

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS

AGRARIAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

ESTUDIO CORRELACIONAL ENTRE LA CONCENTRACIÓN DE CLORO RESIDUAL LIBRE Y LA DISTANCIA RECORRIDA DEL AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE CHOTA - CAJAMARCA - 2022.

Para optar el Grado Académico de
MAESTRO EN CIENCIAS
MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

Presentado por:
FRANK JONATHAN VASQUEZ GONZALES

Asesora:
Dra. CONSUELO PLASENCIA ALVARADO

Cajamarca, Perú

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Frank Jonathan Vasquez Gonzales
DNI: 46091360
Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias. Programa de Maestría en Ciencias, Mención: Gestión Ambiental
2. Asesor(a): Dra. Consuelo Belania Plascencia Alvarado
3. Grado académico o título profesional
☐ Bachiller ☐ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☒ Maestro ☐ Doctor
4. Tipo de Investigación:
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
☐ Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
Estudio correlacional entre la concentración de cloro residual libre y la distancia recorrida del agua potable en la ciudad de Chota - Cajamarca - 2022.
6. Fecha de evaluación: **07/02/2026**
7. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: **13%**
9. Código Documento: **3117:554248265**
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
☒ **APROBADO** ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: **25/03/2026**

*Firma y/o Sello
Emisor Constancia*


Dra. Consuelo Belania Plascencia Alvarado
DNI: 26717688

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT © 2026 by
FRANK JONATHAN VÁSQUEZ GONZÁLES
Todos los derechos reservados



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD
Escuela de Posgrado
CAJAMARCA – PERU



PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

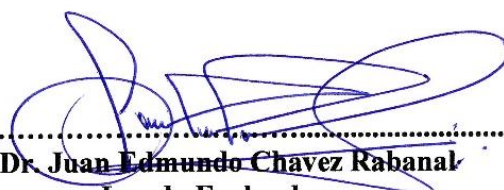
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las ^{15:10} horas, del día 22 de enero del dos mil veintiseis, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. JUAN EDMUNDO CHAVEZ RABANAL**, **Dr. JIMY FRANK OBLITAS CRUZ**, **M.Sc. LUIS DÁVILA ESTELA** y en calidad de Asesor la **Dra. CONSUELO BELANIA PLASENCIA ALVARADO**, actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada **“ESTUDIO CORRELACIONAL ENTRE LA CONCENTRACIÓN DE CLORO RESIDUAL LIBRE Y LA DISTANCIA RECORRIDA DEL AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE CHOTA – CAJAMARCA - 2022”**, presentada por el **Bachiller en Ingeniería Química, VASQUEZ GONZALES, FRANK JONATHAN**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó ^{aprobar} con la calificación de ^{diecisiete (17)} la mencionada Tesis; en tal virtud, el **Bachiller en Ingeniería Química, VASQUEZ GONZALES, FRANK JONATHAN**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS** Mención en **GESTIÓN AMBIENTAL**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias.

Siendo las ^{16:40} horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
Dra. Consuelo Belania Plasencia Alvarado
Asesor


.....
Dr. Juan Edmundo Chavez Rabanal
Jurado Evaluador


.....
Dr. Jimmy Frank Oblitas Cruz
Jurado Evaluador


.....
M.Sc. Luis Dávila Estela
Jurado Evaluador

DEDICATORIA

A mis padres Nico y Dora; por siempre estar presentes en mi vida, por todo el esfuerzo que han hecho para darme educación y formar una persona de bien, mediante todos los valores y consejos impartidos.

A mi esposa Magali; por todo el apoyo, amor y comprensión que me brinda todos los días.

A mi amada hija Frania, que desde el día que supe que estaba en camino, se ha convertido en mi más grande inspiración, motivación y bendición para seguir adelante.

A mis hermanos Erick y Harry; quienes son una gran motivación para seguir adelante.

A mis seres queridos que están en el cielo; quienes desde allí me cuidan y saben que siempre estarán en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, porque siempre ha guiado mis pasos y por permitir que cada día vuelva a despertar con la esperanza de cumplir un nuevo sueño.

A mi asesora, por su apoyo incondicional, por todo su tiempo empleado en la elaboración, ejecución y mejoramiento de este trabajo.

A los docentes de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, quienes mediante sus enseñanzas aportaron conocimientos que fueron plasmados en este trabajo.

A los ingenieros que laboran en la dirección de SEMAPA – Chota, por todo el apoyo e información brindada.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
LISTA DE ABREVIATURAS	xviii
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT.....	xx
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II	4
MARCO TEÓRICO	4
2.1. Antecedentes de la investigación.....	4
2.1.1. Antecedentes Internacionales	4
2.1.2. Antecedentes Nacionales	6
2.1.3. Antecedentes Regionales	8
2.2. Bases teóricas.....	10
2.2.1. El agua.....	10
2.2.2. Características físicas y químicas del agua.....	10
2.2.3. El acceso al agua a nivel mundial	11
2.2.4. Tipos de agua.....	12
2.2.5. Teorías sobre la calidad el agua en el medio ambiente.....	14
2.2.6. Agua potable.....	16
2.2.7. Estructuras para la potabilización del agua	16
2.2.8. Etapas de proceso de potabilización usados en la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Chota	18
2.2.9. Compuestos químicos más utilizados en la desinfección del agua	22
2.2.10. Cloro.....	23
2.2.11. Cloración.....	25
2.2.12. Principales reacciones entre el agua y el cloro en sus diferentes presentaciones	26
2.2.13. Reacciones de la demanda de cloro en agua.....	28
2.2.14. Factores que afectan la eficiencia de desinfección	31

2.2.15.	Cloro residual.....	31
2.2.16.	DPD (N, N- Dietil-P-Fenilenodiamina)	32
2.2.17.	Método DPD	33
2.2.18.	Factores que afectan la eficiencia de desinfección	34
2.2.19.	Otros parámetros importantes en la calidad del agua	35
2.2.20.	Marco legal	37
2.2.21.	Definición de términos básicos.....	40
CAPÍTULO III.....		42
MATERIALES Y MÉTODOS		42
3.1.	Ubicación de la Investigación.....	42
3.1.1.	Descripción de la red de distribución de agua potable	43
3.1.2.	Captaciones de agua utilizados en la PTAP en la ciudad de Chota	45
3.2.	Materiales y Equipos	46
3.2.1.	Material y equipo de campo:	46
3.2.2.	Material y equipo de gabinete:	47
3.3.	Metodología	47
3.3.1.	Fase de campo	47
3.3.2.	Fase de gabinete.	52
CAPÍTULO IV		54
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		54
4.1.	Concentración de cloro residual en el agua potable a la salida de la planta de tratamiento de la ciudad de Chota.....	54
4.1.1.	Análisis estadístico del cloro residual libre en función a la distancia recorrida del agua potable y el mes de muestreo, diciembre 2022 a marzo 2023.	58
4.1.2.	Modelado mensual del decaimiento del cloro residual libre en la red de agua potable de Chota, mediante un modelo de primer orden utilizando medias de concentración por distancia (diciembre 2022 – marzo 2023).....	64
4.2.	Variación de la concentración de cloro residual libre en el agua potable.....	70
4.3.	Comparación de los niveles de cloro residual libre en agua potable, con los límites máximos permisibles establecidos en el DS N° 031-2010-SA.....	73
4.4.	Correlación entre los parámetros fisicoquímicos: cloro residual, temperatura, pH, turbidez y conductividad con la distancia recorrida del agua potable.	77

4.4.1. Correlación entre cloro residual libre y la distancia recorrida del agua potable, en los puntos cercano, intermedio 1, intermedio 2, intermedio 3 y lejano.	77
4.4.2. Correlación entre la temperatura y la distancia recorrida del agua potable, en los puntos cercano, intermedio 1, intermedio 2, intermedio 3 y lejano.	85
4.4.3. Correlación entre la turbidez y la distancia recorrida del agua potable, en los puntos cercano, intermedio 1, intermedio 2, intermedio 3 y lejano.	92
4.4.4. Correlación entre el pH y la distancia recorrida del agua potable, en los puntos cercano, intermedio 1, intermedio 2, intermedio 3 y lejano.	98
4.4.5. Correlación entre la conductividad y la distancia recorrida del agua potable, en los puntos cercano, intermedio 1, intermedio 2, intermedio 3 y lejano.	104
4.5. Resultados obtenidos al analizar los parámetros: temperatura, pH, turbidez y conductividad y límites establecidos en el DS N° 031-2010-SA	110
4.5.1. Comparación entre los resultados de la temperatura y los límites máximos permisibles del DS N° 031-2010-SA.	110
4.5.2. Comparación entre los resultados de la turbidez y los límites máximos permisibles del DS N° 031-2010-SA.	114
4.5.3. Comparación entre los resultados del pH y los límites máximos permisibles del DS N° 031-2010-SA.	118
4.5.4. Comparación entre los resultados de la conductividad y los límites máximos permisibles del DS N° 031-2010-SA.	122
CAPÍTULO V.....	126
CONCLUSIONES.....	126
CAPÍTULO VI.....	128
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	128
CAPÍTULO VII	134
ANEXOS.....	134

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tipos de agua	13
Tabla 2	Efecto de los desinfectantes.	23
Tabla 3	Presentaciones de cloro utilizados en sistema de abastecimiento de agua potable...26	
Tabla 4	Límites máximos permisibles de parámetros de calidad de agua potable	39
Tabla 5	Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos.....	39
Tabla 6	Concentración de cloro residual libre en el agua potable a diferentes distancias, en relación a la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Chota, diciembre 2022...	54
Tabla 7	Concentración de cloro residual libre en el agua potable a diferentes distancias, en relación a la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Chota, enero 2023.....	55
Tabla 8	Concentración de cloro residual libre en el agua potable a diferentes distancias, en relación a la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Chota, febrero 2023.	56
Tabla 9	Concentración de cloro residual libre en el agua potable a diferentes distancias, en relación a la planta de tratamiento de agua potable, marzo 2023.	57
Tabla 10	Estadísticos descriptivos del cloro residual libre (mg/L) según distancia recorrida del agua potable de diciembre 2022 a marzo 2023.....	58
Tabla 11	Estadísticos descriptivos del cloro residual libre (mg/L) según mes de muestreo en la red de distribución de diciembre 2022 a marzo 2023.	59
Tabla 12	Prueba de homogeneidad de varianzas (Levene) del cloro residual libre (mg/L) según distancia recorrida y mes en la red de distribución de agua potable, diciembre 2022 a marzo 2023.....	60
Tabla 13	Resultados del ANOVA de efectos inter - sujetos de dos vías del cloro residual libre (mg/L) según distancia y mes de muestreo, diciembre 2022 a marzo 2023.....	61
Tabla 14	Comparaciones múltiples de Tukey del cloro residual libre (mg/L) según distancia del recorrido de diciembre 2022 a marzo 2023.	62

Tabla 15 Comparaciones múltiples de Tukey del cloro residual libre (mg/L) según mes de muestreo de diciembre 2022 a marzo 2023.	63
Tabla 16 Tabla de medias de cloro residual libre por distancia y mes empleadas en el modelado de decaimiento de primer orden.	65
Tabla 17 Ecuación de primer orden para concentración de cloro residual libre y distancia recorrida del agua potable en la ciudad de Chota, durante el mes de diciembre 2022.	66
Tabla 18 Ecuación de primer orden para concentración de cloro residual libre y distancia recorrida del agua potable en la ciudad de Chota, durante el mes de enero 2023.	67
Tabla 19 Ecuación de primer orden para concentración de cloro residual libre y distancia recorrida del agua potable en la ciudad de Chota, durante el mes de febrero 2023.....	68
Tabla 20 Ecuación de primer orden para concentración de cloro residual libre y distancia recorrida del agua potable en la ciudad de Chota, durante el mes de marzo 2023.	69
Tabla 21 Datos estadísticos descriptivos de cloro residual libre y distancia recorrida del agua potable: diciembre 2022.....	70
Tabla 22 Datos estadísticos descriptivos de cloro residual libre y distancia recorrida del agua potable, enero 2023.....	71
Tabla 23 Datos estadísticos descriptivos de cloro residual libre y distancia recorrida, durante el mes de febrero 2023.....	72
Tabla 24 Datos estadísticos descriptivos de cloro residual libre y distancia recorrida: marzo 2023.....	73
Tabla 25 Valores máximos y mínimos obtenidos de cloro residual libre en agua potable, durante el mes de diciembre 2022 y límites máximos permisibles según el DS N° 031-2010-SA.	74

Tabla 26 Valores máximos y mínimos obtenidos de cloro residual libre en agua potable, durante el mes de enero 2023 y límites máximos permisibles según el DS N° 031-2010-SA.	75
Tabla 27 Valores máximos y mínimos obtenidos de cloro residual libre en agua potable, durante el mes de febrero 2023 y límites máximos permisibles según el DS N° 031-2010-SA.	76
Tabla 28 Valores máximos y mínimos obtenidos de cloro residual libre en agua potable, durante el mes de marzo 2023 y límites máximos permisibles según el DS N° 031-2010-SA.	76
Tabla 29 Resultados de las pruebas de normalidad de cloro residual libre en el agua potable y la distancia recorrida, diciembre 2022.	77
Tabla 30 Resultados de la correlación obtenida al analizar el cloro residual libre en el agua potable y la distancia recorrida, diciembre 2022.	78
Tabla 31 Resultados de las pruebas de normalidad de cloro residual libre en el agua potable y la distancia recorrida, enero 2023.	79
Tabla 32 Resultados de la correlación obtenida al analizar el cloro residual libre en el agua potable y la distancia recorrida, enero 2023.	80
Tabla 33 Resultados de las pruebas de normalidad de cloro residual libre en el agua potable y la distancia recorrida, febrero2023.	81
Tabla 34 Resultados de la correlación obtenida al analizar el cloro residual libre en el agua potable y la distancia recorrida, febrero2023.....	82
Tabla 35 Resultados de las pruebas de normalidad al analizar el cloro residual libre en el agua potable y la distancia recorrida, marzo2023.....	83
Tabla 36 Resultados de la correlación obtenida al analizar el cloro residual libre en el agua potable y la distancia recorrida, marzo2023.	84

Tabla 37 Resultados de las pruebas de normalidad de la temperatura en el agua potable y la distancia recorrida, diciembre 2022.....	85
Tabla 38 Resultados de la correlación obtenida al analizar la temperatura en el agua potable y la distancia recorrida, diciembre 2022.....	86
Tabla 39 Resultados de las pruebas de normalidad de la temperatura en el agua potable y la distancia recorrida, enero 2023.....	86
Tabla 40 Resultados de la correlación obtenida al analizar la temperatura en el agua potable y la distancia recorrida, enero 2023.....	87
Tabla 41 Resultados de las pruebas de normalidad al analizar la temperatura en el agua potable y la distancia recorrida, febrero 2023.....	88
Tabla 42 Resultados de la correlación obtenida al analizar la temperatura en el agua potable y la distancia recorrida, febrero 2023.....	89
Tabla 43 Resultados de las pruebas de normalidad de la temperatura en el agua potable y la distancia recorrida, marzo 2023.....	90
Tabla 44 Resultados de la correlación obtenida al analizar la temperatura en el agua potable y la distancia recorrida, marzo 2023.....	91
Tabla 45 Resultados de las pruebas de normalidad de la turbidez en el agua potable y la distancia recorrida, diciembre 2022.....	92
Tabla 46 Resultados de la correlación obtenida al analizar la turbidez en el agua potable y la distancia recorrida, diciembre 2022.....	93
Tabla 47 Resultados de las pruebas de normalidad de la turbidez en el agua potable y la distancia recorrida, enero 2023.....	93
Tabla 48 Resultados de la correlación obtenida al analizar la turbidez en el agua potable y la distancia recorrida, enero 2023.....	94

Tabla 49 Resultados de las pruebas de normalidad al analizar la turbidez en el agua potable y la distancia recorrida, febrero2023.	95
Tabla 50 Resultados de la correlación obtenida al analizar la turbidez en el agua potable y la distancia recorrida, febrero2023.	96
Tabla 51 Resultados de las pruebas de normalidad de la turbidez en el agua potable y la distancia recorrida, marzo 2023.....	96
Tabla 52 Resultados de la correlación obtenida al analizar la turbidez en el agua potable y la distancia recorrida, marzo 2023.....	97
Tabla 53 Resultados de las pruebas de normalidad del pH en el agua potable y la distancia recorrida, diciembre 2022.	98
Tabla 54 Resultados de la correlación obtenida al analizar el pH en el agua potable y la distancia recorrida, diciembre 2022.....	99
Tabla 55 Resultados de las pruebas de normalidad del pH en el agua potable y la distancia recorrida, enero 2023.	99
Tabla 56 Resultados de la correlación obtenida al analizar el pH en el agua potable y la distancia recorrida, enero 2023.....	100
Tabla 57 Resultados de las pruebas de normalidad al analizar el pH en el agua potable y la distancia recorrida, febrero 2023.	101
Tabla 58 Resultados de la correlación obtenida al analizar el pH en el agua potable y la distancia recorrida, febrero 2023.	102
Tabla 59 Resultados de las pruebas de normalidad del pH en el agua potable y la distancia recorrida, marzo 2023.....	102
Tabla 60 Resultados de la correlación obtenida al analizar el pH en el agua potable y la distancia recorrida, marzo 2023.....	103

Tabla 61 Resultados de las pruebas de normalidad de la conductividad en el agua potable y la distancia recorrida, diciembre 2022.	104
Tabla 62 Resultados de la correlación obtenida al analizar la conductividad en el agua potable y la distancia recorrida, diciembre 2022.	105
Tabla 63 Resultados de las pruebas de normalidad de la conductividad en el agua potable y la distancia recorrida, enero 2023.	105
Tabla 64 Resultados de la correlación obtenida al analizar la conductividad en el agua potable y la distancia recorrida, enero 2023.	106
Tabla 65 Resultados de las pruebas de normalidad de la conductividad en el agua potable y la distancia recorrida, febrero 2023.	107
Tabla 66 Resultados de la correlación obtenida al analizar la conductividad en el agua potable y la distancia recorrida, febrero 2023.	108
Tabla 67 Resultados de las pruebas de normalidad de la conductividad en el agua potable y la distancia recorrida, marzo 2023.	108
Tabla 68 Resultados de la correlación obtenida al analizar la conductividad en el agua potable y la distancia recorrida, marzo 2023.	109
Tabla 69 Registro de temperatura en el agua potable a diferentes distancias, en relación a la planta de tratamiento de agua potable, diciembre 2022.	110
Tabla 70 Registro de temperatura en el agua potable a diferentes distancias, en relación a la planta de tratamiento de agua potable, enero 2023.	111
Tabla 71 Registro de temperatura en el agua potable a diferentes distancias, en relación a la planta de tratamiento de agua potable, febrero 2023.	112
Tabla 72 Registro de temperatura en el agua potable a diferentes distancias, en relación a la planta de tratamiento de agua potable, marzo 2023.	113

Tabla 73 Registro de turbidez en el agua potable a diferentes distancias, en relación a la planta de tratamiento de agua potable, diciembre 2022.....	114
Tabla 74 Registro de turbidez en el agua potable a diferentes distancias, en relación a la planta de tratamiento de agua potable, enero 2023.....	115
Tabla 75 Registro de turbidez en el agua potable a diferentes distancias, en relación a la planta de tratamiento de agua potable, febrero 2023.	116
Tabla 76 Registro de turbidez en el agua potable a diferentes distancias, en relación a la planta de tratamiento de agua potable.....	117
Tabla 77 Registro de pH en el agua potable a diferentes distancias en relación a la planta de tratamiento de agua potable, diciembre 2022.	118
Tabla 78 Registro de pH en el agua potable a diferentes distancias en relación a la planta de tratamiento de agua potable, enero 2023.	119
Tabla 79 Registro de pH en el agua potable a diferentes distancias en relación a la planta de tratamiento de agua potable.	120
Tabla 80 Registro de pH en el agua potable a diferentes distancias en relación a la planta de tratamiento de agua potable.	121
Tabla 81 Registro de conductividad en el agua potable a diferentes distancias en relación a la planta de tratamiento de agua potable, diciembre 2022.....	122
Tabla 82 Registro de conductividad en el agua potable a diferentes distancias en relación a la planta de tratamiento de agua potable, enero 2023.....	123
Tabla 83 Registro de conductividad en el agua potable a diferentes distancias en relación a la planta de tratamiento de agua potable, febrero 2023.	124
Tabla 84 Registro de conductividad en el agua potable a diferentes distancias en relación a la planta de tratamiento de agua potable, marzo 2023.....	125

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Propiedades del cloro	25
Figura 2 Distribución del ácido hipocloroso y del ion hipoclorito en agua a diferentes valores de pH.	27
Figura 3 Curva de demanda de cloro en agua.....	28
Figura 4 Reacción DPD en agua en presencia de cloro libre.....	33
Figura 5 Plano - zonas de presión del sistema de distribución de agua potable de la ciudad de Chota	44
Figura 6 Imagen satelital de la ciudad de Chota y puntos de nuestros de agua potable.	49

LISTA DE ABREVIATURAS

DPD: Dietil Parafenileno Diamina.

INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

JASS: Junta Administradora de Servicios de Saneamiento.

MPCH: Municipalidad provincial de Chota.

OMS: Organización mundial de la salud.

ONGs: Organizaciones no gubernamentales.

OPS: Organización panamericana de la salud.

PTAP: Planta de tratamiento de agua potable.

SEDAPAL: Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima.

SEMAPA: Servicio de Mantenimiento de Agua Potable y Alcantarillado.

TTHM's: Trihalometanos totales

NMP: Numero Mas Probable.

UNT: Unidades Nefelométricas de turbidez.

UFC: Unidades formadoras de colonias.

RESUMEN

La investigación permitió determinar el tipo de correlación que existe entre la concentración de cloro residual libre y la distancia recorrida del agua potable en la Ciudad de Chota. Para ello, se establecieron puntos de muestreo distribuidos de manera proporcional desde la planta de tratamiento hasta el punto más alejado de la red de distribución. El tipo de investigación fue no experimental - transversal. La concentración de cloro residual libre se midió utilizando un colorímetro digital según el método estandarizado DPD (dietil parafenileno diamina), obteniendo un valor promedio máximo de 1,27 mg/L y mínimo de 0,46 mg/L. Los resultados evidenciaron un decaimiento del cloro residual libre a lo largo de la red, con una disminución promedio de 0,163 mg/L entre cada punto de muestreo, cumpliendo además con los límites máximos permisibles establecidos por el DS N° 031-2010-SA. La temperatura, el pH y la conductividad se analizaron con un equipo multiparámetro, la turbidez se evaluó mediante el método nefelométrico. Se determinó, mediante análisis estadístico en SPSS y con un nivel de confianza del 99 %, que, en promedio, el cloro residual libre presentó una correlación negativa muy fuerte ($r = -0.97075$) y la temperatura una correlación positiva fuerte ($r = 0.80525$) respecto a la distancia recorrida del agua potable en la red de distribución. El pH, la turbidez y la conductividad no mostraron correlación significativa, se hallaron valores de 7,92; 1,54 UNT y 312,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente, los cuales están dentro de los límites máximos permisibles del DS N° 031-2010-SA.

Palabras clave: Agua potable, Cloro residual libre, Dietil Parafenileno Diamina, Chota.

ABSTRACT

This study aimed to determine the type of correlation between free residual chlorine concentration and the distance traveled by drinking water in the city of Chota, Peru. For this purpose, sampling points were proportionally distributed from the water treatment plant to the farthest point of the distribution network. The research was non-experimental and cross-sectional in design. Free residual chlorine was measured using a digital colorimeter according to the standardized DPD (diethyl-p-phenylenediamine) method, obtaining a maximum average value of 1,27 mg/L and a minimum of 0,46 mg/L. The results evidenced a decay of free residual chlorine along the network, with an average decrease of 0,163 mg/L between each sampling point, while remaining within the maximum permissible limits established by DS N° 031-2010-SA. Temperature, pH, and conductivity were analyzed using a multiparameter instrument, while turbidity was measured using the nephelometric method. It was determined, through statistical analysis using SPSS and with a 99% confidence level, that, on average, free residual chlorine exhibits a very strong negative correlation ($r = -0.97075$) and temperature a strong positive correlation ($r = 0.80525$) with respect to the distance traveled by drinking water in the distribution network. pH, turbidity, and conductivity showed no significant correlation, registering mean values of 7,92; 1,54 NTU and 312,6 $\mu\text{S/cm}$, respectively, also complying with the maximum permissible limits established by DS N° 031-2010-SA.

Keywords: Potable water, Free residual chlorine, Diethyl Diamine, Chota.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La población de la ciudad de Chota - Cajamarca se abastece de agua potable de una planta de tratamiento de tipo convencional, la cual tiene un tiempo de funcionamiento de 16 años. Esta planta fue diseñada en el año 2008 para una población promedio de 22 000 personas. Según el último censo realizado en el año 2017 por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) la población de la ciudad de Chota fue de 22 159 habitantes, en los últimos 7 años se ha generado un crecimiento exponencial de la población de la ciudad Chota, llegando a un estimado de 40 016 habitantes, según el (Servicio de Mantenimiento de Agua Potable y Alcantarillado [SEMAPA], 2023) lo cual está generando la urbanización de muchas zonas las cuales hace algunos años eran consideradas rurales.

La empresa encargada de suministrar el agua potable en la ciudad de Chota ha brindado el servicio a las nuevas zonas urbanizadas, realizando solo estudios topográficos, que solo buscan asegurar que, por diferencia de presiones el agua llegue a estas zonas, pero no ha realizado un estudio de las variaciones de la calidad del agua según el recorrido que hace desde la planta de tratamiento hasta las nuevas conexiones domiciliarias; por lo tanto es posible que haya una variación considerable de los parámetros fisicoquímicos: cloro residual libre, temperatura, pH, turbidez y conductividad, causando que el agua potable en estas nuevas zonas urbanizadas, no cumpla con los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D. S. 031 – 2010 – S.A.

Los objetivos del presente trabajo fueron: determinar la correlación entre la concentración de cloro residual libre y la distancia recorrida del agua potable en la ciudad de Chota; determinar la concentración de cloro residual libre en el agua potable a la salida de la planta de tratamiento; evaluar la variación de la concentración de cloro residual libre en el agua potable después de un recorrido cercano, intermedio 1, intermedio 2, intermedio 3 y lejano en

relación a la distancia desde la planta de tratamiento; comparar los niveles de cloro residual libre obtenidos en los puntos cercano, intermedio 1, intermedio 2, intermedio 3 y lejano con los niveles de cloro residual libre establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA; determinar la correlación que existe entre los parámetros fisicoquímicos, cloro residual, temperatura, pH, turbidez y conductividad con la distancia recorrido del agua potable, en los puntos cercano, intermedio 1, intermedio 2, intermedio 3 y lejano; verificar si los resultados obtenidos al analizar los parámetros, temperatura, pH, turbidez y conductividad en los puntos cercano, intermedio 1, intermedio 2, intermedio 3 y lejano cumplen con los rangos establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

La hipótesis planteada fue: “Existe correlación positiva entre la concentración de cloro residual libre y la distancia recorrida del agua potable en la ciudad de Chota”, la cual fue rechazada según la investigación realizada, aceptando la hipótesis alternativa la cual establece que “Existe correlación negativa entre la concentración de cloro residual libre y la distancia recorrida del agua potable en la ciudad de Chota”.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022) el cloro residual libre constituye un parámetro esencial en la evaluación de la calidad del agua potable, ya que su presencia en niveles adecuados demuestra la capacidad para eliminar o reducir microorganismos que podrían causar enfermedades en los seres humanos. Esta eliminación busca asegurar la potabilidad del agua, garantizando que sea segura para el consumo humano.

Es fundamental mantener los niveles adecuados de cloro libre residual en las redes de distribución de agua potable. Esto debido a que, a medida que el agua avanza por la red hacia los puntos más alejados, es posible que los niveles de cloro libre residual pueden disminuir, debido a distintos factores físicos, químicos y microbiológicos (Fawkes & Koch, 2023).

El método de análisis que se utilizó para encontrar las concentraciones de cloro residual en el agua potable fue el método Dietil Parafenileno Diamina y se realizó tomando muestras de agua de 500 mL provenientes de la red de distribución.

En el presente trabajo también se analizaron otros parámetros como: la temperatura, debido a que es un indicador de la calidad del agua, temperaturas elevadas generan la contaminación del agua, debido al crecimiento acelerado de plantas acuáticas y hongos.

También se analizó en el agua potable, el parámetro conductividad, que se define como la capacidad de una solución para transportar corriente eléctrica, el agua pura tiene una conductividad baja, debido a que presenta una baja presencia de iones y de su concentración total en el agua.

El pH fue otro parámetro monitoreado, el cual es un indicador de la calidad del agua. Influyendo directamente en la desinfección con cloro, generando una desinfección más eficiente con un pH inferior a 8. En valores superiores de pH 11 produce irritación ocular y agravación de trastornos cutáneos.

Otro parámetro analizado en el agua potable fue la turbidez, parámetro indicador de la calidad del agua y eficiencia de la filtración. Elevados niveles de turbidez provocan baja eficiencia en desinfección, debido a que pueden proteger a los microorganismos como bacterias, parásitos y virus.

El aporte de este trabajo es de suma importancia para la implementación, instalación y modificación de sistemas de agua potable en zonas urbanas y rurales, debido a que brinda información detallada respecto a la variación de los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua potable, según el recorrido que realiza el agua hasta llegar a las viviendas de los usuarios del sistema.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. *Antecedentes Internacionales*

Kroeger (2023) determinó la influencia del material de tuberías en los residuos de cloro en un sistema municipal de distribución de agua potable en Oklahoma, Estados Unidos, con el objetivo de establecer si existían diferencias significativas en la concentración de cloro residual en distintos materiales de tubería. Se tomaron muestras en cinco puntos de la red, evaluando parámetros como cloro libre, cloro total, monoclорamina, amoníaco, alcalinidad, nitrito, pH, bacterias heterótrofas y nitratos. Los resultados mostraron una concentración promedio de cloro residual de 1,1 mg/L, aunque 63 de los 119 puntos estuvieron por debajo del 1 mg/L exigido por la normativa del Departamento de Calidad Ambiental de Oklahoma. No se encontraron diferencias significativas en función del material de las tuberías, pero sí se evidenció que el cloro residual, el amoníaco total y la monoclорamina se relacionaron con la distancia a la planta de tratamiento. Los recuentos de placas heterotróficas generalmente disminuyeron con mayores concentraciones de cloro residual. La mayoría de los recuentos de bacterias heterótrofas superiores a 100 UFC/mL se produjeron con concentraciones de cloro inferiores a 0,5 mg/L.

Núñez (2020) determinó de la presencia de trihalometanos totales (TTHM's) como subproducto de la desinfección en el proceso de potabilización de agua superficial para consumo humano, su objetivo fue monitorear la concentración de cloro residual, pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos y temperatura, con el fin de conocer su relación con la formación de TTHM's en el agua de la ciudad de Guatemala. Los resultados evidenciaron que las muestras M-1 (63 µg/L) y M-3 (80 µg/L) cumplieron con los LMP de la EPA (2009), pero no con los LMA de cloro residual establecidos en la norma COGUANOR NTG 29001.

En cambio, las muestras M-2 (110 µg/L) y M-4 (212 µg/L) superaron los LMP de TTHM's, aunque cumplieron con los LMA de cloro residual. Se demostró que el aumento de trihalometanos totales está relacionado con variables como el pH, el cloro residual, el tiempo de contacto, la conductividad eléctrica y los sólidos disueltos; a mayores concentraciones, se incrementan los niveles de trihalometanos totales. Con base en los resultados obtenidos de trihalometanos totales, existe la probabilidad de que el consumo de agua en las muestras M-2 y M-4 produzca efectos en la salud de las personas como mutagenicidad, teratogenicidad, carcinogenicidad, especialmente el cáncer de vejiga.

Ribes (2023) en su investigación denominada “Implementación de un modelo predictivo para la formación de trihalometanos en sistemas de abastecimiento en Granada, España”, buscó optimizar el tiempo de contacto y el nivel de dosificación del cloro, de manera que exista un equilibrio entre limitar la formación de THMs y prevenir el aumento microbiológico. En la fase I, con 230 análisis de laboratorio de 9 municipios de la costa andaluza, se identificaron como variables más relevantes: cloro residual libre (0,42 mg/L), conductividad (781 µS/cm), pH (7,9), turbidez (0,45 UNT), cloro residual combinado (0,04 mg/L) y temperatura (21,54 °C), observándose que el incremento de turbidez se relacionó directamente con la presencia de THMs. En la fase II, con datos de Cataluña, Extremadura y Comunidad Valenciana, se registró un aumento en la media de THMs, alcanzando valores de 74,6 µg/L. En la fase III, realizada en el municipio de Alicante, los resultados mostraron una concentración de THMs de 69,89 µg/L, con un pH de 8,04 y cloro residual libre de 0,45 mg/L. Una de las correlaciones más significativas fue entre trihalometanos y cloro residual libre (-0,35), indicando que, a menor concentración de cloro residual libre, mayor es la abundancia de THMs.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Guimaraes (2022) realizó la evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el Asentamiento Humano San Isidro, Callería – Ucayali, la cual tuvo como objetivo general, evaluar si la calidad del agua que consume el Asentamiento Humano San Isidro es apta para el consumo humano. Se recolectó 10 muestras de agua provenientes de la salida de la infraestructura del reservorio y 2 viviendas (vivienda intermedia y vivienda más alejada), el análisis de los resultados consistió en encontrar una media aritmética para los parámetros físicos y microbiológicos. Para el cloro residual libre los valores de desviación estándar determinados fueron igual a cero (0,00 mg/L) ya que, en ninguna de las muestras tomadas, se evidencio la presencia del cloro residual libre en el sistema de abastecimiento. Los resultados obtenidos para los parámetros microbiológicos fueron: coliformes totales entre 37,00 – 42,66 unidades formadoras de colonias (UFC) /100 mL y coliformes termotolerantes entre 18,00 – 32,00 UFC/100 mL.

Herrera (2020) identificó las alteraciones de la calidad bacteriológica del agua almacenada en tanques de conexiones domiciliarias, abastecidos con agua potable de SEDAPAL, desarrollada en el distrito de Villa María del Triunfo (Lima), este trabajo tuvo como objetivo determinar las alteraciones bacteriológicas y la eficacia de dos métodos de desinfección para tanques domiciliarios. La concentración de cloro residual libre se determinó con el reactivo DPD, tomando muestras en diez viviendas con tanques de almacenamiento de agua para consumo humano. Se encontró que la concentración de cloro residual libre fue mayor en tanques con limpieza y desinfección (0,52 mg/L) en comparación con tanques sin mantenimiento (0,41 mg/L). Con la prueba T de Student se determinó que la diferencia fue significativa ($p < 0,05$). Asimismo, se identificó que cuando la concentración de cloro residual fue menor a 0,27 mg/L, hubo presencia de coliformes totales. En cuanto a los parámetros de pH, conductividad, sólidos disueltos y temperatura, no se hallaron diferencias significativas

entre tanques con y sin mantenimiento, con valores promedio de pH (8,25 – 8,27), conductividad (504,31 μ S/cm), sólidos disueltos (252,58 mg/L) y temperatura (20,58 – 20,86 °C).

Calderón (2025) realizó el estudio del efecto del almacenamiento de agua potable sobre su calidad organoléptica y química en hogares del Distrito de Hualmay, provincia de Huaura, departamento de Lima. La metodología utilizada fue explicativa y observacional, tomando muestras no probabilísticas de 20 hogares. Obteniendo los siguientes resultados: Calidad de agua al ingreso a hogares y calidad de agua después del almacenamiento respectivamente: pH 7,65 y 7,58, conductividad 1412 y 1406 μ S/cm, STD (Sólidos totales disueltos) 706 y 703 mg/L, cloruros 124,3 y 117,9 mg/L, dureza total 495 y 459 mg/L, cloro residual 0,64 y 0,46 mg/L. Concluyendo que los parámetros pH, conductividad, STD, cloruros, cloro residual y dureza total, cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D. S. 031 – 2010 – S.A. Sin embargo, después del almacenamiento; los parámetros pH, cloruros, dureza total y cloro residual se reducen significativamente a excepción de los parámetros conductividad y STD los cuales varían levemente. Una recomendación de este trabajo de investigación es realizar un estudio de la evolución de la caída de cloro residual por sectores cercanos y alejados respecto a la ubicación de la fuente generadora de suministro, con el fin de verificar si en los puntos alejados de la ciudad, los parámetros de calidad cumplen con los establecido en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D. S. 031 – 2010 – S.A.

Sabalu (2022) investigó la determinación del grado de deterioro de la calidad del agua potable en los puntos críticos de control, desde la captación hasta los lugares de consumo en el distrito de Querecotillo, Sullana. La cual tuvo como objetivo analizar los niveles de deterioro de la calidad del agua potable en los puntos críticos de control situados desde la captación hasta los domicilios de la población. La metodología utilizada fue de tipo no experimental,

descriptivo y comparativo, con diez tomas de muestra. Los resultados obtenidos en el punto de captación fueron: cloro residual libre 0 mg/L, debido a que en este punto no se realiza desinfección y a nivel microbiológico se encontró para el parámetro bacterias termotolerantes un número promedio de 1808 NMP/100 mL y para el parámetro *Escherichia coli* un número promedio de 715,0 NMP/100 mL. En las conexiones domiciliarias se halló una concentración promedio de cloro residual de 0,7 mg/L; en este muestreo no se halló presencia de bacterias termotolerantes y *Escherichia coli*, estos resultados fueron comparados con la normativa de Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA, en donde se indica que todos los parámetros cumplen con lo establecido en la norma.

2.1.3. Antecedentes Regionales

Espinoza (2021) determinó la calidad del servicio y la gestión del sistema de agua potable en la localidad de Celendín, departamento de Cajamarca, teniendo como objetivo general determinar la relación entre la calidad del servicio y la gestión del sistema de agua potable en la localidad de Celendín, se desarrolló un tipo de investigación aplicada no experimental, con un diseño de estudio descriptivo correlacional, en el cual se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson, obteniendo como resultado que la relación entre las variables Calidad del servicio y Gestión del sistema, es significativa, fuerte y perfecta; con un p valor de cero y un valor estadístico de Pearson de 0,876; dicho valor refleja que, con una adecuada gestión del servicio, la calidad del servicio puede mejorar y obtener indicadores más satisfactorios, dentro de la variables de calidad del servicio se determinó la concentración de cloro residual, los cuales se encuentran dentro de los límites permisibles, los análisis fueron realizados en algunas viviendas ubicadas al inicio del sistema principal, por el sector intermedio (plaza de armas) y por la parte final de la red de distribución de agua potable. Se encontró los siguientes resultados: En la parte inicial de la red de distribución, la lectura de presencia de cloro residual promedio fue de 0,8 mg/L, en la parte intermedia de la red de

distribución se halló presencia de cloro residual promedio de 0,6 mg/L, en la parte final de la red de distribución se encontró presencia de cloro residual promedio de 0,4 mg/L, evidenciando que existe una disminución del cloro residual libre, según la distancia que recorre el agua potable.

Saldaña (2023) analizó los niveles de cloro libre residual en agua para consumo humano de la ciudad de Bambamarca y sus efectos en la salud humana, considerando como objetivo principal determinar los niveles de cloro residual en agua para consumo humano y sus efectos en la salud humana. Fue un trabajo de tipo no experimental y descriptivo, iniciando con la identificación, monitoreo y evaluación de las muestras de cloro libre residual en el agua. Se aplicó el tamaño de muestra para calcular la población finita en un total de 356 viviendas haciendo un total de 2136 viviendas durante 6 meses. Utilizando un colorímetro digital, se realizó el monitoreo de la concentración de cloro residual libre, mediante el método DPD, hallándose un promedio de 0,561 mg/L; lo cual se encuentra en el rango de 0,50 mg/L - 1,00 mg/L, cumpliendo con los Límites Máximos Permisibles del D.S. N° 031-2010-SALUD del Reglamento de la Calidad del Agua para el Consumo Humano. Los resultados obtenidos fueron procesados con el programa estadístico Stata 14.2, en el cual se realizó la prueba de Chi-cuadrado entre los niveles de concentración de cloro libre residual y el factor epidemiológico de EDAs disintérica, donde se obtuvo un valor de $p = 0,001$; este resultado muestra una alta significancia estadística. Evidenciando que existe una asociación notable entre los niveles de concentración de cloro libre residual y los casos de EDAs disintérica. También se realizó la prueba de Chi-cuadrado entre los niveles de concentración de cloro libre residual y el factor epidemiológico de Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAs) persistente, obteniendo un valor de $p = 0,000$; en el cual también se muestra una alta significancia estadística.

Guevara (2023) evaluó la calidad del agua pre y post tratada de las plantas de agua potable el Milagro y Santa Apolonia de la ciudad de Cajamarca, con la finalidad de determinar

la calidad del agua pre y post tratada de las plantas de agua potable El Milagro y Santa Apolonia de la ciudad de Cajamarca. Se tomó muestras de agua en 7 puntos, con 3 repeticiones, en época de estiaje y época de lluvia, se realizó el registro de los puntos de muestreo en los domicilios ubicados al inicio de la red de distribución de las plantas de agua potable El Milagro y Santa Apolonia, teniendo en cuenta que dichos domicilios no cuenten con tanque elevado, para no variar los resultados del análisis de agua tratada, de igual forma se ubicó los puntos de muestreo para el análisis de cloro residual, en los domicilios ubicados en puntos terminales de la red de distribución del sistema de agua potable de la ciudad de Cajamarca. Obteniendo como resultado para *Escherichia coli*, el promedio fue de 0,37 NMP/100 mL; para cloro residual de 0,39 mg/L, concluyendo que estos parámetros no cumplen con lo establecido en el D.S. N° 031-2010-SA.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. El agua

La palabra "agua", derivada del término latino aqua, es una molécula compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, cuya fórmula es H_2O . Esta sustancia puede encontrarse en la naturaleza en sus tres estados físicos: sólido, líquido y gaseoso; sin embargo, suele referirse al estado líquido cuando se habla de "agua". El agua es uno de los elementos más presentes en la Tierra y resulta fundamental para la vida. Cubre alrededor del 71 % de la superficie terrestre, concentrándose principalmente en los océanos, que representan el 96,5 % de la reserva hídrica mundial. Además, el agua existe en forma sólida en glaciares y capas polares; en forma líquida en acuíferos, lagos, embalses, ríos, humedad del suelo y en los organismos vivos; y en estado gaseoso en la atmósfera. En el cuerpo humano, el agua constituye aproximadamente el 65 % del peso corporal (Badín et al., 2021).

2.2.2. Características físicas y químicas del agua

El agua posee propiedades físico-químicas particulares que la convierten en un compuesto único. Su densidad, definida como la masa por unidad de volumen (g/cm^3), es de 1

a presión atmosférica normal y a una temperatura de 4 °C, sirviendo como referencia para comparar las densidades de otras sustancias. El punto de congelación del agua, es decir, la temperatura a la que cambia de estado líquido a sólido, es de 0 °C. Por su parte, su punto de ebullición (la temperatura necesaria para que pase de estado líquido a gaseoso) se encuentra en 100 °C a una presión de 1 atmósfera o 760 mm Hg. Además, el agua se considera el disolvente universal, ya que puede disolver una mayor cantidad de sustancias en comparación con otros líquidos (Badín et al., 2021).

2.2.3. El acceso al agua a nivel mundial

Se identifica una marcada desigualdad global en cuanto al acceso de la población al agua potable. Estudios han demostrado que los habitantes del llamado “Globo Sur”, que abarca regiones como América Latina y el Caribe, Asia y África, enfrentan dificultades persistentes para acceder al agua potable y a servicios de saneamiento, en contraste con quienes habitan en el “Globo Norte”, conformado por Europa y América del Norte. Las naciones del Globo Norte, en su mayoría, poseen avances tecnológicos significativos y han desarrollado ciudades sostenibles con respecto a la gestión de recursos hídricos, además de reconocer al agua como un derecho humano esencial, distribuyéndola de forma justa y equitativa para toda su población. En contraste, en el Globo Sur, la gestión urbana del agua suele estar marcada por procesos de privatización, impulsados por la falta de tecnologías adecuadas, la escasez de recursos hídricos y condiciones socioeconómicas de pobreza, lo que conlleva a una ineficiente administración del agua. En el ámbito rural, la gestión se organiza a través de sistemas comunitarios, que enfrentan problemas recurrentes debido a la falta de recursos financieros y tecnológicos, lo que los hace dependientes del respaldo de organizaciones no gubernamentales (ONG) para poder mantener sus operaciones (Pinos y Malo, 2018).

En América Latina, persiste una alta proporción de población sin acceso adecuado al agua, lo cual constituye una barrera fundamental para alcanzar otros objetivos del desarrollo

sostenible. La disponibilidad de agua representa una condición esencial para la vida humana, marcando una diferencia crítica entre la supervivencia y el riesgo vital. En este contexto, la Ingeniería de Recursos Hidráulicos desempeña un papel fundamental al procurar reducir los desequilibrios espaciales y temporales en la distribución de los recursos hídricos, garantizando el suministro de agua en la cantidad, calidad y momento apropiados según las necesidades de los usuarios. Además, se reconoce que los eventos hidrometeorológicos extremos, como las inundaciones, provocan mayores daños que los movimientos sísmicos, lo que refuerza el compromiso de esta disciplina con la prevención y mitigación de desastres. Paralelamente, los conflictos por el agua se han intensificado a nivel global, especialmente en países en desarrollo, como consecuencia de una gestión ineficiente o desigual del recurso. En respuesta, han surgido enfoques contemporáneos como la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), introducida en los años 80, que propone una visión sistémica, participativa y sostenible para abordar los desafíos del uso y conservación del agua (Autoridad Nacional del Agua et al., 2025).

