

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y  
AMBIENTAL**



**“DETERMINACIÓN DEL CLORO LIBRE RESIDUAL EN LA RED  
DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE  
CHIRINOS – SAN IGNACIO, 2023”**

**Autores:** Bach. Jammer Vega Cruz  
Bach. Jose Elmer Gonzales Rojas

**Asesores:** Dr. Freddi Roland Rodríguez Ordoñez  
M.Sc. Elser Burga Mendoza

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL**

NOMBRE DEL TRABAJO

**DETERMINACIÓN DEL CLORO LIBRE RESIDUAL EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE C**

AUTOR

**Jammer Vega Cruz & José Elmer Gonzales Rojas**

RECUENTO DE PALABRAS

**9618 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**50011 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**56 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**2.1MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jun 19, 2024 12:21 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jun 19, 2024 12:22 PM GMT-5**

● **20% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 19% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
*Dr. Alexander Huamán Mera*  
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería



## ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el 09 de julio del 2024, siendo las 10:00 am horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado Evaluador:

Presidente : Dra. Mariela Núñez Figueroa  
Secretario : Mg. Annick Estefany Huaccha Castillo  
Vocal : Dr. Lupo Leonidas Varas Ponce

Para evaluar la sustentación y defensa del **Informe Final** de:

- ( ) Trabajo de Investigación  
(  ) Tesis  
( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **DETERMINACIÓN DEL CLORO LIBRE RESIDUAL EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE CHIRINOS – SAN IGNACIO, 2024**, presentado por el Bach. Jammer Vega Cruz y el Bach. José Elmer Gonzales Rojas, bajo el asesoramiento del Dr. Freddi Roland Rodríguez Ordoñez y el M.Sc. Elser Burga Mendoza, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- (  ) Aprobar ( ) Desaprobar (  ) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

- |                |            |   |
|----------------|------------|---|
| a) Excelente   | 18, 19, 20 | ( )                                     |
| b) Muy bueno   | 16, 17     | ( )                                     |
| c) Bueno       | 14, 15     | ( <input checked="" type="checkbox"/> ) |
| d) Regular     | 13         | ( )                                     |
| e) Desaprobado | 12 o menos | ( )                                     |

Siendo las 11:30 am, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Presidente  
Dra. Mariela Núñez Figueroa

Secretario  
Mg. Annick Estefany Huaccha Castillo

Vocal  
Dr. Lupo Leonidas Varas Ponce

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT .....	vii
I. INTRODUCCIÓN .....	8
II. MATERIALES Y MÉTODOS .....	11
2.1. Ubicación y descripción del área de estudio .....	11
2.2. Población, muestra y muestreo .....	12
2.2.1. Población.....	12
2.2.2. Muestra .....	12
2.2.3. Muestreo .....	13
2.3. Métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos .....	14
2.3.1. Métodos.....	14
2.3.2. Técnica.....	14
2.3.3. Procedimientos.....	15
2.3.4. Instrumentos.....	16
III. RESULTADOS.....	17
3.1. Concentración de cloro libre residual en la red de distribución de agua potable en los Barrios evaluados del distrito de Chirinos – San Ignacio, 2024.....	17

3.2.	Concentración de cloro libre residual en la red de distribución de agua potable en el barrio Los Ángeles del distrito de Chirinos – San Ignacio.....	21
3.3.	Concentración de cloro libre residual en la red de distribución de agua potable en el Barrio Bajo del distrito de Chirinos – San Ignacio.....	23
3.4.	Cumplimiento de cloro libre residual (Barrio Alto Perú, Barrio Los Ángeles, Barrio Bajo) del distrito de Chirinos – San Ignacio.....	25
IV.	DISCUSIÓN .....	29
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	31
5.1.	CONCLUSIONES .....	31
5.2.	RECOMENDACIONES.....	31
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
	AGRADECIMIENTO .....	36
	DEDICATORIA.....	37
	ANEXOS .....	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio .....	11
Figura 2 Distribución de los puntos de los Barrios según Valores de cloro libre residual (mg/L).....	17
<i>Figura 3</i> Distribución de los puntos del Barrio Alto Perú según Valores de cloro libre residual(mg/L) .....	19
Figura 4 Distribución de los puntos del Barrio Los Ángeles según Valores de cloro libre residual(mg/L). .....	21
Figura 5 Distribución de los puntos del Barrio Bajo según Valores de cloro libre residual(mg/L) .....	23
Figura 6 Porcentaje de los puntos del Barrio del cloro libre residual(mg/L).....	25
Figura 7 Porcentaje de los puntos del Barrio Alto Perú del cloro libre residual(mg/L) .	26
Figura 8 Porcentaje de los puntos del Barrio Los Ángeles del cloro libre residual(mg/L) .....	27
Figura 9 Porcentaje de los puntos del Barrio Bajo del cloro libre residual(mg/L) .....	28
Figura 10 Distribución de los puntos GPS barrio Alto Perú.....	41
Figura 11 Distribución de los puntos GPS barrio Los Angeles.....	42
Figura 12 Distribución de los puntos GPS barrio Bajo.....	43
Figura 13 Equipo Clorímetro y aditivo metoclopramida.....	44
Figura 14. Toma de muestra de agua y evaluación de cloro libre residual– Barrio Alto Perú.....	44
Figura 15. Toma de muestra de agua y evaluación de cloro libre residual– Barrio Bajo .....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Distribución de los puntos de los Barrios del cloro libre residual (mg/ L).....	25
Tabla 2 Distribución de los puntos del Barrio Alto Perú del cloro libre residual(mg/L). .....	26
Tabla 3 Distribución de los puntos del Barrio Los Ángeles del cloro libre residual(mg/L) .....	27
Tabla 4 Distribución de los puntos del Barrio Bajo del cloro libre residual(mg/L) .....	28

## RESUMEN

La medición del cloro libre residual es importante puesto que es un indicador crucial de la eficacia del proceso de desinfección del agua, comúnmente utilizado para eliminar microorganismos patógenos como bacterias, virus y parásitos. El estudio tuvo como objetivo determinar la concentración de cloro libre residual en la red de distribución de agua potable en los barrios Alto Perú, Los Ángeles y Bajo en base al Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Mediante observación directa, se seleccionaron 186 viviendas, empleando un clorímetro , y se aplicaron las pruebas estadísticas de normalidad de Shapiro-Wilk y la prueba T de Student. Se obtuvieron niveles mínimos de cloro residual, encontrándose que, en el Barrio Alto Perú, el 100.00% de las muestras no cumplen con los estándares legales, de la misma forma en el Barrio Los Ángeles y Barrio Bajo. Estos hallazgos indican una deficiencia en el mantenimiento de la concentración de cloro libre residual adecuada en la red de distribución. Se sugiere la implementación de un monitoreo más riguroso y se propone la mejora de la infraestructura de las redes de abastecimiento y de las condiciones de almacenamiento del agua.

**Palabras clave:** Cloro libre residual, Agua potable, Red de distribución, Calidad del agua



## ABSTRACT

The measurement of free residual chlorine is important because it is a crucial indicator of the effectiveness of the water disinfection process, commonly used to eliminate pathogenic microorganisms such as bacteria, viruses and parasites. The study aimed to determine the concentration of free residual chlorine in the drinking water distribution network in the Alto Peru, Los Angeles and Bajo neighborhoods based on Supreme Decree No. 031-2010-SA. Through direct observation, 186 households were selected, using a field- chlorimeter, and the Shapiro-Wilk normality and Student's t-test statistical tests were applied. Minimum levels of residual chlorine were obtained, and it was found that 100.00% of the samples in Barrio Alto Perú did not meet the legal standards, as well as in Barrio Los Ángeles and Barrio Bajo. These findings indicate a deficiency in maintaining adequate free chlorine residual concentration in the distribution network. The implementation of more rigorous monitoring is suggested and the improvement of the supply network infrastructure and water storage conditions is proposed.

**Key words:** Free residual chlorine, Drinking water, Distribution network, Water quality.

## I. INTRODUCCIÓN

En el planeta tierra el 2,5 % de agua es dulce y solo el 1,2% se puede encontrar en la superficie, estando un 0,25% en los ríos y lagos, lo que involucra que el recurso natural puede llegar a tener una disponibilidad y calidad limitada, con bajas condiciones para satisfacer las necesidades básicas humanas (Calderón, 2023).

La Organización de las Naciones Unidas afirma que aproximadamente el 80% de todas las aguas excedentes derivadas de actividades antropogénicas, son eliminadas a ríos o al mar, sin realizar algún tipo de tratamiento, lo que conlleva a un incremento en el consumo de agua con índices bajos de salubridad (Castellanos y Rojas ,2021)

El inadecuado proceso de cloración permite que los microorganismos logren recobrar su número de población, siendo de necesidad según la Organización Mundial para la Salud (OMS) se tenga un valor de 0,5 mg/l de cloro libre residual que debe llegar a lavivienda de las familias, cabe considerar que además la volatilidad del producto químico da origen a su decaimiento por la presencia de temperatura, luz y el material con el cual son elaborados los sistemas de abastecimiento (Huillcas y Taipe, 2019).

El Cloro libre residual es la cantidad de cloro disponible en el agua después de que se ha completado el proceso de desinfección (San Miguel, 2023), su importancia radica en que actúa como un agente desinfectante continuo que ayuda a prevenir la proliferación de bacterias, virus y otros microorganismos dañinos en el agua (Chaluiza y Pacheco, 2024). Mantener niveles adecuados de cloro libre residual es esencial para garantizar la salud pública y prevenir enfermedades transmitidas por el agua (Huamani, 2023).

Existen diversos estudios como el de Idrovo y Bermeo (2021) que refiere que es necesario ser beneficiados por agua saludable y saneamiento como lo establece la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en el objetivo de desarrollo sostenible número 6 y la meta 6.1 que se basa en el otorgamiento de agua potable a un precio justo, siendo su disponibilidad de tipo universal, generando igualdad de derechos.

Siendo de necesidad comprender que los valores de cloro libre residual pueden variar según el tipo de fluido y el material del conducto, por lo cual en la práctica se suelen asumir valores promedio (Tuero y Huamani, 2022), asimismo Santos y Oliveira (2020)

destaca que es de importancia la fuente de donde proviene el agua que va a recibir tratamiento, lo que contribuye a una buena calidad y baja contaminación en parámetros de tipo microbiológico.

Es por ello por lo que la variabilidad estadísticamente siempre va a ser significativa en el clorolibre residual desde el primer punto medido hasta el último, pero no debe exceder lo establecido por el Decreto Supremo N° 031 -2010- SA (Estrada y Taipe, 2022), para realizar estudios de este tipo se pueden emplear métodos observacionales y descriptivos que involucran a la población, incluidos los puntos de recolección (Escalante 2021). En cuanto a las mediciones se pueden realizar por una hoja de adquisición y como instrumento un comparador de cloro marca Hach (Huamán y Contreras, 2020).

