

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
AMBIENTAL.



Eficiencia del proceso de cloración en la eliminación de Coliformes termotolerantes de la planta de tratamiento de agua potable “Santa Rosa” Chota

TESIS

PRESENTADO POR EL BACHILLER

WILMER GONZALES VASQUEZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
FORESTAL Y AMBIENTAL

Asesor:

Dra. Mariela Núñez Figueroa

Chota – Perú

2021

Una firma manuscrita en tinta azul que dice "Mariela Núñez Figueroa".

.....
Dra. Mariela Núñez Figueroa

Asesora

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° ...004...-2021/EPIFA/UNACH

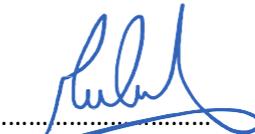
Siendo las 8 horas, del día 13 de MAYO del 2021, en video conferencia del aplicativo Meet Google, los miembros del Jurado de Tesis titulada: "Eficiencia del proceso de cloración en la eliminación de Coliformes termotolerantes de la planta de tratamiento de agua potable "Santa Rosa" Chota" integrado por:

1. Mtr. Denisse Milagros Alva Mendoza, Presidente.
2. M.Sc. Alfonso Sánchez Rojas, Secretario.
3. Dr Santos Clemente Herrera Díaz, Vocal

Sustentada por Wilmer Gonzales Vasquez, con la finalidad de obtener su título profesional en Ingeniería Forestal y Ambiental.

Terminada la sustentación, con las preguntas formuladas por los integrantes del Jurado y las respuestas otorgadas por el graduando, luego de deliberar, acuerda Aprobar la tesis, calificándola con la nota de: (17) en letras DIECISIETE, se eleva la presente Acta al Coordinador de la Escuela de Ingeniería Forestal y Ambiental, a fin de que se le declare EXPEDITO para conferirle el TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL AMBIENTAL.

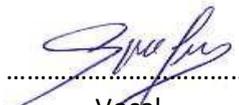
Firmado en: Chota, 13 de Mayo del 2021.



.....
Presidente



.....
Secretario



.....
Vocal

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento primordial a nuestro señor Dios por la salud y oportunidades, a mis padres, hermanos, familiares y amigos, nuestra Universidad Nacional Autónoma de Chota, a mis asesores la Dra. Mariela Núñez Figueroa y al Dr. Víctor Vasquez Arce docentes que gracias a que nos inculcan sus conocimientos y experiencia nos preparan para afrontar los retos que nos impone la vida y el mercado laboral.

Wilmer Gonzales Vasquez

DEDICATORIA

Uno más de los objetivos cumplidos que dedico a nuestro señor Dios por otorgarnos salud y oportunidad de cumplir nuestras metas, también a mi papá, mamá, hermanos por brindarme su ayuda constante durante mi formación profesional.

Wilmer Gonzales Vasquez

ÍNDICE

ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO.....	3
DEDICATORIA.....	4
RESUMEN.....	13
ABSTRACT.....	14
CAPÍTULO I.....	15
INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO II.....	18
MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. Antecedentes.....	18
2.2. Bases teóricas.....	19
2.2.1. <i>Tratamiento de desinfección</i>	19
2.2.2. <i>Cloración</i>	21
2.2.3. <i>Coliformes</i>	21
2.2.4. <i>Indicadores microbiológicos</i>	22
2.2.5. <i>Escherichia coli y bacterias coliformes termotolerantes</i>	22
2.2.5.1. <i>Fuentes y prevalencia</i>	23
2.2.6. <i>Grupos de Escherichia coli según su patogenicidad</i>	23
2.2.7. <i>Técnicas comunes para determinar la concentración de Escherichia coli</i> 24	
2.2.8. <i>Enfermedades causadas por la bacteria Escherichia coli</i>	24
2.2.8.1. <i>Dosis infectiva</i>	25
2.2.8.2. <i>Resistencia de Escherichia coli a los antibióticos</i>	26
2.2.9. <i>Características de la Escherichia coli</i>	26
2.2.10. <i>Escherichia coli como indicador</i>	26
2.2.11. <i>Medios de cultivo</i>	27

2.2.12.	<i>Método por el filtro de membrana.</i>	27
2.2.13.	<i>Determinación de la eficiencia.</i>	27
2.2.14.	<i>Reglamento de calidad de agua para consumo humano Ministerio de Salud</i>	28
2.2.14.1.	Artículo 1°.	28
2.2.14.2.	Artículo 3°.	28
2.2.14.3.	Artículo 19°.	28
2.2.14.4.	Artículo 60°.	28
2.2.15.	<i>Guía para la calidad de agua potable Organización Mundial de la Salud (OMS)</i>	29
2.2.16.	<i>Muestreo de agua potable, NTP ISO/IEC 17025</i>	29
2.2.16.1	Procedimiento de muestreo.	30
	A. <i>Cloro residual.</i>	30
	B. <i>Control bacteriológico, físico y químico.</i>	30
2.2.17.	<i>La turbidez y su influencia en la desinfección del agua</i>	30
2.3.	Marco conceptual	31
2.3.1.	<i>Planta de tratamiento de agua potable</i>	31
2.3.2.	<i>Agua potable</i>	31
2.3.3.	<i>Agua cruda</i>	31
2.3.4.	<i>Agua tratada</i>	31
2.3.5.	<i>Desinfección</i>	32
2.3.6.	<i>Cloración</i>	32
2.3.7.	<i>Calidad del agua</i>	32
2.3.8.	<i>Turbidez</i>	33
CAPÍTULO III		34
3.1.	Ubicación	34
3.2.	Población y muestra	36
3.2.1.	<i>Población</i>	36

3.2.2. <i>Muestra</i>	36
3.3. Equipos materiales e insumos.....	36
3.3.1. <i>Equipos</i>	36
3.3.2. <i>Materiales</i>	36
3.3.3. <i>Insumos</i>	37
3.4. Metodología de la investigación.....	37
3.4.1. <i>Consideraciones</i>	37
3.4.2. <i>Variables e indicadores</i>	39
3.4.3. <i>Procedimiento</i>	39
3.5 Análisis estadístico	42
CAPÍTULO IV	43
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1. Resultados de los análisis de las muestras de agua procedentes de la (PTAP) “Santa Rosa” – Chota.....	43
4.2. Análisis de Resultados:.....	46
4.2.1. <i>Concentración de coliformes termotolerantes antes y después del tratamiento época de lluvia y estiaje</i>	46
4.2.2. <i>Eficiencia del proceso de cloración en la eliminación de coliformes termotolerantes época de lluvia</i>	49
4.2.3. <i>Eficiencia del proceso de cloración en la eliminación de coliformes termotolerantes época de estiaje</i>	51
4.2.4. <i>Concentración de la turbidez antes y después del tratamiento respecto a la época de lluvia y estiaje y Límites Máximos Permisibles</i>	53
4.2.5. <i>Influencia de la turbidez en la concentración de coliformes termotolerantes respecto a la época de lluvia y estiaje</i>	56
4.2.6. <i>Niveles de la concentración de cloro libre residual después del tratamiento en relación con los LMP DS N°031-2010 SA</i>	57
4.2.7. <i>Prueba t para eficiencia del proceso de cloración</i>	59
CONCLUSIONES.....	61

RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXOS	69
Panel fotográfico.....	69
Imágenes de los resultados de las muestras de agua de la época de lluvia y estiaje proporcionadas por el laboratorio de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA – Chota)	74
Época de lluvia	74
Época de estiaje	86

Índice de tablas

Tabla 1: Frecuencia de muestreo	38
Tabla 2: Tabla de variables e indicadores	39
Tabla 3. Resultados de la época de lluvia para coliformes termotolerantes 2020.....	43
Tabla 4 : Resultados de la época de lluvia para turbidez y cloro residual.....	44
Tabla 5: Resultados del segundo muestreo de la época de sequía para coliformes termotolerantes.	45
Tabla 6: Resultados del segundo muestreo, época de sequía o estiaje para turbidez y cloro residual.	45
Tabla 7: Grado de significancia de concentraciones de la época de lluvia y estiaje.....	49
Tabla 8: Promedio de coliformes termotolerantes para análisis de eficiencia del proceso de cloración época de lluvia.	50
Tabla 9: Promedio de coliformes termotolerantes para análisis de eficiencia del proceso de cloración época de estiaje.	51
Tabla 10: Concentración de cloro residual después de tratamiento en la época de lluvia y estiaje.	57
Tabla 11: Prueba t para eficiencia del proceso de cloración en la época de lluvia	60
Tabla 12: Prueba t para eficiencia del proceso de cloración en la época de estiaje.	60

Índice de figuras

Figura 1: Mapa de ubicación de la planta de tratamiento de agua potable Santa Rosa - Chota.....	35
Figura 2 : Concentraciones de coliformes termotolerantes en la época de lluvia antes y después del tratamiento de cloración.....	46
Figura 3: Concentración de coliformes termotolerantes en la época de estiaje antes y después del tratamiento de cloración.....	47
Figura 4: Concentraciones de coliformes termotolerantes en la época de lluvia y estiaje.	48
Figura 5: Concentración de turbidez en la época de lluvia respecto a los límites máximos permisibles.....	53
Figura 6: Concentración de turbidez en la época de estiaje respecto a los límites máximos permisibles.....	54
Figura 7 : Concentración de Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT) antes y después del tratamiento época de lluvia y estiaje.....	55
Figura 8: Influencia de la turbidez en la concentración de coliformes termotolerantes en la época de lluvia y estiaje en el agua cruda.....	56
Figura 9: Concentración de cloro libre residual en la época de lluvia y estiaje.....	58
Figura 10: Entrevista con el encargado de la planta de tratamiento de agua potable ...	69
Figura 11: Verificación de materiales previo al muestreo	69
Figura 12: Primer punto de muestreo a la entrada de la PTAP Muestreo de agua para análisis microbiológico y fisicoquímico.....	70
Figura 13: Etiquetado de las muestras de agua (datos relevantes).....	70
Figura 14: Llenado de cadena de custodia para asegurar la calidad de la muestra	71
Figura 15: Sistema de cloración o desinfección de la planta de tratamiento	71
Figura 16: Administración del desinfectante (hipoclorito de calcio)	72
Figura 17: Segundo punto de muestreo salida de la PTAP punto de control de cloro..	72
Figura 18: Verificación de la concentración de cloro libre residual mediante comparador de cloro.	73
Figura 19: Entrega de muestras en buenas condiciones al laboratorio de la DESA - Chota	73
Figura 20: Resultados de los análisis microbiológicos en el punto 01, mes de febrero a la entrada de la PTAP (agua cruda) para coliformes termotolerantes.....	74

Figura 21: Resultados de los análisis microbiológicos en el punto 02, mes de febrero a la salida de la PTAP (agua tratada) para coliformes termotolerantes.	75
Figura 22: Resultados de los análisis fisicoquímico en el punto 01, mes de febrero a la entrada de la (PTAP) para turbidez.	76
Figura 23: Resultados de los análisis fisicoquímico en el punto 02, febrero a la salida (agua tratada) para turbidez y cloro libre residual.	77
Figura 24: Resultados de los análisis microbiológicos en el punto 01, mes de marzo agua cruda para coliformes termotolerantes.	78
Figura 25: Resultados de los análisis microbiológicos en el punto 02, mes de marzo a la salida de la PTAP (agua tratada) para coliformes termotolerantes.	79
Figura 26: Resultados de los análisis fisicoquímico en el punto 01, agua cruda mes de marzo de la PTAP para turbidez.	80
Figura 27: Resultados de los análisis fisicoquímico en el punto 02, mes de marzo a la salida de la PTAP (agua tratada) para turbidez y cloro libre residual.	81
Figura 28: Resultados de análisis DESA para coliformes, marzo, agua cruda.	82
Figura 29: Resultados de análisis DESA para coliformes, marzo, agua tratada.	83
Figura 30: Resultados de los análisis fisicoquímicos por parte de la DESA mes de marzo para agua cruda.	84
Figura 31: Resultados de las muestras de agua tratada realizados por la DESA para parámetros fisicoquímicos.	85
Figura 32: Resultados de los análisis microbiológicos en el punto 01, mes de junio a la entrada de la PTAP para coliformes termotolerantes.	86
Figura 33: Resultados de los análisis microbiológicos en el punto 02, mes de junio a la salida de la (PTAP) (agua tratada) para coliformes termotolerantes.	87
Figura 34: Resultados de los análisis fisicoquímico en el punto 01, mes de junio a la entrada de la (PTAP) para turbidez.	88
Figura 35: Resultados de los análisis fisicoquímico en el punto 02, mes de junio a la salida de la (PTAP) para turbidez y cloro libre residual.	89
Figura 36: Resultados de los análisis microbiológicos en el punto 01, mes de julio a la entrada de la (PTAP)(agua cruda) para coliformes termotolerantes.	90
Figura 37: Resultados de los análisis microbiológicos en el punto 02, mes de julio a la salida de la (PTAP)(agua tratada) para coliformes termotolerantes.	91
Figura 38: Resultados de los análisis fisicoquímico en el punto 01, mes de julio agua cruda para turbidez.	92

Figura 39: Resultados de los análisis fisicoquímico en el punto 02, mes de julio del agua tratada para turbidez y cloro libre residual.	93
Figura 40: Resultados de la concentración de coliformes termotolerantes para el mes de junio realizados por de la DESA en el agua cruda.	94
Figura 41: Resultados de la concentración de coliformes termotolerantes para el mes de junio realizados por de la DESA en el agua tratada.	95
Figura 42: Resultados de la concentración de coliformes termotolerantes para el mes de julio realizados por de la DESA en el agua cruda.	96
Figura 43: Resultados de la concentración de coliformes termotolerantes para el mes de julio realizados por de la DESA en el agua tratada.	97

RESUMEN

La eliminación eficiente de Coliformes termotolerantes en agua para consumo humano es fundamental, debido a los efectos negativos de las Coliformes termotolerantes en la salud humana. La planta de tratamiento de agua potable (PTAP) “Santa Rosa” Chota, no escapa a esta realidad, puesto que, todas las aguas superficiales presentan concentraciones de Coliformes termotolerantes; por ello, se ha planteado analizar la eficiencia del proceso de cloración en la eliminación de Coliformes termotolerantes, en la PTAP “Santa Rosa” – Chota, se realizaron muestreos de agua distribuidos en las épocas de lluvia y estiaje en dos puntos (agua cruda y agua tratada), también se analizaron los resultados de los análisis realizados por la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA-Chota) , los hallazgos muestran que la media de la concentración de Coliformes termotolerantes en el agua cruda fue de 149 y 168 NMP/100 mL en la época de lluvia y estiaje respectivamente, mientras que en el agua tratada fue de 0 UFC en las dos épocas, también como objetivos específicos se planteó analizar cloro libre residual y turbidez. Finalmente se llega a la conclusión que la calidad del agua para el consumo procedente de la PTAP “Santa Rosa - Chota” es apta para el consumo humano, ya que presenta una eficiencia del 100 % respecto los Límites Máximos Permisibles D.S N° 031-2010 SA del Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano.

Palabras clave: Eficiencia, eliminación, coliformes termotolerantes, agua potable.

ABSTRACT

The efficient elimination of thermotolerant coliforms in water for human consumption is fundamental, due to the negative effects of thermotolerant coliforms on human health. The “Santa Rosa” Chota drinking water treatment plant (PTAP) does not escape this reality, since all surface waters present concentrations of thermotolerant coliforms; For this reason, it has been proposed to analyze the efficiency of the chlorination process in the elimination of thermotolerant coliforms, in the PTAP "Santa Rosa" - Chota, Samples of water distributed in the rainy and dry seasons were carried out in two points (raw water and treated water), the results of the analyzes carried out by the Executive Directorate of Environmental Health (DESA-Chota) were also determined by means of said analyzes that the mean concentration of thermotolerant coliforms in raw water was 149 and 168 NMP / 100 mL in the rainy and dry season respectively, while in the treated water it was 0 CFU in both seasons, also as specific objectives it was proposed to analyze residual free chlorine and turbidity. Finally, the conclusion is reached that the water that supplies the city of Chota from the drinking water treatment plant "Santa Rosa" is suitable for human consumption, since it presents an efficiency of 100% with respect to the Maximum Permissible Limits DS N ° 031-2010 SA of the Regulation of Quality of Water for Human Consumption.

Keywords: Efficiency, elimination, thermotolerant coliforms, drinking water.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El incremento del consumo de agua de calidad en el mundo es cada vez mayor, debido al crecimiento de la población y la baja disponibilidad de agua que cumpla con los estándares de calidad ambiental y límites máximos permisibles requeridos, como es el caso de Perú, los cuales son establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM) y Reglamento de calidad del agua para consumo humano del Ministerio de Salud (MINSA) a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), puesto que el consumo de agua sin tratamiento es un problema mundial, ya que afecta a la salud del consumidor principalmente por la presencia de microorganismos patógenos como son las Coliformes termotolerantes o fecales que provocan enfermedades gastrointestinales.

Por lo mencionado, la preocupación de las entidades competentes por brindar un servicio de agua de calidad, es cada vez mayor, esto a causa de microorganismos patógenos y sustancias que representan riesgo para la salud integral del consumidor, entre ellos, se consideran para el estudio los parámetros microbiológicos (Coliformes termotolerantes) y fisicoquímicos (turbidez y cloro libre residual) como se menciona en el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano DIGESA (2011). El Hospital José Hernán Soto Cadenillas de Chota a través de la oficina de Articulado Nutricional menciona que se han reportado 212 casos de enfermedades diarreicas agudas (EDA), 9 casos de EDA disintérica y 5 casos de EDAs con complicaciones para el año 2017 que están relacionados a contaminación por alimentos o agua por ello es que se ha visto por conveniente realizar muestreos de agua para descartar contaminación fecal a través del recurso hídrico.

La planta de tratamiento de agua potable “Santa Rosa” – Chota se abastece de dos fuentes tanto superficial como subterránea: túnel Conchano, El Suro y La Zarza (una línea de conducción); la planta de tratamiento posee un sistema de tratamiento convencional, se realizan distintos procesos de tratamiento desde el ingreso del caudal hasta la salida del agua tratada; durante este trayecto se realiza el proceso de cloración química con hipoclorito de calcio, comúnmente llamado proceso de cloración.

En el proceso de cloración se lleva a cabo la eliminación de microorganismos patógenos teniendo en cuenta la dosis adecuada respecto al caudal y turbidez del agua para no afectar la salud de los consumidores, con el objetivo de eliminar bacterias Coliformes termotolerantes como la *E. coli* la cual produce desde infecciones gastrointestinales leves hasta crónicas que en algunos casos puede ocasionar la muerte como mencionan los especialistas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2018).