En Perú la disponibilidad de recursos hídricos es abundante. No obstante, la distribución geográfica desigual del agua, su variabilidad temporal, los problemas de contaminación y una gestión ineficaz generan tensiones en cuanto al acceso, calidad y disponibilidad oportuna del recurso. Esta situación plantea la urgencia de impulsar investigaciones orientadas a analizar dichas problemáticas a lo largo de todas las fases de los proyectos de desarrollo hídrico, con el fin de proponer soluciones viables y sostenibles (Autoridad Nacional del Agua et al., 2025).

2.2.4. Tipos de agua

La clasificación de los tipos de agua se muestra a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1*Tipos de agua*

Tipo de agua	Características
Agua potable	El agua potable se define como aquella que ha sido sometida a procesos de tratamiento adecuados, logrando que sea segura para el consumo humano sin representar riesgos para la salud.
Agua dulce	El agua dulce se encuentra de manera natural en la superficie terrestre en formas como capas de hielo, lagos, ríos, humedales, lagunas y arroyos, así como en aguas subterráneas almacenadas en acuíferos y corrientes bajo tierra.
Agua salada	El agua de mar o marina corresponde al agua que forma los océanos y mares, caracterizándose por un contenido aproximado de 35 % de sales minerales disueltas.
Agua salobre	El agua salobre se ubica entre el agua dulce y el agua de mar en cuanto a salinidad, con concentraciones que oscilan entre 0,5 y 30 gramos de sal por litro de agua.
Agua dura	El agua dura se caracteriza por un alto contenido de sales minerales disueltas, particularmente sales de calcio y magnesio, la cual también es conocida como agua calcárea.
Agua blanda	El agua blanda contiene cantidades mínimas de sales, las cuales también incluye aquellas con menos de 50 mg/L de carbonato cálcico
Agua destilada	El agua destilada es aquella que ha sido sometida a procesos de destilación para obtener un líquido prácticamente compuesto solo por moléculas de H ₂ O.
Aguas residuales	Se considera aguas residuales a las aguas cuya calidad ha sido alterada negativamente por actividades humanas.
Aguas negras	Las aguas negras son aquellas aguas residuales contaminadas con excretas como orina y heces.
Aguas grises	Las aguas grises son las que provienen del uso doméstico, con concentraciones mucho más bajas de fósforo y nitrógeno que las aguas negras, conteniendo microorganismos y materia orgánica e inorgánica
Agua bruta	El agua cruda o agua bruta es aquella que no ha recibido tratamiento alguno, estando presente en fuentes naturales o reservas subterráneas y superficiales.

Fuente: (OMS, 2022).

2.2.5. Teorías sobre la calidad el agua en el medio ambiente

La calidad del agua es un tema central tanto para la salud de los ecosistemas como para el bienestar humano. Comprender qué factores la afectan y cómo se comportan los contaminantes en los cuerpos de agua permite evaluar su estado y gestionar adecuadamente este recurso. A lo largo del tiempo, diversas teorías y modelos han explicado los procesos naturales y antrópicos que determinan la calidad del agua. Estas bases teóricas ofrecen un marco sólido para cualquier investigación relacionada con la problemática ambiental y la gestión hídrica.

2.2.5.1. Teoría de la autodepuración de los cuerpos de agua. Esta teoría afirma que los cuerpos de agua cuentan con mecanismos naturales que les permiten recuperar su equilibrio después de recibir una carga moderada de contaminantes. Entre estos procesos se encuentran la dilución, la sedimentación y la actividad microbiana, que ayudan a disminuir la cantidad de sustancias nocivas. Gracias a esta capacidad, muchos ríos pueden mejorar su calidad aguas abajo de un vertimiento si las condiciones ambientales lo permiten. (Metcalf & Eddy, 2014).

2.2.5.2. Teoría de la capacidad de carga en ecosistemas acuáticos. La capacidad de carga se refiere al límite máximo de contaminación que un ecosistema puede tolerar sin sufrir daños significativos. Una vez que se supera ese umbral, comienzan a presentarse cambios notables en parámetros como el oxígeno disuelto, la diversidad biológica y la estructura del ecosistema. Este enfoque es crucial para definir límites de descarga y normativas de calidad ambiental. (Odum & Barrett, 2005).

2.2.5.3. Teoría de la eutrofización. La eutrofización describe lo que ocurre cuando un cuerpo de agua recibe un exceso de nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo. El incremento de estos compuestos provoca un crecimiento desmedido de algas y plantas

acuáticas, lo que reduce los niveles de oxígeno y afecta directamente a los organismos que dependen de él. Este proceso se relaciona con prácticas como el uso intensivo de fertilizantes, aguas residuales sin tratar y actividades agrícolas. (Wetzel, 2001).

2.2.5.4. Modelo de Streeter-Phelps (Balance de Oxígeno). El modelo Streeter-Phelps es fundamental para analizar la calidad del agua en ríos que reciben descargas orgánicas. Este modelo muestra cómo la descomposición de la materia orgánica consume oxígeno, mientras que el río intenta recuperarlo mediante su capacidad natural de reoxigenación. Como resultado, se genera una curva característica que indica la zona de mayor deterioro y el punto donde comienza la recuperación (Chapra, 2008).

2.2.5.5. Teoría de la contaminación puntual y difusa. Esta teoría distingue entre dos formas principales de contaminación. La contaminación puntual proviene de una fuente claramente identificable, como un ducto o una planta de tratamiento. La contaminación difusa, en cambio, procede de múltiples puntos dispersos, por ejemplo, los aportes de la escorrentía agrícola o urbana. Comprender esta diferencia es vital para plantear estrategias de control adecuadas. (Cooper et al., 2016).

2.2.5.6. Influencia del ciclo hidrológico en la calidad del agua. El ciclo hidrológico afecta directamente la calidad del agua, ya que procesos como la lluvia, la evaporación, la infiltración y la escorrentía pueden movilizar sedimentos, minerales o contaminantes. La interacción del agua con el suelo, la roca o la vegetación modifica su composición y determina su calidad final. Por ello, cualquier análisis ambiental debe considerar este enfoque integral. (Ward & Trimble, 2004).

2.2.5.7. Teoría de la toxicidad acumulativa (bioacumulación y biomagnificación). Algunos contaminantes, como los metales pesados o ciertos pesticidas, no se degradan fácilmente y terminan acumulándose en los organismos acuáticos. A medida que

estos contaminantes avanzan en la cadena alimentaria, su concentración aumenta, generando riesgos para especies acuáticas y para los seres humanos. Esta teoría resulta clave para estudios orientados a la salud ambiental. (Chapman, 2015).

2.2.5.8. Enfoque ecosistémico de la gestión del agua. El enfoque ecosistémico propone analizar la calidad del agua considerando el ecosistema completo, incluyendo sus componentes biológicos, físicos y sociales. Este modelo promueve la gestión integral de las cuencas, la protección de los servicios ecosistémicos y el uso sostenible del recurso (United Nations Environment Programme [UNEP], 2011).

2.2.6. Agua potable

Según la Organización Mundial de la Salud (2022) el agua potable es aquella que puede ser consumida por las personas sin representar un peligro para su salud, ya que está libre de microorganismos perjudiciales y sustancias químicas tóxicas, además de contar con características sensoriales aceptables como sabor, olor y color.

2.2.7. Estructuras para la potabilización del agua

El proceso de potabilización de agua está compuesto de las siguientes estructuras:

2.2.7.1. Canaleta Parshall. El canal Parshall se emplea comúnmente con dos objetivos principales: medir el caudal de entrada y facilitar la mezcla rápida de fluidos. Su operación suele realizarse con descarga libre. En este proceso, el flujo líquido pasa de un régimen supercrítico a uno subcrítico, lo que genera un resalto hidráulico. Este tipo de canal fue desarrollado en 1927 por R. L. Parshall (Cánepa et al., 2011).

2.2.7.2. Floculador. El floculador tiene como función proporcionar una agitación suave y controlada a la masa de agua previamente coagulada, mediante la aplicación

de velocidades progresivamente menores. Esto permite el crecimiento y la estabilidad de los flóculos formados hasta que la mezcla abandone esta unidad. La energía necesaria para la agitación del agua puede provenir de fuentes mecánicas o hidráulicas. Entre los tipos más utilizados destacan los floculadores con pantallas de flujo vertical y horizontal, los modelos Alabama y Cox, los sistemas con medios porosos y los floculadores de mallas (Cánepa et al., 2011).

2.2.7.3. Decantador. Los decantadores laminares tienen la capacidad de procesar mayores volúmenes de agua en áreas y estructuras más compactas en comparación con los decantadores convencionales, logrando además una mayor eficiencia. A diferencia de las unidades de contacto de sólidos o los decantadores de manto de lodos, que también operan a altas tasas, estos no requieren energía eléctrica para su funcionamiento. Debido a estas ventajas, los decantadores laminares se consideran una tecnología adecuada para ciudades en desarrollo y para programas de mejoramiento de la calidad del agua enfocados en alcanzar altos estándares de calidad con menores costos de producción (Cánepa et al., 2011).

2.2.7.4. Batería de filtros. Los filtros son los componentes más sofisticados de una planta de tratamiento de agua. Su diseño adecuado depende de la interacción entre las características de la suspensión de entrada y las propiedades del medio filtrante, para que predominen los mecanismos de filtración idóneos y se logre la mayor eficiencia posible. La forma más segura de definir las especificaciones de la unidad y los parámetros de diseño para una suspensión específica es mediante pruebas experimentales con un filtro piloto. El segundo aspecto clave para optimizar el diseño de los filtros es contar con un conocimiento sólido de la hidráulica de la unidad. Las evaluaciones realizadas en toda América Latina muestran que las principales deficiencias en los proyectos se relacionan con este aspecto (Cánepa et al., 2011).

2.2.7.5. Sala de cloración. Las salas de cloración requieren una cuidadosa consideración desde la fase de diseño, dada la importancia de este proceso en la producción de agua segura y los riesgos asociados con la operación y mantenimiento de estas instalaciones. El diseño de las estaciones de cloración puede estructurarse en cuatro etapas principales: sistemas de medición y control, almacenamiento de cloro, sistemas de inyección y sistemas de seguridad (Cánepa et al., 2011).

2.2.7.6. Cámara de contacto. La cámara de contacto tiene como objetivo garantizar un tiempo de contacto adecuado entre el desinfectante y el agua, lo que permite la eliminación de bacterias, virus y parásitos presentes en la misma. Después de la aplicación del desinfectante, para asegurar la remoción de estos microorganismos, se suele establecer un tiempo de contacto promedio que oscila entre 20 y 30 minutos (Cánepa et al., 2011).

2.2.8. Etapas de proceso de potabilización usados en la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Chota

El proceso de potabilización de agua en la ciudad de Chota está compuesto de las siguientes operaciones unitarias:

2.2.8.1. Etapa canal de mezcla rápida. Esta etapa de proceso se puede observar en el Anexo 33, tiene un largo de 2,80 m y un ancho de 0,50 cm; a través de donde pasa el agua cruda, en esta etapa de proceso se genera un salto hidráulico, lo que genera una mayor turbulencia del agua, favoreciendo la eficiencia de la mezcla de los productos químicos con el agua cruda, para tales fines la PTAP cuenta con dos difusor de PVC de diámetro de 1 pulgada ubicados a lo largo de canal, estos difusor son alimentados mediante gravedad por 4 tanques cuadros de concretos con una capacidad máxima de 4375 litros cada uno, la parte superior del tanque se encuentra libre, esto con el fin de que se pueda realizar la adicción de los productos químicos y posterior agitación mediante 04 motores electromecánicos (Vásquez, 2020).

El insumo químico utilizado en esta etapa de proceso es el sulfato de aluminio tipo A en presentación de 25 kg, el cual es dosificado en diferentes concentraciones y dosis, rangos que se obtienen al realizar en las pruebas de jarras en el laboratorio (Vásquez, 2020).

2.2.8.2. Etapa de floculación. Esta etapa de proceso puede ser observada en el Anexo 34, tiene una profundidad de 3,51 m de altura y 5,66 m de largo, está compuesta de un floculador de flujo vertical el cual hace permite el recorrida del agua mediante 03 tramos, el primer tramo tiene en su trayectoria una pendiente de caída del 3 % y está compuesto de 21 filas de tablas machihembradas unidas de forma horizontal con unas medidas de 126 cm de largo, 24 cm de ancho y un espesor de 2 cm, la primera columna está compuesta 11 tablas quedando la última tabla a una distancia de 33 cm sobre el piso, la segunda columna está compuesta de 11 tablas quedando la última tabla a una distancia de 5 cm sobre el piso, esta distribución continua hasta llegar hasta la última fila, haciendo un total de 352 tablas en el primer tramo (Vásquez, 2020).

El segundo tramo tiene en su trayectoria una pendiente de caída del 3,5 % y está compuesto de 21 filas de tablas machihembradas unidas de forma horizontal con unas medidas de 156 cm de largo, 24 cm de ancho y un espesor de 2 cm, la primera columna está compuesta 11 tablas quedando la última tabla a una distancia de 33 cm sobre el piso, la segunda columna está compuesta de 11 tablas quedando la última tabla a una distancia de 5 cm sobre el piso, esta distribución continua hasta llegar hasta la última fila, haciendo un total de 352 tablas distribuidas en el segundo tramo (Vásquez, 2020).

El tercer tramo tiene en su trayectoria una pendiente de caída del 1 % y está compuesto de 21 filas de tablas machihembradas unidas de forma horizontal con unas medidas de 220 cm de largo, 24 cm de ancho y un espesor de 2 cm, la primera columna está compuesta 11 tablas quedando la última tabla a una distancia de 33 cm sobre el piso, la segunda columna está

compuesta de 11 tablas quedando la última tabla a una distancia de 5 cm sobre el piso, esta distribución continua hasta llegar hasta la última fila, haciendo un total de 352 tablas distribuidas en el segundo tramo, sumando los tres tramos de la etapa de floculación nos da un total de 1056 tablas de madera machihembrada que componen esta de proceso (Vásquez, 2020).

En esta etapa de proceso el agua ingresa a la etapa de floculación mediante una válvula tipo compuerta, fluyendo por los 03 tramos del floculador, mientras fluye disminuye su velocidad, cambiando el flujo de ingreso de turbulento a un flujo laminar, este cambio de velocidad favorece a la sedimentación de las partículas sólidas suspendidas en el agua. Al terminar el recorrido de los tres tramos del floculador, el agua pasa a un canal de agua floculada el cual tiene unas medidas de 19,4 m de largo; 2,45 m de altura y 0,60 m de ancho, en este canal el agua presenta un flujo laminar, favoreciendo la sedimentación de los sólidos suspendidos en el agua durante su recorrido. El objetivo principal de la floculación es reunir las partículas desestabilizadas mediante el floculante y coagulante agregados, esto con el fin para formar partículas de mayor peso y tamaño mediante la aglomeración y así mejorar la sedimentación de las partículas sólidas presentes en el agua. La concentración y dosificación de los floculantes y coagulantes que se agregan en esta etapa de proceso, se obtienen mediante el ensayo de prueba de jarras el cual se realiza en el laboratorio de la planta de tratamiento (Vásquez, 2020).

2.2.8.3. Etapa de decantación. Esta etapa de proceso se puede visualizar en el Anexo 35, está compuesta por un sistema de 03 decantadores de tipo laminar, cada decantador está dividido en 02 áreas, estas áreas tienen una medida de 6,36 m de largo; 1,80 m de ancho y una altura de 3,37. Cada área está compuesta por 5 tuberías de PVC con un diámetro de 200 mm pulgadas, con 17 orificios a lo largo de la tubería separadas cada 10 cm, estos orificios son encargados de recolectar el agua decantada, además cada área está compuesta de 40 placas de

vinilo de 1,20 m de altura, separadas cada 14 cm y con una inclinación de 60° con el fin evitar que la partículas sólidas contaminantes asciendan hacia la superficie con facilidad. En el fondo de cada área se tiene 2 conos de 200 mm cada uno, los cuales se encargan de recolectar los lodos generados en esta etapa de proceso, estos lodos son desechados mediante válvulas de purga tipo mariposa de 400 mm de diámetro. El agua que se recolecta en los 03 decantadores es almacenada en el canal de agua decantada el cual mide 2,1 m de altura; 19,09 m de largo y 1,2 de ancho, el agua producida en esta etapa de proceso alimenta a la esta posterior en el proceso (Vásquez, 2020).

2.2.8.4. Etapa de filtración. La etapa de filtración puede ser observada en el Anexo 36, está compuesta por un sistema de 08 filtros rápidos, cada filtro tiene una altura de 2,208 m de ancho; 2,40 m de largo y una altura de 3,03 m de altura incluyendo del canal de aislamiento de 0,60 m; cada filtro esta tiene su lecho filtrante compuesto desde la parte inferior grava de 12 in. de 12 cm de altura, grava de 1 ½ in. de 10 cm de altura, grava de ¾ de in. de 7,5 cm de altura, grava de ½ in. de 7,5 cm de altura, grava de ¼ y 1/8 de in. 7,5 cm de altura, además de 0,80 m de capa de arena filtrante tipo sílice – cuarzosa con un diámetro efectivo de 0,64 mm y un coeficiente de uniformidad de 1,38. Cada filtro rápido este compuesto de forma independiente de 01 válvula tipo mariposa utilizada para ingreso de agua decantada, 01 válvula tipo mariposa de 250 mm para salida de agua de lavado de filtro, 01 válvula tipo compuerta de 0,30 m x 0,30 m. El agua producida en los ocho filtros rápidos se almacena en el canal de agua filtrada, el cual mide 1 m de ancho, 19,92 m de largo y 3,23 m de altura (Vásquez, 2020).

2.2.8.5. Etapa de desinfección. La última etapa del proceso de potabilización es la desinfección y se puede observar en el Anexo 37, en esta etapa el objetivo principal es garantizar la calidad del agua microbiológicamente, el tipo de sistema con el que se cuenta, es un sistema de doble recipiente el cual favorece y mantiene la presión constante, manteniendo

el caudal de salida de la solución madre de hipoclorito de calcio constante, esto favorece también a mantener constante la concentración de cloro residual a la salida de la planta. La mezcla de la solución de hipoclorito de calcio y de agua se realiza en la entrada a la cámara de contacto, la cual mide 4,8 m de ancho, 14,31 de largo, 3,23 m de altura. El tiempo de contacto entre el desinfectante y el agua proveniente de la etapa de filtración es de 15 - 20 minutos, asegurando la eliminación de los organismos microbiológicos contaminantes presente en el agua (Vásquez, 2020).

2.2.8.6. Etapa de almacenamiento. El agua producida en la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Chota es almacenada en 02 reservorios los cuales pueden ser visualizados en el Anexo 38 y tienen las siguientes características:

2.2.8.6.1. Reservorio 1. Tiene 18 m de diámetro, 4,50 m de altura, capacidad de almacenamiento de 1100 m³, válvula de ingreso de agua potable de 200 mm, válvula de purga de 300 mm, válvula de salida de agua potable de 200 mm (Vásquez, 2020).

2.2.8.6.2. Reservorio 2. Cuenta con 14,20 m de diámetro, 6,15 m de altura y una capacidad de almacenamiento de 950 m³, válvula de ingreso de agua potable de 300 mm, válvula de purga de 300 mm, válvula de salida de agua potable de 200 mm. (Vásquez, 2020).

2.2.9. Compuestos químicos más utilizados en la desinfección del agua

Para la desinfección del agua potable se puede utilizar diferentes desinfectantes. Entre ellos tenemos: cloro gaseoso, hipoclorito de sodio, dióxido de cloro, ozono, monoclорamina, rayos UV, peróxido de hidrógeno (Turner, 2018).

La eficiencia de los agentes desinfectantes más utilizados en la desinfección del agua se muestra a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2*Efecto de los desinfectantes.*

Agente desinfectante	Eficacia como biocida para distintos grupos de organismos			Efecto residual en el sistema
	Bacterias	Virus	Quistes de protozoos	
Ácido hipocloroso (HClO)	Excelente	Excelente	Moderado	Bueno
Ion hipoclorito (ClO ⁻)	Bueno	Moderado	Sin datos	Bueno
Ozono (O) ₃	Excelente	Excelente	Excelente	Inexistente
Dióxido de cloro (ClO ₂)	Excelente	Excelente	Sin datos	Bueno
Cloraminas NHCl ₂ y NH ₂ Cl)	Moderado	Bajo	Bajo	Excelente

Nota: Tomado de Lozano y Lozano (2015).**2.2.10. Cloro**

Carl Wilhelm Scheele, químico de nacionalidad sueca, realizó un experimento en el cual combinó pirolusita (dióxido de manganeso) con ácido clorhídrico (HCl), generando un gas que, posteriormente, fue identificado por Sir Humphry Davy en 1810 como un nuevo elemento químico, al que denominó “cloro”, término derivado del griego “chloros” que significa “amarillo verdoso”. En la naturaleza, el cloro se encuentra principalmente formando sales, sobre todo como cloruro de sodio (NaCl), conocido como sal común, presente en el agua de mar (aproximadamente un 2 % en promedio) y en depósitos minerales, como la halita o sal gema. Su relevancia económica está documentada desde tiempos antiguos, ya que la sal se utilizaba como conservante de alimentos y de ahí proviene el término “salario”. Otros minerales ricos en cloro incluyen la silvita (KCl) y la carnalita (KMgCl₃·6 H₂O). El cloro como

ácido clorhídrico libre está presente en el estómago, mientras que en su forma elemental ha sido observado en erupciones volcánicas (Llorens, 2019).

Desde el punto de vista químico, es un elemento altamente reactivo y un fuerte agente oxidante, capaz de desplazar al yodo y al bromo de sus compuestos. El gas Cl_2 es moderadamente soluble en agua (hasta unos 700 mg/L), donde sufre una reacción de desproporción que da lugar a un equilibrio entre el ácido clorhídrico (HCl) y el ácido hipocloroso (HClO), con estados de oxidación de -1 y $+1$, respectivamente. A nivel industrial, el cloro se obtiene principalmente mediante el proceso de “clorososa”, que consiste en la electrólisis de soluciones acuosas de cloruro de sodio. Su principal uso está relacionado con sus propiedades oxidantes. El cloro gaseoso es fácilmente licuable, lo que facilita su almacenamiento y transporte. Sin embargo, debido a los riesgos asociados a su manipulación directa, se emplea habitualmente en forma de soluciones acuosas de hipoclorito (Llorens, 2019).

El cloro tiene una importancia destacada en la industria química, ya que interviene en un 96 % de la fabricación de productos fitosanitarios, en un 85 % de los fármacos y en aproximadamente el 40 % de la producción de plásticos, como el policloruro de vinilo (PVC). Además, se utiliza en la industria textil y papelera como agente blanqueador y en la desinfección del agua potable y de aguas residuales. Se estima que el 98 % del agua potable en los países occidentales es tratada con cloro. No obstante, esta aplicación tiene implicaciones ambientales, ya que el ácido hipocloroso reacciona con contaminantes orgánicos, como fenoles o metilcetonas, generando compuestos que afectan el sabor del agua y subproductos como el cloroformo, un posible carcinógeno. La formación de estos subproductos puede ser minimizada mediante el empleo de cloraminas (Llorens, 2019).

Según Brown et al. (2014), las propiedades más importantes del elemento químico cloro, se muestran a continuación en la Figura 1.

Figura 1

Propiedades del cloro

Nº atómico	→	17	35,453	←	Peso atómico
Punto de ebullición °C	→	-34,7	± 1,3, 5, 7	←	Valencia
Punto de fusión °C	→	-101,0		←	Símbolo
Densidad g/ml	→	1,58		←	Estructura atómica
				←	Nombre

Cl

[Ne] 3s²3p⁵

Cloro

Nota. Tomado de Brown et al. (2014).

2.2.11. Cloración

La cloración es un procedimiento esencial dentro del tratamiento de agua destinado al consumo humano, que consiste en incorporar productos químicos con cloro, como el hipoclorito de sodio, el hipoclorito de calcio o el cloro gaseoso, con el propósito de destruir agentes patógenos. Este método permite eliminar bacterias, virus y otros microorganismos perjudiciales, reduciendo los riesgos de enfermedades de origen hídrico. Además de actuar como desinfectante, el cloro mantiene una concentración residual que protege el agua a lo largo de su transporte por redes de distribución. La eficacia de la cloración está influenciada por diversos factores, como el pH del agua, la temperatura, el tiempo de contacto y la demanda de cloro, es decir, la cantidad requerida para neutralizar contaminantes antes de lograr una desinfección efectiva (OMS, 2022).

El cloro se comercializa en diferentes presentaciones que a continuación detallo en la Tabla 3.

Tabla 3

Presentaciones de cloro utilizados en sistema de abastecimiento de agua potable.

Tipo de Desinfectante	Presentación	Concentración	Usos principales
Hipoclorito de calcio ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$)	Sólido	65 % - 70 %	Desinfección de agua potable y piscinas, control microbiológico.
Hipoclorito de sodio (NaClO)	Líquido	5 % - 15 %	Desinfección doméstica, agua potable, industria alimentaria.
Cloro	Gas comprimido	100 %	Desinfección de plantas de tratamiento de aguas.

Nota. Adaptado de Fustamante (2017).

2.2.12. Principales reacciones entre el agua y el cloro en sus diferentes presentaciones

El agua puede ser desinfectada con cloro gas (Cl_2), hipoclorito de calcio ($\text{Ca}(\text{ClO})_2$) e hipoclorito de sodio (NaClO). Las reacciones químicas que se genera en caso son las siguientes:

2.2.12.1. El cloro gaseoso. Al disolverse en agua, se hidroliza rápidamente, originando ácido hipocloroso (HClO) mediante la reacción: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HClO} + \text{H}^+ + \text{Cl}^-$. El ácido hipocloroso es un ácido débil con un pKa de 7,5; lo que significa que se disocia de manera parcial, lo cual provoca un descenso en el pH del agua por la formación del ion hipoclorito (OCl^-): $\text{HClO} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OCl}^-$. En el rango de pH de 6,5 a 8,5; la disociación de HClO es incompleta, coexistiendo con el ion hipoclorito. A valores de pH menores a 6,5; esta disociación prácticamente no ocurre, mientras que a pH superiores a 8,5 se produce de manera completa. La suma de HClO y OCl^- constituye el denominado cloro libre residual. Dado que la capacidad desinfectante del HClO es hasta 80 veces mayor que la del OCl^- , se recomienda realizar la cloración a valores de pH ácidos (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2015).

2.2.12.2. Hipoclorito de sodio. La reacción entre el hipoclorito de sodio y el agua puede representarse como: $\text{NaClO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HClO} + \text{Na}^+ + \text{OH}^-$. A través de este proceso, se forma ácido hipocloroso, de manera similar a la reacción de hidrólisis del cloro gaseoso. Sin

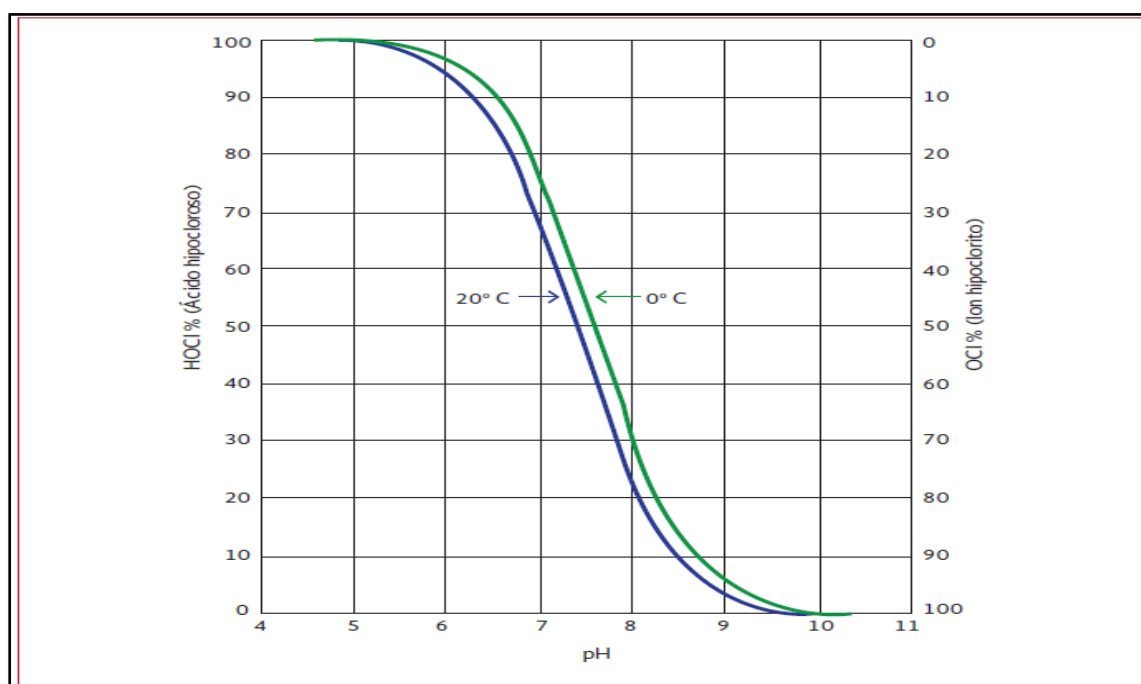
embargo, a diferencia de la hidrólisis del cloro gas, la adición de hipoclorito de sodio al agua libera iones hidroxilo (OH^-), lo cual provoca un incremento en el pH del agua (CONAGUA, 2015).

2.2.12.3. Hipoclorito de calcio. La reacción del hipoclorito de calcio con el agua se describe como: La reacción del hipoclorito de calcio con el agua se describe como: $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HClO} + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$. Esta reacción produce ácido hipocloroso de forma similar al proceso que ocurre con el hipoclorito de sodio. No obstante, este proceso también libera iones hidroxilo, lo que provoca un incremento en el pH del agua (CONAGUA, 2015).

Los porcentajes de concentración de ácido hipocloroso y del ion hipoclorito que se genera en el agua, depende directamente de los valores del pH, en la figura 2 se detallan los porcentajes.

Figura 2

Distribución del ácido hipocloroso y del ion hipoclorito en agua a diferentes valores de pH.

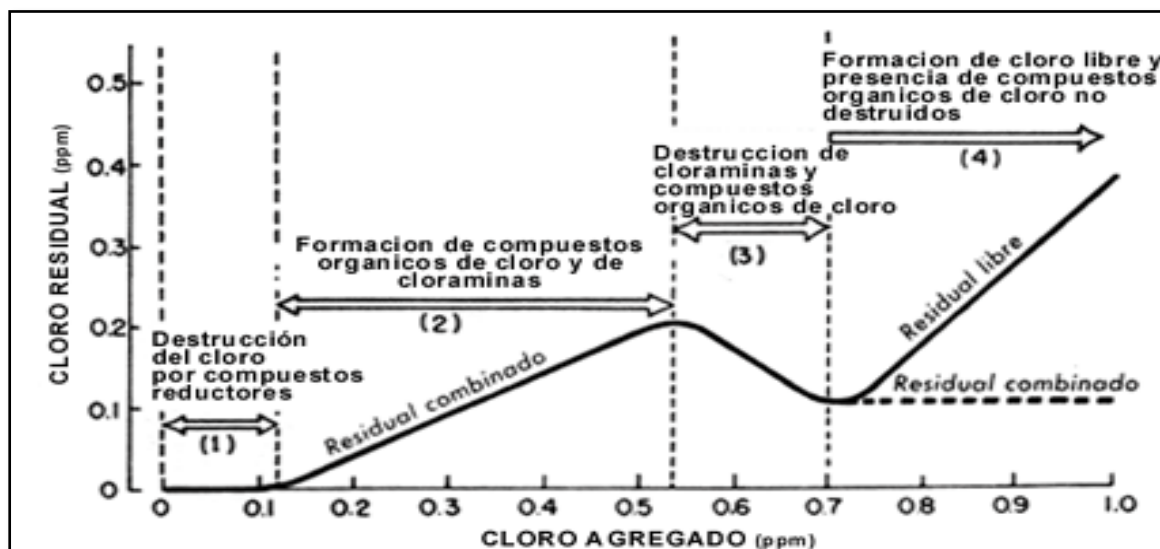


Nota. En la Figura 2 se puede visualizar la formación de ácido hipocloroso y el ion hipoclorito a diferentes niveles de pH. Fuente: CONAGUA (2015).

2.2.13. Reacciones de la demanda de cloro en agua

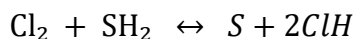
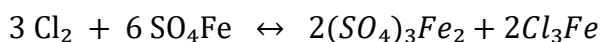
Figura 3

Curva de demanda de cloro en agua.



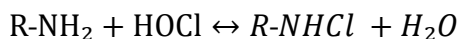
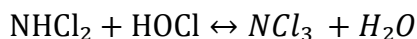
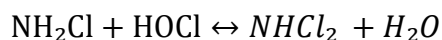
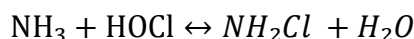
Nota. En la Figura 3 se observa la curva de demanda de cloro y las reacciones con las sustancias presentes en el agua. Fuente: (Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Agua [CIDTA], 2021).

La cloración del agua no debe limitarse únicamente a alcanzar el llamado punto de ruptura. Es necesario añadir una cantidad extra de cloro para garantizar la presencia constante de cloro residual libre (CRL), el cual asegura la desinfección a lo largo del sistema de distribución. La concentración mínima de este cloro residual depende del pH del agua y está regulada en España por la Lista positiva de aditivos y coadyuvantes para aguas de consumo público. Este comportamiento se ilustra en la Figura 3, denominada curva de demanda de cloro, que describe cómo el cloro añadido reacciona con las sustancias presentes en el agua. Dichas sustancias incluyen compuestos inorgánicos reductores, amoníaco y materia orgánica, todos ellos capaces de consumir cloro. En el primer tramo de la curva, el cloro agregado se consume principalmente en la oxidación de compuestos inorgánicos. En esta fase, el desinfectante reacciona rápidamente con iones como el hierro, manganeso, azufre reducido y los nitritos, lo que provoca una pérdida inmediata de su acción germicida (CIDTA, 2021).



En el segundo tramo de la curva de la Figura 3, se distinguen dos tipos principales de reacciones: 1) Formación de compuestos orgánicos clorados: El cloro añadido al agua puede reaccionar con determinadas sustancias orgánicas presentes (representadas como R-H). En este proceso, el cloro actúa como oxidante y termina transformándose en cloruro (Cl^-), dando lugar a compuestos clorados (R-Cl). Estos productos carecen de poder desinfectante y, en algunos casos, generan sabores u olores desagradables en el agua. 2) Formación de cloraminas: Otra reacción importante ocurre entre el cloro y el amoníaco o los compuestos orgánicos nitrogenados. De esta interacción se originan las cloraminas, que sí tienen cierta capacidad desinfectante, aunque más débil y más lenta que el cloro libre (CIDTA, 2021).

Según CIDTA (2024) se generan las siguientes reacciones químicas que se producen cuando el cloro entra en contacto con las sustancias presentes en el agua.



En el tercer tramo de la curva en la Figura 3, el cloro presente en el agua se encuentra principalmente en forma de cloro residual combinado (CRC). Las cloraminas poseen capacidad desinfectante, aunque menos potente que el cloro libre. Además, las cloraminas pueden descomponerse mediante reacciones inversas a las que las formaron, liberando poco a poco ácido hipocloroso (HOCl), lo que las convierte en una especie de “reserva de desinfectante” disponible de manera gradual. Cuando la concentración de cloro es mucho mayor que la de

amoníaco, este último se oxida completamente. En esas condiciones ya no se generan cloraminas, sino que se forman nitrógeno gaseoso (N_2), nitratos (NO_3^-) y cloruros (Cl^-). A medida que aumenta el aporte de ácido hipocloroso, se produce la oxidación completa de los compuestos organoclorados y de las cloraminas formadas previamente, liberándose nitrógeno gaseoso, óxido nítrico (N_2O), agua y cloruros. En esta fase, el cloro (tanto libre como combinado) se consume y deja de ser detectable en el agua como CRC. La concentración de cloro combinado disminuye progresivamente hasta alcanzar un mínimo característico de la curva, conocido como punto de ruptura o punto de quiebre. La cantidad de cloro necesaria para llegar a este punto mínimo se denomina demanda de cloro (CIDTA, 2021).

En el cuarto tramo de la curva de la Figura 3, el cloro residual en el agua vuelve a aumentar, esta vez en forma de cloro residual libre (CRL). Esto indica que las reacciones de oxidación con los compuestos orgánicos ya se han completado y el exceso de cloro, al no encontrar sustancias con las que reaccionar, permanece disponible para la desinfección. No obstante, la curva nunca llega a coincidir completamente con el eje de abscisas, lo que significa que siempre queda una fracción de compuestos orgánicos clorados que no han sido totalmente oxidados. Esto es frecuente en aguas naturales, debido a la presencia de materia orgánica cuya degradación requiere tiempos de contacto más prolongados. Dicho proceso se completa durante el almacenamiento, gracias al cloro residual libre que debe permanecer en el agua, tanto para continuar la oxidación como para evitar una posible recontaminación. Por este motivo, la cloración no debe detenerse justo en el punto de ruptura, sino que es necesario añadir una dosis extra de cloro para asegurar la presencia de una cantidad mínima de CRL. Este valor, dependiente del pH, está regulado en España en la Lista positiva de aditivos y coadyuvantes para aguas de consumo público (CIDTA, 2021).

2.2.14. Factores que afectan la eficiencia de desinfección

Los principales factores son: la dosis, el tiempo de contacto, la temperatura y el pH.

2.2.14.1. Tiempo de contacto. Un factor muy importante es el tiempo de contacto, el cual indica el tiempo recomendado para que el cloro elimine los microorganismos presentes en el agua. El tiempo mínimo de contacto debe ser de 15 a 30 min en agua residual y de 10 a 15 min en agua potable. Es preferible tener un mayor tiempo de contacto posible y así obtener una desinfección más efectiva. El tiempo de contacto se calcula mediante la ecuación de Chick (CONAGUA, 2015).

2.2.14.2. Temperatura. La eliminación de microorganismos con cloro es más eficiente mientras la temperatura sea más alta. Pero el cloro es más estable en agua fría, lo que en la práctica equilibra la menor velocidad de desinfección. Logrando así la misma acción a 21° C que a 4° C, la concentración de cloro residual debe ser el doble con los demás factores constantes (CONAGUA, 2015).

2.2.14.3. pH. La eficiencia desinfectante del cloro es afectada por el pH, específicamente la del cloro residual combinado. De tal forma que, mientras más alcalina o elevado sea el pH, se requieren una dosis mayor para un mismo tiempo de contacto y una misma temperatura. A una temperatura de 21° C y un pH de 6,5; una cantidad de 0,3 mg/L de cloro residual combinado genera un efecto mortal al 100 por ciento de bacterias. Para lograr el mismo efecto a la misma temperatura, el cloro residual combinado debe aumentarse hasta 0,6 mg/L para un pH de 7,0 y para un pH de 8,5 debe aumentarse hasta 1,2 mg/L (CONAGUA, 2015).

2.2.15. Cloro residual

El cloro residual es la porción que permanece una vez que se ha cubierto la demanda de cloro requerida. Este remanente juega un papel crucial, debido a que es el responsable de continuar el proceso de desinfección (Sorlini et al., 2014).

2.2.15.1. Cloro residual libre. El cloro residual libre corresponde a la fracción de cloro que no se encuentra asociada con compuestos nitrogenados. Esta forma libre de cloro posee una capacidad desinfectante significativamente superior, hasta 35 veces mayor que la del cloro combinado; sin embargo, su tiempo de permanencia en solución es limitado. El ácido hipocloroso, una de las formas de cloro libre, presenta un mayor efecto bactericida que el ion hipoclorito, y estos valores están sujetos a variaciones según la temperatura y el pH del agua (Sorlini et al., 2014).

2.2.15.2. Cloro residual combinado. El cloro residual combinado se refiere a la fracción de cloro que se asocia con compuestos nitrogenados, generando cloraminas. La formación de los diferentes tipos de cloraminas está determinada por factores como las concentraciones relativas de amoníaco, ácido hipocloroso, pH y temperatura del agua. Además, las cloraminas también pueden originarse a partir de la reacción del ácido hipocloroso con aminas orgánicas disueltas. Aunque las cloraminas mantienen una concentración relativamente constante en el agua, sus propiedades desinfectantes son menos eficaces en comparación con el cloro residual libre (Sorlini et al., 2014).

2.2.15.3. Cloro residual total. El cloro residual total resulta de la suma de las concentraciones de cloro residual libre y cloro residual combinado. Una vez que se ha satisfecho la demanda de cloro, se establecen estos residuales. La proporción de cloro libre y combinado en el agua depende principalmente de la presencia de nitrógeno amoniacal (Sorlini et al., 2014).

2.2.16. DPD (*N, N- Dietil-P-Fenilenodiamina*)

El DPD es una mezcla sólida homogénea utilizada para determinar la presencia de cloro total y cloro libre en aguas que han desinfectadas con insumos químicos a base de cloro. Se

presenta en polvo, envasado en sachets elaborados con material trilaminado el cual evita el contacto con la luz UV, la humedad y la contaminación (Quijandría, 2011).

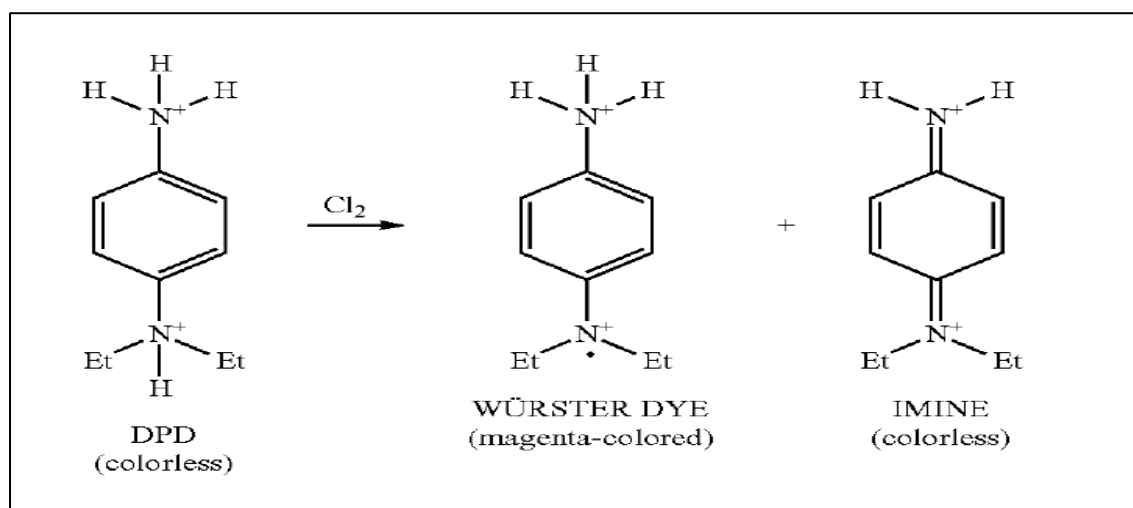
2.2.17. Método DPD

La N, N-Dietil-p-fenilenodiamina (DPD) es un reactivo químico ampliamente utilizado para la determinación cuantitativa de cloro residual libre, cloro total y otros oxidantes en agua potable y aguas residuales. Este compuesto sólido homogéneo suele presentarse en polvo o tabletas y está empaquetado en sachets de material trilaminado que protege el reactivo contra la exposición a la luz ultravioleta, humedad y contaminación, asegurando su estabilidad y prolongando su vida útil. El método DPD se basa en la reacción del reactivo con el cloro presente en la muestra, que produce una coloración rosada cuya intensidad es proporcional a la concentración de cloro. La medición se realiza por colorimetría, empleando espectrofotómetros o fotómetros portátiles, la cual es una técnica rápida, precisa y ampliamente aceptada para el control de calidad del agua (Palacios, 2019).

La reacción predominante de DPD en agua en presencia de cloro libre se muestra en la Figura 4.

Figura 4

Reacción DPD en agua en presencia de cloro libre.



Nota. Tomado de Ismail, et al. (2015).

El primero (el radical libre), llamado Würster Dye, es el encargado del color rosado/magenta que se usa para medir la cantidad de cloro libre en la solución. El segundo (Imina) es incoloro y se ve favorecido en condiciones oxidantes más fuertes, debido a esto el Método DPD no puede ser usado en concentraciones muy altas de cloro libre. El producto de imina se ve favorecido cuando hay niveles elevados de cloro, por ese motivo la mayoría de los métodos DPD solo son exactos por debajo de un cierto nivel de cloro. Se ha demostrado que es reactivo hasta en 50 mg/L de Cloro libre (Ismail, 2015).

2.2.18. Factores que afectan la eficiencia de desinfección

La pérdida de cloro residual en sistemas de distribución de agua potable depende de múltiples factores químicos, físicos e hidráulicos, así como de las características de la infraestructura de la red. Mantener un residual adecuado de cloro es fundamental para prevenir el crecimiento de microorganismos y garantizar agua segura para los usuarios (Nono et al., 2019).

2.2.18.1. Reacciones químicas en el agua (bulk decay). El cloro se consume al reaccionar con materia orgánica e inorgánica disuelta presente en el agua, fenómeno conocido como bulk decay. Estas reacciones reducen progresivamente la concentración de cloro a medida que el agua se desplaza por la red (Powell et al., 2000).

2.2.18.2. Interacción con las paredes de las tuberías (wall decay). El cloro también se pierde por su interacción con biofilms, depósitos y materiales de las tuberías, lo que se denomina *wall decay*. Este efecto es más pronunciado en tuberías corroídas o con incrustaciones, y depende del material y la edad de la red (Rossman et al., 2002).