En el Perú se tiene una realidad preocupante, puesto que, en el 2020, cerca de 200934 niños presentaron problemas de salud debido a padecimientos diarreicos agudos (EDA) (*Sistema Nacional de Información Ambiental SINIA, 2022*), lo que involucra la muerte de niños por debajo de los 5 años, sucesos que se pueden prevenir con un proceso adecuado de cloración (Ferro et al., 2019).

Se puede encontrar que las distintas actividades antropogénicas juegan un rol importante en el sistema de abastecimiento del distrito de Chirinos, pudiendo datar mediante la ubicación geográfica de cada sector que en la parte alta o barrio San Juan se puede encontrar la crianza de animales vacunos, porcinos y otros animales menores que tienen gran prevalencia de *Echerichia Coli (e-coli)* en sus heces, la influencia de un cultivo preponderante como es el café donde se utilizan herbicidas e insecticidas y sistemas de tubería inestables o rotos por presencia de fenómenos naturales, en la parte media y baja influenciado por un inadecuado manejo de residuos sólidos y líquidos, dan como resultado la presencia de fallas en las tuberías de las conexiones domiciliarias y falta de cloración continua en el sistema de agua potable.

Siendo el presente estudio el primero realizado en esta jurisdicción, que contribuiría a evaluar la prestación del servicio de agua de suministro en el distrito de Chirinos a una población de 720 usuarios, realizada por el Área Técnica Municipal que tienen la función de dar cumplimiento a normativas locales y nacionales para una adecuada gestión del recurso hídrico, apoyando además al sector salud y su área de salud ambiental para la toma de decisiones mediante análisis preventivo de cloración para la mitigación de enfermedades diarreicas o de otras causadas por bacterias virus y parásitos, lo que ha

permitido plantear la siguiente pregunta de indagación: ¿Cuál es el nivel de cloro libre residual en la red de distribución de agua potable en el distrito de Chirinos – ¿San Ignacio?

Bajo este contexto, la presente investigación tuvo por

Objetivos:Objetivo General:

- Determinar la concentración de cloro libre residual en la red de distribución de agua potable en el distrito de Chirinos – San Ignacio.

Objetivos Específicos:

- Determinar la concentración de cloro libre residual en la red de distribución de agua potable en el Barrio Alto Perú del distrito de Chirinos – San Ignacio.
- Determinar la concentración de cloro libre residual en la red de distribución de agua potable en el Barrio Los Ángeles del distrito de Chirinos – San Ignacio.
- Determinar la concentración de cloro libre residual en la red de distribución de agua potable en el Barrio bajo del distrito de Chirinos – San Ignacio.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Ubicación y descripción del área de estudio

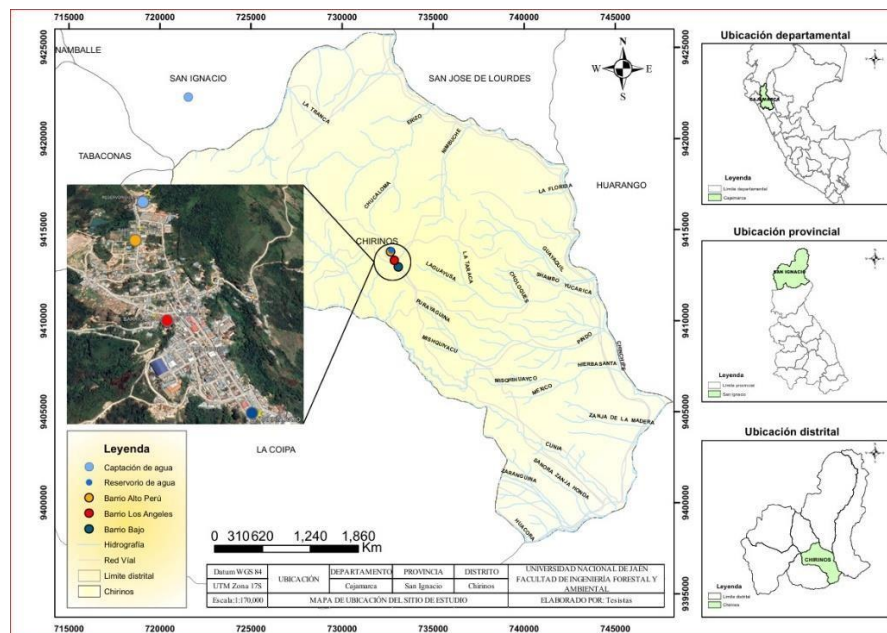
En marzo de 2024, se llevó a cabo la recopilación y análisis de datos en el sistema de abastecimiento del distrito de Chirinos, situado en la provincia de San Ignacio, este distrito se encuentra en las coordenadas  $-5.3012819$  de latitud y  $-78.8957039$  de longitud, a una altitud de 1858 metros sobre el nivel del mar.

El sistema de abastecimiento de Chirinos teóricamente utiliza cloro sólido en tabletas de la marca Aquatabs para la potabilización del agua. La dosificación de cloro se realiza mediante un método de cloración continua utilizando una bomba dosificadora. Sin embargo, esta bomba se encuentra en mal estado.

Aunque se monitorea el cloro residual de forma diaria o varias veces por semana, solo se realiza la toma en la salida del reservorio. Este monitoreo no garantiza que se mantengan los niveles adecuados de cloro residual en toda la red de distribución. Los niveles de cloro libre residual, que deberían estar como mínimo en 0.5 miligramos por litro (mg/L) según las pautas y regulaciones locales y las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), no siempre se alcanzan en los puntos finales de consumo, como en la pileta de cada vivienda, para conocer la ubicación de forma específica del sistema de abastecimiento se puede observar la figura 1.

**Figura 1**

*Ubicación de la zona de estudio*



## 2.2. Población, muestra y muestreo

### 2.2.1. Población

Estuvo constituida por el tramo total de la red de repartición de agua de suministro que administra la Municipalidad Distrital de Chirinos mediante la Área Técnica Municipal (ATM) que beneficia a 720 viviendas ubicadas en tres barrios (barrio Alto Perú, barrio Los Ángeles, barrio Bajo), que se tomaron como población. Es importante destacar que la definición de la población en este contexto es específica y se limita a las viviendas que se benefician de este suministro de agua en particular, lo que permite establecer los parámetros adecuados para el análisis y la recopilación de datos relacionados con el suministro de agua (Ojeda, 2020).

### 2.2.2. Muestra

Estuvo conformada por las viviendas más alejadas de la red de repartición en tres barrios; barrio Alto Perú, barrio Los Ángeles, barrio Bajo asumiéndose que pueden presentar valores de riesgo en el cumplimiento del rango establecido para cloro libre residual.

La muestra se refiere a un subconjunto específico de la población total que se selecciona para llevar a cabo el estudio, en este caso conformada por las viviendas más alejadas de la red de repartición en tres sectores: barrio Alto Perú, barrio Los Ángeles y barrio Bajo. La selección de estas viviendas más alejadas de la red de repartición se realizó con el objetivo de analizar y evaluar los valores de riesgo en el cumplimiento del rango establecido para el cloro libre residual en el suministro de agua (Mucha et al., 2021).

Para la selección de la muestra se consideró el Muestreo Aleatorio Simple, además el tipo de variable fue Cuantitativa (García et al., 2013) y por lo tanto se empleó la siguiente fórmula:

#### Fórmula de tamaño muestral

$$\frac{Z^2 N p q}{E^2 (N-1) + Z^2 p q} = n \quad (1)$$

$$\frac{(1.96)^2 (720)(0.5)(0.5)}{(0.05)^2 (720-1) + (1.96)^2 (0.5)(0.5)} = n \quad (2)$$

$$n = 251$$

**Dónde:**

N = Tamaño de la población. = 720 viviendas

n = Tamaño de la muestra.

Z95% = Nivel de confianza = 1.96. p = Probabilidad de muestra = 0.5

q = 1-p; Probabilidad de no muestra = 0.5

E = Margen de error que se está dispuesto a aceptar = 5% = 0.05.

**Ajustando tamaño de muestra**

$$n' = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}} \quad (3)$$

**Dónde:**

n = muestra ajustada

N = Tamaño de la población n<sub>o</sub> = Muestra sin ajustar Calculando:

$$n' = \frac{251}{1 + \frac{251}{720}} \quad (4)$$

$$n' = \frac{251}{1.348235977} \quad (5)$$

$$n' = 186$$

Siendo la muestra de 186 usuarios registrados en padrón.

Se realizó el reajuste como una estrategia válida para alcanzar los objetivos de la investigación de solo viviendas más alejadas dentro del sistema de abastecimiento, además esto permitió ser más eficientes en términos de recursos y logística, y no comprometió la validez y la representatividad de los resultados obtenidos.

Además, cabe mencionar que la muestra se reajusta debido a la autorización o no autorización del usuario o poblador en la toma de muestra de agua para la medición del cloro libre residual.

**2.2.3. Muestreo**

Se empleó el Muestreo no probabilístico por cuotas ya que se dividió en partes iguales cada Barrio, tabla 3.

El muestreo no probabilístico por cuotas es un método de selección de muestra en el que se establecen criterios específicos para seleccionar a los participantes de la muestra, en este caso, se establecieron cuotas basadas en características específicas de interés, como la ubicación geográfica o la distancia a la red de repartición (Hernández, 2021).

**Tabla 3.**

*Monitoreo de cloro por cantidad de muestras*

Barrios	Cantidad de muestras (Grifos)
Barrio Alto Perú	62
Barrio Los Ángeles	62
Barrio Bajo	62
Total, de muestras	186

*Nota.* La ubicación geográfica de puntos de muestreo se ha realizado en la etapa de ejecución de acuerdo con el muestreo no probabilístico por cuotas.

## **2.3. Métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos**

### **2.3.1. Métodos**

Se llevó a cabo un enfoque no experimental basado en la observación directa y la toma de muestras sin manipulación de variables, siendo el estudio de tipo correlacional causal y transversal, mostrando una relación de causa-efecto y realizado en un momento específico (Manterola et al., 2019), además se emplearon métodos de observación e inducción para analizar variables y llegar a conclusiones generales (Urzola, 2020) y finalmente se realizó un análisis estadístico para evaluar los niveles de cloro libre residual y compararlos con los límites establecidos en el Decreto Supremo N° 031-2010- SA (SINIA, 2022).

### **2.3.2. Técnica**

En el estudio, se empleó la técnica de observación directa y toma de muestras sin manipulación de variables para recopilar información objetiva y en tiempo



real sobre el cloro libre residual en el suministro de agua (Tapara, 2022), la observación directa, con la presencia física del investigador, permitió obtener datos precisos y detallados sobre el cumplimiento del rango de cloro libre residual (Zurita, 2022), lo que se complementó con el uso de fichas de registro para sistematizar y organizar la recopilación de datos de manera estructurada (Medina et al., 2023).

