

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



Facultad de ingeniería

Carrera profesional de ingeniería ambiental y prevención de riesgos

**EFEECTO DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE
COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES DEL AGUA POTABLE DEL
DISTRITO DE LLACANORA, 2020**

Autor:

Bach. Bueno Sánchez, Santos Del Pilar

Bach. Chávez Delgado Marco Augusto

Asesor:

Mg. Miguel Ángel Arango Llantoy

Cajamarca – Perú

Julio – 2023

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



Facultad de ingeniería

Carrera profesional de ingeniería ambiental y prevención de riesgos

**EFEECTO DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE
COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES DEL AGUA POTABLE DEL
DISTRITO DE LLACANORA, 2020**

Tesis presentada en cumplimiento parcial de los requerimientos para optar el título
profesional de ingeniería ambiental y prevención de riesgos

Bach. Bueno Sánchez, Santos Del Pilar

Bach. Chávez Delgado Marco Augusto

Asesor:

Mg. Miguel Ángel Arango Llantoy

Cajamarca – Perú

Julio - 2023

COPYRIGHT © 2023 by

BACH. MARCO AUGUSTO CHÁVEZ DELGADO

BACH. SANTOS DEL PILAR BUENO SÁNCHEZ

Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y PREVENCIÓN DE
RIESGOS**

APROBACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL

EFFECTO DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE
COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES DEL AGUA POTABLE DEL
DISTRITO DE LLACANORA, 2020

Presidente: _____

Secretario: _____

Vocal: _____

Asesor: _____

A:

“A Dios, nuestro señor, por otorgarme la sabiduría y la salud para poder lograrlo. A mis padres y a mi motor y motivo, mi pequeño hijo Franco Samir. A mis maestros y amistades por su constante apoyo y comprensión en el desarrollo de mi carrera profesional y por ser la razón más valiosa para continuar con mi superación personal y profesional.”

Santos del Pilar Bueno Sánchez

A:

“A mis padres Beatriz Delgado, Marco Chávez y a mi hijo Franco Chávez, quienes, con su amor, paciencia y esfuerzo, me han permitido llegar a cumplir una meta más, quienes son mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más. Finalmente, quiero expresar mi gratitud a todos los docentes que me guiaron e inculcaron sus enseñanzas durante el tiempo de mi carrera universitaria.”

Marco Augusto Chávez Delgado

AGRADECIMIENTO

Primero agradecida con Dios por darme la vida y permitirme así compartir momentos de felicidad con mis seres queridos. Agradezco a mi Asesor de tesis Mg. Miguel Ángel Arango LLantoy quien, con su experiencia, conocimiento me oriento en esta investigación, al Biólogo. Jorge Salazar Cabañas encargado del Laboratorio DESA, quién me instruyó con su experiencia en análisis microbiológicos que fueron necesarios para esta investigación.

Bach. Santos del Pilar Bueno Sánchez

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme salud; fortaleza, para guiarme en mi camino y, por estar siempre conmigo. Agradezco a mi asesor de tesis, el Dr. Miguel Ángel Arango LLantoy, quien me orientó en este proceso de investigación. De igual manera al biólogo Jorge Salazar Cabañas, encargado del Laboratorio DESA. Asimismo, agradezco a mis padres por ser la principal fuente de mi inspiración y por su apoyo a lo largo de mis estudios.

Bach. Marco Augusto Chávez Delgado

RESUMEN

El presente trabajo de investigación evaluó el efecto del peróxido de hidrógeno sobre la concentración de coliformes totales y termotolerantes del agua potable del distrito de Llacanora durante el período 2020. Con el objetivo de determinar la concentración microbiológica mediante el NMP de coliformes totales y termotolerantes de las muestras de agua potable del distrito de Llacanora, 2020. Es por ello por lo que, se desarrolló por el método NMP; el proceso de la oxidación química avanzada con el reactivo (peróxido de hidrogeno) con una concentración de 0.04 mL de reactivo en 50 mL de muestra. Tomando 3 lapsos de tiempo de 15 min. Para luego, comparar con los Límites Máximos Permisibles estipulados en el DS 031- 2010 SA. Es una investigación experimental. Estudio longitudinal, debido a que se tomó la muestra en una sola oportunidad de tiempo. Finalmente se logró la remoción de los coliformes totales y termotolerantes presentes en el agua para consumo humano del distrito de Llacanora, 2020.

Palabras claves: Agua potable, parámetros microbiológicos, calidad de agua.

ABSTRACT

The present research work evaluated the effect of hydrogen peroxide on the concentration of total and thermotolerant coliforms of the drinking water of the Llacanora district during the period 2020. With the aim of determining the microbiological concentration by means of the NMP of total and thermotolerant coliforms of the drinking water samples from the Llacanora district, 2020. That is why it was developed by the NMP method; the advanced chemistry process with the reagent (hydrogen peroxide) with a concentration of 0.04 mL of reagent in 50 mL of sample. Taking 3 - time lapses of 15 min. To later, compare with the Maximum Permissible Limits stipulated in DS 031-2010 SA. It is an experimental investigation. Longitudinal study, because the sample was taken in a single time opportunity. Finally, the removal of total and thermotolerant coliforms present in water for human consumption in the Llacanora district, 2020, was modified.

Keywords: Drinking water, microbiological parameters, water quality.

ÍNDICE

RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
Capítulo I: Introducción.....	7
1. Planteamiento del Problema	7
1.1. Descripción de la Realidad Problemática.....	7
1.2. Definición del Problema.....	8
1.3. Objetivos	8
Capítulo II: Marco teórico.....	9
2. Fundamentos Teóricos de la Investigación.....	9
2.1. Antecedentes.....	9
2.2. Marco teórico.....	12
2.3. Justificación e Importancia.....	15
2.4. Marco Conceptual	17
2.5. Hipótesis.....	18
Capítulo III: Método de investigación	19
3. Tipo de Investigación	19
4. Diseño de Investigación.....	19
5. Área de Investigación.....	19
6. Población	20
7. Muestra	20
8. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	20
8.1. Instrumentos.....	21
8.2. Técnicas Para el Procesamiento y Análisis de Datos	22
Capítulo IV: Resultados y discusión	24
4. Resultados.....	24
4.1. Determinación de la Concentración de Coliformes Totales y Termotolerantes de las Muestras de Agua Potable del Distrito de Llacanora con y sin Tratamiento.....	24
4.2. Comparación de los Valores Obtenidos de Coliformes Totales y Termotolerantes, con y sin Tratamiento.....	25
5. Discusión.....	29
Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones	31
5. Conclusiones	31

6. Recomendaciones.....	31
REFERENCIAS.....	33
Anexos.....	38

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Promedio de microorganismos inicial de la muestra de agua potable del distrito de Llacanora, 2020.....	24
Tabla 2 Promedio de microorganismos inicial de la muestra de agua potable del distrito de Llacanora, 2020.....	25
Tabla 3 Tablas cruzadas con y sin tratamiento coliformes totales.....	26
Tabla 4 Tablas cruzadas con y sin tratamiento Coliformes Termotolerantes	26
Tabla 5 Chi cuadrado para coliformes totales	27
Tabla 6 Chi cuadrado para coliformes termotolerantes	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación geográfica del estudio.....	20
Figura 2 Toma de muestras del agua potable del distrito de Llacanora	38
Figura 3 Análisis microbiológico: Filtración por membrana	38
Figura 4 Incubación de coliformes totales y termotolerantes	39
Figura 5 Lectura de muestras con presencia de coliformes totales y termotolerantes	39

Capítulo I: Introducción

1. Planteamiento del Problema

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

El agua es un compuesto esencial en la vida diaria para la subsistencia de los seres humanos, asimismo, la multiplicidad de uso tanto en las actividades domésticas e industriales. Sin embargo, la contaminación del agua cada vez se acrecienta a nivel mundial, a consecuencia del mal uso, deficiencia de tratamientos y carencia de presupuesto para ejecución de técnica de ingeniería para este líquido. Afirmando que, en nuestro país, gran mayoría de nuestras poblaciones rurales están obligados a consumir agua cuya calidad no es apto para consumo humano.