2.2.18.3. Tiempo de residencia y longitud del recorrido. El tiempo que el agua permanece en las tuberías y la distancia que recorre desde la planta de tratamiento influyen directamente en la pérdida de cloro residual. Cuanto mayor es la distancia o el tiempo de

residencia, más cloro se consume debido a las reacciones químicas y a la interacción con las superficies de las tuberías (Kwio-Tamale & Onyutha, 2024).

2.2.18.4. Temperatura del agua. La temperatura del agua afecta la velocidad de las reacciones que consumen cloro. A temperaturas más altas, estas reacciones se aceleran, provocando un decaimiento más rápido del residual (Powell et al., 2000).

2.2.18.5. Calidad fisicoquímica del agua. Factores como la turbidez, la conductividad y el pH modifican la estabilidad del cloro residual. Un pH elevado puede reducir la eficacia del cloro, mientras que sólidos suspendidos y partículas facilitan su consumo mediante reacciones adicionales (Kwio-Tamale & Onyutha, 2024).

2.2.18.6. Condiciones hidráulicas. El régimen de flujo, incluyendo la velocidad del agua, la presión y la presencia de zonas de bajo flujo, modula la interacción entre el cloro y las superficies de las tuberías. Flujos lentos o estancados aumentan el tiempo de residencia, favoreciendo la pérdida de cloro (Kwio-Tamale & Onyutha, 2024).

2.2.18.7. Características y edad de las tuberías. El material y la antigüedad de las tuberías afectan la tasa de decaimiento del cloro. Las tuberías de hierro fundido o acero corroído muestran mayor consumo de cloro que las de PVC, y la acumulación de biofilm en tuberías antiguas también incrementa la demanda de cloro (Rossman et al., 2002).

2.2.19. Otros parámetros importantes en la calidad del agua

2.2.19.1. Temperatura. De acuerdo con GESTA AGUA (2017), la temperatura es un parámetro crucial en la calidad del agua, ya que incide en la vida acuática, en la velocidad de las reacciones químicas y en los usos del agua en distintas actividades. Además, la temperatura actúa como un indicador general de calidad del agua y está estrechamente vinculada a otros parámetros como la conductividad eléctrica, el déficit de oxígeno disuelto, el pH y diversas propiedades fisicoquímicas. Un cambio abrupto en la temperatura puede causar un aumento en la mortalidad de los ecosistemas acuáticos. Por otro lado, las temperaturas más

elevadas tienden a favorecer el crecimiento de hongos y plantas acuáticas. También se considera el riesgo que implica la exposición prolongada de personas a aguas frías, inferiores a los 15 °C, ya que podría resultar mortal. En temperaturas de agua de 34 °C o 35 °C, la supervivencia de una persona dependerá de su capacidad para soportar una elevada temperatura interna. Para la medición de este parámetro se utiliza la termometría.

2.2.19.2. pH. El pH es un indicador que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculándose a partir de la concentración de iones hidrógeno presentes. Se expresa en una escala que va de 0 a 14, donde un valor de 7 indica neutralidad, valores menores a 7 indican acidez y mayores a 7 indican alcalinidad. La acidez se produce cuando la cantidad de iones hidrógeno (H^+) excede a la de los iones hidroxilo (OH^-). Por otro lado, cuando ambas concentraciones son iguales, el pH corresponde a una sustancia neutra. El pH es un parámetro clave en la calidad tanto de aguas naturales como residuales, ya que influye en diversas etapas de tratamiento como la precipitación, coagulación, neutralización ácido-base, desinfección y suavización. Para medirlo, se emplea un pH-metro. Aunque el pH no representa un riesgo directo al consumir el agua, sí es relevante en la calidad y especialmente en la desinfección con cloro, dado que valores menores a 8 favorecen la efectividad de este proceso. Niveles superiores a 11 pueden causar irritación en la piel y en los ojos. Por ello, se recomienda medirlo directamente en el sitio de muestreo para evitar alteraciones en el equilibrio iónico, empleando el método electrométrico. Según la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), los valores de pH en el agua potable deben situarse entre 6,5 y 8,5; mientras que la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece un rango de 6,5 a 9,5 (GESTA AGUA, 2017).

2.2.19.3. Conductividad. De acuerdo con GESTA AGUA (2017), la conductividad se define como la capacidad de una solución para transmitir la corriente eléctrica y se expresa numéricamente. Esta capacidad depende de diversos factores, como la cantidad

total de iones presentes, su valencia, su movilidad, la concentración relativa de los mismos y la temperatura en la que se realiza la medición. Además, la conductividad eléctrica está directamente vinculada a la cantidad de sólidos disueltos en el agua, que se expresan en miligramos por litro (mg/L). Para calcularla, se multiplica el valor de conductividad obtenido por un factor que oscila entre 0,55 y 0,75. La unidad de medida utilizada es el microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

2.2.19.4. Turbidez. La turbidez en el agua se origina por la presencia de materiales suspendidos, incluyendo limo, arcillas, partículas orgánicas e inorgánicas finamente divididas, sedimentos generados por procesos de erosión, plancton y microorganismos, así como compuestos orgánicos solubles que contienen pigmentos. Estas partículas poseen diámetros que oscilan entre 0,1 y 1000 nm. La turbidez es un parámetro relevante ya que refleja la eficacia del proceso de filtración, el cual busca remover organismos patógenos. Altos niveles de turbidez pueden proteger a los microorganismos de la acción de los desinfectantes y propiciar su proliferación. Por lo tanto, niveles elevados de turbidez están asociados a un aumento en la presencia de microorganismos como virus, bacterias y parásitos, los cuales pueden causar enfermedades gastrointestinales, cefaleas y otros malestares. El análisis de la turbidez se realiza mediante el Método Nefelométrico, que reporta resultados en Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT). Según la OMS, el límite para agua potable es de 5 NTU. Las plantas de tratamiento de agua potable convencionales no deben superar concentraciones de 1000 UNT, mientras que las plantas con procesos avanzados de tratamiento no deben exceder los 5000 UNT (GESTA AGUA, 2017).

2.2.20. Marco legal

2.2.20.1. Ley N° 30588 (2017). En el Artículo 7 se establece que el Estado peruano considera que toda persona tiene derecho al acceso al agua potable de forma

universal y progresiva. El Estado garantiza el uso del agua para consumo humano sobre otras aplicaciones o usos. El Estado promueve el cuidado del agua, el cual es reconocido como recurso natural esencial, por lo tanto, es un bien público y patrimonio de la Nación. Su dominio es imprescriptible e intransferible.

2.2.20.2. D. S. N.º 019-2017-VIVIENDA (2017). Este decreto aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1280, la cual tiene como objetivo establecer normas que regulan la prestación de los servicios de saneamiento urbanos y rurales a nivel nacional, todo esto con el fin de lograr un acceso del agua para todas las personas, asegurar la calidad del agua, su prestación eficiente y sostenible, además de promover la inversión pública y privada, como también la protección del ambiente.

2.2.20.3. Resolución directoral N.º 019-2016-INACAL/DN (2016). Esta resolución aprueba la Norma Técnica Peruana en su versión 2016: NTP 214.030:2001. Esta norma técnica peruana fue utilizada para determinar la concentración de cloro residual en agua potable, utilizando el método colorimétrico DPD.

2.2.20.4. Decreto Supremo N° 031-2010-SA (2010). Este documento establece límites máximos permisibles, respecto a parámetros organolépticos, radiactivos, microbiológicos, parasitológicos, químicos orgánicos y químicos inorgánicos; además asigna mayores y nuevas responsabilidades a todos los Gobiernos Regionales, en relación a la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo humano; también busca fortalecer a la DIGESA, como Autoridad Sanitaria. Los trabajadores del sector Salud, deben asumir el compromiso y la responsabilidad para desarrollar e implementar en los plazos establecidos, el nuevo reglamento, que tiene como objetivo mejorar la salud de nuestras poblaciones. En la tabla 4, se observa los límites máximos permisibles establecidos para ciertos parámetros, según este decreto supremo.

Tabla 4*Límites máximos permisibles de parámetros de calidad de agua potable*

ANEXO II		
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA		
Parámetro	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mg Cl · L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ · L ⁻¹	250
10. Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoníaco	mg N L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L ⁻¹	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2,0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

UCV = Unidad de color verdadero

Nota. En la Tabla 4 se observa los límites máximos permisibles de los parámetros organolépticos establecidos para el agua potable. Fuente: MINSA (2011).

Tabla 5*Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos.*

ANEXO III		
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS		
Parámetro	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L-1	0,020
2. Arsénico (nota 1)	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 2)	mg L-1	5
8. Clorito	mg L-1	0,7
9. Clorato	mg L-1	0,7
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. Nitratos	mg NO ₃ L-1	50,00
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	0,07
19. Uranio	mg U L-1	0,015

Nota. En la Tabla 5 observa los límites máximos permisibles de los parámetros químicos inorgánicos y orgánicos establecidos para el agua potable. Fuente: MINSA (2011).

Nota 2. Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mgL⁻¹.

2.2.21. Definición de términos básicos

2.2.21.1. Agua de consumo humano. Es el agua que cumple con las condiciones necesarias para ser utilizada en el consumo diario, así como en actividades domésticas habituales y para la higiene personal (MINSA, 2010).

2.2.21.2. Cloro residual libre. Corresponde a la concentración de cloro presente en el agua en forma de ion hipoclorito y ácido hipocloroso, la cual debe mantenerse tras la cloración para asegurar la protección contra contaminantes microbiológicos en el agua destinada al consumo humano (MINSA, 2010).

2.2.21.3. Límite máximo permisible. Son los valores máximos establecidos para los distintos parámetros que representan la calidad del agua y que no deben ser excedidos para garantizar la seguridad del recurso (MINSA, 2010).

2.2.21.4. Proveedor del servicio de agua para el consumo humano. Se refiere a cualquier entidad, ya sea persona natural, jurídica, organización comunitaria o empresa, responsable de suministrar agua apta para consumo humano, incluyendo aquellos proveedores que operan bajo condiciones especiales (MINSA, 2010).

2.2.21.5. Prueba de jarras. La prueba de jarras es un método de laboratorio esencial dentro de los procesos de tratamiento de agua. Su función principal es la de replicar y mejorar los procesos de coagulación, floculación y sedimentación en un entorno controlado. Esta técnica facilita la identificación de la dosis más efectiva de productos coagulantes y floculantes, así como las condiciones óptimas de operación, para asegurar la eliminación

eficiente de partículas suspendidas y otros contaminantes presentes en el agua sin tratar (Fúquene & Yate, 2018).

2.2.21.6. Tiempo de contacto para el desinfectante. Corresponde al período durante el cual el agua permanece en contacto con el cloro o desinfectante. Para que la desinfección sea efectiva, es necesario asegurar un tiempo de contacto suficiente (Fustamante, 2017).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la Investigación

La investigación se desarrolló en la red de distribución de agua potable de la ciudad de Chota, ubicada en el departamento de Cajamarca, Perú, cuya extensión urbana se encuentra delimitada por un conjunto de vértices que forman un pentágono. Las coordenadas de estos vértices, expresadas en el sistema UTM WGS84 – Zona 17M, fueron verificadas mediante Google Earth (2025) y se presentan a continuación: 761470,13 mE y 9274442,32 mN (sector norte), 758406,93 mE y 9275120,00 mN (zona céntrica), 757653,28 mE y 9274978,00 mN (sector sur), 758620,02 mE y 9273716,95 mN (sector suroeste) y 759828,91 mE y 9273023,84 mN (zona este). Estos vértices representan el perímetro urbano de la ciudad de Chota y permiten situar geográficamente la investigación en el área de estudio (Google Earth, 2025).

Extensión: La ciudad de Chota cuenta con una superficie territorial de 261,75 Km² Municipalidad Provincial de Chota [MPCH], s. f.).

Altitud: La ciudad de Chota se encuentra ubicada en la parte alta de la cuenca del Chamaya, microcuenca del río Chotano; presenta relieve accidentado con pendientes que van en promedio de 2 % hasta 30 % y altitudes en promedio de 2250 m.s.n.m. hasta los 2700 m.s.n.m (MPCH, 2017).

Límites: La ciudad de Chota se encuentra delimitada al norte por el río San Mateo, al este por el río Colpamayo, ambos desembocaban hacia el este donde se ubica el río Chotano, formando así el límite suroccidental (MPCH, 2017).

Temperatura: La mayor parte de la ciudad, es de clima templado; sin embargo, en las partes más bajas, presenta una ligera variación al templado caluroso; mientras que en las partes más altas es un clima templado frío. La temperatura promedio es de 17,8 °C (MPCH, s. f.).

3.1.1. Descripción de la red de distribución de agua potable

El sistema de agua potable de la ciudad de Chota cuenta con un sistema de abastecimiento administrado por la dirección de SEMAPA, organismo perteneciente a la Municipalidad Provincial de Chota, el cual está conformado por las etapas de captación, conducción, almacenamiento y distribución (SEMAPA, 2023).

El sistema de distribución de agua potable se extiende por todas las avenidas, jirones y pasajes que conforman la ciudad de Chota. Este sistema está compuesta principalmente por tuberías de policloruro de vinilo (PVC) en un 98% y asbesto de cemento en un 2% las cuales tienen diámetros nominales (DN) comprendidos entre 90, 110, 160 y 200 mm, clase A-7, haciendo un total de 47, 449 m de tubería de PVC en la red de distribución de agua potable, de este total 14,021 m son ampliaciones que se han realizado durante los últimos años; 29,552 m son tuberías las cuales han sido rehabilitadas debido a que presentaban fugas y 3,906 m son tuberías que no han sufrido cambios desde su instalación (SEMAPA, 2023)..

Todas estas tuberías permiten el suministro de agua potable llegue hacia las viviendas mediante conexiones domiciliarias. El sistema funciona por gravedad, apoyado por dos reservorios de 1100 m³ y 950 m³ ubicados en el centro poblado Santa Rosa Bajo, en donde también se ubica la planta de tratamiento de agua potable (PTAP). El sistema de distribución tiene dos sectores de abastecimiento correspondientes a cada uno de los reservorios y, por la topografía, presenta siete zonas de presión las cuales son manipuladas mediante siete válvulas reductoras de presión, las cuales que permitirán regular la presión de servicio en los rangos establecidos por el reglamento. El reservorio de 1100 m³, tiene un su sector de abastecimiento que está conformado por las zonas de presión 1, 5, 6 y 7. El reservorio 950 m³, abastece a su sector conformado por las zonas de presión 2, 3 y 4 (SEMAPA, 2023). Estas zonas de presión pueden visualizarse en la Figura 5.

Plano - zonas de presión del sistema de distribución de agua potable de la ciudad de Chota



3.1.2. Captaciones de agua utilizados en la PTAP en la ciudad de Chota

3.1.2.1. Captación Suro: Se encuentra ubicado en el Centro poblado de Cuyumalca, con coordenadas: N 9271394, E 764754, como se puede visualizar en el Anexo 29, esta captación está compuesta por una cámara de 5,45 m x 5,52 m x 2,20 m. Es una captación que funciona por gravedad, abastece a la ciudad de Chota solo en época de lluvias, debido a que en época de estiaje su caudal disminuye considerablemente (Vásquez, 2020).

3.1.2.2. Captación Zarza: Se encuentra ubicado en el Centro poblado de Cuyumalca, con coordenadas: N 9272141, E 764240, como se puede visualizar en el Anexo 30, las dimensiones de la captación tienen las siguientes medidas 5,52 m x 6,12 m x 2,20 m, al igual que la captación mencionada anteriormente, abastece a la ciudad de Chota solo en época de lluvias, debido a que en época de estiaje su caudal también disminuye considerablemente (Vásquez, 2020).

3.1.2.3. Captación Túnel Conchano: Se encuentra ubicada en el centro poblado del Campamento, Túnel Conchano y tiene como coordenadas: N 9281033, E 757880, como se puede visualizar en el Anexo 31. La estación de bombeo está compuesta de dos sistemas, un sistema antiguo con más de 30 años de funcionamiento, el cual cuenta con dos electrobombas una de 350 HP y otra electrobomba de 250 HP. El sistema nuevo tiene una antigüedad de 3 años y está compuesto por dos electrobombas de 350 HP. Estos dos sistemas son los encargados de impulsar 210 metros de columna de agua, hacia una cámara de carga, la cual posteriormente envía el agua mediante una línea de conducción de 315 mm hacia la planta de tratamiento, ubicada en el centro poblado de Santa Rosa bajo – Chota (Vásquez, 2020).

3.2. Materiales y Equipos

3.2.1. *Material y equipo de campo:*

3.2.1.1. GPS

- a. Modelo: Gps Map 65
- b. Marca: Garmin

3.2.1.2. Colorímetro digital

- a. Modelo: Pocket Colorimeter DR300
- b. Marca: Hach
- c. Serie: 22100B000381

3.2.1.3. Multiparámetro portátil, turbidímetro

- a. Modelo: Multiparámetro HI98194
- b. Marca: Hanna
- c. Serie: 05250018101

3.2.1.4. Cámara de teléfono

- a. Modelo: A31
- b. Marca: Samsung

3.2.1.5. Sobres DPD

- a. Lote: A0228
- b. Marca: Hach

3.2.1.6. Destilador de agua

- a. Marca: Eurotech
- b. Modelo: YAZD-5/10/20(WS)

3.2.1.7. Vaso de precipitado

- a. Capacidad: 500 mL

- b. Marca: Pyrex

3.2.1.8. Piseta

- a. Capacidad: 500 mL

3.2.1.9. Formatos de control de análisis fisicoquímicos y distancias

- a. Código: FC - PCO - 01 - TESIS

3.2.2. *Material y equipo de gabinete:*

Planos del sistema de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Chota.

3.3. Metodología

3.3.1. *Fase de campo*

3.3.1.1. Zona de muestreo. Se tomaron muestras de 500 mL de agua, en la red de distribución de agua potable en la ciudad de Chota.

Se ubicaron 05 puntos de muestreo en la red de distribución de agua potable de la ciudad de Chota, los cuales fueron distribuidos a una distancia promedio de 1000 m, así como lo realizó Baker (2016) en su investigación, en donde tomo muestras de agua en cada kilómetro, se inició la toma de muestras en la planta de tratamiento de agua potable y se analizó las muestras de forma inmediata, esto con el fin de no generar una reducción de la cantidad de cloro presente en el agua, la primera muestra fue analizada en el laboratorio de la planta de tratamiento de agua potable (Anexo 1), las muestras que fueron tomadas en la red de distribución de agua potable fueron analizadas in situ, utilizando los equipos fisicoquímicos proporcionados por la empresa SEMAPA.

Las muestras fueron tomadas antes del ingreso a las viviendas, con el fin de no alterar las características fisicoquímicas del agua, así como lo indica Kroeger (2023) en su investigación en donde tomo muestras de agua potable en grifos exteriores o hidrantes contra incendios ubicadas en diferentes partes del sistema de distribución, este muestreo fue realizado en 5 puntos ubicados en diferentes partes del sistema.

La primera muestra (cercana) fue tomada a la salida de la planta de tratamiento (Anexo 32), la segunda muestra (intermedia 1) fue tomada dentro de un rango de distancia comprendido entre 1000 m a 2000 m. La tercera muestra (intermedia 2) fue tomada dentro de un rango de distancia comprendido entre 2100 m a 3100 m. La cuarta muestra (intermedia 3) fue tomada dentro de un rango de distancia comprendido entre 3200 m a 4200 m. La quinta muestra (lejana) fue tomada dentro de un rango de distancia comprendido entre 4300 m a 5300 m. A continuación, se presenta en la Figura 6 los puntos de muestreo de agua potable en una imagen satelital de la ciudad de Chota.

Figura 6

Imagen satelital de la ciudad de Chota y puntos de nuestros de agua potable.



(Fuente: Google Maps, 2024).

3.3.1.2. Análisis de muestras de agua potable. Se evaluaron los siguientes parámetros:

3.3.1.2.1. Cloro residual libre. Este parámetro fue analizado utilizando el Método de análisis Dietil-p-fenilenodiamina (DPD), el cual se encuentra validado según la NTP 214.030:2001 (revisada el 2016). El procedimiento para este tipo de análisis fue el siguiente:

- a) Se purgó la válvula de agua potable durante 20 segundos, esto con el fin de que la muestra tomada sea representativa y no agua estancada.
- b) Se tomó en un vaso precipitado, una muestra de agua potable de 500 mL provenientes de la red de distribución de agua potable.
- c) La muestra de agua tomada fue colocada en el colorímetro digital HACH – DR 300 (Anexo 2) y se procedió a calibrar el colorímetro digital con la muestra en blanco (anexo 25 y 26).
- d) Luego de la calibración del equipo, se agregó el reactivo DPD a la muestra de agua potable, se agito hasta disolver completamente el reactivo en el agua y se colocó en el colorímetro digital para medir la concentración de cloro residual libre presente en la muestra de agua (anexos 3, 7, 11, 15 y 19).

3.3.1.2.2. Temperatura. Este parámetro fue medido utilizando el método estandarizado SMEWW-APHA- AWWAWEF. Part 2550 B. 24th 2023. El equipo utilizado para realizar el análisis fue un multiparámetro HI198195 marca HACH (anexos 5, 9, 13, 17 y 21), antes de realizar los análisis, el equipo fue calibrado utilizando la solución calibradora H19828 – 20 (anexos 27 y 28).

3.3.1.2.3. pH. Fue analizado utilizando el método estandarizado SMEWW-APHA-AWWAWEF. Part 4500 H+ B. 24th Edition 2023, Electrometric Method. El equipo utilizado para realizar el análisis fue un multiparámetro HI198195 marca HACH (anexos 4, 8,

12, 16 y 20), antes de realizar los análisis, el equipo fue calibrado utilizando la solución calibradora H19828 – 20 (anexos 27 y 28).

3.3.1.2.4. Conductividad. Este parámetro fue analizado utilizando el método estandarizado SMEWW-APHA- AWWAWEF. Part 2510 B, 24th Edition 2023, Laboratory Method. El equipo utilizado para los análisis fue el multiparámetro HI198195 marca HACH (anexos 4, 8, 12, 16 y 20), antes de realizar los análisis, el equipo fue calibrado utilizando la solución calibradora H19828 – 20 (anexos 27 y 28).

3.3.1.2.5. Turbidez. Este parámetro fue analizado utilizando el método estandarizado SMEWW-APHA- AWWAWEF Part 2130 B, 24th Edition 2023, Nephelometric Method. El equipo usado para realizar los análisis fue un turbidímetro modelo Hach 2100q (Anexo 4), antes de realizar los análisis, se calibró el equipo utilizando los viales de calibración de 20, 100 y 800 NTU, posteriormente se realizó la verificación del equipo utilizando el vial de 10 NTU (anexos 23 y 24), todo esto con el fin de obtener resultados confiables.

3.3.1.3. Registro de análisis. Los resultados obtenidos de todos los análisis realizados, fueron registrados en el formato de control de análisis fisicoquímicos de agua potable, el cual fue elaborado con el apoyo técnico del área de Ingeniería de la Dirección de SEMAPA – Chota.

3.3.1.4. Unidad de análisis, población y muestras. Fueron las siguientes:

3.3.1.4.1. Unidad de análisis. Muestras de 500 mL de agua potable tomada en puntos representativos de la red de distribución de agua potable.

3.3.1.4.2. Población. 10 006 conexiones domiciliarias de agua potable en la ciudad de Chota, según información proporcionada por la empresa (Anexo 65).

3.3.1.4.3. Muestra: Se tomaron y analizaron 370 muestras de agua potable, que fue calculado mediante la fórmula para hallar el tamaño de muestra para una población finita y a continuación muestro los cálculos realizados.

n =	$N * Z^2 * p * (1-p)$
	$(N-1) * e^2 + Z^2 * p * (1-p)$

Donde:

n = Tamaño de la muestra que deseamos calcular.

N = Tamaño de la población.

e = Margen de error (porcentaje expresado con decimales 5 % = 0,05)

z = Puntuación z (1,96 para un nivel de confianza del 95 %)

p = Es la proporción que esperamos encontrar el valor es 0,5.

n =	$10\ 006 * 1,96^2 * 0,5 * (1 - 0,5)$
	$(10\ 006-1) * 0,05^2 + 1,96^2 * 0,5 * (1-0,5)$
n =	370

3.3.2. Fase de gabinete.

Concluida la fase de campo, los datos obtenidos al realizar los análisis de cloro residual libre, temperatura, turbidez, conductividad y pH en el agua potable, fueron analizados y procesados, utilizando los programas estadísticos, IBM SPSS Statistics 25 con el cual se pudo hallar el modelamiento del decaimiento de cloro residual libre, la variaciones y comparaciones de cloro residual libre y el tipo de correlación que existe entre las variables estudiadas.

3.3.2.1. Diseño estadístico. En este trabajo de investigación se utilizó el diseño estadístico correlacional, el cual consiste en determinar la relación que exista entre las variables de estudio: distancia recorrida del agua potable y las variables analizadas en el agua potable; cloro residual, turbidez, conductividad, temperatura, pH. Identificando el tipo de correlación que existe entre estas variables, si en caso los parámetros: cloro residual, turbidez, conductividad, temperatura y pH, aumentan en relación a la distancia recorrida, se trataría de una correlación positiva, por lo contrario, si los resultados de los parámetros de estudio

disminuyen en relación a la distancia recorrida del agua potable, el tipo de correlación sería negativa. Si los resultados obtenidos no presentan una correlación positiva o negativa, se concluye que entre las variables de estudio no existe correlación.

3.3.2.1.1. Correlación de Pearson. Para el presente estudio se empleó el coeficiente de correlación de Pearson para las variables que presentaron una distribución normal, esto con el fin de evaluar la relación entre las variables de estudio. Esta prueba estadística permite identificar la dirección y la intensidad de la asociación entre variables, considerando como significativa toda correlación con un valor de $p < 0,05$ (95 % de confianza) y como altamente significativa aquella con $p < 0,01$ (99 % de confianza). El análisis de datos se efectuó mediante el software IBM SPSS®, el cual presenta los coeficientes de correlación en tablas, señalando con un asterisco (*) los valores significativos al 0,05 y con dos asteriscos (**) los significativos al 0,01 (Hernández et al., 2010).

3.3.2.1.2. Correlación de Spearman. Esta prueba fue aplicada a la variable que obtuvieron en la prueba de normalidad realizada en el software IBM SPSS, valores de significancia menores a 0,05; lo que evidenció que los datos no seguían una distribución normal. Por ello, se optó por utilizar el coeficiente de correlación de Spearman, que resulta adecuado para datos no paramétricos. Este coeficiente mide la fuerza y dirección de la relación entre variables a partir de sus rangos, con valores que van de $-1,00$ a $+1,00$ (Schober & Vetter, 2020).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Concentración de cloro residual en el agua potable a la salida de la planta de tratamiento de la ciudad de Chota.

A continuación, se presentan los datos obtenidos al analizar la concentración cloro residual libre en el agua potable, durante los meses de diciembre del año 2022 y los meses de enero, febrero y marzo del año 2023, a una distancia cercana, intermedia 1, intermedia 2, intermedia 3, y lejana.

Tabla 6

Concentración de cloro residual libre en el agua potable a diferentes distancias, en relación a la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Chota, diciembre 2022.

Día	Fecha D/M/A	0 (m)	1071 (m)	2078 (m)	3220 (m)	4363 (m)
		Concentración de Cloro residual libre (mg/L)				
1	1/12/2022	1,05	0,99	0,8	0,73	0,61
2	2/12/2022	1,07	0,92	0,83	0,61	0,46
3	3/12/2022	1,12	0,9	0,82	0,66	0,49
4	5/12/2022	1,32	0,96	0,84	0,7	0,59
5	6/12/2022	1,19	0,91	0,83	0,72	0,53
6	7/12/2022	1,1	0,83	0,79	0,6	0,52
7	8/12/2022	1,16	0,96	0,72	0,56	0,47
8	9/12/2022	1,18	1,04	0,88	0,74	0,61
9	10/12/2022	1,22	0,98	0,74	0,68	0,52
10	12/12/2022	1,19	1,04	0,86	0,71	0,56
11	13/12/2022	1,22	1,07	0,92	0,72	0,61
12	14/12/2022	1,16	1,04	0,9	0,81	0,68
13	15/12/2022	1,21	1,05	0,89	0,74	0,59
14	16/12/2022	1,19	1	0,85	0,69	0,54
15	17/12/2022	1,19	1,04	0,89	0,73	0,6
16	19/12/2022	1,18	0,99	0,79	0,64	0,46
17	20/12/2022	1,19	1	0,82	0,67	0,49
18	21/12/2022	1,34	1,18	0,99	0,84	0,66
19	22/12/2022	1,18	1,03	0,88	0,74	0,56
20	23/12/2022	1,26	1,11	0,94	0,79	0,64
21	26/12/2022	1,31	1,16	1,02	0,86	0,7
22	27/12/2022	1,3	1,18	1,02	0,86	0,71
23	28/12/2022	1,26	1,1	0,94	0,8	0,66
24	29/12/2022	1,18	1,03	0,85	0,71	0,49

Nota. Datos obtenidos al procesar los resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, de los anexos 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46 y 47.

En la Tabla 6, se observan todos los resultados obtenidos del cloro residual libre en agua potable a diferentes distancias, durante el mes de diciembre del año 2022.

En el mes de diciembre 2022, las concentraciones de cloro residual libre disminuyen desde 1,05–1,34 mg/L en el punto más cercano a la dosificación (0 m) hasta 0,46–0,71 mg/L en el punto más alejado (4363 m), evidenciando una pérdida progresiva del desinfectante a lo largo de la red de distribución.

Tabla 7

Concentración de cloro residual libre en el agua potable a diferentes distancias, en relación a la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Chota, enero 2023.

Día	Fecha D/M/A	0 (m)	1071 (m)	2078 (m)	3220 (m)	4363 (m)
		Concentración de Cloro residual libre (mg/L)				
1	3/01/2023	1,2	1,02	0,84	0,65	0,47
2	4/01/2023	1,12	0,94	0,84	0,72	0,46
3	5/01/2023	1,1	0,91	0,74	0,58	0,4
4	6/01/2023	1,25	1,07	0,89	0,71	0,55
5	9/01/2023	1,22	1,03	0,86	0,69	0,5
6	10/01/2023	1,3	1,1	0,93	0,75	0,59
7	11/01/2023	1,15	0,97	0,8	0,6	0,43
8	12/01/2023	1,19	1	0,82	0,65	0,46
9	13/01/2023	1,23	1,04	0,87	0,69	0,51
10	16/01/2023	1,21	1,02	0,86	0,68	0,49
11	17/01/2023	1,2	1,02	0,85	0,66	0,47
12	18/01/2023	1,22	1,03	0,86	0,67	0,5
13	19/01/2023	1,23	1	0,86	0,69	0,5
14	20/01/2023	1,19	0,99	0,82	0,63	0,47
15	21/01/2023	1,21	1,02	0,84	0,66	0,49
16	23/01/2023	1,31	1,14	0,94	0,78	0,6
17	24/01/2023	1,21	1,04	0,85	0,67	0,49
18	25/01/2023	1,18	1,01	0,81	0,63	0,48
19	26/01/2023	1,19	1,02	0,84	0,66	0,49
20	27/01/2023	1,2	1,03	0,85	0,68	0,51
21	30/01/2023	1,22	1,04	0,88	0,7	0,53

Nota. Datos obtenidos al procesar los resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, de los anexos 48, 49, 50, 51, 52, 53 y 54.

En la Tabla 7, se observan todos los resultados obtenidos del cloro residual libre en agua potable a diferentes distancias, durante el mes de enero del año 2023.

En el mes de enero 2023, las concentraciones de cloro residual libre en la red de distribución mostraron una disminución progresiva desde 1,10–1,31 mg/L en el punto más cercano a la dosificación (0 m) hasta 0,40–0,60 mg/L en el punto más alejado (4363 m), reflejando el consumo del desinfectante a lo largo de la red.

Tabla 8

Concentración de cloro residual libre en el agua potable a diferentes distancias, en relación a la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Chota, febrero 2023.

Día	Fecha D/M/A	0 (m)	1071 (m)	2078 (m)	3220 (m)	4363 (m)
		Concentración de Cloro residual libre (mg/L)				
1	1/02/2023	1,02	0,9	0,7	0,61	0,46
2	2/02/2023	1,17	1,02	0,8	0,62	0,45
3	3/02/2023	1,12	0,91	0,81	0,65	0,48
4	6/02/2023	1,22	0,99	0,8	0,71	0,55
5	7/02/2023	1,2	0,93	0,82	0,7	0,55
6	8/02/2023	1,12	0,86	0,78	0,62	0,5
7	9/02/2023	1,1	0,9	0,71	0,57	0,47
8	10/02/2023	1,2	1,04	0,89	0,75	0,61
9	13/02/2023	1,21	0,99	0,71	0,67	0,53
10	14/02/2023	1,18	0,97	0,84	0,69	0,55
11	15/02/2023	1,21	1,05	0,9	0,7	0,59
12	16/02/2023	1,18	0,98	0,85	0,7	0,55
13	17/02/2023	1,22	1,03	0,9	0,73	0,58
14	20/02/2023	1,2	1,01	0,84	0,68	0,55
15	21/02/2023	1,18	1,03	0,88	0,72	0,61
16	22/02/2023	1,19	0,99	0,77	0,62	0,52
17	23/02/2023	1,2	1	0,8	0,68	0,52
18	24/02/2023	1,21	1,04	0,88	0,75	0,57
19	27/02/2023	1,19	1,04	0,89	0,73	0,57
20	28/02/2023	1,2	1,02	0,89	0,77	0,59

Nota. Datos obtenidos al procesar los resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, de los anexos 55, 56, 57, 58, 59, 60 y 61.

En la Tabla 8, se observan todos los resultados obtenidos del cloro residual libre en agua potable a diferentes distancias, durante el mes de febrero del año 2023.

Durante febrero de 2023, las concentraciones de cloro residual libre en la red de distribución presentaron un promedio de 1,18 mg/L en el punto más cercano a la dosificación (0 m) y 0,55 mg/L en el punto más alejado (4363 m), evidenciando una disminución progresiva del desinfectante a lo largo de la red.

Tabla 9

Concentración de cloro residual libre en el agua potable a diferentes distancias, en relación a la planta de tratamiento de agua potable, marzo 2023.

Día	Fecha D/M/A	0 (m)	1071 (m)	2078 (m)	3220 (m)	4363 (m)
		Concentración de Cloro residual libre (mg/L)				
1	1/03/2023	1,16	1,04	0,91	0,8	0,61
2	2/03/2023	1,19	1,01	0,82	0,67	0,52
3	3/03/2023	1,22	1	0,86	0,7	0,51
4	6/03/2023	1,18	0,99	0,85	0,72	0,56
5	7/03/2023	1,21	1,05	0,89	0,72	0,6
6	8/03/2023	1,21	1,04	0,9	0,73	0,61
7	9/03/2023	1,19	1,02	0,83	0,7	0,55
8	10/03/2023	1,18	0,97	0,84	0,71	0,57
9	13/03/2023	1,2	1,01	0,82	0,69	0,61

Nota. Datos obtenidos al procesar los resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, de los anexos 62, 63 y 64.

En la Tabla 9, se observan todos los resultados obtenidos del cloro residual libre en agua potable a diferentes distancias, durante el mes de marzo del año 2023.

Durante marzo de 2023, las concentraciones de cloro residual libre en la red de distribución presentaron un promedio de 1,19 mg/L en el punto más cercano a la dosificación (0 m) y 0,57 mg/L en el punto más alejado (4363 m), se evidencia una disminución progresiva del desinfectante a lo largo de la red, aunque manteniéndose dentro de niveles adecuados para garantizar la desinfección del agua potable.

4.1.1. Análisis estadístico del cloro residual libre en función a la distancia recorrida del agua potable y el mes de muestreo, diciembre 2022 a marzo 2023.

Tabla 10

Estadísticos descriptivos del cloro residual libre (mg/L) según distancia recorrida del agua potable de diciembre 2022 a marzo 2023.

Distancia del recorrido (m)	N	Media (mg/L)	Desviación estándar
0 m	74	1,19405	0,0564
1071 m	74	1,01054	0,0647
2068 m	74	0,84919	0,0629
3220 m	74	0,69689	0,0622
4363 m	74	0,54054	0,0651

Nota. Los valores corresponden al promedio del cloro residual libre medido en la red de distribución de agua potable de la ciudad de Chota.

Los resultados muestran una disminución progresiva del cloro residual libre conforme aumenta la distancia del recorrido del agua potable, observándose el valor más alto en el punto de inicio de la red (0 m) y el valor más bajo en el punto más alejado (4363 m).

Este comportamiento es consistente con el proceso de decaimiento del cloro en los sistemas de distribución de agua potable. A medida que el agua recorre la red, el cloro residual se consume progresivamente debido a reacciones con la materia orgánica presente, el desarrollo de biofilm y la interacción con las paredes de las tuberías. En este sentido, el aumento del tiempo de contacto y de la longitud del recorrido hidráulico favorece la disminución del cloro residual libre, fenómeno considerado inevitable en sistemas de distribución extensos (OMS, 2022).

Tabla 11

Estadísticos descriptivos del cloro residual libre (mg/L) según mes de muestreo en la red de distribución de diciembre 2022 a marzo 2023.

Mes de muestreo	N	Media (mg/L)	Desviación estándar
Diciembre 2022	120	0,87625	0,23384
Enero 2023	105	0,84914	0,25561
Febrero 2023	100	0,84150	0,23051
Marzo 2023	45	0,86867	0,22550

Nota. Los tamaños muestrales son desiguales; SPSS utilizó la media armónica en las pruebas post hoc.

Se observa una variación moderada del cloro residual libre entre los meses evaluados, con valores ligeramente menores en enero y febrero, y valores relativamente mayores en diciembre y marzo.

Las variaciones mensuales del cloro residual libre pueden estar asociadas a factores operativos y ambientales del sistema de distribución, como cambios en la temperatura del agua, variaciones en la demanda y ajustes en la dosificación del desinfectante. No obstante, estas diferencias temporales son menores en comparación con el efecto de la distancia a lo largo de la red, lo que indica una adecuada estabilidad operacional del sistema de desinfección (OMS, 2022).

Tabla 12

Prueba de homogeneidad de varianzas (Levene) del cloro residual libre (mg/L) según distancia recorrida y mes en la red de distribución de agua potable, diciembre 2022 a marzo 2023.

Método de cálculo del estadístico de Levene	Estadístico	gl1	gl2	Sig.
Basado en la media	2,906	19	350	,001
Basado en la mediana	2,671	19	350	,001
Basado en la mediana con gl ajustado	2,671	19	275,066	,001
Basado en la media recortada	2,899	19	350	,001

Nota. Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. Variable dependiente: Cloro residual libre (mg/L)

Diseño: Intersección + Distancia + Mes + Distancia * Mes

La prueba de Levene indica que no se cumple estrictamente el supuesto de homogeneidad de varianzas ($p < .05$).

Si bien la prueba de Levene indicó que el supuesto de homogeneidad de varianzas no se cumple de manera estricta ($p < .05$), se optó por continuar con el análisis de varianza de dos vías. Esta decisión se fundamenta en que el ANOVA es considerado un método estadístico robusto frente a desviaciones moderadas de este supuesto, especialmente cuando se cuenta con tamaños muestrales amplios y relativamente equilibrados entre los grupos evaluados. Bajo estas condiciones, los resultados obtenidos pueden considerarse estadísticamente válidos y confiables (Field, 2018).

Tabla 13

Resultados del ANOVA de efectos inter - sujetos de dos vías del cloro residual libre (mg/L) según distancia y mes de muestreo, diciembre 2022 a marzo 2023.

Variable dependiente: Cloro residual libre (mg/L)						
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado
Modelo corregido	19,619 ^a	19	1,033	286,582	,000	,940
Intersección	235,687	1	235,687	65412,363	,000	,995
Distancia	16,671	4	4,168	1156,684	,000	,930
Mes	,081	3	,027	7,450	,000	,060
Distancia * Mes	,075	12	,006	1,745	,056	,056
Error	1,261	350	,004			
Total	293,415	370				
Total, corregido	20,880	369				

a. R al cuadrado = .940 (R al cuadrado ajustada = .936)

El análisis evidenció que el mes de muestreo tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre las concentraciones de cloro residual libre; sin embargo, el tamaño de dicho efecto fue reducido (η^2 parcial = 0,060). Esto sugiere que, si bien existen variaciones temporales en el sistema, su influencia es menor en comparación con el efecto asociado a la distancia dentro de la red de distribución de agua potable

Por otro lado, la interacción distancia por mes no fue estadísticamente significativa ($p = .056$), lo que sugiere que el patrón de disminución del cloro residual se mantiene relativamente constante entre los meses evaluados. Esto indica una estabilidad estructural del sistema de distribución, donde la pérdida de cloro depende principalmente del recorrido hidráulico y no del periodo de muestreo.

Estos resultados confirman que la pérdida de cloro residual depende principalmente de la distancia recorrida dentro de la red de distribución, independientemente del mes evaluado. La ausencia de una interacción estadísticamente significativa sugiere que el patrón de decaimiento del cloro se mantiene relativamente constante a lo largo del tiempo, reflejando un comportamiento hidráulico y químico estable del sistema. Este comportamiento indica que, en sistemas con condiciones operativas estables, el consumo de cloro está dominado por el tiempo de contacto y el recorrido hidráulico del agua en la red (OMS, 2022).

Tabla 14

Comparaciones múltiples de Tukey del cloro residual libre (mg/L) según distancia del recorrido de diciembre 2022 a marzo 2023.

		Cloro residual libre (mg/L)				
		HSD Tukey^{a,b}				
Distancia recorrida del agua potable (m)	N	Subconjunto				
		1	2	3	4	5
4363 m	74	,54054				
3220 m	74		,69689			
2068 m	74			,84919		
1071 m	74				1,01054	
0 m	74					1,19405
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = .004.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 74.000.

b. Alfa = .05.

Nota. Todas las comparaciones entre distancias fueron significativas ($p < .05$).

Los resultados muestran que la distancia del recorrido del agua potable tiene un efecto altamente significativo sobre la concentración de cloro residual libre, evidenciando un decaimiento progresivo del desinfectante a lo largo de la red de distribución. Este comportamiento coincide con lo señalado por la Organización Mundial de la Salud, que indica

que el cloro se consume gradualmente durante su transporte debido a reacciones con la materia orgánica, el biofilm y las superficies internas de las tuberías (OMS, 2022).

Tabla 15

Comparaciones múltiples de Tukey del cloro residual libre (mg/L) según mes de muestreo de diciembre 2022 a marzo 2023.

Cloro residual libre (mg/L)				
HSD Tukey^{a,b,c}				
Mes de muestreo	N	Subconjunto		
		1	2	3
Febrero 2023	100	,84150		
Enero 2023	105	,84914	,84914	
Marzo 2023	45		,86867	,86867
Diciembre 2022	120			,87625
Sig.		,852	,170	,855

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = .004.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 79.873.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

c. Alfa = .05.

Las comparaciones múltiples mediante Tukey HSD mostraron que no existen diferencias significativas en los niveles de cloro residual libre entre los meses de diciembre 2022 a marzo 2023 ($p > 0,05$). Esto indica que, aunque hay ligeras variaciones de media mensual, la red de distribución mantiene una estabilidad temporal adecuada del cloro residual. Por lo tanto, las comparaciones por distancia mostraron diferencias significativas, lo que confirma que la pérdida de cloro depende principalmente distancia recorrida del agua potable y no del mes de muestreo.

4.1.2. Modelado mensual del decaimiento del cloro residual libre en la red de agua potable de Chota, mediante un modelo de primer orden utilizando medias de concentración por distancia (diciembre 2022 a marzo 2023).

Para estudiar cómo disminuye el cloro residual en la red de agua potable de Chota entre diciembre de 2022 y marzo de 2023, se utilizó un modelo de primer orden. Esto se basa en que la pérdida de cloro suele ser proporcional a su concentración en el tiempo que permanece en las tuberías, lo que permite describir el decaimiento de manera simple y confiable. (Metcalf & Eddy, 2014).

La ecuación que empleada fue:

$$\frac{dC}{dx} = -kC$$

donde:

- C = concentración de cloro residual libre (mg/L)
- x = distancia recorrida por el agua (m)
- k = constante de decaimiento (m^{-1})
- El signo negativo indica disminución de la concentración con la distancia.

La ecuación diferencial se reorganiza separando las variables C y x :

$$\frac{1}{C} dC = -k dx$$

Se integra ambos lados de la ecuación:

$$\int \frac{1}{C} dC = \int -k dx$$

Lo que da como resultado:

$$\ln(C) = -k + constante$$

Para determinar la constante, se aplica la condición inicial:

- Cuando $x = 0$, la concentración es $C = C_0$

Sustituyendo:

$$\ln(C_0) = -k(O) + constante$$

$$constante = \ln(C_0)$$

Reemplazando la constante en la ecuación integrada:

$$\ln(C) = \ln(C_0) - kx \rightarrow k = \frac{\ln(C_0) - \ln C(x)}{x}$$

Aplicando exponencial a ambos lados:

$$e^{\ln(C)} = e^{\ln(C_0) - kx}$$

$$C = C_0 e^{-kx}$$

Ecuación final del modelo de primer orden:

$$C(x) = C_0 e^{-kx}$$

En esta fórmula, C(x) representa la concentración de cloro residual libre a lo largo de la distancia “x” desde la planta de tratamiento, C₀ es la concentración inicial al inicio de la red y k es la constante de decaimiento que refleja la velocidad de la reacción. Este enfoque permite estimar la concentración promedio de cloro residual libre en distintos puntos de la red de agua potable.

Tabla 16

Tabla de medias de cloro residual libre por distancia y mes empleadas en el modelado de decaimiento de primer orden.

Distancia desde la PTAP (m)	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
	Concentración de cloro residual libre (mg/L)			
0	1.19875	1.20619	1.17600	1.19333
1071	1.02125	1.02095	0.98500	1.01444
2068	0.86708	0.85000	0.82300	0.85778
3220	0.72125	0.67381	0.68350	0.71556
4363	0.57292	0.49476	0.54000	0.56222

Nota. Las medias presentadas se usaron para calcular el decaimiento de cloro residual

mediante un modelo de primer orden.

