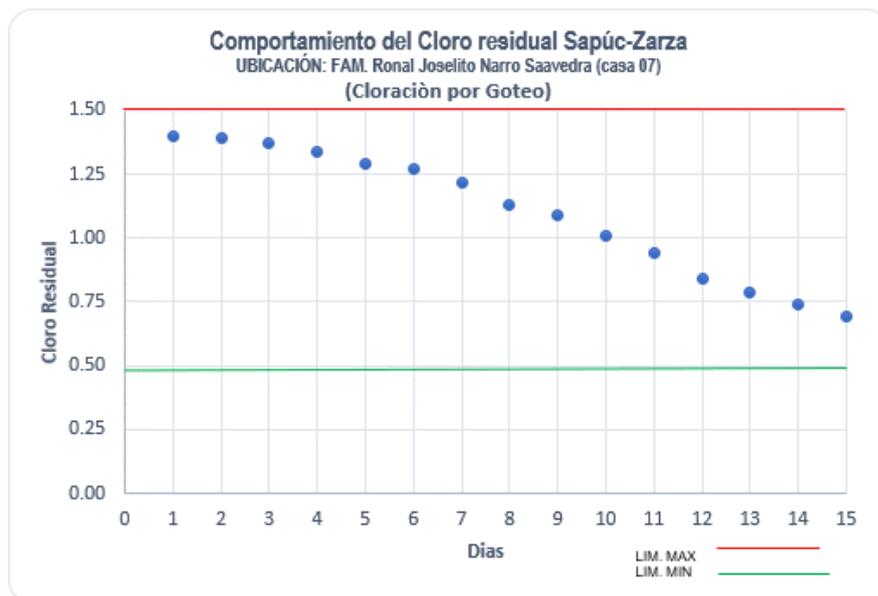


Tabla N° 21: Lectura de cloro residual en la casa de la familia Ronal Joselito Narro Saavedra (casa 07) utilizando sistema de cloración por Goteo

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PPM	1.40	1.39	1.37	1.34	1.29	1.27	1.22	1.13	1.09	1.01	0.94	0.84	0.79	0.74	0.69

Grafico N° 16: *Comportamiento de cloro residual en la casa de la familia Ronal Joselito Narro Saavedra (casa 07) utilizando sistema de cloración por Goteo*



i) *Cloro residual la casa de la familia Roberto Zavaleta Mendoza (casa 08)*

Tabla N° 22: *Lectura de cloro residual en la casa de la familia Roberto Zavaleta Mendoza (casa 08) utilizando sistema de cloración por Hipoclorador flujo difusión*

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PPM	1.39	1.31	1.24	1.09	0.92	0.74	0.40	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Grafico N° 17: *Comportamiento de cloro residual en la casa de la familia Roberto Zavaleta Mendoza (casa 08) utilizando sistema de cloración por Hipoclorador flujo difusión*

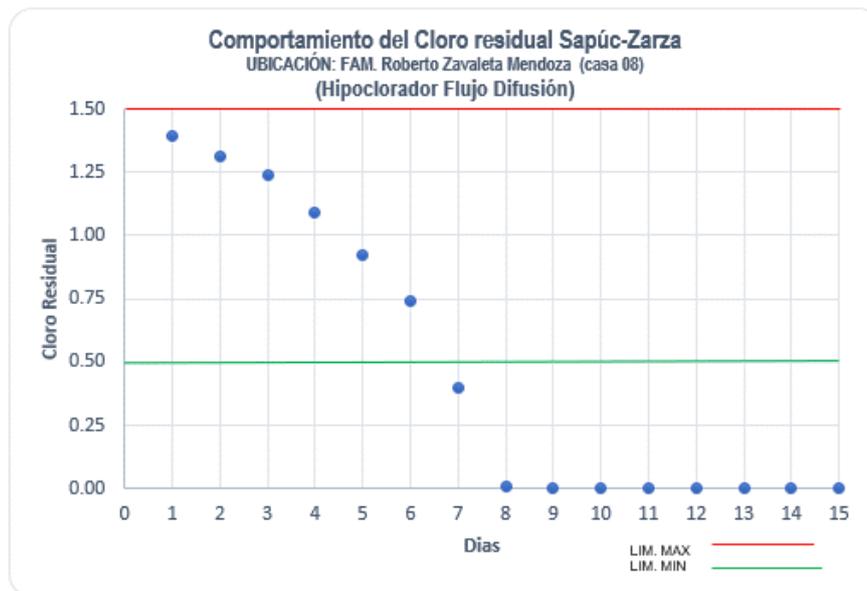
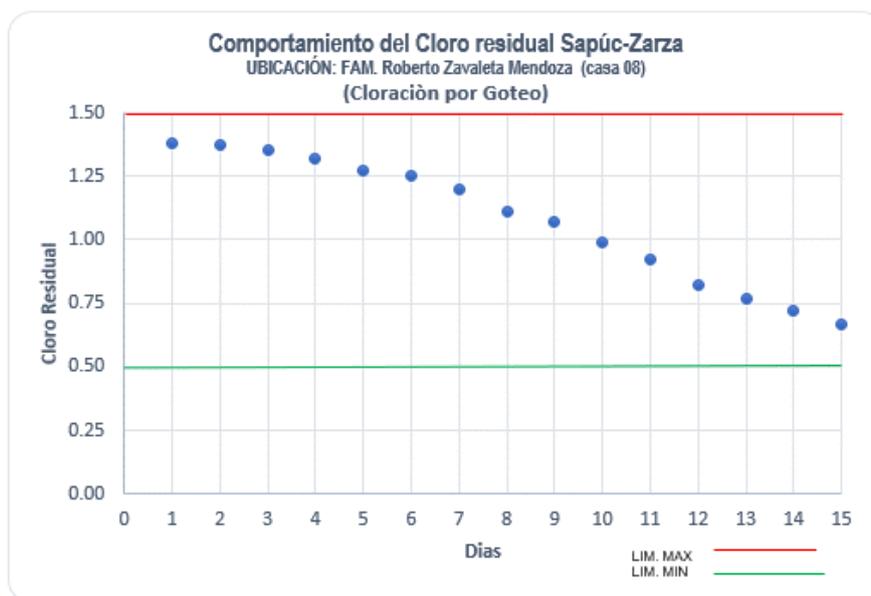


Tabla N° 23: Lectura de cloro residual en la casa de la familia Roberto Zavaleta Mendoza (casa 08) utilizando sistema de cloración por Goteo

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PPM	1.38	1.37	1.35	1.32	1.27	1.25	1.20	1.11	1.07	0.99	0.92	0.82	0.77	0.72	0.67

Grafico N° 18: *Comportamiento de cloro residual en la casa de la familia Roberto Zavaleta Mendoza (casa 08) utilizando sistema de cloración por Goteo*



j) Cloro residual la casa de la familia María Chuquitucto Mendoza (casa 09)

Tabla N° 24: Lectura de cloro residual en la casa de la familia María Chuquitucto Mendoza (casa 09) utilizando sistema de cloración por Hipoclorador flujo difusión

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PPM	1.04	0.96	0.89	0.74	0.57	0.39	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Grafico N° 19: Comportamiento de cloro residual en la casa de la familia María Chuquitucto Mendoza (casa 09) utilizando sistema de cloración por Hipoclorador flujo difusión

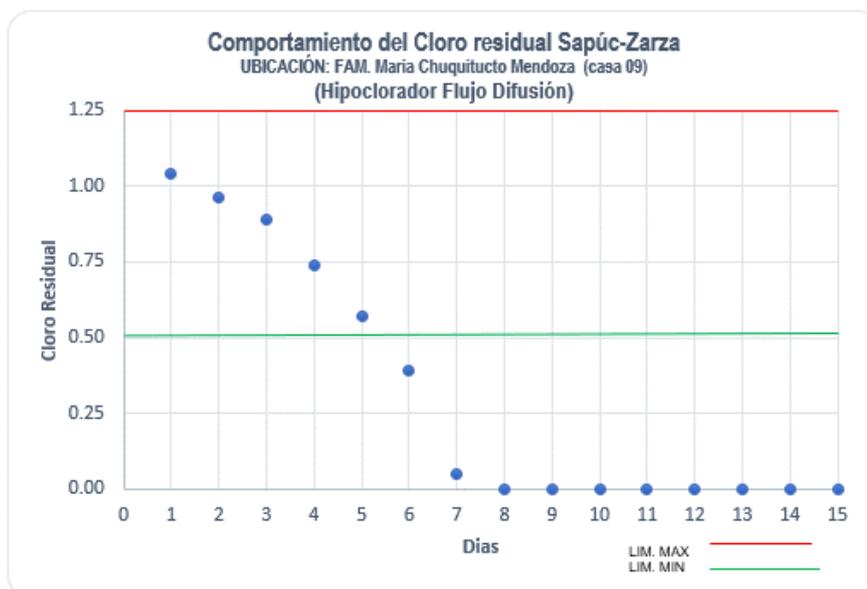
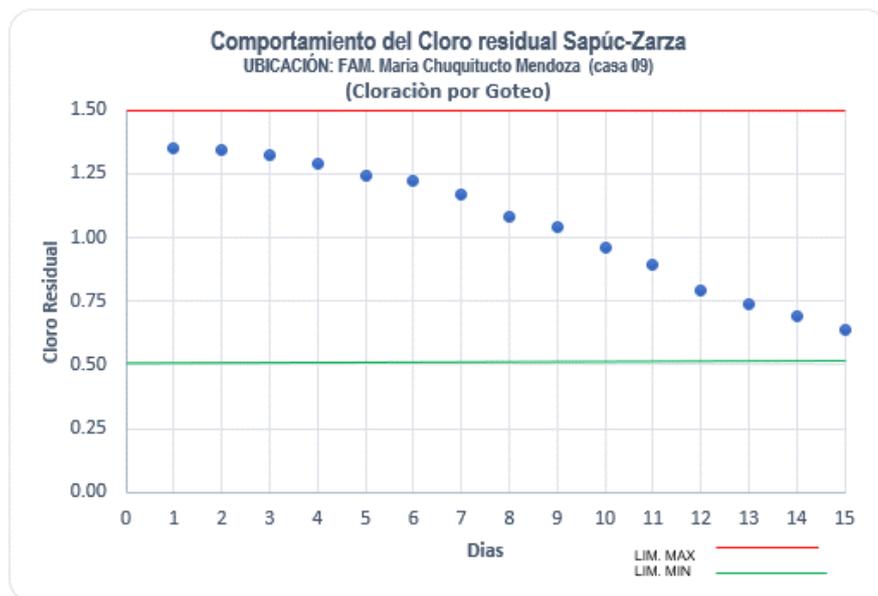


Tabla N° 25: Lectura de cloro residual en la casa de la familia María Chuquitucto Mendoza (casa 09) utilizando sistema de cloración por Goteo

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
PPM	1.35	1.34	1.32	1.29	1.24	1.22	1.17	1.08	1.04	0.96	0.89	0.79	0.74	0.69	0.64

Grafico N° 20: Comportamiento de cloro residual en la casa de la familia María Chuquitucto Mendoza (casa 09) utilizando sistema de cloración por Goteo



3.2 Resultados de Cloro residual con el sistema de cloración Hipoclorador flujo difusión en todo el sistema de agua potable.

La primera recolección de datos en campo se realizó en el sistema de cloración de hipoclorador flujo difusión mediante la dosificación de cloro utilizando el hipoclorador de 105 orificios; la cual se puede verificar que en promedio los primeros cuatro días se tiene una sobre cloración lo cual es percibida por la población, los tres siguientes días se tiene una cloración adecuada dentro de los límites permisibles; en los últimos ocho días el cloro residual se encuentra por debajo del rango permisible 0.5 ppm.

Tabla N° 26: *Resultados de cloro residual en el sistema de cloración hipoclorador flujo difusión*

Días	DATOS DE CAMPO										PROMEDIO	CLORO RESIDUAL (mínimo)
	R	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9		
1	2.50	2.25	2.22	2.20	1.95	1.70	1.65	1.54	1.39	1.04	1.84	0.50
2	2.42	2.17	2.16	2.12	1.87	1.62	1.55	1.46	1.31	0.96	1.76	0.50
3	2.35	2.10	2.09	2.05	1.80	1.55	1.48	1.39	1.24	0.89	1.69	0.50
4	2.24	1.97	1.96	1.92	1.67	1.40	1.33	1.24	1.09	0.74	1.56	0.50
5	2.03	1.78	1.77	1.73	1.48	1.23	1.16	1.07	0.92	0.57	1.37	0.50
6	1.85	1.60	1.59	1.55	1.30	1.05	0.98	0.89	0.74	0.39	1.19	0.50
7	1.51	1.26	1.25	1.21	0.96	0.71	0.64	0.55	0.40	0.05	0.85	0.50
8	1.03	0.78	0.77	0.73	0.48	0.23	0.16	0.07	0.01	0.00	0.43	0.50
9	0.62	0.37	0.36	0.32	0.07	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00	0.18	0.50
10	0.58	0.33	0.32	0.28	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.50
11	0.43	0.18	0.17	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.50
12	0.33	0.08	0.07	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.50
13	0.21	0.05	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.50
14	0.10	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.50
15	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.50

Grafico N° 21: Comportamiento de cloro residual en el sistema de cloración hipoclorador flujo difusión

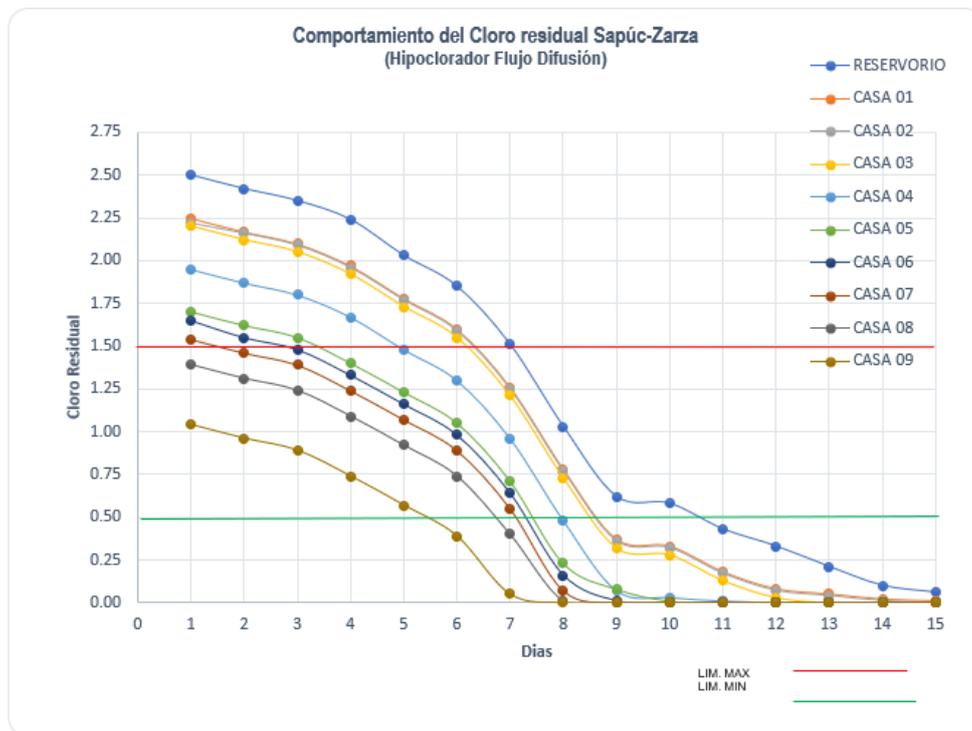


Grafico N° 22: Comportamiento promedio de cloro residual en el sistema de cloración hipoclorador flujo difusión



Verificando los límites establecidos en el D.S N.º 031 -2010 SA el art 66º tenemos en cuenta que el cloro residual no debe ser menor a 0.5 mg/l; teniendo en cuenta los resultados obtenidos en campo podemos interpretar que el 26.67 % de las muestras presentan un sobre cloración, así mismo solo el 20.00% tiene una cloración dentro de los parámetros permisibles, mientras que el 53.33% de muestras no cumplen con los límites permisibles. Verificando y analizando los datos de campo podemos considerar los parámetros de cloración (cloro residual) que no cumple con lo establecido en la norma, con lo que nos dice que bajo este sistema de cloración la población de la Sapúc – Zarza no consumen agua de buena calidad.

3.3 Resultados de Cloro residual con el sistema de cloración por goteo en todo el sistema de agua potable.

En la segunda recolección de datos en campo se realizó en el sistema de cloración por goteo utilizando una solución madre en un tanque de 600 Litros y teniendo un goteo constante de 30 mL/min; la cual se puede verificar que la cloración es constante puesto que se encuentra dentro de los parámetros establecidos en la D.S N° 31 -2010 SA.

Tabla N° 27: Resultados de cloro residual en el sistema de cloración por Goteo.

Días	DATOS DE CAMPO										PROMEDIO	CLORO RESIDUAL (mínimo)
	R	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9		
1	1.50	1.50	1.49	1.47	1.47	1.44	1.42	1.40	1.38	1.35	1.44	0.50
2	1.49	1.49	1.49	1.47	1.46	1.43	1.41	1.39	1.37	1.34	1.43	0.50
3	1.47	1.47	1.47	1.45	1.44	1.41	1.39	1.37	1.35	1.32	1.41	0.50
4	1.44	1.44	1.44	1.42	1.41	1.38	1.36	1.34	1.32	1.29	1.38	0.50
5	1.41	1.41	1.41	1.37	1.36	1.33	1.31	1.29	1.27	1.24	1.34	0.50
6	1.39	1.39	1.39	1.35	1.34	1.31	1.29	1.27	1.25	1.22	1.32	0.50
7	1.35	1.35	1.34	1.30	1.29	1.26	1.24	1.22	1.20	1.17	1.27	0.50
8	1.30	1.28	1.27	1.23	1.20	1.17	1.15	1.13	1.11	1.08	1.19	0.50
9	1.26	1.24	1.23	1.19	1.16	1.13	1.11	1.09	1.07	1.04	1.15	0.50
10	1.21	1.19	1.18	1.14	1.11	1.05	1.03	1.01	0.99	0.96	1.09	0.50
11	1.14	1.12	1.11	1.07	1.04	0.98	0.96	0.94	0.92	0.89	1.02	0.50
12	1.04	1.02	1.01	0.97	0.94	0.88	0.86	0.84	0.82	0.79	0.92	0.50
13	0.99	0.97	0.96	0.92	0.89	0.83	0.81	0.79	0.77	0.74	0.87	0.50
14	0.94	0.92	0.91	0.87	0.84	0.78	0.76	0.74	0.72	0.69	0.82	0.50
15	0.89	0.87	0.86	0.82	0.79	0.73	0.71	0.69	0.67	0.64	0.77	0.50

Grafico N° 23: Comportamiento de cloro residual en el sistema de cloración por goteo.

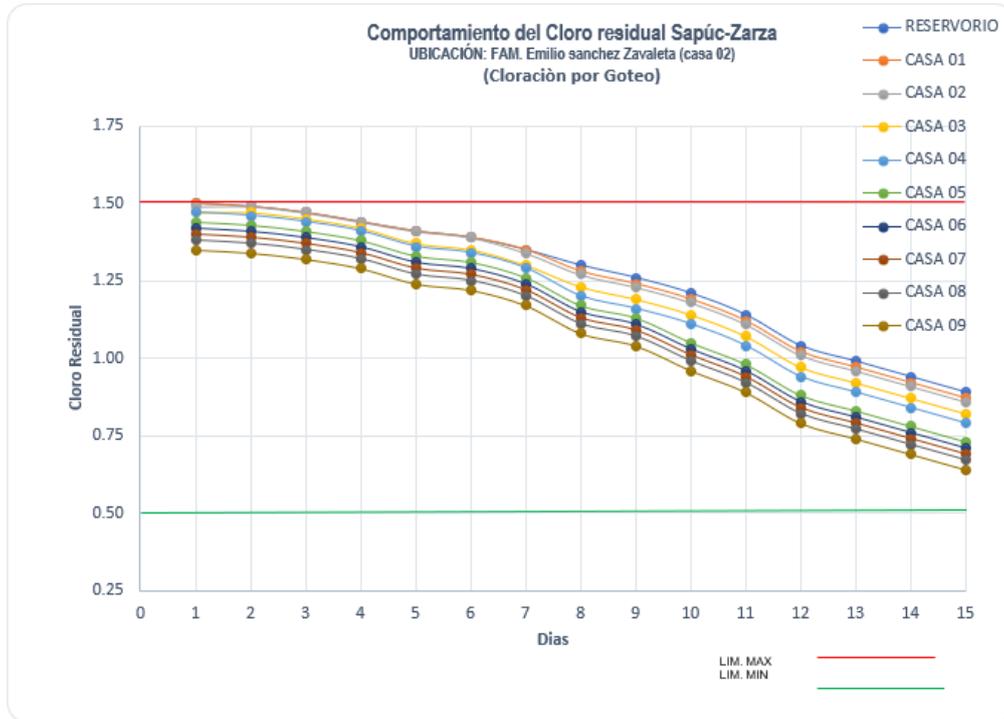
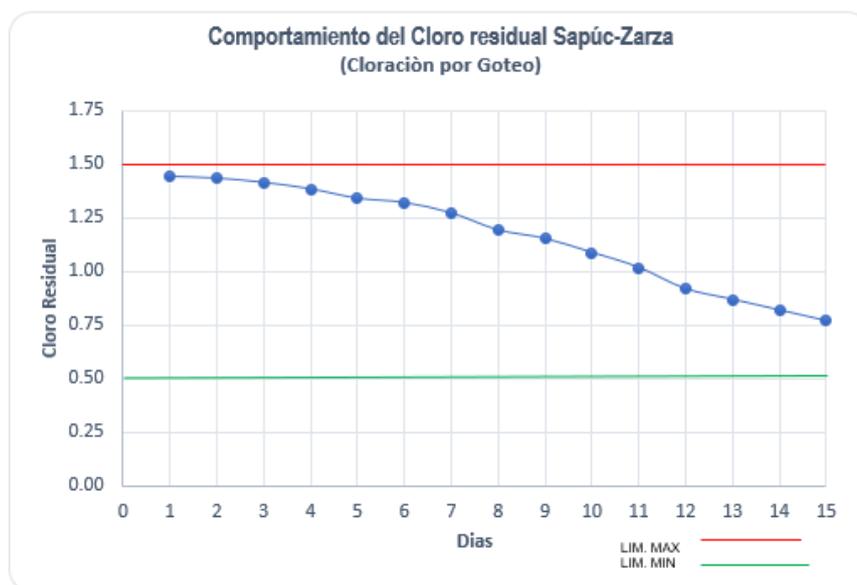


Grafico N° 24: Comportamiento promedio de cloro residual en el sistema de cloración por goteo



Verificando los límites establecidos en el D.S N.º 31 -2010 SA el art 66º Tenemos en cuenta que el cloro residual está dentro los parámetros permisibles lo cual nos da una lectura en campo de que se tiene una cloración eficiente en el sistema de agua potable del caserío Sapúc – Zarza.

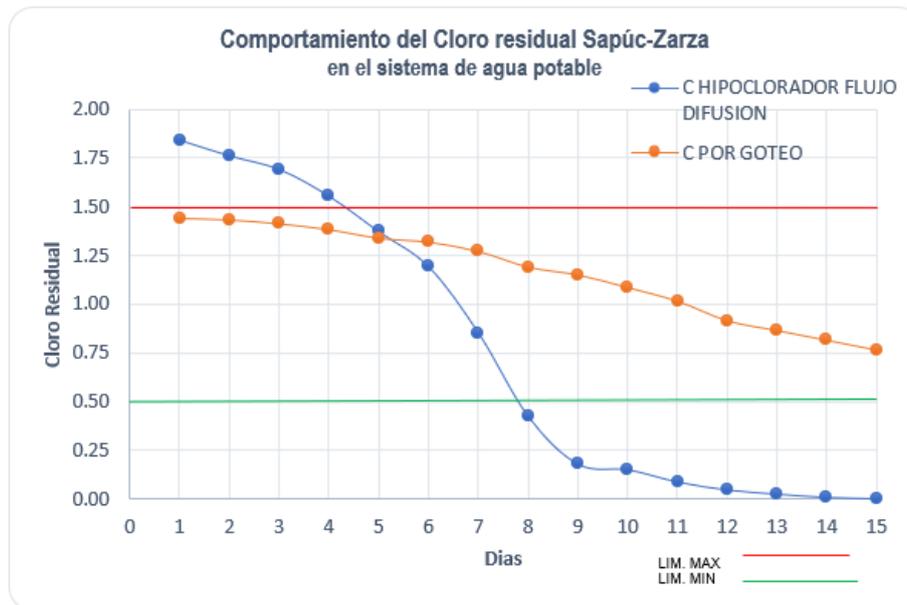
3.4 Comparación de Resultados promedio de Cloro residual con el sistema de agua potable Sapúc - Zarza.

Podemos verificar el comportamiento totalmente diferente de los 2 sistemas de cloración de agua potable la cual podemos dar y conclusión que el sistema de cloración por goteo es mucho más eficiente y la cloración hipoclorito flujo difusión, la cual en el primer sistema es una lo cloración constante (Cloración por goteo) y cuánto el segundo sistema es una cloración deficiente (cloración por hipoclorador flujo difusión).

Tabla N° 28: *Resultados promedios de cloro residual en el sistema los sistemas de cloración.*

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
cloro residual hipoclorador flujo difusión	1.84	1.76	1.69	1.56	1.37	1.19	0.85	0.43	0.18	0.16	0.09	0.05	0.03	0.01	0.01
cloro residual cloración por goteo	1.44	1.43	1.41	1.38	1.34	1.32	1.27	1.19	1.15	1.09	1.02	0.92	0.87	0.82	0.77

Grafico N° 25: *Comportamiento promedio de cloro residual de ambos sistemas de cloración*



CAPITULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La dificultad para la elaboración de la presente tesis de la “eficiencia de la cloración del agua potable usando hipoclorador fujo difusión y cloración por goteo en el sistema de agua potable de Sapúc-zarza, distrito de la Asunción – Cajamarca 2022”, fue el factor climático puesto que la toma de datos se produjo en tiempo de lluvias la cual dificultaba la caminata e ir de punto a punto a realizar la lectura de cloro residual.

4.1. Discusión

Se determinó que la cloración por goteo es mucho más efectiva que la cloración por hipoclorador flujo difusión en el sistema de agua potable de Sapúc- Zarza, distrito de la Asunción; se llegó a determinar esto por los datos obtenidos en campo con la técnica de observación experimental que sirvió para llenar la ficha de datos; asimismo se realizó el análisis de datos con la técnica de representación de graficas lineales esto con la ayuda de las hojas de cálculo de Microsoft Excel, la cual se comparó los dos métodos de cloración en cada punto del sistema de agua potable evaluado, así como se obtuvo la media en todo el tiempo de evaluación de los dos métodos de cloración y se determinó que la cloración por goteo es mucho más efectiva y es una cloración constante.

Se determinó la eficiencia de la cloración del agua potable teniendo los resultados de campo que fueron desarrollados con el Clorímetro digital HANNA HI701, se obtuvo que la cloración por Hipoclorador flujo difusión es deficiente, que los primeros días se tiene una sobre cloración y en los últimos días está por debajo de los 0.5 mg/L, y que en estos días no se cumple con los parámetros permisibles, cumpliendo solo con la cloración adecuada tres días según lo establecido en la norma D.S -N° 031-2010-SA; así mismo podemos comparar

estos resultados teniendo en cuenta primero la sobre cloración que es perjudicial para la salud donde en la investigación experimental de Villanueva, Manolis & Grimalt, s. f. nos dice que la exposición al agua potable clorada por periodos largos origina efectos adversos sobre la salud.

Así mismo en la tesis de Salazar Silva, Ramon Arístides del 2018 sobre la *“Eficiencia De Los Sistemas De Cloración Convencional Y Goteo Adaptado En El Tratamiento De Agua Potable”* en el sistema de Urubamba Sector 01 donde tiene implementado un sistema convencional (Sistema de cloración por hipoclorito flujo difusión), en las muestras de campo tomadas solo el 27.00% cumple con la concentración recomendada la cual es no menor a 0.5mgL (0.5ppm), habiendo una brecha larga en relación al 90% que es lo recomendado y el 20.00% está por encima de 0.3 mgL pero de bajo de 0.5 mgL, así mismo el otro 53.00% no cumple con los límites permisibles establecidos en la norma D.S -N° 031-2010-SA, lo que confirma nuestras lecturas de cloro residual en el sistema de agua potable Sapúc – Zarza; donde tenemos que solo el 20.00% de las muestras tomadas en campo cumplen con la normal, así mismo que el 26.67% tiene una sobre cloración y que el 53.33% no cumple con los parámetros permisible.

Por otro lado de esta manera también se determinó que la cloración por Goteo tiene una cloración constante y cumple con todos los parámetros permisibles que establece la norma D.S -N° 031-2010-SA; tomando en cuenta la tesis de Muñoz Mendoza, Rodrigo del 2019 sobre *“Eficiencia Del Sistema De Cloración Por Goteo Para El Mejoramiento De La Calidad Del Agua De Consumo Humano Del Caserío Cauchamayo – Celendín”* tiene como resultado una cloración óptima utilizando este sistema (Cloración Por Goteo) en el sistema de agua potable del caserío cauchamayo, donde las lecturas de cloro residual son constantes que en el punto inicial (reservorio) está entre 0.76 – 0.97 mgL y en el punto intermedio y

final (Casa intermedia & Casa Final del sistema de agua potable) se acerca a 0.50mgL lo que establece la norma D.S -N° 031-2010-SA.

También en la tesis de Milagros Roció y Jorge Salazar sobre *“Implementación De Un Sistema De Cloración Por Goteo Para Obtener Un Sistema De Agua Potable Sostenible En La Comunidad Ochongocacha, Palcamayo – Tarma 2017”* tiene como resultado que el sistema de cloración por goteo es muy efectivo y que el 96.00% de las muestras tomadas en campo de cloro residual cumplen con los requerimientos de la norma D.S -N° 031-2010-SA; confirmando nuestra toma de muestras en campo donde tenemos un 100.00% de cumplimiento del cloro residual garantizando de esta manera la calidad del líquido vital y mejorando la condición de vida de toda la comunidad.

En este punto podemos decir que el sistema de cloración por goteo es mucho más efectiva que la cloración por hipoclorador flujo difusión, puesto que las muestras tomadas en campo nos da una lectura exacta y que los sistemas de agua potable deben implementar la cloración por goteo para tener un servicio de calidad para todos los usuarios, por el caso contrario la cloración por hipoclorador flujo difusión presente muchas variaciones e incluso hay días donde no se encuentra presencia de cloro residual.

4.2. Conclusiones

- Se cumplió con la hipótesis y se determinó que el sistema de cloración por goteo es mucho más efectiva que la cloración por Hipoclorador por flujo difusión, puesto que la Cloración por hipoclorador flujo difusión muestra que el 26.67% consta con una sobre cloración y que el 53.33% no cumple con los parámetros permisibles establecidos en el D.S N.º 031 -2010 SA el art 66º, sólo cumple un 20%, en los días dónde se tomó las lecturas de cloro residual; Asimismo la cloración por goteo tenemos en la lectura de toma de muestras que cumple el 100% con los parámetros establecidos D.S N.º 031 -2010 SA el art 66º; lo cual nos reafirma que la efectividad de desinfección por Cloración por goteo es 25% más e incluso es mucho mayor; esto se demuestra en la toma de muestras en campo en el sistema de agua potable de Sapúc – Zarza del distrito de la Asunción Cajamarca.

- Se establece que el sistema de cloración por goteo es constante en su desinfección en cuanto al sistema de cloración por Hipoclorador por flujo difusión, esto también se debe a la implementación de un tanque dosador de 600 Litros dónde va la solución madre la cual tiene un goteo constante de 30mL/min qué hace que la cloración sea uniforme puede estar dentro de los parámetros permisibles de la D.S N.º 031 -2010 SA el art 66º, teniendo como lectura promedio de cloro residual el primer día de 1.44 ppm, asimismo una lectura de 1.27 ppm séptimo día y finalmente el día quince 0.77 ppm lo que nos muestra que su cloración es constante y tiene una mayor duración dentro del sistema de agua potable de Sapúc - Zarza.

- Se pudo dar un alcance a la Junta Administradora de Servicio de Saneamiento (JASS) del sistema de agua potable del caserío Sapúc-Zarza sobre cuál es el tipo de cloración que debe manejar esta JASS, para tener un cloración optima y poder brindar una cloración

de calidad, de esta manera se dio un charla al operador para tener en cuenta cual es el caudal necesario para tener un buen funcionamiento, puesto que esta es una JASS modelo en cuanto a operación y mantenimiento.

- Podemos concluir que teniendo una cloración correcta con el método o sistema de cloración por goteo en el sistema de agua potable de Sapúc-zarza se tendrá un impacto directo en la disminución de las enfermedades diarreicas agudas, lo cual es la finalidad de todo sistema de agua potable brindar un servicio de calidad y mejorar la calidad de vida de cada población donde se implemente sistemas de agua potable.

CAPITULO III. MATRIZ DE CONSISTENCIA Y CRONOGRAMA								
TITULO	FORMULACION DE PROBLEMA GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTO
*EFICIENCIA DE LA CLORACIÓN DEL AGUA POTABLE; USANDO HIPOCLORADOR FLUJO DIFUSIÓN Y CLORACIÓN POR GOTEO EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE SAPÚC-ZARZA, DISTRITO DE ASUNCIÓN – CAJAMARCA 2022	¿Cuál es la eficiencia de la cloración del agua potable, usando hipoclorador flujo difusión y cloración por goteo en el sistema de agua potable de Sapúc-Zarza, Distrito de la Asunción – Cajamarca 2022?	La eficiencia en niveles de cloro residual en la desinfección por goteo es 25% mayor a la cloración con hipoclorador flujo difusión en el sistema de agua potable de Sapúc-Zarza, distrito de la Asunción – Cajamarca 2022.	cloracion con hipoclorador flujo diffusion	Es un accesorio preparado de tubo PVC SAL de 4" perforado de 105 orificios de 1/4" y un tubo de PVC SAP igualmente perforado, los cuales armados en forma concentrica se llena con hipoclorito de Calcio a 65 o 70%, se coloca al interior del reservorio con la finalidad de dosificar el cloro en el agua.	Medicion	Cloro Residual	ppm	Hoja de datos
			cloracion por goteo	La solución clorada (solución madre) es preparada en un tanque de 600 litros con hipoclorito de calcio a 65-70% a una determinada concentración. El objetivo del sistema es que esta solución gotee en el interior del reservorio de agua potable con un caudal constante a lo largo del vaciado del tanque dosador. La concentración el caudal de goteo y el periodo de recarga del tanque dependen de la cantidad de agua que consume la comunidad donde el sistema sea instalado.	Medicion	Cloro Residual	ppm	Hoja de datos

N°	ACTIVIDAD	ENERO			FEBRERO				MARZO			
		S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	IDEA DE TEMA											
2	PRESENTACION DE PROYECTO DE TESIS PARA APR											
3	INICIO DE REALIZACION DE TESIS											
4	VERIFICACION DE DATOS											
5	PROCESAMIENTO DE INFORMACION Y ANALISIS DE I											
6	ANALISIS DE RESULTADOS											
7	CONCLUSION Y RECOMENDACIONES											
8	PRESENTAR TRABAJO A LO ASESORES DEL PROYEC											
9	ENTREGA DE INFORME FINAL											
10	EXPOSICION DE TESIS											

CAPITULO V: REFERENCIAS

- Ministerio de vivienda constructivo y saneamiento. (2018). RM 192 Vivienda, Norma Técnica de diseño: Tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.
- Organización Mundial de la Salud. (2017). Agua
- Organización Mundial de la Salud .(2013). Guía rápida para la vigilancia sanitaria del agua.
- Organización Mundial de la Salud .(2010). Guía para la calidad del agua potable.
- Reglamento de la calidad del agua para consumo humano. (2010) D.S N°031-2010-SA.
- (Villanueva, Manolis, & Grimalt, s. f.). (2011). Cloración del agua potable y efectos sobre la salud.
- (Jack torres). (2014) en su tesis Beneficios Del Uso Del Nivel Estático En Los Reservorios Del Sistema De Agua Potable Del Distrito De Ichocan – Cajamarca.
- (Milagros Rocio & Jorge Salazar) (2017) en su tesis Implementación De Un Sistema De Cloración Por Goteo Para Obtener Un Sistema De Agua Potable Sostenible En La Comunidad Ochongocacha, Palcamayo – Tarma 2017
- (Ramon Salazar) (2018) en su tesis Eficiencia de los sistemas de cloración convencional y goteo adaptado en el tratamiento de agua potable.
- (Rodrigo 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

CONSTANCIA DE REVISIÓN DEL PROYECTO DE TESIS

El asesor Ing. Luis Vásquez Ramírez, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de Ingeniería Civil, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo del proyecto de investigación del(os) estudiante(s):

- Jhonattan Marcelino, Chuquitucto Saavedra

Por cuanto, **CONSIDERA** que el proyecto de investigación titulado: “EFICIENCIA DE LA CLORACIÓN DEL AGUA POTABLE, USANDO HIPOCLORADOR FLUJO DIFUSIÓN Y CLORACIÓN POR GOTEO EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE SAPÚC – ZARZA, DISTRITO DE ASUNCIÓN – CAJAMARCA 2022” para aspirar al título profesional por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al(los) interesado(s) para su presentación.



Ing. Luis Vásquez Ramírez

Asesor