El acceso al agua potable es una necesidad primaria y por lo tanto un derecho humano fundamental, en este contexto era necesario actualizar el Reglamento de los requisitos Oficiales Físicos, Químicos y Bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables (MINSA, 2011).

Ante este problema de la alteración del agua para consumo humano se ha planteado diversas propuestas de solución, por parte de las autoridades competentes para garantizar agua segura y proteger la salud pública. Por el contrario, asciende los niveles de enfermedades parasitarias en niños y adultos. El enfoque de esta investigación es mejorar la calidad de vida del distrito de Llacanora garantizando agua segura para consumo humano, mediante un tratamiento de oxidación química avanzada, el efecto del peróxido de hidrógeno sobre la concentración de coliformes totales y termotolerantes presentes en el agua potable.

La presente investigación es de gran importancia, ya que, evaluará la eficiencia del peróxido de hidrógeno para la disminución de las concentraciones microbiológicas de coliformes totales y termotolerantes presentes en el agua potable del distrito de Llacanora. Garantizando una mejor calidad de vida para el distrito, además, dicho estudio servirá como base de datos para estudios posteriores y optar por soluciones al problema de contaminación de agua potable.

1.2. Definición del Problema

¿Cuál es el efecto del peróxido de hidrógeno sobre la concentración de coliformes totales y termotolerantes del agua potable del distrito de Llacanora, 2020?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto del peróxido de hidrógeno sobre la concentración de coliformes totales y termotolerantes del agua potable del distrito de Llacanora, 2020.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la concentración de coliformes totales y termotolerantes de las muestras de agua potable del distrito de Llacanora con y sin tratamiento.
- Comparar los valores obtenidos de coliformes totales y termotolerantes, con y sin tratamiento.

Capítulo II: Marco teórico

2. Fundamentos Teóricos de la Investigación

2.1. Antecedentes

Sosa, S. (2018) Realizó un estudio de investigación sobre la contaminación del agua por bacterias patógenas (BP). Con el objetivo de determinar la asociación entre el riesgo del agua contaminada dispuesta para consumo y el estado de portador de BP en niños menores de cinco años. Para ello se realizó un análisis transversal usando muestras de heces de niños, muestras de agua para beber y encuestas provenientes de 199 casas seleccionadas aleatoriamente de tres comunidades rurales de la costa sur del Perú.

Las especies de *Campylobacter* (10/20) y *Aeromonas* (9/20) fueron las más frecuentes, seguidas de un aislamiento de *Shigella flexneri*. El 19.1% (38/199) de las muestras de agua fueron clasificadas como de alto riesgo debido a su alta contaminación fecal (≥ 100 E. coli/100 mL). El reporte de tratamiento del agua previo al consumo, por ebullición ($p=0.266$) o adición de cloro ($p=0.704$), no estuvo asociado al estado de portador. Finalmente, el agua de alto riesgo dispuesta para consumo estuvo asociado a una mayor prevalencia de niños portadores de BP. Sugerimos el desarrollo de futuros estudios que corroboren la asociación observada con el objetivo de plantear estrategias de salud pública que eviten la generación de portadores de BP (Sosa, 2018).

Gianoli, A. (2018) Desarrolló un estudio de investigación con el objetivo de determinar la contaminación existente de la bahía de Sechura en seis distintos puntos (Las Delicias, Parachique, Puerto Rico, San Pedro, Chulliyachi y el Dren de Sechura) a través de un análisis bacteriológico del agua, utilizando el método cuantitativo de Número Más Probable (NMP), el cual indica la concentración de bacterias coliformes totales y fecales. Todos los puntos monitoreados

presentaron niveles no aptos según el decreto supremo N° 004-2017-MINAM en algún momento del año. Puerto Rico sobre pasó los límites establecidos según la normativa en varios meses del año considerada el punto con mayor carga bacteriana del estudio. En contraste las Delicias es considerado el punto con menor carga bacteriana. Se encontró que los factores fisicoquímicos presentes en el ambiente son insignificantes ante la presencia de coliformes. Se concluye que el estado actual del agua de la bahía representa un riesgo para la salud de las personas y el medio ambiente.

Sánchez J. R., (2018) El siguiente estudio de investigación se realiza con el objetivo de caracterizar al agua de redes municipales para consumo humano en el corredor ecológico en las localidades de Ulba, Agoyán, Río Blanco, Río Verde, Río Negro, Mera y Shell, siendo sus beneficiarios los Gobiernos Autónomos Descentralizados, instituciones y los habitantes del sector. Se analizaron 18 muestras de agua. Su análisis fue ejecutado en laboratorios acreditados por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano en los parámetros fisicoquímico (pH, conductividad, turbidez, color, demanda química de oxígeno, demanda biológica de oxígeno, aceites y grasas, cloruros, dureza total, detergentes, materia flotante, sólidos totales disueltos, nitratos) y microbiológico (coliformes totales y coliformes fecales). Los resultados obtenidos permitieron determinar que el agua para consumo humano que se distribuye no es apta para consumo humano.

Científicos de la Universidad de Stanford crearon un pequeño dispositivo nanoestructurado, de la mitad del tamaño de un timbre postal, capaz de desinfectar el agua de manera rápida, usando sólo la luz del Sol. Cuando la luz cae sobre el diminuto aparato, desencadena la formación de peróxido de hidrógeno, que mata el 99% de las bacterias en sólo 20 minutos, siendo de gran ayuda en países pobres, donde la escasez del agua potable es un

problema integral para millones de personas porque, a menudo, está contaminada con residuos urbanos, industriales y agrícolas (Chen, 2017).

“La celda electroquímica que genera peróxido de hidrógeno a partir de oxígeno y el agua que hay en la zona donde se instale; después, ese peróxido puede usarse en las aguas subterráneas para eliminar los contaminantes orgánicos que son dañinos para los seres humanos, con lo cual el agua se podrá ingerir sin ningún riesgo” (Chen, 2017).

Cahuana, R. & Crisostomo, H. (2017) En su estudio de investigación sobre la determinación del nivel de contaminación microbiológica en aguas de consumo humano en el sector Sequia Alta, Santa Bárbara, Huancavelica - 2017. Empleó diez muestras de agua de consumo humano para proseguir con el análisis en laboratorio. La investigación corresponde al tipo básica, de nivel descriptivo, el método corresponde al inductivo deductivo y estadístico; El diseño fue no experimental, transversal; la técnica para la recolección de datos fue la observación con su instrumento guía de observación. Los resultados obtenidos fueron 2,8 promedio de contaminación microbiológica para la muestra uno y 0,6 promedio de contaminación microbiológica para la muestra dos. En conclusión, se presentó microorganismos patógenos, superando los límites máximos permisibles del reglamento de calidad de agua para el consumo humano.