### **2.3.3. Procedimientos**

#### **Recopilación de información local**

Se solicitó autorización y el mapa catastral a la Municipalidad de Chirinos para identificar viviendas en sectores específicos (barrio Alto Perú, barrio Los Ángeles, barrio Bajo), incluyendo las más alejadas, se coordinó con los propietarios para la toma de muestras de agua registrando las coordenadas en WGS 84 Zona 17 sur de cada vivienda o punto monitoreado, se realizó la medición in situ del cloro libre residual, calibrando el clorímetro en campo y tomando muestras de agua en frascos esterilizados de 10 ml.

#### **Procesamiento de información:**

La estadística descriptiva es utilizada para realizar una descripción de los temas analizados (Pardo, 2020). Por lo cual, el análisis de la información se obtuvo por medio del método estadístico; elaborando las bases de datos que corresponden a las herramientas utilizadas en la investigación, lo cual contuvo la información del registro de los 186 punto, la información obtenida se procesó en herramientas de apoyo como el software estadístico SPSS versión 25.

**Hipótesis estadísticas:** Prueba de normalidad de Shapiro Wilk

#### **Prueba estadística**

Con la información de medias obtenida del comportamiento del cloro libre residual se realizó la comparación entre barrios (barrio Alto Perú, barrio Los Ángeles, barrio Bajo apoyándose de un análisis de varianza de un diseño completamente al azar.

Se aplicó la Prueba estadística T de muestras independientes de Student, ya se distribuyeron normalmente, debe entenderse que la prueba en cuestión se emplea para evaluar dos muestras independientes.

### **Conclusión estadística**

En este paso se presentó la aprobación o desaprobación de la hipótesis nula enviada a la prueba estadística.

#### **2.3.4. Instrumentos**

##### **➤ Clorímetro**

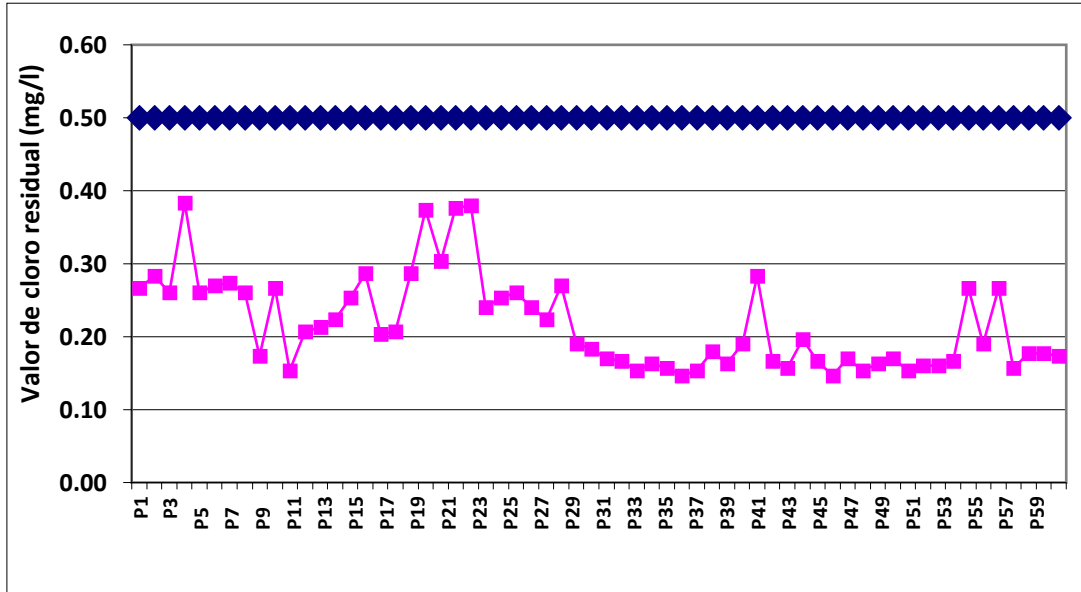
➤ Este dispositivo mide la absorbancia de una solución a frecuencias de luz específicas, maximice la precisión de la medición mediante el uso de un filtro colorimétrico para seleccionar el color de la fuente de luz que absorbe con más fuerza el soluto, para la presente investigación se empleó el clorímetro del Área Técnica Municipal de la Municipalidad Distrital de Chirinos.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Concentración de cloro libre residual en la red de distribución de agua potable en los Barrios evaluados del distrito de Chirinos – San Ignacio.

Figura 2

Distribución de los puntos de los barrios según Valores de cloro libre residual (mg/l)



Intervalo de confianza del 95% del promedio de los puntos de los barrios según

Valores de cloro libre residual (mg/l)

$$\bar{X} - \frac{ST}{\sqrt{n}} \leq U \leq \bar{X} + \frac{ST}{\sqrt{n}}$$

$$0.2175 - \frac{0.0634 * 2}{\sqrt{62}} \leq U \leq 0.2175 + \frac{0.0634 * 2}{\sqrt{62}}$$

$$0.2175 - 0.016 \leq U \leq 0.2175 + 0.016$$

$$0.2015 \leq U \leq 0.2335$$

Los puntos del barrio según Valores de cloro libre residual(mg/l), De acuerdo con la información el intervalo estará entre el 0.2015 y 0.2335 por lo tanto se puede indicar que No está entre los parámetros de la norma Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Pero se hará una prueba de hipótesis para corroborar la hipótesis planteada.

## PRUEBA DE HIPÓTESIS N° 02

Según las normas del Decreto Supremo N° 031-2010-SA el valor mínimo es 0.5 con respecto al valor de cloro libre residual(mg/l)

### HIPÓTESIS:

$H_0: U < 0.50$  No Cumple con los parámetros establecidos por la Norma

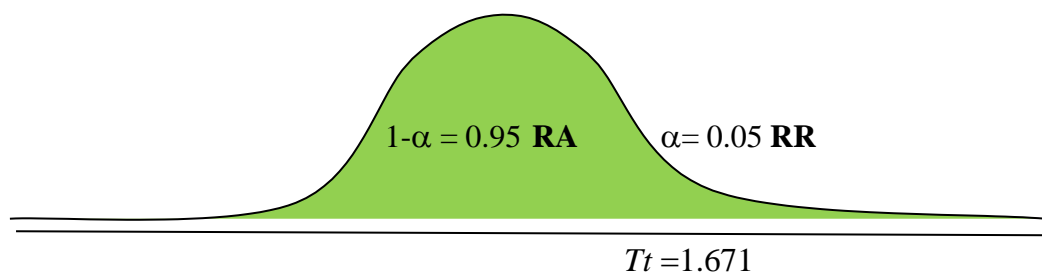
$H_1: U \geq 0.50$  Cumple con los parámetros establecidos por la Norma

**NIVEL DE SIGNIFICANCIA:**  $\alpha = 0.05$

**ESTADÍSTICA DE PRUEBA:** Distribución T de student

$$T_c = \frac{\bar{X} - U}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{0.2175 - 0.5}{\frac{0.0634}{\sqrt{62}}} = -35.0853$$

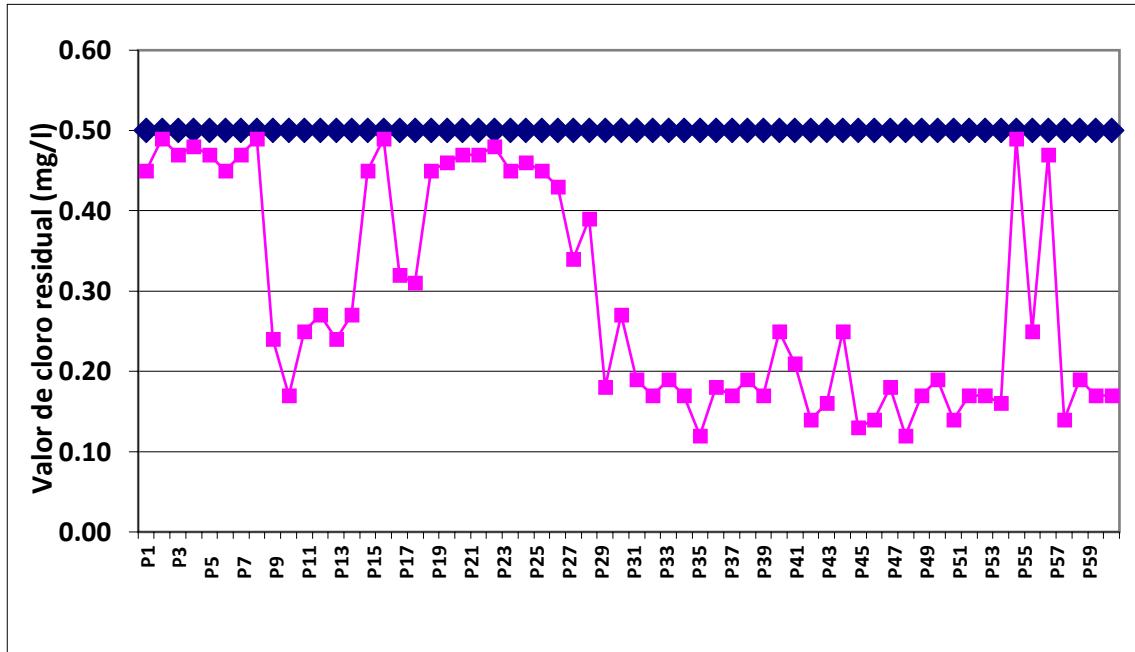
### REGIONES



**CONCLUSIÓN:**  $H_0$  se Acepta; por la tanto se puede indicar que NO se está dentro del Decreto Supremo N° 031-2010-SA valor mínimo es 0.5 con respecto al valor de cloro libre residual (mg/l), a un nivel de significancia del 5% mediante la prueba estadística T de student.

**Figura 3**

*Distribución de los puntos del Barrio Alto Perú según Valores de cloro libre residual(mg/l)*



Intervalo de confianza del 95% del promedio de los puntos del barrio Alto Perú según Valores de cloro libre residual(mg/l)

$$\bar{X} - \frac{ST}{\sqrt{n}} \leq U \leq \bar{X} + \frac{ST}{\sqrt{n}}$$

$$0.2918 - \frac{0.1360 * 2}{\sqrt{62}} \leq U \leq 0.2918 + \frac{0.1360 * 2}{\sqrt{62}}$$

$$0.2918 - 0.0345 \leq U \leq 0.2918 + 0.0345$$

$$0.2573 \leq U \leq 0.3263$$

Los puntos del barrio Alto Perú según Valores de cloro libre residual(mg/l), de acuerdo con la información el intervalo estará entre el 0.2573 y 0.3263 por lo tanto se puede indicar que No está entre los parámetros de la norma Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Pero se hará una prueba de hipótesis para corroborar la hipótesis planteada.