Tabla 17

Ecuación de primer orden para concentración de cloro residual libre y distancia recorrida del agua potable en la ciudad de Chota, durante el mes de diciembre 2022.

Distancia (m)	C (mg/L)	ln(C)
0	1.19875	0.1812
1071	1.02125	0.0210
2068	0.86708	-0.1432
3220	0.72125	-0.3275
4363	0.57292	-0.5572

Nota. C corresponde a la concentración promedio de cloro residual libre (mg/L). Los valores de ln(C) fueron obtenidos mediante transformación logarítmica natural y se utilizaron para el ajuste del modelo de decaimiento de primer orden.

Cálculo de k:

$$k = \frac{\ln(C_0) - \ln(C_x)}{x} = \frac{0.1812 - (-0.5572)}{4363} = 0.000169 \text{ m}^{-1}$$

Ecuación de decaimiento ajustada:

$$C(x) = 1.19875 e^{-0.000169 x}$$

La ecuación indica que el cloro residual libre disminuye de forma exponencial conforme aumenta la distancia desde la planta de tratamiento. El valor de $C_0 = 1.19875 \text{ mg/L}$ representa una concentración inicial adecuada para garantizar la desinfección en el inicio de la red.

La constante de decaimiento $k = 0.000169 \text{ m}^{-1}$ refleja un decaimiento moderado, lo que sugiere que el cloro mantiene una estabilidad razonable a lo largo de la red. La reducción progresiva del cloro es consistente con procesos normales de consumo por reacciones con materia orgánica, paredes de tuberías y posibles biofilms.

Este comportamiento es típico en redes de distribución urbana y concuerda con lo reportado en la literatura para sistemas con características similares. El valor de “k” obtenido indica que, durante diciembre, las condiciones hidráulicas y de calidad del agua permitieron

una adecuada conservación del cloro residual, asegurando la protección sanitaria del agua distribuida.

Tabla 18

Ecuación de primer orden para concentración de cloro residual libre y distancia recorrida del agua potable en la ciudad de Chota, durante el mes de enero 2023.

Distancia (m)	C (mg/L)	ln(C)
0	1.20619	0.1876
1071	1.02095	0.0207
2068	0.85000	-0.1625
3220	0.67381	-0.3950
4363	0.49476	-0.7036

Nota. C corresponde a la concentración promedio de cloro residual libre (mg/L). Los valores de ln(C) fueron obtenidos mediante transformación logarítmica natural y se utilizaron para el ajuste del modelo de decaimiento de primer orden.

Cálculo de k:

$$k = \frac{\ln(C_0) - \ln(C_x)}{x} = \frac{0.1876 - (-0.7036)}{4363} = 0.000206 \text{ m}^{-1}$$

Ecuación de decaimiento ajustada:

$$C(x) = 1.20619 e^{-0.000206 x}$$

La ecuación muestra una mayor pendiente de decaimiento en comparación con diciembre, evidenciando una pérdida más rápida del cloro residual a lo largo de la red.

La constante $k = 0.000206 \text{ m}^{-1}$ es la más alta entre los meses evaluados, lo que indica una mayor velocidad de consumo del cloro. Esto puede estar asociado a factores como incremento de temperatura, mayor demanda de agua, aumento de carga orgánica o mayor tiempo de permanencia del agua en la red.

El mayor decaimiento observado en enero coincide con condiciones típicas de periodos cálidos, donde las reacciones químicas y biológicas se aceleran. Este resultado resalta la necesidad de un control más estricto de la dosificación de cloro en este periodo, para evitar que

las concentraciones en los puntos más alejados de la red caigan por debajo de los valores recomendados.

Tabla 19

Ecuación de primer orden para concentración de cloro residual libre y distancia recorrida del agua potable en la ciudad de Chota, durante el mes de febrero 2023.

Distancia (m)	C (mg/L)	ln(C)
0	1.17600	0.1622
1071	0.98500	-0.0151
2068	0.82300	-0.1947
3220	0.68350	-0.3807
4363	0.54000	-0.6162

Nota. C corresponde a la concentración promedio de cloro residual libre (mg/L). Los valores de ln(C) fueron obtenidos mediante transformación logarítmica natural y se utilizaron para el ajuste del modelo de decaimiento de primer orden.

Cálculo de k:

$$k = \frac{\ln(C_0) - \ln(C_x)}{x} = \frac{0.1622 - (-0.6162)}{4363} = 0.000166 \text{ m}^{-1}$$

Ecuación de decaimiento ajustada:

$$C(x) = 1.17600 e^{-0.000166 x}$$

La ecuación indica un patrón de decaimiento similar al observado en diciembre, con una disminución gradual del cloro a lo largo de la red.

El valor de $k = 0.000166 \text{ m}^{-1}$ sugiere una estabilidad relativa del cloro residual, se evidencia que la velocidad de consumo fue menor que en enero. Esto indica condiciones más favorables para la conservación del desinfectante.

Los resultados sugieren que durante febrero la red presentó condiciones hidráulicas y de calidad del agua más estables. La similitud del valor de “k” con el de diciembre refuerza la idea de que el modelo de primer orden es adecuado para describir el comportamiento del cloro en la red, siempre que las condiciones operativas no varíen significativamente.

Tabla 20

Ecuación de primer orden para concentración de cloro residual libre y distancia recorrida del agua potable en la ciudad de Chota, durante el mes de marzo 2023.

Distancia (m)	C (mg/L)	ln(C)
0	1.19333	0.1769
1071	1.01444	0.0143
2068	0.85778	-0.1536
3220	0.71556	-0.3347
4363	0.56222	-0.5758

Nota. C corresponde a la concentración promedio de cloro residual libre (mg/L).

Los valores de ln(C) fueron obtenidos mediante transformación logarítmica natural y se utilizaron para el ajuste del modelo de decaimiento de primer orden.

Cálculo de k:

$$k = \frac{\ln(C_0) - \ln(C_x)}{x} = \frac{0.1769 - (-0.5758)}{4363} = 0.000164 \text{ m}^{-1}$$

Ecuación de decaimiento ajustada:

$$C(x) = 1.19333 e^{-0.000164 x}$$

La ecuación refleja el menor decaimiento del cloro residual entre los meses analizados, evidenciando una mayor permanencia del desinfectante en la red.

La constante $k = 0.000164 \text{ m}^{-1}$ es la más baja del periodo de estudio, lo que indica una pérdida lenta del cloro. Esto puede deberse a una menor carga orgánica, condiciones hidráulicas más uniformes o menor actividad biológica en la red.

El comportamiento observado en marzo es favorable desde el punto de vista sanitario, ya que permite mantener concentraciones adecuadas de cloro residual incluso en los puntos más alejados. Este resultado demuestra que, bajo condiciones adecuadas, la red de distribución de Chota puede conservar eficientemente el cloro residual.

Las ecuaciones obtenidas permitirán describir el decaimiento del cloro residual libre a lo largo de la red de distribución, asumiendo una cinética de primer orden, ampliamente utilizada en estudios de desinfección en sistemas de agua potable.

4.2. Variación de la concentración de cloro residual libre en el agua potable.

A continuación, se presentan los datos de las variaciones de cloro residual, después de un recorrido cercano, intermedio, intermedio 1, intermedio 2, intermedio 3 y lejano en relación a la planta de tratamiento de la ciudad de Chota, durante los meses de diciembre del año 2022 y los meses de enero, febrero y marzo del año 2023.

Tabla 21

Datos estadísticos descriptivos de cloro residual libre y distancia recorrida del agua potable: diciembre 2022.

Descriptivos				
	DISTANCIA (m)		Estadístico	Variación promedio (mg/L)
CLORO (mg/L)	,00	Media	1,1988	0,0
		Mínimo	1,05	
		Máximo	1,34	
	1071,00	Media	1,0213	0,178
		Mínimo	,83	
		Máximo	1,18	
	2068,00	Media	,8671	0,154
		Mínimo	,72	
		Máximo	1,02	
	3220,00	Media	,7213	0,146
		Mínimo	,56	
		Máximo	,86	
	4363,00	Media	,5729	0,148
		Mínimo	,46	
		Máximo	,71	
Promedio				0,157 mg/L

Nota. Datos obtenidos al procesar los resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, de los anexos 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46 y 47.

En la Tabla 21 se observa que existe un decaimiento promedio de 0,157 mg/L de cloro residual libre, entre las distancias establecidas que recorre el agua potable en la ciudad de Chota. Según los resultados obtenidos en el trabajo de investigación realizado por Espinoza

(2021), se evidenció que también existe un decaimiento del parámetro cloro residual libre según la distancia que recorre el agua potable, obteniendo en su primero y último punto de muestreo 0,80 mg/L y 0,40 mg/L de cloro residual libre respectivamente, a diferencia de los resultados promedio obtenidos en la Tabla 6 en donde se obtuvo en el primer y último punto de muestreo 1,34 mg/L y 0,46 mg/L de cloro residual libre respectivamente.

Tabla 22

Datos estadísticos descriptivos de cloro residual libre y distancia recorrida del agua potable, enero 2023.

Descriptivos				
DISTANCIA (m)		Estadístico		Variación promedio (mg/L)
CLORO (mg/L)	,00	Media	1,2062	0,0
		Mínimo	1,10	
		Máximo	1,31	
	1071,00	Media	1,0210	0,185
		Mínimo	0,91	
		Máximo	1,14	
	2068,00	Media	0,8500	0,171
		Mínimo	0,74	
		Máximo	0,94	
	3220,00	Media	0,6738	0,176
		Mínimo	0,58	
		Máximo	0,78	
	4363,00	Media	0,4948	0,179
		Mínimo	0,40	
		Máximo	0,60	
Promedio				0.178 mg/L

Nota. Datos obtenidos al procesar los resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, de los anexos 48, 49, 50, 51, 52, 53 y 54.

En la Tabla 22 se observa que existe un decaimiento promedio de 0,178 mg/L de cloro residual libre, entre las distancias establecidas que recorre el agua potable en la ciudad de Chota. Según los resultados obtenidos en el trabajo de investigación realizado por Espinoza (2021), se evidenció que también existe un decaimiento del parámetro cloro residual libre según la distancia que recorre el agua potable, obteniendo en su primero y último punto de muestreo 0,80 mg/L y 0,40 mg/L de cloro residual libre respectivamente, en los resultados

obtenidos en la Tabla 7 en donde se obtuvo valores máximos y mínimos de 1,31 mg/L y 0,40 mg/L de cloro residual libre respectivamente.

Tabla 23

Datos estadísticos descriptivos de cloro residual libre y distancia recorrida, durante el mes de febrero 2023.

Descriptivos				
DISTANCIA (m)		Estadístico		Variación promedio (mg/L)
CLORO (mg/L)	,00	Media	1,1760	0,0
		Mínimo	1,02	
		Máximo	1,22	
	1071,00	Media	0,9850	0,191
		Mínimo	0,86	
		Máximo	1,05	
	2068,00	Media	0,8230	0,162
		Mínimo	0,70	
		Máximo	0,90	
	3220,00	Media	0,6835	0,140
		Mínimo	0,57	
		Máximo	0,77	
	4363,00	Media	0,5400	0,144
		Mínimo	0,45	
		Máximo	0,61	
Promedio				0,159 mg/L

Nota. Datos obtenidos al procesar los resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, de los anexos 55, 56, 57, 58, 59, 60 y 61.

En la Tabla 23 se observa que existe un decaimiento promedio de 0,159 mg/L de cloro residual libre, entre las distancias establecidas que recorre el agua potable en la ciudad de Chota. Según los resultados obtenidos en el trabajo de investigación realizado por Espinoza (2021), se evidenció que también existe un decaimiento del parámetro cloro residual libre según la distancia que recorre el agua potable, obteniendo en su primero y último punto de muestreo 0,80 mg/L y 0,40 mg/L de cloro residual libre respectivamente, a diferencia de los resultados promedio obtenidos en la Tabla 8 en donde se obtuvo en el primer y último punto de muestreo 1,22 mg/L y 0,45 mg/L de cloro residual libre respectivamente.

Tabla 24

Datos estadísticos descriptivos de cloro residual libre y distancia recorrida: marzo 2023.

		Descriptivos	
DISTANCIA(m)		Estadístico	Variación promedio (mg/L)
CLORO (mg/L) ,00	Media	1,1933	0,0
	Mínimo	1,16	
	Máximo	1,22	
1071,00	Media	1,0144	0,179
	Mínimo	0,97	
	Máximo	1,05	
2068,00	Media	0,8578	0,157
	Mínimo	0,82	
	Máximo	0,91	
3220,00	Media	0,7156	0,142
	Mínimo	0,67	
	Máximo	0,80	
4363,00	Media	0,5622	0,153
	Mínimo	0,51	
	Máximo	0,61	
		Promedio	0,158 mg/L

Nota. Datos obtenidos al procesar los resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, de los anexos 62, 63 y 64.

En la Tabla 24 se observa que existe un decaimiento promedio de 0,158 mg/L de cloro residual libre, entre las distancias establecidas que recorre el agua potable en la ciudad de Chota. Según los resultados obtenidos en el trabajo de investigación realizado por Espinoza (2021), se evidenció que también existe un decaimiento del parámetro cloro residual libre según la distancia que recorre el agua potable, obteniendo en su primero y último punto de muestreo 0,80 mg/L y 0,40 mg/L de cloro residual libre respectivamente, a diferencia de los resultados promedio obtenidos en la Tabla 9 en donde se obtuvo en el primer y último punto de muestreo 1,22 mg/L y 0,51 mg/L de cloro residual libre respectivamente.

4.3. Comparación de los niveles de cloro residual libre en agua potable, con los límites máximos permisibles establecidos en el DS N° 031-2010-SA.

A continuación, se comparan los resultados obtenidos de cloro residual libre en agua potable, durante los meses de diciembre del año 2022 y los meses de enero, febrero y marzo

del año 2023, a una distancia cercana, intermedia 1, intermedia 2, intermedia 3, y lejana., con los niveles de cloro residual libre establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

Tabla 25

Valores máximos y mínimos obtenidos de cloro residual libre en agua potable, durante el mes de diciembre 2022 y límites máximos permisibles según el DS N° 031-2010-SA.

Ítem	Numero de resultados procesados	Concentración de Cloro residual libre (mg/L)			
		Valor máximo obtenido (primer punto)	Valor mínimo obtenido (último punto)	Límite máximo permisible DS N° 031-2010-SA.	Límite mínimo permisible DS N° 031-2010-SA.
1	120	1,22	0,46	5	0,50

Nota. Datos obtenidos de las tablas 6 y 21.

En la Tabla 25, se observan los resultados del cloro residual libre a diferentes distancias, en donde se puede visualizar que todos los resultados obtenidos son menores a 5 mg/L, no excediendo lo límites establecidos en el D.S.031-2010-SA.

Según los resultados obtenido en la Tabla 25 respecto a la concentración de cloro residual libre en el último punto de la ciudad, este cumple con los límites máximos permisibles establecidos en el D.S.031-2010-SA, a diferencia del trabajo de investigación realizado por Espinoza (2021) en donde los resultados obtenidos en el último punto de la ciudad respecto al parámetro cloro residual, no cumplen los límites máximos permisibles, esto debido a que los resultados de cloro residual libre obtenidos en su primer punto de muestreo es menor en comparación al primero punto de muestreo obtenido en la Tabla 25.

Al comparar los resultados obtenidos con los limites máximo permisibles, se observa que los 120 resultados obtenidos cumplen con los rangos establecidos en el D.S.031-2010-SA. Al igual que Saldaña (2023) en su investigación, utilizó un equipo colorímetro digital, para medir la concentración de cloro residual libre, mediante el método DPD, obteniendo un valor promedio de 0,561 mg/L; en donde también cumplió con los rangos establecidos en la norma.

Tabla 26

Valores máximos y mínimos obtenidos de cloro residual libre en agua potable, durante el mes de enero 2023 y límites máximos permisibles según el DS N° 031-2010-SA.

Ítem	Numero de resultados procesados	Concentración de Cloro residual libre (mg/L)			
		Valor máximo obtenido (primer punto)	Valor mínimo obtenido (último punto)	Límite máximo permisible DS N° 031-2010-SA.	Límite mínimo permisible DS N° 031-2010-SA.
1	105	1,31	0,40	5	0,50

Nota. Datos obtenidos de las tablas 7 y 22.

En la Tabla 26, se observan todos los resultados obtenidos del cloro residual libre en agua potable a diferentes distancias, en donde se puede visualizar que todos los resultados máximos obtenidos son menores a 5 mg/L, no excediendo lo límites establecidos en el D.S.031-2010-SA. Respecto a los resultados mínimos se puede observar en la Tabla 6, que el día 5/01/2023 y el día 11/01/25 los resultados obtenidos para cloro residual libre fueron de 0,40 mg/L y 0,43 mg/L respectivamente, en este caso los resultado obtenido no cumple con los límites establecidos en el D.S.031-2010-SA. el cual establece, que el límite menor debe ser 0,5 mg/L de cloro residual libre, este incumplimiento se dio debido a que el resultado de cloro residual libre en el primer punto de muestreo fue menor en comparación a los primeros puntos de muestreo obtenido durante otras fechas del monitoreo. Estos dos casos se asemejan a los resultados obtenidos en la investigación realizada por Guevara (2023) en donde obtuvo como resultado para cloro residual de 0,39 mg/L favoreciendo la presencia de *Escherichia coli* en un promedio de 0,37 NMP/100 mL; concluyendo que estos parámetros no cumplen con lo establecido en el D.S. N° 031-2010-SA.

Al comparar los resultados obtenidos con los limites máximo permisibles, se observa que, de los 105 resultados obtenidos, 103 cumplen con los rangos establecidos en el D.S.031-2010-SA.

Tabla 27

Valores máximos y mínimos obtenidos de cloro residual libre en agua potable, durante el mes de febrero 2023 y límites máximos permisibles según el DS N° 031-2010-SA.

Ítem	Numero de resultados procesados	Concentración de Cloro residual libre (mg/L)			
		Valor máximo obtenido (primer punto)	Valor mínimo obtenido (último punto)	Límite máximo permisible DS N° 031-2010-SA.	Límite mínimo permisible DS N° 031-2010-SA.
1	100	1,22	0,45	5	0,50

Nota. Datos obtenidos de las tablas 8 y 23.

En la Tabla 27, se observan los resultados del cloro residual libre a diferentes distancias, en donde se puede visualizar que todos los resultados obtenidos son menores a 5 mg/L, no excediendo lo límites establecidos en el D.S.031-2010-SA.

Es importante mencionar que Sabalu (2022) halló una concentración promedio de cloro residual libre de 0,7 mg/L; en este muestreo no se halló presencia de bacterias termotolerantes y *Escherichia coli*, estos resultados fueron comparados con la normativa de Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA, en donde se indica que todos los parámetros cumplen con lo establecido en la norma, al igual que los 100 resultados obtenidos en la Tabla 16, donde todos cumplen con los rangos establecidos en la mencionada norma.

Tabla 28

Valores máximos y mínimos obtenidos de cloro residual libre en agua potable, durante el mes de marzo 2023 y límites máximos permisibles según el DS N° 031-2010-SA.

Ítem	Numero de resultados procesados	Concentración de Cloro residual libre (mg/L)			
		Valor máximo obtenido (primer punto)	Valor mínimo obtenido (último punto)	Límite máximo permisible DS N° 031-2010-SA	Límite mínimo permisible DS N° 031-2010-SA.
1	45	1,22	0,51	5	0,50

Nota. Datos obtenidos de las tablas 9 y 24.

En la Tabla 28, se observan los resultados del cloro residual libre a diferentes distancias, en donde se puede visualizar que todos los resultados obtenidos son menores a 5 mg/L, no excediendo lo límites establecidos en el D.S.031-2010-SA.

Al comparar los resultados obtenidos con los límites máximo permisibles, se observa que, de los 45 resultados obtenidos, todos cumplen con los rangos establecidos en el D.S.031-2010-SA. Caso contrario ocurrió en la investigación realizada por Herrera (2020), en la cual utilizó el mismo método para determinar la concentración de cloro residual libre en el agua potable, obteniendo como resultado una concentración de 0,27 mg/L, además menciona que hubo presencia de coliformes totales, no cumpliendo con lo establecido en el D.S.031-2010-SA.

4.4. Correlación entre los parámetros fisicoquímicos: cloro residual, temperatura, pH, turbidez y conductividad con la distancia recorrido del agua potable.

A continuación, se presentan las pruebas de normalidad y el tipo de correlación que existe entre los parámetros analizados y la distancia recorrida del agua potable, durante los meses de diciembre del año 2022 y los meses de enero, febrero y marzo del año 2023, a una distancia cercana, intermedia 1, intermedia 2, intermedia 3, y lejana.

4.4.1. Correlación entre cloro residual libre y la distancia recorrida del agua potable, en los puntos cercano, intermedio 1, intermedio 2, intermedio 3 y lejano.

Tabla 29

Resultados de las pruebas de normalidad de cloro residual libre en el agua potable y la distancia recorrida, diciembre 2022.

Pruebas de normalidad							
	DISTANCIA	Kolmogorov-Smirnov^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
CLORO	,00	,172	24	,064	,951	24	,284
	1071,00	,123	24	,200*	,971	24	,696
	2068,00	,093	24	,200*	,970	24	,672
	3220,00	,156	24	,137	,971	24	,688
	4363,00	,109	24	,200*	,951	24	,292

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Datos obtenidos al realizar la prueba de normalidad en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, de las variables: cloro residual libre y las 5 distancias establecidas (cercana, intermedia 1, intermedia 2, intermedia 3, lejana).

En la Tabla 29 se observa los niveles de significancia obtenidos son: 0,284 a una distancia cercana; 0,696 a una distancia intermedia 1; 0,672 a una distancia intermedia 2; 0,688 a una distancia intermedia 3 y un nivel de significancia de 0,292 a una distancia lejana.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que, al realizar la prueba de normalidad, todos los niveles de significancia son mayores a 0,05, entonces se acepta la hipótesis nula en la cual se establece que los datos procesados presentan una distribución normal, por tal motivo el tipo de correlación que se utilizó para continuar con el procesamiento de datos fue la prueba paramétrica R de Pearson.

Tabla 30

Resultados de la correlación obtenida al analizar el cloro residual libre en el agua potable y la distancia recorrida, diciembre 2022.

Correlaciones			
		DISTANCIA	COLORO
DISTANCIA	Correlación de Pearson	1	-,941**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	120	120
CLORO	Correlación de Pearson	-,941**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	120	120

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota. Datos obtenidos al procesar en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, los resultados de los análisis de la concentración de cloro residual libre y la distancia recorrida del agua potable de la ciudad de Chota.

En la Tabla 30 se observa que el p – valor es menor a 0,001; también se visualiza que el nivel de correlación entre la concentración de cloro residual libre y la distancia recorrida del agua potable es de – 0,941; así mismo se muestra un total de datos procesados de 120.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que con un nivel de confianza del 99 % los datos proporcionan evidencia estadística como para afirmar que existe correlación entre las variables cloro residual y distancia recorrida del agua potable, además es una correlación negativa muy fuerte estadísticamente. Confirmando que existe una disminución del cloro residual libre, según la distancia que recorre el agua potable según Espinoza (2021).

Tabla 31

Resultados de las pruebas de normalidad de cloro residual libre en el agua potable y la distancia recorrida, enero 2023.

Pruebas de normalidad							
Kolmogorov-Smirnov^a				Shapiro-Wilk			
	DISTANCIA	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CLORO	,00	,178	21	,080	,929	21	,131
	1071,00	,205	21	,021	,931	21	,282
	2068,00	,169	21	,120	,937	21	,187
	3220,00	,124	21	,200*	,976	21	,859
	4363,00	,180	21	,073	,936	21	,183

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Datos obtenidos al realizar la prueba de normalidad en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, de las variables: cloro residual libre y las 5 distancias establecidas (cercana, intermedia 1, intermedia 2, intermedia 3, lejana).

En la Tabla 31 se observa los niveles de significancia obtenidos son: 0,131 a una distancia cercana; 0,282 a una distancia intermedia 1; 0,187 a una distancia intermedia 2; 0,859 a una distancia intermedia 3 y un nivel de significancia de 0,183 a una distancia lejana.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que, al realizar la prueba de normalidad, todos los niveles de significancia son mayores a 0,05; entonces se acepta la

hipótesis nula en la cual se establece que los datos procesados presentan una distribución normal, por tal motivo el tipo de correlación que se utilizó para continuar con el procesamiento de datos fue la prueba paramétrica R de Pearson.

Tabla 32

Resultados de la correlación obtenida al analizar el cloro residual libre en el agua potable y la distancia recorrida, enero 2023.

Correlaciones			
		DISTANCIA	COLORO
DISTANCIA	Correlación de Pearson	1	-,984**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	105	105
CLORO	Correlación de Pearson	-,984**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	105	105

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota. Datos obtenidos al procesar en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, los resultados de los análisis de la concentración de cloro residual libre y la distancia recorrida del agua potable en la Ciudad de Chota.

En la Tabla 32 se observa que el p – valor es menor a 0,001; también se visualiza que el nivel de correlación entre la concentración de cloro residual libre y la distancia recorrida del agua potable es de – 0,984; así mismo se muestra un total de datos procesados de 105.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que con un nivel de confianza del 99 % los datos proporcionan evidencia estadística como para afirmar que existe correlación entre las variables cloro residual y distancia recorrida del agua potable, además es una correlación negativa muy fuerte estadísticamente. Confirmado que existe una disminución del cloro residual libre, según la distancia que recorre el agua potable según Espinoza (2021).

Tabla 33

Resultados de las pruebas de normalidad de cloro residual libre en el agua potable y la distancia recorrida, febrero 2023.

Pruebas de normalidad							
Kolmogorov-Smirnov^a				Shapiro-Wilk			
	DISTANCIA	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CLORO	,00	,282	20	,096	,755	20	,162
	1071,00	,186	20	,070	,885	20	,222
	2068,00	,180	20	,194	,904	20	,069
	3220,00	,131	20	,200*	,959	20	,531
	4363,00	,182	20	,081	,944	20	,285

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Datos obtenidos al realizar la prueba de normalidad en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, de las variables: cloro residual libre y las 5 distancias establecidas (cercana, intermedia 1, intermedia 2, intermedia 3, lejana).

En la Tabla 33 se observa los niveles de significancia obtenidos son: 0,162 a una distancia cercana; 0,222 a una distancia intermedia 1; 0,069 a una distancia intermedia 2; 0,531 a una distancia intermedia 3 y un nivel de significancia de 0,285 a una distancia lejana.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que, al realizar la prueba de normalidad, todos los niveles de significancia son mayores a 0,05; entonces se acepta la hipótesis nula en la cual se establece que los datos procesados presentan una distribución normal, por tal motivo el tipo de correlación que se utilizó para continuar con el procesamiento de datos fue la prueba paramétrica R de Pearson.

Tabla 34

Resultados de la correlación obtenida al analizar el cloro residual libre en el agua potable y la distancia recorrida, febrero 2023.

		Correlaciones	
		DISTANCIA	COLORO
DISTANCIA	Correlación de Pearson	1	-,969**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	100	100
CLORO	Correlación de Pearson	-,969**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	100	100

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota. Datos obtenidos al procesar en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, los resultados de los análisis de la concentración de cloro residual libre y la distancia recorrida del agua potable en la Ciudad de Chota.

En la Tabla 34 se observa que el p – valor es menor a 0,001; también se visualiza que el nivel de correlación entre la concentración de cloro residual libre y la distancia recorrida del agua potable es de – 0,969; así mismo se muestra un total de datos procesados de 100.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que con un nivel de confianza del 99 % los datos proporcionan evidencia estadística como para afirmar que existe correlación entre las variables cloro residual y distancia recorrida del agua potable, además es una correlación negativa muy fuerte estadísticamente. Confirmado que existe una disminución del cloro residual libre, según la distancia que recorre el agua potable según Espinoza (2021).

Tabla 35

Resultados de las pruebas de normalidad al analizar el cloro residual libre en el agua potable y la distancia recorrida, marzo2023.

Pruebas de normalidad							
Kolmogorov-Smirnov^a				Shapiro-Wilk			
	DISTANCIA	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CLORO	,00	,147	9	,200*	,964	9	,836
	1071,00	,170	9	,200*	,961	9	,809
	2068,00	,158	9	,200*	,900	9	,250
	3220,00	,235	9	,165	,856	9	,087
	4363,00	,171	9	,200*	,917	9	,368

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Datos obtenidos al realizar la prueba de normalidad en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, de las variables: cloro residual libre y las 5 distancias establecidas (cercana, intermedia 1, intermedia 2, intermedia 3, lejana).

En la Tabla 35 se observa los niveles de significancia obtenidos son: 0,836 a una distancia cercana; 0,809 a una distancia intermedia 1; 0,250 a una distancia intermedia 2; 0,087 a una distancia intermedia 3 y un nivel de significancia de 0,368 a una distancia lejana.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que, al realizar la prueba de normalidad, todos los niveles de significancia son mayores a 0,05; entonces se acepta la hipótesis nula en la cual se establece que los datos procesados presentan una distribución normal, por tal motivo el tipo de correlación que se utilizó para continuar con el procesamiento de datos fue la prueba paramétrica R de Pearson.

Tabla 36

Resultados de la correlación obtenida al analizar el cloro residual libre en el agua potable y la distancia recorrida, marzo 2023.

Correlaciones		DISTANCIA	COLORO
DISTANCIA	Correlación de Pearson	1	-,989**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	45	45
CLORO	Correlación de Pearson	-,989**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	45	45

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota. Datos obtenidos al procesar en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, los resultados de los análisis de la concentración de cloro residual libre y la distancia recorrida del agua potable en la Ciudad de Chota.

En la Tabla 36 se observa que el p – valor es menor a 0,001; también se visualiza que el nivel de correlación entre la concentración de cloro residual libre y la distancia recorrida del agua potable es de – 0,989; así mismo se muestra un total de datos procesados de 45.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que con un nivel de confianza del 99 % los datos proporcionan evidencia estadística como para afirmar que existe correlación entre las variables cloro residual y distancia recorrida del agua potable, además es una correlación negativa muy fuerte estadísticamente. Confirmado que existe una disminución del cloro residual libre, según la distancia que recorre el agua potable según Espinoza (2021).

4.4.2. Correlación entre la temperatura y la distancia recorrida del agua potable, en los puntos cercano, intermedio 1, intermedio 2, intermedio 3 y lejano.

Tabla 37

Resultados de las pruebas de normalidad de la temperatura en el agua potable y la distancia recorrida, diciembre 2022.

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov Smirnov^a			Shapiro-Wilk		
	DISTANCIA	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TEMPERATURA	,00	,236	24	,001	,844	24	,002
	1071,00	,214	24	,006	,878	24	,007
	2068,00	,189	24	,009	,929	24	,027
	3220,00	,245	24	,001	,876	24	,007
	4363,00	,222	24	,003	,793	24	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Datos obtenidos al realizar la prueba de normalidad en el programa estadístico IBM SPSS

Statistics, de las variables: temperatura y las 5 distancias establecidas (cercana, intermedia 1, intermedia 2, intermedia 3, lejana).

En la Tabla 37 se observa los niveles de significancia obtenidos son: 0,002 a una distancia cercana; 0,007 a una distancia intermedia 1; 0,027 a una distancia intermedia 2; 0,007 a una distancia intermedia 3 y un nivel de significancia de 0,000 a una distancia lejana.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que, al realizar la prueba de normalidad, todos los niveles de significancia son menores a 0,05; entonces se rechaza la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alternativa en la cual se establece que los datos procesados no presentan una distribución normal, por tal motivo el tipo de correlación que se utilizó para continuar con el procesamiento de datos fue la prueba no paramétrica *r* de Spearman.

Tabla 38

Resultados de la correlación obtenida al analizar la temperatura en el agua potable y la distancia recorrida, diciembre 2022.

Correlaciones				
			DISTANCIA	TEMPERATURA
Rho de Spearman	DISTANCIA	Coefficiente de correlación	1,000	,789**
		Sig. (bilateral)		,000
		N	120	120
	TEMPERATURA	Coefficiente de correlación	,789**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	120	120

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota. Datos obtenidos al procesar en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, los resultados de los análisis de la temperatura y la distancia recorrida del agua potable en la Ciudad de Chota.

En la Tabla 38 se observa que el p – valor es menor a 0,001; también se visualiza que el nivel de correlación entre la temperatura y la distancia recorrida del agua potable es de 0,789; así mismo se muestra un total de datos procesados de 120.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que con un nivel de confianza del 99 % los datos proporcionan evidencia estadística como para afirmar que existe correlación entre las variables temperatura y distancia recorrida del agua potable, además es una correlación positiva considerable estadísticamente.

Tabla 39

Resultados de las pruebas de normalidad de la temperatura en el agua potable y la distancia recorrida, enero 2023.

Pruebas de normalidad							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	DISTANCIA	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TEMPERATURA	,00	,243	21	,002	,862	21	,007
	1071,00	,180	21	,073	,836	21	,002
	2068,00	,138	21	,020*	,936	21	,017
	3220,00	,235	21	,004	,881	21	,015
	4363,00	,197	21	,012	,913	21	,043

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Datos obtenidos al realizar la prueba de normalidad en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, de las variables: temperatura y las 5 distancias establecidas (cercana, intermedia 1, intermedia 2, intermedia 3, lejana).

En la Tabla 39 se observa los niveles de significancia obtenidos son: 0,007 a una distancia cercana; 0,002 a una distancia intermedia 1; 0,017 a una distancia intermedia 2; 0,015 a una distancia intermedia 3 y un nivel de significancia de 0,043 a una distancia lejana.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que, al realizar la prueba de normalidad, todos los niveles de significancia son menores a 0,05; entonces se rechaza la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alternativa en la cual se establece que los datos procesados no presentan una distribución normal, por tal motivo el tipo de correlación que se utilizó para continuar con el procesamiento de datos fue la prueba no paramétrica *r* de Spearman.

Tabla 40

Resultados de la correlación obtenida al analizar la temperatura en el agua potable y la distancia recorrida, enero 2023.

Correlaciones				
			DISTANCIA	TEMPERATURA
Rho de Spearman	DISTANCIA	Coeficiente de correlación	1,000	,884**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	105	105
	TEMPERATURA	Coeficiente de correlación	,884**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	105	105

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota. Datos obtenidos al procesar en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, los resultados de los análisis de la temperatura y la distancia recorrida del agua potable en la Ciudad de Chota.

En la Tabla 40 se observa que el p – valor es menor a 0,001; también se visualiza que el nivel de correlación entre la temperatura y la distancia recorrida del agua potable es de 0,884; así mismo se muestra un total de datos procesados de 105.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que con un nivel de confianza del 99 % los datos proporcionan evidencia estadística como para afirmar que existe correlación entre las variables temperatura y distancia recorrida del agua potable, además es una correlación positiva considerable estadísticamente.

Tabla 41

Resultados de las pruebas de normalidad al analizar la temperatura en el agua potable y la distancia recorrida, febrero 2023.

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov^a			Shapiro-Wilk		
	DISTANCIA	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TEMPERATURA	,00	,193	20	,049	,902	20	,046
	1071,00	,174	20	,014	,936	20	,019
	2068,00	,244	20	,003	,871	20	,012
	3220,00	,267	20	,001	,841	20	,004
	4363,00	,230	20	,007	,814	20	,001

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Datos obtenidos al realizar la prueba de normalidad en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, de las variables: temperatura y las 5 distancias establecidas (cercana, intermedia 1, intermedia 2, intermedia 3, lejana).

En la Tabla 41 se observa los niveles de significancia obtenidos son: 0,046 a una distancia cercana; 0,019 a una distancia intermedia 1; 0,012 a una distancia intermedia 2; 0,004 a una distancia intermedia 3 y un nivel de significancia de 0,001 a una distancia lejana.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que, al realizar la prueba de normalidad, todos los niveles de significancia son menores a 0,05; entonces se rechaza la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alternativa en la cual se establece que los datos

procesados no presentan una distribución normal, por tal motivo el tipo de correlación que se utilizó para continuar con el procesamiento de datos fue la prueba no paramétrica r de Spearman.

Tabla 42

Resultados de la correlación obtenida al analizar la temperatura en el agua potable y la distancia recorrida, febrero 2023.

Correlaciones				
			DISTANCIA	TEMPERATURA
Rho de Spearman	DISTANCIA	Coeficiente de correlación	1,000	,869**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	100	100
	TEMPERATURA	Coeficiente de correlación	,869**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	100	100

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota. Datos obtenidos al procesar en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, los resultados de los análisis de la temperatura y la distancia recorrida del agua potable en la Ciudad de Chota.

En la Tabla 42 se observa que el p – valor es menor a 0,001; también se visualiza que el nivel de correlación entre la temperatura y la distancia recorrida del agua potable es de 0,869; así mismo se muestra un total de datos procesados de 100.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que con un nivel de confianza del 99 % los datos proporcionan evidencia estadística como para afirmar que existe correlación entre las variables temperatura y distancia recorrida del agua potable, además es una correlación positiva considerable estadísticamente.

Tabla 43

Resultados de las pruebas de normalidad de la temperatura en el agua potable y la distancia recorrida, marzo 2023.

Pruebas de normalidad							
		Kolmogorov-Smirnov^a			Shapiro-Wilk		
	DISTANCIA	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TEMPERATURA	,00	,178	9	,200*	,932	9	,496
	1071,00	,275	9	,058	,834	9	,059
	2068,00	,240	9	,145	,889	9	,193
	3220,00	,239	9	,145	,847	9	,069
	4363,00	,232	9	,179	,892	9	,211

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Datos obtenidos al realizar la prueba de normalidad en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, de las variables: temperatura y las 5 distancias establecidas (cercana, intermedia 1, intermedia 2, intermedia 3, lejana).

En la Tabla 43 se observa los niveles de significancia obtenidos son: 0,496 a una distancia cercana; 0,059 a una distancia intermedia 1; 0,193 a una distancia intermedia 2; 0,069 a una distancia intermedia 3 y un nivel de significancia de 0,211 a una distancia lejana.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que, al realizar la prueba de normalidad, todos los niveles de significancia son mayores a 0,05; entonces se acepta la hipótesis nula, en la cual se establece que los datos procesados presentan una distribución normal, por tal motivo el tipo de correlación que se utilizó para continuar con el procesamiento de datos fue la prueba paramétrica *r* de Pearson.

Tabla 44

Resultados de la correlación obtenida al analizar la temperatura en el agua potable y la distancia recorrida, marzo 2023.

Correlaciones			
		DISTANCIA	TEMPERATURA
DISTANCIA	Correlación de Pearson	1	,679**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	45	45
TEMPERATURA	Correlación de Pearson	,679**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	45	45

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Nota. Datos obtenidos al procesar en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, los resultados de los análisis de la temperatura y la distancia recorrida del agua potable en la Ciudad de Chota.

En la Tabla 44 se observa que el p – valor es menor a 0,001; también se visualiza que el nivel de correlación entre la temperatura y la distancia recorrida del agua potable es de 0,678; así mismo se muestra un total de datos procesados de 45.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que con un nivel de confianza del 99 % los datos proporcionan evidencia estadística como para afirmar que existe correlación entre las variables temperatura y distancia recorrida del agua potable, además es una correlación positiva considerable estadísticamente.

4.4.3. Correlación entre la turbidez y la distancia recorrida del agua potable, en los puntos cercano, intermedio 1, intermedio 2, intermedio 3 y lejano.

Tabla 45

Resultados de las pruebas de normalidad de la turbidez en el agua potable y la distancia recorrida, diciembre 2022.

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov^a			Shapiro-Wilk		
	DISTANCIA	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TURBIDEZ	,00	,190	24	,086	,891	24	,074
	1071,00	,152	24	,161	,919	24	,055
	2068,00	,193	24	,021	,927	24	,083
	3220,00	,172	24	,084	,910	24	,055
	4363,00	,109	24	,200*	,948	24	,250

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Datos obtenidos al realizar la prueba de normalidad en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, de las variables: turbidez y las 5 distancias establecidas (cercana, intermedia 1, intermedia 2, intermedia 3, lejana).

En la Tabla 45 se observa los niveles de significancia obtenidos son: 0,074 a una distancia cercana; 0,55 a una distancia intermedia 1; 0,083 a una distancia intermedia 2; 0,055 a una distancia intermedia 3 y un nivel de significancia de 0,250 a una distancia lejana.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que, al realizar la prueba de normalidad, todos los niveles de significancia son mayores a 0,05; entonces se acepta la hipótesis nula en la cual se establece que los datos procesados presentan una distribución normal, por tal motivo el tipo de correlación que se utilizó para continuar con el procesamiento de datos fue la prueba paramétrica R de Pearson.

Tabla 46

Resultados de la correlación obtenida al analizar la turbidez en el agua potable y la distancia recorrida, diciembre 2022.

Correlaciones			
		DISTANCIA	TURBIDEZ
DISTANCIA	Correlación de Pearson	1	,000
	Sig. (bilateral)		,996
	N	120	120
TURBIDEZ	Correlación de Pearson	,000	1
	Sig. (bilateral)	,996	
	N	120	120

Nota. Datos obtenidos al procesar en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, los resultados de los análisis de la turbidez y la distancia recorrida del agua potable en la Ciudad de Chota.

En la Tabla 46 se observa que el p – valor es mayor a 0,05; también se visualiza que el nivel de correlación entre la turbidez y la distancia recorrida del agua potable es de 0,000; así mismo se muestra un total de datos procesados de 120.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que el p – valor es mayor a 0,05; entonces existe evidencia estadística como para afirmar que no existe correlación entre las variables turbidez y distancia recorrida del agua potable.

Tabla 47

Resultados de las pruebas de normalidad de la turbidez en el agua potable y la distancia recorrida, enero 2023.

Pruebas de normalidad							
Kolmogorov-Smirnov ^a				Shapiro-Wilk			
	DISTANCIA	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TURBIDEZ	,00	,193	21	,041	,887	21	,069
	1071,00	,157	21	,191	,909	21	,053
	2068,00	,188	21	,050	,920	21	,086
	3220,00	,164	21	,143	,908	21	,056
	4363,00	,149	21	,200*	,933	21	,161

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Datos obtenidos al realizar la prueba de normalidad en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, de las variables: temperatura y las 5 distancias establecidas (cercana, intermedia 1, intermedia 2, intermedia 3, lejana).

En la Tabla 47 observa los niveles de significancia obtenidos son: 0,69 a una distancia cercana; 0,053 a una distancia intermedia 1; 0,086 a una distancia intermedia 2; 0,056 a una distancia intermedia 3 y un nivel de significancia de 0,161 a una distancia lejana.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que, al realizar la prueba de normalidad, todos los niveles de significancia son mayores a 0,05; entonces se acepta la hipótesis nula en la cual se establece que los datos procesados presentan una distribución normal, por tal motivo el tipo de correlación que se utilizó para continuar con el procesamiento de datos fue la prueba paramétrica R de Pearson.

Tabla 48

Resultados de la correlación obtenida al analizar la turbidez en el agua potable y la distancia recorrida, enero 2023.

Correlaciones			
		DISTANCIA	TURBIDEZ
DISTANCIA	Correlación de Pearson	1	,033
	Sig. (bilateral)		,736
	N	105	105
TURBIDEZ	Correlación de Pearson	,033	1
	Sig. (bilateral)	,736	
	N	105	105

Nota. Datos obtenidos al procesar en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, los resultados de los análisis de la turbidez y la distancia recorrida del agua potable en la Ciudad de Chota.

En la Tabla 48 se observa que el p – valor es mayor a 0,05; también se visualiza que el nivel de correlación entre la turbidez y la distancia recorrida del agua potable es de 0,033; así mismo se muestra un total de datos procesados de 105.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que el p – valor es mayor a 0,05; entonces existe evidencia estadística como para afirmar que no existe correlación entre las variables turbidez y distancia recorrida del agua potable.

Tabla 49

Resultados de las pruebas de normalidad al analizar la turbidez en el agua potable y la distancia recorrida, febrero 2023.

Pruebas de normalidad							
Kolmogorov-Smirnov ^a				Shapiro-Wilk			
	DISTANCIA	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TURBIDEZ	,00	,167	20	,147	,916	20	,084
	1071,00	,162	20	,181	,933	20	,175
	2068,00	,152	20	,200*	,941	20	,253
	3220,00	,162	20	,175	,944	20	,288
	4363,00	,123	20	,200*	,961	20	,562

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Datos obtenidos al realizar la prueba de normalidad en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, de las variables: turbidez y las 5 distancias establecidas (cercana, intermedia 1, intermedia 2, intermedia 3, lejana).

En la Tabla 49 observa los niveles de significancia obtenidos son: 0,084 a una distancia cercana; 0,175 a una distancia intermedia 1; 0,253 a una distancia intermedia 2; 0,288 a una distancia intermedia 3 y un nivel de significancia de 0,562 a una distancia lejana.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que, al realizar la prueba de normalidad, todos los niveles de significancia son mayores a 0,05; entonces se acepta la hipótesis nula en la cual se establece que los datos procesados presentan una distribución normal, por tal motivo el tipo de correlación que se utilizó para continuar con el procesamiento de datos fue la prueba paramétrica R de Pearson.

Tabla 50

Resultados de la correlación obtenida al analizar la turbidez en el agua potable y la distancia recorrida, febrero 2023.

Correlaciones			
		DISTANCIA	TURBIDEZ
DISTANCIA	Correlación de Pearson	1	,012
	Sig. (bilateral)		,906
	N	100	100
TURBIDEZ	Correlación de Pearson	,012	1
	Sig. (bilateral)	,906	
	N	100	100

Nota. Datos obtenidos al procesar en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, los resultados de los análisis de la turbidez y la distancia recorrida del agua potable en la Ciudad de Chota.