Venegas, C. (2014) Realizó un estudio de investigación en Colombia para mejorar calidad de agua potable y a sistemas de saneamiento, ya que, no están garantizados para buena parte de la población, por lo que, el consumo de agua contaminada genera enfermedades de origen hídrico. Este estudio se realizó con el objetivo de evaluar la calidad microbiológica del agua utilizada para consumo y el agua residual cercana a las viviendas de una población en desplazamiento y su relación con la salud de la población. Se recolectaron 36 muestras de agua para consumo

almacenadas en diferentes tipos de recipientes y de grifos. Tomando el origen fecal *E. coli*, *C. perfringens* y colifagos somáticos. La OMS considera que el agua para consumo debe estar libre de microorganismos que afecten la salud humana, para lo cual es importante su tratamiento, almacenamiento y aislamiento de redes de aguas residuales.

Pajares, E. (2002) Desarrolló su investigación con el objetivo de mejorar la calidad de agua para perfeccionar los estándares de calidad del agua de uso humano, aislando otros posibles microorganismos indicadores de la calidad microbiana del agua y evaluar la calidad microbiana del agua de consumo humano en lima metropolitana. Para ello se analizó 224 muestras de agua del sistema de almacenamiento y distribución de agua en inmuebles y 56 muestras de agua provenientes de pozo. Se encontró *Pseudomonas aeruginosa* en el 60.71% de muestras de agua provenientes del pozo. En el pozo 54.54% de casos hubo una presencia compartida entre *Pseudomonas aeruginosa* y coliformes y en el 45.45% presencia *Pseudomonas aeruginosa* y ausencia de coliformes. Concluyendo que se incrementó las muestras que sobrepasan los estándares de calidad ambiental para agua, por lo tanto, no es apto para consumo humano.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Contaminación del Agua. La contaminación del agua es el grado de impurificación, que puede originar efectos adversos a la salud de un número representativo de personas durante periodos previsibles de tiempo y se debe al crecimiento demográfico, desarrollo industrial y urbanización.

Estos tres factores evolucionan rápidamente y se dan uno en función del otro. En décadas recientes miles de lagos, ríos y mares se han contaminado en forma alarmantemente debido a las actividades humana (Tobón et al., 2017)

2.2.2. Indicadores Microbiológicos de Calidad del Agua. Los indicadores microbiológicos de calidad del agua son organismos que tienen un comportamiento similar a microorganismos patógenos cuya procedencia, concentración, hábitat y reacción a factores externos es la de la mayoría.

Su presencia determina la existencia de patógenos y permite comparar sus reacciones a cambios de pH y temperatura o aplicación de medios físicos o químicos de desinfección, con la ventaja de ser más fácilmente cultivables o identificables, y económicamente factibles (Tobón et al., 2017).

2.2.3. Contaminación del Agua Potable. El agua es el líquido más importante sobre la tierra y a la vez su disponibilidad es un factor crítico para la supervivencia del desarrollo de toda forma viva en el planeta.

Principalmente en países desarrollados se han propuesto una serie de recomendaciones a corto y largo plazo, incluyendo el aumento de la vigilancia de las fuentes de agua y aguas de consumo y la introducción de equipos de medición automáticos y permanentes, además de garantía del cloro residual hasta el sitio de disposición (Tobón et al., 2017).

El agua es una de las principales fuentes de vida en el planeta. Sin embargo, puede ser uno de los principales transmisores de enfermedades si se llega a consumir en estado contaminado (Olivas, 2013).

La presencia de agentes patógenos en agua potable es un riesgo significativo para la salud de los consumidores. La mayoría de las bacterias en agua potable se adhieren en las tuberías, además, intervienen las condiciones de velocidad si es baja o elevada. Tradicionalmente, las bacterias patógenas son

detectadas a través de cultivo, ya que no requieren equipo especial, y las bacterias detectadas con estos métodos son viables y activas, ello significa que los métodos de cultivo tienden a subestimar el número real de bacterias que son capaces de causar infecciones (Alba, 2013).

2.2.4. Acceso al Agua Potable y su Relación con las Enfermedades de Transmisión

Hídrica. El acceso al agua potable es fundamental para la salud, uno de los derechos básicos y un componente de las prácticas eficaces para la protección de la salud.

Sin embargo, la contaminación acuífera y el limitado acceso al agua potable acarrearán problemas sociales, económicos y de salud.

La baja calidad del agua sigue siendo una gran amenaza para la salud humana. Las enfermedades diarreicas representan 4,3% (62,5 millones AVAD) de la carga total de años de vida ajustados en función de discapacidad (Panadés, 2015).

La distribución de agua generalmente se abastece de pozos perforados en el terreno de su propiedad y es acá donde existe gran riesgo en relación con las enfermedades de transmisión hídrica, ya que estas viviendas no disponen de conexiones cloacales y desechan los residuos en fosas sépticas; las cuales pueden contaminar la fuente de captación (Panadés, 2015).

2.2.5. Efectos Sobre la Salud Humana. E. coli es un habitante común del intestino, y la mayoría de las cepas son no patógenas. Sin embargo, distintos subtipos son capaces de causar enfermedades gastrointestinales. Las infecciones pueden asemejarse al cólera, disentería o gastroenteritis debido a la salmonella (Panadés, 2015).

Las pseudomonas aeruginosa puede causar diversos tipos de infecciones, pero rara vez causa enfermedades graves en personas sanas sin algún factor predisponente. Coloniza predominantemente partes dañadas del organismo, como quemaduras y heridas quirúrgicas, el aparato respiratorio de persona con enfermedades subyacentes o las lesiones físicas en los ojos. Desde estos lugares puede invadir el organismo y causar lesiones destructivas o septicemia y meningitis. Las personas con fibrosis quística o inmunodeprimidas son propensas a la colonización por P. aeruginosa, que puede conducir a infecciones pulmonares progresivas graves. La foliculitis y la otitis relacionada con el agua se asocian con ambientes húmedos y cálidos como las piscinas (Panadés, 2015).

2.3. Justificación e Importancia.

Los problemas asociados a la contaminación del agua potable por la presencia de agentes patógenos cada vez generan más enfermedades en el organismo del ser humano, actualmente son motivo de interés mundial, ya que se puede dar situaciones de peligro biológico como la propagación de múltiples enfermedades y a los riesgos ambientales debido a la ausencia de tratamientos adecuados.

Teniendo en cuenta que el peligro más común y difundido, relativo al agua de consumo humano, su contaminación microbiana con aguas servidas o excretas del hombres y animales.

Para controlar estos peligros biológicos se aplican criterios (guías y estándares) para normar a calidad de aguas. Asimismo, métodos de tratamiento para lograr la desinfección y eliminación de agentes patógenos presentes en el agua.

La contaminación fecal del agua es un problema frecuente en países en desarrollo e importante causa de enfermedad. En Perú, se ha evidenciado que aproximadamente el 95% de los niños menores de cinco años que viven en zonas rurales están expuestos al consumo de agua contaminada con coliformes fecales, y que el agua está contaminada desde la fuente inicial hasta el punto en donde es consumida. En efecto, el agua contaminada representa una amenaza para la salud puesto que se comporta como un vehículo transmisor de microorganismos patógenos para humanos.

Con esta investigación, se pretende evaluar el efecto del peróxido de hidrógeno, siendo un proceso de oxidación química, más eficiente que la adición de cloro en la potabilización de agua del distrito de Llacanora, donde los resultados serán un gran aporte para investigaciones futuras o similares, así mismo puede servir como instrumento de orientación para la municipalidad distrital de Llacanora como institución pública para encontrar soluciones en el tratamiento adecuado del agua potable.