Según la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA – CHOTA) como entidad de vigilancia de calidad de agua menciona que el agua procedente de la planta de tratamiento “Santa Rosa” es apta para el consumo humano referente a coliformes termotolerantes, cloro residual; debido a ello se ha procedido a realizar muestreos de agua cruda y agua tratada para posteriormente comparar con (LMP) y resultados de la (DESA – CHOTA).

Por lo expuesto la presente tesis tuvo como pregunta de investigación analizar ¿Cuál es la eficiencia del proceso de cloración en la eliminación de coliformes termotolerantes de la planta de tratamiento de agua potable “Santa Rosa”, Chota,? para dar respuesta a dicha pregunta se planteó como objetivo general analizar la eficiencia del proceso de cloración en la eliminación de Coliformes termotolerantes de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) “Santa Rosa”, Chota y como objetivos específicos determinar la concentración de las coliformes termotolerantes antes y después del

tratamiento, comparar los resultados de los análisis microbiológicos con los límites máximos permisibles contemplados en el reglamento de agua para el consumo humano del Ministerio de Salud (MINSA) D.S N° 031-2010 -SA y ECAs D.S N°004-2017 MINAM. También señalar la influencia de la turbiedad en la concentración de las coliformes termotolerantes e indicar los niveles de cloro libre residual respecto a los LMP del DS N° 031-2010 SA MINSA y ECAs D.S N°004-2017 MINAM, de esta manera planteándose la hipótesis: el proceso de cloración es eficiente en la eliminación de coliformes termotolerantes de las aguas procedentes de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) “Santa Rosa” Chota. Dicha tesis se realizó con la finalidad de dar a conocer la eficiencia la PTAP en el tratamiento de agua que se consume en la ciudad de chota e informar sobre las consecuencias de consumir agua cruda (sin tratamiento) para de esa manera tomar las precauciones correspondientes.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

En un primer estudio realizado por Tibaduiza y Tibaduiza (2014), proponen una nueva alternativa para la eliminación de *Escherichia coli* por lo cual realizaron investigación sobre la inactivación o desinfección de *Escherichia coli* y *Salmonella* a través de radiación solar donde lograron demostrar que tras exponer por un lapso de tiempo de 10 horas a la bacteria *E. coli* y *Salmonella* se logra una inactivación del 94 % y 97% respectivamente. (pp. 1-47)

Oblitas y Torres (2016), lograron identificar la presencia de coliformes totales y termotolerantes como la *Escherichia coli* en aguas procedentes de áreas de las juntas administradoras del servicio de saneamiento (JASS) y con relación a resultados obtenidos de plantas de tratamiento de agua potable no se encontraron presencia de coliformes totales. (p.73)

Torres (2016), señaló que el recurso hídrico del cual se abastece la población del Sector Pueblo Nuevo, no cumple con los límites máximos permitidos para el consumo humano, referente a coliformes totales y fecales; además refirió que la incidencia respecto a la prevalencia de las enfermedades gastrointestinales ocasionadas por el agua de mala calidad en la localidad de Churuyacu es de 6.99%. (p.49)

Marchand (2020), señala que es fundamental suministrar el recurso hídrico esencial para la vida de manera eficiente y de calidad, por ende, realizó un muestreo que comprende 224 muestras en sistemas de distribución hogares y pozos en Lima metropolitana llegando a la conclusión de que 81 resultados de las muestras no cumplen con la normativa vigente del MINAM. (p.46)

2.2. Bases teóricas

2.2.1. *Tratamiento de desinfección*

La desinfección es un proceso fundamental en la eliminación de agentes patógenos presentes en el agua, tal y como mencionan algunos autores como:

Chulluncuy (2011), señala que el proceso de desinfección es una de las últimas actividades que se realizan en el tratamiento del agua en el cual se eliminan microorganismos potencialmente infecciosos y por ende nocivos para la salud de las personas. Dicho autor también señala que no todos estos microorganismos son eliminados con el proceso de desinfección, sino que es fundamental utilizar procesos para coagular, filtrar y sedimentar.

Para Chulluncuy (2011), “en este proceso intervienen agentes como: los organismos microscópicos que presenta el agua debido a contaminaciones antropogénicas o naturales, el agente desinfectante y grado de temperatura del recurso hídrico”. (p. 166)

La efectividad de la desinfección es determinada a través del porcentaje de microorganismos eliminados dentro de un determinado tiempo, considerando la acidez y temperatura prefijados. Es importante tener en cuenta que la persistencia de los organismos microscópicos es variable siendo las esporas bacterianas las más resistentes, luego se encuentran los quistes de protozoarios, virus entéricos finalmente las bacterias vegetativas (coliformes) (Chulluncuy, 2011, p. 166).

La turbidez dificulta el proceso de eliminación de microorganismos puesto que estos están relacionados con la materia orgánica suspendida, los microorganismos son capaces de camuflarse y protegerse en las partículas suspendidas de la acción del agente desinfectante ya sea de acción física o química, actualmente se utilizan insumos como (Cl, Br, I, el O₃, KMnO₄, H₂ O₂)

e iones metálicos. Respecto a procesos físicos más frecuentes se encuentran los sistemas destinados a coagular, flocular, sedimentar, filtrar, luz solar, calor y UV (Chulluncuy, 2011, p. 166).

En el proceso de desinfección de agua el agente químico más frecuente es el cloro y se puede utilizar en forma de gas, líquido, sal. Se considera un proceso eficiente debido a su bajo costo, fácil aplicación y alto porcentaje de eliminación de microorganismos patógenos. Es pertinente dosificar de manera adecuada para evitar riesgos en la salud humana y animales. También es importante señalar que el cloro residual cumple la función importante de desinfección ante una posible contaminación por tubería (Chulluncuy, 2011, p. 166).

Es fundamental tener en cuenta que el uso inadecuado de cloro puede ocasionar la formación de trihalometanos, los cuales causan efectos negativos significativos en la salud integral de las personas (incrementado el riesgo de cáncer a la vejiga) como también en animales. La Agencia para la Protección del Ambiente de Estados Unidos ha establecido límites de 0,08 mg/l referente a la concentración de trihalometanos en el agua para consumo humano (Chulluncuy, 2011, p. 166).

El agente más utilizado para el proceso de desinfección es el cloro, también hay alternativas ecoeficientes y costo efectivas para el tratamiento de desinfección como la desinfección por ozono, UV y dióxido de cloro. La eficacia de estos métodos es muy notable debido a su capacidad para eliminar organismos microscópicos e inactivar algunos virus, protozoos, incluso algunos parásitos, *Giardia* y *Cryptosporidium*. Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006).

2.2.2. *Cloración*

Según la OMS (2006), el proceso de cloración se puede suministrar de distintas maneras de las cuales se distinguen: el cloro en forma de gas y también soluciones de hipoclorito de calcio o sodio granulado al 68-70 %, y a través de generadores de cloro en el lugar. Para la administración de hipoclorito de calcio se prepara una solución con agua de la captación por consiguiente se mezcla con el caudal principal teniendo en cuenta el tiempo, concentración y volumen de agua a clorar.

El proceso de cloración en una PTAP o de uso en sistemas convencionales de desinfección directa tiene por finalidad brindar al consumidor un agua exenta de bacterias patógenas. Es importante mencionar también que el cloro tiene capacidad oxidante y elimina o ayuda a eliminar sustancias agroquímicas como plaguicidas también es capaz de realizar procesos de oxidación de Mn (II) y crear sustancias insolubles de fácil eliminación a través de procesos físicos como la filtración (OMS, 2006).

2.2.3. *Coliformes*

Según Hallen citado por Marchand (2002), el grupo coliforme abarca las coliformes totales en los que se encuentran los géneros *klebsiella*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Serratia*, de estas se distingue un subgrupo las cuales son las coliformes fecales que pueden causar enfermedades gastrointestinales entre las cuales tenemos a *E coli* y en menor concentración *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter* (p. 10)

Las coliformes totales son un grupo de bacterias gram negativas las cuales son capaces de fermentar la lactosa de 35°C a 37 °C, producto de esta fermentación producen ácido y CO₂; las coliformes termotolerantes

soportan incrementos de temperatura con valores de hasta 45 °C; son de origen fecal, la coliforme más representativa es la *Escherichia*, ya que se encuentra con un porcentaje de 90 – 100% respecto a la cantidad de coliformes fecales en muestras del gastro intestinal y hasta en un 59 % en aguas contaminadas con materia fecal (Gómez, citado por Carrillo y Lozano, 2008).

2.2.4. Indicadores microbiológicos

Para el análisis de calidad de agua es fundamental tener en cuenta los bioindicadores en este caso las bacterias que gracias a su comportamiento, concentración, procedencia y capacidad para poder realizar cultivos a través de agares nutritivos se puede distinguir su peligrosidad para la salud. A través de su aislamiento es posible realizar ensayos para determinar el método más eficiente para la desinfección de los microorganismos patógenos teniendo en cuenta la reacción a variaciones de pH y temperatura (Vásquez, 2018, p.12).

Para Ríos *et al.* (2017 citado en Vásquez, 2018), entre los bioindicadores más comunes se encuentra el grupo de bacterias coliformes totales y fecales, *E coli* y estreptococos fecales. Teniendo en cuenta que su origen procede de actividades pecuarias e inadecuada disposición de excretas humanas, dichos microorganismos suponen una amenaza significativa para la salud integral de las personas y animales. (p. 12)

2.2.5. *Escherichia coli* y bacterias coliformes termotolerantes

Las coliformes fecales (termotolerantes) forman parte del grupo de las coliformes totales, dichas bacterias fermentan la lactosa a 44-45 °C. La bacteria coliforme termotolerante que se encuentra en mayor concentración en las aguas contaminadas pertenece al género *Escherichia*, sin embargo, también se encuentran

en menores concentraciones *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Klebsiella*. La bacteria *E. coli* se distingue porque es capaz de producir glucuronidasa e indol. La bacteria *E. coli* se encuentra de forma natural en el gastro intestinal humana y animales de sangre caliente, rara vez se hallan en entornos donde no existe contaminación por excretas, sin embargo, estudios señalan que pueden desarrollarse en suelos calurosos tropicales, Organización Mundial De la Salud (OMS, 2006, citado en Medina, 2017).

2.2.5.1. Fuentes y prevalencia.

Teniendo en cuenta que existe gran concentración de coliformes termotolerantes en las heces humanos y animales, el agua que haya tenido contacto con estas sustancias se encuentra contaminada con coliformes termotolerantes por ende es importante mencionar que la presencia de nutrientes y temperatura del agua no influye en su proliferación (Medina, 2017, p. 44)

2.2.6. Grupos de *Escherichia coli* según su patogenicidad

Se distinguen seis grupos de cepas de *E. coli* causantes de enfermedades gastrointestinales las cuales son: enterotoxigénica, enterohemorrágica (productoras de toxina Vero), enteropatógeno, enteroinvasiva, adherencia difusa y enteroagregativa (Rodríguez, 2002).

Las bacterias *E. coli* presentan cepas que causan enfermedades gastrointestinales que atenta contra la salud integral en todo el mundo; además, producen cuadros de virulencia por factores genéticos com elt y est. La presencia genética y expresión de proteínas autocodificadas forman parte primordial del mecanismo de patogénesis único de cada uno de estos tipos de *E. coli* diarreogénicas (Céspedes, 2012). Es por ello, que es fundamental

conocer la estructura y comportamiento fisiológico de estas bacterias patógenas con el objetivo de buscar el mejor tratamiento para inactivarla en procesos de desinfección de agua cruda.

2.2.7. Técnicas comunes para determinar la concentración de *Escherichia coli*

Para el conteo de bacterias de esta índole se utilizan distintos métodos relacionados con el análisis de agua en laboratorio, generalmente se realiza a través de muestreos de agua y análisis a base de 100 mL de agua. Se han consolidado varios métodos para determinar su concentración los cuales se basan principalmente en la capacidad de producir ácido y gas a partir de la fermentación de la lactosa o la producción de la enzima glucuronidasa (Medina, 2017, p. 44)

Para Medina (2016), en el proceso para determinar la concentración de bacterias coliformes termotolerantes se realiza el método del filtro de membrana, el cual consiste en filtrar la muestra de agua contaminada en una membrana la cual posteriormente será sembrada en un agar nutritivo e incubada a una temperatura de 44–45 °C, por un lapso de tiempo de 24 h; posteriormente se procede a realizar el conteo de unidades formadoras de colonias. También se distingue el método del número más probable en cual consiste en realizar diluciones a partir de la muestra de agua contaminada; actualmente también existen equipos adaptados para medición de concentraciones de bacterias en campo o sobre el terreno. (p. 44)

2.2.8. Enfermedades causadas por la bacteria *Escherichia coli*

“La presencia de microorganismos patógenos como la bacteria *Escherichia coli* procedentes de contaminación fecal causa enfermedades gastrointestinales diarreicas agudas” (Tarqui, *et al.*, 2016, p.3).

Los principales problemas en la salud provocados por el consumo de agua cruda prevalecen principalmente en los países y lugares donde se realiza un ineficiente tratamiento de aguas residuales o en muchos casos no se realizan ningún tipo de tratamiento y son vertidas en fuentes de aguas superficiales las cuales en su transcurso son utilizadas en muchos casos para consumo humano, pecuario y agrícola, el mismo problema se presenta en el uso de letrinas abiertas las cuales a través de las percolaciones y filtraciones de agua son arrastradas hacia fuentes de consumo de agua. Se han realizado estimaciones que indican que anualmente se registran 4.000 millones de casos de problemas en la salud humana referente a enfermedades gastrointestinales diarreicas, causantes de 3 a 4 millones de muertes, principalmente en niños (Ortiz, 2015 p. 15)

2.2.8.1. Dosis infectiva.

Las *E. coli* patógenas se diferencian por ser capaces de causar enfermedades esto debido a la información genética, también por ser capaces de adherirse e invadir células huéspedes, asimismo, interferir en el metabolismo celular y destrucción de tejidos (FAO, 2009).

La contaminación por *E. coli* se produce a través de contacto directo o ya sea a través de la fuente de agua o los alimentos, principalmente las verduras de tallo corto como la lechuga, cebolla, col, etc. También se produce a través de contaminación cruzada cuando se manipulan los alimentos sin una adecuada higiene. Las personas o animales, aunque no presenten síntomas de la enfermedad causada por la *E coli* son capaces de liberar entre 10⁶ a 10⁹ (UFC) por gramo de heces (FAO, 2009).

2.2.8.2. Resistencia de *Escherichia coli* a los antibióticos.

Según, Ajiboye *et al.* (2006, citado en Benvenuto, 2017) “la especie *Escherichia coli* naturalmente resiste medicamentos antibióticos betalactámicos. Sin embargo, con el pasar del tiempo, y el uso de estos antibióticos la bacteria presenta resistencia preocupante a estos medicamentos a nivel mundial” (p. 15).

2.2.9. Características de la *Escherichia coli*

Benvenuto (2017) considera a la *Escherichia coli* como bacteria mesófila puesto que se desarrolla fisiológicamente a los 35 – 43 °C, correspondiente a la temperatura natural del cuerpo de animales de sangre caliente, el límite de temperatura para su desarrollo y proliferación es de alrededor de 7 °C.

Por otro lado, para Rodríguez (2002, citado en Benvenuto, 2017, p. 14). La acidez del agua y la actividad del agua puede influir en su concentración. Las mejores condiciones para su desarrollo respecto a estos parámetros son de 7,2 y 0,99 respectivamente. El crecimiento y proliferación de *Escherichia coli* se interrumpe a pH ácido menor a 3,8 y pH básico superior a 9,5; también a valores de actividad de agua inferiores a 0,94.

2.2.10. *Escherichia coli* como indicador

Se considera a esta bacteria como el microorganismo más importante en la identificación de contaminación fecal, debido a que es la bacteria predominante, también por ser fundamental en los análisis de calidad de agua en el proceso de desinfección. Gracias a su valor como bioindicador de calidad de agua y su fácil identificación se utiliza como organismo indicador en los programas de vigilancia y control de calidad del agua de consumo. (OMS, 2006).

2.2.11. Medios de cultivo

Para Oblitas & Torres (2016), un medio de cultivo se define como:

Un medio nutritivo diseñado con el objetivo de aislar microorganismos de distintas especies, es un medio donde se desarrollan y proliferan. Un sustrato o solución de nutrientes en donde crecen, y se multiplican los microorganismos, para posteriormente identificarlos, cuantificarlos y caracterizarlos, de esta manera se pueden descubrir antibióticos para su inactivación si son nocivas para la salud. También se define como un grupo de componentes que brindan las condiciones necesarias al microorganismo para su desarrollo y crecimiento. (p. 34)

2.2.12. Método por el filtro de membrana.

Al interpretar la norma ISO 9308 – 1 (2014) se menciona que el método de filtración por membrana es una herramienta que nos permite identificar o hacer el recuento de bacterias coliformes y *Escherichia coli* en cultivos con agar criogénico, esto para aguas con baja carga microbiológicas como agua potable, aguas de piscinas desinfectadas y el agua de las PTAP. (pp. 1-2)

2.2.13. Determinación de la eficiencia.

Según Martínez (2016), la eficiencia se calcula con la siguiente ecuación:

$$E = \left(\frac{S_0 - S_f}{S_0} \right) \times 100$$

Donde:

E: Eficiencia de remoción del sistema, o de uno de sus componentes [%]

Sf: Concentración en el Efluente en mg/L (NMP)

So: Concentración en el Influyente en mg/L (UFC)

2.2.14. Reglamento de calidad de agua para consumo humano, D.S. N° 031-2010-SA

2.2.14.1. Artículo 1°.

El presente reglamento tiene por finalidad “garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población” (MINSA, 2010, p. 9).

2.2.14.2. Artículo 3°.

Respecto al ámbito de aplicación del presente reglamento se menciona que toda persona natural o jurídica del ámbito nacional que realice actividades de gestión, administración, operación, mantenimiento, control, supervisión o fiscalización del abastecimiento del agua para consumo humano, se encuentra en la obligación de respetar el reglamento de calidad de agua para consumo humano (MINSA, 2010, p. 9).

2.2.14.3. Artículo 19°.

En el presente artículo del control de calidad se menciona las responsabilidades del proveedor en donde se dispone que “debe garantizar el cumplimiento de las disposiciones y requisitos sanitarios contemplados en del presente reglamento, asimismo, hacer uso de la metodología necesaria y recomendada, identificar fallas y adoptar por las medidas correctivas necesarias para asegurarla calidad de agua a brindar” (MINSA, 2010, p. 18).

2.2.14.4. Artículo 60°

En este artículo se menciona que “el agua destinada para consumo humano debe estar exenta de bacterias coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli*” (MINSA, 2010, p. 28).