## PRUEBA DE HIPÓTESIS N° 02

Según las normas del Decreto Supremo N° 031-2010-SA el valor mínimo es 0.5 con respecto al valor de cloro libre residual(mg/l), en los puntos del Barrio Alto Perú

### HIPÓTESIS:

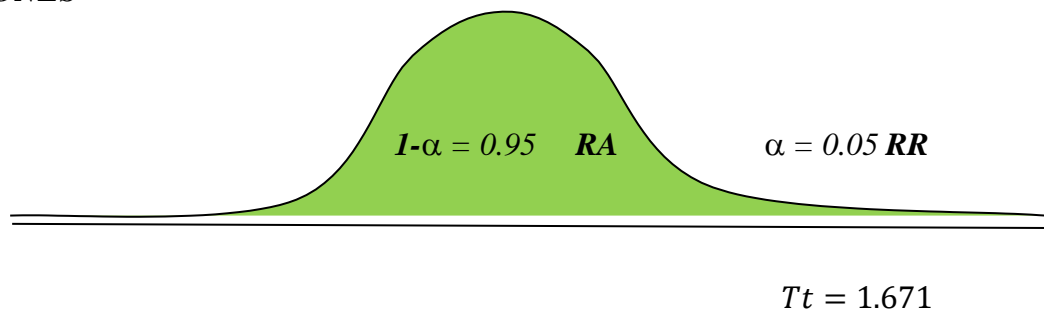
$H_0:$   $U < 0.50$  No Cumple con los parámetros establecidos por la Norma  
 $H_1:$   $U \geq 0.50$  Cumple con los parámetros establecidos por la Norma

**NIVEL DE SIGNIFICANCIA:**  $\alpha = 0.05$

**ESTADÍSTICA DE PRUEBA:** Distribución T de student

$$T_c = \frac{\bar{X} - U}{s/\sqrt{n}} = \frac{0.2918 - 0.5}{0.1360/\sqrt{62}} = -12.0541$$

### REGIONES

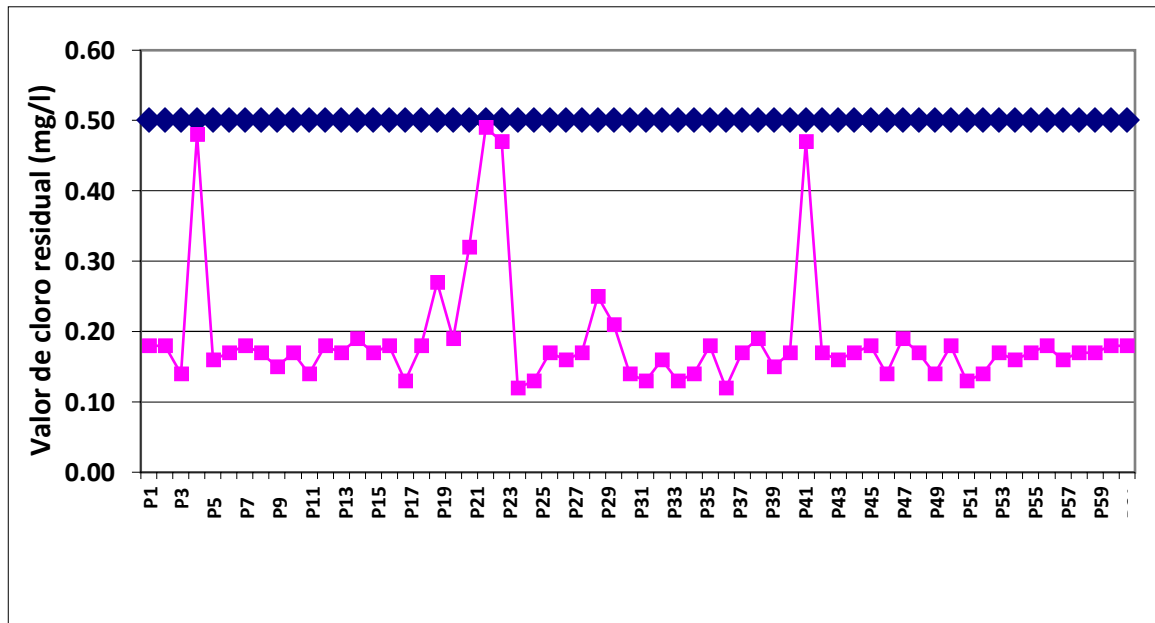


**CONCLUSIÓN:**  $H_0$  se Acepta; por la tanto se puede indicar que NO se está dentro del Decreto Supremo N° 031-2010-SA valor mínimo es 0.5 con respecto al valor de cloro residual (mg/l), a un nivel de significancia del 5% mediante la prueba estadística T de student.

### 3.2. Concentración de cloro libre residual en la red de distribución de agua potable en el barrio Los Ángeles del distrito de Chirinos – San Ignacio.

**Figura 4**

Distribución de los puntos del barrio Los Ángeles según Valores de cloro libre residual(mg/l).



Intervalo de confianza del 95% del promedio de los puntos del barrio Los Ángeles según Valores de cloro libre residual(mg/l)

$$\bar{X} - \frac{ST}{\sqrt{n}} \leq U \leq \bar{X} + \frac{ST}{\sqrt{n}}$$

$$0.1892 - \frac{0.0829 * 2}{\sqrt{62}} \leq U \leq 0.1892 + \frac{0.0829 * 2}{\sqrt{62}}$$

$$0.1892 - 0.0211 \leq U \leq 0.1892 + 0.0211$$

$$0.1681 \leq U \leq 0.2103$$

Los puntos del barrio Los Ángeles según Valores de cloro libre residual(mg/l), de acuerdo con la información el intervalo estará entre el 0.1681 y 0.2103 por lo tanto se puede indicar que No está entre los parámetros de la norma Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Pero se hará una prueba de hipótesis para corroborar la hipótesis planteada

### PRUEBA DE HIPÓTESIS N° 03

Según las normas del Decreto Supremo N° 031-2010-SA el valor mínimo es 0.5 con respecto al valor de cloro libre residual(mg/l) en los puntos del barrio Los Ángeles.

#### HIPÓTESIS:

Ho:  $U < 0.50$  No Cumple con los parámetros establecidos por la Norma

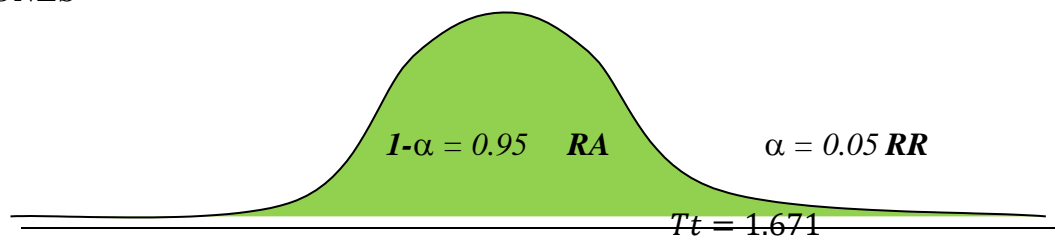
H1:  $U \geq 0.50$  Cumple con los parámetros establecidos por la Norma

**NIVEL DE SIGNIFICANCIA:**  $\alpha = 0.05$

**ESTADÍSTICA DE PRUEBA:** Distribución T de student

$$T_c = \frac{\bar{X} - U}{\frac{s}{\sqrt{n}}} = \frac{0.1892 - 0.5}{\frac{0.0829}{\sqrt{62}}} = -29.5204$$

#### REGIONES



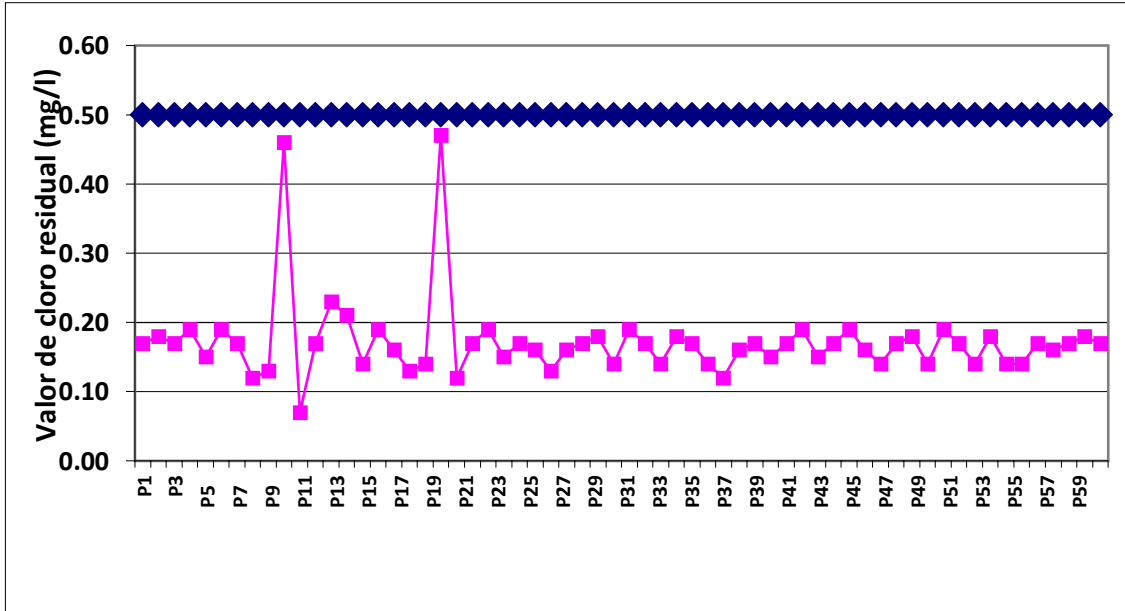
**CONCLUSIÓN:**  $H_0$  se Acepta; por la tanto se puede indicar que NO se está dentro del Decreto Supremo N° 031-2010-SA valor mínimo es 0.5 con respecto al valor de cloro residual (mg/l) en los puntos del barrio Los Ángeles, a un nivel de significancia del 5% mediante la prueba estadística T de student.