De tal manera que se garantizará la salud pública del distrito de Llacanora, al lograr el tratamiento con Peróxido de Hidrogeno para la eliminación de agentes patógenos presentes en el agua.

2.4. Marco Conceptual

2.4.1. Peróxido de Hidrógeno. Líquido incoloro con punto de ebullición a 150,2 °C, con una densidad relativa de 1,45 g/mL a 20 °C, cuya estabilidad depende del pH y de la temperatura, pHs menores de 9 el peróxido es relativamente estable en un intervalo de temperatura de 10 °C a 50 °C para períodos menores a 96 horas y a pH mayores a 9, existe una marcada descomposición a períodos mayores a 96 horas (Medina, C. et al., 2017).

2.4.2. Agua Potable. El agua potable, es un servicio básico en cualquier parte del mundo. Pero las comunidades ubicadas en los alrededores de las ciudades no son atendidas de igual manera que el área central de las mismas. Cada sistema de gobierno se encarga de distribuir el agua a sus comunidades. Sin embargo, no existe un monitoreo de la calidad del agua, no se lleva un control microbiológico sistemático, necesario para asegurar la potabilidad del agua (Alba, 2013).

2.4.3. Coliformes Totales. El grupo coliformes definido como todas las bacterias Gram negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperatura de 35 a 37°C, produciendo ácido y gas (CO₂) en 24 horas, aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática de la B-Galactosidasa. Entre ellos se encuentran los diferentes *Escherichia coli*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella* (Olivas, 2013).

2.4.4. Coliformes Termotolerantes. Los coliformes fecales también denominados termotolerantes, llamados así porque soportan temperaturas de hasta 45 °C, comprenden un grupo reducido de microorganismos indicadores de calidad, ya que son de origen fecal. Este tipo de microorganismos pertenece al grupo de los

coliformes totales, pero se diferencian de los demás en que son indol positivo, su presencia indica contaminación fecal de origen humano o animal, ya que las heces contienen dichos microorganismos, presentes en el microbiota intestinal y de ellos entre 90 y 100 % son E. coli (Olivas, 2013).

2.5. Hipótesis

- **H₁**: La oxidación del peróxido de hidrógeno reduce la concentración de coliformes totales y termotolerantes del agua potable del distrito de Llacanora, 2020.
- **H₀**: La oxidación del peróxido de hidrógeno no reduce la concentración de coliformes totales y termotolerantes del agua potable del distrito de Llacanora, 2020.

Capítulo III: Método de investigación

3. Tipo de Investigación

Es una investigación Cuasi - experimental, ya que evalúa el efecto de la variable independiente con el fin realizar un enfoque científico con la variable dependiente, sujeta a un experimento mediante un análisis sistemático en laboratorio, con el propósito de predecir y controlar los valores de los parámetros microbiológicos: Coliformes totales y termotolerantes. Estudio de investigación transversal, debido a que se tomó una muestra en una sola oportunidad de tiempo en el reservorio de agua potable del distrito de Llacanora durante el mes de julio del 2020.

Para ello de los 250 mL de muestra (Coliformes Totales y Termotolerantes o Fecales) se tomarán 50 mL y una concentración de 0.04mL del reactivo de Peróxido de Hidrógeno (H₂O₂) para proceder con el experimento. Empleando tres lapsos de tiempos de 15 min.

4. Diseño de Investigación

El estudio de investigación indica un diseño transversal, es decir, se realizó un registro de datos en un solo tiempo, basándose en el sentido estático de la comparación (Cabré ; s.f).

5. Área de Investigación

El distrito de Llacanora abarca una superficie de 49.42 km², ocupando el 1.66% de la Provincia de Cajamarca. La población en el Distrito de Llacanora según el censo del 2007 – INEI, es de 5,218 habitantes, siendo 2,785 mujeres y 2,543 hombres. Del total de la población el 87% pertenece a la zona rural. Geográficamente se ubica entre las coordenadas geográficas de 78°25'27" de Longitud Oeste y 7°11'27" de Latitud Sur.

Figura 1

Ubicación geográfica del estudio



Nota. Fuente propia

6. Población

Agua del reservorio de agua potable del distrito de Llacanora.

7. Muestra

Volúmenes de muestras para los parámetros de coliformes totales y termotolerantes, por punto de muestreo.

8. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

En la presente investigación se realizó el monitoreo del agua para consumo humano del distrito de Llacanora, para evaluar el efecto del peróxido de hidrógeno sobre la concentración de coliformes totales y termotolerantes del agua potable del distrito de Llacanora, 2020.

El procedimiento de monitoreo se basó en el DS. ECA DS N° 031-2010-SA. Para agua de consumo humano. Tomándose un solo punto de muestreo en el área de estudio.

8.1. Instrumentos

8.1.1. Medios de Transporte. Vehículo para transporte terrestre (camioneta).

8.1.2. Materiales

- Coolers grandes y pequeños
- Frascos de plástico y vidrio
- Baldes de plástico de primer uso y limpios (4L)
- Guantes descartables
- Mascarillas
- Pissetas
- Refrigerantes

8.1.3. Equipos

- GPS
- Cámara fotográfica

8.1.4. Formatos

- Ficha de Campo
- Cadena custodia

8.1.5. Material Cartográfico

- Mapa hidrográfico

8.1.6. Indumentaria de Protección

- Zapato de seguridad
- Botas de jebe
- Vestimenta de seguridad con cinta reflectiva (chaleco)

- Lentes
- Casco

8.1.7. Otros

- Plumones indelebles
- Lápices
- Cinta adhesiva
- Papel secante
- Libreta de campo
- Soga
- Cinta métrica
- Linterna de mano
- Tablero

8.2. Técnicas Para el Procesamiento y Análisis de Datos

8.2.1. Procesamiento de Datos. El procedimiento se basó en el monitoreo del agua para consumo humano del distrito de Llacanora, para evaluar el efecto del peróxido de hidrógeno sobre la concentración de coliformes totales y termotolerantes del agua potable del distrito de Llacanora, 2020. De acuerdo con el DS. ECA DS N° 031-2010-SA.

Para lo cual se tomó un solo punto de muestreo en el área de estudio para evaluar el efecto del peróxido de hidrógeno sobre la concentración de coliformes totales y termotolerantes del agua potable del distrito de Llacanora, 2020.

Las actividades que permitieron realizar lo antes indicado, fueron las siguientes:

- Concentración de Peróxido de hidrogeno (0.04mL – H₂O₂)
- Concentración de coliformes totales y coliformes termotolerantes.
- Análisis estadístico de los datos obtenidos.

Las principales técnicas que se utilizaron en la investigación son:

- Analizar las concentraciones de los parámetros.
- Evaluar el efecto del peróxido de hidrogeno.
- Comparar con el DS. ECA DS N° 031-2010-SA.

8.2.2. Técnicas de Análisis de Datos. Después de obtener los datos para la investigación se desarrollará de forma manual, para luego ser calculados, analizados y comparados con el DS. ECA DS N° 031-2010-SA. Normativa para agua de consumo humano. Y el análisis estadístico de la presente investigación se desarrollará mediante Tablas Cruzadas y con la prueba del Chi-Cuadrado de Pearson.