2.2.15. Guía para la calidad de agua potable Organización Mundial de la Salud (OMS)

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), (2006) señala que:

Las bacterias de origen fecal son bioindicadores de la calidad de agua; estas bacterias son las más utilizadas para este fin en monitoreos en todo el mundo. La presencia de microorganismos resistentes a agentes desinfectantes o condiciones extremas como las bacterias termotolerantes, en especial *E. coli* se sustentan como indicadores por excelencia. Por lo tanto, en algunas ocasiones es conveniente realizar el monitoreo teniendo en cuenta bacterias más resistentes (por ejemplo, enterococos intestinales), esporas de *Clostridium perfringens* o colífagos. Para el control de calidad de agua consumo, la presencia de *E. coli* es indicador de contaminación fecal.

2.2.16. Muestreo de agua potable, NTP ISO/IEC 17025

La presente norma señala los estándares de calidad respecto a los procedimientos de análisis de muestras de agua en laboratorio y menciona los lineamientos que estos debe seguir para optimizar la confiabilidad de los resultados.

Para ello, Barreto, Espinoza, y Leyva (2010), señalan que si el agua que abastece a una planta de tratamiento de agua potable proviene de una fuente subterránea y va directo a un reservorio, no es necesario realizar análisis de calidad en las instalaciones de la (PTAP), por consiguiente solo en los reservorios.

2.2.16.1 Procedimiento de muestreo.

A. Cloro residual.

Según Barretos *et al* (2010), las muestras para determinar la concentración de cloro residual se deben realizar en la salida de la PTAP en el punto de control de cloro, reservorios y redes de distribución, teniendo en cuenta lo siguiente:

- ✓ Respecto a la línea de conducción se deben ubicar puntos estratégicos.
- ✓ Es recomendable utilizar botella de plástico sin embargo se puede realizar en envase de vidrio.
- ✓ Utilizar guantes para evitar la contaminación de la muestra.
- ✓ Si se utilizan frascos no esterilizados es importante lavar 3 veces el frasco con el agua a muestrear
- ✓ Realizar el muestreo.

B. Control bacteriológico, físico y químico.

Las muestras deben ser recolectadas a la salida de plantas de tratamiento, fuentes subterráneas, reservorios y redes de distribución (ver fig.14).

- ✓ Utilizar botella de plástico/vidrio debidamente esterilizado.
- ✓ Utilizar guantes para evitar la contaminación de la muestra.
- ✓ Tomar las muestras.

2.2.17. La turbidez y su influencia en la desinfección del agua

Según los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S.N° 031-2010 S-A del reglamento de calidad de agua para consumo, la concentración o unidades nefelométricas de turbidez (UNT) no debe ser superior a 5.

La elevada concentración de turbidez trae consigo efectos negativos para el proceso de desinfección, puesto que pueden proteger a los microorganismos de los agentes desinfectantes puede provocar la proliferación de bacterias. En algunos casos no se eliminan los patógenos debido a la protección las partículas presentes en el agua (Marcó, Azario, Metzler, y García, 2004, p.72).

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Planta de tratamiento de agua potable

Según, Chulluncuy (2011), “es una instalación acondicionada con estructuras para realizar procesos para el tratamiento de agua potable, tanto físicos como químicos; entre ellos se distinguen: filtración, floculación, sedimentación y desinfección para cumplir con los límites que estipulan las normas”. (p. 166)

2.3.2. Agua potable

Según, Vásquez (2018) la define como “se concidera como agua potable cuando a pasado por procesos físicos y químicos con el onjetivo de eliminar o disminuir la concentración de agentes contaminantes nocivos para la salud y que cumplan con las normas vigentes para su distribución” (p. 10)

2.3.3. Agua cruda

Según MINSA (2018), “es el agua que no ha sido sometido a procesos de tratamiento y se encuentra en estado natural, captada para abastecimiento” (p.5)

2.3.4. Agua tratada

Según MINSA (2018), “toda agua sometida a procesos físicos, químicos y biológicos con el objetivo de darle la calidad necesaria para el consumo” (p. 5)

2.3.5. Desinfección

Es un proceso fundamental para la eliminación de microorganismos patógenos en el agua. La eliminación de microorganismos patógenos es uno de los procesos fundamentales que se realizan con productos químicos como el cloro (OMS, 2006). Asimismo, MINSA (2018), define como “eliminación de virus bacterias y protozoos fecales presentes en el agua a distribuirse como agua potable”. (P. 6)

2.3.6. Cloración

Según MINSA (2018), es el “proceso de eliminación o inactivación de microorganismos del agua mediante el empleo de cloro”. (p.5)

2.3.7. Calidad del agua

Según, Chulluncuy (2011), menciona que el agua es el recurso primordial para el desarrollo de la vida por ende el desarrollo fisiológico de los organismos, también es considerado como disolvente universal, sin embargo, en muchos casos transporta microorganismos patógenos que puede afectar la calidad de vida de las personas y animales. (p.154)

Otros autores según la normativa de agua para el consumo humano mencionan que:

Los parámetros de calidad son dados por el reglamento de calidad de agua, el cual tuvo su aprobación mediante el *Decreto Supremo N° 031-2010-SA*, teniendo en consideración a la “ley general de Salud” - Art.107° , la ley N° 26842 “Ley general de Servicios de Saneamiento” -Ley N° 26338 y el decreto legislativo N°1280 de la derogación de la ley de saneamiento a

través de sus 10 títulos, 81 artículos, 12 disposiciones complementarias, transitorias y finales y 5 anexos; es importante señalar que no solo se contemplan los LMP para los parámetros establecidos sino que establece más responsabilidades a los gobiernos regionales y locales respecto a los procedimientos y lineamientos que deben seguir para asegurar la calidad de agua principalmente en los prestadores del servicio como los organismos comunales JASS; y Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo humano; además fortalece a la DIGESA, en el posicionamiento como Autoridad Sanitaria frente a estos temas (Vásquez, 2018, p.10).

2.3.8. Turbidez

Según Marcó, *et al* (2004), “es la presencia de material suspendido en los cuerpos de agua ya sea de origen orgánico u inorgánico”.

CAPÍTULO III

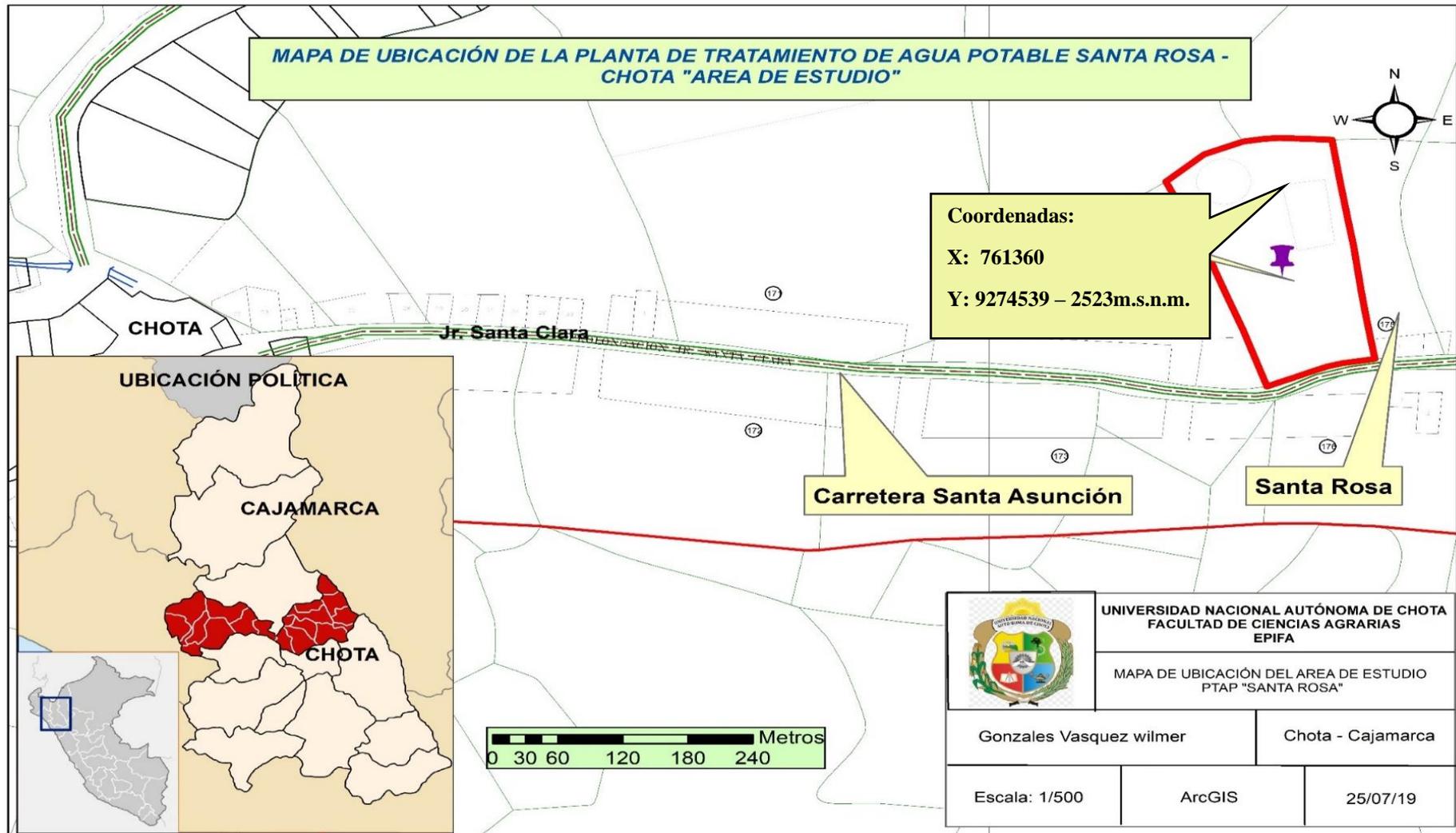
MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación

Las muestras se extrajeron de la planta de tratamiento de agua potable “Santa Rosa” ubicada en el Km 2 vía evitamiento “Santa asunción”, carretera a Santa Rosa bajo – distrito y provincia de Chota – región de Cajamarca, dicha planta es de tratamiento convencional, el proceso de desinfección se realiza mediante cloración. La planta se encuentra ubicada en las coordenadas: 0761354 E y 9274539 N y 2523 m.s.n.m. como se indica en el mapa de ubicación de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP).

Figura 1

Mapa de ubicación de la planta de tratamiento de agua potable Santa Rosa - Chota



3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Corresponde al conjunto de todos los componentes (unidades de análisis) los cuales pertenecen al entorno espacial donde se ejecuta la investigación. (Carrasco, 2017, p. 236)

Población: Caudal de agua que ingresa a la planta de tratamiento de agua potable “Santa Rosa” (80 L/s).

3.2.2. Muestra

Muestra: Corresponde a los diez muestreos realizados distribuidos en la época de lluvia y época de estiaje.

3.3. Equipos materiales e insumos

3.3.1. Equipos

- Equipos de protección personal (guantes, mascarilla, chaleco/guardapolvo, casco, lentes)
- Laptop.
- Impresora multifuncional
- Cámara fotográfica
- GPS
- Equipos dispuestos por el laboratorio de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental- Chota (Incubadora, bomba vacío, autoclave, turbidímetro, comparador de cloro)

3.3.2. Materiales

- Libreta de campo.
- Formatos.
- Lapicero.
- Papel aluminio.
- Frascos (Laboratorio DESA).

- Cooler.
- Materiales dispuestos por el laboratorio (placas petri, tubos de ensayo, mechero, vasos de precipitados)

3.3.3. *Insumos*

- Alcohol 90°.
- Agua destilada.
- Insumos proporcionados por el laboratorio (filtros de membrana, agar, etc.)

3.4. Metodología de la investigación

3.4.1. *Consideraciones*

Las muestras fueron tomadas en dos puntos: al ingreso (mezcla de las aguas procedentes de El túnel Conchano, Suro y la Sarza) y punto de control de calidad (salida del agua tratada); dichos muestreos se realizaron en la época de lluvias y estiaje, los muestreos se realizaron teniendo en cuenta lo siguiente:

- El caudal de agua que ingresa a la (PTAP) 80 L/s en la mayor parte del año.
- El tipo de cloración utilizado es “Autocompensante”
- El desinfectante utilizado para el proceso de cloración es Hipoclorito de calcio Ca (ClO)₂ granulado al 68%.
- La dosis de la solución suministrada es de 4 Kg en 600 litros de agua a través de la siguiente fórmula:

$$Kg = \frac{Q * t * 1.5}{\% * 10}$$

$$Kg = \frac{80 * 0.33 * 86400 * 1.5}{680} \quad Kg = 4,5 \text{ Kg} \quad V = \frac{600000}{480} = 1250 \text{ mL/min}$$

- El caudal de desinfectante que se utiliza es de 1.2 L/min para un caudal de agua de 80L/s; si el caudal de agua varía se regula la dosis de cloro

La frecuencia de muestreo debe de evidenciar cambios importantes en la calidad de agua, por lo que se recomienda una frecuencia mínima; los puntos de muestreo se han recolectado en la zona de mezcla o reunión de los caudales de las captaciones y a la calidad de la PTAP, como se menciona en el protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de muestras de agua para consumo (DIGESA, 2015) y muestreos continuos o por épocas (lluvia y estiaje) para análisis microbiológico de agua tratada. La extracción de la primera muestra se realizó a la entrada de las aguas a la (PTAP) en la zona de mezcla (agua cruda) (ver fig. 12) y la segunda muestra a la salida de la (PTAP) (agua tratada) (ver fig. 17). También se analizaron datos de los puntos de control de cloro en la distribución de del agua localizadas en la ciudad de Chota; dicho control realizado por la (DESA), como organismo de vigilancia señalando que se realiza dos a tres por año. Los muestreos se han distribuido de la siguiente manera:

Tabla 1

Frecuencia de muestreo

Época	Fecha	Muestreo	Muestra (agua cruda y agua tratada)	
Lluvia	10/02/2020	Muestreo 01	Fisicoquímico	Microbiológico
	09/03/2020	Muestreo 02	Fisicoquímico	Microbiológico
	09/01/2020	Muestreo 03	Fisicoquímico	Microbiológico
	07/02/2020	Muestreo 04	Fisicoquímico	Microbiológico
	09/03/2020	Muestreo 05	Fisicoquímico	Microbiológico
	Fecha	Muestreo	Muestra (agua cruda y agua tratada)	
Estiaje	10/06/2020	Muestreo 01	Fisicoquímico	Microbiológico
	07/07/2020	Muestreo 02	Fisicoquímico	Microbiológico
	09/06/2020	Muestreo 03	Fisicoquímico	Microbiológico
	07/07/2020	Muestreo 04	Fisicoquímico	Microbiológico
	07/08/2020	Muestreo 05	Fisicoquímico	Microbiológico
Punto de control de Cloro				
		Muestreo	Lluvia	Estiaje

09/01/2010-17/09/2020	Punto control 1	Cloro libre residual	Cloro libre residual
10/04/2020-17/09/2020	Punto control 2	Cloro libre residual	Cloro libre residual
20/03/2020-17/09/2020	Punto control 3	Cloro libre residual	Cloro libre residual

Nota. Cada muestreo se ha realizado en dos puntos: en el agua cruda y agua tratada respectivamente, se consideró analizar los datos de los muestreos del responsable de la DESA- CHOTA como organismo de vigilancia de calidad de agua para consumo realizados en época de lluvia y estiaje del año 2020.

La Dirección Ejecutiva de Salud ambiental (DESA – CHOTA) de la línea de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) del Ministerio de Salud (MINSA), a través del cual se realizan las vigilancias y gestión de la calidad de los recursos como el agua potable con el afán de garantizar el suministro de agua de calidad por parte de las entidades competentes.

3.4.2. Variables e indicadores

Tabla 2

Tabla de variables e indicadores

VARIABLES		INDICADORES
Independiente:	Cloración.	mg /L de agua
Dependiente:	Eliminación de coliformes termotolerantes	NMP/100 mL y Unidades Formadoras de colonias UFC/100 mL

3.4.3. Procedimiento

La ejecución de la investigación se realizó en tres fases la primera es la etapa de campo, la segunda el laboratorio microbiológico y la tercera es la de análisis de resultados.

PRIMERA FASE.

Etapa de campo

Se realizaron muestreos de agua siguiendo los lineamientos establecidos en la guía de monitoreo de agua y las investigaciones realizadas por Barreto *et al.* (2010) para

el muestreo de aguas potable y siguiendo los lineamientos del D.S N° 031-2010 - SA del reglamento de agua para consumo humano, para ello se contó con el permiso de (SEMAPA) Chota y responsable de la operación y mantenimiento de la (PTAP). (ver fig. 10)

Según el el protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de muestras de agua para consumo R.D. N° 160 - 2015 DIGESA – SA (DIGESA, 2015), se ha tenido en cuenta los siguientes aspectos:

Procedimiento de Muestreo:

Estando previstos de todos los materiales se procedió a la toma de muestra para analizar los parámetros microbiológicos y Fisicoquímicos.

Se ubicaron los puntos de muestreo en la planta de tratamiento de agua potable, identificándolo con GPS.

Las muestras se extrajeron de la zona de mezcla de agua cruda una profundidad de 20 a 30 cm. Los frascos para las muestras fueron de vidrio, esterilizados, la toma de muestra se realizó directamente dejando un espacio para aireación y mezcla de 2.5 del frasco de muestreo (ver fig. 12).

Muestreo de parámetros inorgánicos.

Las muestras para el análisis de cloro libre residual se recolectaron a la salida de planta de tratamiento en el punto de control de cloro residual de la (PTAP), para ello se ha tenido en cuenta aspectos contemplados en R.D. N° 160 - 2015 DIGESA – SA:

- ✓ Envases de vidrio esterilizados para la recolección de muestras.
- ✓ Guantes.

- ✓ Toma de la muestra.
- ✓ Llenado de la etiqueta de la muestra (ver fig. 13).
- ✓ Se colocaron las muestras en el cooler para su preservación

Muestreo de parámetros microbiológicos.

Las muestras se recolectaron al ingreso del caudal de agua procedentes de tres lugares o agua cruda (Túnel Conchano, La Zarza y El Suro), considerando los siguientes aspectos contemplados en R.D. N° 160 - 2015 DIGESA – SA:

- ✓ Envases de vidrio debidamente esterilizados.
- ✓ Uso de guantes al momento de la toma de muestra.
- ✓ Evitar tocar el interior del frasco.
- ✓ Llenado de la etiqueta de la muestra.
- ✓ Se colocaron las muestras en el cooler para su preservación

SEGUNDA FASE.