En la Tabla 50 se observa que el p – valor es mayor a 0,05; también se visualiza que el nivel de correlación entre la turbidez y la distancia recorrida del agua potable es de 0,012; así mismo se muestra un total de datos procesados de 100.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que el p – valor es mayor a 0,05; entonces existe evidencia estadística como para afirmar que no existe correlación entre las variables turbidez y distancia recorrida del agua potable.

Tabla 51

Resultados de las pruebas de normalidad de la turbidez en el agua potable y la distancia recorrida, marzo 2023.

Pruebas de normalidad							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	DISTANCIA	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TURBIDEZ	,00	,194	9	,200*	,902	9	,267
	1071,00	,180	9	,200*	,902	9	,262
	2068,00	,170	9	,200*	,939	9	,575
	3220,00	,188	9	,200*	,917	9	,368
	4363,00	,148	9	,200*	,965	9	,854

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Datos obtenidos al realizar la prueba de normalidad en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, de las variables: turbidez y las 5 distancias establecidas (cercana, intermedia 1, intermedia 2, intermedia 3, lejana).

En la Tabla 51 observa los niveles de significancia obtenidos son: 0,267 a una distancia cercana; 0,262 a una distancia intermedia 1; 0,575 a una distancia intermedia 2; 0,368 a una distancia intermedia 3 y un nivel de significancia de 0,854 a una distancia lejana.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que, al realizar la prueba de normalidad, todos los niveles de significancia son mayores a 0,05; entonces se acepta la hipótesis nula en la cual se establece que los datos procesados presentan una distribución normal, por tal motivo el tipo de correlación que se utilizó para continuar con el procesamiento de datos fue la prueba paramétrica R de Pearson.

Tabla 52

Resultados de la correlación obtenida al analizar la turbidez en el agua potable y la distancia recorrida, marzo 2023.

Correlaciones			
		DISTANCIA	TURBIDEZ
DISTANCIA	Correlación de Pearson	1	-,007
	Sig. (bilateral)		,963
	N	45	45
TURBIDEZ	Correlación de Pearson	-,007	1
	Sig. (bilateral)	,963	
	N	45	45

Nota. Datos obtenidos al procesar en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, los resultados de los análisis de la turbidez y la distancia recorrida del agua potable en la Ciudad de Chota.

En la Tabla 52 se observa que el p – valor es mayor a 0,05; también se visualiza que el nivel de correlación entre la turbidez y la distancia recorrida del agua potable es de -0,007; así mismo se muestra un total de datos procesados de 45.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que el p – valor es mayor a 0,05; entonces existe evidencia estadística como para afirmar que no existe correlación entre las variables turbidez y distancia recorrida del agua potable.

4.4.4. Correlación entre el pH y la distancia recorrida del agua potable, en los puntos cercano, intermedio 1, intermedio 2, intermedio 3 y lejano.

Tabla 53

Resultados de las pruebas de normalidad del pH en el agua potable y la distancia recorrida, diciembre 2022.

Pruebas de normalidad							
Kolmogorov-Smirnov ^a				Shapiro-Wilk			
	DISTANCIA	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH	,00	,203	24	,012	,896	24	,018
	1071,00	,288	24	,000	,736	24	,000
	2068,00	,181	24	,040	,877	24	,007
	3220,00	,205	24	,010	,881	24	,009
	4363,00	,214	24	,006	,886	24	,011

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Datos obtenidos al realizar la prueba de normalidad en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, de las variables: pH y las 5 distancias establecidas (cercana, intermedia 1, intermedia 2, intermedia 3, lejana).

En la Tabla 53 se observa los niveles de significancia obtenidos son: 0,018 a una distancia cercana; 0,000 a una distancia intermedia 1; 0,07 a una distancia intermedia 2; 0,009 a una distancia intermedia 3 y un nivel de significancia de 0,011 a una distancia lejana.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que, al realizar la prueba de normalidad, todos los niveles de significancia son menores a 0,05; entonces se rechaza la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alternativa en la cual se establece que los datos procesados no presentan una distribución normal, por tal motivo el tipo de correlación que se utilizó para continuar con el procesamiento de datos fue la prueba no paramétrica r de Spearman.

Tabla 54

Resultados de la correlación obtenida al analizar el pH en el agua potable y la distancia recorrida, diciembre 2022.

Correlaciones				
			DISTANCIA	pH
Rho de Spearman	DISTANCIA	Coeficiente de correlación	1,000	-,098
		Sig. (unilateral)	.	,144
		N	120	120
	pH	Coeficiente de correlación	-,098	1,000
		Sig. (unilateral)	,144	.
		N	120	120

Nota. Datos obtenidos al procesar en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, los resultados de los análisis de pH y la distancia recorrida del agua potable.

En la Tabla 54 se observa que el p – valor es mayor a 0,05; también se visualiza que el coeficiente de correlación entre el pH y la distancia recorrida del agua potable es de -0,098; así mismo se muestra un total de datos procesados de 120.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que el p – valor es mayor a 0,05; entonces existe evidencia estadística como para afirmar que no existe correlación entre las variables pH y distancia recorrida del agua potable en la Ciudad de Chota.

Tabla 55

Resultados de las pruebas de normalidad del pH en el agua potable y la distancia recorrida, enero 2023.

Pruebas de normalidad							
Kolmogorov-Smirnov^a				Shapiro-Wilk			
	DISTANCIA	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH	,00	,247	21	,002	,843	21	,003
	1071,00	,216	21	,012	,833	21	,002
	2068,00	,192	21	,041	,884	21	,017
	3220,00	,120	21	,200*	,964	21	,048
	4363,00	,253	21	,001	,748	21	,000

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Datos obtenidos al realizar la prueba de normalidad en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, de las variables: pH y las 5 distancias establecidas (cercana, intermedia 1, intermedia 2, intermedia 3, lejana).

En la Tabla 55 se observa los niveles de significancia obtenidos son: 0,003 a una distancia cercana; 0,002 a una distancia intermedia 1; 0,017 a una distancia intermedia 2; 0,048 a una distancia intermedia 3 y un nivel de significancia de 0,000 a una distancia lejana.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que, al realizar la prueba de normalidad, todos los niveles de significancia son menores a 0,05; entonces se rechaza la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alternativa en la cual se establece que los datos procesados no presentan una distribución normal, por tal motivo el tipo de correlación que se utilizó para continuar con el procesamiento de datos fue la prueba no paramétrica r de Spearman.

Tabla 56

Resultados de la correlación obtenida al analizar el pH en el agua potable y la distancia recorrida, enero 2023.

Correlaciones				
			DISTANCIA	pH
Rho de Spearman	DISTANCIA	Coefficiente de correlación	1,000	-,184
		Sig. (bilateral)	.	,060
		N	105	105
	pH	Coefficiente de correlación	-,184	1,000
		Sig. (bilateral)	,060	.
		N	105	105

Nota. Datos obtenidos al procesar en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, los resultados de los análisis de pH y la distancia recorrida del agua potable en la Ciudad de Chota.

En la Tabla 56 se observa que el p – valor es mayor a 0,05; también se visualiza que el coeficiente de correlación entre el pH y la distancia recorrida del agua potable es de -0,184; así mismo se muestra un total de datos procesados de 105.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que el p – valor es mayor a 0,05; entonces existe evidencia estadística como para afirmar que no existe correlación entre las variables pH y distancia recorrida del agua potable.

Tabla 57

Resultados de las pruebas de normalidad al analizar el pH en el agua potable y la distancia recorrida, febrero 2023.

Pruebas de normalidad							
Kolmogorov-Smirnov ^a				Shapiro-Wilk			
	DISTANCIA	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH	,00	,193	20	,048	,916	20	,083
	1071,00	,234	20	,005	,925	20	,124
	2068,00	,125	20	,200*	,936	20	,198
	3220,00	,222	20	,011	,914	20	,077
	4363,00	,178	20	,196	,876	20	,115

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Datos obtenidos al realizar la prueba de normalidad en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, de las variables: pH y las 5 distancias establecidas (cercana, intermedia 1, intermedia 2, intermedia 3, lejana).

En la Tabla 57 se observa los niveles de significancia obtenidos son: 0,83 a una distancia cercana; 0,124 a una distancia intermedia 1; 0,198 a una distancia intermedia 2; 0,077 a una distancia intermedia 3 y un nivel de significancia de 0,115 a una distancia lejana.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que, al realizar la prueba de normalidad, todos los niveles de significancia son mayores a 0,05; entonces se acepta la hipótesis nula, en la cual se establece que los datos procesados presentan una distribución normal, por tal motivo el tipo de correlación que se utilizó para continuar con el procesamiento de datos fue la prueba paramétrica r de Pearson.

Tabla 58

Resultados de la correlación obtenida al analizar el pH en el agua potable y la distancia recorrida, febrero 2023.

Correlaciones			
		DISTANCIA	pH
DISTANCIA	Correlación de Pearson	1	-,147
	Sig. (bilateral)		,145
	N	100	100
pH	Correlación de Pearson	-,147	1
	Sig. (bilateral)	,145	
	N	100	100

Nota. Datos obtenidos al procesar en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, los resultados de los análisis de pH y la distancia recorrida del agua potable en la Ciudad de Chota.

En la Tabla 58 se observa que el p – valor es mayor a 0,05; también se visualiza que el coeficiente de correlación entre el pH y la distancia recorrida del agua potable es de -0,147; así mismo se muestra un total de datos procesados de 100.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que el p – valor es mayor a 0,05; entonces existe evidencia estadística como para afirmar que no existe correlación entre las variables pH y distancia recorrida del agua potable.

Tabla 59

Resultados de las pruebas de normalidad del pH en el agua potable y la distancia recorrida, marzo 2023.

Pruebas de normalidad							
Kolmogorov-Smirnov ^a				Shapiro-Wilk			
	DISTANCIA	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH	,00	,252	9	,103	,869	9	,121
	1071,00	,317	9	,040	,803	9	,052
	2068,00	,278	9	,044	,859	9	,094
	3220,00	,325	9	,052	,760	9	,057
	4363,00	,260	9	,079	,846	9	,067

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Datos obtenidos al realizar la prueba de normalidad en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, de las variables: pH y las 5 distancias establecidas (cercana, intermedia 1, intermedia 2, intermedia 3, lejana).

En la Tabla 59 se observa los niveles de significancia obtenidos son: 0,121 a una distancia cercana; 0,052 a una distancia intermedia 1; 0,94 a una distancia intermedia 2; 0,057 a una distancia intermedia 3 y un nivel de significancia de 0,067 a una distancia lejana.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que, al realizar la prueba de normalidad, todos los niveles de significancia son mayores a 0,05; entonces se acepta la hipótesis nula, en la cual se establece que los datos procesados presentan una distribución normal, por tal motivo el tipo de correlación que se utilizó para continuar con el procesamiento de datos fue la prueba paramétrica *r* de Pearson.

Tabla 60

Resultados de la correlación obtenida al analizar el pH en el agua potable y la distancia recorrida, marzo 2023.

Correlaciones			
		DISTANCIA	pH
DISTANCIA	Correlación de Pearson	1	-,021
	Sig. (bilateral)		,893
	N	45	45
pH	Correlación de Pearson	-,021	1
	Sig. (bilateral)	,893	
	N	45	45

Nota. Datos obtenidos al procesar en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, los resultados de los análisis de pH y la distancia recorrida del agua potable en la Ciudad de Chota.

En la Tabla 60 se observa que el *p* – valor es mayor a 0,05; también se visualiza que el coeficiente de correlación entre el pH y la distancia recorrida del agua potable es de -0,021; así mismo se muestra un total de datos procesados de 45.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que el p – valor es mayor a 0,05; entonces existe evidencia estadística como para afirmar que no existe correlación entre las variables pH y distancia recorrida del agua potable.

4.4.5. Correlación entre la conductividad y la distancia recorrida del agua potable, en los puntos cercano, intermedio 1, intermedio 2, intermedio 3 y lejano.

Tabla 61

Resultados de las pruebas de normalidad de la conductividad en el agua potable y la distancia recorrida, diciembre 2022.

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	DISTANCIA	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CONDUCTIVIDAD	,00	,227	24	,002	,844	24	,151
	1071,00	,150	24	,173	,969	24	,652
	2068,00	,157	24	,132	,956	24	,358
	3220,00	,126	24	,200*	,966	24	,563
	4363,00	,201	24	,013	,940	24	,163

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Datos obtenidos al realizar la prueba de normalidad en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, de las variables: conductividad y las 5 distancias establecidas (cercana, intermedia 1, intermedia 2, intermedia 3, lejana).

En la Tabla 61 se observa los niveles de significancia obtenidos son: 0,151 a una distancia cercana; 0,652 a una distancia intermedia 1; 0,358 a una distancia intermedia 2; 0,563 a una distancia intermedia 3 y un nivel de significancia de 0,163 a una distancia lejana.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que, al realizar la prueba de normalidad, todos los niveles de significancia son mayores a 0,05; entonces se acepta la hipótesis nula en la cual se establece que los datos procesados presentan una distribución normal, por tal motivo el tipo de correlación que se utilizó para continuar con el procesamiento de datos fue la prueba paramétrica R de Pearson.

Tabla 62

Resultados de la correlación obtenida al analizar la conductividad en el agua potable y la distancia recorrida, diciembre 2022.

Correlaciones			
		DISTANCIA	CONDUCTIVIDAD
DISTANCIA	Correlación de Pearson	1	,155
	Sig. (bilateral)		,092
	N	120	120
CONDUCTIVIDAD	Correlación de Pearson	,155	1
	Sig. (bilateral)	,092	
	N	120	120

Nota. Datos obtenidos al procesar en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, los resultados de los análisis de la conductividad y la distancia recorrida del agua potable en la Ciudad de Chota.

En la Tabla 62 se observa que el p – valor es mayor a 0,05; también se visualiza que el coeficiente de correlación entre la conductividad y la distancia recorrida del agua potable es de 0,155; así mismo se muestra un total de datos procesados de 120.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que el p – valor es mayor a 0,05; entonces existe evidencia estadística como para afirmar que no existe correlación entre las variables conductividad y distancia recorrida del agua potable.

Tabla 63

Resultados de las pruebas de normalidad de la conductividad en el agua potable y la distancia recorrida, enero 2023.

Pruebas de normalidad							
	DISTANCIA	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CONDUCTIVIDAD	,00	,161	21	,166	,939	21	,210
	1071,00	,184	21	,062	,933	21	,158
	2068,00	,536	21	,050	,232	21	,074
	3220,00	,193	21	,040	,927	21	,121
	4363,00	,150	21	,200*	,949	21	,320

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Datos obtenidos al realizar la prueba de normalidad en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, de las variables: conductividad las 5 distancias establecidas (cercana, intermedia 1, intermedia 2, intermedia 3, lejana).

En la Tabla 63 se observa los niveles de significancia obtenidos son: 0,210 a una distancia cercana; 0,158 a una distancia intermedia 1; 0,074 a una distancia intermedia 2; 0,121 a una distancia intermedia 3 y un nivel de significancia de 0,320 a una distancia lejana.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que, al realizar la prueba de normalidad, todos los niveles de significancia son mayores a 0,05; entonces se acepta la hipótesis nula en la cual se establece que los datos procesados presentan una distribución normal, por tal motivo el tipo de correlación que se utilizó para continuar con el procesamiento de datos fue la prueba paramétrica R de Pearson.

Tabla 64

Resultados de la correlación obtenida al analizar la conductividad en el agua potable y la distancia recorrida, enero 2023.

Correlaciones			
		DISTANCIA	CONDUCTIVIDAD
DISTANCIA	Correlación de Pearson	1	,001
	Sig. (bilateral)		,990
	N	105	105
CONDUCTIVIDAD	Correlación de Pearson	,001	1
	Sig. (bilateral)	,990	
	N	105	105

Nota. Datos obtenidos al procesar en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, los resultados de los análisis de la conductividad y la distancia recorrida del agua potable en la Ciudad de Chota.

En la Tabla 64 se observa que el p – valor es mayor a 0,05; también se visualiza que el coeficiente de correlación entre la conductividad y la distancia recorrida del agua potable es de 0,001; así mismo se muestra un total de datos procesados de 105.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que el p – valor es mayor a 0,05; entonces existe evidencia estadística como para afirmar que no existe correlación entre las variables conductividad y distancia recorrida del agua potable.

Tabla 65

Resultados de las pruebas de normalidad de la conductividad en el agua potable y la distancia recorrida, febrero 2023.

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov Smirnova			Shapiro-Wilk		
	DISTANCIA	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CONDUCTIVIDAD	,00	,214	20	,037	,899	20	,060
	1071,00	,146	20	,200*	,946	20	,317
	2068,00	,150	20	,200*	,951	20	,390
	3220,00	,196	20	,042	,946	20	,306
	4363,00	,129	20	,200*	,951	20	,382

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Datos obtenidos al realizar la prueba de normalidad en el programa estadístico IBM SPSS

Statistics, de las variables: conductividad y las 5 distancias establecidas (cercana, intermedia 1, intermedia 2, intermedia 3, lejana).

En la Tabla 65 se observa los niveles de significancia obtenidos son: 0,060 a una distancia cercana; 0,317 a una distancia intermedia 1; 0,390 a una distancia intermedia 2; 0,306 a una distancia intermedia 3 y un nivel de significancia de 0,382 a una distancia lejana.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que, al realizar la prueba de normalidad, todos los niveles de significancia son mayores a 0,05; entonces se acepta la hipótesis nula en la cual se establece que los datos procesados presentan una distribución normal, por tal motivo el tipo de correlación que se utilizó para continuar con el procesamiento de datos fue la prueba paramétrica R de Pearson.

Tabla 66

Resultados de la correlación obtenida al analizar la conductividad en el agua potable y la distancia recorrida, febrero 2023.

Correlaciones			
		CONDUCTIVIDAD	DISTANCIA
CONDUCTIVIDAD	Correlación de Pearson	1	,180
	Sig. (bilateral)		,073
	N	100	100
DISTANCIA	Correlación de Pearson	,180	1
	Sig. (bilateral)	,073	
	N	100	100

Nota. Datos obtenidos al procesar en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, los resultados de los análisis de la conductividad y la distancia recorrida del agua potable en la Ciudad de Chota.

En la Tabla 66 se observa que el p – valor es mayor a 0,05; también se visualiza que el coeficiente de correlación entre la conductividad y la distancia recorrida del agua potable es de 0,180; así mismo se muestra un total de datos procesados de 100.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que el p – valor es mayor a 0,05; entonces existe evidencia estadística como para afirmar que no existe correlación entre las variables conductividad y distancia recorrida del agua potable.

Tabla 67

Resultados de las pruebas de normalidad de la conductividad en el agua potable y la distancia recorrida, marzo 2023.

Pruebas de normalidad							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	DISTANCIA	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CONDUCTIVIDAD	,00	,239	9	,188	,823	9	,077
	1071,00	,283	9	,037	,846	9	,068
	2068,00	,263	9	,072	,847	9	,070
	3220,00	,174	9	,200*	,905	9	,285
	4363,00	,143	9	,200*	,945	9	,634

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Datos obtenidos al realizar la prueba de normalidad en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, de las variables: conductividad y las 5 distancias establecidas (cercana, intermedia 1, intermedia 2, intermedia 3, lejana).

En la Tabla 67 se observa los niveles de significancia obtenidos son: 0,077 a una distancia cercana; 0,068 a una distancia intermedia 1; 0,070 a una distancia intermedia 2; 0,285 a una distancia intermedia 3 y un nivel de significancia de 0,634 a una distancia lejana.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que, al realizar la prueba de normalidad, todos los niveles de significancia son mayores a 0,05; entonces se acepta la hipótesis nula en la cual se establece que los datos procesados presentan una distribución normal, por tal motivo el tipo de correlación que se utilizó para continuar con el procesamiento de datos fue la prueba paramétrica R de Pearson.

Tabla 68

Resultados de la correlación obtenida al analizar la conductividad en el agua potable y la distancia recorrida, marzo 2023.

Correlaciones			
		DISTANCIA	CONDUCTIVIDAD
DISTANCIA	Correlación de Pearson	1	,249
	Sig. (bilateral)		,100
	N	45	45
CONDUCTIVIDAD	Correlación de Pearson	,249	1
	Sig. (bilateral)	,100	
	N	45	45

Nota. Datos obtenidos al procesar en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, los resultados de los análisis de la conductividad y la distancia recorrida del agua potable.

En la Tabla 68 se observa que el p – valor es mayor a 0,05; también se visualiza que el coeficiente de correlación entre la conductividad y la distancia recorrida del agua potable es de 0,248; así mismo se muestra un total de datos procesados de 45.

A partir de los resultados obtenidos se puede evidenciar que el p – valor es mayor a 0,05; entonces existe evidencia estadística como para afirmar que no existe correlación entre las variables conductividad y distancia recorrida del agua potable.

4.5. Resultados obtenidos al analizar los parámetros: temperatura, pH, turbidez y conductividad y límites establecidos en el DS N° 031-2010-SA

A continuación, se presentan los resultados obtenidos al analizar los parámetros: temperatura, pH, turbidez y conductividad en los puntos cercano, intermedio 1, intermedio 2, intermedio 3 y lejano, durante los meses de diciembre del año 2022 y los meses de enero, febrero y marzo del año 2023, estos resultados fueron comparados con los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA

4.5.1. Comparación entre los resultados de la temperatura y los límites máximos permisibles del DS N° 031-2010-SA.

Tabla 69

Registro de temperatura en el agua potable a diferentes distancias, en relación a la planta de tratamiento de agua potable, diciembre 2022.

Día	Fecha D/M/A	Temperatura (°C) a diferentes distancias				
		0 (m)	1071 (m)	2078 (m)	3220 (m)	4363 (m)
1	1/12/2022	14,81	15,52	16,97	17,37	19,65
2	2/12/2022	13,96	14,84	16,12	18,1	18,36
3	3/12/2022	14,56	15,61	16,39	17,58	18,86
4	5/12/2022	15,16	15,52	16,41	17,6	20,91
5	6/12/2022	14,86	14,97	15,12	15,61	16,29
6	7/12/2022	15,05	16,07	17,32	18,21	18,72
7	8/12/2022	15,09	15,26	15,68	16,29	17,1
8	9/12/2022	15,28	15,56	16,12	17,19	17,29
9	10/12/2022	14,96	15,21	15,49	16,1	16,28
10	12/12/2022	15,32	15,69	16,11	16,39	17,12
11	13/12/2022	15,09	15,38	15,74	16,12	16,69
12	14/12/2022	15,1	15,3	15,69	15,98	16,12
13	15/12/2022	15,06	15,36	15,69	16,16	16,31
14	16/12/2022	15,08	15,41	15,72	16,12	16,28
15	17/12/2022	14,86	15,12	15,36	15,68	15,96
16	19/12/2022	15,12	15,39	15,88	16,12	16,39
17	20/12/2022	15,13	15,41	15,89	16,14	16,43
18	21/12/2022	15,2	15,49	15,72	16,17	16,42
19	22/12/2022	15,16	15,46	15,72	15,98	16,16
20	23/12/2022	15,09	15,42	15,84	16,01	16,22
21	26/12/2022	15,06	15,4	15,66	15,91	16,13
22	27/12/2022	16,2	16,5	16,88	17,1	17,36
23	28/12/2022	16,1	16,41	16,76	16,99	17,16
24	29/12/2022	15,96	16,26	16,6	16,92	17,09

Nota. Datos obtenidos al procesar los resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, de los anexos 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46 y 47.

En la Tabla 69 se observan los resultados de la temperatura del agua potable a diferentes distancias.

Los resultados obtenidos al analizar la temperatura a diferentes distancias, no fueron comparados con los límites máximos permisibles establecidos en el D.S.031-2010-SA. esto debido a que esta norma no establece límites para este parámetro en el agua potable.

Tabla 70

Registro de temperatura en el agua potable a diferentes distancias, en relación a la planta de tratamiento de agua potable, enero 2023.

Día	Fecha D/M/A	Temperatura (°C) a diferentes distancias				
		0 (m)	1071 (m)	2078 (m)	3220 (m)	4363 (m)
1	3/01/2023	15,2	15,28	16,16	16,52	16,92
2	4/01/2023	15,1	16,06	16,42	17,33	18,09
3	5/01/2023	14,96	15,29	15,68	15,92	16,11
4	6/01/2023	14,79	15,6	16,92	17,32	18,12
5	9/01/2023	14,1	14,26	15,91	18,21	18,46
6	10/01/2023	14,61	15,64	16,29	16,98	17,62
7	11/01/2023	15,2	15,36	15,72	16,19	16,78
8	12/01/2023	15,3	15,61	16,03	17,09	17,32
9	13/01/2023	14,62	15,21	15,46	15,99	16,21
10	16/01/2023	15,29	15,7	16,15	16,42	16,92
11	17/01/2023	15,1	15,32	15,68	16,04	16,65
12	18/01/2023	15,12	15,31	15,64	15,91	16,08
13	19/01/2023	14,7	15,4	16,1	16,42	16,69
14	20/01/2023	15,1	15,45	16,1	16,53	16,99
15	21/01/2023	15,23	15,66	16,12	16,49	16,96
16	23/01/2023	15,28	15,49	15,48	16,29	16,45
17	24/01/2023	15,36	15,69	15,98	16,41	16,72
18	25/01/2023	14,88	15,09	15,49	15,71	15,92
19	26/01/2023	15,18	15,49	15,81	15,99	16,13
20	27/01/2023	15,27	15,61	15,99	16,21	16,56
21	30/01/2023	15,41	15,71	15,98	16,32	16,69

Nota. Datos obtenidos al procesar los resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, de los anexos 48, 49, 50, 51, 52, 53 y 54.

En la Tabla 70 se observan los resultados de la temperatura del agua potable a diferentes distancias.

Los resultados obtenidos al analizar la temperatura a diferentes distancias, no fueron comparados con los límites máximos permisibles establecidos en el D.S.031-2010-SA. esto debido a que esta norma no establece límites para este parámetro en el agua potable.

Tabla 71

Registro de temperatura en el agua potable a diferentes distancias, en relación a la planta de tratamiento de agua potable, febrero 2023.

Día	Fecha D/M/A	Temperatura (°C) a diferentes distancias				
		0 (m)	1071 (m)	2078 (m)	3220 (m)	4363 (m)
1	1/02/2023	14,75	15,52	17,1	17,37	18,96
2	2/02/2023	14,12	14,89	15,96	16,63	16,98
3	3/02/2023	14,6	15,7	16,41	17,65	17,89
4	6/02/2023	15,21	15,42	15,47	16,98	17,09
5	7/02/2023	14,56	14,97	15,21	15,7	16,45
6	8/02/2023	15,05	16,15	17,32	17,65	18,8
7	9/02/2023	15,19	15,63	15,98	16,29	17,21
8	10/02/2023	15,65	15,98	16,12	17,32	17,56
9	13/02/2023	14,96	15,3	15,49	16,16	16,45
10	14/02/2023	15,32	15,69	16,25	16,39	16,98
11	15/02/2023	15,09	15,38	15,74	16,24	16,69
12	16/02/2023	15,1	15,45	15,98	16,15	16,24
13	17/02/2023	15,45	15,68	15,98	16,16	16,32
14	20/02/2023	15,11	15,42	15,78	16,24	16,45
15	21/02/2023	14,99	15,12	15,42	15,74	15,96
16	22/02/2023	15,14	15,45	15,98	16,21	16,41
17	23/02/2023	15,14	15,45	15,91	16,24	16,52
18	24/02/2023	15,24	15,42	15,72	16,14	16,45
19	27/02/2023	15,21	15,45	15,73	15,96	16,24
20	28/02/2023	15,24	15,46	17,1	17,37	18,96

Nota. Datos obtenidos al procesar los resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, de los anexos 55, 56, 57, 58, 59, 60 y 61.

En la Tabla 71 se observan los resultados de la temperatura del agua potable a diferentes distancias.

Los resultados obtenidos al analizar la temperatura a diferentes distancias, no fueron comparados con los límites máximos permisibles establecidos en el D.S.031-2010-SA. esto debido a que esta norma no establece límites para este parámetro en el agua potable.

Tabla 72

Registro de temperatura en el agua potable a diferentes distancias, en relación a la planta de tratamiento de agua potable, marzo 2023.

Día	Fecha D/M/A	Temperatura (°C) a diferentes distancias				
		0 (m)	1071 (m)	2078 (m)	3220 (m)	4363 (m)
1	1/03/2023	15,12	15,33	15,68	15,98	16,2
2	2/03/2023	15,05	15,54	15,9	16,16	16,43
3	3/03/2023	14,72	15,41	16,11	16,42	16,71
4	6/03/2023	15,32	15,49	15,71	15,99	16,21
5	7/03/2023	16,1	16,49	16,98	17,21	17,42
6	8/03/2023	16,21	16,56	16,81	17,05	17,21
7	9/03/2023	16,01	16,29	16,59	16,91	17,09
8	10/03/2023	15,25	15,48	15,95	16,05	16,48
9	13/03/2023	15,56	15,84	16,05	16,21	16,42

Nota. Datos obtenidos al procesar los resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, de los anexos 62, 63 y 64.

En la Tabla 72 se observan los resultados de la temperatura del agua potable a diferentes distancias.

Los resultados obtenidos al analizar la temperatura a diferentes distancias, no fueron comparados con los límites máximos permisibles establecidos en el D.S.031-2010-SA. esto debido a que esta norma no establece límites para este parámetro en el agua potable.

4.5.2. Comparación entre los resultados de la turbidez y los límites máximos permisibles del DS N° 031-2010-SA.

Tabla 73

Registro de turbidez en el agua potable a diferentes distancias, en relación a la planta de tratamiento de agua potable, diciembre 2022.

Día	Fecha D/M/A	Turbidez (UNT) a diferentes distancias				
		0 (m)	1071 (m)	2078 (m)	3220 (m)	4363 (m)
1	1/12/2022	1,11	1,06	1,52	1,07	1,52
2	2/12/2022	2,16	2,21	1,98	2,13	2,16
3	3/12/2022	2,04	2,12	1,99	2,13	2,08
4	5/12/2022	1,19	1,3	1,9	1,37	1,17
5	6/12/2022	0,77	0,84	0,76	0,96	0,75
6	7/12/2022	1,3	1,13	1,92	1,41	1,6
7	8/12/2022	1,21	1,32	1,1	0,99	1,22
8	9/12/2022	1,16	1,18	1,14	1,21	1,19
9	10/12/2022	1,32	1,34	1,29	1,3	1,27
10	12/12/2022	2,12	2,06	2,14	1,96	2,06
11	13/12/2022	1,19	1,12	1,16	1,18	1,2
12	14/12/2022	1,1	1,12	0,99	1,04	1,06
13	15/12/2022	2,39	1,99	2,03	2,06	1,98
14	16/12/2022	1,19	1,21	1,18	1,23	1,2
15	17/12/2022	1,66	1,6	1,63	1,59	1,62
16	19/12/2022	2,12	1,98	2,1	2,06	2,13
17	20/12/2022	1,36	1,42	1,41	1,39	1,38
18	21/12/2022	1,62	1,58	1,5	1,61	1,56
19	22/12/2022	1,42	1,44	1,46	1,43	1,47
20	23/12/2022	2,02	1,86	1,79	1,92	1,73
21	26/12/2022	1,56	1,29	1,39	1,47	1,5
22	27/12/2022	1,96	1,87	1,9	1,94	1,89
23	28/12/2022	2,12	2,06	1,99	1,89	2,1
24	29/12/2022	1,98	2,03	1,96	2,04	1,84

Nota. Datos obtenidos al procesar los resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, de los anexos 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46 y 47.

En la Tabla 73 se observan los resultados de la turbidez (UNT), a diferentes distancias, al comparar los resultados obtenidos con los límites máximo permisibles los cuales indican que los niveles de turbidez deben ser menores a 5 UNT, se observa que, de los 120 resultados obtenidos en esta investigación, todos cumplen con los rangos establecidos en el D.S.031-2010-SA.

Tabla 74

Registro de turbidez en el agua potable a diferentes distancias, en relación a la planta de tratamiento de agua potable, enero 2023.

Día	Fecha D/M/A	Turbidez (UNT) a diferentes distancias				
		0 (m)	1071 (m)	2078 (m)	3220 (m)	4363 (m)
1	3/01/2023	1,63	1,19	1,86	1,45	1,66
2	4/01/2023	1,2	1,36	1,92	1,35	2,19
3	5/01/2023	0,89	0,86	0,79	0,91	0,76
4	6/01/2023	1,14	1,08	1,46	1,16	1,5
5	9/01/2023	1,92	1,86	1,89	1,94	1,96
6	10/01/2023	2,08	2,1	1,98	2,1	2,12
7	11/01/2023	1,2	1,31	1,12	1,02	1,21
8	12/01/2023	1,17	1,18	1,16	1,21	1,19
9	13/01/2023	1,3	1,31	1,32	1,29	1,31
10	16/01/2023	2,1	2,07	2,13	1,98	2,06
11	17/01/2023	1,18	1,14	1,17	1,19	1,2
12	18/01/2023	1,06	1,02	0,99	1,01	1,02
13	19/01/2023	1,16	1,14	1,12	1,16	1,18
14	20/01/2023	2,19	2,19	2,18	2,17	2,15
15	21/01/2023	2,01	1,99	1,98	2,02	1,97
16	23/01/2023	2,06	1,98	2,05	2,03	1,99
17	24/01/2023	1,23	1,21	1,18	1,23	1,19
18	25/01/2023	1,68	1,66	1,59	1,64	1,62
19	26/01/2023	1,41	1,43	1,44	1,45	1,48
20	27/01/2023	1,56	1,49	1,39	1,47	1,5
21	30/01/2023	2,04	1,96	1,98	1,9	1,89

Nota. Datos obtenidos al procesar los resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, de los anexos 48, 49, 50, 51, 52, 53 y 54.

En la Tabla 74 se observan los resultados de la turbidez (UNT), a diferentes distancias, al comparar los resultados obtenidos con los límites máximo permisibles los cuales indican que los niveles de turbidez deben ser menores a 5 UNT, se observa que, de los 105 resultados obtenidos, todos cumplen con los rangos establecidos en el D.S.031-2010-SA.

Tabla 75

Registro de turbidez en el agua potable a diferentes distancias, en relación a la planta de tratamiento de agua potable, febrero 2023.

Día	Fecha D/M/A	Turbidez (UNT) a diferentes distancias				
		0 (m)	1071 (m)	2078 (m)	3220 (m)	4363 (m)
1	1/02/2023	1,4	1,42	1,43	1,46	1,43
2	2/02/2023	1,5	1,49	1,52	1,47	1,51
3	3/02/2023	2	1,99	1,98	1,97	1,95
4	6/02/2023	1,21	1,25	1,35	1,37	1,27
5	7/02/2023	0,8	0,81	0,77	0,89	0,77
6	8/02/2023	1,21	1,23	1,24	1,4	1,45
7	9/02/2023	1,25	1,33	1,21	1,02	1,16
8	10/02/2023	1,18	1,19	1,16	1,18	1,2
9	13/02/2023	1,34	1,36	1,28	1,31	1,3
10	14/02/2023	2,02	2,08	2,16	1,99	2,04
11	15/02/2023	1,21	1,16	1,17	1,18	1,25
12	16/02/2023	1,11	1,13	1,05	1,09	1,08
13	17/02/2023	1,89	1,9	1,99	1,89	1,98
14	20/02/2023	1,21	1,22	1,19	1,25	1,26
15	21/02/2023	1,56	1,61	1,64	1,6	1,63
16	22/02/2023	2,1	1,99	2,11	2,12	2,14
17	23/02/2023	1,41	1,42	1,43	1,4	1,41
18	24/02/2023	1,6	1,55	1,52	1,6	1,55
19	27/02/2023	1,41	1,42	1,4	1,44	1,48
20	28/02/2023	2	1,92	1,89	1,99	1,77

Nota. Datos obtenidos al procesar los resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, de los anexos 55, 56, 57, 58, 59, 60 y 61.

En la Tabla 75 se observan los resultados de la turbidez (UNT), a diferentes distancias, al comparar los resultados obtenidos con los límites máximo permisibles los cuales indican que los niveles de turbidez deben ser menores a 5 UNT, se observa que, de los 100 resultados obtenidos, todos cumplen con los rangos establecidos en el D.S.031-2010-SA.

Tabla 76

Registro de turbidez en el agua potable a diferentes distancias, en relación a la planta de tratamiento de agua potable.

Día	Fecha D/M/A	Turbidez (UNT) a diferentes distancias				
		0 (m)	1071 (m)	2078 (m)	3220 (m)	4363 (m)
1	1/03/2023	1,11	1,12	0,99	1,04	1,06
2	2/03/2023	1,4	1,42	1,4	1,39	1,38
3	3/03/2023	1,16	1,15	1,16	1,18	1,17
4	6/03/2023	1,65	1,29	1,42	1,48	1,56
5	7/03/2023	1,65	1,67	1,7	1,56	1,8
6	8/03/2023	2,02	2,05	2,04	1,99	2,12
7	9/03/2023	1,99	2,05	1,99	2,01	1,8
8	10/03/2023	1,99	1,9	1,95	1,93	1,98
9	13/03/2023	1,56	1,45	1,6	1,45	1,61

Nota. Datos obtenidos al procesar los resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, de los anexos 62, 63 y 64.

En la Tabla 76 se observan los resultados de la turbidez (UNT), a diferentes distancias, al comparar los resultados obtenidos con los límites máximo permisibles los cuales indican que los niveles de turbidez deben ser menores a 5 UNT, se observa que, de los 45 resultados obtenidos, todos cumplen con los rangos establecidos en el D.S.031-2010-SA.

4.5.3. Comparación entre los resultados del pH y los límites máximos permisibles del DS

N° 031-2010-SA.

Tabla 77

Registro de pH en el agua potable a diferentes distancias en relación a la planta de tratamiento de agua potable, diciembre 2022.

Día	Fecha D/M/A	pH a diferentes distancias				
		0 (m)	1071 (m)	2078 (m)	3220 (m)	4363 (m)
1	1/12/2022	7,84	7,89	7,87	7,89	7,84
2	2/12/2022	7,92	7,9	7,91	7,89	7,87
3	3/12/2022	7,94	7,92	7,9	7,93	7,89
4	5/12/2022	7,9	7,91	7,86	7,91	7,89
5	6/12/2022	7,88	7,91	7,89	7,86	7,85
6	7/12/2022	7,84	7,94	7,89	7,94	7,92
7	8/12/2022	7,91	7,9	7,88	7,89	7,92
8	9/12/2022	7,9	7,92	7,88	7,91	7,9
9	10/12/2022	7,93	7,9	7,91	7,92	7,9
10	12/12/2022	7,92	7,89	7,9	7,88	7,91
11	13/12/2022	7,89	7,9	7,93	7,9	7,91
12	14/12/2022	7,9	7,92	7,91	7,93	7,92
13	15/12/2022	7,91	7,9	7,92	7,91	7,9
14	16/12/2022	7,92	7,9	7,89	7,91	7,88
15	17/12/2022	7,92	7,91	7,9	7,89	7,92
16	19/12/2022	7,9	7,92	7,91	7,93	7,9
17	20/12/2022	7,92	7,91	7,93	7,9	7,89
18	21/12/2022	7,94	7,93	7,95	7,93	7,94
19	22/12/2022	7,91	7,92	7,93	7,9	7,94
20	23/12/2022	7,93	7,92	7,94	7,9	7,91
21	26/12/2022	7,94	7,93	7,92	7,91	7,94
22	27/12/2022	8,02	8,01	8,03	7,99	8,03
23	28/12/2022	8,03	8,02	8,02	8,01	8,03
24	29/12/2022	7,98	7,99	7,97	7,98	7,98

Nota. Datos obtenidos al procesar los resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, de los anexos 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46 y 47.

En la Tabla 77 se observan los resultados obtenidos del pH en el agua potable, al comparar los resultados obtenidos con los límites máximo permisibles en donde se establece que los rangos que debe mantener el agua potable están comprendidos entre 6,5 y 8,5; concluyendo que, de los 120 resultados obtenidos, todos cumplen con los rangos establecidos en el D.S.031-2010-SA.

Tabla 78

Registro de pH en el agua potable a diferentes distancias en relación a la planta de tratamiento de agua potable, enero 2023.

Día	Fecha D/M/A	pH a diferentes distancias				
		0 (m)	1071 (m)	2078 (m)	3220 (m)	4363 (m)
1	3/01/2023	7,85	7,89	7,91	7,86	7,87
2	4/01/2023	7,9	7,88	7,91	7,86	7,72
3	5/01/2023	7,84	7,82	7,83	7,85	7,8
4	6/01/2023	7,94	7,9	7,88	7,9	7,84
5	9/01/2023	7,91	7,9	7,92	7,88	7,89
6	10/01/2023	7,92	7,94	7,91	7,92	7,9
7	11/01/2023	7,9	7,91	7,89	7,88	7,92
8	12/01/2023	7,9	7,91	7,92	7,89	7,9
9	13/01/2023	7,92	7,91	7,92	7,9	7,91
10	16/01/2023	7,91	7,9	7,9	7,89	7,88
11	17/01/2023	7,89	7,9	7,93	7,9	7,91
12	18/01/2023	7,91	7,92	7,93	7,92	7,91
13	19/01/2023	7,85	7,88	7,86	7,88	7,86
14	20/01/2023	7,9	7,91	7,89	7,9	7,89
15	21/01/2023	7,93	7,91	7,92	7,94	7,9
16	23/01/2023	7,9	7,92	7,91	7,9	7,92
17	24/01/2023	7,92	7,89	7,9	7,88	7,91
18	25/01/2023	7,92	7,9	7,89	7,91	7,9
19	26/01/2023	7,92	7,91	7,93	7,92	7,9
20	27/01/2023	7,93	7,94	7,92	7,93	7,94
21	30/01/2023	7,93	7,92	7,94	7,93	7,92

Nota. Datos obtenidos al procesar los resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, de los anexos 48, 49, 50, 51, 52, 53 y 54.

En la Tabla 78 se observan los resultados del pH en el agua potable, al comparar los resultados obtenidos con los límites máximo permisibles en donde se establece que los rangos que debe mantener el agua potable están comprendidos entre 6,5 y 8,5; concluyendo que, de los 105 resultados obtenidos, todos cumplen con los rangos establecidos en el D.S.031-2010-SA.

Tabla 79

Registro de pH en el agua potable a diferentes distancias en relación a la planta de tratamiento de agua potable.

Día	Fecha D/M/A	pH a diferentes distancias				
		0 (m)	1071 (m)	2078 (m)	3220 (m)	4363 (m)
1	1/02/2023	7,93	7,94	7,92	7,93	7,94
2	2/02/2023	7,93	7,92	7,94	7,93	7,92
3	3/02/2023	7,9	7,92	7,91	7,9	7,92
4	6/02/2023	7,92	7,89	7,9	7,88	7,91
5	7/02/2023	7,88	7,91	7,89	7,86	7,85
6	8/02/2023	7,93	7,9	7,91	7,92	7,9
7	9/02/2023	7,92	7,89	7,9	7,88	7,91
8	10/02/2023	7,9	7,92	7,86	7,9	7,91
9	13/02/2023	7,92	7,91	7,9	7,91	7,89
10	14/02/2023	7,91	7,9	7,91	7,89	7,9
11	15/02/2023	7,9	7,91	7,92	7,9	7,92
12	16/02/2023	7,92	7,91	7,93	7,9	7,89
13	17/02/2023	7,94	7,93	7,95	7,93	7,94
14	20/02/2023	7,91	7,92	7,92	7,9	7,94
15	21/02/2023	7,93	7,92	7,94	7,9	7,91
16	22/02/2023	7,94	7,93	7,92	7,94	7,94
17	23/02/2023	7,93	7,92	7,94	7,93	7,92
18	24/02/2023	7,94	7,93	7,95	7,93	7,94
19	27/02/2023	7,91	7,92	7,93	7,9	7,92
20	28/02/2023	7,93	7,94	7,92	7,93	7,94

Nota. Datos obtenidos al procesar los resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, de los anexos 55, 56, 57, 58, 59, 60 y 61.

En la Tabla 79 se observan los resultados del pH en el agua potable, al comparar los resultados obtenidos con los límites máximo permisibles en donde se establece que los rangos que debe mantener el agua potable están comprendidos entre 6,5 y 8,5; concluyendo que, de los 100 resultados obtenidos, todos cumplen con los rangos establecidos en el D.S.031-2010-SA.

Tabla 80

Registro de pH en el agua potable a diferentes distancias en relación a la planta de tratamiento de agua potable.

Día	Fecha D/M/A	pH a diferentes distancias				
		0 (m)	1071 (m)	2078 (m)	3220 (m)	4363 (m)
1	1/03/2023	7,9	7,91	7,9	7,93	7,93
2	2/03/2023	7,92	7,92	7,93	7,91	7,89
3	3/03/2023	7,87	7,88	7,86	7,89	7,89
4	6/03/2023	7,94	7,93	7,94	7,91	7,94
5	7/03/2023	8,02	8,01	8,03	7,99	8,03
6	8/03/2023	8,02	8,01	8,03	7,99	8,01
7	9/03/2023	7,9	7,91	7,92	7,9	7,92
8	10/03/2023	7,92	7,91	7,93	7,9	7,89
9	13/03/2023	7,94	7,93	7,92	7,91	7,94

Nota. Datos obtenidos al procesar los resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, de los anexos 62, 63 y 64.

En la Tabla 80 se observan los resultados obtenidos del pH en el agua potable, al comparar los resultados obtenidos con los límites máximo permisibles en donde se establece que los rangos que debe mantener el agua potable están comprendidos entre 6,5 y 8,5; concluyendo que, de los 45 resultados obtenidos, todos cumplen con los rangos establecidos en el D.S.031-2010-SA.

4.5.4. Comparación entre los resultados de la conductividad y los límites máximos permisibles del DS N° 031-2010-SA.

Tabla 81

Registro de conductividad en el agua potable a diferentes distancias en relación a la planta de tratamiento de agua potable, diciembre 2022.

Día	Fecha D/M/A	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$) a diferentes distancias				
		0 (m)	1071 (m)	2078 (m)	3220 (m)	4363 (m)
1	1/12/2022	312	305	311	307	316
2	2/12/2022	304	306	310	308	309
3	3/12/2022	306	312	310	311	309
4	5/12/2022	303	305	310	310	312
5	6/12/2022	306	308	310	305	306
6	7/12/2022	304	305	306	304	305
7	8/12/2022	305	307	308	310	306
8	9/12/2022	305	307	306	308	306
9	10/12/2022	308	306	307	309	305
10	12/12/2022	304	306	305	307	306
11	13/12/2022	303	302	304	306	308
12	14/12/2022	302	300	301	302	303
13	15/12/2022	304	302	303	305	302
14	16/12/2022	305	306	304	303	306
15	17/12/2022	305	306	305	304	304
16	19/12/2022	306	304	308	307	305
17	20/12/2022	304	306	302	306	308
18	21/12/2022	307	308	305	306	308
19	22/12/2022	303	302	304	306	305
20	23/12/2022	306	304	305	303	302
21	26/12/2022	304	303	306	306	304
22	27/12/2022	312	310	311	310	312
23	28/12/2022	310	311	313	312	311
24	29/12/2022	312	310	312	310	311

Nota. Datos obtenidos al procesar los resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, de los anexos 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46 y 47.

En la Tabla 81 se observan los resultados de la conductividad ($\mu\text{S/cm}$) en el agua potable a diferentes distancias establecidas, al comparar los resultados obtenidos con los límites máximos permisibles, los cuales establecen que el nivel máximo de conductividad en el agua potable

debe ser 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en los 120 resultados obtenidos se observa que todos cumplen con los rangos establecidos en el D.S.031-2010-SA.

Tabla 82

Registro de conductividad en el agua potable a diferentes distancias en relación a la planta de tratamiento de agua potable, enero 2023.

Día	Fecha D/M/A	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) a diferentes distancias				
		0 (m)	1071 (m)	2078 (m)	3220 (m)	4363 (m)
1	3/01/2023	304	306	308	309	310
2	4/01/2023	303	304	310	310	312
3	5/01/2023	308	307	306	310	309
4	6/01/2023	310	306	311	308	314
5	9/01/2023	304	306	308	310	309
6	10/01/2023	306	310	310	311	310
7	11/01/2023	305	307	308	310	310
8	12/01/2023	305	307	306	308	309
9	13/01/2023	306	306	307	309	305
10	16/01/2023	304	306	308	307	306
11	17/01/2023	303	304	304	306	308
12	18/01/2023	302	300	302	303	305
13	19/01/2023	302	305	3011	310	312
14	20/01/2023	304	305	306	308	309
15	21/01/2023	306	309	310	309	312
16	23/01/2023	302	302	303	305	306
17	24/01/2023	305	306	306	308	307
18	25/01/2023	301	300	302	304	306
19	26/01/2023	304	305	306	306	309
20	27/01/2023	306	305	307	308	309
21	30/01/2023	304	303	306	309	308

Nota. Datos obtenidos al procesar los resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, de los anexos 48, 49, 50, 51, 52, 53 y 54.

En la Tabla 82 se observan los resultados de la conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en el agua potable a diferentes distancias establecidas, al comparar los resultados obtenidos con los límites máximo permisibles, los cuales establecen que el nivel máximo de conductividad en el agua potable debe ser 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en los 105 resultados obtenidos se observa que todos cumplen con los rangos establecidos en el D.S.031-2010-SA.

Tabla 83

Registro de conductividad en el agua potable a diferentes distancias en relación a la planta de tratamiento de agua potable, febrero 2023.

Día	Fecha D/M/A	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$) a diferentes distancias				
		0 (m)	1071 (m)	2078 (m)	3220 (m)	4363 (m)
1	1/02/2023	306	309	310	309	302
2	2/02/2023	302	302	303	305	300
3	3/02/2023	305	306	306	308	307
4	6/02/2023	301	300	302	304	302
5	7/02/2023	304	305	306	306	303
6	8/02/2023	306	305	307	308	304
7	9/02/2023	304	303	306	306	300
8	10/02/2023	310	306	311	308	304
9	13/02/2023	304	306	308	310	309
10	14/02/2023	306	310	310	311	310
11	15/02/2023	305	307	308	310	310
12	16/02/2023	305	307	306	308	309
13	17/02/2023	306	306	307	309	305
14	20/02/2023	304	306	308	307	306
15	21/02/2023	303	304	304	306	308
16	22/02/2023	302	300	302	303	305
17	23/02/2023	311	310	312	310	312
18	24/02/2023	304	305	306	308	305
19	27/02/2023	306	309	310	309	312
20	28/02/2023	302	302	303	309	302

Nota. Datos obtenidos al procesar los resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, de los anexos 55, 56, 57, 58, 59, 60 y 61.

En la Tabla 83 se observan los resultados de la conductividad ($\mu\text{S/cm}$) en el agua potable a diferentes distancias establecidas, al comparar los resultados obtenidos con los límites máximo permisibles, los cuales establecen que el nivel máximo de conductividad en el agua potable debe ser $1500 \mu\text{S/cm}$, en los 100 resultados obtenidos se observa que todos cumplen con los rangos establecidos en el D.S.031-2010-SA.

Tabla 84

Registro de conductividad en el agua potable a diferentes distancias en relación a la planta de tratamiento de agua potable, marzo 2023.

Día	Fecha D/M/A	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$) a diferentes distancias				
		0 (m)	1071 (m)	2078 (m)	3220 (m)	4363 (m)
1	1/03/2023	302	300	301	302	303
2	2/03/2023	304	306	302	306	308
3	3/03/2023	302	305	311	312	310
4	6/03/2023	306	305	308	308	307
5	7/03/2023	307	300	302	304	302
6	8/03/2023	306	305	306	302	304
7	9/03/2023	312	310	312	310	311
8	10/03/2023	302	300	302	303	305
9	13/03/2023	302	305	311	310	312

Nota. Datos obtenidos al procesar los resultados de los análisis físicoquímicos de agua potable, de los anexos 62, 63 y 64.

En la Tabla 84 se observan los resultados de la conductividad ($\mu\text{S/cm}$) en el agua potable a diferentes distancias establecidas, al comparar los resultados obtenidos con los límites máximo permisibles, los cuales establecen que el nivel máximo de conductividad en el agua potable debe ser $1500 \mu\text{S/cm}$, en los 45 resultados obtenidos se observa que todos cumplen con los rangos establecidos en el D.S.031-2010-SA.

En cada punto de muestreo, la concentración de cloro residual libre disminuye progresivamente. La temperatura del agua influye directamente en esta disminución y también presenta un comportamiento creciente a medida que el agua potable recorre la red. Por otro lado, el pH, la turbidez y la conductividad no muestran influencia significativa sobre la disminución del cloro residual y se mantienen relativamente estables a lo largo del recorrido del agua potable. Estos resultados indican que la pérdida de cloro depende principalmente de la distancia y la temperatura, mientras que los otros parámetros evaluados no ejercen un efecto relevante en el decaimiento del cloro.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- 1) Se determinó la concentración de cloro residual en el agua potable en la salida de la planta de tratamiento, se obtuvo en el mes de diciembre una concentración máxima de 1,34 mg/L y una concentración mínima de 1,05 mg/L; en el mes de enero se obtuvo una concentración máxima de 1,31 mg/L y una concentración mínima de 1,10 mg/L; en el mes de febrero se obtuvo una concentración máxima de 1,22 mg/L y una concentración mínima de 1,02 mg/L y en el mes de marzo se obtuvo una concentración máxima de 1,22 mg/L y una concentración mínima de 1,16 mg/L.
- 2) Se evaluó durante el mes de diciembre del 2022, la disminución promedio de la concentración de cloro residual libre en el agua potable, se encontró una variación de 0,157 mg/L entre cada punto evaluado. Durante el mes de enero del 2023, la disminución promedio fue de 0,178 mg/L de cloro residual libre. Durante el mes de febrero del 2023, la disminución promedio de cloro residual libre fue de 0,159 mg/L. Y por último en el mes de marzo del 2023, la disminución promedio de la concentración de cloro residual libre fue de 0,158 mg/L.
- 3) Se comparó todos los niveles de cloro residual libre obtenidos en el mes de diciembre del 2022, enero, febrero y marzo del 2023, con los niveles de cloro residual libre establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. y se verificó que en los meses de diciembre, febrero y marzo todos cumplen con los límites máximos permisibles que establece el decreto; así mismo se verificó que en el mes enero, en el punto lejano se obtuvo una concentración de cloro residual de 0,40 y 0,43 mg/L, los cuales no cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA; los datos restantes del mes de enero sí cumplieron con los límites máximos permisibles que establece el decreto.

- 4) Se determinó estadísticamente con un nivel de confianza del 99 % que existe correlación entre las variables cloro residual libre y distancia recorrida del agua potable en la provincia de Chota, también se determinó con un nivel de confianza del 99 % que existe correlación entre las variables temperatura y distancia recorrida del agua potable, por el contrario, se verificó estadística que no existe correlación de las variables pH, turbidez, conductividad con la variable distancia recorrida del agua potable.
- 5) Se verificó que todos los resultados obtenidos al analizar de los parámetros, temperatura, pH, turbidez y conductividad durante los meses de diciembre del 2022, enero, febrero y marzo del 2023, cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Autoridad Nacional del Agua, Guevara Pérez, E., Gonzales Barón, G., Ortiz Sánchez, I., & Flores Pérez, R. (2025, febrero). *Derecho de aguas y gestión de recursos hídricos en el Perú*. Autoridad Nacional del Agua.
- APHA-AWWA-WPCF. (2023). *Métodos estándar para el análisis de agua y aguas residuales* (24^a ed.).
- Badín, J. Barisoni, G. Baron, C. Barroso, S. Benitez, M. Casagrande, M. Chulibert, M. Digiuni, S. Fenoglio, I. Flores, H. García, H. Ghione, A. Giordano, M. Godoy, R. Lupo, M. Marzullo, R. Matskeeff, K. Monti, M. y Mori, I. (2021). *El agua potable – Un enfoque dinámico* (1ra. ed.). Rosario, Argentina.
- Baker, B. R. (2016). The effect of a distance from water treatment plant on residual chlorine. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 3(10), 236887.
- Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., & Burdge, J. R. (2014). *Química general* (12.^a ed.). Pearson.
- Calderón, F. (2025). *Efecto del almacenamiento de agua potable sobre su calidad organoléptica y química en hogares del Distrito de Hualmay, 2021*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión].
- Cánepa, L., Barrenechea, A., Aurazo, M., & Maldonado, V. (2011). *Tratamiento de agua para consumo humano: Plantas de filtración rápida. Manual II: Diseño de plantas de tecnología apropiada. Tomo II*. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS/OPS).
- Chapman, P. M. (2015). *Ecotoxicology and pollution*. Springer.
- Chapra, S. C. (2008). *Surface water-quality modeling*. Waveland Press.
- Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Agua. (2021). *Centro de Investigación*

- y Desarrollo Tecnológico del Agua (CIDTA)*. Universidad de Salamanca.
- Comisión Nacional del Agua. (2015). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Desinfección para Sistemas de Agua Potable y Saneamiento*. Coyoacán, México.
- Cooper, P., Grey, D., & Sada, R. (2016). *Water quality: Assessment and management*. Routledge.
- Decreto Supremo N° 019-2017-VIVIENDA, Decreto Supremo que aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento (2017, 26 junio). *Diario Oficial El Peruano*.
- Espinoza, L. (2021). *La calidad del servicio y la gestión del sistema de agua potable en la localidad de Celendín – 2018*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Fawkes, D. A., & Koch, M. (2023). Chlorine Decay Simulation in Real Water Distribution System Using EPANET Program. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 71(1), 25–34.
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). Sage.
- Fúquene, D. M., & Yate, A. V. (2018). Ensayo de jarras para el control del proceso de coagulación en el tratamiento de aguas residuales industriales. *Documentos De Trabajo ECAPMA*, 2(1).
- Fustamante, N. (2017). *Manual para la cloración del agua en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural*. Lima – Perú.
- GESTA AGUA - Grupo de Estudio Técnico Ambiental. (2017). *Parámetros Organolépticos*.
- Guevara, C. (2023). *Calidad del agua pre y post tratada de las plantas de agua potable el milagro y santa Apolonia de la ciudad de Cajamarca*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Google Earth Pro. (2025). *Imagen satelital y datos de coordenadas UTM del área urbana de*

- Chota, Cajamarca, Perú. Google. <https://www.google.com/earth/>
- Google Maps. (2024). *[Imagen satelital de la ciudad de Chota, Cajamarca, Perú]* [Mapa].
- Guimaraes, L. (2022). *Evaluación de la Calidad del agua para consumo humano en el Asentamiento Humano San Isidro, Callería - Ucayali, 2020*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Ucayali].
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: Mc- Graw-Hill Interamericana.
- Herrera, A. (2020). *Alteraciones de la calidad bacteriológica del agua almacenada en tanques de conexiones domiciliarias, abastecidos con agua potable de SEDAPAL*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria la Molina].
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2018). *Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda: Indígenas. Resultados definitivos*.
- Ismail O, Hertel G. y Swamson E. (2015) Chlorine Analytical Test Elemen And A Stabilized N, N – Dethyl - P - Phenylenedamin Solution. (United States US 2015/0050195 A1).
- Kroeger R. (2023). *Influencia del material de tuberías en los residuos de cloro en un sistema municipal de distribución de agua potable*. [Tesis de maestría, Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma].
- Kwio-Tamale, J. C., & Onyutha, C. (2024). *Influence of physical and water quality parameters on residual chlorine decay in water distribution network*. *Heliyon*, 10(10), e30892.
- Ley N° 30588. Ley de Reforma Constitucional que reconoce el Derecho de Acceso al Agua como Derecho Constitucional (2017, 22 junio). *Diario Oficial El Peruano*.
- Llorens, J. (2019). *Elemento fundamental en la vida cotidiana y en la industria*. Valencia, España.
- Lozano, G. y Lozano R. (2015). *Potabilización del agua: principios de diseño, control de procesos y laboratorios*. (1ra. ed.). Bogotá.

- Metcalf & Eddy. (2014). *Wastewater engineering: Treatment and resource recovery* (5th ed.). McGraw-Hill Education.
- MINSA (2011). *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano* (1ra. ed.). Lima, Perú.
- Municipalidad provincial de Chota. (2017). *Plan de desarrollo urbano de la ciudad de chota 2017 – 2027*.
- Municipalidad provincial de Chota. (s. f.). Ubicación Geográfica. Recuperado 17 de agosto de 2022, de <https://www.munichota.gob.pe/index.php/ubicacion-geografica>.
- Nono, D., Odirile, P. T., Basupi, I., & Parida, B. P. (2019). *Assessment of probable causes of chlorine decay in water distribution systems of Gaborone city, Botswana*. Water SA.
- Núñez, E (2020). *Determinación de la presencia de trihalometanos totales (TTHM's), en agua para consumo humano proveniente de aguas subterráneas de la ciudad de Guatemala*. [Tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala].
- Odum, E. P., & Barrett, G. W. (2005). *Fundamentals of ecology* (5th ed.). Brooks Cole.
- Organización Mundial de la Salud. (2022). *Guías para la calidad del agua de consumo humano* (4a ed.). OMS.
- Palacios, E. (2019). Determinación de cloro residual mediante método colorimétrico DPD. *Revista Latinoamericana de Ingeniería Química*, 47(1), 15-23.
- Pinos, J. y Malo, A. (2018). *El derecho humano de acceso al agua: una revisión desde el Foro Mundial del Agua y la gestión de los recursos hídricos en Latinoamérica*. Ecuador.
- Powell, J. C., Hallam, N. B., West, J. R., Forster, C. F., & Simms, J. (2000). Factors which control bulk chlorine decay rates. *Water Research*, 34(1), 117–126
- Quijandría, S. (2011). *Control de Calidad de Agua – Determinación de Cloro Residual con DPD*. R CHEMICAL S.A.
- Resolución Directoral N.º 019-2016-INACAL/DN (2016, 25 de julio). *Diario Oficial El Peruano*.

- Ribes, D. (2023). *Implementación de un modelo predictivo para la formación de trihalometanos en sistemas de abastecimiento. Propuesta de soluciones tecnológicas y herramientas de ayuda para la gestión del riesgo sanitario* [Tesis de doctorado, Universidad de Granada, España].
- Rossman, L. A., Hallam, N. B., Forster, C. F., & West, J. R. (2002). *The decay of chlorine associated with the pipe wall in water distribution systems*. *Water Research*, 36(14), 3479–3488.
- Sabalu, C. (2022). *Determinación del grado de deterioro de la calidad del agua potable en los puntos críticos de control, desde la captación hasta los lugares de consumo en el distrito de Querecotillo, Sullana - 2021*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Piura].
- Saldaña, E. (2023). *Niveles de cloro libre residual en agua para consumo humano de la ciudad de Bambamarca y sus efectos en la salud humana, 2020*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Servicio de Mantenimiento de Agua Potable y Alcantarillado (SEMAPA). (2023). *Padrón de usuarios del servicio de agua potable: Dirección de Comercialización y Atención al Usuario* [Documento interno]. Chota, Perú.
- Schober, P., & Vetter, T. R. (2020). Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 130(2), 332–333.
- Sorlini, S., Collivignarelli, M. C., & Castagnola, F. (2014). Water disinfection with chlorine and chlorine dioxide: *Effectiveness, safety issues and new trends*. *Environmental Engineering and Management Journal*, 13(9), 2243-2250.
- Turner, R. (2018). *Drinking water disinfection-a history and improved monitoring techniques*. *Journal of the New England Water Works Association*, 132(2). Boston.

- United Nations Environment Programme. (2011). *Ecosystem-based management: Principles and applications*. Author.
- Vásquez, F. (2020). *Manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua potable* - SEMAPA – Chota.
- Ward, A. D., & Trimble, S. W. (2004). *Environmental hydrology* (2nd ed.). CRC Press.
- Wetzel, R. G. (2001). *Limnology: Lake and river ecosystems* (3rd ed.). Academic Press.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1

Laboratorio de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) – Chota.



Anexo 2

Calibración de equipo colorímetro HACH DR 300, para analizar cloro residual en el primer punto de muestreo (distancia cercana).



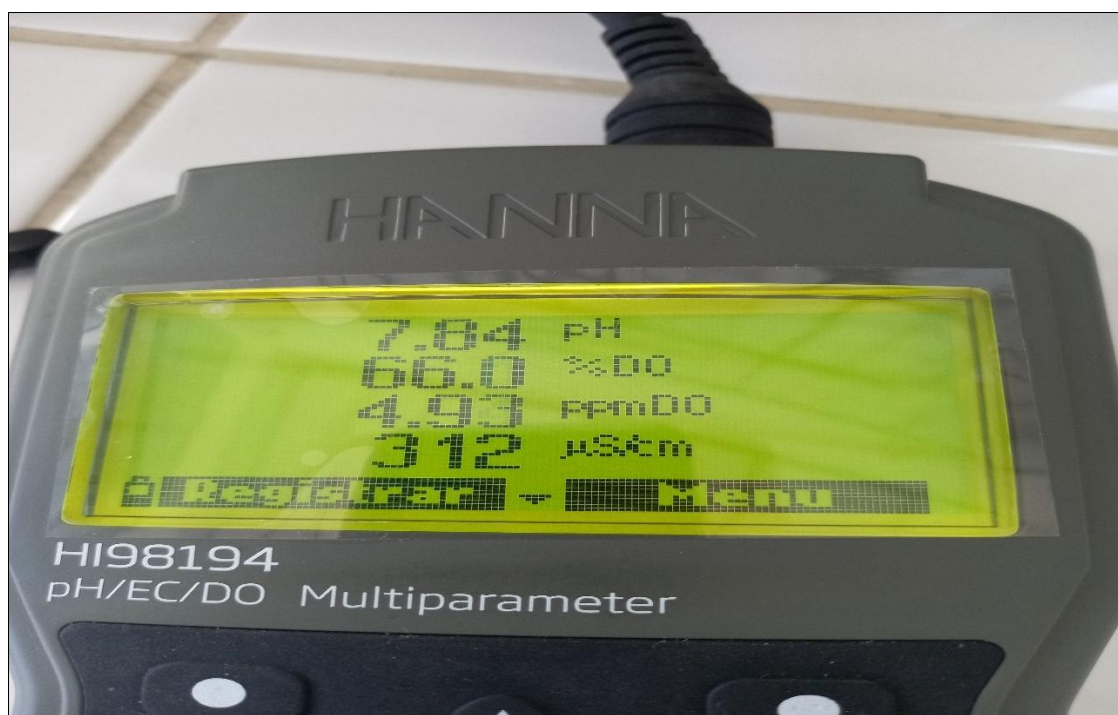
Anexo 3

Resultado al analizar cloro residual en el primer punto de muestreo (distancia cercana).



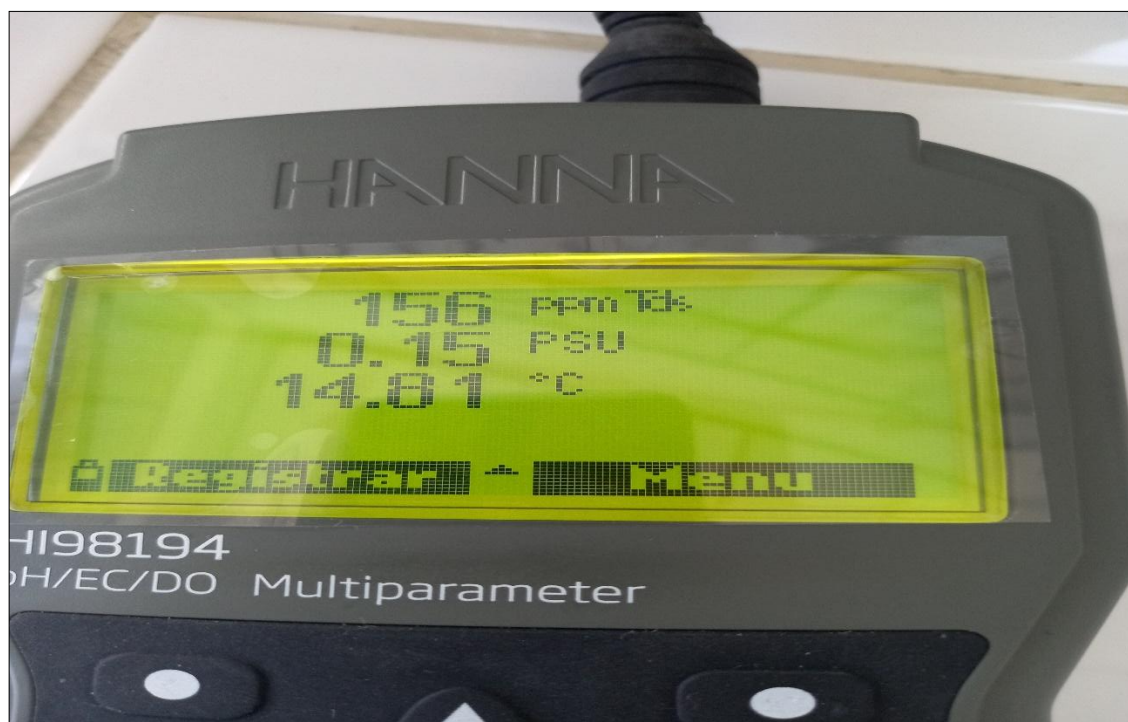
Anexo 4

Resultado al analizar pH y conductividad con el multiparámetro HANNA HI98194 en el primer punto de muestreo (distancia cercana).



Anexo 5

Resultado al analizar temperatura y sólidos totales disueltos con el equipo multiparámetro HANNA HI98194 en el primer punto de muestreo (distancia cercana).



Anexo 6

Resultado al analizar turbidez con el equipo turbidímetro HACH 2100Q en el primer punto de muestreo (distancia cercana).



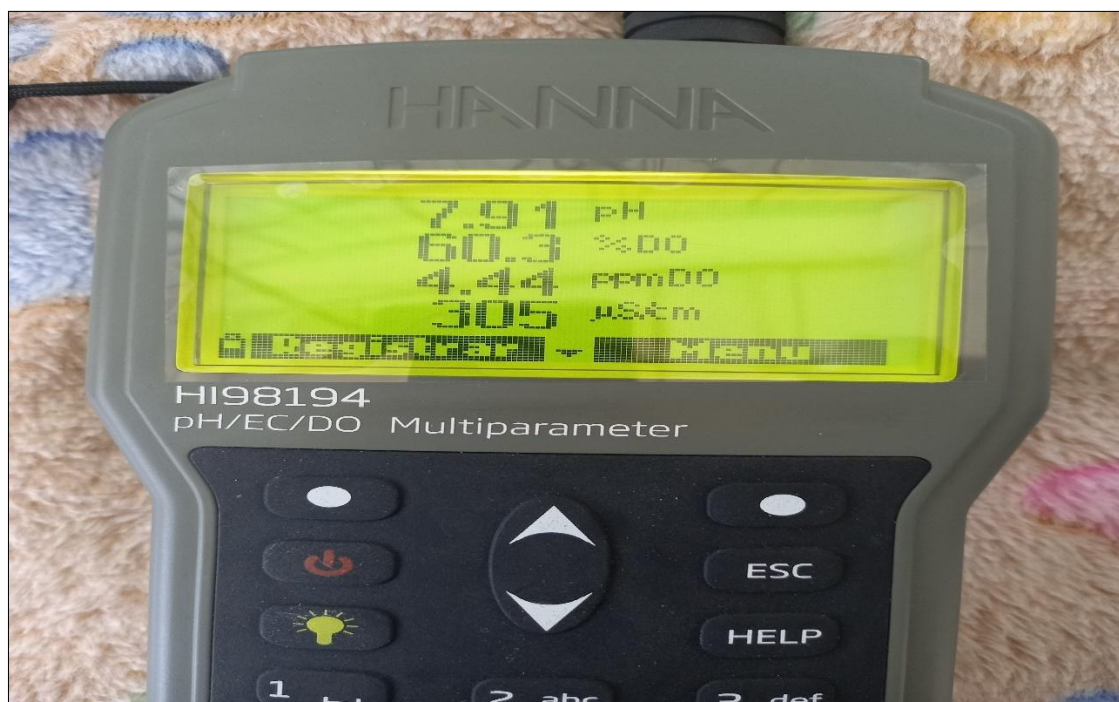
Anexo 7

Resultado al analizar cloro residual con el equipo colorímetro DR 300, en el segundo punto de muestreo (distancia intermedia 1).



Anexo 8

Resultado al analizar pH y conductividad con el multiparámetro HANNA HI98194 en el segundo punto de muestreo (distancia intermedia 1).



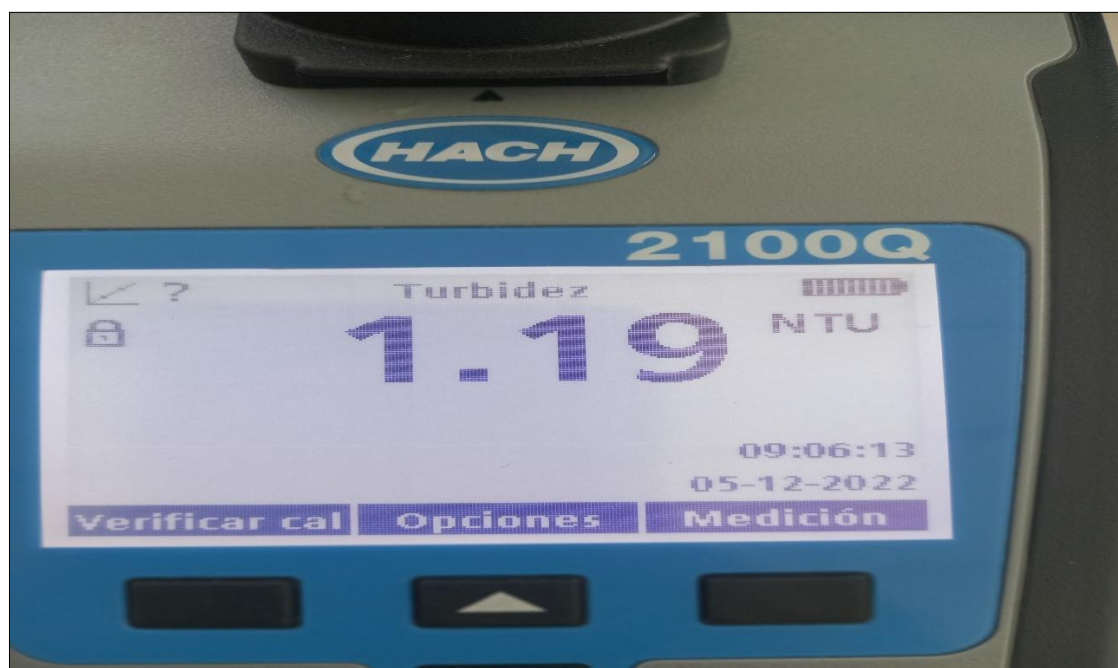
Anexo 9

Resultado al analizar temperatura y sólidos totales disueltos con el multiparámetro HANNA HI98194 en el segundo punto de muestreo (distancia intermedia 1).



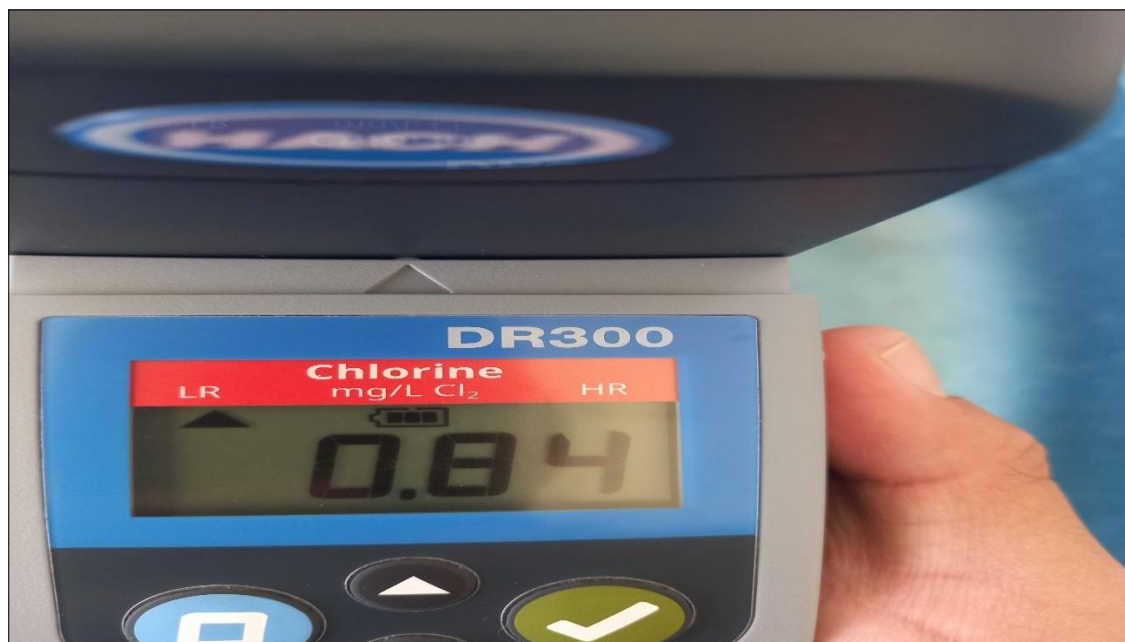
Anexo 10

Resultado al analizar turbidez con el equipo turbidímetro HACH 20100Q en el segundo punto de muestreo (distancia intermedia 1).



Anexo 11

Resultado al analizar cloro residual con el equipo colorímetro DR 300, en el tercer punto de muestreo (distancia intermedia 2).



Anexo 12

Resultado al analizar pH y conductividad con el multiparámetro HANNA HI98194 en el tercer punto de muestreo (distancia intermedia 2).



Anexo 13

Resultado al analizar la temperatura y sólidos totales disueltos con el multiparámetro HANNA HI98194 en el tercer punto de muestreo (distancia intermedia 2).



Anexo 14

Resultado al analizar turbidez con el equipo turbidímetro HACH 2100Q en el tercer punto de muestreo (distancia intermedia 2).



Anexo 15

Resultado al analizar cloro residual con el equipo colorímetro DR 300, en el cuarto punto de muestreo (distancia intermedia 3).



Anexo 16

Resultado al analizar pH y conductividad con el multiparámetro HANNA HI98194 en el cuarto punto de muestreo (distancia intermedia 3).



Anexo 17

Resultado al analizar la temperatura y sólidos totales disueltos con el multiparámetro HANNA HI98194 en el cuarto punto de muestreo (distancia intermedia 3).



Anexo 18

Resultado al analizar turbidez con el equipo turbidímetro HACH 20100Q en el cuarto punto de muestreo (distancia intermedia 3).



Anexo 19

Resultado al analizar cloro residual con el equipo colorímetro DR 300, en el quinto punto de muestreo (distancia lejana).



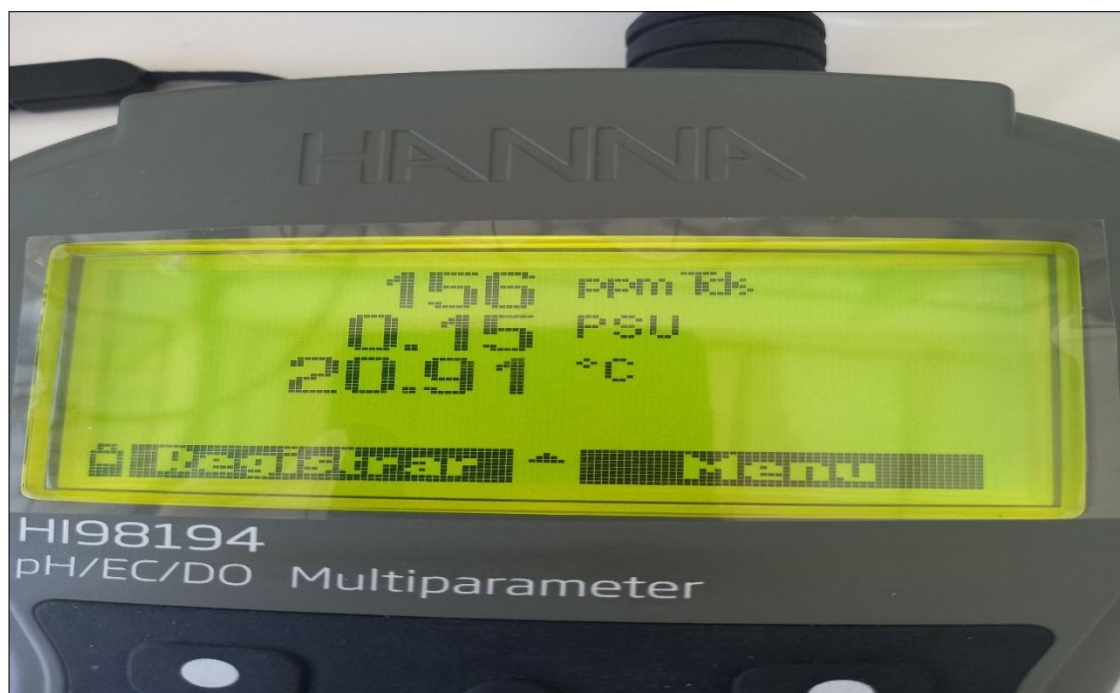
Anexo 20

Resultado al analizar pH y conductividad con el multiparámetro HANNA HI98194 en el quinto punto de muestreo (distancia lejana).



Anexo 21

Resultado al analizar la temperatura y sólidos totales disueltos con el multiparámetro HANNA HI98194 en el quinto punto de muestreo (distancia lejana).



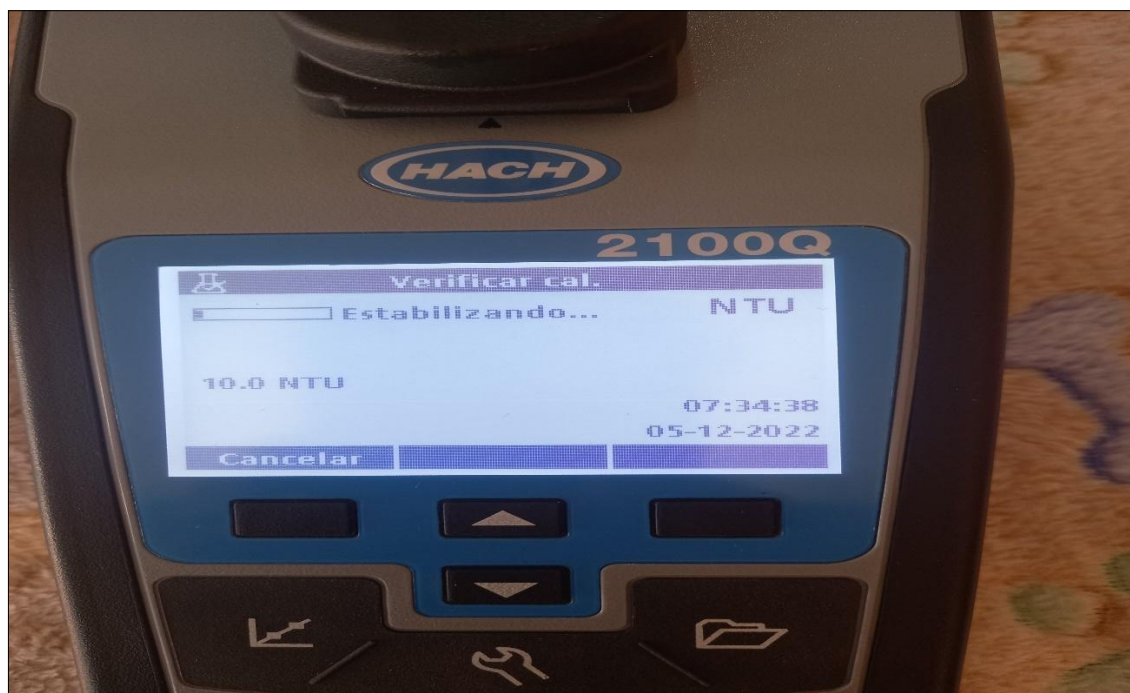
Anexo 22

Resultado al analizar turbidez con el equipo turbidímetro HACH 2100Q en el quinto punto de muestreo (distancia lejana).



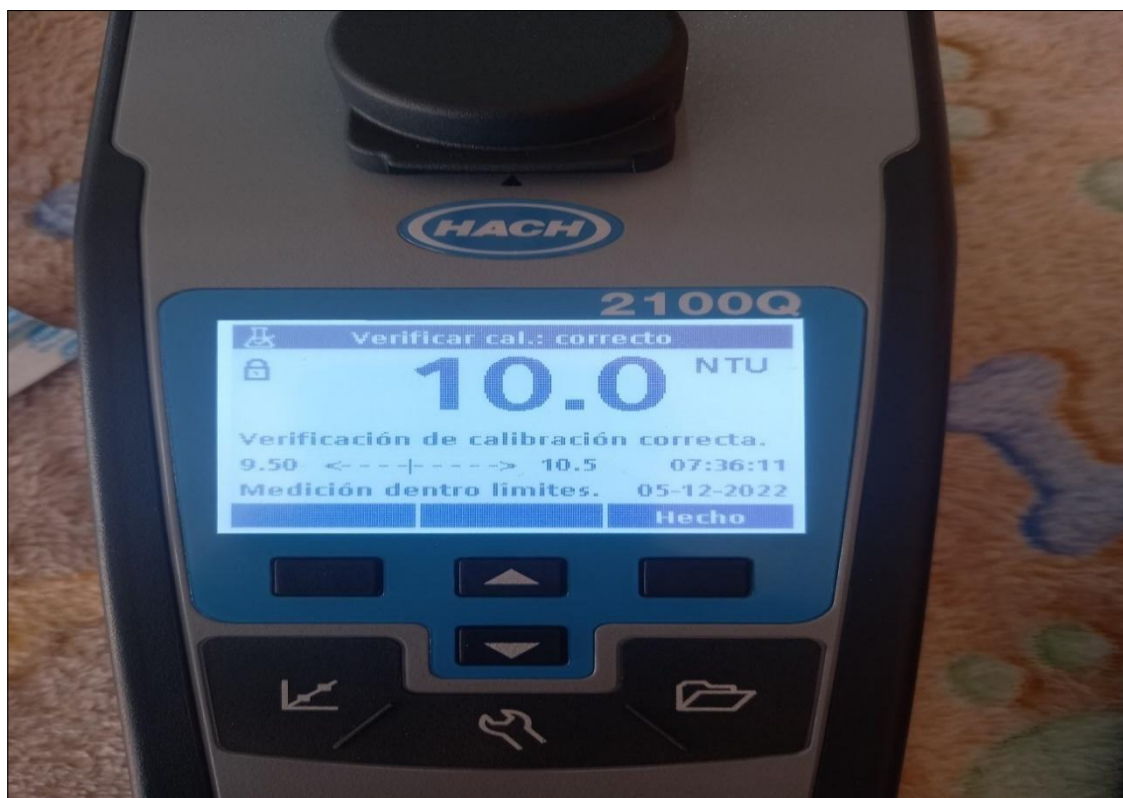
Anexo 23

Proceso de Calibración 1 de equipo turbidímetro HACH 20100Q.



Anexo 24

Proceso de Calibración 2 de equipo turbidímetro HACH 20100Q.



Anexo 25

Proceso de Calibración 1 de equipo colorímetro DR300.



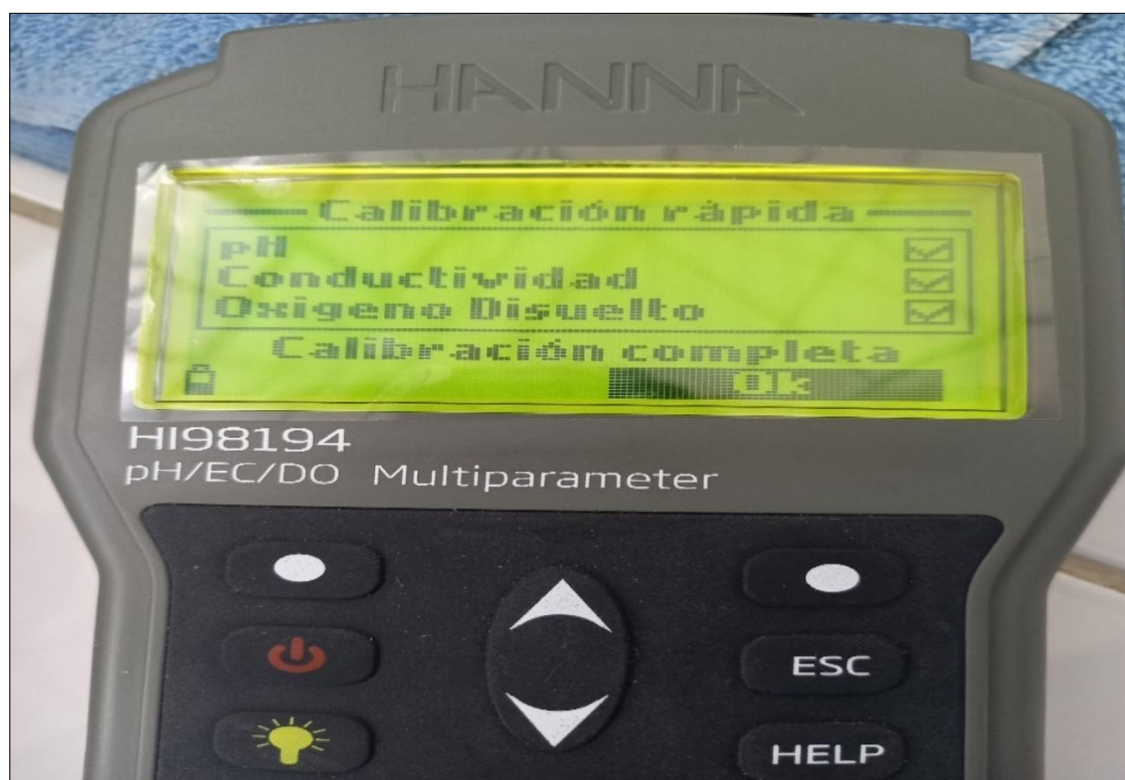
Anexo 26

Proceso de Calibración 2 de equipo colorímetro DR300.