Capítulo IV: Resultados y discusión

4. Resultados

4.1. Determinación de la Concentración de Coliformes Totales y Termotolerantes de las Muestras de Agua Potable del Distrito de Llacanora con y sin Tratamiento

Los parámetros analizados fueron: Coliformes totales y termotolerantes del agua potable del distrito de Llacanora. Para disminuir las altas concentraciones de dichos parámetros se adicionó 0.04 mL de H₂O₂ en 50 mL de muestra durante 15 min. Los resultados obtenidos, tanto para los valores iniciales como finales, se muestran a continuación en las tablas 1 y 2.

Tabla 1

Promedio de microorganismos inicial de la muestra de agua potable del distrito de Llacanora, 2020.

Muestra de agua potable - Llacanora 2020	Parámetros microbiológicos	
	Coliformes totales (ufc/100 ml a 35°C)	Coliformes termotolerantes (ufc/100 ml a 44,5°C)
Concentración inicial	> 200	> 200

Nota. Esta tabla muestra que la concentración de los parámetros Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes, antes de la adición del Peróxido de Hidrógeno, superan drásticamente la normativa aplicable en el agua para consumo humano establecido en el DS. ECA DS N° 031 - 2010-SA - Límite Máximo Permisible de los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua potable.

Tabla 2

Promedio de microorganismos inicial de la muestra de agua potable del distrito de Llacanora, 2020.

Muestra de agua potable - Llacanora 2020	Parámetros microbiológicos	
	Coliformes totales (ufc/100 ml a 35°C)	Coliformes termotolerantes (ufc/100 ml a 44,5°C)
Concentración final	<1	<1

Nota. Esta tabla muestra la concentración de los parámetros Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes después de la adición del Peróxido de Hidrógeno el 100 % de los datos se ajustan a la normativa aplicable en el agua para consumo humano establecido en el DS. ECA DS N° 031-2010-SA - Límite Máximo Permisible de los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua potable.

4.2. Comparación de los Valores Obtenidos de Coliformes Totales y Termotolerantes, con y sin Tratamiento

Para hacer la comparación entre la cantidad de microorganismos Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes antes y después de la adición del Peróxido de Hidrógeno, se consideró a cada variable como categórica binomial. En este caso, los que superaban los límites máximos permisibles se consideraron que no cumplen y los que no superaban se consideraban que si cumplen con la normatividad vigente.

En la tabla 3 se detalla mediante las tablas cruzadas el recuento de Coliformes Totales sin tratamiento y con tratamiento, se observa que el recuento de Coliformes Totales en el 100 % de muestras no cumplen con la normatividad vigente y con tratamiento cumplen al 100 % de las muestras dicha exigencia.

Tabla 3

Tablas cruzadas con y sin tratamiento coliformes totales

		COLIFORMES_TOTALES		Total	
		NO CUMPLE	SI CUMPLE		
TRATAMIENTOS	SIN TRATAMIENTO	Recuento	4	0	4
		% Coliformes Totales	100.0%	0.0%	50.0%
	CON TRATAMIENTO	Recuento	0	4	4
		% Coliformes Totales	0.0%	100.0%	50.0%
Total	Recuento	4	4	8	
	% Coliformes Totales	100.0%	100.0%	100.0%	

En la tabla 4 se detalla, mediante las tablas cruzadas el recuento de Coliformes Termotolerantes sin tratamiento y con tratamiento, se observa que el recuento de Coliformes Termotolerantes en el 100 % de muestras sin tratamiento no cumplen con la normatividad vigente y con tratamiento cumplen al 100 % de las muestras dicha exigencia.

Tabla 4

Tablas cruzadas con y sin tratamiento Coliformes Termotolerantes

		Coliformes Termotolerantes		Total	
		NO CUMPLE	SI CUMPLE		
TRATAMIENTOS	SIN TRATAMIENTO	Recuento	4	0	4
		% Coliformes Termotolerantes	100.0%	0.0%	50.0%
	CON TRATAMIENTO	Recuento	0	4	4
		% Coliformes Termotolerantes	0.0%	100.0%	50.0%
Total	Recuento	4	4	8	
	% Coliformes Termotolerantes	100.0%	100.0%	100.0%	

Para comparar si existe diferencia entre la concentración de Coliformes Totales del agua potable del distrito de Llacanora Sin Tratamiento y Con Tratamiento cuyo parámetro de este

último se ajusta con la normatividad vigente DS. ECA DS N° 031-2010-SA se plantearon las siguientes hipótesis:

- **H₀**: La concentración de Coliformes Totales sin tratamiento y con tratamiento son iguales.
- **H₁**: La concentración de Coliformes Totales sin tratamiento y con tratamiento son diferentes.

En la tabla 5 se muestra el chi cuadrado para comprobar si existe diferencia entre la concentración de Coliformes Totales del agua potable del distrito de Llacanora Sin Tratamiento y Con Tratamiento, según los resultados el Chi-cuadrado de Pearson tiene una Significación asintótica (bilateral) de 0.005, lo que indica rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna por lo tanto la concentración de Coliformes Totales del agua potable del distrito de Llacanora sin tratamiento y con tratamiento de 0.04 mL de H₂O₂ en 50 mL de muestra durante 15 min. son diferentes y de este último el 100 % de los datos se ajustan con la normatividad vigente DS. ECA DS N° 031-2010-SA.

Tabla 5

Chi cuadrado para coliformes totales

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	8,000 ^a	1	.005		
Corrección de continuidad	4.500	1	.034		
Razón de verosimilitud	11.090	1	.001		
Prueba exacta de Fisher				.029	.014
Asociación lineal por lineal	7.000	1	.008		
N de casos válidos	8				

Del mismo modo, para comparar si existe diferencia entre la concentración de Coliformes Termotolerantes del agua potable del distrito de Llacanora Sin Tratamiento y Con Tratamiento cuyo parámetro de este último se ajusta con la normatividad vigente DS. ECA DS N° 031-2010-SA, se plantearon las siguientes hipótesis:

- **H0:** La concentración de Coliformes Termotolerantes sin tratamiento y con tratamiento son iguales.
- **H1:** La concentración de Coliformes Termotolerantes sin tratamiento y con tratamiento son diferentes.

En la tabla 6 se muestra el chi cuadrado para comprobar si existe diferencia entre la concentración de Coliformes Termotolerantes del agua potable del distrito de Llacanora Sin Tratamiento y Con Tratamiento, según los resultados el Chi-cuadrado de Pearson tiene una Significación asintótica (bilateral) de 0.005, lo que indica rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna por lo tanto la concentración de Coliformes Termotolerantes del agua potable del distrito de Llacanora sin tratamiento y con tratamiento de 0.04 mL de H₂O₂ en 50 mL de muestra durante 15 min. son diferentes y de este último el 100 % de los datos se ajustan con la normatividad vigente DS. ECA DS N° 031-2010-SA

Tabla 6

Chi cuadrado para coliformes termotolerantes

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	8,000 ^a	1	.005		
Corrección de continuidad ^b	4.500	1	.034		
Razón de verosimilitud	11.090	1	.001		
Prueba exacta de Fisher				.029	.014
Asociación lineal por lineal	7.000	1	.008		
N de casos válidos		8			

5. Discusión

En referencia a los parámetros analizados: Coliformes totales y coliformes termotolerantes del agua para consumo humano del distrito de Llacanora, 2020. Las muestras fueron tomadas durante el mes de diciembre de 2021, en una sola oportunidad de tiempo. Los resultados arrojados muestran concentraciones elevadas, superando drásticamente los Estándares establecidos en el DS. ECA DS N° 031-2010-SA- Límite Máximo Permisible de los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua potable. Sin embargo, después el proceso de adición de 0.04 mg/L de peróxido de hidrogeno, se logró la remoción de los coliformes totales y coliformes termotolerantes presentes en el agua para consumo humano en el distrito de Llacanora, 2020. Ya que, la presencia de estos microorganismos presentes en el agua para consumo humano presentaría una gran amenaza para la salud pública del distrito de Llacanora. Ante esta investigación surge la discusión de autores que resaltan la importancia del potable y su contaminación. Tobón et al., (2017) Conceptualiza que agua es el líquido más importante sobre la tierra y a la vez su disponibilidad es un factor crítico para la supervivencia del desarrollo de toda forma viva en el planeta, es por ello, que las autoridades e instituciones competentes deben priorizar los proyectos de agua y saneamiento en zonas rurales y urbanas.