Etapa de laboratorio

Posterior al muestreo se enviaron las muestras a los ambientes del laboratorio de la (DESA- Chota) con su respectiva cadena de custodia haciendo la entrega en óptimas condiciones (ver fig.16). Los análisis microbiológicos para determinar la concentración de coliformes se realizaron en el laboratorio de la (DESA), los cuales han dispuesto de las técnicas e instrumentos correspondientes como fichas de conteo de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) mediante la utilización de filtros de membrana y tubos múltiples para Número más Probable (NMP), comparador de cloro, turbidímetro. Según la (DESA) como entidad de vigilancia señala que los lineamientos dispuestos por el (DIGESA), las muestras que se toman en efluente para análisis microbiológico se deben realizar mediante

(NMP) y en el afluente (UFC) debido a la reducción de la concentración de bacterias coliformes.

Preservación y envío de muestras al laboratorio acondicionadas en cooler, debidamente etiquetadas y su respectiva cadena de custodia.

3.5 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se ha hecho uso de la estadística descriptiva (frecuencias, promedio, media, mediana), fórmulas para la determinación de la eficiencia, análisis de significancia; para la presentación de los resultados se utilizaron gráficos, tablas, histogramas, medidas de dispersión; para lo descrito se utilizó el software office Excel, SPSS; en cuanto a la comprobación de la hipótesis se ha utilizado la fórmula de la eficiencia de agua y prueba t student.

Para el análisis de la eficiencia se aplicó la siguiente formula:

Según Martínez (2016):

$$E = \frac{(S_O - S_F)}{S_O}$$

Donde:

E: Eficiencia de remoción del sistema, o de uno de sus componentes [%]

Sf: Concentración en el Efluente

So: Concentración en el Influyente

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados de los análisis de las muestras de agua procedentes de la (PTAP) “Santa Rosa” – Chota

Luego que se llevaran a cabo los procedimientos para el análisis de las muestras por parte del laboratorio de la (DESA – Chota), se han obtenido los resultados para los parámetros: Coliformes termotolerantes o fecales, turbidez y cloro libre residual, los cuales se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 3

Resultados de la época de lluvia para coliformes termotolerantes 2020.

Código de muestra Microbiológica	Época de lluvia	
	Entrada Coliformes fecales: 45,5°C (NMP/100mL)	Salida Coliformes fecales: 45,5°C (UFC/100mL)
Muestra 01	126	0
Muestra 02	164	0
Muestra 03	165	0
Muestra 04	126	0
Muestra 05	164	0

Nota: Hay presencia de coliformes termotolerantes (fecales) en el agua cruda o a la entrada de la (PTAP). En las muestras tomadas del agua a la salida de la (PTAP) o agua tratada no se encontraron coliformes termotolerantes. (ver fig. 20-21, 24-25, 28-29).

Todos los cuerpos superficiales de agua presentan concentraciones de coliformes termotolerantes debido a su exposición con materia fecal de animales de sangre caliente; debido a eso debe tener un tratamiento adecuado del agua para consumo humano como señalan Molina y Jiménez (2017) “las aguas superficiales destinadas para consumo humano deben ser tratadas teniendo en cuenta la época del año y la concentración de coliformes termotolerantes, los tratamientos deben ser más severos cuando la concentración es mayor” (p. 47). De la misma manera el (MINSA) a través de su DS N° 031-2010 SA del

Reglamento de Agua para Consumo Humano señala que el agua para esta categoría debe estar exenta de bacterias termotolerantes; a esto se suma el D.S 004-2017 (MINAM), el cual menciona que el agua para uso poblacional destinada a ser potabilizada debe estar exenta de bacterias termotolerantes.

Tabla 4

Resultados de la época de lluvia para turbidez y cloro residual.

Código de Muestra Fisicoquímica	Época de lluvia		
	Entrada Turbidez (UNT)	Salida Turbidez (UNT)	Salida Cloro (mg/l)
Muestra 01	8,32	4,61	0,6
Muestra 02	6,69	4,49	0,6
Muestra 03	6,96	4,49	0,6
Muestra 04	8,32	4,61	0,6
Muestra 05	7,79	4,49	0,6

Nota: En la tabla se muestran los resultados de los parámetros evaluados en el proyecto de tesis (ver fig. 22-23, 26-27, 30-31).

Los resultados señalan que la turbidez es alta debido a que en la época de lluvia la concentración de partículas suspendidas se incrementa, sin embargo, después del tratamiento los valores se encuentran dentro de los LMP (menor a 5 UNT). Montoya, Loaiza, Torres, Cruz, y Escobar, (2011), coinciden que los fenómenos ambientales causan impactos y provocan variaciones en la calidad de agua de las fuentes que abastecen a las plantas de tratamiento, exigiendo que los procesos de tratamiento respondan a tales variaciones y mantengan los estándares de calidad en la producción de agua segura. (p. 137). Respecto al cloro la concentración después del proceso de cloración es de 0.6 mg/l, la concentración se encuentra dentro de los parámetros 0.5 – 1 mg/L establecidos en los LMP del D.S N° 031-2010 SA del Reglamento de Agua para Consumo Humano. Sin embargo, especialistas de la DESA mencionan que la concentración de cloro libre a la salida de una PTAP debe ser de 0.7-0.8 mg/L debido a posible contaminación por tubería.

Tabla 5

Resultados del segundo muestreo de la época de sequía para coliformes termotolerantes.

Época de Estiaje		
Código de Muestra Microbiológica	Entrada	Salida
	Coliformes fecales (NMP/100mL)	Coliformes fecales (UFC)
Muestra 01	160	0
Muestra 02	180	0
Muestra 03	170	0
Muestra 04	170	0
Muestra 05	160	0

Nota: Hay presencia de coliformes termotolerantes (fecales) en el agua cruda o a la entrada de la (PTAP). En las muestras tomadas del agua a la salida de la (PTAP) o agua tratada no se encontraron coliformes termotolerantes. (ver fig. 32-33, 36-37, 40-41)

En la época de estiaje la concentración de Coliformes termotolerantes (fecales) es mayor a comparación de la época de lluvia como se aprecia en los resultados de los dos muestreos. Ríos, Agudelo, y Gutiérrez (2017), coinciden en que la variación de la presencia de bacterias, parásitos, virus y hongos en el agua está relacionada directa o indirectamente por cambios en el medio ambiente como las estaciones y los efectos de las actividades humanas y la disposición inadecuada de excretas humanas y animales. (p. 237)

Tabla 6

Resultados del segundo muestreo, época de sequía o estiaje para turbidez y cloro residual.

Época de estiaje			
Código de muestra Fisicoquímica	Entrada	Salida	
	Turbidez	Turbidez	Cloro (mg/l)
Muestra 01	4,22	1,48	0,60
Muestra 02	5,40	1,44	0,60
Muestra 03	5,32	1,31	0,60
Muestra 04	5,24	1,44	0,60
Muestra 05	4,22	1,48	0,60

Nota: La concentración de turbidez y cloro en el agua tratada se encuentra dentro de límites máximos permisibles según el D.S N° 031-2010 SA. (ver fig. 34-35, 38-39)

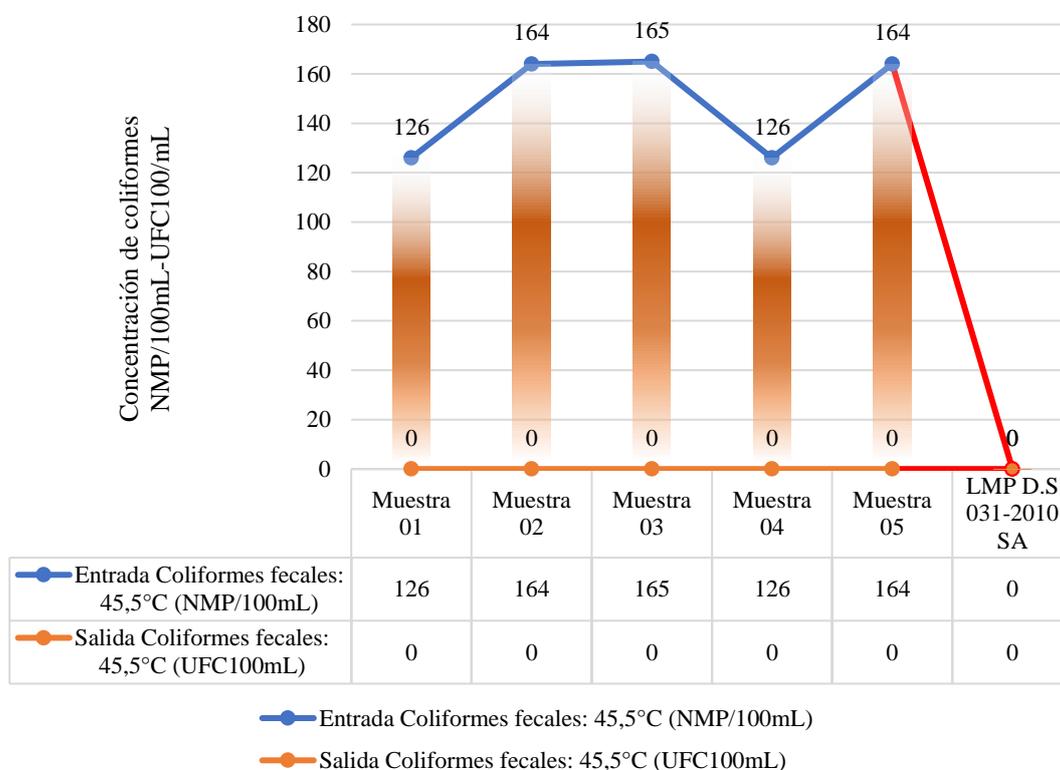
Las (UNT) de turbidez están relacionadas directamente con los periodos de lluvia, los cuales hacen variar la concentración de este, Monto *et al.* (2011), señalan que las variaciones ambientales ocasionan cambios en las concentraciones de turbidez siendo en las épocas de lluvia los valores más altos debido a los sedimentos que son arrastrados por los cuerpos de agua saturando y disminuyendo la eficiencia de los procesos de potabilización. (pp. 137-148) La concentración de cloro libre residual es de 0,6 mg/L abarcado dentro de los LMP, establecido por el (MINSA).

4.2. Análisis de Resultados:

4.2.1. Concentración de coliformes termotolerantes antes y después del tratamiento época de lluvia y estiaje

Figura 2

Concentraciones de coliformes termotolerantes en la época de lluvia antes y después del tratamiento de cloración.

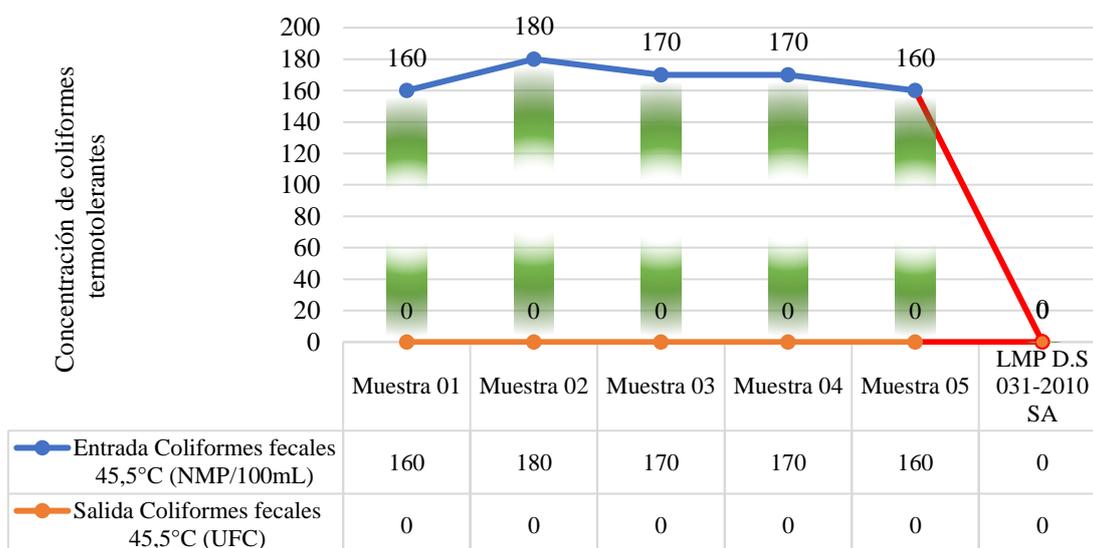


Nota. En el agua cruda se realiza los análisis para coliformes con el método del Número Más Probable (NMP) debido a las elevadas concentraciones que supone para el conteo de bacterias.

Los resultados muestran que la concentración de coliformes termotolerantes después del tratamiento de cloración es de cero unidades formadoras de colonias por el cual se deduce que el tratamiento es eficiente en la eliminación de bacterias coliformes termotolerantes; el D.S N° 031-2010 SA señala que el agua para consumo humano debe estar exenta de bacterias coliformes fecales.

Figura 3

Concentración de coliformes termotolerantes en la época de estiaje antes y después del tratamiento de cloración.



—●— Entrada Coliformes fecales 45,5°C (NMP/100mL)

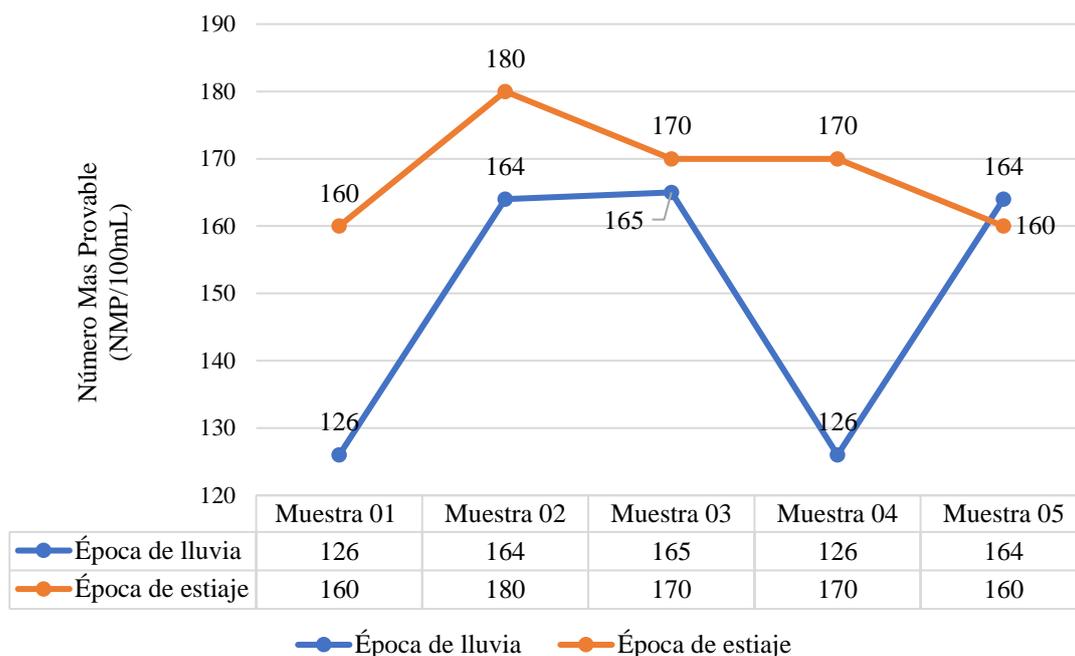
—●— Salida Coliformes fecales 45,5°C (UFC)

Nota. Los métodos de número más probable y unidades formadoras de colonia se realizan referente a la concentración de coliformes termotolerantes; el método (NMP) se realiza en agua cruda y el método (UFC) para agua tratada.

Los resultados señalan que en la época de estiaje se realiza una adecuada cloración de agua para eliminar coliformes termotolerantes cumpliendo la normativa vigente del S.D 031-2010 SA y el D.S N° 004-2017 (MINAM).

Figura 4

Concentraciones de coliformes termotolerantes en la época de lluvia y estiaje.



Nota. Los resultados de la época de lluvia y época de sequía muestran la variación de las concentraciones en el agua cruda que ingresa a la PTAP.

Según el gráfico 4 se muestra que hay una variación en la concentración de coliformes termotolerantes respecto a las épocas, esto se debe al nivel de exposición de las aguas a materia fecal, debido también a la variación de las precipitaciones, sin embargo, el tratamiento logra eliminar las bacterias patógenas brindando de esta manera agua segura para el consumo, como coincide (Baldeón, 2013), “la presencia de coliformes en las aguas superficiales es indicio suficiente para saber la procedencia del contaminante”(p. 11-12)

Tabla 7

Grado de significancia entre las concentraciones de la época de lluvia y estiaje

	Lluvia	Estiaje
Media	149	168
Varianza	441	70
Observaciones	5	5
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-2,134966231	
P(T<=t) una cola	0,04982495	
Valor crítico de t (una cola)	2,131846786	
P(T<=t) dos colas	0,099649899	
Valor crítico de t (dos colas)	2,776445105	

Nota. Nivel de significancia $\alpha=0.05$

De los datos obtenidos en la tabla 7 se deduce que $p < 0,05$, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta que existe variación significativa de concentraciones respecto a la época. La concentración de coliformes termotolerantes en los cuerpos de aguas superficiales están relacionadas directamente con las variaciones climáticas y actividades humanas, teniendo en cuenta las actividades fisiológicas de los animales de sangre caliente de los cuales proceden algunas bacterias patógenas como la *E. coli*. Debido a ello se tiene que eliminar eficientemente cualquier rastro de dichos patógenos como señala el Reglamento de Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010 SA (MINSA).

4.2.2. Eficiencia del proceso de cloración en la eliminación de coliformes termotolerantes época de lluvia

Los resultados de los análisis muestran una eficiencia del 100 % en la eliminación de coliformes termotolerantes, la cual se ha comprobado con la fórmula de eficiencia:

Tabla 8

Promedio de coliformes termotolerantes para análisis de eficiencia del proceso de cloración época de lluvia.

Época de lluvia	
Agua cruda (NMP/100mL)	Agua tratada (UFC/100mL)
149	0

$$E = \frac{(S_O - S_F)}{S_O}$$

Donde:

E: Eficiencia de remoción del sistema, o de uno de sus componentes [%]

Sf: Concentración en el Efluente en mg/L (NMP)

So: Concentración en el Influyente en mg/L (UFC)

Entonces: $E = (149 - 0 / 149) * 100$

$E = 100\%$

La eficiencia del proceso de cloración de la planta de tratamiento en la eliminación de coliformes termotolerantes es del 100% en la época de estiaje cumpliendo con los lineamientos de del DS 031-2010 SA del MINSA

Asimismo la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA - Chota) como parte de la línea de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), tiene como responsabilidad realizar la vigilancia de los sistemas de tratamiento y recurso hídrico para consumo humano directo como es el agua potable de la planta de tratamiento “Santa Rosa” Chota, siguiendo los procedimientos que estipula el D.S N° 031-2010 SA, donde a través de los resultados determinó que para esos meses la planta de tratamiento de agua potable es eficiente al 100% en la eliminación de coliformes termotolerantes.

4.2.3. Eficiencia del proceso de cloración en la eliminación de coliformes termotolerantes época de estiaje

Para comprobar la eficiencia del proceso de cloración en la eliminación de coliformes termotolerantes en la época de estiaje se utilizó la fórmula de la eficiencia para plantas de tratamiento como se muestra:

Tabla 9

Promedio de coliformes termotolerantes para análisis de eficiencia del proceso de cloración época de estiaje.

Época de estiaje	
Agua cruda (NMP/100mL)	Agua tratada (UFC/100mL)
168	0

$$E = \frac{(S_O - S_F)}{S_O}$$

Donde:

E: Eficiencia de remoción del sistema, o de uno de sus componentes [%]

Sf: Concentración en el Efluente en mg/L (NMP)

So: Concentración en el Influyente en mg/L (UFC)

Entonces: $E = (168 - 0 / 168) * 100$

$E = 100\%$

La eficiencia del proceso de cloración de la planta de tratamiento en la eliminación de coliformes termotolerantes es del 100% en la época de estiaje.

Los resultados de las muestras microbiológicas señalan que en el agua cruda procedentes de cuerpos superficiales como es en el caso de las aguas del túnel conchano, Suro y la Zarza, existe la presencia de coliformes termotolerantes en 149NMP/100mL en la época de lluvia y 168NMP/100mL en la época de sequía, procedentes de excretas de humanos y animales, por tanto no se consideran aptas para el consumo humano directo debido a sus potencialidad para provocar enfermedades y deben ser tratadas para quedar exentas de estas bacterias según D.S N 031-2010 SA MINSA (2010) tal y como muestran

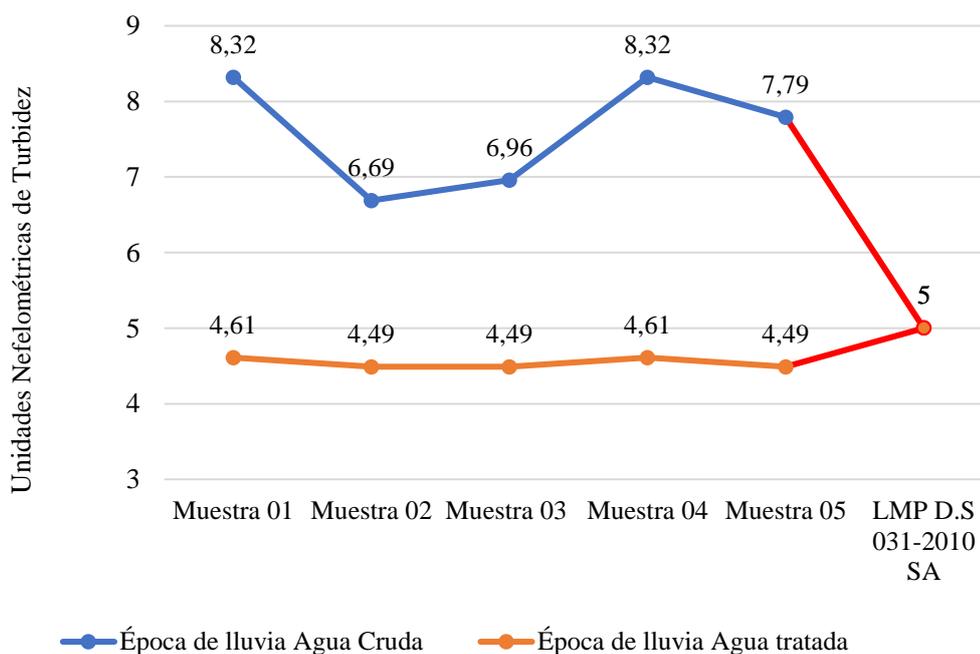
los resultados de las muestras de agua a la salida de la PTAP la concentración es de 0UFC/100mL, a ello se suma lo citado en la investigación realizada por Viale (2008), donde menciona que la presencia de coliformes termotolerantes en el agua es un bioindicador de contaminación fecal procedente de animales de sangre caliente. Es fundamental recalcar que el agua con concentraciones de coliformes fecales representa un grave riesgo para la salud y no es apta para el consumo humano sin tratamiento previo. (p. 40). Por lo tanto, la planta de tratamiento de agua potable de Santa Rosa es eficiente en la eliminación de coliformes termotolerantes o fecales.

Según el D.S N° 031-2010 MINAM señala que el agua para consumo humano debe estar exenta de bacterias coliformes termotolerantes o fecales por ende se encontró una concentración 168 y 149 NMP/100mL de agua cruda en la época de estiaje y lluvia respectivamente para ello se realiza el tratamiento de cloración con hipoclorito de calcio al 68 % en la PTAP “Santa Rosa” eliminando así el 100% del total de las bacterias presentes en el agua cruda, quedando demostrado que hay presencia de contaminación fecal en el agua que abastece a la planta de tratamiento, por tanto es fundamental la eliminación de estas bacterias ya que son de procedencia fecal como menciona Delgado (2015); Gomes también señala que las colidormes fecales o termotolerantes son capaces de soportar temperaturas de hasta 45°C , son de origen fecal, la coliforme mas representativa es la *Escherichia* ya que se encuentra con un porcentaje de 90 – 100% respecto a la cantidad de coliformes fecales en muestras del gastro intestinal y hasta en un 59 % en aguas contaminadas con materia fecal (citado por Carrillo y Lozano, 2008)

4.2.4. Concentración de la turbidez antes y después del tratamiento respecto a la época de lluvia y estiaje y Límites Máximos Permisibles

Figura 5

Concentración de turbidez en la época de lluvia respecto a los límites máximos permisibles.

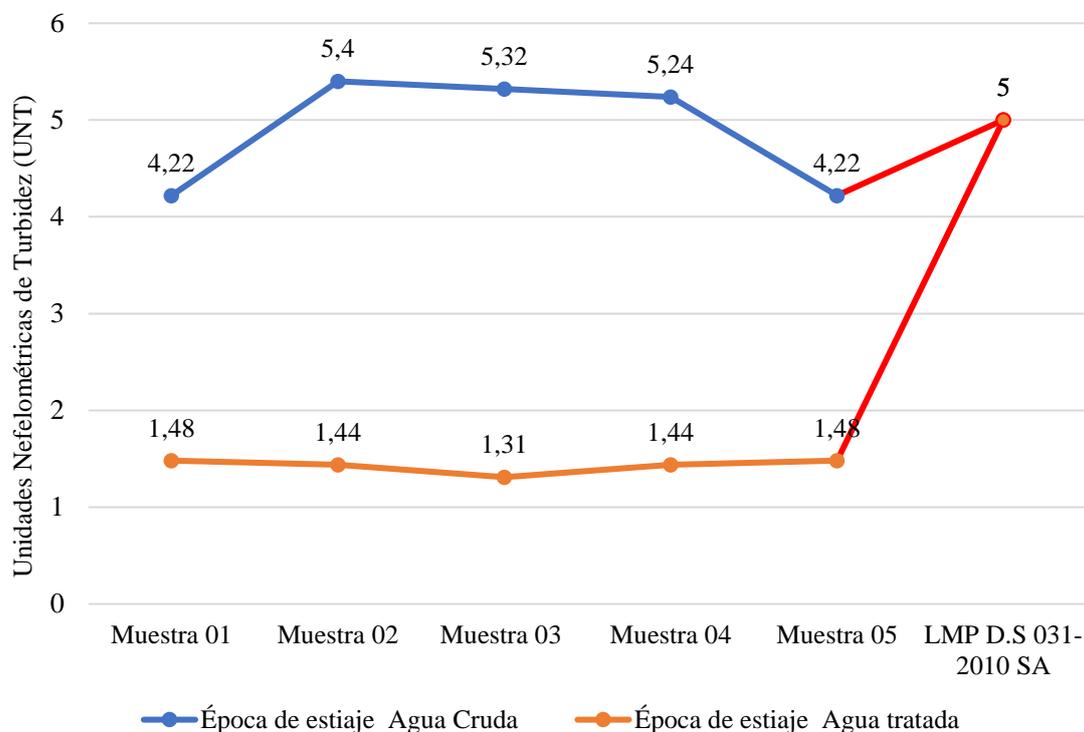


Nota: La concentración de turbidez en Unidades Nefelométricas de Turbidez de los muestreos en el periodo de lluvias es mayor en el agua cruda.

En la gráfica se observa que la concentración de turbidez en el agua cruda es mayor que los límites máximos permisibles, sin embargo, después del tratamiento la concentración de turbidez disminuye hasta niveles inferiores a 5 UNT el cual es el límite máximo permisible establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010 SA y estándares de calidad ambiental Decreto Supremo N°004-2017 MINAM.

Figura 6

Concentración de turbidez en la época de estiaje respecto a los límites máximos permisibles.

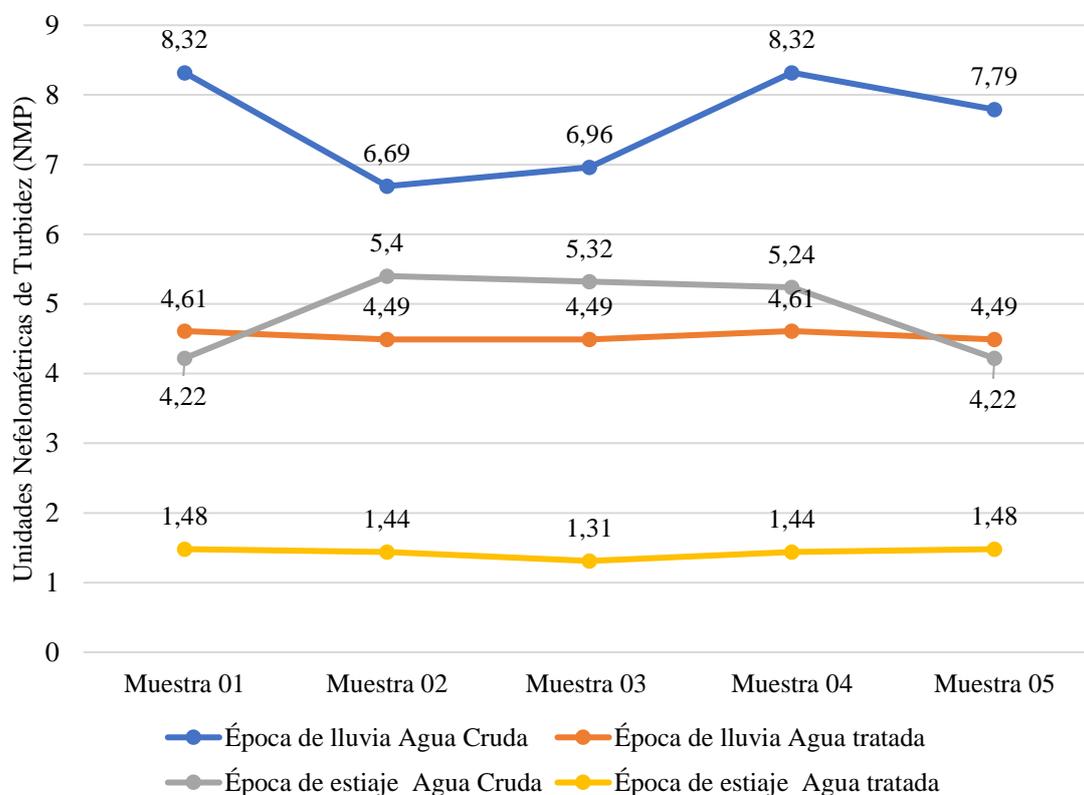


Nota. La concentración de turbidez como límites máximos permisibles es 5 unidades nefelométricas (UNT).

Los resultados de los análisis para turbidez de la época de estiaje muestran que la concentración más alta es 5,40 (UNT) y después del tratamiento las concentraciones disminuyen hasta una concentración mínima de 1,31 (UNT). Según los límites máximos permisibles del reglamento de agua para consumo humano se considera un valor máximo permitido es cual es de 5 (UNT); los estándares de calidad ambiental también establecen valores máximos para turbidez en agua destinada a consumo humano el cual es de 5(UNT).

Figura 7

Concentración de Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT) antes y después del tratamiento época de lluvia y estiaje.



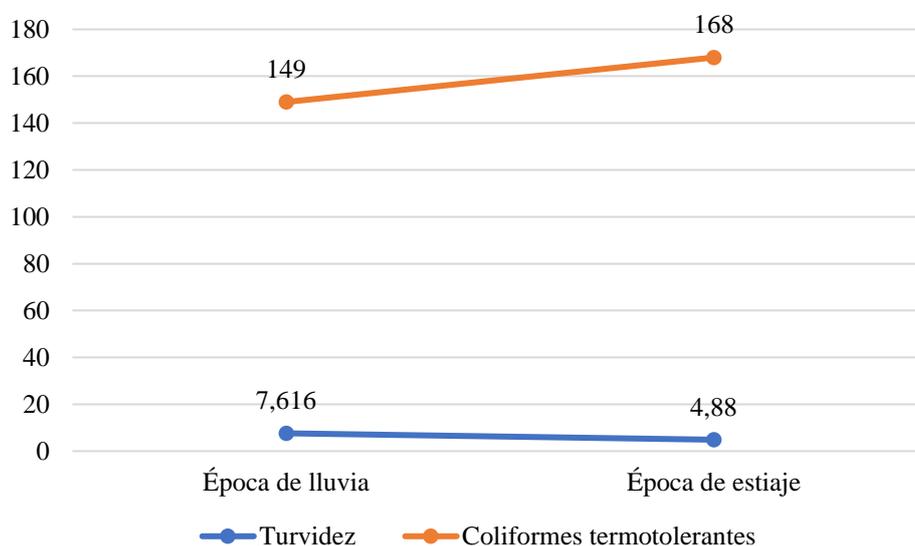
Después del tratamiento el resultado de los análisis muestra que la concentración de la turbidez en el agua cruda está por encima de los (LMP) por ende es fundamental reducir la concentración para evitar la saturación del sistema y evitar que interfiera con la eficiencia del proceso de cloración tal y como menciona Gonzales (2011) “es esencial eliminar la turbidez para desinfectar efectivamente el agua que será utilizada para ser bebida”. En los resultados de las muestras a la salida de la PTAP o agua tratada muestras que la concentración máxima es de 4,61 UNT el cual no representa un riesgo para la salud según los Estándares de Calidad Ambiental del MINAM mediante D.S N° 004-2017 MINAM y Límites Máximos Permisibles establecidos por el MINSA a través del D.S N°031-2010-SA.

A lo mencionado se suman Límites Máximos Permitidos por el USEPA (2006), donde señala que la concentración máxima de UNT debe ser menor a 0,3 UNT para agua filtrada debido a que puede ocasionar un incremento de la concentración microbiana más aún ante un posible caso de contaminación por tubería.

4.2.5. Influencia de la turbidez en la concentración de coliformes termotolerantes respecto a la época de lluvia y estiaje

Figura 8

Variación en la concentración de coliformes termotolerantes en la época de lluvia y estiaje en el agua cruda respecto a la turbidez.



Nota: Concentración de coliformes termotolerantes en relación con la turbidez **época de lluvia y estiaje**. En el gráfico 8 se aprecia como en la época de estiaje la concentración de coliformes fecales es mayor que en la época de lluvia, teniendo en cuenta que se excluyen los datos del agua tratada ya que la concentración de coliformes termotolerantes es 0. Leyenda: Número más probable (NMP); Unidades Nefelométricas (UNT)

Según el promedio de los resultados muestran una concentración mayor de coliformes termotolerantes o coliformes fecales en periodos de sequía siendo ésta de 168 NMP/100mL con una turbidez de 4,88 UNT; mientras que en la época de lluvia la concentración de coliformes termotolerantes fue 149 NMP/100mL a una concentración de

7.616 UNT. La concentración de coliformes termotolerantes o coliformes fecales varía respecto a la época de lluvia y estiaje debido principalmente a las diferencias de caudales de los cauces, disolución de sólidos como la materia orgánica de procedencia fecal por ende de los microorganismos como las coliformes termotolerantes propios de la flora intestinal de animales y personas. En épocas de sequía disminuye el caudal del agua debido a eso aumenta la concentración de coliformes fecales en los cuerpos de agua al contrario que en la época de lluvia donde la concentración de coliformes termotolerantes disminuye respecto al incremento del volumen de agua que circula por el cauce del río. Resultados similares manifiesta (Rodrigues, Moraña, Salusso, y Seghezzo, 2017) donde señalan que la concentración de coliformes fecales y *E. coli* varía respecto a la época de lluvia y estiaje siendo mayor en la época de estiaje (p.370)

4.2.6. Niveles de la concentración de cloro libre residual después del tratamiento en relación con los LMP DS N°031-2010 SA

Tabla 10

Concentración de cloro residual después de tratamiento en la época de lluvia y estiaje.

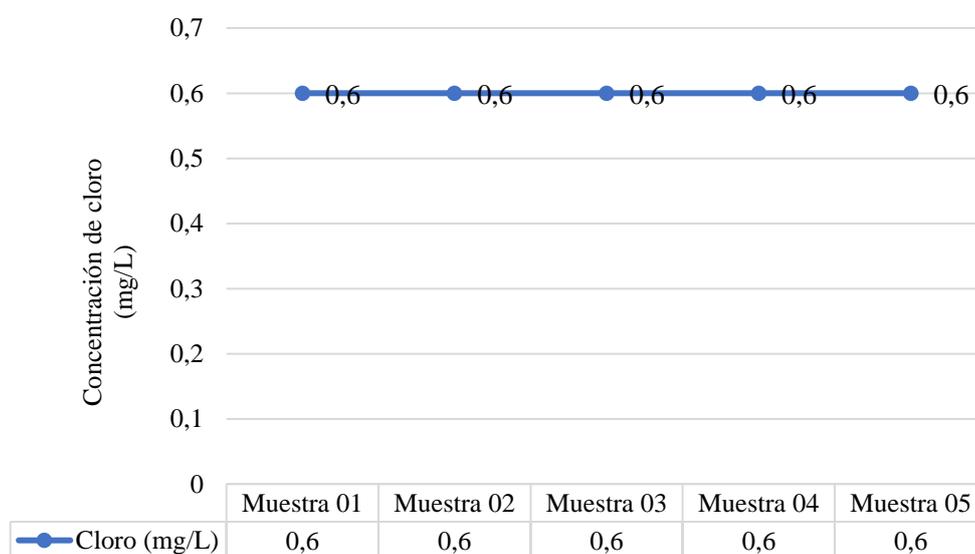
	Época de lluvia	Época de Estiaje
Código de muestra	Cloro (mg/L)	Cloro (mg/L)
Muestra 01	0,6	0,6
Muestra 02	0,6	0,6
Muestra 03	0,6	0,6
Muestra 04	0,6	0,6
Muestra 05	0,6	0,6
LMP D.S 031-2010 SA		0,5-1 mg/L
Punto de control de cloro		
Jr. Ezequiel Montoya N° 771	0,6	1,4
Jr. Ponciano Vigil N° 499	0,6	1,2
Mercado Central	0,6	1,4

Nota. Los resultados señalan que la concentración de cloro libre residual se encuentra dentro de los LMP establecidos. Sin embargo, especialistas de la (DESA) encontraron una concentración mayor a 1 mg/L en el punto de control en una jornada de vigilancia realizada en la época de estiaje.

Los resultados de las muestras de agua para la época de lluvia y estiaje realizadas mediante comparador de cloro mostraron resultados homogéneos de 0.6 mg/L para el agua tratada. Según el D.S N° 031-2010 SA, la concentración de cloro libre residual debe encontrarse entre 0,5-1 mg/L. En la vigilancia realizada por responsables de la (DESA) encontraron que la concentración cloro libre en los puntos de control de la ciudad estaba sobre los límites máximos esto debido a que en el mes de septiembre no se ha dosificado adecuadamente la solución del hipoclorito de calcio encontrándose niveles de concentración superiores a 1 mg/L; los especialistas de la (DESA) mencionan que la concentración mínima en el agua tratada a la salida de la (PTAP) debe ser 0.7-0.8 mg/L debido a las posibles contaminaciones por tubería.

Figura 9

Concentración de cloro libre residual en la época de lluvia y estiaje.



La concentración de cloro residual en el punto de control de cloro ubicada a la salida del agua tratada de la PTAP es de 0,6 mg/L por lo tanto se encuentra dentro de los Límites máximos permisibles LMP establecidos en el D.S N° 031-2010-SA MINSA donde señala que la concentración de cloro debe ser de 05-1mg/L y Estándares de Calidad Ambiental ECAs D.S N° 004-2017 MINAM para consumo humano. Sin embargo,

especialistas de la DESA mencionan que la concentración mínima en el agua tratada a la salida de la PTAP debe ser 0.7-0.8 mg/L debido a las posibles contaminaciones por tubería.

La calidad microbiológica del agua se ve afectada por la turbidez según menciona (Montoya, Loaiza, Torres, Cruz, y Escobar, 2011) donde especifica que el incremento de la turbiedad del agua cruda y la dosificación de desinfectante en la prefloración y postcloración muestra que estos eventos aumentan la demanda de cloro en el agua cruda y filtrada de la planta, por lo que es recomendable observar y caracterizar los subproductos de la desinfección y, de ser necesario, establecer controles para minimizar su producción, en especial durante la ocurrencia de tales eventos. (p. 46) Conclusiones similares señala la Agencia de Salud Pública de Barcelona (2016) donde menciona la inadecuada administración de cloro provoca problema a la salud humana y animales, estos están relacionados con los trihalometanos (THM) que son subproductos del proceso de la cloración que se forman a partir de la reacción del cloro y la materia orgánica presente en el agua, la bioacumulación de dichos subproductos aumenta la probabilidad de padecer de cáncer a la vejiga y deficiencias en recién nacidos por lo cual la Organización Mundial de la Salud (OMS) señala Límites Máximos Permisibles de 100mg/L.

4.2.7. Prueba t para eficiencia del proceso de cloración

Hi= El proceso de cloración es eficiente en la eliminación de coliformes termotolerantes de las aguas procedentes de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) “Santa Rosa” Chota

Ho= El proceso de cloración no es eficiente en la eliminación de coliformes termotolerantes de las aguas procedentes de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) “Santa Rosa” Chota

Tabla 11*Prueba t para eficiencia del proceso de cloración en la época de lluvia*

	Concentración inicial	Concentración final
Media	149	0
Varianza	441	0
Observaciones	5	5
Grados de libertad	4	
Estadístico t	15,8654347	
P(T<=t) dos colas	0,000092	
Valor crítico de t (dos colas)	2,776445105	

Nota. Valor de significancia $\alpha=0.05$

El valor $p < 0.05$ por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, esto quiere decir que se acepta la hipótesis de investigación, la cual, señala una diferencia significativa entre concentraciones y se deduce que el proceso de cloración de la planta de tratamiento de agua potable “Santa Rosa” es eficiente en la eliminación de coliformes termotolerantes en la época de lluvia.

Tabla 12*Prueba t para eficiencia del proceso de cloración en la época de estiaje.*

	Agua cruda	Agua tratada
Media	168	0
Varianza	70	0
Observaciones	5	5
Grados de libertad	4	
Estadístico t	44,8998886	
P(T<=t) dos colas	0,0000015	
Valor crítico de t (dos colas)	2,77644511	

Nota. Valor de significancia $\alpha=0.05$

El valor $p < 0.05$ por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, esto quiere decir que se acepta la hipótesis de investigación, la cual, señala una diferencia significativa entre concentraciones y se deduce que el proceso de cloración de la planta de tratamiento de agua potable “Santa Rosa” es eficiente en la eliminación de coliformes termotolerantes en la época de estiaje.

CONCLUSIONES

Se ha realizado el monitoreo de la planta de tratamiento de agua potable “Santa Rosa” Chota para determinar la eficiencia del proceso de cloración en la eliminación de coliformes termotolerantes del cual se determinó:

- El proceso de cloración que se utiliza es autocompensante mediante la suministración de Hipoclorito de calcio $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ granulado al 68%. Los resultados de los promedios de los análisis de las 10 muestras señalan que hay presencia de coliformes termotolerantes en el agua cruda, con variación debido a las épocas lluvia y estiaje; posteriormente en el proceso de cloración el tratamiento logra eliminar las coliformes termotolerantes (fecales) con una eficiencia del 100% puesto que los resultados de los análisis en ambas épocas muestran una concentración de 0UFC/100 mL.
- En cuanto a la concentración de coliformes termotolerantes se determinó que la concentración en la época de lluvia es menor a la de la época de estiaje siendo los valores de 149 NMP/100mL y 168 NMP/100 mL respectivamente.
- Los estándares de calidad ambiental (ECA) del D.S N° 04-2017 MINAM y límites máximos permisibles (LMP) D.S N° 031-2010 SA señalan que la concentración del agua para consumo humano debe estar exenta de coliformes termotolerantes, por lo tanto, la calidad del agua que ingresa a la (PTAP) no es apta para el consumo humano directo, sin embargo, gracias al proceso de cloración del agua se logra la eliminación eficiente de las coliformes termotolerantes presentando una concentración final de 0 unidades formadoras de colonias.
- La influencia de la turbiedad está relacionada directamente con la concentración de coliformes termotolerantes, es evidente pensar que en la época de lluvia el contenido de coliformes termotolerantes sea mayor sin embargo en los resultados obtenidos de las muestras de agua cruda se logró identificar que en la época de

sequía la concentración de coliformes termotolerantes fue mayor, esto debido a la concentración de materia fecal en los cuerpos de aguas procedentes del río túnel conchano, Suro y la Zarza ya que es sabido que en la época de estiaje los caudales disminuyen y las aguas se estancan. Por otro lado, la planta de tratamiento de agua potable es eficiente respecto a la concentración de (UNT) de turbidez ya que el agua cruda presentó una concentración promedio de 7,61 UNT (entrada) y 4,44 UNT (agua tratada) en la época de lluvia y 4,88 UNT (agua cruda) y 1,43 UNT (agua tratada) en la época de estiaje, comparada con los LMP D.S N°031-2010 SA y el los ECAs D.S N° 004 – 2017 MINAM los cuales señalan que la concentración máxima debe ser de 5 UNT.

- Respecto a la concentración de cloro libre residual se concluye que el agua tratada cumple con los (LMP) para agua de consumo humano ya que los resultados arrojaron un contenido de 0,6 mg/L estando en el intervalo de 0,5 a 1 de la normativa.

RECOMENDACIONES

- Aunque la eficiencia del proceso de cloración autocompensante en la eliminación de coliformes termotolerantes sea óptima, se recomienda a investigadores o interesados en esta línea de investigación, tener en cuenta las condiciones climáticas (lluvia y estiaje), procedencia del recurso, localización, topografía ya que estos elementos alteran la concentración de microorganismos en los cuerpos de agua por ende la cantidad de suministración del desinfectante.
- Se recomienda los responsables de la (PTAP) “Santa Rosa” realizar monitoreos continuos en relación de la turbiedad y la concentración de coliformes termotolerantes, especialmente en la época de estiaje donde la concentración de coliformes termotolerantes es mayor debido a las disminuciones de caudales, estancamiento y colmatación de los cuerpos de agua superficiales e incremento de materia orgánica procedente de excretas animales.
- Es importante tener en cuenta que el proceso de cloración es una alternativa económica y eficiente sin embargo una elevada concentración de cloro libre residual mayor a 1mg/L puede incrementar la concentración de trihalometanos en el agua, los cuales atentan contra la salud debido a su peligrosidad cancerígena. Por otro lado, una concentración menor a 0.5 mg/L de cloro libre residual no elimina eficientemente el contenido de coliformes termotolerantes del agua por ello es fundamental mantener la concentración del cloro libre residual en 0.5-1mg/L según los Límites Máximos Permisibles de la normativa peruana establecida por el D.S N°031-2010 SA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Salud Pública,. (12 de Septiembre de 2016). *Los trihalometanos (THM) en el agua de consumo.* (C. s. Barcelona, Ed.)
<https://higieneambiental.com/sites/default/files/images/pdf>
- Ávila, H. (2006). *Introduccion a la Metodologia de la Investigacion.* (Eumed.Net, Ed.)
Chihuahua, México . doi:06/81838
- Barreto, P., Espinoz, G., & Leyva, M. (2010). Protocolo de monitoreo de agua. *Protocolo de monitoreo de agua.* Laboratorio de Calidad de Agua de la Uiversidad Nacional Santiago Atunes de Mayolo, Huaraz, Perú.
https://biorem.univie.ac.at/fileadmin/user_uploadf
- Bendezu, G., Whuking, C., Medina, P., Maruy, A., & Namuche, B. (2016). Concentración inadecuada de cloro residual libre en agua de hogares de Lima Metropolitana, 2016. *Scielo*, 348 (8), 125-256.
- Benvenuto, V. P. (2017). *Determinación de Escherichia coli enteropatógena (ECEP) en agua de mar del Circuito de Playas de la Costa Verde.* Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. <http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/1016/>
- Carrillo, E. M., & Lozano, A. M. (2008). *Validación del metodo de detección de coliformes totales y fecales en agua potable utilizando agar chromocult.* Pontificia Universidad Javeriana, Medellin, Colombia.
<https://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Tesis>
- Carrasco, S. (2017). *Metodología de la Investigación Científica* (13 ed.). Lima, Perú: San Marcos E.I.R.L.

- Céspedes, A. (Abril de 2012). Caracterización molecular de factores de virulencia de aislados *Escherichia coli* obtenidas de heces de niños con gastroenteritis del Hospital Central de Instituto de Previsión Social en el 2012. *Scielo*, 43(1), 13-17.
- Chulluncuy, N. (2011). Tratamiento de agua para consumo. *Revistas Ulima*(029), 154(10), 67-85. doi:10.26439
- Delgado, S. (2015). *Coliformes totales y termotolerantes como contaminantes de agua de río*. Universidad nacional Jorgebasadre Grohmann, Tacna, Perú, Tacna. <https://es.slideshare.net/paolaeyzaguirreliendo/coliformes-totales>
- Dirección General de Salud (2010). *Reglamento de calidad de agua para consumo humano*. MINSA, Lima, Perú. Recuperado el 09 de Julio de 2020, http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad
- DIGESA. (24 de Septiembre de 2015). *protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de muestras de agua para consumo*. Obtenido de [digesa.minsa.gob.pe](http://www.digesa.minsa.gob.pe): <http://www.digesa.minsa.gob.pe/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2009). *Fao.org*. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/pdf/Preventing
- González, C. (2011). La turbidez. *Monitoreo de la calidad del agua*. Colegio de Ciencias Agrícolas, Puerto Rico. <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTML>
- Hospital José Hernan Soto Cadenillas. (2017). *Programa articulado nutricional, informe de metas*. Chota.
- International Organization for Standardization ISO 9308. (2014). CCA Agar Cromogénico ISO 9308-1:2014., (págs. 1-2). Recuperado el 31 de Mayo de 2019, https://www.itwreagents.com/download_file/info_point/IP-012/es/IP-012_es.pdf

- Marcó, L., Azario, R., Metzler, c., & García, M. (2004). La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadas a partir de fuentes superficiales. Propuestas a propósito del estudio del sistema de potabilización y distribución en la ciudad de Concepción del Uruguay (Entre Ríos, Argentina). *Hig. Sanid. Ambient*, 72(6), 14-22.
- Marchand, E. O. (2020). *Microorganismos indicadores de calidad de agua de consumo humano en Lima metropolitana*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. <https://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData>
- Medina, A. E. (2017). *Calidad del Agua en Función de Turbidez y Coliformes en la Planta de Tratamiento La Quesera, Sucre, Celendín, 2016-2017*. Universidad Nacional de Cajamarca, Celendín. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&>
- Ministerio del Ambiente. (2017). Estándares de Calidad Ambiental. Lima: MINAM. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017>
- Ministerio de Salud. (2010). Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano. Lima. Recuperado el 31 de Mayo de 2019, <http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/reglamento>
- Ministerio de Salud. (2018). Plan de vigítancia de la calidad de agua instituto nacional de rehabilitación "Dra. Adriana Rebaza Flores" Amistad Perú-Japón., (págs. 5-6). <http://www.inr.gob.pe/transparencia/transparencia%20inr/resoluciones>
- Molina, G., & Jiménez, I. (2 de Diciembre de 2017). Análisis de contaminación por coliformes termotolerantes en el estuario del río Ranchería la Guajira (Colombia). *Scielo*, 48(13), 123-135.

- Montoya, C., Loaiza, D., Torres, P., Cruz, C. H., & Escobar, J. C. (Diciembre de 2011). Efecto del incremento de la turbiedad del agua cruda sobre la eficiencia de procesos convencionales de potabilización. *Revista EIA*(16), ISSN 1794-1237, 137-148.
- Oblitas, Y. G., & Torres, L. M. (2016). *Identificación de coliformes totales, coliformes fecales y Escherichia coli aisladas del agua potable del distrito de Cajamarca*. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca, Cajamarca, Perú.
<http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/454/FYB-022>
- Organización Mundial de la Salud. (2006). *Organización Mundial de la Salud* (Tercera ed., Vol. 1). https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq.
- Organización Mundial de la Salud, O. M. (2018). E. coli. *E. coli datos y cifras*. OMS . Recuperado el 09 de Julio de 2020, de <https://www.who.int/es/news-room/fact>
- Ortiz, H. B. (2015). *Evaluación de la Calidad Microbiológica y Físicoquímica*. Tacna.
http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1954/968_2015_ortiz.
- Ríos, S., Agudelo, R. M., & Gutiérrez, L. A. (Mayo de 2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Fac. Nac. Salud Pública*, 35(2), 236-247. doi: 10.17533.
- Rodrigues, M. S., Moraña, L. B., Salusso, M. M., & Seghezzo, L. (2017). Caracterización espacial y estacional del agua de consumo proveniente de diversas fuentes en una localidad periurbana de Salta. *Revista Argentina de Microbiología*, 49(10), 56-61.
- Rodríguez, A. (Septiembre de 2002). Principales características y diagnóstico. *Scielo*, 44(5), 469-470.
- Shuttleworth, M. (26 de Septiembre de 2008). *Explorable*. Recuperado el 14 de 08 de 2019, <https://explorable.com/es/disenio-de-investigacion-descriptiva>

- Tarqui, C., Alvarez, D., Gómez, G., Valenzuela, R., Fernandez, I., & Espinoza, P. (09 de Julio de 2016). Calidad bacteriológica del agua para. *Rev. Salud Pública*, 19(6), 2.
- Tibaduiza, C., & Tibaduiza, E. (2014). *Depuración de aguas contaminadas por escherichia coli y salmonella mediante radiación solar*. Universidad Libre, Bogotá, Colombia.
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11256/Proyecto>
- Torres, C. O. (2016). *Contaminación por Vertimiento de Aguas Residuales en el Agua de Consumo de la Poblacion del Centro Poblado Churuyacu - San Ignacio, 2016*. Universidad Nacional de Cajamarca, San Ignacio, Cajamarca, Perú.
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1523>
- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (2006). *Optimización del rendimiento de la planta de tratamiento de agua mediante el programa de corrección compuesta*. EPA/625/6-91/027. Washington, D.C., 1998.
- Vásquez, R. S. (2018). *Optimizacion del Coagulante Sulfato de Aluminio en el Tratamiento de Potabilizacion del Agua de la Planta de Chota-Cajamarca*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Lambayeque, Perú.
<http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/3347>.
- Viale, A. (2008). *Manual de estadísticas ambientales andinas*. Lima, Lima, Perú: Realidades S.A. Recuperado el 03 de Agosto de 2020,
<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/manual-estadisticas-ambientales-andinas>.
- Zuloaga, A. (2009). Factibilidad de la implementación de desinfección por ozono para la potabilización del agua en la. *Ingeniería UC*, 16(3), 51-57.

ANEXOS**Panel fotográfico****Figura 10**

Entrevista con el encargado de la planta de tratamiento de agua potable

**Figura 11**

Verificación de materiales previo al muestreo

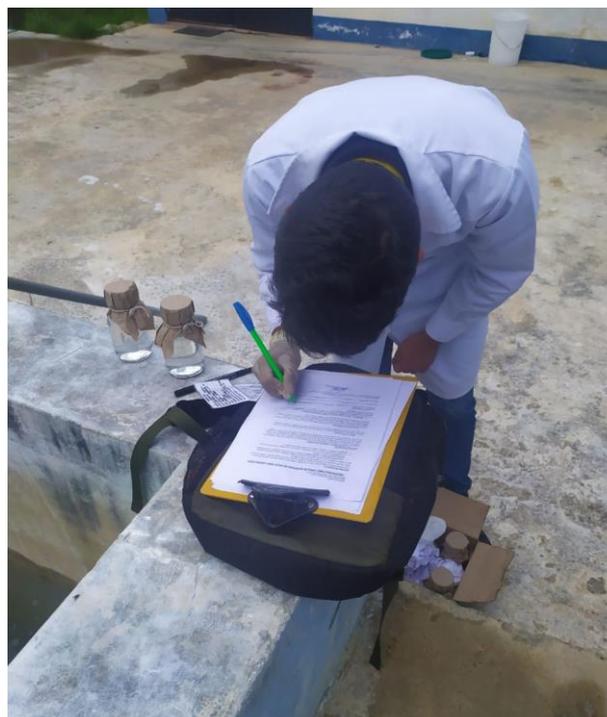


Figura 12

Primer punto de muestreo a la entrada de la PTAP Muestreo de agua para análisis microbiológico y fisicoquímico

**Figura 13**

Etiquetado de las muestras de agua (datos relevantes)



Figura 14

Llenado de cadena de custodia para asegurar la calidad de la muestra

**Figura 15**

Sistema de cloración o desinfección de la planta de tratamiento



Figura 16

Administración del desinfectante (hipoclorito de calcio)

**Figura 17**

Segundo punto de muestreo salida de la PTAP punto de control de cloro



Figura 18

Verificación de la concentración de cloro libre residual mediante comparador de cloro.