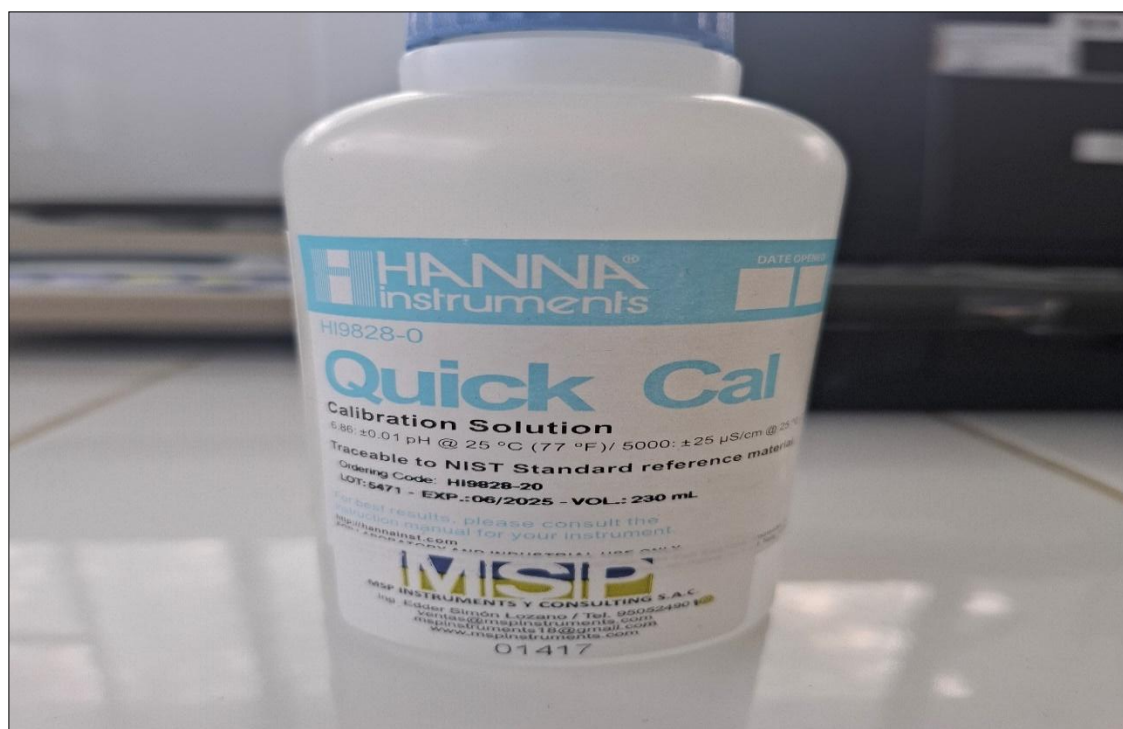
Anexo 27

Calibración de equipo multiparámetro HANNA HI98194.



Anexo 28

Solución para calibración de equipo multiparámetro HANNA HI98194.



Anexo 29

Captación por gravedad el Suro - centro poblado Cuyumalca – Chota.



Anexo 30

Captación por gravedad la Zarza - centro poblado Cuyumalca – Chota.



Anexo 31

Captación por bombeo Túnel Conchano – Chota.



Anexo 32

Planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Chota.



Anexo 33

Etapas de proceso de mezcla rápida.



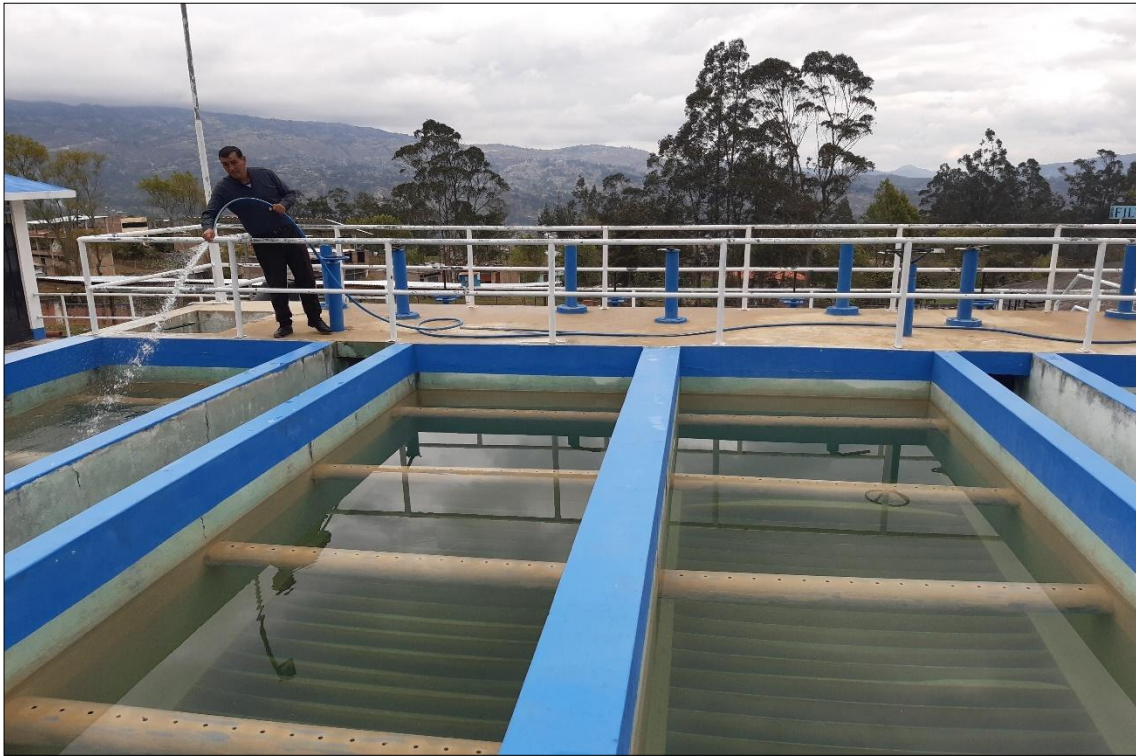
Anexo 34

Etapas de proceso de floculación – Coagulación.



Anexo 35

Etapas de proceso de decantación.



Anexo 36

Etapas de proceso de filtración.



Anexo 37

Etapas de proceso de desinfección.



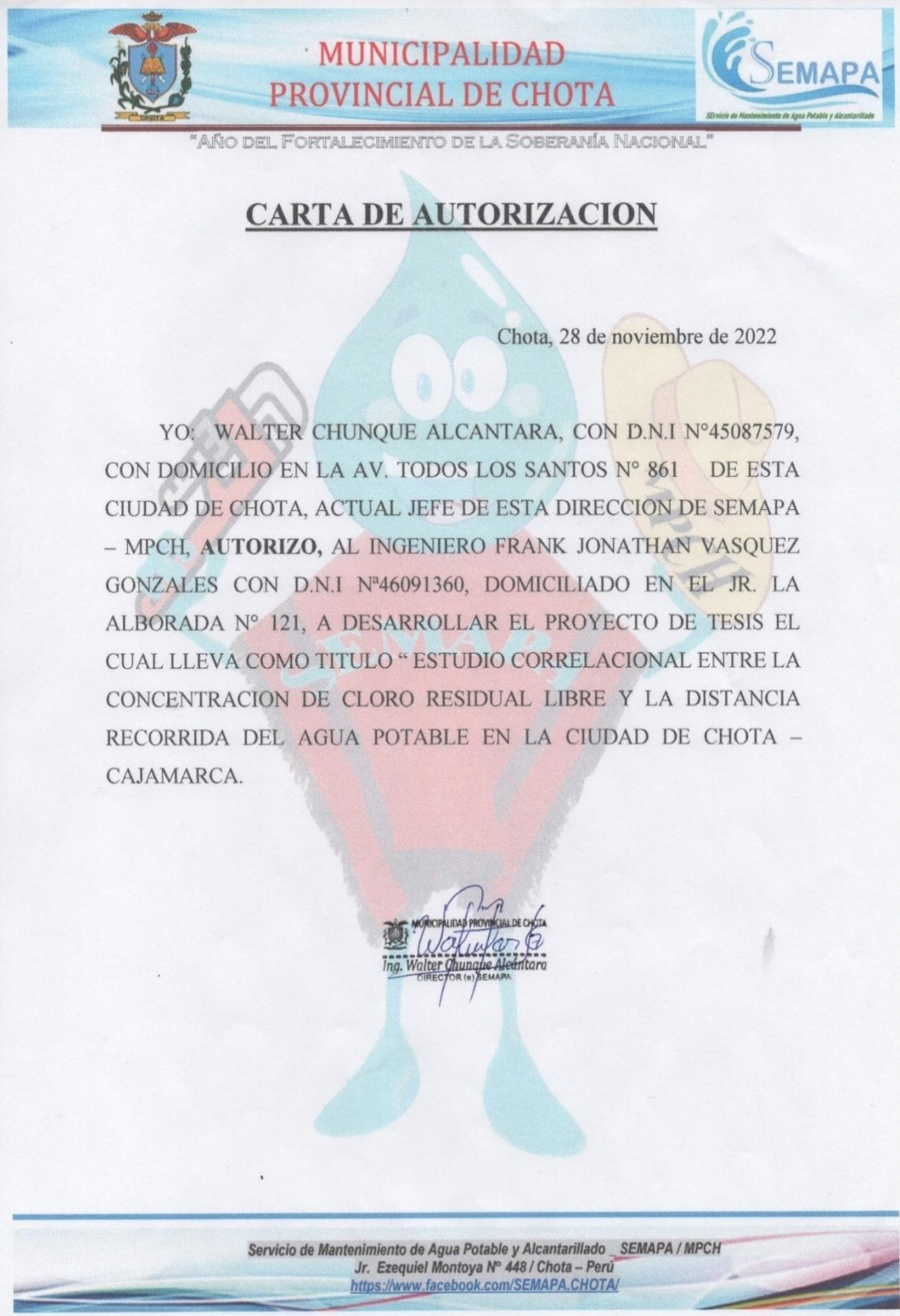
Anexo 38

Etapas de proceso de almacenamiento.



Anexo 39

Carta de autorización emitida por la Dirección de SEMAPA – Chota, para desarrollo de tesis.



The document is an official authorization letter from the Municipality of Chota. It features a header with the municipal coat of arms, the name 'MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA', and the SEMAPA logo. A banner below the header reads 'AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL'. The title 'CARTA DE AUTORIZACION' is centered. The date 'Chota, 28 de noviembre de 2022' is on the right. The body text, signed by Walter Chunque Alcantara, authorizes Frank Jonathan Vasquez Gonzales to conduct a thesis project on residual chlorine concentration and water distance in Chota. The signature is accompanied by a stamp of the 'Municipalidad Provincial de Chota' and the 'Ing. Walter Chunque Alcantara' as Director of SEMAPA. The footer provides contact information for SEMAPA / MPCH, including an address and a Facebook link.

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA

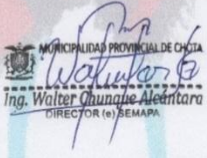
SEMAPA
Servicio de Mantenimiento de Agua Potable y Alcantarillado

"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

CARTA DE AUTORIZACION

Chota, 28 de noviembre de 2022

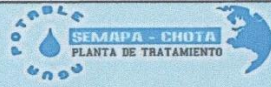
YO: WALTER CHUNQUE ALCANTARA, CON D.N.I N°45087579, CON DOMICILIO EN LA AV. TODOS LOS SANTOS N° 861 DE ESTA CIUDAD DE CHOTA, ACTUAL JEFE DE ESTA DIRECCION DE SEMAPA – MPCH, **AUTORIZO**, AL INGENIERO FRANK JONATHAN VASQUEZ GONZALES CON D.N.I N°46091360, DOMICILIADO EN EL JR. LA ALBORADA N° 121, A DESARROLLAR EL PROYECTO DE TESIS EL CUAL LLEVA COMO TITULO " ESTUDIO CORRELACIONAL ENTRE LA CONCENTRACION DE CLORO RESIDUAL LIBRE Y LA DISTANCIA RECORRIDA DEL AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE CHOTA – CAJAMARCA.


Municipalidad Provincial de Chota
Ing. Walter Chunque Alcantara
DIRECTOR (a) SEMAPA

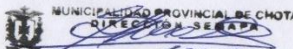
Servicio de Mantenimiento de Agua Potable y Alcantarillado SEMAPA / MPCH
Jr. Ezequiel Montoya N° 448 / Chota – Perú
<https://www.facebook.com/SEMAPA.CHOTA/>

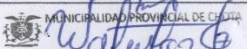
Anexo 40

Resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, diciembre 2022, 1.

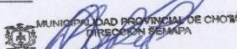
 FORMATO DE CONTROL DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUA POTABLE 													
Departamento: <u>Cajamarca</u> Provincia: <u>Chota</u> Distrito: <u>Chota</u>													
DETALLES				DISTANCIA RECORRIDA			PÁRAMETROS ANALIZADOS						
ITEM	ANALISTA	Fecha D/M/A	Hora	Coordenadas UTM		Distancia desde la PTAP - Chota (m)	T° (°C)	Cloro Residual (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)
				Norte	Este								
1	Frank Vásquez	01/12/22	09:28	9274564	0761355	0	14.81	1.05	7.84	1.11	312	156	4.93
2	Frank Vásquez	01/12/22	09:51	9274370	0760107	1071	15.52	0.99	7.89	1.06	305	152	4.63
3	Frank Vásquez	01/12/22	10:20	9274434	0759674	2068	16.97	0.80	7.87	1.52	311	156	5.57
4	Frank Vásquez	01/12/22	10:50	9274520	0758894	3220	17.37	0.73	7.89	1.07	307	154	4.45
5	Frank Vásquez	01/12/22	11:22	9275043	0757619	4363	19.65	0.61	7.84	1.52	316	158	6.45
6	Frank Vásquez	02/12/22	08:30	9274564	0761355	0	13.96	1.07	7.92	2.16	304	152	4.96
7	Frank Vásquez	02/12/22	08:59	9274370	0760107	1071	14.84	0.92	7.90	2.21	306	153	5.12
8	Frank Vásquez	02/12/22	09:24	9274434	0759674	2068	16.12	0.83	7.91	1.98	310	155	4.93
9	Frank Vásquez	02/12/22	09:58	9274520	0758894	3220	18.10	0.61	7.89	2.13	308	154	4.86
10	Frank Vásquez	02/12/22	10:26	9275043	0757619	4363	18.36	0.46	7.87	2.16	309	155	4.97
11	Frank Vásquez	03/12/22	09:12	9274564	0761355	0	14.56	1.12	7.94	2.04	306	153	4.98
12	Frank Vásquez	03/12/22	09:43	9274370	0760107	1071	15.61	0.90	7.92	2.12	312	156	4.45
13	Frank Vásquez	03/12/22	10:12	9274434	0759674	2068	16.39	0.82	7.90	1.99	310	155	4.85
14	Frank Vásquez	03/12/22	10:44	9274520	0758894	3220	17.58	0.66	7.93	2.13	311	155	4.61
15	Frank Vásquez	03/12/22	11:16	9275043	0757619	4363	18.86	0.49	7.89	2.08	309	154	4.79

OBSERVACIONES:


Alex Ricardo Ciza Silva
 JEFE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - SEMAPA
 CHOTA

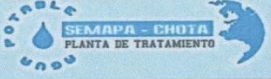

Ing. Walter Chunga Alcántara
 DIRECTOR (IN) SEMAPA
 DIRECTOR - SEMAPA - CHOTA

FC - PCO - 01 - 1998


Ing. Omar Jhino Rosal Perales
 J.C. DISTRIBUCIÓN Y MANTENIMIENTO DE AGUA POTABLE
 JEFE DE DISTRIBUCIÓN - SEMAPA - CHOTA

Anexo 41

Resultados de los fisicoquímicos análisis de agua potable, diciembre 2022, 2.

 FORMATO DE CONTROL DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUA POTABLE 														
Departamento: <u>Cajamarca</u> Provincia: <u>Chota</u> Distrito: <u>Chota</u>														
DETALLES				DISTANCIA RECORRIDA			PÁRAMETROS ANALIZADOS							
ITEM	ANALISTA	Fecha D/M/A	Hora	Coordenadas UTM		Distancia desde la PTAP - Chota (m)	T° (°C)	Cloro Residual (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)	
				Norte	Este									
1	Frank Vásquez	05/12/22	08:51	9274564	0761355	0	15.16	1.32	7.90	1.19	303	151	4.49	
2	Frank Vásquez	05/12/22	09:21	9274370	0760107	1071	15.52	0.96	7.91	1.30	305	152	4.44	
3	Frank Vásquez	05/12/22	09:56	9274434	0759674	2068	16.41	0.84	7.86	1.90	310	155	5.50	
4	Frank Vásquez	05/12/22	10:28	9274520	0758894	3220	17.60	0.70	7.91	1.37	310	155	4.49	
5	Frank Vásquez	05/12/22	10:59	9275043	0757619	4363	20.91	0.59	7.89	1.17	312	156	3.75	
6	Frank Vásquez	06/12/22	09:00	9274564	0761355	0	14.86	1.19	7.88	0.77	306	153	4.61	
7	Frank Vásquez	06/12/22	09:30	9274370	0760107	1071	14.97	0.91	7.91	0.84	308	154	4.53	
8	Frank Vásquez	06/12/22	09:50	9274434	0759674	2068	15.12	0.83	7.89	0.76	310	155	5.12	
9	Frank Vásquez	06/12/22	10:12	9274520	0758894	3220	15.61	0.72	7.86	0.96	305	152	4.69	
10	Frank Vásquez	06/12/22	10:41	9275043	0757619	4363	16.29	0.53	7.85	0.75	306	153	4.53	
11	Frank Vásquez	07/12/22	08:40	9274564	0761355	0	15.05	1.10	7.84	1.30	304	152	4.56	
12	Frank Vásquez	07/12/22	09:20	9274370	0760107	1071	16.02	0.83	7.94	1.13	305	152	4.95	
13	Frank Vásquez	07/12/22	09:53	9274434	0759674	2068	17.32	0.79	7.89	1.92	306	153	5.37	
14	Frank Vásquez	07/12/22	10:20	9274520	0758894	3220	18.21	0.60	7.94	1.41	304	152	4.81	
15	Frank Vásquez	07/12/22	10:49	9275043	0757619	4363	19.72	0.52	7.92	1.60	305	153	5.17	

OBSERVACIONES:

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
DIRECCIÓN SEMAPA
Alex Ricardo Cieza Silva
JEFE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - SEMAPA - CHOTA

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
Ing. Walter Chungue Alcantara
DIRECTOR (G) SEMAPA
DIRECTOR - SEMAPA - CHOTA

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
DIRECCIÓN SEMAPA
Ing. Omar Jairo Boncal Perillo
JEFE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - SEMAPA - CHOTA

FC - PCO - 01 - TESIS

Anexo 42

Formatos de control y resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, diciembre 2022, 3.

FORMATO DE CONTROL DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUA POTABLE														
Departamento: <u>Cajamarca</u> Provincia: <u>Chota</u> Distrito: <u>Chota</u>														
DETALLES				DISTANCIA RECORRIDA			PÁRAMETROS ANALIZADOS							
ITEM	ANALISTA	Fecha D/M/A	Hora	Coordenadas UTM		Distancia desde la PTAP - Chota (m)	T° (°C)	Cloro Residual (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)	
				Norte	Este									
1	Frank Vásquez	08/12/22	08:50	9274564	0761355	0	15.09	1.16	7.91	1.21	305	153	4.46	
2	Frank Vásquez	08/12/22	09:20	9274370	0760107	1071	15.26	0.96	7.90	1.32	307	154	4.49	
3	Frank Vásquez	08/12/22	09:50	9274434	0759674	2068	15.68	0.72	7.88	1.10	308	154	5.12	
4	Frank Vásquez	08/12/22	10:23	9274520	0758894	3220	16.29	0.56	7.89	0.99	310	155	4.95	
5	Frank Vásquez	08/12/22	10:50	9275043	0757619	4363	17.10	0.47	7.92	1.22	306	153	5.16	
6	Frank Vásquez	09/12/22	09:15	9274564	0761355	0	15.28	1.18	7.90	1.16	305	152	4.42	
7	Frank Vásquez	09/12/22	09:40	9274370	0760107	1071	15.56	1.04	7.92	1.18	307	153	4.81	
8	Frank Vásquez	09/12/22	10:12	9274434	0759674	2068	16.12	0.88	7.88	1.14	306	153	4.29	
9	Frank Vásquez	09/12/22	10:45	9274520	0758894	3220	17.19	0.74	7.91	1.21	308	154	5.12	
10	Frank Vásquez	09/12/22	11:10	9275043	0757619	4363	17.29	0.61	7.90	1.19	306	153	4.36	
11	Frank Vásquez	10/12/22	08:30	9274564	0761355	0	14.96	1.22	7.93	1.32	308	154	5.01	
12	Frank Vásquez	10/12/22	09:00	9274370	0760107	1071	15.21	0.98	7.90	1.34	306	153	4.45	
13	Frank Vásquez	10/12/22	09:25	9274434	0759674	2068	15.49	0.74	7.91	1.29	307	154	4.96	
14	Frank Vásquez	10/12/22	09:50	9274520	0758894	3220	16.10	0.68	7.92	1.30	309	155	4.48	
15	Frank Vásquez	10/12/22	10:20	9275043	0757619	4363	16.28	0.52	7.90	1.27	305	152	4.74	

OBSERVACIONES:

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
DIRECCIÓN SEMAPA
Alex Ricardo Cieza Silva
JEFE DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO - SEMAPA
CHOTA

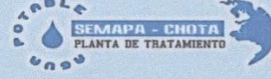
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
Ing. Walter Chuquibambilla
DIRECTOR (a) SEMAPA
DIRECTOR - SEMAPA - CHOTA

FC - PCO - 01 - TESIS

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
DIRECCIÓN SEMAPA
Ing. Omar Jhony Rosales Paralta
JEFE DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO DE AGUA POTABLE

Anexo 43

Formatos de control y resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, diciembre 2022, 4.

 FORMATO DE CONTROL DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUA POTABLE 													
Departamento: <u>Cajamarca</u> Provincia: <u>Chota</u> Distrito: <u>Chota</u>													
DETALLES				DISTANCIA RECORRIDA			PÁRAMETROS ANALIZADOS						
ITEM	ANALISTA	Fecha D/M/A	Hora	Coordenadas UTM		Distancia desde la PTAP - Chota (m)	Tº (°C)	Cloro Residual (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)
				Norte	Este								
1	Frank Vásquez	12/12/22	09:00	9274564	0761355	0	15.32	1.19	7.92	7.12	304	152	4.63
2	Frank Vásquez	12/12/22	09:20	9274370	0760107	1071	15.69	1.04	7.89	7.06	306	153	4.78
3	Frank Vásquez	12/12/22	09:50	9274434	0759674	2068	16.11	0.86	7.90	2.14	305	153	5.10
4	Frank Vásquez	12/12/22	10:25	9274520	0758894	3220	16.39	0.71	7.88	1.96	307	154	4.54
5	Frank Vásquez	12/12/22	10:55	9275043	0757619	4363	17.12	0.56	7.91	2.06	306	153	5.12
6	Frank Vásquez	13/12/22	09:30	9274564	0761355	0	15.09	1.22	7.89	1.19	303	151	4.69
7	Frank Vásquez	13/12/22	09:55	9274370	0760107	1071	15.38	1.07	7.90	1.12	302	151	5.06
8	Frank Vásquez	13/12/22	10:25	9274434	0759674	2068	15.74	0.92	7.93	1.16	304	152	4.92
9	Frank Vásquez	13/12/22	11:10	9274520	0758894	3220	16.12	0.72	7.90	1.18	306	153	4.38
10	Frank Vásquez	13/12/22	11:35	9275043	0757619	4363	16.69	0.61	7.91	1.20	308	154	4.46
11	Frank Vásquez	14/12/22	08:45	9274564	0761355	0	15.10	1.16	7.90	1.10	302	151	4.54
12	Frank Vásquez	14/12/22	09:05	9274370	0760107	1071	15.30	1.04	7.92	1.12	300	150	4.31
13	Frank Vásquez	14/12/22	09:30	9274434	0759674	2068	15.69	0.90	7.91	0.99	301	151	4.91
14	Frank Vásquez	14/12/22	09:55	9274520	0758894	3220	15.98	0.81	7.93	1.04	302	151	4.39
15	Frank Vásquez	14/12/22	10:20	9275043	0757619	4363	16.12	0.68	7.92	1.06	303	152	4.69

OBSERVACIONES:

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
DIRECCIÓN SEMAPA
Alex Ricardo Cieza Silva
DIRECCIÓN DE OPERACIONES - SEMAPA
JEFE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - SEMAPA - CHOTA

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
Ing. Walter Chuquealcántara
DIRECTOR (R) SEMAPA
DIRECTOR - SEMAPA - CHOTA

FC - PCO - 01 - TESIS

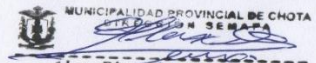
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
Ing. Omar Jhony Rosales
JEFE DE DISTRIBUCIÓN - SEMAPA - CHOTA

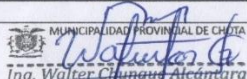
Anexo 45

Formatos de control y resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, diciembre 2022, 5.

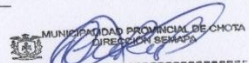
 FORMATO DE CONTROL DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUA POTABLE 													
Departamento: <u>Cajamarca</u> Provincia: <u>Chota</u> Distrito: <u>Chota</u>													
DETALLES				DISTANCIA RECORRIDA			PÁRAMETROS ANALIZADOS						
ITEM	ANALISTA	Fecha D/M/A	Hora	Coordenadas UTM		Distancia desde la PTAP - Chota (m)	T _e (°C)	Cloro Residual (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)
				Norte	Este								
1	Frank Vásquez	15/12/22	09:00	9274564	0761355	0	15.06	1.21	7.91	2.09	304	152	4.42
2	Frank Vásquez	15/12/22	09:20	9274370	0760107	1071	15.36	1.05	7.90	1.99	302	151	4.69
3	Frank Vásquez	15/12/22	09:50	9274434	0759674	2068	15.69	0.89	7.92	2.03	303	152	5.10
4	Frank Vásquez	15/12/22	10:25	9274520	0758894	3220	16.16	0.74	7.91	2.06	305	153	4.72
5	Frank Vásquez	15/12/22	10:50	9275043	0757619	4363	16.31	0.59	7.90	1.98	302	151	4.48
6	Frank Vásquez	16/12/22	09:10	9274504	0761355	0	15.08	1.19	7.92	1.19	305	153	4.91
7	Frank Vásquez	16/12/22	09:30	9274370	0760107	1071	15.41	1.00	7.90	1.21	306	153	4.29
8	Frank Vásquez	16/12/22	10:05	9274434	0759674	2068	15.22	0.85	7.89	1.18	304	152	4.36
9	Frank Vásquez	16/12/22	10:35	9274520	0758894	3220	16.12	0.69	7.91	1.23	303	152	4.39
10	Frank Vásquez	16/12/22	11:00	9275043	0757619	4363	16.28	0.54	7.88	1.20	306	153	4.28
11	Frank Vásquez	17/12/22	08:30	9274564	0761355	0	14.86	1.19	7.92	1.66	305	153	4.31
12	Frank Vásquez	17/12/22	08:55	9274370	0760107	1071	15.12	1.04	7.91	1.60	306	153	4.26
13	Frank Vásquez	17/12/22	09:10	9274434	0759674	2068	15.36	0.89	7.90	1.63	305	153	5.01
14	Frank Vásquez	17/12/22	09:35	9274520	0758894	3220	15.68	0.73	7.89	1.59	304	152	11.96
15	Frank Vásquez	17/12/22	10:05	9275043	0757619	4363	15.96	0.60	7.92	1.62	304	152	4.83

OBSERVACIONES:


Alex Ricardo Cieza Silva
 JEFE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - SEMAPA - CHOTA


Ing. Walter Chuquis Alcantara
 DIRECTOR (a) SEMAPA - CHOTA

FC - PCO - 01 - TESIS


Ing. Omar Jhino Roncal Peralta
 JEFE DE DISTRIBUCIÓN Y MANTENIMIENTO DE AGUA POTABLE - SEMAPA - CHOTA

Anexo 45

Formatos de control y resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, diciembre 2022, 6.

 FORMATO DE CONTROL DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUA POTABLE 														
Departamento: <u>Cajamarca</u> Provincia: <u>Chota</u> Distrito: <u>Chota</u>														
DETALLES				DISTANCIA RECORRIDA			PÁRAMETROS ANALIZADOS							
ITEM	ANALISTA	Fecha D/M/A	Hora	Coordenadas UTM		Distancia desde la PTAP - Chota (m)	Tº (°C)	Cloro Residual (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)	
				Norte	Este									
1	Frank Vásquez	19/12/22	09:30	9274564	0761355	0	15.12	1.18	7.90	2.12	306	153	4.74	
2	Frank Vásquez	19/12/22	10:05	9274370	0760107	1071	15.39	0.99	7.92	1.98	304	152	4.69	
3	Frank Vásquez	19/12/22	10:40	9274434	0759674	2068	15.88	0.79	7.91	2.10	308	154	4.96	
4	Frank Vásquez	19/12/22	11:10	9274520	0758894	3220	16.12	0.64	7.93	2.06	307	154	4.72	
5	Frank Vásquez	19/12/22	11:40	9275043	0757619	4363	16.39	0.46	7.90	2.13	305	153	4.89	
6	Frank Vásquez	20/12/22	09:00	9274564	0761355	0	15.13	1.19	7.92	1.36	304	152	4.64	
7	Frank Vásquez	20/12/22	09:25	9274370	0760107	1071	15.41	1.00	7.91	1.42	306	153	4.71	
8	Frank Vásquez	20/12/22	09:50	9274434	0759674	2068	15.89	0.82	7.93	1.41	302	151	4.81	
9	Frank Vásquez	20/12/22	10:20	9274520	0758894	3220	16.14	0.67	7.90	1.39	306	153	4.93	
10	Frank Vásquez	20/12/22	10:45	9275043	0757619	4363	16.43	0.49	7.89	1.38	208	154	4.92	
11	Frank Vásquez	21/12/22	09:00	9274564	0761355	0	15.20	1.34	7.94	1.62	307	154	4.69	
12	Frank Vásquez	21/12/22	09:25	9274370	0760107	1071	15.49	1.18	7.93	1.58	308	154	4.59	
13	Frank Vásquez	21/12/22	09:55	9274434	0759674	2068	15.72	0.99	7.95	1.50	305	153	4.63	
14	Frank Vásquez	21/12/22	10:20	9274520	0758894	3220	16.17	0.84	7.93	1.61	306	153	4.59	
15	Frank Vásquez	21/12/22	10:50	9275043	0757619	4363	16.22	0.66	7.94	1.56	308	154	4.96	

OBSERVACIONES:

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
DIRECCIÓN SEMAPA
Alex Ricardo Cieza Silva
JEFE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - SEMAPA - CHOTA

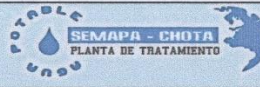
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
Walter Chuquis Alcantara
DIRECTOR (e) SEMAPA
DIRECTOR - SEMAPA - CHOTA

FC - PCO - 01 - TESIS

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
DIRECCIÓN SEMAPA
Ing. Omar Isaac Bonaci Peraltis
JEFE DE DISTRIBUCIÓN - SEMAPA - CHOTA

Anexo 46

Formatos de control y resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, diciembre 2022, 7.

 FORMATO DE CONTROL DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUA POTABLE 													
Departamento: <u>Cajamarca</u> Provincia: <u>Chota</u> Distrito: <u>Chota</u>													
DETALLES				DISTANCIA RECORRIDA			PÁRAMETROS ANALIZADOS						
ITEM	ANALISTA	Fecha D/M/A	Hora	Coordenadas UTM		Distancia desde la PTAP - Chota (m)	T _a (°C)	Cloro Residual (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)
				Norte	Este								
1	Frank Vásquez	22/12/22	08:50	9274564	0761355	0	15.16	1.18	7.91	1.42	303	152	4.62
2	Frank Vásquez	22/12/22	09:20	9274320	0760107	1071	15.46	1.03	7.92	1.44	302	151	4.74
3	Frank Vásquez	22/12/22	09:50	9274434	0759674	2068	15.72	0.88	7.93	1.46	304	152	4.68
4	Frank Vásquez	22/12/22	10:25	9274520	0758894	3220	15.98	0.74	7.90	1.43	306	153	4.73
5	Frank Vásquez	22/12/22	10:45	9275043	0757619	4363	16.16	0.56	7.94	1.47	305	153	4.71
6	Frank Vásquez	23/12/22	08:40	9274564	0761355	0	15.09	1.26	7.93	2.02	306	153	4.63
7	Frank Vásquez	23/12/22	09:10	9274320	0760107	1071	15.42	1.11	7.92	1.86	304	152	4.79
8	Frank Vásquez	23/12/22	09:40	9274434	0759674	2068	15.84	0.94	7.94	1.79	305	152	4.69
9	Frank Vásquez	23/12/22	10:05	9274520	0758894	3220	16.01	0.79	7.90	1.92	303	151	4.81
10	Frank Vásquez	23/12/22	10:40	9275043	0757619	4363	16.22	0.64	7.91	1.73	302	151	4.73
11	Frank Vásquez	26/12/22	09:10	9274564	0761355	0	15.06	1.31	7.94	1.56	304	152	4.68
12	Frank Vásquez	26/12/22	09:40	9274320	0760107	1071	15.40	1.16	7.93	1.29	303	152	4.37
13	Frank Vásquez	26/12/22	10:10	9274434	0759674	2068	15.66	1.02	7.92	1.39	306	153	4.82
14	Frank Vásquez	26/12/22	10:45	9274520	0758894	3220	15.91	0.86	7.91	1.47	306	153	4.71
15	Frank Vásquez	26/12/22	11:10	9275043	0757619	4363	16.13	0.70	7.94	1.50	304	152	4.69

OBSERVACIONES:

Alex Ricardo Caza Silva
JEFE DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO - SEMAPA CHOTA

Walter Chiquero Aleántoro
DIRECTOR - SEMAPA - CHOTA

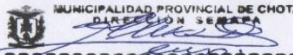
Ing. Omar Shino Rancal Peralta
JEFE DE DISTRIBUCIÓN Y MANTENIMIENTO DE AGUA POTABLE - SEMAPA - CHOTA

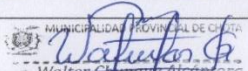
Anexo 47

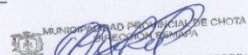
Formatos de control y resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, diciembre 2022, 8.

 FORMATO DE CONTROL DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUA POTABLE 													
Departamento: <u>Cajamarca</u> Provincia: <u>Chota</u> Distrito: <u>Chota</u>													
DETALLES				DISTANCIA RECORRIDA			PÁRAMETROS ANALIZADOS						
ITEM	ANALISTA	Fecha D/M/A	Hora	Coordenadas UTM		Distancia desde la PTAP - Chota (m)	T _e (°C)	Cloro Residual (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)
				Norte	Este								
1	Frank Vásquez	27/12/22	09:20	9274564	0761355	0	16.20	1.30	8.02	1.96	312	156	4.68
2	Frank Vásquez	27/12/22	09:50	9274320	0760107	1071	16.50	1.18	8.01	1.87	310	155	4.71
3	Frank Vásquez	27/12/22	10:20	9274434	0759674	2068	16.88	1.02	8.03	1.90	311	156	4.69
4	Frank Vásquez	27/12/22	10:55	9274520	0758894	3220	17.10	0.86	7.99	1.94	310	155	4.72
5	Frank Vásquez	27/12/22	11:20	9275043	0757619	4363	17.36	0.71	8.03	1.89	312	156	4.81
6	Frank Vásquez	28/12/22	09:20	9274564	0761355	0	16.10	1.26	8.03	2.12	310	155	5.09
7	Frank Vásquez	28/12/22	09:45	9274320	0760107	1071	16.41	1.10	8.02	2.06	311	155	4.92
8	Frank Vásquez	28/12/22	10:25	9274434	0759674	2068	16.76	0.94	8.02	1.99	313	157	4.86
9	Frank Vásquez	28/12/22	10:50	9274520	0758894	3220	16.99	0.80	8.01	1.89	312	156	4.71
10	Frank Vásquez	28/12/22	11:15	9275043	0757619	4363	17.16	0.66	8.03	2.10	311	155	4.69
11	Frank Vásquez	29/12/22	09:00	9274564	0761355	0	15.96	1.18	7.98	1.98	312	156	4.64
12	Frank Vásquez	29/12/22	09:25	9274320	0760107	1071	16.26	1.03	7.99	2.03	310	155	4.71
13	Frank Vásquez	29/12/22	09:55	9274434	0759674	2068	16.60	0.85	7.97	1.96	312	156	4.84
14	Frank Vásquez	29/12/22	10:25	9274520	0758894	3220	16.92	0.71	7.98	2.04	310	155	4.92
15	Frank Vásquez	29/12/22	10:55	9275043	0757619	4363	17.09	0.49	7.98	1.84	311	155	4.69

OBSERVACIONES:


Alex Ricardo Cieza Silva
 JEFE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - SEMAPA - CHOTA

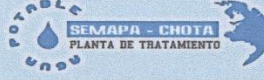

Walter Chancay Huancata
 DIRECTOR (e) SEMAPA


Ina Camar Huino Roncal Perillo
 JEFE DE DISTRIBUCIÓN - SEMAPA - CHOTA

FC - PCO - 01 - TESIS

Anexo 48

Formatos de control y resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, enero 2023, 1.

 FORMATO DE CONTROL DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUA POTABLE 													
Departamento: <u>Cajamarca</u> Provincia: <u>Chota</u> Distrito: <u>Chota</u>													
DETALLES				DISTANCIA RECORRIDA			PÁRAMETROS ANALIZADOS						
ITEM	ANALISTA	Fecha D/M/A	Hora	Coordenadas UTM		Distancia desde la PTAP - Chota (m)	T° (°C)	Cloro Residual (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)
				Norte	Este								
1	Frank Vásquez	03/01/23	09:00	9274564	0761355	0	15.20	1.20	7.85	1.36	304	152	4.56
2	Frank Vásquez	03/01/23	09:25	9274370	0760107	1071	15.28	1.02	7.89	1.19	306	153	4.95
3	Frank Vásquez	03/01/23	09:55	9274434	0759674	2068	16.16	0.84	7.91	1.86	308	154	5.16
4	Frank Vásquez	03/01/23	10:32	9274520	0758894	3220	16.52	0.65	7.86	1.45	309	154	5.28
5	Frank Vásquez	03/01/23	10:56	9275043	0757619	4363	16.92	0.47	7.87	1.66	310	155	5.37
6	Frank Vásquez	04/01/23	08:46	9274564	0761355	0	15.10	1.12	7.90	1.20	303	151	4.49
7	Frank Vásquez	04/01/23	09:10	9274370	0760107	1071	16.06	0.94	7.88	1.36	304	152	4.54
8	Frank Vásquez	04/01/23	09:42	9274434	0759674	2068	16.42	0.84	7.91	1.92	310	155	4.50
9	Frank Vásquez	04/01/23	10:06	9274520	0758894	3220	17.33	0.72	7.86	1.35	310	155	4.56
10	Frank Vásquez	04/01/23	10:42	9275043	0757619	4363	18.09	0.46	7.72	2.19	312	156	5.12
11	Frank Vásquez	05/01/23	08:30	9274564	0761355	0	14.96	1.10	7.84	0.89	308	154	4.53
12	Frank Vásquez	05/01/23	08:50	9274370	0760107	1071	15.29	0.91	7.82	0.86	307	154	5.12
13	Frank Vásquez	05/01/23	09:22	9274434	0759674	2068	15.68	0.74	7.83	0.79	306	153	4.69
14	Frank Vásquez	05/01/23	09:56	9274520	0758894	3220	15.92	0.58	7.85	0.91	310	155	4.71
15	Frank Vásquez	05/01/23	10:20	9275043	0757619	4363	16.11	0.40	7.80	0.76	309	154	4.76

OBSERVACIONES:

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
DIRECCIÓN SEMAPA

Alex Ricardo Cieza Silva
DIRECCIÓN DE OPERACIONES - SEMAPA

JEFE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - SEMAPA - CHOTA

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
DIRECCIÓN SEMAPA

Ing. Walter Chungue Alcantara
DIRECTOR (O) SEMAPA

DIRECTOR - SEMAPA - CHOTA

FC - PCO - 01 - TESIS

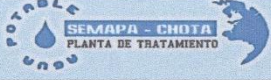
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
DIRECCIÓN SEMAPA

Ing. Omar Hinojosa Rosales
T.C. DISTRIBUCIÓN Y MANTENIMIENTO DE AGUA POTABLE

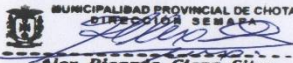
JEFE DE DISTRIBUCIÓN - SEMAPA - CHOTA

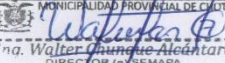
Anexo 49

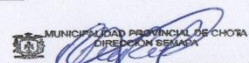
Formatos de control y resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, enero 2023, 2.

 FORMATO DE CONTROL DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUA POTABLE 													
Departamento: <u>Cagamarca</u> Provincia: <u>Chota</u> Distrito: <u>Chota</u>													
DETALLES				DISTANCIA RECORRIDA			PÁRAMETROS ANALIZADOS						
ITEM	ANALISTA	Fecha D/M/A	Hora	Coordenadas UTM		Distancia desde la PTAP - Chota (m)	T° (°C)	Cloro Residual (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)
				Norte	Este								
1	Frank Vásquez	06/01/23	09:20	9274564	0761355	0	14.79	1.25	7.94	1.14	310	155	4.90
2	Frank Vásquez	06/01/23	09:50	9274370	0760107	1071	15.60	1.07	7.90	1.08	306	153	4.73
3	Frank Vásquez	06/01/23	10:21	9274434	0759674	2068	16.92	0.89	7.88	1.43	311	156	5.16
4	Frank Vásquez	06/01/23	10:52	9274520	0758894	3220	17.32	0.71	7.90	1.16	308	154	4.91
5	Frank Vásquez	06/01/23	11:20	9275043	0757619	4363	18.12	0.55	7.84	1.50	314	157	5.29
6	Frank Vásquez	09/01/23	08:25	9274564	0761355	0	14.10	1.22	7.91	1.92	304	152	4.92
7	Frank Vásquez	09/01/23	08:55	9274370	0760107	1071	14.26	1.03	7.90	1.86	306	153	5.12
8	Frank Vásquez	09/01/23	09:20	9274434	0759674	2068	15.91	0.86	7.92	1.89	308	154	4.94
9	Frank Vásquez	09/01/23	09:55	9274520	0758894	3220	18.21	0.69	7.88	1.94	310	155	4.89
10	Frank Vásquez	09/01/23	10:20	9275043	0757619	4363	18.46	0.50	7.89	1.96	309	155	4.91
11	Frank Vásquez	10/01/23	09:10	9274564	0761355	0	14.61	1.30	7.92	2.08	306	153	4.45
12	Frank Vásquez	10/01/23	09:40	9274370	0760107	1071	15.64	1.10	7.94	2.10	310	155	4.61
13	Frank Vásquez	10/01/23	10:15	9274434	0759674	2068	16.29	0.93	7.91	1.98	310	155	4.79
14	Frank Vásquez	10/01/23	10:50	9274520	0758894	3220	16.98	0.75	7.92	2.10	311	155	4.85
15	Frank Vásquez	10/01/23	11:15	9275043	0757619	4363	17.62	0.59	7.90	2.12	310	155	4.80

OBSERVACIONES:


Alex Ricardo Cleza Silva
 JEFE DE OPERACIONES - SEMAPA
 CHOTA

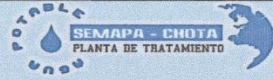

Ing. Walter Chungue Alcantara
 DIRECTOR (a) SEMAPA
 DIRECTOR - SEMAPA - CHOTA


Ing. Omar Jhino Roncal Perata
 JEFE DE OPERACIONES - SEMAPA - CHOTA

FC - PCO - 01 - TESIS

Anexo 50

Formatos de control y resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, enero 2023, 3.

 FORMATO DE CONTROL DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUA POTABLE 														
Departamento: <u>Cajamarca</u> Provincia: <u>Chota</u> Distrito: <u>Chota</u>														
DETALLES				DISTANCIA RECORRIDA			PÁRAMETROS ANALIZADOS							
ITEM	ANALISTA	Fecha D/M/A	Hora	Coordenadas UTM		Distancia desde la PTAP - Chota (m)	T _a (°C)	Cloro Residual (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)	
				Norte	Este									
1	Frank Vásquez	11/01/23	08:40	9274564	0761355	0	15.20	1.15	7.90	1.20	305	153	4.46	
2	Frank Vásquez	11/01/23	09:30	9274370	0760107	1071	15.36	0.97	7.91	1.31	307	154	4.49	
3	Frank Vásquez	11/01/23	09:45	9274434	0759674	2068	15.72	0.80	7.89	1.12	308	154	5.02	
4	Frank Vásquez	11/01/23	10:20	9274520	0758894	3220	16.19	0.60	7.88	1.02	310	155	4.96	
5	Frank Vásquez	11/01/23	10:45	9275043	0757619	4363	16.78	0.43	7.92	1.21	310	155	5.16	
6	Frank Vásquez	12/01/23	09:15	9274564	0761355	0	15.30	1.19	7.90	1.17	305	153	4.42	
7	Frank Vásquez	12/01/23	09:35	9274370	0760107	1071	15.61	1.00	7.91	1.18	307	153	4.81	
8	Frank Vásquez	12/01/23	10:05	9274434	0759674	2068	16.03	0.82	7.92	1.16	306	153	4.92	
9	Frank Vásquez	12/01/23	10:40	9274520	0758894	3220	17.09	0.65	7.89	1.21	306	154	5.12	
10	Frank Vásquez	12/01/23	11:15	9275043	0757619	4363	17.32	0.46	7.90	1.19	309	155	4.96	
11	Frank Vásquez	13/01/23	08:30	9274564	0761355	0	14.62	1.23	7.92	1.30	306	153	5.01	
12	Frank Vásquez	13/01/23	09:10	9274370	0760107	1071	15.21	1.04	7.91	1.31	306	153	4.54	
13	Frank Vásquez	13/01/23	09:35	9274434	0759674	2068	15.46	0.87	7.92	1.32	307	154	4.66	
14	Frank Vásquez	13/01/23	09:50	9274520	0758894	3220	15.99	0.69	7.90	1.29	309	155	4.88	
15	Frank Vásquez	13/01/23	10:25	9275043	0757619	4363	16.21	0.51	7.91	1.31	305	153	4.74	

OBSERVACIONES:

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
DIRECCIÓN DE OPERACIONES - SEMAPA
Alex Ricardo Cieza Silva
JEFE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - SEMAPA - CHOTA

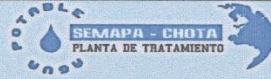
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
Ing. Walter Chuquib Alcantara
DIRECTOR (a) SEMAPA
DIRECTOR - SEMAPA - CHOTA

FC - PCO - 01 - TESIS

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
Ing. Omar Albino Rosales Pereda
J.C. DISTRIBUCIÓN Y MANTENIMIENTO DE AGUA POTABLE
JEFE DE DISTRIBUCIÓN - SEMAPA - CHOTA

Anexo 51

Formatos de control y resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, enero 2023, 4.

 FORMATO DE CONTROL DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUA POTABLE 													
Departamento: <u>Cajamarca</u> Provincia: <u>Chota</u> Distrito: <u>Chota</u>													
DETALLES				DISTANCIA RECORRIDA			PÁRAMETROS ANALIZADOS						
ITEM	ANALISTA	Fecha D/M/A	Hora	Coordenadas UTM		Distancia desde la PTAP - Chota (m)	Tº (°C)	Cloro Residual (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)
				Norte	Este								
1	Frank Vásquez	16/01/23	08:50	9274564	0461355	0	15.29	1.21	7.91	2.10	304	152	4.58
2	Frank Vásquez	16/01/23	09:15	9274370	0460107	1071	15.70	1.02	7.90	2.07	306	153	4.69
3	Frank Vásquez	16/01/23	09:45	9274434	0459674	2068	16.15	0.86	7.90	2.13	308	154	5.16
4	Frank Vásquez	16/01/23	10:20	9274520	0458894	3220	16.42	0.68	7.89	1.98	307	154	4.84
5	Frank Vásquez	16/01/23	10:55	9275043	0457619	4363	16.92	0.49	7.88	2.06	306	153	5.17
6	Frank Vásquez	17/01/23	09:25	9274564	0461355	0	15.10	1.20	7.89	1.18	303	151	4.69
7	Frank Vásquez	17/01/23	10:00	9274370	0460107	1071	15.32	1.02	7.90	1.14	304	152	5.05
8	Frank Vásquez	17/01/23	10:30	9274134	0459674	2068	15.68	0.85	7.93	1.17	304	152	4.99
9	Frank Vásquez	17/01/23	11:00	9274520	0458894	3220	16.04	0.66	7.90	1.19	306	153	4.69
10	Frank Vásquez	17/01/23	11:25	9275043	0457619	4363	16.65	0.47	7.91	1.20	308	154	4.64
11	Frank Vásquez	18/01/23	08:40	9274564	0461355	0	15.12	1.22	7.91	1.06	302	151	4.34
12	Frank Vásquez	18/01/23	09:10	9274370	0460107	1071	15.31	1.03	7.92	1.02	300	150	4.32
13	Frank Vásquez	18/01/23	09:35	9274434	0459674	2068	15.64	0.86	7.93	0.99	302	151	4.51
14	Frank Vásquez	18/01/23	10:00	9274520	0458894	3220	15.91	0.67	7.92	1.01	303	152	4.49
15	Frank Vásquez	18/01/23	10:25	9275043	0457619	4363	16.08	0.50	7.91	1.02	305	153	4.69

OBSERVACIONES:

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
DIRECCIÓN SEMAPA

Alex Ricardo Cieza Silva
DIRECCIÓN DE OPERACIONES - SEMAPA
JEFE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - SEMAPA - CHOTA

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
DIRECCIÓN SEMAPA

Ing. Walter Chacabaz Alcaraz
DIRECTOR (e) SEMAPA

DIRECTOR - SEMAPA - CHOTA

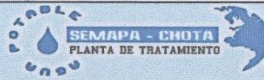
FC - PCO - 01 - TESIS

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
DIRECCIÓN SEMAPA

Ing. Omar Chino Roncal Irujo
JEFE DE DISTRIBUCIÓN - SEMAPA - CHOTA

Anexo 52

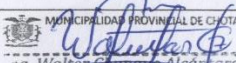
Formatos de control y resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, enero 2023, 5.

 FORMATO DE CONTROL DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE AGUA POTABLE 														
Departamento: <u>Cajamarca</u> Provincia: <u>Chota</u> Distrito: <u>Chota</u>														
DETALLES				DISTANCIA RECORRIDA			PÁRAMETROS ANALIZADOS							
ITEM	ANALISTA	Fecha D/M/A	Hora	Coordenadas UTM		Distancia desde la PTAP - Chota (m)	T° (°C)	Cloro Residual (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)	
				Norte	Este									
1	Frank Vásquez	19/01/23	08:40	9274564	0761355	0	14.70	1.23	7.85	1.16	302	151	4.52	
2	Frank Vásquez	19/01/23	09:20	92744370	0760107	1071	15.40	1.00	7.88	1.14	305	153	4.70	
3	Frank Vásquez	19/01/23	09:45	9274434	0759674	2068	16.10	0.86	7.86	1.12	311	156	5.36	
4	Frank Vásquez	19/01/23	10:20	9274520	0758894	3220	16.42	0.69	7.88	1.16	310	155	5.29	
5	Frank Vásquez	19/01/23	10:50	9275043	0757619	4363	16.96	0.50	7.86	1.18	312	156	5.41	
6	Frank Vásquez	20/01/23	09:10	9274564	0761355	0	15.10	1.19	7.90	2.19	304	152	5.02	
7	Frank Vásquez	20/01/23	09:35	92744370	0760107	1071	15.45	0.99	7.91	2.16	305	153	4.78	
8	Frank Vásquez	20/01/23	10:05	9274434	0759674	2068	16.10	0.82	7.89	2.18	306	153	4.82	
9	Frank Vásquez	20/01/23	10:30	9274520	0758894	3220	16.53	0.63	7.90	2.17	308	154	4.89	
10	Frank Vásquez	20/01/23	11:00	9275043	0757619	4363	16.99	0.47	7.89	2.15	309	155	4.96	
11	Frank Vásquez	21/01/23	09:15	9274564	0761355	0	15.23	1.21	7.93	2.01	306	153	4.88	
12	Frank Vásquez	21/01/23	09:40	92744370	0760107	1071	15.66	1.02	7.91	1.99	309	155	4.99	
13	Frank Vásquez	21/01/23	10:20	9274434	0759674	2068	16.12	0.84	7.92	1.98	310	155	5.12	
14	Frank Vásquez	21/01/23	10:50	9274520	0758894	3220	16.49	0.66	7.94	2.02	309	154	4.86	
15	Frank Vásquez	21/01/23	11:15	9275043	0757619	4363	16.96	0.49	7.90	1.97	312	156	5.29	

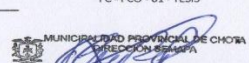
OBSERVACIONES:



Alex Ricardo Cieza Silva
DIRECCIÓN DE OPERACIONES - SEMAPA
JEFE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - SEMAPA -
CHOTA



Ing. Walter Enrique Alcantara
DIRECTOR (e) SEMAPA
DIRECTOR - SEMAPA - CHOTA

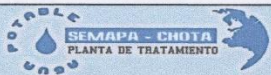


Ing. Omar Ibino Roncal Sorales
DIRECCIÓN SEMAPA
D.C. DISTRIBUCIÓN Y MANTENIMIENTO DE AGUA POTABLE
JEFE DE DISTRIBUCIÓN - SEMAPA - CHOTA

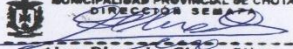
FC - PCO - 01 - TESIS

Anexo 53

Formatos de control y resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, enero 2023, 6.

 FORMATO DE CONTROL DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUA POTABLE 													
Departamento: <u>Cajamarca</u> Provincia: <u>Chota</u> Distrito: <u>Chota</u>													
DETALLES				DISTANCIA RECORRIDA			PÁRAMETROS ANALIZADOS						
ITEM	ANALISTA	Fecha D/M/A	Hora	Coordenadas UTM		Distancia desde la PTAP - Chota (m)	T _a (°C)	Cloro Residual (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)
				Norte	Este								
1	Frank Vásquez	23/01/23	09:05	9274564	0761355	0	15.28	1.31	7.90	2.06	302	151	4.46
2	Frank Vásquez	23/01/23	09:30	9274370	0760107	1071	15.49	1.14	7.92	1.98	302	151	4.51
3	Frank Vásquez	23/01/23	09:55	9274434	0759674	2068	15.78	0.94	7.91	2.05	303	152	4.68
4	Frank Vásquez	23/01/23	10:25	9274520	0758894	3220	16.29	0.78	7.90	2.03	305	153	4.72
5	Frank Vásquez	23/01/23	10:50	9275043	0757619	4363	16.45	0.60	7.92	1.99	306	153	4.70
6	Frank Vásquez	24/01/23	09:30	9274564	0761355	0	15.36	1.21	7.92	1.23	305	153	4.69
7	Frank Vásquez	24/01/23	09:50	9274370	0760107	1071	15.69	1.04	7.89	1.21	306	153	4.72
8	Frank Vásquez	24/01/23	10:30	9274434	0759674	2068	15.98	0.85	7.90	1.18	306	153	4.81
9	Frank Vásquez	24/01/23	10:55	9274520	0758894	3220	16.41	0.62	7.88	1.23	308	154	4.80
10	Frank Vásquez	24/01/23	11:25	9275043	0757619	4363	16.72	0.49	7.91	1.19	307	153	4.84
11	Frank Vásquez	25/01/23	08:25	9274564	0761355	0	14.88	1.18	7.92	1.68	301	151	4.32
12	Frank Vásquez	25/01/23	08:50	9274370	0760107	1071	15.09	1.01	7.90	1.66	300	150	4.39
13	Frank Vásquez	25/01/23	09:20	9274434	0759674	2068	15.49	0.81	7.89	1.59	302	151	4.50
14	Frank Vásquez	25/01/23	09:50	9274520	0758894	3220	15.71	0.63	7.91	1.64	304	152	4.48
15	Frank Vásquez	25/01/23	10:30	9275043	0757619	4363	15.92	0.48	7.90	1.62	306	153	4.69

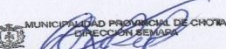
OBSERVACIONES:

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA

Alex Ricardo Cieza Silva
 DIRECCIÓN DE OPERACIONES - SEMAPA
 JEFE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - SEMAPA - CHOTA

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA

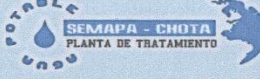
Walter Chungue Alcántara
 DIRECTOR (S) SEMAPA
 DIRECTOR - SEMAPA - CHOTA

FC - PCO - 01 - TESIS

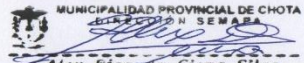
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA

Omar Jhony Rancal Paralta
 JEFE DE DISTRIBUCIÓN Y MANTENIMIENTO DE AGUA POTABLE
 JEFE DE DISTRIBUCIÓN - SEMAPA - CHOTA

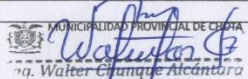
Anexo 54

Formatos de control y resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, enero 2023, 7.

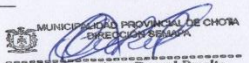
 FORMATO DE CONTROL DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUA POTABLE 													
Departamento: <u>Cajamarca</u> Provincia: <u>Chota</u> Distrito: <u>Chota</u>													
DETALLES				DISTANCIA RECORRIDA			PÁRAMETROS ANALIZADOS						
ITEM	ANALISTA	Fecha D/M/A	Hora	Coordenadas UTM		Distancia desde la PTAP - Chota (m)	T _a (°C)	Cloro Residual (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)
				Norte	Este								
1	Frank Vásquez	26/01/23	08:40	9274564	0761355	0	15.18	1.19	7.92	1.41	304	152	4.61
2	Frank Vásquez	26/01/23	09:10	9274320	0760107	1071	15.49	1.02	7.91	1.43	305	153	4.89
3	Frank Vásquez	26/01/23	09:45	9274434	0759674	2068	15.81	0.84	7.93	1.44	306	153	4.99
4	Frank Vásquez	26/01/23	10:20	9274520	0758894	3220	15.99	0.66	7.92	1.45	306	153	5.12
5	Frank Vásquez	26/01/23	10:50	9275043	0757619	4363	16.13	0.49	7.90	1.48	309	155	4.85
6	Frank Vásquez	27/01/23	08:45	9274564	0761355	0	15.21	1.20	7.93	1.56	306	153	4.78
7	Frank Vásquez	27/01/23	09:15	9274320	0760107	1071	15.61	1.03	7.94	1.49	305	153	4.87
8	Frank Vásquez	27/01/23	09:40	9274434	0759674	2068	15.99	0.85	7.92	1.39	307	154	4.79
9	Frank Vásquez	27/01/23	10:15	9274520	0758894	3220	16.21	0.68	7.93	1.47	308	154	4.99
10	Frank Vásquez	27/01/23	10:50	9275043	0757619	4363	16.56	0.51	7.94	1.50	309	155	5.06
11	Frank Vásquez	30/01/23	09:00	9274564	0761355	0	15.41	1.22	7.93	2.04	304	152	4.59
12	Frank Vásquez	30/01/23	09:30	9274320	0760107	1071	15.71	1.04	7.92	1.96	303	152	4.68
13	Frank Vásquez	30/01/23	09:50	9274434	0759674	2068	15.98	0.88	7.94	1.98	306	153	4.49
14	Frank Vásquez	30/01/23	10:25	9274520	0758894	3220	16.32	0.70	7.93	1.90	306	153	4.74
15	Frank Vásquez	30/01/23	10:45	9275043	0757619	4363	16.69	0.53	7.92	1.89	308	154	4.91

OBSERVACIONES:


Alex Ricardo Cieza Silva
DIRECCIÓN DE OPERACIONES - SEMAPA - CHOTA


Ing. Walter Enrique Alcántara
DIRECTOR (a) SEMAPA
DIRECTOR - SEMAPA - CHOTA

FC - PCO - 01 - TESIS


Ing. Omar Jhino Roncal Peralta
Jefe de Distribución y Mantenimiento de Agua Potable
JEFE DE DISTRIBUCIÓN - SEMAPA - CHOTA

Anexo 55

Formatos de control y resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, febrero 2023, 1.

 FORMATO DE CONTROL DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUA POTABLE 													
Departamento: <u>Cajamarca</u> Provincia: <u>Chota</u> Distrito: <u>Chota</u>													
DETALLES				DISTANCIA RECORRIDA			PÁRAMETROS ANALIZADOS						
ITEM	ANALISTA	Fecha D/M/A	Hora	Coordenadas UTM		Distancia desde la PTAP - Chota (m)	T° (°C)	Cloro Residual (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)
				Norte	Este								
1	Frank Vásquez	01/02/23	09:20	9274564	0461355	0	14.25	1.02	7.93	1.40	306	153	
2	Frank Vásquez	01/02/23	09:49	9274370	0460107	1071	15.52	0.90	7.94	1.42	309	155	
3	Frank Vásquez	01/02/23	10:25	9274434	0459674	2068	17.10	0.70	7.92	1.43	310	155	
4	Frank Vásquez	01/02/23	10:45	9274520	0458894	3220	17.37	0.61	7.93	1.46	309	154	
5	Frank Vásquez	01/02/23	11:20	9275043	0457619	4363	18.96	0.46	7.94	1.43	302	151	
6	Frank Vásquez	02/02/23	08:15	9274564	0461355	0	14.12	1.17	7.93	1.50	302	151	
7	Frank Vásquez	02/02/23	08:45	9274370	0460107	1071	14.89	1.02	7.92	1.49	302	151	
8	Frank Vásquez	02/02/23	09:24	9274434	0459674	2068	15.96	0.80	7.94	1.52	303	152	
9	Frank Vásquez	02/02/23	09:58	9274520	0458894	3220	16.63	0.62	7.93	1.47	305	153	
10	Frank Vásquez	02/02/23	10:30	9275043	0457619	4363	16.98	0.45	7.92	1.51	300	150	
11	Frank Vásquez	03/02/23	09:10	9274564	0461355	0	14.60	1.12	7.90	2.00	305	153	
12	Frank Vásquez	03/02/23	09:45	9274370	0460107	1071	15.70	0.91	7.92	1.99	306	153	
13	Frank Vásquez	03/02/23	10:15	9274434	0459674	2068	16.41	0.81	7.91	1.98	306	153	
14	Frank Vásquez	03/02/23	10:50	9274520	0458894	3220	17.65	0.65	7.90	1.97	308	154	
15	Frank Vásquez	03/02/23	11:15	9275043	0457619	4363	17.89	0.48	7.92	1.95	307	153	

OBSERVACIONES:


Alex Ricardo Cieza Silva
 JEFE DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO - SEMAPA - CHOTA


19. Walter Chiquelancón
 DIRECTOR (M) SEMAPA

FC - PCO - 01 - 1995


Ing. César Efraim Escobar Escobar
 JEFE DE DISTRIBUCIÓN Y MANTENIMIENTO DE AGUA POTABLE - SEMAPA - CHOTA

Anexo 56

Formatos de control y resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, febrero 2023, 2.

FORMATO DE CONTROL DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUA POTABLE													
Departamento: <u>Cajamarca</u> Provincia: <u>Chota</u> Distrito: <u>Chota</u>													
DETALLES				DISTANCIA RECORRIDA			PÁRAMETROS ANALIZADOS						
ITEM	ANALISTA	Fecha D/M/A	Hora	Coordenadas UTM		Distancia desde la PTAP - Chota (m)	T _e (°C)	Cloro Residual (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)
				Norte	Este								
1	Frank Vásquez	06/02/23	08:50	9274564	0761355	0	15.21	1.22	7.92	1.21	301	151	
2	Frank Vásquez	06/02/23	09:25	9274370	0760107	1071	15.42	0.99	7.89	1.25	300	150	
3	Frank Vásquez	06/02/23	10:00	9274434	0759674	2068	15.47	0.80	7.90	1.35	302	151	
4	Frank Vásquez	06/02/23	10:35	9274520	0758894	3220	16.98	0.71	7.88	1.37	304	152	
5	Frank Vásquez	06/02/23	11:10	9275043	0757619	4363	17.09	0.55	7.91	1.27	302	151	
6	Frank Vásquez	07/02/23	09:00	9274564	0761355	0	14.56	1.20	7.88	0.80	304	152	
7	Frank Vásquez	07/02/23	09:35	9274370	0760107	1071	14.97	0.93	7.91	0.81	305	153	
8	Frank Vásquez	07/02/23	10:00	9274434	0759674	2068	15.21	0.82	7.89	0.77	306	153	
9	Frank Vásquez	07/02/23	10:25	9274520	0758894	3220	15.40	0.70	7.86	0.89	306	153	
10	Frank Vásquez	07/02/23	10:55	9275043	0757619	4363	16.45	0.55	7.85	0.77	303	152	
11	Frank Vásquez	08/02/23	08:30	9274564	0761355	0	15.05	1.12	7.93	1.21	306	153	
12	Frank Vásquez	08/02/23	09:20	9274370	0760107	1071	16.15	0.86	7.90	1.23	305	153	
13	Frank Vásquez	08/02/23	10:00	9274434	0759674	2068	17.32	0.78	7.91	1.24	307	154	
14	Frank Vásquez	08/02/23	10:25	9274520	0758894	3220	17.65	0.62	7.92	1.40	308	154	
15	Frank Vásquez	08/02/23	10:50	9275043	0757619	4363	18.8	0.50	7.90	1.45	304	152	

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
DIRECCIÓN SEMAPA
Alex Ricardo Caza Silva
DIRECCIÓN DE OPERACIONES SEMAPA
JEFE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - SEMAPA - CHOTA

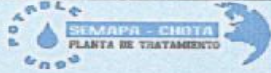
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
Ing. Walter Chiquelucanero
DIRECTOR (O) SEMAPA
DIRECTOR - SEMAPA - CHOTA

PC - PCO - 01 - TESIS

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
DIRECCIÓN SEMAPA
Ing. César Jaime Rosales Pareda
T.C. DISTRIBUCIÓN Y MANTENIMIENTO DE AGUA POTABLE
JEFE DE DISTRIBUCIÓN - SEMAPA - CHOTA

Anexo 57

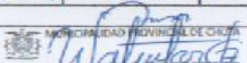
Formatos de control y resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, febrero 2023, 3.

 FORMATO DE CONTROL DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUA POTABLE 													
Departamento: <u>Cajamarca</u> Provincia: <u>Chota</u> Distrito: <u>Chota</u>													
DETALLES				DISTANCIA RECORRIDA			PÁRAMETROS ANALIZADOS						
ITEM	ANALISTA	Fecha D/M/A	Hora	Coordenadas UTM		Distancia desde la PTAP - Chota (m)	T _e (°C)	Cloro Residual (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)
				Norte	Este								
1	Frank Vásquez	09/02/23	08:30	9274564	0761355	0	15.19	1.10	7.92	1.25	304	152	
2	Frank Vásquez	09/02/23	08:45	9274370	0760107	1071	15.63	0.90	7.89	1.33	303	152	
3	Frank Vásquez	09/02/23	09:55	9274434	0759674	2068	15.98	0.71	7.90	1.21	306	153	
4	Frank Vásquez	09/02/23	10:25	9274520	0758894	3220	16.29	0.51	7.88	1.02	306	153	
5	Frank Vásquez	09/02/23	10:50	9275043	0757619	4363	17.21	0.47	7.91	1.16	300	150	
6	Frank Vásquez	10/02/23	09:20	9274564	0761355	0	15.65	1.20	7.90	1.18	310	155	
7	Frank Vásquez	10/02/23	09:55	9274370	0760107	1071	15.98	1.04	7.92	1.19	306	153	
8	Frank Vásquez	10/02/23	10:20	9274434	0759674	2068	16.12	0.89	7.86	1.16	311	156	
9	Frank Vásquez	10/02/23	10:55	9274520	0758894	3220	17.32	0.75	7.90	1.18	308	154	
10	Frank Vásquez	10/02/23	11:20	9275043	0757619	4363	17.56	0.61	7.91	1.20	304	152	
11	Frank Vásquez	13/02/23	08:30	9274564	0761355	0	14.96	1.21	7.92	1.34	304	152	
12	Frank Vásquez	13/02/23	09:05	9274370	0760107	1071	15.30	0.99	7.91	1.36	306	153	
13	Frank Vásquez	13/02/23	09:35	9274434	0759674	2068	15.49	0.71	7.90	1.28	308	154	
14	Frank Vásquez	13/02/23	09:55	9274520	0758894	3220	16.16	0.67	7.91	1.31	310	155	
15	Frank Vásquez	13/02/23	10:22	9275043	0757619	4363	16.45	0.53	7.89	1.30	309	155	



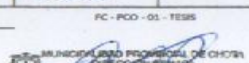
Alex Ricardo Cleza Silva
DIRECCIÓN DE OPERACIONES - SEMAPA -
CHOTA

JEFE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - SEMAPA -
CHOTA



Walter Chiquelancara
DIRECCIÓN DE OPERACIONES - SEMAPA -
CHOTA

DIRECTOR - SEMAPA - CHOTA

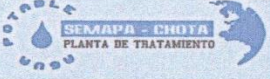


Ing. Omar Wilson Rosales
DIRECCIÓN DE OPERACIONES - SEMAPA -
CHOTA

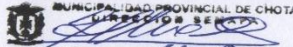
JEFE DE DISTRIBUCIÓN - SEMAPA - CHOTA

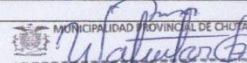
Anexo 58

Formatos de control y resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, febrero 2023, 4.

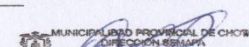
 FORMATO DE CONTROL DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUA POTABLE 													
Departamento: <u>Cajamarca</u> Provincia: <u>Chota</u> Distrito: <u>Chota</u>													
DETALLES				DISTANCIA RECORRIDA			PÁRAMETROS ANALIZADOS						
ITEM	ANALISTA	Fecha D/M/A	Hora	Coordenadas UTM		Distancia desde la PTAP - Chota (m)	T _e (°C)	Cloro Residual (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)
				Norte	Este								
1	Frank Vásquez	14/02/23	09:05	9274564	0761355	0	15.32	1.18	7.91	2.02	306	153	
2	Frank Vásquez	14/02/23	09:32	9274370	0760107	1071	15.69	0.97	7.90	2.08	310	155	
3	Frank Vásquez	14/02/23	09:53	9274434	0759674	2068	16.25	0.84	7.91	2.16	310	155	
4	Frank Vásquez	14/02/23	10:35	9274520	0758894	3220	16.39	0.69	7.89	1.99	311	155	
5	Frank Vásquez	14/02/23	11:05	9275043	0757619	4363	16.98	0.55	7.90	2.04	310	155	
6	Frank Vásquez	15/02/23	09:35	9274564	0761355	0	15.09	1.21	7.90	1.21	305	153	
7	Frank Vásquez	15/02/23	10:05	9274370	0760107	1071	15.38	1.05	7.91	1.16	307	154	
8	Frank Vásquez	15/02/23	10:36	9274434	0759674	2068	15.74	0.90	7.92	1.17	308	154	
9	Frank Vásquez	15/02/23	11:10	9274520	0758894	3220	16.24	0.70	7.90	1.18	310	155	
10	Frank Vásquez	15/02/23	11:40	9275043	0757619	4363	16.69	0.59	7.92	1.25	310	155	
11	Frank Vásquez	16/02/23	08:50	9274564	0761355	0	15.10	1.18	7.92	1.11	305	153	
12	Frank Vásquez	16/02/23	09:20	9274370	0760107	1071	15.45	0.98	7.91	1.13	307	154	
13	Frank Vásquez	16/02/23	09:45	9274434	0759674	2068	15.98	0.85	7.93	1.05	306	153	
14	Frank Vásquez	16/02/23	10:10	9274520	0758894	3220	16.15	0.70	7.90	1.09	308	154	
15	Frank Vásquez	16/02/23	10:30	9275043	0757619	4363	16.24	0.55	7.89	1.08	309	155	

OBSERVACIONES:


Alex Nicólas Cereza Silva
 DIRECCIÓN DE OPERACIONES - SEMAPA - CHOTA
 JEFE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - SEMAPA - CHOTA

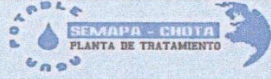

Ing. Walter Chique Alcantara
 DIRECTOR (a) SEMAPA
 DIRECTOR - SEMAPA - CHOTA

FC - PCO - 01 - TESIS


Ing. Omar Alina Rosales Pareda
 T.C. DISTRIBUCIÓN Y MANTENIMIENTO DE AGUA POTABLE
 JEFE DE DISTRIBUCIÓN - SEMAPA - CHOTA

Anexo 59

Formatos de control y resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, febrero 2023, 5.

 FORMATO DE CONTROL DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUA POTABLE 													
Departamento: <u>Cajamarca</u> Provincia: <u>Chota</u> Distrito: <u>Chota</u>													
DETALLES				DISTANCIA RECORRIDA			PÁRAMETROS ANALIZADOS						
ITEM	ANALISTA	Fecha D/M/A	Hora	Coordenadas UTM		Distancia desde la PTAP - Chota (m)	T _e (°C)	Cloro Residual (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)
				Norte	Este								
1	Frank Vásquez	11/02/23	09:00	9274564	0761355	0	15.45	1.22	7.94	1.89	306	153	
2	Frank Vásquez	11/02/23	09:20	9274370	0760107	1071	15.68	1.03	7.93	1.90	306	153	
3	Frank Vásquez	11/02/23	09:50	9274434	0759674	2068	15.98	0.90	7.95	1.79	307	154	
4	Frank Vásquez	11/02/23	10:30	9274520	0758894	3220	16.16	0.73	7.93	1.89	309	155	
5	Frank Vásquez	11/02/23	11:05	9275043	0757619	4363	16.32	0.58	7.94	1.98	305	153	
6	Frank Vásquez	20/02/23	09:12	9274564	0761355	0	15.11	1.20	7.91	1.21	304	152	
7	Frank Vásquez	20/02/23	09:35	9274370	0760107	1071	15.42	1.01	7.92	1.22	306	153	
8	Frank Vásquez	20/02/23	10:05	9274434	0759674	2068	15.78	0.84	7.92	1.19	308	154	
9	Frank Vásquez	20/02/23	10:40	9274520	0758894	3220	16.24	0.68	7.90	1.25	307	154	
10	Frank Vásquez	20/02/23	11:05	9275043	0757619	4363	16.45	0.55	7.94	1.26	306	153	
11	Frank Vásquez	21/02/23	08:35	9274564	0761355	0	14.99	1.18	7.93	1.56	303	151	
12	Frank Vásquez	21/02/23	09:05	9274370	0760107	1071	15.12	1.03	7.92	1.61	304	152	
13	Frank Vásquez	21/02/23	09:30	9274434	0759674	2068	15.42	0.88	7.94	1.64	304	152	
14	Frank Vásquez	21/02/23	09:55	9274520	0758894	3220	15.74	0.72	7.90	1.60	306	153	
15	Frank Vásquez	21/02/23	10:15	9275043	0757619	4363	15.96	0.61	7.91	1.63	308	154	

OBSERVACIONES:

Alex Ricardo Cieza Siles
JEFE DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO - SEMAPA - CHOTA

Ing. Walter Chique Alcantara
DIRECTOR (a) SEMAPA

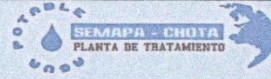
DIRECTOR - SEMAPA - CHOTA

FC - PCO - 01 - TESIS

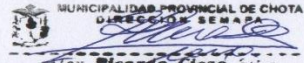
Ing. Omar Ildefonso Borja
Jefe de Distribución - SEMAPA - CHOTA

Anexo 60

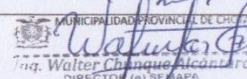
Formatos de control y resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, febrero 2023, 6.

 FORMATO DE CONTROL DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUA POTABLE 													
Departamento: <u>Cajamarca</u> Provincia: <u>Chota</u> Distrito: <u>Chota</u>													
DETALLES				DISTANCIA RECORRIDA			PÁRAMETROS ANALIZADOS						
ITEM	ANALISTA	Fecha D/M/A	Hora	Coordenadas UTM		Distancia desde la PTAP - Chota (m)	T° (°C)	Cloro Residual (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)
				Norte	Este								
1	Frank Vásquez	22/02/23	09:35	9274564	0761355	0	15.14	1.19	7.94	2.10	302	151	
2	Frank Vásquez	22/02/23	10:05	9274370	0760107	1071	15.45	0.99	7.93	1.99	300	150	
3	Frank Vásquez	22/02/23	10:40	9274434	0759674	2068	15.98	0.77	7.92	2.11	302	151	
4	Frank Vásquez	22/03/23	11:20	92721520	0758894	3220	16.21	0.62	7.94	2.12	303	152	
5	Frank Vásquez	22/03/23	11:50	9275043	0757619	4363	16.41	0.52	7.94	2.14	305	153	
6	Frank Vásquez	23/02/23	09:00	9274564	0761355	0	15.14	1.2	7.93	1.41	311	156	
7	Frank Vásquez	23/02/23	09:20	9274370	0760107	1071	15.45	1	7.92	1.42	310	155	
8	Frank Vásquez	23/02/23	09:50	9274434	0759674	2068	15.91	0.8	7.94	1.43	312	156	
9	Frank Vásquez	23/02/23	10:25	9274520	0758894	3220	16.24	0.68	7.93	1.40	310	155	
10	Frank Vásquez	23/02/23	10:50	9275043	0757619	4363	16.52	0.52	7.92	1.41	312	156	
11	Frank Vásquez	24/02/23	09:05	9274564	0761355	0	15.24	1.21	7.94	1.60	304	152	
12	Frank Vásquez	24/02/23	09:30	9274370	0760107	1071	15.42	1.04	7.93	1.55	305	153	
13	Frank Vásquez	24/02/23	09:55	9274434	0759674	2068	15.72	0.88	7.95	1.52	306	153	
14	Frank Vásquez	24/02/23	10:20	9274520	0758894	3220	16.14	0.75	7.93	1.60	308	154	
15	Frank Vásquez	24/02/23	10:50	9275043	0757619	4363	16.45	0.57	7.94	1.55	309	155	

OBSERVACIONES:



Alex Ricardo Cieza
JEFE DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO - SEMAPA
CHOTA



Ing. Walter Calaque Alcaraz
DIRECTOR (a) SEMAPA

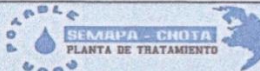


Ing. Omar Shino Huanca Fariña
JEFE DE DISTRIBUCIÓN - SEMAPA - CHOTA

FC - PCO - 01 - TESIS

Anexo 61

Formatos de control y resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, febrero 2023, 7.

 FORMATO DE CONTROL DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DE AGUA POTABLE 													
Departamento: <u>Cajamarca</u> Provincia: <u>Chota</u> Distrito: <u>Chota</u>													
DETALLES				DISTANCIA RECORRIDA			PÁRAMETROS ANALIZADOS						
ITEM	ANALISTA	Fecha D/M/A	Hora	Coordenadas UTM		Distancia desde la PTAP - Chota (m)	T° (°C)	Cloro Residual (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)
				Norte	Este								
1	Frank Vásquez	27/02/23	08:50	9274564	0761355	0	15.21	1.19	7.91	1.41	306	153	
2	Frank Vásquez	27/02/23	09:30	9274370	0760107	1071	15.45	1.04	7.92	1.42	309	155	
3	Frank Vásquez	27/02/23	10:00	9274434	0759674	2068	15.73	0.89	7.93	1.40	310	155	
4	Frank Vásquez	27/02/23	10:25	9274520	0758894	3220	15.96	0.73	7.90	1.44	309	155	
5	Frank Vásquez	27/02/23	10:50	9275043	0757619	4363	16.24	0.57	7.92	1.48	312	156	
6	Frank Vásquez	28/02/23	08:40	9274564	0761355	0	15.24	1.20	7.93	2.00	302	151	
7	Frank Vásquez	28/02/23	09:20	9274370	0760107	1071	15.46	1.02	7.92	1.92	302	151	
8	Frank Vásquez	28/02/23	09:40	9274434	0759674	2068	15.89	0.89	7.94	1.89	303	152	
9	Frank Vásquez	28/02/23	10:10	9274520	0758894	3220	16.12	0.77	7.90	1.99	304	152	
10	Frank Vásquez	28/02/23	10:40	9275043	0757619	4363	16.45	0.59	7.91	1.77	302	151	
11													
12													
13													
14													
15													

OBSERVACIONES:

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
DIRECCIÓN SEMAPA
Alex Ricardo Cieza Silva
DIRECCIÓN DE OPERACIONES - SEMAPA
JEFE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - SEMAPA - CHOTA

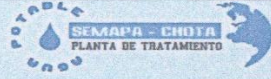
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
Ing. Walter Changuel Alcantara
DIRECCIÓN (a) SEMAPA
DIRECTOR - SEMAPA - CHOTA

FC - PCO - 01 - TESIS

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
DIRECCIÓN SEMAPA
Ing. Omar Jhino Roncal Favalta
JEFE DE DISTRIBUCIÓN Y MANTENIMIENTO DE AGUA POTABLE - SEMAPA - CHOTA

Anexo 62

Formatos de control y resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, marzo 2023, 1.

 FORMATO DE CONTROL DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUA POTABLE 														
Departamento: <u>Cajamarca</u> Provincia: <u>Chota</u> Distrito: <u>Chota</u>														
DETALLES				DISTANCIA RECORRIDA			PÁRAMETROS ANALIZADOS							
ITEM	ANALISTA	Fecha D/M/A	Hora	Coordenadas UTM		Distancia desde la PTAP - Chota (m)	T° (°C)	Cloro Residual (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)	
				Norte	Este									
1	Frank Vásquez	01/03/23	09:15	9274564	0761355	0	15.12	1.16	7.90	1.11	302	151		
2	Frank Vásquez	01/03/23	09:40	9274370	0760107	1071	15.33	1.04	7.91	1.12	300	150		
3	Frank Vásquez	01/03/23	10:12	9274434	0759674	2068	15.68	0.91	7.90	0.99	301	151		
4	Frank Vásquez	01/03/23	10:45	9274520	0758894	3220	15.98	0.80	7.93	1.04	302	151		
5	Frank Vásquez	01/03/23	11:10	9275043	0757619	4363	16.20	0.61	7.93	1.06	303	152		
6	Frank Vásquez	02/03/23	08:45	9274564	0761355	0	15.05	1.19	7.92	1.40	304	152		
7	Frank Vásquez	02/03/23	09:05	9274370	0760107	1071	15.54	1.01	7.92	1.42	306	153		
8	Frank Vásquez	02/03/23	09:30	9274434	0759674	2068	15.90	0.82	7.93	1.40	302	151		
9	Frank Vásquez	02/03/23	09:55	9274520	0758894	3220	16.16	0.67	7.91	1.39	306	153		
10	Frank Vásquez	02/03/23	10:20	9275043	0757619	4363	16.43	0.52	7.89	1.38	308	154		
11	Frank Vásquez	03/03/23	09:00	9274564	0761355	0	14.72	1.22	7.87	1.16	302	151		
12	Frank Vásquez	03/03/23	09:25	9274370	0760107	1071	15.41	1.00	7.88	1.15	305	153		
13	Frank Vásquez	03/03/23	10:00	9274434	0759674	2068	16.11	0.86	7.86	1.16	311	156		
14	Frank Vásquez	03/03/23	10:20	9274520	0758894	3220	16.42	0.70	7.89	1.18	312	156		
15	Frank Vásquez	03/03/23	10:55	9275043	0757619	4363	16.71	0.51	7.89	1.17	310	155		

OBSERVACIONES:

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
DIRECCIÓN DE OPERACIONES - SEMAPA

Alex Ricardo Cleza Silva
JEFE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - SEMAPA - CHOTA

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
DIRECCIÓN DE OPERACIONES - SEMAPA

Ing. Walter Chacua Alcantara
DIRECTOR (a) SEMAPA

DIRECTOR - SEMAPA - CHOTA

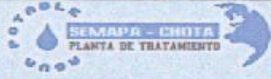
FC - PCO - 01 - TESIS

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
DIRECCIÓN DE OPERACIONES - SEMAPA

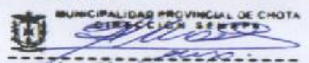
Ing. Omar Jhino Roncal Peraltta
JEFE DE DISTRIBUCIÓN Y MANTENIMIENTO DE AGUA POTABLE - SEMAPA - CHOTA

Anexo 63

Formatos de control y resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, marzo 2023, 2.

 FORMATO DE CONTROL DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUA POTABLE 													
Departamento: <u>Cajamarca</u> Provincia: <u>Chota</u> Distrito: <u>Chota</u>													
DETALLES				DISTANCIA RECORRIDA			PÁRAMETROS ANALIZADOS						
ITEM	ANALISTA	Fecha D/M/A	Hora	Coordenadas UTM		Distancia desde la PTAP - Chota (m)	T° (°C)	Cloro Residual (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)
				Norte	Este								
1	Frank Vásquez	06/03/23	09:00	9274564	0761355	0	15.32	1.18	7.44	1.65	306	153	
2	Frank Vásquez	06/03/23	09:40	9274370	0760107	1071	15.49	0.99	7.93	1.29	305	153	
3	Frank Vásquez	06/03/23	10:20	9274134	0759674	2068	15.71	0.85	7.94	1.42	308	154	
4	Frank Vásquez	06/03/23	10:45	9274520	0758894	3220	15.91	0.72	7.91	1.48	308	154	
5	Frank Vásquez	06/03/23	11:10	9275043	0757619	4363	16.21	0.56	7.94	1.56	307	153	
6	Frank Vásquez	07/03/23	09:30	9274564	0761355	0	16.10	1.21	8.02	1.65	307	153	
7	Frank Vásquez	07/03/23	09:50	9274370	0760107	1071	16.49	1.05	8.01	1.67	300	150	
8	Frank Vásquez	07/03/23	10:25	9274434	0759674	2068	16.98	0.89	8.03	1.70	302	151	
9	Frank Vásquez	07/03/23	11:00	9274520	0758894	3220	17.21	0.72	7.99	1.56	304	152	
10	Frank Vásquez	07/03/23	11:30	9275043	0757619	4363	17.42	0.60	8.03	1.80	302	151	
11	Frank Vásquez	08/03/23	09:20	9274564	0761355	0	16.21	1.21	8.02	2.02	306	153	
12	Frank Vásquez	08/03/23	09:50	9274370	0760107	1071	16.56	1.04	8.01	2.05	305	153	
13	Frank Vásquez	08/03/23	10:25	9274434	0759674	2068	16.81	0.90	8.03	2.04	306	153	
14	Frank Vásquez	08/03/23	10:50	9274520	0758894	3220	17.05	0.73	7.99	1.99	302	151	
15	Frank Vásquez	08/03/23	11:10	9275043	0757619	4363	17.21	0.61	8.01	2.12	304	152	

OBSERVACIONES:



Alex Ricardo Cleza Silva
DIRECCIÓN DE OPERACIONES - SEMAPA
JEFE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - SEMAPA -
CHOTA



Ing. Walter Chacabaz
DIRECTOR (a) SEMAPA
DIRECTOR - SEMAPA - CHOTA

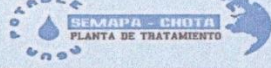


Ing. Oscar Jairo Bonet Peralta
DIRECCIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
JEFE DE DISTRIBUCIÓN - SEMAPA - CHOTA

FC - P00 - 01 - TESIS

Anexo 64

Formatos de control y resultados de los análisis fisicoquímicos de agua potable, marzo 2023, 3.

 FORMATO DE CONTROL DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DE AGUA POTABLE 													
Departamento: <u>Cajamarca</u> Provincia: <u>Chota</u> Distrito: <u>Chota</u>													
DETALLES				DISTANCIA RECORRIDA			PÁRAMETROS ANALIZADOS						
ITEM	ANALISTA	Fecha D/M/A	Hora	Coordenadas UTM		Distancia desde la PTAP - Chota (m)	Tº (°C)	Cloro Residual (ppm)	pH	Turbidez (UNT)	Conductividad (us/cm)	Sólidos totales disueltos (ppm)	Oxígeno disuelto (ppm)
				Norte	Este								
1	Frank Vásquez	09/03/23	09:00	9274564	0761355	0	16.01	1.19	7.90	1.99	312	156	
2	Frank Vásquez	09/03/23	09:30	9274370	0760107	1071	16.29	1.02	7.91	2.05	310	155	
3	Frank Vásquez	09/03/23	09:55	9274434	0759674	2068	16.59	0.83	7.92	1.99	312	156	
4	Frank Vásquez	09/03/23	10:25	9274520	0758894	3220	16.91	0.70	7.90	2.01	310	155	
5	Frank Vásquez	09/03/23	11:00	9275043	0757619	4363	17.09	0.55	7.92	1.80	311	155	
6	Frank Vásquez	10/03/23	09:00	9274564	0761355	0	15.25	1.18	7.92	1.99	302	151	
7	Frank Vásquez	10/03/23	09:25	9274370	0760107	1071	15.48	0.97	7.91	1.90	300	150	
8	Frank Vásquez	10/03/23	10:00	9274434	0759674	2068	15.95	0.84	7.93	1.95	302	151	
9	Frank Vásquez	10/03/23	10:20	9274520	0758894	3220	16.05	0.71	7.90	1.93	303	152	
10	Frank Vásquez	10/03/23	10:55	9275043	0757619	4363	16.48	0.57	7.89	1.98	305	153	
11	Frank Vásquez	13/03/23	08:30	9274564	0761355	0	15.56	1.20	7.94	1.56	302	151	
12	Frank Vásquez	13/03/23	09:05	9274370	0760107	1071	15.84	1.01	7.93	1.45	305	153	
13	Frank Vásquez	13/03/23	09:30	9274434	0759674	2068	16.05	0.82	7.92	1.60	311	156	
14	Frank Vásquez	13/03/23	09:55	9274520	0758894	3220	16.21	0.69	7.91	1.45	310	155	
15	Frank Vásquez	13/03/23	10:25	9275043	0757619	4363	16.42	0.53	7.94	1.61	312	156	

OBSERVACIONES:
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
DIRECCIÓN SEMAPA

Alex Ricardo Cieza Silva
DIRECCIÓN DE OPERACIONES - SEMAPA
JEFE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO - SEMAPA - CHOTA

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA

Ing. Walter Chacabarro
DIRECTOR (a) SEMAPA
DIRECTOR - SEMAPA - CHOTA

FC - PCO - 01 - TESIS

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA
DIRECCIÓN SEMAPA

Ing. Ulises Rivas
JEFE DE DISTRIBUCIÓN Y MANTENIMIENTO DE AGUA POTABLE
JEFE DE DISTRIBUCIÓN - SEMAPA - CHOTA

Anexo 65

Datos sobre conexiones domiciliarias y población de la ciudad de Chota.

 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHOTA SEMAPA			
«Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana»			
INFORMACIÓN SOLICITADA SOBRE EL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILADO DE LA CIUDAD DE CHOTA.			
El servicio de agua potable de la ciudad Chota esta administrado por la Dirección de SEMAPA, perteneciente a la Municipalidad provincial de Chota.			
Distrito	Chota	Provincia	Chota
Departamento	Cajamarca		
Nombre del alcalde:	Aníbal Gálvez Saldaña		
1) DATOS DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE.			
1. 1 Número de conexiones domiciliarias		10 006	
1. 2 Número de habitantes según densidad poblacional.		40 024	
2) CATEGORIAS DEL SERVICIO DE AGUA.			
2.1. Domestico		7850	
2.2 Estatal		97	
2.3 Comercial		1924	
2.4 Industrial		135	
Total		10 006	
3) DATOS DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.			
3.1 Año de construcción		2008	
3.2 Tipo de tecnología		Convencional	
3.3 Fuentes de la abastecen		Túnel Conchano, Suro y Zarza.	
Emito esta información para los fines crea convenientes el solicitante: Frank Jonathan Vásquez Gonzales.			
 DIRECCION SEMAPA - MPCH Mg. Yesica P. Vásquez RIVERA JEFE COMERCIALIZACIÓN Y ATENCIÓN USUARIO			
 1 NUESTRO COMPROMISO ES CONTIGO RUC: 20220499767 tramitedocumentario@munichota.gob.pe www.munichota.gob.pe			