Del mismo modo, cierta investigación desarrollada en el año 2015 por el autor: Panadés, A. (2015) quien estipula, que el acceso al agua potable es fundamental para la salud, siendo uno de los derechos básicos y un componente de las prácticas eficaces para la protección de la salud. Sin embargo, la baja calidad del agua sigue siendo una gran amenaza para la salud humana. Asimismo, Alba, J. (2013) señal que la presencia de agentes patógenos en agua potable es un riesgo significativo para la salud de los consumidores. Concluyendo que el agua potable es fundamental para todo ser viviente, aparte de ser un derecho básico de la protección de la salud.

Coincidiendo con la investigación de: Sosa, S. (2018) Quien, realizó un estudio de investigación sobre la contaminación del agua por bacterias patógenas (BP). Con el objetivo de determinar la asociación entre el riesgo del agua contaminada dispuesta para consumo y el estado de portador de BP en niños menores de tres años. Para ello se realizó un análisis transversal usando muestras de heces de niños, muestras de agua para beber y encuestas provenientes de 199 casas seleccionadas aleatoriamente de tres comunidades rurales de la costa sur del Perú. Llegando a una conclusión que el agua es de alto riesgo dispuesta para consumo estuvo asociado a una mayor prevalencia de niños portadores de BP. Por lo tanto, se sugiere el desarrollo de futuros estudios que corroboren la asociación observada con el objetivo de plantear estrategias de salud pública que eviten la generación de portadores de BP. Asimismo, Cahuana, R. & Crisostomo, H. (2017) En su estudio de investigación sobre la determinación del nivel de contaminación microbiológica en aguas de consumo humano en el sector Sequia Alta, Santa Bárbara, Huancavelica - 2017. Empleó diez muestras de agua de consumo humano para proseguir con el análisis en laboratorio. La técnica para la recolección de datos fue la observación con su instrumento guía de observación. Los resultados obtenidos fueron 2,8 promedio de contaminación microbiológica para la muestra uno y 0,6 promedio de contaminación microbiológica para la muestra dos. En conclusión, se presentó microorganismos patógenos, superando los límites máximos permisibles del reglamento de calidad de agua para el consumo humano. La OMS considera que el agua para consumo debe estar libre de microorganismos que afecten la salud humana, para lo cual es importante su tratamiento, almacenamiento y aislamiento de redes de aguas residuales.

Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones

5. Conclusiones

- La concentración de Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes antes de la adición del Peróxido de Hidrógeno el 100 % superaron drásticamente los valores del DS. ECA DS N° 031-2010-SA - Límite Máximo Permisible de los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua potable (NMP > 200) y luego del tratamiento el 100 % de los datos se ajustan a la normativa vigente (NMP < 1).
- La concentración de Coliformes Totales del agua potable del distrito de Llacanora sin tratamiento y con tratamiento de 0.04 mL de H₂O₂ en 50 mL de muestra durante 15 min. son diferentes y de este último el 100 % de los datos se ajustan con la normatividad vigente DS. ECA DS N° 031-2010-SA.
- El peróxido de hidrógeno tiene un efecto significativo sobre la concentración de coliformes totales y termotolerantes del agua potable del distrito de Llacanora, 2020 y hace que este se ajuste al DS. ECA DS N° 031-2010-SA.

6. Recomendaciones

- Implementar y ejecutar los diseños propuestos para las estructuras hidráulicas que presentan deficiencias en su funcionamiento, y de esta manera lograr que el sistema de acueducto satisfaga la demanda de la población.
- Se recomienda la implementación de un sistema de tubería de paso directo, o By Pass, para el desarenador, con el fin de no suspender el suministro del agua cuando se realiza el mantenimiento de la estructura.

- Llevar a cabo el mantenimiento propuesto a cada una de las estructuras hidráulicas que componen el sistema de acueducto, con el fin de mejorar la prestación del servicio, la eficiencia y el costo operacional.
- Se recomienda llevar a cabo el trazado de la red de distribución de la cabecera municipal en las zonas destinadas para andenes, con el fin de proteger la tubería de esfuerzos generados por el flujo vehicular.

REFERENCIAS

- Alba, J. d. (2013). Riesgos microbiológicos en agua de bebida: una revisión clínica . *Revista Química Viva*.
- Alcaraz, R. B. (Abri de 2017). *PROCESOS REDOX*. Obtenido de <https://www.tiloom.com/procesos-redox/>
- ANA. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales- (Resolución Jefatural N° 010 - 2 016 - ANA)*.
- Ávila, D., & Silva, C. (2010). *Tratamiento de lixiviados diluido con aguas residuales en una planta piloto a escala de un sistema de lodos activados con el fin de lograr un efluente optimo*. Lima-Perú.
- Cabré ; s.f. (s.f.). *Diseños cuasiexperimntales y longitudinales*. Departamento de Metodología de les Ciencias del Comportamiento, Facultad de Psicología, Universidad de Barcelona.
- Cahuana, R., & Crisostomo, H. (2017). *Nivel de contaminacion microbiologica en agua de consumo humano en el sector Sequia Alta, Santa Barbara - Huancavelica- 2017*. Huancavelica - Perú.
- Castañeda, A. (2014). *Procesos de oxidación avanzada aplicados en el trtamiento de aguas de la industria del petróleo*. Escuela Colombiana de ingeniería “Julio Garavito” especializacion en recursos hidraulicos y medio ambiente.
- Chávez, W. (2011). *Tratamiento de lixiviados generados en el relleno sanitario de la Cd. de Chihuahua, Méx*. Chihuahua.

Chen, Z. (8 de Junio de 2017). Desarrollan dispositivo solar que produce peróxido de hidrógeno para purificación de agua. Universidad de Stanford.

Corena, M. D. (2008). *Sistemas de tratamiento para lixiviados generados en Rellenos Sanitarios*.
Obtenido de <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/304/2/628.44564C797.pdf>

Escarcena, A. M. (2018). *Reducción de la demanda química de oxígeno en lactosuero mediante el proceso Fenton*. Puno - Perú.

Gianoli, A. (2018). “*Estudio microbiológico y físico químico de la calidad del agua en seis puntos de la Bahía de Sechura – Piura*”. Lima - Perú.

GilPavas, E. (2011). *Procesos avanzados de oxidación para el tratamiento de residuos líquidos peligrosos procedentes de los laboratorios de Ingeniería de Procesos*. Universidad EAFIT, Grupo de investigación de procesos ambientales y biotecnológicos, Medellín.