**Figura 19**

Entrega de muestras en buenas condiciones al laboratorio de la DESA - Chota



Imágenes de los resultados de las muestras de agua de la época de lluvia y estiaje proporcionadas por el laboratorio de la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA – Chota)

Época de lluvia

Figura 20

Resultados de los análisis microbiológicos en el punto 01, mes de febrero a la entrada de la PTAP (agua cruda) para coliformes termotolerantes.

		GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA			
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"					
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS INFORME DE ENSAYO N° 263 -2020					
Solicitante: WILMER GONZALES VASQUEZ					
Dirección: .....C.A.R.Y.A.....					
DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)			CONTROL DE LABORATORIO		
Procedencia de la muestra: .....PTAP.....			Fecha/hora de recepción: 10/02/2020 12:26		
Fecha/hora de muestreo: 10/02/2020 10:52			Fecha de inicio del ensayo: 10/02/2020		
Muestreado por: WILMER GONZALES VASQUEZ			Comprobante de pago: PAGADO		
Localidad: SANTA ROSA			DATOS DE LA MUESTRA		
Distrito: CHOTA			Código de Laboratorio: 263		
Provincia: CHOTA			Código dado por el Solicitante: M-PT-01		
Departamento: CAJAMARCA			Punto de muestreo: ENTRADA PTAP (MEZCLA DE LAS ENTRADAS)		
Código Lab.	Muestra		Ensayos		
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (NMP/100 ml)	
263	ENTRADA PTAP (MEZCLA DE LAS ENTRADAS)	260	126	
Nota: < 1: significa ausencia					
Límite de Detección del Método: < 1					
Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9222 B, D. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012					

CHOTA, 15 DE JULIO DE 2020



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
 Dirección Sub Regional de Salud Chota
 M. Inga. Lidia Lizbeth Reyes Fernández
 CEP. 10513

Figura 21

Resultados de los análisis microbiológicos en el punto 02, mes de febrero a la salida de la PTAP (agua tratada) para coliformes termotolerantes.

		GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA			
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"					
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS INFORME DE ENSAYO N° 264 -2020					
Solicitante: WILMER GONZALES VASQUEZ					
Dirección: CHOTA					
DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)			CONTROL DE LABORATORIO		
Procedencia de la muestra: ...P.T.A.P.....			Fecha/hora de recepción: 10/02/2020 12:26		
Fecha/hora de muestreo: 10/02/2020 11:00			Fecha de inicio del ensayo: 10/02/2020		
Muestreado por: WILMER GONZALES VASQUEZ			Comprobante de pago: PAGADO		
Localidad: SANTA ROSA			DATOS DE LA MUESTRA		
Distrito: CHOTA			Código de Laboratorio: 264		
Provincia: CHOTA			Código dado por el Solicitante: 02-02-01		
Departamento: CAJAMARCA			Punto de muestreo: SALIDA PTAP		
Código Lab.	Muestra		Ensayos		
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (UFC/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (UFC/100 ml)	
264	SALIDA PTAP	0	0	
Nota: < 1; significa ausencia					
Límite de Detección del Método: < 1					
Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9222 B, D. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012					

CHOTA, 15 DE JULIO DE 2020



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
 Dirección Sub Regional de Salud Chota

 Mónica Lidia Reyes Fernández
 CIP: 10513

Figura 22

Resultados de los análisis fisicoquímico en el punto 01, mes de febrero a la entrada de la (PTAP) para turbidez.



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS INFORME DE ENSAYO N° 263 -2019

Solicitante: WILMER GONZALES VASQUEZ	
Dirección: CHOTA	

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra: PTAP		Fecha/hora de recepción: 10/02/2020 12:26	
Fecha/hora de muestreo: 10/02/2020 10:52		Fecha de inicio del ensayo: 10/02/2020	
Muestreado por: WILMER GONZALES VASQUEZ		Comprobante de pago: PAGADO	
Localidad: SANTA ROSA		DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito: CHOTA		Código de Laboratorio: 263	
Provincia: CHOTA		Código dado por el Solicitante: Mi. P1-01	
Departamento: CAJAMARCA		Punto de muestreo: ENTRADA PTAP (MEZCLA DE LAS ENTRADAS)	

Ensayos	Resultados	D.S. N° 004-2017-MINAM "Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias"	Método de ensayo
pH (20.7 °C)	8	6,5 - 8,5	Método electrométrico. Parte 4500-H ⁺ SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Conductividad (uS/cm)	173	1500	Método de Laboratorio. Parte 2510B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Edition.
Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)	86.5	1000	Gravimétrico. Parte 2540C. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Turbidez (UNT)	6.96	5	SMEWW APHA AWWA WEF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012, Turbidity, Nephelometric Method.
Cloro (mg/l)	.....	0.5 - 1.0	Colorímetro, Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas

CHOTA, 15 DE JULIO DE 2020



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
Dirección Sub Regional de Salud Chota

Indira Lizeth Reyna Fernández
Melba Indira Lizeth Reyna Fernández
C.B.P. 10513

Figura 23

Resultados de los análisis fisicoquímico en el punto 02, febrero a la salida (agua tratada) para turbidez y cloro libre residual.

		GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA			
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"					
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS INFORME DE ENSAYO N° 264 -2019					
Solicitante: WILMER GONZALES VASQUEZ					
Dirección: <u>CHOTA</u>					
DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)			CONTROL DE LABORATORIO		
Procedencia de la muestra: <u>PTAP</u>			Fecha/hora de recepción: 10/02/2020 12:26		
Fecha/hora de muestreo: 10/02/2020 11:00			Fecha de inicio del ensayo: 10/02/2020		
Muestreado por: WILMER GONZALES VASQUEZ			Comprobante de pago: PAGADO		
Localidad: SANTA ROSA			DATOS DE LA MUESTRA		
Distrito: CHOTA			Código de Laboratorio: 264		
Provincia: CHOTA			Código dado por el Solicitante: <u>264-02</u>		
Departamento: CAJAMARCA			Punto de muestreo: SALIDA PTAP		
Ensayos	Resultados	LMP del D.S. N°031-2010-SA Reglamento de la calidad del agua para Consumo Humano	Método de ensayo		
pH (21.2 °C)	8.2	6.5 – 8.5	Método electrométrico. Parte 4500-H ⁺ SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.		
Conductividad (uS/cm)	172	1500	Método de Laboratorio. Parte 2510B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Edition.		
Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)	86	1000	Gravimétrico. Parte 2540C. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.		
Turbidez (UNT)	4.49	5	SMEWW APHA AWWA WEF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012, Turbidity, Nephelometric Method.		
Cloro (mg/l)	0.6	0.5 - 1.0	Colorímetro, Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas		

CHOTA, 15 DE JULIO DE 2020



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
 Dirección Sub Regional de Salud Chota

 Mónica Lidia Lizeth Reyes Fernández
 Cep. 10613

Figura 24

Resultados de los análisis microbiológicos en el punto 01, mes de marzo agua cruda para coliformes termotolerantes.



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 261 -2020

Solicitante:	WILMER GONZALES VASQUEZ
Dirección:	CHOTA

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	PTAP	Fecha/hora de recepción:	09/03/20 12:26
Fecha/hora de muestreo:	09/03/20 10:53	Fecha de inicio del ensayo:	09/03/20
Muestreado por:	WILMER GONZALES VASQUEZ	Comprobante de pago:	PAGADO
Localidad:	SANTA ROSA	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	CHOTA	Código de Laboratorio:	261
Provincia:	CHOTA	Código dado por el Solicitante:	11-02...
Departamento:	CAJAMARCA	Punto de muestreo:	ENTRADA PTAP (MEZCLA DE LAS ENTRADAS)

Código Lab.	Muestra		Ensayos	
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (NMP/100 ml)
261	ENTRADA PTAP (MEZCLA DE LAS ENTRADAS)	192	164

Nota: < 1: significa ausencia

Límite de Detección del Método: < 1

Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9222 B, D. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012

CHOTA, 15 DE JULIO DE 2020



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
Dirección Sub Regional de Salud Chota
Mcbgo. Indira Lizeth Reyes Fernández
CBP: 10513

Figura 25

Resultados de los análisis microbiológicos en el punto 02, mes de marzo a la salida de la PTAP (agua tratada) para coliformes termotolerantes.



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS INFORME DE ENSAYO N° 262 -2020

Solicitante:	WILMER GONZALES VASQUEZ
Dirección:	.....CHOTA.....

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	.....PTAP.....	Fecha/hora de recepción:	09/03/20 12:26
Fecha/hora de muestreo:	09/03/20 11:02	Fecha de inicio del ensayo:	09/03/20
Muestreado por:	WILMER GONZALES VASQUEZ	Comprobante de pago:	PAGADO
Localidad:	SANTA ROSA	<u>DATOS DE LA MUESTRA</u>	
Distrito:	CHOTA	Código de Laboratorio:	262
Provincia:	CHOTA	Código dado por el Solicitante:	$\rho_1 - \rho_2 - \rho_3$
Departamento:	CAJAMARCA	Punto de muestreo:	SALIDA PTAP

Código Lab.	Muestra		Ensayos	
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (UFC/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (UFC/100 ml)
262	SALIDA PTAP	0	0

Nota: < 1: significa ausencia

Límite de Detección del Método: < 1

Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9222 B, D. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012

CHOTA, 15 DE JULIO DE 2020



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
Dirección Sub Regional de Salud Chota

.....
Mchgo. Indira Lizeth Reyes Fernández
CBP. 10513

Figura 26

Resultados de los análisis fisicoquímico en el punto 01, agua cruda mes de marzo de la PTAP para turbidez.

		GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA			
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"					
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS INFORME DE ENSAYO N° 261 -2019					
Solicitante: WILMER GONZALES VASQUEZ					
Dirección: .....CHOTA.....					
DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)			CONTROL DE LABORATORIO		
Procedencia de la muestra: .....PTAP.....			Fecha/hora de recepción: 09/03/20 12:26		
Fecha/hora de muestreo: 09/03/2020 10:53			Fecha de inicio del ensayo: 09/03/20		
Muestreado por: WILMER GONZALES VASQUEZ			Comprobante de pago: PAGADO		
Localidad: SANTA ROSA			DATOS DE LA MUESTRA		
Distrito: CHOTA			Código de Laboratorio: 261		
Provincia: CHOTA			Código dado por el Solicitante: M ₁ -P ₁ -O ₂		
Departamento: CAJAMARCA			Punto de muestreo: ENTRADA PTAP (MEZCLA DE LAS ENTRADAS)		
Ensayos	Resultados	D.S. N° 004-2017-MINAM "Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias"	Método de ensayo		
pH (20.6 °C)	7.9	6.5 – 8.5	Método electrométrico. Parte 4500-H ⁺ SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.		
Conductividad (uS/cm)	171	1500	Método de Laboratorio. Parte 2510B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Edition.		
Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)	85.5	1000	Gravimétrico. Parte 2540C. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.		
Turbidez (UNT)	8.32	5	SMEWW APHA AWWA WEF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012, Turbidity, Nephelometric Method.		
Cloro (mg/l)	.....	0.5 - 1.0	Colorímetro, Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas		

CHOTA, 15 DE JULIO DE 2020



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
 Dirección Sub Regional de Salud Chota

 Melgo. Indira Lizeth Reyes Fernández
 CBR. 10513

Figura 27

Resultados de los análisis fisicoquímico en el punto 02, mes de marzo a la salida de la PTAP (agua tratada) para turbidez y cloro libre residual.



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 262 -2019

Solicitante:	WILMER GONZALES VASQUEZ
Dirección:	.....CHOTA.....

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	.....PTAP.....	Fecha/hora de recepción:	09/03/20 12:26
Fecha/hora de muestreo:	09/03/2020 11:02	Fecha de inicio del ensayo:	09/03/20
Muestreado por:	WILMER GONZALES VASQUEZ	Comprobante de pago:	PAGADO
Localidad:	SANTA ROSA	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	CHOTA	Código de Laboratorio:	262
Provincia:	CHOTA	Código dado por el Solicitante:	M ₁ - P ₂ - 02
Departamento:	CAJAMARCA	Punto de muestreo:	SALIDA PTAP

Ensayos	Resultados	LMP del D.S. N°031-2010-SA Reglamento de la calidad del agua para Consumo Humano	Método de ensayo
pH (21.4 °C)	8	6.5 - 8.5	Método electrométrico. Parte 4500-H ⁺ SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Conductividad (uS/cm)	174	1500	Método de Laboratorio. Parte 2510B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Edition.
Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)	87	1000	Gravimétrico. Parte 2540C. SMEWW. APHA- AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Turbidez (UNT)	4.61	5	SMEWW APHA AWWA WEF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012, Turbidity, Nephelometric Method,
Cloro (mg/l)	0.6	0.5 - 1.0	Colorímetro, Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas

CHOTA, 15 DE JULIO DE 2020



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
Dirección Sub Regional de Salud Chota
Mcbgo. Indira Lizeth Reyes Fernández
CBP. 10513

Figura 28

Resultados de análisis DESA para coliformes, marzo, agua cruda.

		GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA			
<i>"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"</i>					
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS INFORME DE ENSAYO N° 292 -2020					
Solicitante: PTAP					
Dirección:					
DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)			CONTROL DE LABORATORIO		
Procedencia de la muestra: PLANTA DE TRATAMIENTO			Fecha/hora de recepción: 12/03/2020 1		
Fecha/hora de muestreo: 12/03/20 10:51			Fecha de inicio del ensayo: 12/03/2020		
Muestreado por: PERSONAL DESA			Comprobante de pago: EXONERADO		
Localidad: SANTA ROSA			DATOS DE LA MUESTRA		
Distrito: CHOTA			Código de Laboratorio: 292		
Provincia: CHOTA			Código dado por el Solicitante: 0		
Departamento: CAJAMARCA			Punto de muestreo: ENTRADA PTAP (RIO TUNEL)		
Código Lab.	Muestra		Ensayos		
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales : 4: (NMP/100)	
292	0	ENTRADA PTAP (RIO TUNEL)	210	170	
Nota: < 1: significa ausencia					
Límite de Detección del Método: < 1					
Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9222 B, D. Membrane Filter Technique for Members of the Co Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012					
CHOTA, 07 DE JULIO DE 20					
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA Dirección Sub Regional de Salud Chota Mgta. Inés Lissette Irujo Fernández CIP: 10513					

Figura 29

Resultados de análisis DESA para coliformes, marzo, agua tratada.

		GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA			
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"					
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS INFORME DE ENSAYO N° 295 -2020					
Solicitante: PTAP					
Dirección:					
DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)			CONTROL DE LABORATORIO		
Procedencia de la muestra: PLANTA DE TRATAMIENTO			Fecha/hora de recepción: 12/03/2020 12:30		
Fecha/hora de muestreo: 12/03/20 10:58			Fecha de inicio del ensayo: 12/03/2020		
Muestreado por: PERSONAL DESA			Comprobante de pago: EXONERADO		
Localidad: SANTA ROSA			DATOS DE LA MUESTRA		
Distrito: CHOTA			Código de Laboratorio: 295		
Provincia: CHOTA			Código dado por el Solicitante: 0		
Departamento: CAJAMARCA			Punto de muestreo: SALIDA PTAP		
Código Lab.	Muestra		Ensayos		
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (UFC/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (UFC/100 ml)	
295	0	SALIDA PTAP	0	0	
Nota: < 1; significa ausencia					
Límite de Detección del Método: < 1					
Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9222 B, D. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012					

CHOTA, 07 DE JULIO DE 2020

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
 Dirección Sub Regional de Salud Chota

Figura 30

Resultados de los análisis fisicoquímicos por parte de la DESA mes de marzo para agua cruda.


GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA


"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 292 -2019

Solicitante: PTAP	
Dirección:	
DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)	
Procedencia de la muestra: PLANTA DE TRATAMIENTO	CONTROL DE LABORATORIO
Fecha/hora de muestreo: 10:51	Fecha/hora de recepción: 12:30
Muestreado por: PERSONAL DESA	Fecha de inicio del ensayo:
Localidad: SANTA ROSA	Comprobante de pago: EXONERADO
Distrito: CHOTA	DATOS DE LA MUESTRA
Provincia: CHOTA	Código de Laboratorio: 292
Departamento: CAJAMARCA	Código dado por el Solicitante: 0
	Punto de muestreo: ENTRADA PTAP

Ensayos	Resultados	D.S. N° 004-2017-MINAM "Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias"	Método de ensayo
pH (17.8 °C)	8.3	6.5 - 8.5	Método electrométrico. Parte 4500-H ⁺ SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Conductividad (uS/cm)	297	1500	Método de Laboratorio. Parte 2510B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Edition.
Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)	148.5	1000	Gravimétrico. Parte 2540C. SMEWW. APHA- AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Turbidez (UNT)	2.79	5	SMEWW APHA AWWA WEF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012. Turbidity, Nephelometric Method.
loro (mg/l)	.....	0.5 - 1.0	Colorímetro. Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas

Figura 31

Resultados de las muestras de agua tratada realizados por la DESA para parámetros fisicoquímicos

		GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA			
<i>"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"</i>					
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS INFORME DE ENSAYO N° 295 -2019					
Solicitante: PTAP					
Dirección:					
DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)			CONTROL DE LABORATORIO		
Precedencia de la muestra: PLANTA DE TRATAMIENTO			Fecha/hora de recepción: 12/03/2020 12:30		
Fecha/hora de muestreo: 12/03/2020 10:00			Fecha de inicio del ensayo: 12/03/2020		
Muestreado por: PERSONAL DESA			Comprobante de pago: EXONERADO		
Localidad: SANTA ROSA			DATOS DE LA MUESTRA		
Distrito: CHOTA			Código de Laboratorio: 295		
Provincia: CHOTA			Código dado por el Solicitante: 0		
Departamento: CAJAMARCA			Punto de muestreo: SALIDA PTAP		
Ensayos	Resultados	LMP del D.S. N°031-2010-SA Reglamento de la calidad del agua para Consumo Humano	Método de ensayo		
pH (17.5 °C)	8.3	6.5 - 8.5	Método electrométrico. Parte 4500-H ⁺ SMEWW. APHA-AWWA-WEF, 22 nd Ed.		
Conductividad (µS/cm)	321	1500	Método de Laboratorio Parte 2510B SMEWW APHA-AWWA-WEF, 22 nd Edition.		
Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)	160.3	1000	Gravimétrico. Parte 2540C. SMEWW. APHA-AWWA-WEF, 22 nd Ed.		
Turbidez (NTU)	1.44	5	SMEWW APHA AWWA WEF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012; Turbidity, Spectrophotometric Method.		
Cloro (mg/l)	0.6	0.5 - 1.0	Colorímetro, Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas		

CHOTA, 07 DE JULIO DE 2020

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
 Dirección Sub Regional de Salud Chota

 Licda. Evelyn Llanos Rojas Fernández
 C.M.P. 10013

Época de estiaje

Figura 32

Resultados de los análisis microbiológicos en el punto 01, mes de junio a la entrada de la PTAP para coliformes termotolerantes.



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS INFORME DE ENSAYO N° 304 -2020

Solicitante:	PTAP <i>WILMER GONZALES VASQUEZ</i>		
Dirección:	.....CHOTA.....		

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	.....PTAP.....	Fecha/hora de recepción:	10/06/2020 10:57
Fecha/hora de muestreo:	10/06/2020 09:33	Fecha de inicio del ensayo:	10/06/2020
Muestreado por:	WILMER GONZALES VASQUEZ	Comprobante de pago:	EXONERADO
Localidad:	SANTA ROSA	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	CHOTA	Código de Laboratorio:	304
Provincia:	CHOTA	Código dado por el Solicitante:	M ₂ -P ₁ -01...
Departamento:	CAJAMARCA	Punto de muestreo:	ENTRADA PTAP (MEZCLA DE LAS ENTRADAS)

Código Lab.	Muestra		Ensayos	
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (NMP/100 ml)
304	ENTRADA PTAP (MEZCLA DE LAS ENTRADAS)	180	160

Nota: < 1: significa ausencia
Límite de Detección del Método: < 1

Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9222 B, D. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012

CHOTA, 15 DE JULIO DE 2020



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
Dirección Sub Regional de Salud Chota
[Firma]
Melgosa, Indira Luzeth Reyes Fernández
COP. 10513

Figura 33

Resultados de los análisis microbiológicos en el punto 02, mes de junio a la salida de la (PTAP) (agua tratada) para coliformes termotolerantes.



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS INFORME DE ENSAYO N° 306 -2020

Solicitante:	PTAP <i>WILMER GONZALES VASQUEZ</i>		
Dirección:	..... <i>CHOTA</i>		

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	PTAP	Fecha/hora de recepción:	10/06/2020 10:59
Fecha/hora de muestreo:	10/06/2020 10:00	Fecha de inicio del ensayo:	10/06/2020
Muestreado por:	WILMER GONZALES VASQUEZ	Comprobante de pago:	EXONERADO
Localidad:	SANTA ROSA	<u>DATOS DE LA MUESTRA</u>	
Distrito:	CHOTA	Código de Laboratorio:	306
Provincia:	CHOTA	Código dado por el Solicitante:	<i>12-P2-04</i>
Departamento:	CAJAMARCA	Punto de muestreo:	SALIDA PTAP

Código Lab.	Muestra		Ensayos	
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (UFC/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (UFC/100 ml)
306	SALIDA PTAP	0	0

Nota: < 1: significa ausencia

Límite de Detección del Método: < 1

Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9222 B, D. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012

CHOTA, 15 DE JULIO DE 2020



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
Dirección Sub Regional de Salud Chota
Melba Lidia Lizeth Reyes Fernández
.....
Melba Lidia Lizeth Reyes Fernández
CNP. 10513

Figura 34

Resultados de los análisis físicoquímico en el punto 01, mes de junio a la entrada de la (PTAP) para turbidez.



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS INFORME DE ENSAYO N° 304 -2019

Solicitante: PTAP <i>WILMER GONZALES VASQUEZ</i>			
Dirección: <i>.....C.A.R.T.A.....</i>			
DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra: <i>...P.T.A.P...</i>		Fecha/hora de recepción:	10/06/2020 10:57
Fecha/hora de muestreo: 10/06/2020 09:33		Fecha de inicio del ensayo:	10/06/2020
Muestreado por: WILMER GONZALES VASQUEZ		Comprobante de pago:	EXONERADO
Localidad: SANTA ROSA		DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito: CHOTA		Código de Laboratorio:	304
Provincia: CHOTA		Código dado por el Solicitante: <i>M₂-P₁-01</i>	
Departamento: CAJAMARCA		Punto de muestreo:	ENTRADA PTAP (MEZCLA DE LAS ENTRADAS)

Ensayos	Resultados	D.S. N° 004-2017-MINAM "Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias"	Método de ensayo
pH (17.3 °C)	8.2	6.5 – 8.5	Método electrométrico Parte 4500-H ⁺ SMEWW, APHA-AWWA-WEF, 22 nd Ed.
Conductividad (uS/cm)	320	1500	Método de Laboratorio. Parte 2510B, SMEWW, APHA-AWWA-WEF, 22 nd Edition.
Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)	160	1000	Gravimétrico. Parte 2540C, SMEWW, APHA-AWWA-WEF, 22 nd Ed.
Turbidez (UNT)	4.22	5	SMEWW APHA AWWA WEF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012, Turbidity, Nephelometric Method.
Cloro (mg/l)	.....	0.5 - 1.0	Colorímetro, Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas

CHOTA, 15 DE JULIO DE 2020



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
Dirección Sub Regional de Salud Chota

Indira Lizeth Reyes Ferulandez
Médica Indira Lizeth Reyes Ferulandez
COP. 10513

Figura 35

Resultados de los análisis físicoquímico en el punto 02, mes de junio a la salida de la (PTAP) para turbidez y cloro libre residual.



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS INFORME DE ENSAYO N° 306 -2019

Solicitante: PTAP		WILMER GONZALES VASQUEZ	
Dirección:		.....CHOTA.....	

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	PTAP	Fecha/hora de recepción:	10/06/2020 10:59
Fecha/hora de muestreo:	10/06/2020 10:00	Fecha de inicio del ensayo:	10/06/2020
Muestreado por:	WILMER GONZALES VASQUEZ		
Localidad:	SANTA ROSA	Comprobante de pago:	
Distrito:	CHOTA	DATOS DE LA MUESTRA	
Provincia:	CHOTA	Código de Laboratorio:	306
Departamento:	CAJAMARCA	Código dado por el Solicitante:	M2-P2-01
		Punto de muestreo:	SALIDA PTAP

Ensayos	Resultados	LMP del D.S. N°031-2010-SA Reglamento de la calidad del agua para Consumo Humano	Método de ensayo
pH (17.3 °C)	8.1	6.5 – 8.5	Método electrométrico. Parte 4500-H ⁺ SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Conductividad (uS/cm)	374	1500	Método de Laboratorio. Parte 2510B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Edition.
Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)	187	1000	Gravimétrico. Parte 2540C. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Turbidez (UNT)	1.48	5	SMEWW APHA AWWA WEF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012, Turbidity, Nephelometric Method,
Cloro (mg/l)	0.6	0.5 - 1.0	Colorímetro, Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas

CHOTA, 15 DE JULIO DE 2020



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
Dirección Sub Regional de Salud Chota
Módulo Indira Lizeth Reyes Fernández
C.B.P. 10513

Figura 36

Resultados de los análisis microbiológicos en el punto 01, mes de julio a la entrada de la (PTAP)(agua cruda) para coliformes termotolerantes.

		GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA			
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"					
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS INFORME DE ENSAYO N° 305 -2020					
Solicitante: PTAP WILMER GONZALES VASQUEZ					
Dirección: .....CHOTA.....					
DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)			CONTROL DE LABORATORIO		
Procedencia de la muestra: PTAP			Fecha/hora de recepción: 07/07/20 10:58		
Fecha/hora de muestreo: 07/07/20 09:50			Fecha de inicio del ensayo: 07/07/20		
Muestreado por: WILMER GONZALES VASQUEZ			Comprobante de pago: EXONERADO		
Localidad: SANTA ROSA			DATOS DE LA MUESTRA		
Distrito: CHOTA			Código de Laboratorio: 305		
Provincia: CHOTA			Código dado por el Solicitante: M2-P1-02....		
Departamento: CAJAMARCA			Punto de muestreo: ENTRADA PTAP (MEZCLA DE LAS ENTRADAS)		
Código Lab.	Muestra		Ensayos		
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (NMP/100 ml)	
305	ENTRADA PTAP (MEZCLA DE LAS ENTRADAS)	200	180	
Nota: < 1: significa ausencia Límite de Detección del Método: < 1					
Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9222 B, D. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012					

CHOTA, 15 DE JULIO DE 2020



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
 Dirección Sub Regional de Salud Chota
 Mchigo, Indira Lizeth Reyes Fernández
 C.B.P. 10913

Figura 37

Resultados de los análisis microbiológicos en el punto 02, mes de julio a la salida de la (PTAP)(agua tratada) para coliformes termotolerantes.



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 307 -2020

Solicitante: PTAP	WILMER GONZALES VASQUEZ
Dirección:	.....CHOTA.....

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra: PTAP	.....	Fecha/hora de recepción:	07/07/20 11:02
Fecha/hora de muestreo: 07/07/20 10:15		Fecha de inicio del ensayo:	07/07/20
Muestreado por: WILMER GONZALES VASQUEZ		Comprobante de pago:	EXONERADO
Localidad: SANTA ROSA		<u>DATOS DE LA MUESTRA</u>	
Distrito: CHOTA		Código de Laboratorio:	307
Provincia: CHOTA		Código dado por el Solicitante:	M ₂ - P ₂ - 02..
Departamento: CAJAMARCA		Punto de muestreo:	SALIDA PTAP

Código Lab.	Muestra		Ensayos	
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (UFC/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (UFC/100 ml)
307	SALIDA PTAP	0	0

Nota: < 1: significa ausencia

Límite de Detección del Método: < 1

Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9222 B, D. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012

CHOTA, 15 DE JULIO DE 2020



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
Dirección Sub Regional de Salud Chota
Mcbgo. Indira Lizeth Reyes Fernández
CBP. 10513

Figura 38

Resultados de los análisis fisicoquímico en el punto 01, mes de julio agua cruda para turbidez.



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS INFORME DE ENSAYO N° 305 -2019

Solicitante: PTAP <i>WILMER GONZALES VASQUEZ</i>	
Dirección: .....CHOTA.....	

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra: PTAP		Fecha/hora de recepción: 07/07/20 10:58	
Fecha/hora de muestreo: 07/07/2020 09:50		Fecha de inicio del ensayo: 07/07/20	
Muestreado por: WILMER GONZALES VASQUEZ		Comprobante de pago: EXONERADO	
Localidad: SANTA ROSA		DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito: CHOTA		Código de Laboratorio: 305	
Provincia: CHOTA		Código dado por el Solicitante: <i>M2 - P1 - 02.....</i>	
Departamento: CAJAMARCA		Punto de muestreo: ENTRADA PTAP (MEZCLA DE LAS ENTRADAS)	

Ensayos	Resultados	D.S. N° 004-2017-MINAM "Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias"	Método de ensayo
pH (17.3 °C)	8.2	6.5 – 8.5	Método electrométrico. Parte 4500-H ⁺ SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Conductividad (uS/cm)	375	1500	Método de Laboratorio. Parte 2510B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Edition.
Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)	187.5	1000	Gravimétrico. Parte 2540C. SMEWW. APHA- AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Turbidez (UNT)	5.32	5	SMEWW APHA AWWA WEF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012, Turbidity, Nephelometric Method.
Cloro (mg/l)	.....	0.5 - 1.0	Colorímetro, Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas

CHOTA, 15 DE JULIO DE 2020



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
Dirección Sub Regional de Salud Chota
Indira Lizeth Reyes Fernández
Mtblgo. Indira Lizeth Reyes Fernández
CSP. 10513

Figura 39

Resultados de los análisis fisicoquímico en el punto 02, mes de julio del agua tratada para turbidez y cloro libre residual.



DIRECCIÓN SUB REGIONAL DE SALUD
CAJAMARCA
CHOTA

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA



GOBIERNO REGIONAL
CAJAMARCA
Así servimos con transparencia

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS INFORME DE ENSAYO N° 307 -2019

Solicitante: PTAP <i>WILMER GONZALES VASQUEZ</i>	
Dirección: <i>.....CHOTA.....</i>	

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	<i>PTAP</i>	Fecha/hora de recepción:	07/07/20 11:02
Fecha/hora de muestreo:	07/07/2020 10:15	Fecha de inicio del ensayo:	07/07/20
Muestreado por:	WILMER GONZALES VASQUEZ	Comprobante de pago:	EXONERADO
Localidad:	SANTA ROSA	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	CHOTA	Código de Laboratorio:	307
Provincia:	CHOTA	Código dado por el Solicitante:	<i>112-P2-02.....</i>
Departamento:	CAJAMARCA	Punto de muestreo:	SALIDA PTAP

Ensayos	Resultados	LMP del D.S. N°031-2010-SA Reglamento de la calidad del agua para Consumo Humano	Método de ensayo
pH (17.2 °C)	8.1	6.5 – 8.5	Método electrométrico. Parte 4500-H ⁺ SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Conductividad (uS/cm)	375	1500	Método de Laboratorio. Parte 2510B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Edition.
Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)	187.5	1000	Gravimétrico. Parte 2540C. SMEWW. APHA- AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Turbidez (UNT)	1.31	5	SMEWW APHA AWWA WEF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012, Turbidity, Nephelometric Method,
Cloro (mg/l)	0.6	0.5 - 1.0	Colorímetro, Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas

CHOTA, 15 DE JULIO DE 2020



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
Dirección Sub Regional de Salud Chota
Melba
Melba, Indira Lizeth Reyes Fernández
CBP. 10513

Figura 40

Resultados de la concentración de coliformes termotolerantes para el mes de junio realizados por de la DESA en el agua cruda.

		GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA			
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"					
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS INFORME DE ENSAYO N° 294 -2020					
Solicitante: PTAP					
Dirección:					
DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)			CONTROL DE LABORATORIO		
Procedencia de la muestra: PLANTA DE TRATAMIENTO			Fecha/hora de recepción: 22/06/20 12:30		
Fecha/hora de muestreo: 22/06/20 10:55			Fecha de inicio del ensayo: 22/06/20		
Muestreado por: PERSONAL DESA			Comprobante de pago: EXONERADO		
Localidad: SANTA ROSA			DATOS DE LA MUESTRA		
Distrito: CHOTA			Código de Laboratorio: 294		
Provincia: CHOTA			Código dado por el Solicitante: 0		
Departamento: CAJAMARCA			Punto de muestreo: ENTRADA PTAP		
Código Lab.	Muestra		Ensayos		
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (NMP/100 ml)	
294	0	ENTRADA PTAP	220	170	
Nota: < 1: significa ausencia					
Límite de Detección del Método: < 1					
Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9222 B, D. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012					

CHOTA, 07 DE JULIO DE 2020

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
 Dirección Sub Regional de Salud Chota
 Nécton Lizardo Reyes (Firmado)
 CSR 10513

Figura 41

Resultados de la concentración de coliformes termotolerantes para el mes de junio realizados por de la DESA en el agua tratada.

		GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA			
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"					
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS INFORME DE ENSAYO N° 295 -2020					
Solicitante: PTAP					
Dirección:					
DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)			CONTROL DE LABORATORIO		
Procedencia de la muestra: PLANTA DE TRATAMIENTO			Fecha/hora de recepción: 22/06/20 12:30		
Fecha/hora de muestreo: 22/06/20 10:58			Fecha de inicio del ensayo: 22/06/20		
Muestreado por: PERSONAL DESA			Comprobante de pago: EXONERADO		
Localidad: SANTA ROSA			DATOS DE LA MUESTRA		
Distrito: CHOTA			Código de Laboratorio: 295		
Provincia: CHOTA			Código dado por el Solicitante: 0		
Departamento: CAJAMARCA			Punto de muestreo: SALIDA PTAP		
Código Lab.	Muestra		Ensayos		
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (UFC/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (UFC/100 ml)	
295	0	SALIDA PTAP	0	0	
Nota: < 1: significa ausencia					
Límite de Detección del Método: < 1					
Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9222 B, D. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012					

CHOTA, 07 DE JULIO DE 2020

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
 Dirección Sub Regional de Salud Chota

 Dr. Lidia Lizaso Reyna Fernández
 C.B.P. 10513

Figura 42

Resultados de la concentración de coliformes termotolerantes para el mes de julio realizados por de la DESA en el agua cruda.

		GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA			
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"					
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS INFORME DE ENSAYO N° 293 -2020					
Solicitante: PTAP					
Dirección:					
DATOS DEL MUESTREO (datos por el solicitante)			CONTROL DE LABORATORIO		
Procedencia de la muestra: PLANTA DE TRATAMIENTO			Fecha/hora de recepción: 20/07/2020 12:30		
Fecha/hora de muestreo: 20/07/20 10:53			Fecha de inicio del ensayo: 20/07/2020		
Muestreado por: PERSONAL DESA			Comprobante de pago: EXONERADO		
Localidad: SANTA ROSA			DATOS DE LA MUESTRA		
Distrito: CHOTA			Código de Laboratorio: 293		
Provincia: CHOTA			Código dado por el Solicitante: 0		
Departamento: CAJAMARCA			Punto de muestreo: ENTRADA PTAP		
Código Lab.	Muestra		Ensayos		
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (NMP/100 ml)	
293	0	ENTRADA PTAP	210	170	
Nota: < 1: significa ausencia					
Limite de Detección del Método: < 1					
Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9222 B, D. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012					

CHOTA, 07 DE JULIO DE 2020

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
 Dirección Sub Regional de Salud Chota

 Néligo. Indira Lizeth Reyes Fernández
 CDR 10513

Figura 43

Resultados de la concentración de coliformes termotolerantes para el mes de julio realizados por de la DESA en el agua tratada.

		GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL - CHOTA			
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"					
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS INFORME DE ENSAYO N° 295 -2020					
Solicitante: PTAP					
Dirección:					
DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)			CONTROL DE LABORATORIO		
Procedencia de la muestra: PLANTA DE TRATAMIENTO			Fecha/hora de recepción: 20/07/2020 12:30		
Fecha/hora de muestreo: 20/07/2020 10:58			Fecha de inicio del ensayo: 20/07/2020		
Muestreado por: PERSONAL DESA			Comprobante de pago: EXONERADO		
Localidad: SANTA ROSA			DATOS DE LA MUESTRA		
Distrito: CHOTA			Código de Laboratorio: 295		
Provincia: CHOTA			Código dado por el Solicitante: 0		
Departamento: CAJAMARCA			Punto de muestreo: SALIDA PTAP		
Código Lab.	Muestra		Ensayos		
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (UFC/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (UFC/100 ml)	
295	0	SALIDA PTAP	0	0	
Nota: < 1: significa ausencia					
Límite de Detección del Método: < 1					
Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9222 B, D. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012					

CHOTA, 07 DE JULIO DE 2020

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
 Dirección Sub Regional de Salud Chota

 Mg. Lidia Saavedra Reyes Fernández
 CRP. 30513