**3.3. Concentración de cloro libre residual en la red de distribución de agua potable en el Barrio Bajo del distrito de Chirinos – San Ignacio.**

**Figura 5**

*Distribución de los puntos del Barrio Bajo según Valores de cloro libre residual(mg/l)*



Intervalo de confianza del 95% del promedio de los puntos del barrio Bajo según Valores de cloro libre residual(mg/l)

$$\begin{aligned}
 \bar{X} - \frac{ST}{\sqrt{n}} \leq U \leq \bar{X} + \frac{ST}{\sqrt{n}} \\
 0.1716 - \frac{0.0596 * 2}{\sqrt{62}} \leq U \leq 0.1716 + \frac{0.0596 * 2}{\sqrt{62}} \\
 0.1716 - 0.0151 \leq U \leq 0.1716 + 0.0151 \\
 0.1565 \leq U \leq 0.1867
 \end{aligned}$$

Los puntos del Barrio Bajo según Valores de cloro libre residual(mg/l), De acuerdo con la información el intervalo estará entre el 0.1565 y 0.1867 por lo tanto se puede indicar que No está entre los parámetros de la norma Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Pero se hará una prueba de hipótesis para corroborar la hipótesis planteada.

## PRUEBA DE HIPÓTESIS N° 04

Según las normas del Decreto Supremo N° 031-2010-SA el valor mínimo es 0.5 con respecto al valor de cloro libre residual(mg/l) en los puntos del Barrio Bajo

### HIPÓTESIS:

Ho:  $U < 0.50$  No Cumple con los parámetros establecidos por la Norma

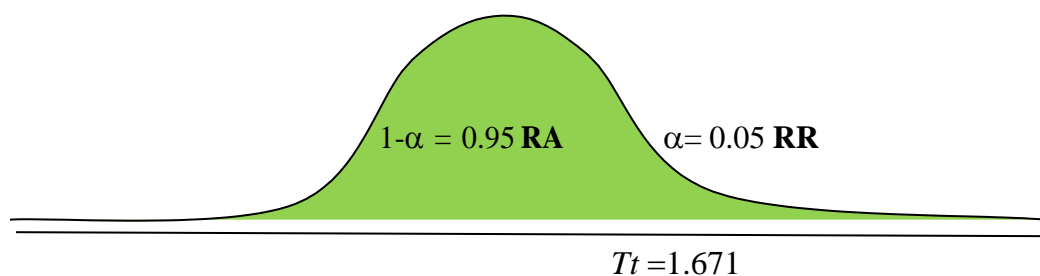
Ho:  $U \geq 0.50$  Cumple con los parámetros establecidos por la Norma

**NIVVEL DE SIGNIFICANCIA:**  $\alpha = 0.05$

**ESTADÍSTICA DE PRUEBA:** Distribución T de student

$$T_c = \frac{\bar{X} - U}{s \sqrt{n}} = \frac{0.1716 - 0.5}{0.0596 \sqrt{62}} = -43.3863$$

### REGIONES



**CONCLUSIÓN:**  $H_0$  se Acepta; por la tanto se puede indicar que NO se está dentro del Decreto Supremo N° 031-2010-SA valor mínimo es 0.5 con respecto al valor decloro libre residual (mg/l), a un nivel de significancia del 5% mediante la prueba estadística T de student.

**3.4. Cumplimiento de cloro libre residual (Barrio Alto Perú, Barrio Los Ángeles, Barrio Bajo) del distrito de Chirinos – San Ignacio.**

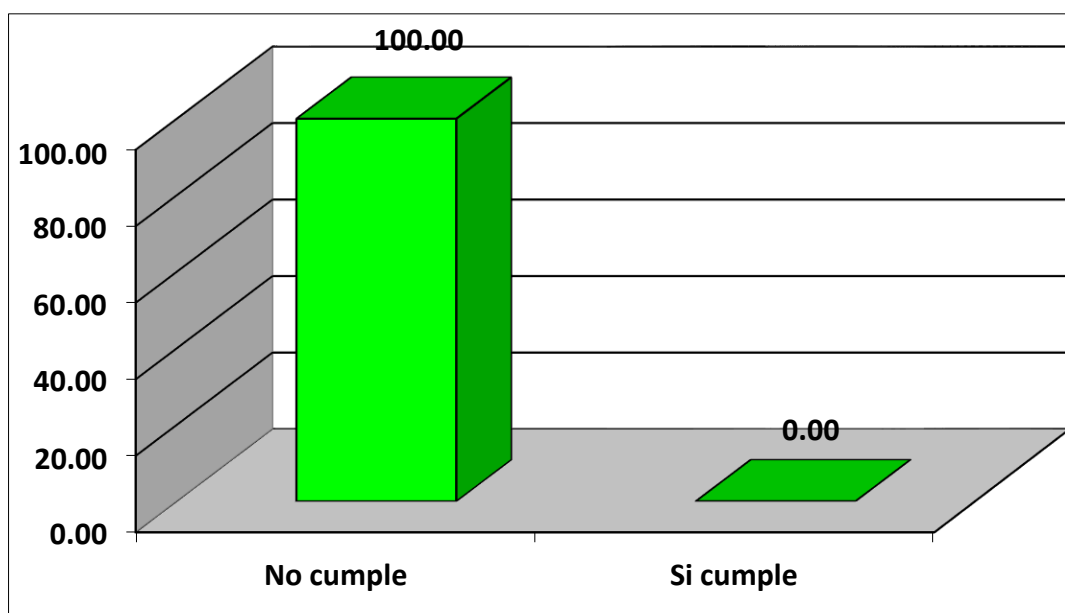
**Tabla 1**

*Distribución de los puntos de los barrios del cloro libre residual(mg/l).*

<b>Cumplieron</b>	<b>Cantidad de muestras</b>	<b>hi%</b>
No cumple	186	100.00
Cumple	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>186</b>	<b>100.00</b>

**Figura 6**

*Porcentaje de los puntos de los Barrios del cloro libre residual(mg/l)*



En la Tabla 1 y Figura 5 se observa que los puntos del barrio del cloro libre residual(mg/l), el 100.00% no cumple con los parámetros de acuerdo con la norma.

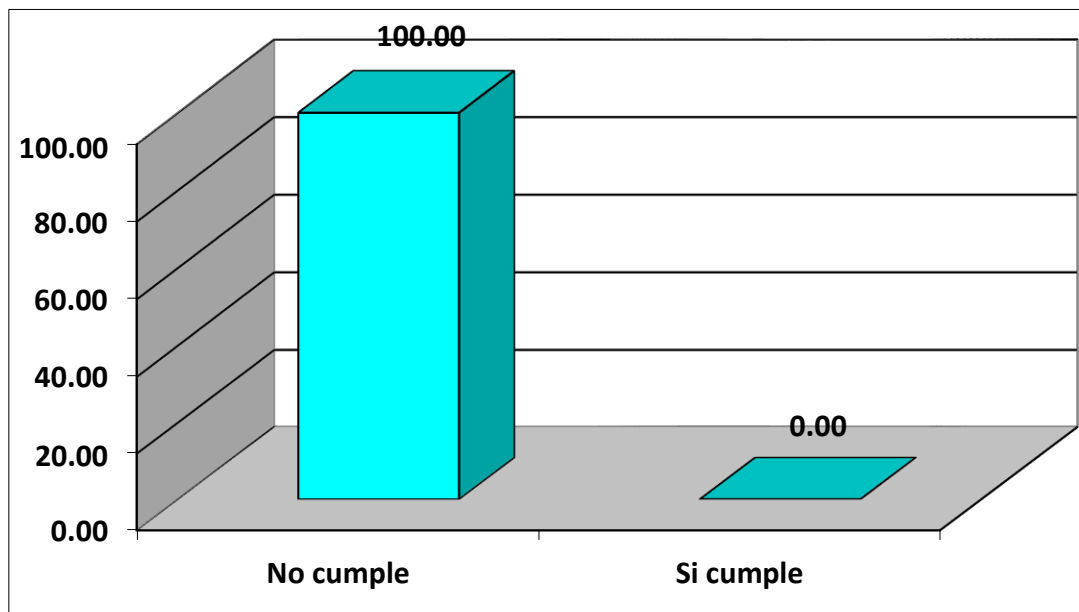
**Tabla 2**

*Distribución de los puntos del Barrio Alto Perú del cloro libre residual(mg/l)*

<b>Cumplieron</b>	<b>Cantidad de muestras</b>	<b>hi%</b>
No cumple	62	62
Cumple	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>62</b>	<b>100.00</b>

**Figura 7**

*Porcentaje de los puntos del barrio Alto Perú del cloro libre residual(mg/l)*



En la Tabla 2 y Figura 6 se observa que los puntos del barrio Alto Perú del cloro libre residual(mg/l), el 100.00 % No cumple con los parámetros de acuerdo con la norma.

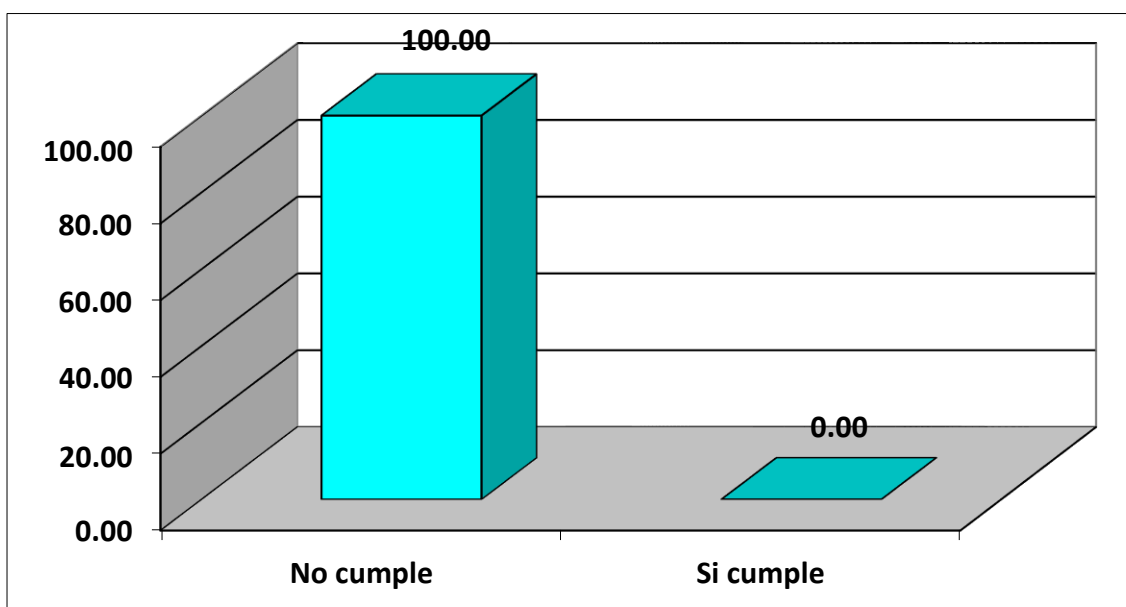
**Tabla 3**

*Distribución de los puntos del Barrio Los Ángeles del cloro libre residual(mg/l)*

<b>Cumplieron</b>	<b>Cantidad de muestras</b>	<b>hi%</b>
No cumple	62	62
Cumple	0.00	0.00
<b>Total</b>	<b>62</b>	<b>100.00</b>

**Figura 8**

*Porcentaje de los puntos del Barrio Los Ángeles del cloro libre residual(mg/l)*



En la Tabla 3 y Figura 7 se observa que los puntos del Barrio Los Ángeles del cloro libre residual(mg/l), el 100% No cumple con los parámetros de acuerdo con la norma.

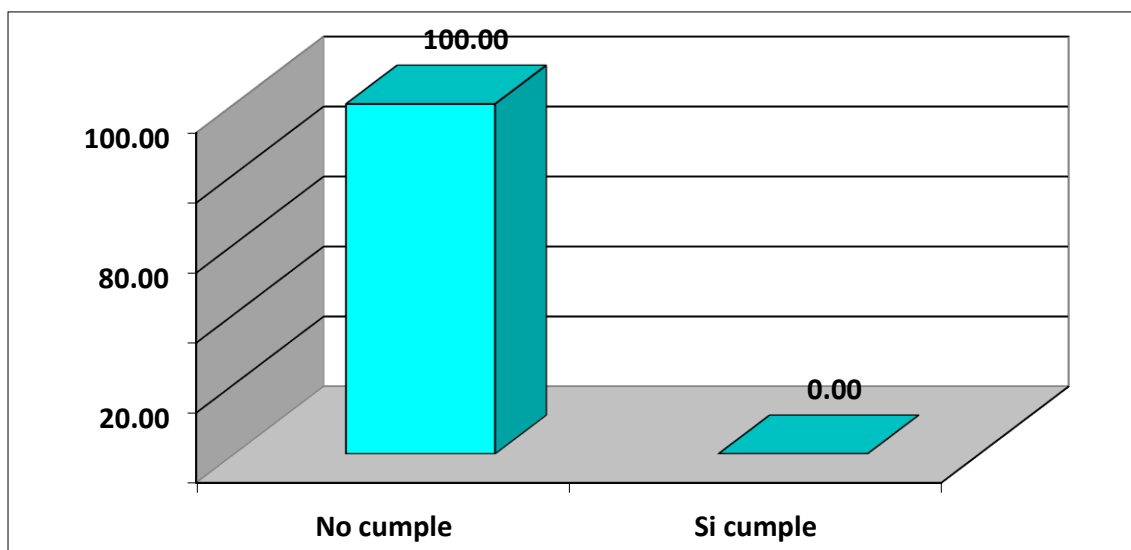
**Tabla 4**

*Distribución de los puntos del Barrio Bajo del cloro libre residual(mg/l)*

<b>Cumplieron</b>	<b>Cantidad de muestras</b>	<b>hi%</b>
No cumple	62	100.00
Cumple	0	0.00
<b>Total</b>	<b>62</b>	<b>100.00</b>

**Figura 9**

*Porcentaje de los puntos del Barrio Bajo del cloro libre residual(mg/l)*



En la Tabla 4 y Figura 8 se observa que los puntos del barrio Bajo del cloro librerresidual(mg/l), el 100.00% No cumple con los parámetros de acuerdo con la norma.

#### IV. DISCUSIÓN

La presencia de cloro libre residual en el agua potable es un aspecto crucial para garantizar su calidad, el cloro es un desinfectante comúnmente empleado en el tratamiento del agua, se utiliza para eliminar o neutralizar microorganismos dañinos, como bacterias, virus y parásitos, la adición de cloro al agua se ha establecido como una práctica convencional en el Perú como parte del proceso de purificación del agua como lo establece el Estándar de Calidad Ambiental para agua aprobado mediante Decreto supremo N° 004-2017-MINAM.

En los Barrios Alto Perú, Los Ángeles y Bajo, la mayoría de los puntos no cumplen con los parámetros establecidos por el Decreto Supremo N° 031-2010-SA en cuanto a la calidad del agua para consumo humano, esta falta de cumplimiento puede atribuirse al inadecuado proceso de cloración, que permite a los microorganismos recuperar su población, siendo crucial mantener un valor máximo de 0,5 mg/l de cloro libre residual en el agua que llega a las viviendas.

Estudios previos, como el de Idrovo y Bermeo (2021), han subrayado la importancia de acceder a agua saludable y saneamiento, en línea con los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU, siendo esencial emplear métodos observacionales y descriptivos que involucren a la población y los puntos de recolección. Las mediciones pueden llevarse a cabo utilizando una hoja de adquisición y un comparador de cloro de la marca Hach, como sugieren Huamán y Contreras (2020).

Los resultados son consistentes con los hallazgos de otros estudios realizados como el de Tuero y Huamani (2022) donde se puede asumir que la cantidad de cloro libre residual puede variar según el tipo de fluido y el material del conducto, pero en la práctica se suelen asumir valores promedio, siendo estos coeficientes importantes porque influyen positivamente en el análisis del comportamiento del cloro libre residual.

Para investigadores como Enciso (2019) es de importancia de considerar variables como la temperatura y la configuración de la red al evaluar la concentración de cloro libre residual, es por ello que Huamán y Contreras (2020) asumen que la cantidad óptima de cloro en un sistema de agua utilizando ácido hipocloroso por goteo debe ser 4000 ppm para uno óptimo funcionamiento a una velocidad de 30 ml/min, lo que se diferencia con los resultados obtenidos puesto que no se tomaron estas variables en estudio y no hay operatividad en la bomba de adición de cloro.

Los resultados obtenidos pueden ser replicados siguiendo el mismo método seleccionado, lo que sugiere que la metodología es aplicable a otros contextos similares, pudiendo ser utilizados en otras áreas para evaluar la calidad del agua potable y tomar medidas correctivas, estos hallazgos respaldan el propósito de la investigación y sugieren la necesidad de implementar acciones para mejorar la calidad del agua potable en la zona. Además, podrían servir como precedente para futuras investigaciones en el campo de la calidad del agua potable, contribuyendo a la conciencia y la toma de decisiones en relación con la salud pública y el suministro de agua.



## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- ❖ En el Barrio Alto Perú, se encontró que el 100.00% de los puntos no cumple con los parámetros establecidos por el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, que regula la calidad del agua para consumo humano.
- ❖ En el Barrio Los Ángeles, se observó que el 100.00% de los puntos no cumple con los parámetros establecidos por el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.
- ❖ En el Barrio Bajo, se encontró que el 100% de los puntos no cumple con los parámetros establecidos por el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

### **5.2. RECOMENDACIONES**

- ❖ Al Área Técnica Municipal se le recomienda asegurar la calibración adecuada (INACAL) del clorímetro para garantizar lecturas precisas de los niveles de cloro.
- ❖ A la Unidad de Gestión Municipal se le recomienda determinar el tipo de cloro sólido utilizado (preferiblemente cloro sólido al 70%) y establecer una frecuencia de monitoreo para asegurar niveles óptimos de desinfección.
- ❖ A la Red de Salud San Ignacio se le recomienda realizar monitoreos periódicos de la calidad del agua para corroborar si es apta para consumo humano.
- ❖ A los investigadores interesados en línea de investigación de gestión ambiental se les recomienda realizar investigaciones sobre el comportamiento de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos, percepción social, huella hídrica.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araujo, V. G. S., Pastrana, P. A. P., Gavilán, R. A., Tasayco, H. G. G., Flores, L. G. E., Quispe, J. D. E., & Repuello, B. C. R. C. (2021). Concentración de compuestos clorados en la red de distribución de agua potable en la ciudad de Acobamba, Huancavelica, Perú. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), Article 3. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i3.503](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.503)
- Calderón, M. C. M. (2023). El Agua Dulce, un recurso geoestratégico visto desde la perspectiva de la hidropolítica. *Multiverso journal*, 3(4), Article 4. <https://doi.org/10.46502/issn.2792-3681/2023.4.2>
- Castellanos Melo, F., & Rojas Chisaguano, S. D. (2021). *Diagnóstico del sistema de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Cáqueza Cundinamarca (PTAP)* [Thesis, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/12645>
- Chaluisa Umajinga, D. A., & Pacheco Freire, M. C. (2024). *Evaluación del tratamiento de agua de consumo humano del barrio Zumbalica, ubicado en el cantón Latacunga provincia de Cotopaxi* [bachelorThesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi; (UTC)]. <http://localhost/handle/27000/11951>
- Enciso Jauregui, N. (2019). Seguimiento de la concentración de cloro libre residual en tanque de almacenamiento, red de distribución y tanques residenciales en el municipio de Fortul, departamento de Arauca. *Ingeniería Civil*. [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_civil/540](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/540)
- Escalante Chuñocca, P. (2021). Determinación de cloro libre residual en la red de distribución de agua potable de los anexos del distrito de Matucana – octubre 2020. *Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt*. <http://repositorio.uroosevelt.edu.pe/handle/20.500.14140/495>

- Estrada Palacios, E., & Taipe Crispin, E. (2022). *Evaluación del cloro libre residual libre en la red de distribución de agua potable en el barrio de Santa Ana – Huancavelica, 2021*. <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/5075>
- Ferro Mayhua, F. P., Ferró Gonzales, P. F., & Ferró Gonzáles, A. L. (2019). Distribución temporal de las enfermedades diarreicas agudas, su relación con la temperatura y cloro libre residual del agua potable en la ciudad de Puno, Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 21(1), 69-80. <https://doi.org/10.18271/ria.2019.446>
- García-García, J. A., Reding-Bernal, A., & López-Alvarenga, J. C. (2013). Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. *Investigación en Educación Médica*, 2(8), 217-224. [https://doi.org/10.1016/S2007-5057\(13\)72715-7](https://doi.org/10.1016/S2007-5057(13)72715-7)
- Hernández González, O. (2021). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 37(3). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0864-21252021000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-21252021000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Huamán Condori, J. M., & Contreras Pari, I. (2020). *Evaluación del cloro libre residual libre en el centro poblado de Santa Rosa de Ccochabamba, distrito de Anchonga—Huancavelica*. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3395>
- Huamani Colquichagua, L. Y. (2023). *Concentración residual de cloro libre en el agua de consumo humano y frecuencia de tratamiento de parasitosis intestinal en niños peruanos: Subanálisis ENDES 2017-2021* [Universidad Nacional Federico Villarreal]. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/7008>
- Huillcas Noa, C. R., & Taipe Alanya, L. (2019). *En niños menores de 5 años en el área urbana del distrito de Yauli*. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2987>

- Idrovo Heredia, E. P., & Bermeo Barreto, A. M. (2021). *Una mirada a la gestión ambiental del agua en el Cantón Cuenca: Estado actual, cumplimiento, retos y necesidades frente al objetivo 6 'Agua limpia y saneamiento' de los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU* [masterThesis, Universidad del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/10642>
- Manterola, C., Quiroz, G., Salazar, P., & García, N. (2019). Metodología de los tipos y diseños de estudio más frecuentemente utilizados en investigación clínica. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 30(1), 36-49. <https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2018.11.005>
- Medina, M., Rojas, R., & Bustamante, W. (2023). *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <http://coralito.umar.mx:8383/jspui/handle/123456789/1539>
- Mucha-Hospinal, L. F., Chamorro-Mejía, R., Oseda-Lazo, M. E., & Alania-Contreras, R. D. (2021). Evaluación de procedimientos empleados para determinar la población y muestra en trabajos de investigación de posgrado. *Desafíos*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.37711/desafios.2021.12.1.253>
- Ojeda, D. P. C. (2020). *Universo, población y muestra*.
- Pardo, C. E. (2020). *Estadística descriptiva multivariada*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79914>
- Portal Web SINIA. (2022). <https://sinia.minam.gob.pe/informacion/estadisticas>
- San Miguel Flores, J. (2023). *Elaboración y automatización del prototipo de un sistema de cloración y monitoreo de turbidez, pH y cloro libre residual para potabilizar el agua de un tanque almacenador*. [Thesis]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/31568>

- Santos, J. da S. dos, & Oliveira, L. de. (2020). Variação do cloro livre residual livre no sistema de abastecimento de água do Instituto Federal Farroupilha – Campus Alegrete. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, 12(2). <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/107273>
- Tapara Castillo, A. (2022). Diseño y evaluación de tanque Septico Baffled en comparacion al tanque Imhoff para tratamiento de aguas servidas en el Distrito de Tapo. *Universidad Peruana Los Andes*. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/6170>
- Tuero Espinal, D., & Huamani Cahuana, K. M. (2022). Simulación de cloro libre residual mediante el software Watercad en la red de distribución de la comunidad campesina de Sacsamarca, distrito de Huancavelica, 2021. *Universidad Continental*. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/12129>
- Urzola, A. M. P. (2020). *Métodos inductivos, deductivo y teoría de la pedagogía crítica*.
- Zurita Moreno, J. A. (2022). *Aplicación de las metodologías de observación directa e indirecta en el monitoreo del zorro andino (Lycalopex culpaeus), para determinar su presencia en los páramos de la parroquia de Mulaló* [bachelor Thesis, Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. <http://localhost/handle/27000/10267>

## **AGRADECIMIENTO**

En la presente queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a Dios y a todos aquellos que contribuyeron de alguna manera en este proyecto, a los jurados de tesis y asesores, a nuestras familias y seres queridos por su paciencia, comprensión y apoyo incondicional, asimismo a la Universidad Nacional de Jaén por acogernos dentro de esta etapa de formación profesional.

Los Autores

## **DEDICATORIA**

Queremos dedicar este proyecto a Dios, quien ha sido nuestra fuente de inspiración y fortaleza. Su guía y bendiciones han sido fundamentales en cada etapa de este proceso y nos han dado la confianza para superar los desafíos.

A nuestras familias, queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento por su amor incondicional, apoyo constante y por creer en nosotros, su aliento y sacrificio han sido el motor que nos impulsa a seguir adelante y alcanzar nuestras metas.

A nuestros amigos y compañeros de estudio, les agradecemos por su colaboración, motivación y por estar a nuestro lado durante este camino, sus palabras de aliento y trabajo en equipo han sido fundamentales para superar los obstáculos y lograr el éxito.

Esta dedicación es un humilde reconocimiento a todos aquellos que han sido parte de este proyecto, su contribución ha sido fundamental y estamos sinceramente agradecidos por su apoyo y confianza en nosotros.

Los Autores

## ANEXOS

### Anexo 1: Base de datos

Puntos monitoreo por vivienda	Barrio Alto Perú	Barrio Los Ángeles	Barrio Bajo
P1	0.45	0.18	0.17
P2	0.49	0.18	0.18
P3	0.47	0.14	0.17
P4	0.48	0.48	0.19
P5	0.47	0.16	0.15
P6	0.45	0.17	0.19
P7	0.47	0.18	0.17
P8	0.49	0.17	0.12
P9	0.24	0.15	0.13
P10	0.17	0.17	0.46
P11	0.25	0.14	0.07
P12	0.27	0.18	0.17
P13	0.24	0.17	0.23
P14	0.27	0.19	0.21
P15	0.45	0.17	0.14
P16	0.49	0.18	0.19
P17	0.32	0.13	0.16
P18	0.31	0.18	0.13
P19	0.45	0.27	0.14
P20	0.46	0.19	0.47
P21	0.47	0.32	0.12
P22	0.47	0.49	0.17
P23	0.48	0.47	0.19
P24	0.45	0.12	0.15
P25	0.46	0.13	0.17
P26	0.45	0.17	0.16
P27	0.43	0.16	0.13
P28	0.34	0.17	0.16
P29	0.39	0.25	0.17
P30	0.18	0.21	0.18
P31	0.27	0.14	0.14
P32	0.19	0.13	0.19
P33	0.17	0.16	0.17
P34	0.19	0.13	0.14
P35	0.17	0.14	0.18
P36	0.12	0.18	0.17
P37	0.18	0.12	0.14



P38	0.17	0.17	0.12
P39	0.19	0.19	0.16
P40	0.17	0.15	0.17
P41	0.25	0.17	0.15
P42	0.21	0.47	0.17
P43	0.14	0.17	0.19
P44	0.16	0.16	0.15
P45	0.25	0.17	0.17
P46	0.13	0.18	0.19
P47	0.14	0.14	0.16
P48	0.18	0.19	0.14
P49	0.12	0.17	0.17
P50	0.17	0.14	0.18
P51	0.19	0.18	0.14
P52	0.14	0.13	0.19
P53	0.17	0.14	0.17
P54	0.17	0.17	0.14
P55	0.16	0.16	0.18
P56	0.49	0.17	0.14
P57	0.25	0.18	0.14
P58	0.47	0.16	0.17
P59	0.14	0.17	0.16
P60	0.19	0.17	0.17
P61	0.17	0.18	0.18
P62	0.17	0.18	0.17

**Anexo 2.** Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano del Ministerio de Salud Decreto Supremo N° 031-2010-SA

<b>Parámetros Inorgánicos</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
1. Antimonio	mg/L Sb	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg/L As	0,010
3. Bario	mg/L Ba	0,700
4. Boro	mg/L B	1,500
5. Cadmio	mg/L Cd	0,003
6. Cianuro	mg/L CN	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg/L Cl	5
8. Clorito	mg/L	0,7
9. Clorato	mg/L	0,7
10. Cromo total	mg/L Cr	0,050
11. Flúor	mg/L F	1,000
12. Mercurio	mg/L Hg	0,020
13. Níquel	mg/L Ni	50,00
14. Nitratos	mg/L NO <sub>3</sub>	3,00 exposición corta
15. Nitritos	mg/L NO <sub>2</sub>	0,20 exposición larga
16. Plomo	mg/L Pb	0,010
17. Selenio	mg/L Se	0,010
18. Molibdeno	mg/L Mo	0,07
19. Uranio	mg/L U	0,015

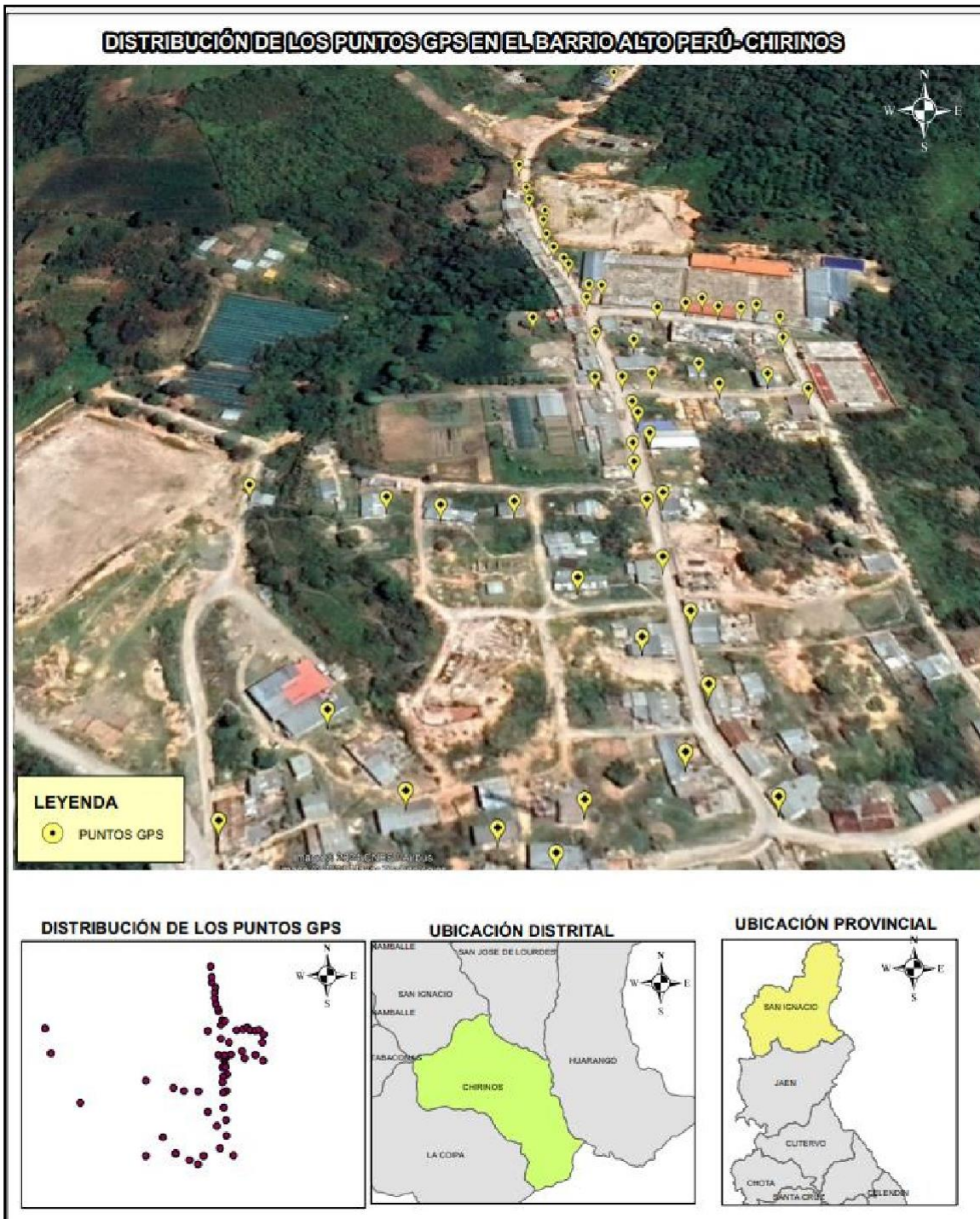
*Nota:* Decreto Supremo N° 031, 2010

**Interpretación 1:** En los Planes de Adecuación Sanitaria de los sistemas existentes, se establecerá un plazo para alcanzar el límite máximo permitido de arsénico, que es de 0,010 mg/L.

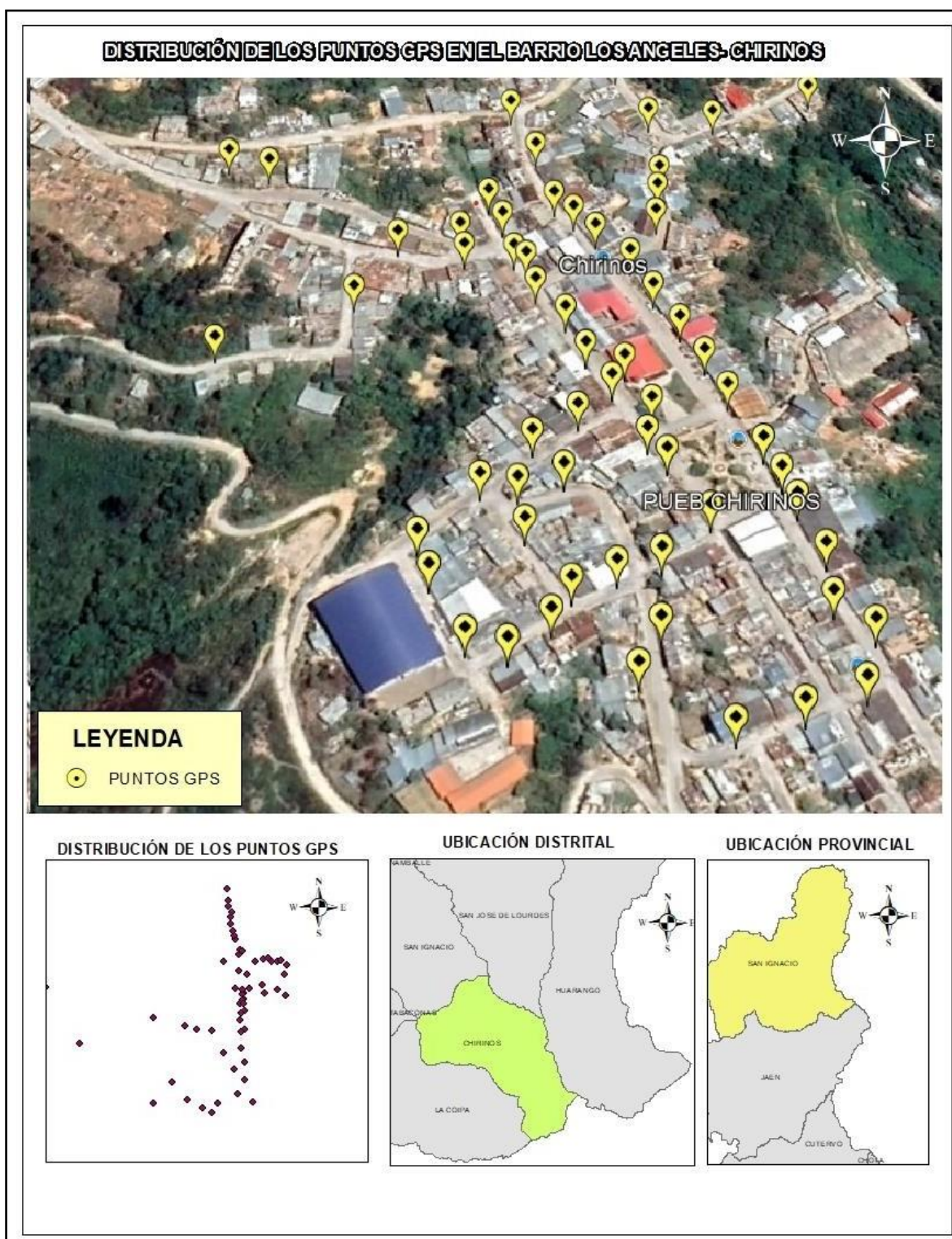
**Interpretación 2:** Para garantizar una desinfección efectiva en las redes de distribución de agua, es importante que la concentración residual libre de cloro no sea inferior a 0,5 mg/L.

**Según el artículo 66,** antes de distribuir el agua para consumo humano, el proveedor debe desinfectarla con un desinfectante eficaz para eliminar los microorganismos y dejar un residuo que proteja el agua de posibles contaminaciones microbiológicas durante la distribución. Si se utiliza cloro o solución clorada como desinfectante, las muestras tomadas en cualquier punto de la red de distribución no deben contener menos de 0,5 mg/L de cloro libre residual en el 90% de las muestras tomadas durante un mes. En el 10% restante, ninguna muestra debe contener menos de 0,3 mg/L de cloro libre residual y la turbidez debe ser inferior a 5 unidades nefelométricas de turbidez (UNT).

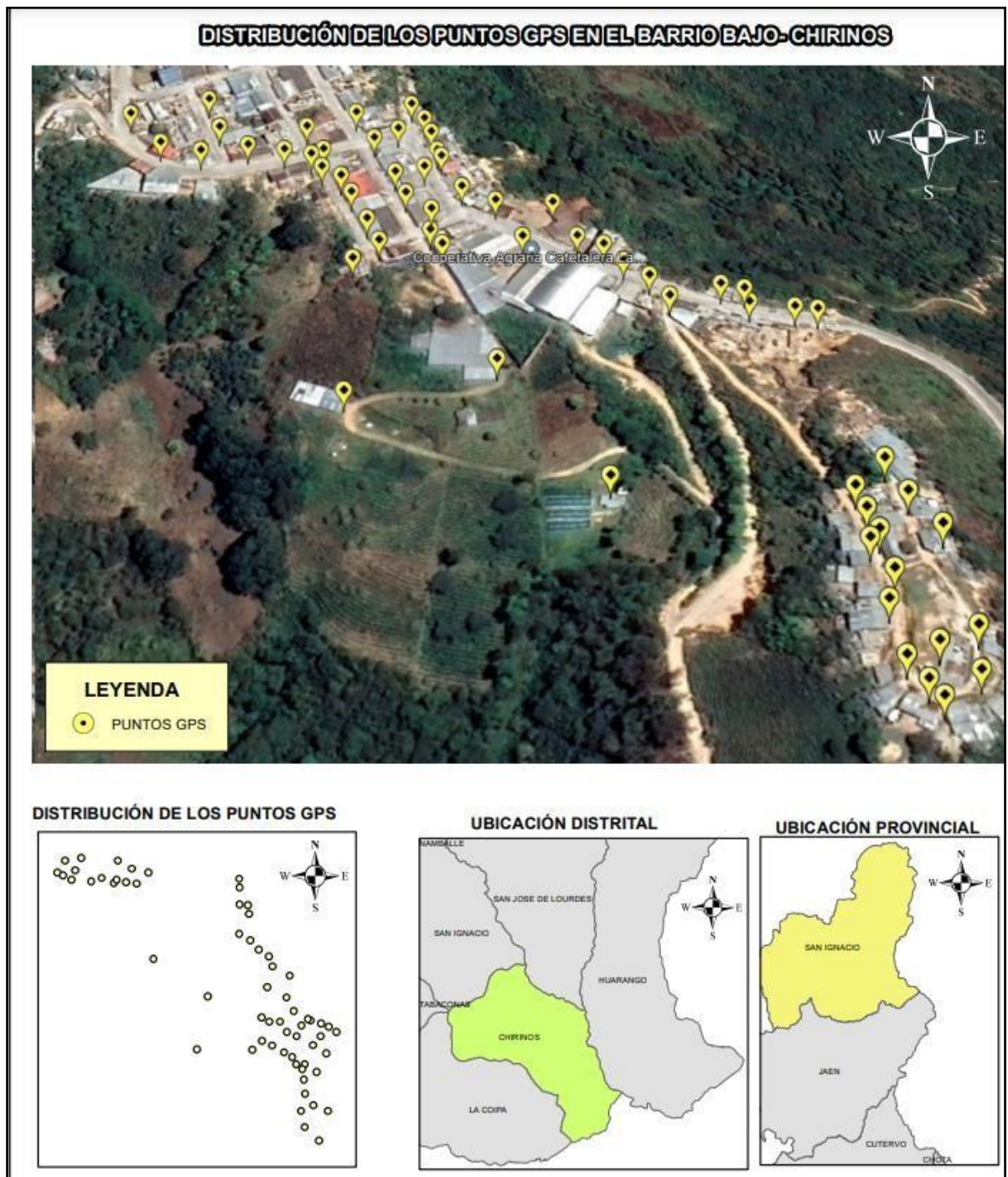
Anexo 3: Ubicación de los puntos GPS Barrio Alto Perú



Anexo 4: Ubicación de los puntos GPS Barrio Los Ángeles



Anexo 5: Ubicación de los puntos GPS Barrio Bajo



## Anexo 6. Panel fotográfico

**Figura 2**

*Equipo Clorímetro y aditivo metoclopramida*



**Figura 3.**

*Toma de muestra de agua y evaluación de cloro libre residual– Barrio Alto Perú*



**Figura 4.**

*Toma de muestra de agua y evaluación de cloro libre residual– Barrio Bajo*



Anexo 7. Autorización para realizar la investigación



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE  
**CHIRINOS**  
SAN IGNACIO - CAJAMARCA



*Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo*

**CARTA N° 001-2023/MDCH-GM.**

Chirinos, 10 de abril del 2023

**SRS:**

**BACH. JAMER VEGA CRUZ  
BACH. JOSE ELMER GONZALES ROJAS**

**ASUNTO: AUTORIZACION PARA DESARROLLAR PROYECTO DE INVESTIGACION**

**REFERENCIA: SOLICITUD**

**De mi especial consideración**

Por medio de la presente, reciba mi cordial saludo, y a la vez, informarles lo siguiente:

Que, se les autoriza realizar el proyecto de investigación de pregrado denominado: "Evaluación de cloro residual en la red de distribución de agua potable en el Distrito de Chirinos - San Ignacio, 2023" y uso del clorímetro en el Área Técnica Municipal, de la Municipalidad Distrital de Chirinos.

Sin otro particular, me suscribo de usted sin antes reiterarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente;

  
MUNICIPALIDAD DISTRITAL  
DE CHIRINOS  
Mr. Hugo Ramírez Latorre  
Gerente Municipal

CC  
MUNICIPALIDAD  
MUNICIPAL

Calle San Francisco SNC, Chirinos, San Ignacio, Cajamarca  
Tel: 070-794382