Huichapa, A. et al. (2016). Tratamiento de lixiviados generados en un sitio de disposición final de RSU mediante los procesos de Fenton y Foto-Fenton. Universidad de Guanajuato, Campus Guanajuato, División de Ingenierías, Departamento de Ingeniería Civil. Av. Juárez No.77 Col. Centro 3600. Guanajuato.

Jesús, B. et al. (2016). *Proceso Fenton para lixiviados pretratados biológicamente*. Departamento de Ingeniería Química. Instituto Tecnológico de Tapachula. Tapachula, Chiapas.

León, P. P. (2010). Metodología de la Investigación II. *Diseños de investigación*.

Medina, C. (2018). *Aplicación del proceso Fenton para degradar aguas residuales del camal de Chota*. Universidad Nacional Autónoma de Chota.

Medina, C. et al. (2017). *Optimización del proceso Fenton en el tratamiento de lixiviados de rellenos sanitarios*. Huancayo-Perú.

Mende et al. (2010). *Tratamiento de lixiviados por oxidación Fenton*. México.

Méndez, R. et al. . (2010). *Tratamiento de lixiviados por oxidación Fenton*. México.

MINAM. (2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias*.

MINSA. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano*. Lima - Perú.

Monago, R., & Charapaqui, R. (2014). “*Determinación experimental de la cinética aparente de la degradación del O-Clorofenol por ozono en el medio acuoso*”. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo.

Olivas, A. O. (2013). *Calidad microbiológica del agua obtenida por condensación de la atmósfera en Tlaxcala, Hidalgo y ciudad de México*.

Pajares, E. (2002). *Microorganismos indicadores de calidad del agua de consumo humano en lima metropolitana*. Lima - Perú.

Panadés, A. R. (2015). *Análisis de la calidad microbiológica de los Sistemas de Almacenamiento de Agua Potable, estudio de la situación actual en la ciudad de Rosario, en la República de la Argentina*”. *Ciencias ambientales*.

Pelayo, D. (2018). *Procesos de oxidación avanzada: Avances recientes y tendencias futuras*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación, Universidad de Cantabria .

- Rosales, R. (2017). *Reducción del contenido de colorantes en efluentes de la industria textil usando el proceso fenton, Zarate, 2017*. Universidad Cesar Vallejo, Lima Perú.
- Sánchez, C. (2015). *Reacciones Fenton (FT-TER-003)*. Universidad de Coruña-water and environmental engineering group.
- Sánchez, J. R. (2018). Calidad del agua para consumo humano en el corredor ecológico ecuatoriano Llanganates-Sangay. *UNIANDES EPISTEME: Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación*. ISSN 1390-9150 Velasteguí Sánchez, J.R. Vol. (5). Núm. (1) Ene-Mar 2018.
- Sosa, S. O. (2018). *Contaminación fecal del agua dispuesta para el consumo humano y su asociación con la presencia de bacterias patógenas en niños menores de cinco años de tres comunidades rurales peruanas*. Universidad Cayetano Heredia, Escuela de Posgrado-Lima- Perú.
- Taco, M., & Mayorga, E. (2013). *Aplicación del método Fenton en la disminución de materia orgánica en aguas residuales de la industria termoeléctrica*. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas, Ciudadela Universitaria, Quito-Ecuador.
- Terán, M. (2016). *Estudio de la aplicación de proceso de oxidación avanzada a aguas contaminadas*. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona.
- Tobón et al. (2017). *Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano*. Universidad de Antioquia. Colombia.
- Tobón, S. (2017). *Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano*.

Valles, A. (2013). *Tratamiento Físicoquímico y Biológico de lixiviado del Relleno Sanitario de la ciudad de Chihuahua*. Centro de investigación en materiales avanzados - Chihuahua.

Vásquez, M. (2017). *Efecto de los microorganismos eficaces en la calidad físicoquímica y microbiológica de los lixiviados del relleno sanitario municipal de Cajamarca*. Universidad Nacional De Cajamarca. Escuela De Postgrado. Cajamarca. Perú.

Venegas, C. (2014). *Evaluación de la calidad microbiológica del agua para consumo y del agua residual en una población de Bogotá (COLOMBIA)*. Colombia.

Vicent et al. (2017). *PROCESOS DE OXIDACIÓN AVANZADA EN EL CICLO INTEGRAL DEL AGUA*. Cátedra FACSA de innovación en el ciclo integral del agua.

Anexos

Anexo 1: Fotos de estudio

Figura 2

Toma de muestras del agua potable del distrito de Llacanora



Figura 3

Análisis microbiológico: Filtración por membrana



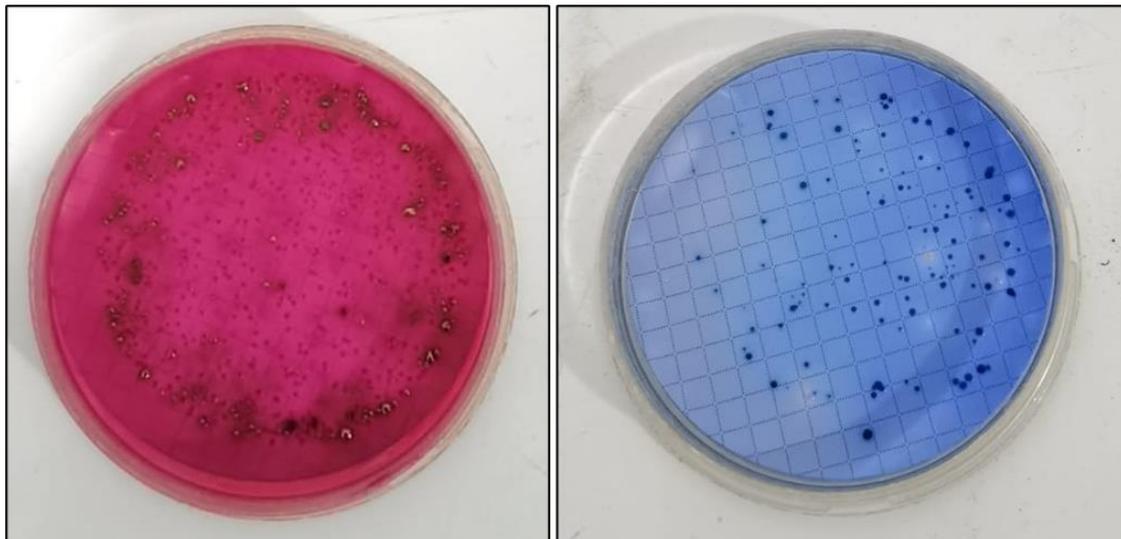
Figura 4

Incubación de coliformes totales y termotolerantes



Figura 5

Lectura de muestras con presencia de coliformes totales y termotolerantes



Anexo 2: Resultados de laboratorio



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS



DATOS DEL CLIENTE

Solicitante: Santos del Pilar Bueno Sánchez / Marco Augusto Chávez Delgado
Ruc / DNI: 71447826/47239672
Representante: Santos del Pilar Bueno Sánchez / Marco Augusto Chávez Delgado
Correo electrónico: pilarbuenosanchez189@gmail.com/ marco90_29@hotmail.com
Teléfono: 993307228/917831980
Proyecto: EFECTO DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES DEL AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE LLACANORA, 2020

CONTROL DEL LABORATORIO

Fecha de recepción: 01/10/2021
Fecha de ejecución: 01/10/2021
Fecha de reporte: 04/10/2021





GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS



RESULTADOS DE ENSAYOS

PRIMERA SEMANA	MÉTODO: FILTRO POR MEMBRANA				ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO S/T								ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO C/T							
	FECHA	LOCALIDAD	PUNTO DE MUESTREO	CONCENTRACIÓN DE H2O2/LITRO DE MUESTRA	COLIFORMES TOTALES (1)	COLIFORMES TOTALES (1/10)	COLIFORMES TOTALES (1/100)	COLIFORMES TOTALES (X)	COLIFORMES FECALES (1)	COLIFORMES FECALES (1/10)	COLIFORMES FECALES (1/100)	COLIFORMES FECALES (X)	COLIFORMES TOTALES (1)	COLIFORMES TOTALES (1/10)	COLIFORMES TOTALES (1/100)	COLIFORMES TOTALES (X)	COLIFORMES FECALES (1)	COLIFORMES FECALES (1/10)	COLIFORMES FECALES (1/100)	COLIFORMES FECALES (X)
					>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	<1	<1	<1	<1	<1
1/10/2021	Llacanora	Reservorio	0.04ml	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
1/10/2021	Llacanora	Vivienda Inicial	0.04ml	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
1/10/2021	Llacanora	Vivienda Final	0.04ml	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
Bgo. Jorge ...
DIRECTOR DEL LABORATORIO



Gobierno Regional de Cajamarca
 Dirección Regional de Salud Cajamarca
 Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS



DATOS DEL CLIENTE

Solicitante: Santos del Pilar Bueno Sánchez / Marco Augusto Chávez Delgado

Ruc / DNI: 71447826/47239672

Representante: Santos del Pilar Bueno Sánchez / Marco Augusto Chávez Delgado

Correo electrónico: pilarbuenosanchez189@gmail.com/ marco90_29@hotmail.com

Teléfono: 993307228/917831980

Proyecto: EFECTO DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES DEL AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE LLACANORA, 2020

CONTROL DEL LABORATORIO

Fecha de recepción: 15/10/2021

Fecha de ejecución: 15/10/2021

Fecha de reporte: 18/10/2021



Gobierno Regional de Cajamarca
 Dirección Regional de Salud Cajamarca
 Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS



RESULTADOS DE ENSAYOS

SEGU NDA SEMA NA	METODO: FILTRO POR MEMBRANA				ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO S/T								ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO C/T							
	FECHA	LOCALIDAD	PUNTO DE MUESTRO	CONCENTRACION DE H2O2/LITRO DE MUESTRA	COLIFORMES TOTALES (1)	COLIFORMES TOTALES (1/10)	COLIFORMES TOTALES (1/100)	COLIFORMES TOTALES (X)	COLIFORMES FECALES (1)	COLIFORMES FECALES (1/10)	COLIFORMES FECALES (1/100)	COLIFORMES FECALES (X)	COLIFORMES TOTALES (1)	COLIFORMES TOTALES (1/10)	COLIFORMES TOTALES (1/100)	COLIFORMES TOTALES (X)	COLIFORMES FECALES (1)	COLIFORMES FECALES (1/10)	COLIFORMES FECALES (1/100)	COLIFORMES FECALES (X)
					>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	<1	<1	<1	<1	<1
15/10/2021	Llacanora	Reservorio	0.04ml	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
15/10/2021	Llacanora	Vivienda Inicial	0.04ml	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
15/10/2021	Llacanora	Vivienda Final	0.04ml	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Gobierno Regional de Cajamarca
 Dirección Regional de Salud
 Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental
 Dr. Jorge Luis Córdova
 Laboratorio de Aguas y Alimentos
 - 05102 -



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS



DATOS DEL CLIENTE

Solicitante: Santos del Pilar Bueno Sánchez / Marco Augusto Chávez Delgado

Ruc / DNI: 71447826/47239672

Representante: Santos del Pilar Bueno Sánchez / Marco Augusto Chávez Delgado

Correo electrónico: pilarbuenosanchez189@gmail.com/ marco90_29@hotmail.com

Teléfono: 993307228/917831980

Proyecto: EFECTO DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES DEL AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE LLACANORA, 2020

CONTROL DEL LABORATORIO

Fecha de recepción: 22/10/2021

Fecha de ejecución: 22/10/2021

Fecha de reporte: 25/10/2021



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS



RESULTADOS DE ENSAYOS

METODO: FILTRO POR MEMBRANA				ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO S/T								ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO C/T								
TERCERA SEMANA	FECHA	LOCALIDAD	PUNTO DE MUESTREO	CONCENTRACION DE H2O2/LITRO DE MUESTRA	COLIFORMES TOTALES (1)	COLIFORMES TOTALES (1/10)	COLIFORMES TOTALES (1/100)	COLIFORMES TOTALES (X)	COLIFORMES FECALES (1)	COLIFORMES FECALES (1/10)	COLIFORMES FECALES (1/100)	COLIFORMES FECALES (X)	COLIFORMES TOTALES (1)	COLIFORMES TOTALES (1/10)	COLIFORMES TOTALES (1/100)	COLIFORMES TOTALES (X)	COLIFORMES FECALES (1)	COLIFORMES FECALES (1/10)	COLIFORMES FECALES (1/100)	COLIFORMES FECALES (X)
	22/10/2021	Llaccanora	Reservorio	0.04ml	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	22/10/2021	Llaccanora	Vivienda Inicial	0.04ml	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	22/10/2021	Llaccanora	Vivienda Final	0.04ml	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
Alvarez
Dpto. Jorge Chávez s/n. Arequipa
LABORATORIO DE AGUAS Y ALIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS



DATOS DEL CLIENTE

Solicitante: Santos del Pilar Bueno Sánchez / Marco Augusto Chávez Delgado
Ruc / DNI: 71447826/47239672
Representante: Santos del Pilar Bueno Sánchez / Marco Augusto Chávez Delgado
Correo electrónico: pilarbuenosanchez189@gmail.com/ marco90_29@hotmail.com
Teléfono: 993307228/917831980

Proyecto: EFECTO DEL PERÓXIDO DE HIDRÓGENO SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES DEL AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE LLACANORA, 2020

CONTROL DEL LABORATORIO

Fecha de recepción: 29/10/2021
Fecha de ejecución: 29/10/2021
Fecha de reporte: 02/11/2021



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS



RESULTADOS DE ENSAYOS

CUAR TA SEM ANA	METODO: FILTRO POR MEMBRANA				ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO S/T								ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO C/T							
	FECHA	LOCALIDAD	PUNTO DE MUESTREO	CONCENTRACION DE H2O2/LITRO DE MUESTRA	COLIFORMES TOTALES (1)	COLIFORMES TOTALES (1/10)	COLIFORMES TOTALES (1/100)	COLIFORMES TOTALES (X)	COLIFORMES FECALES (1)	COLIFORMES FECALES (1/10)	COLIFORMES FECALES (1/100)	COLIFORMES FECALES (X)	COLIFORMES TOTALES (1)	COLIFORMES TOTALES (1/10)	COLIFORMES TOTALES (1/100)	COLIFORMES TOTALES (X)	COLIFORMES FECALES (1)	COLIFORMES FECALES (1/10)	COLIFORMES FECALES (1/100)	COLIFORMES FECALES (X)
	29/10/2021	Llacanora	Reservorio	0.04ml	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
29/10/2021	Llacanora	Vivenda Inicial	0.04ml	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
29/10/2021	Llacanora	Vivenda Final	0.04ml	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	>200	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

LEYENDA :	
S/T	SIN TRATAMIENTO
C/T	CON TRATAMIENTO

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
Sra. Jorgelina Salazar Caballero
LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL