

FACULTAD DE INGENIERÍA



CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“SISTEMA DE TRATAMIENTO BAJO EL
REGLAMENTO DE CALIDAD DS. N° 031-2010 S.A.
DE AGUA DE POZO EN LA EMPRESA
EMBOTELLADORA INDUSTRIAS DE LOS ANDES
DEL PERU E.I. R.L”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA AMBIENTAL

Autora:

Claudia Martha Maria Vereau Aldave

Asesor:

Mg. Grant Ilich LLaque Fernández

Trujillo - Perú

2022

DEDICATORIA

La presente investigación está dedicada a mis padres, por su constante apoyo en el transcurso de nuestra carrera; ya que, gracias a ellos he logrado llegar hasta aquí, brindándome soporte en todo momento para poder culminar mi carrera.

A mis familiares por su apoyo moral, a lo largo de esta etapa de mi vida.

Y a todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme y guiarme a lo largo de mi carrera,
Gracias a mis padres: por ser los principales motivadores a seguir mis sueños, por confiar
en mí, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.
Agradezco a mis docentes de la Escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad Privada
del Norte – Campus San Isidro, que me guiaron, compartiendo sus conocimientos como
también; valores para ser mejor profesional.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN.....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad Problemática	10
1.1.1. Realidad Problemática	10
1.1.2. Justificación	12
1.2. Formulación del problema	12
1.3. Antecedentes	13
1.4. Marco Conceptual.....	19
1.5. Marco Normativo	26
1.6. Objetivos	27
1.6.1. Objetivo General	27
1.6.2. Objetivos Específicos.....	27
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	28
2.1. Tipo de investigación	28
2.2. Diseño de investigación.....	28
2.3. Métodos, técnicas e instrumentos.....	29
2.3.1. Método.....	29
2.3.2. Técnicas	29
2.3.3. Instrumentos.....	29
2.4. Procedimiento.....	29
CAPÍTULO III. RESULTADOS	37

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	62
REFERENCIAS	71
ANEXOS	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	30
Tabla 2. Tabla de registro de datos	31
Tabla 3. Propuesta para el sistema de tratamiento de agua potable.	38
Tabla 4. Descripción de los equipos usados en el sistema de tratamiento para agua de pozo	39
Tabla 5. Indicadores de la calidad de agua potable seleccionados según el D.S. 031-2010 S.A. para el agua de pozo	41
Tabla 6. Inversión en envasado de agua de mesa.....	60
Tabla 7. Costos de envases de agua de mesa.....	60
Tabla 8. Monto de inversión del sistema completo de agua de mesa.	61
Tabla 9. Matriz de consistencia.....	77
Tabla 10. Matriz de operacionalización.....	79
Tabla 11. Comparación de análisis resultados desde el año 2016 a la actualidad para la empresa industrias de los andes del Perú E.I.R.L.....	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de sistema de flujo de tratamiento de agua de pozo	40
Figura 2. Variación del parámetro turbiedad de agua de pozo.....	42
Figura 3. Variación del parámetro pH de agua de pozo	43
Figura 4. Variación del parámetro conductividad del agua de pozo.....	44
Figura 5. Variación del parámetro dureza del agua de pozo	45
Figura 6. Variación del parámetro cloruros del agua de pozo	46
Figura 7. Variación del parámetro sulfatos del agua de pozo.	47
Figura 8. Variación del parámetro nitratos del agua de pozo.....	48
Figura 9. Variación del parámetro cianuro del agua de pozo.....	49
Figura 10. Variación del parámetro aluminio del agua de pozo	50
Figura 11. Variación del parámetro cobre del agua de pozo.....	51
Figura 12. Variación del parámetro hierro del agua de pozo.	52
Figura 13. Variación del parámetro manganeso del agua de pozo.	53
Figura 14. Variación del parámetro zinc del agua de pozo	54
Figura 15. Variación del parámetro coliformes totales del agua de pozo	55
Figura 16. Variación del parámetro coliformes termotolerantes del agua de pozo	56
Figura 17. Instalaciones de Planta de Tratamiento de Agua de Mesa	57
Figura 18. Sistema completo de tratamiento de agua de mesa.....	58

Figura 19. Diagrama de procesos del sistema de agua de mesa.....	59
Figura 20. Ubicación de la empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.	84
Figura 21. Caracterización de agua de pozo del año 2016.	81
Figura 22. Caracterización de agua de pozo del año 2020.	82
Figura 23. Cotización de la empresa A&B Ecosistemas S.A.C	92
Figura 24. Cotización de la empresa A&B Ecosistemas S.A.C	93
Figura 25. Cotización de la empresa AquaMarket.....	94
Figura 26. Autorización de uso de información.	99

RESUMEN

El acceso al agua potable es un derecho humano, este es de vital importancia para conservar una buena salud; por ello, la presente investigación tuvo como objetivo general proponer un sistema de tratamiento bajo el Reglamento de Calidad D.S. N° 031-2010-SA para mejorar la calidad de agua de pozo en la empresa embotelladora Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L; para ello, se aplicó el método inductivo-deductivo; donde, se analizaron los datos de las caracterizaciones de los años 2016 y 2020; respecto, a los resultados, los parámetros físicos y químicos estuvieron dentro de lo que exige la norma, mientras que en coliformes totales, hubo una elevada concentración de 8 UFC/100mL, debido a la presencia de un pozo séptico cerca del lugar; por esta razón, se diseñó un sistema de tratamiento para la producción de agua de mesa, los cuales son: extracción de agua por bombeo, transporte de agua para filtración, desinfección por radiación UV y ozonificación; por último, transporte de agua hacia tanques de almacenamiento, dicho diseño, será eco amigable; ya que, la distribución de agua se realizará por envases de vidrio y cartón ecológico.

Palabras clave: Sistema de tratamiento, Calidad de agua, agua de mesa

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

- Realidad Problemática

Con la pandemia mundial provocada por la Covid-19, hemos aprendido que el agua es de vital importancia para frenar la propagación del virus, así como muchas otras enfermedades infecciosas (Aquae, 2021). Existen diferentes medidas que pueden ayudar a preservar la calidad del agua, protegiendo las fuentes de abastecimiento, tratando el agua en el punto de distribución, recogida o consumo, y asegurarse de que el agua tratada se almacene de forma segura utilizando recipientes tapados que se limpien periódicamente.

Los métodos que se usan comúnmente para el tratamiento del agua que filtran y desinfectan esta deberían de inactivar el virus de la COVID-19. Se ha demostrado que otros coronavirus humanos son sensibles a la cloración y a la desinfección con luz ultravioleta (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2020). Sin embargo, esta pandemia también ha evidenciado aún más la vulnerabilidad de los casi 3 millones de personas que no tienen acceso al agua (Aquae, 2021).

El acceso al agua potable es uno de los mayores retos a los que la sociedad se enfrenta en el siglo XXI. Pese a ser derecho fundamental para el ser humano, más de 2 mil millones de personas usan agua contaminada de origen fecal, causando más de medio millón de muertes al año (Pichel, Vivar y Fuentes, 2018). En el mundo, las regiones de Oriente Medio y el Norte de África son las más afectadas por la escasez de agua. Pero no son las únicas, en Asia y Pacífico más de la mitad de los países de estas regiones sufren de escasez de agua, situación que se agrava, también, con los efectos del cambio climático (García, 2020).

En América Latina se encuentran alrededor del 30 % de las fuentes de agua dulce del mundo; pero también se enfrenta a una crisis de agua que afecta a la salud. Debido a un aproximado del 40 % del agua para el consumo y el uso humano en esta región no recibe ningún tipo de tratamiento (Prashad, 2020). Esta problemática existe, en muchos de los países de América Latina, un problema crítico, que se refleja en las bajas coberturas en los sectores pobres y el aumento de precio del servicio. Cuando hay subsidios, estos están orientados a la oferta, produciéndose consecuencias negativas respecto a la eficiencia, equidad y competencia, viéndose reflejado en una baja calidad y cantidad del servicio (Jouravlev, Saravia, y Gil, 2021).

En nuestro país la realidad es similar, el servicio de agua potable para el espacio rural solo llega a un 75,3% (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2019). Cifras que, en departamentos como Cajamarca, se ven totalmente diferentes, puesto que solo el 55.3% de los pobladores tenían acceso al servicio de agua potable. Pero, con la reciente inauguración de una nueva planta de tratamiento posibilita el abastecimiento a un poco más del 80%. (Municipalidad Provincial de Cajamarca [MPC], 2019). Aun así, sigue existiendo una amplia demanda de este servicio, Por lo que se requiere de medios adicionales que lo brinden.

La Organización Mundial de la Salud (2018) señala que el agua envasada es una forma efectiva de proporcionar agua de consumo humano; además, recalcan que es necesario que el agua haya pasado por un sistema de tratamiento, para asegurar su calidad. Para la producción de agua envasada, es necesaria una planta purificadora, la

cual tiene como propósito producir agua tratada, mediante una serie de procesos físicos, químicos y biológicos (Ministerio de Salud [MINSAL], (2011)).

En tal sentido, Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L es una empresa cajamarquina, perteneciente a las MYPE, la cual quiere dar inicio a su producción de agua envasada; sin embargo, existe un problema con el agua cruda; ya que, cerca del lugar, a una distancia de 100 metros aproximadamente se encontraba un pozo séptico, por lo que con el pasar de los años ha ido afectando drásticamente los parámetros del agua cruda , específicamente los coliformes ha ido aumentando en coliformes totales de 0 UFC/100 a 8 UFC/100. Por consiguiente, el agua no es apta para consumo humano; además, de no cumplir con los estándares establecidos en el Reglamento de Calidad para Consumo Humano por el D.S N° 031-2010-SA, debido a que al tener un alto contenido de coliformes totales puede causar daños a la salud.

▪ **Justificación**

Esta investigación pretende determinar un sistema de purificación adecuado para producir agua embotellada en las instalaciones de la empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L; ya que, varias urbanizaciones rurales pertenecientes al centro poblado de Huacariz - Cajamarca no cuentan con un servicio de agua potable continuo e inclusive algunas no cuentan con ello; debido a esta problemática, es necesario que los pobladores cuenten con agua de calidad adecuada para ser consumida. En tal sentido, se pretende producir un agua de buena calidad basándose en la normativa establecida por el Ministerio de Salud D.S N°031-2010-SA; para no afectar la salud de los consumidores y poder satisfacer su demanda. problema

Frente al problema descrito, se plantea la siguiente pregunta de investigación:
¿Cuál es el sistema de tratamiento en función del reglamento de calidad DS. N°031-2010-SA para mejorar la calidad de agua de pozo en la empresa embotelladora industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.?

Como línea de investigación se centró en la salud pública y poblaciones vulnerables, y como sub-línea urbanismo, saneamiento, movilidad urbana.

– Antecedentes

Mwabi, et al., (2012), esta publicación examinó cinco tipos de filtros y evaluó la capacidad para mejorar la calidad del agua potable a nivel doméstico. Para ello, se fabricaron sistemas de tratamiento de agua domésticos y se evaluó su eficiencia para eliminar turbidez, coliformes fecales y *Escherichia coli* de múltiples muestras de agua, utilizando métodos estándar. El rendimiento del filtro poroso impregnado de plata pot (siglas en inglés: SIPP) para eliminar turbidez y bacterias indicadoras ($>5 \log_{10}$, 100%) fue significativamente mayor en comparación con el de los otros ($p < 0.05$). Se concluye que el filtro SIPP puede ser un sistema de tratamiento eficaz y sostenible para las comunidades rurales; ya que, eliminó la concentración total de bacterias, se puede fabricar con materiales locales disponibles y es fácil de operar y mantener.

En la investigación de Jiménez (2015), describe actividades de una planta embotelladora y propone mejoras; por ello, evaluaron instalaciones de plantas, donde se examinaron dos ambientes de trabajo: realizaron un tratamiento del agua y el del envasado; además se señaló que se trata el agua a través de distintos procesos: filtros para retener partículas en suspensión, filtro relleno de carbón activado, filtro

intermedio, tratamiento por resinas iónicas y filtros pulidores de 5 micrones; para luego llegar a la fase de desinfección; finalmente, la inyección de ozono para la sanitización. Dando como resultado, que las correcciones realizadas permitieron mejorar notablemente el ritmo y orden en el proceso de elaboración de agua potable.

Se considera también el aporte de Mondragón (2016), quien evaluó un sistema de potabilización en la ciudad de Vines, para mejorar la calidad de vida de los pobladores; para ello realizó una observación visual, procesamiento de información y toma de muestras para procesar los planos y cálculos. Según sus resultados, dicha zona contiene un pozo profundo, por el cual la mayor parte de la población se encuentra insatisfecha, debido a la coloración oscura de sus aguas; según los análisis, ello se debe a la combinación de hierro y manganeso; además, al realizar una comparación entre el agua de pozo y del río que se encuentra cerca de la zona, se determinó que el agua del río es mejor para el tratamiento de agua potable, al estar más cerca de los parámetros establecidos por la norma. Se concluyó que es necesario realizar un diseño de desarenadores porque el agua cruda puede traer consigo arena, causando daños en las bombas de agua.

De acuerdo a la revisión de antecedentes, respecto a la aplicación de osmosis inversa, en donde se encontraron artículos que aprueban dicha implementación. A partir de la investigación realizada por Semino (2015) y Meléndez (2018), podemos denotar que el tratamiento de osmosis inversa para plantas de producción de agua de mesa garantiza la purificación del agua. Semino (2015) nos dice, que el tratamiento es un proceso que elimina bacterias eficazmente; además de disminuir los parámetros fisicoquímicos y asegurar un agua de mejor calidad de esta y Meléndez (2018)

concluye que la ósmosis inversa es factible, complementado con radiación UV, pues, elimina el 99.99% de virus, bacterias y protozoos garantizando la purificación del agua.

Castillo y Jave (2019), esta investigación, realiza un diagnóstico y propuesta para el proceso de embotellamiento de agua de mesa usando agua del manantial La Constancia ubicado en el distrito de Quiruvilca, La Libertad. Para lo cual evaluaron el agua en un periodo de 3 meses, obteniendo 27 muestras, de las cuales se analizaron los parámetros físico-químicos y microbiológicos; obteniendo como resultados: temperatura de 12.5°C, conductividad de 263.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sólidos totales suspendidos de 64.2mg/L, pH de 7.46, dureza total de 88.9mg/L, turbidez de 1.99 NTU y para coliformes totales un valor de $< 1.8 \text{ NMP}/100\text{mL}$. Obteniendo como resultado, que los procesos adecuados para obtener una buena calidad de agua fueron: filtración, usando un filtro multimedia seguido de un filtro de carbón activado, intercambio iónico usado como ablandador y una desinfección con luz ultravioleta y ozonización.

Carranza (2011), este estudio, determina las características físico químicas biológicas en aguas del manantial Lanla; utilizó métodos de determinación analíticas para evaluar sus parámetros; teniendo como resultado que el agua de manantial es apto para consumo humano al igual que para embotellamiento; ya que, sus análisis estuvieron dentro de lo que rige el reglamento, mostrando un pH entre 6.4- 7.41, conductividad entre 0.4718 – 0.5953 uS/m, sólidos suspendidos entre 302- 381 mg/L, cloruro entre 27.3 – 42.4 ppm, sulfatos entre 79.1- 150.2 ppm y nitratos entre 0.058-

0.1 mg/L. Dando como recomendación final, que el agua debe tener una calidad fisicoquímica y biológica óptima para que esta pueda usarse para consumo humano.

Respecto a la aplicación de la radiación ultravioleta (UV) para la elaboración de agua envasada (Saucedo, 2013); en su análisis obtuvo como resultado que las aguas generalmente tenían olor, color y sedimentos; por lo que concluye que la radiación ultravioleta es un método que se puede realizar a bajo costo y no tiene efectos adversos en la salud de consumidores; además recomienda usar filtros de arena, cuarzo y grava, filtro de carbón activado y filtro multimedia para obtener una desinfección más efectiva con este método.

Soriano (2018), este estudio propone mejoras para optimizar el proceso de tratamiento de agua de mesa El Inka, en Cajamarca; para ello realizó visitas a la planta de tratamiento; así como un muestreo de tipo aleatorio, el cual se mandó a un laboratorio certificado para las respectivas mediciones; obteniendo como resultado que los parámetros del agua estaban fuera de la norma; por lo que propuso realizar coagulación y floculación, al igual que un tanque reactor clarificador, filtración multimedia y carbón activado; además de una desinfección por ozonificación y el principal proceso fue de ósmosis inversa; ya que, puede retener el 99% de metales suspendidos, dando unos resultados certeros; menciona los procesos anteriormente mencionados son efectivos para el tratamiento de agua de mesa, por lo tanto sí se puede considerar la implementación.

Se hizo una revisión de los antecedentes, respecto al uso de filtros en el tratamiento de agua potable, en donde se encontró algunos artículos que aprueban dicha implementación de acuerdo a su realidad problemática. A partir de la

investigación realizada por Palermo (2018) y Mahmood et al(2011) podemos denotar que existen personas en zonas rurales que no tienen acceso a este derecho, por lo que se ven en la necesidad de construir filtros domésticos de bajo costo. Palermo (2018) demuestra a través de análisis fisicoquímicos que el filtro lento tiene una gran efectividad en una planta de tratamiento de agua cruda y Mahmood et al (2011) explica que el uso de filtros de arena doméstico es eficiente para mejorar la calidad de agua en comunidades.

En relación al uso de floculadores en el tratamiento de agua potable, en donde se encontró algunos artículos que orientan dicha implementación, de acuerdo a sus resultados. A partir de la investigación realizada por Hernández y Corredor (2017) y Díaz (2017) podemos denotar que es importante incluir en los procesos de plantas de tratamiento de agua floculadores; ya que, la obtención del agua en su mayor parte es de ríos, el primero demostró que su prototipo tiene una eficiencia del 88% con una dosis 0.1 gr/L de floculante ,mientras que el segundo describió que el agua tratada con floculantes no tienen ningún riesgo para la salud, ambos concluyen que el uso de floculadores es importante para plantas de tratamiento de agua potable.

Faria et al. (2021) construyeron y probaron un sistema compuesto por filtros de membrana de cartucho (25 μm , 10 μm y 1 μm de tamaño de apertura), lámpara UVC en agua de alta turbidez (hasta 236 NTU). En la metodología, se analizaron parámetros del agua (turbidez, E.coli y coliformes totales) antes y después de aplicar el sistema; además, la prueba se llevó en tres fases.

En la Fase 1, el agua cruda se dejó reposar durante 24 h en un tanque de sedimentación antes de la filtración en un filtro de cartucho de 10 μm seguido de un

cartucho de 1 μm , una lámpara UVC (17 W). En la Fase 2, se añadió un filtro de 25 μm antes del filtro de 10 μm . En la Fase 3, se agregó un paso de filtración general antes de que el agua cruda ingresara al tanque de descanso. Se obtuvo como resultados en la reducción de la turbidez del sistema osciló entre el 30% y el 93%. La desinfección con lámpara UVC pudo inactivar E. coli hasta 5,00 log; sin embargo, la reducción de coliformes totales fue menor (hasta 4,24 log). En conclusión, el sistema fue eficaz en la mejora de la calidad del agua con el objetivo de implantarlo en comunidades rurales para uso doméstico a nivel doméstico.

Akram (2020), en su estudio ha analizado las preferencias de los hogares por las fuentes de agua potable y la adopción de métodos de purificación del agua en el hogar (MPAH) en Pakistán. Para el desarrollo de la metodología uso los datos de la encuesta demográfica y de salud de Pakistán 2017-2018, se seleccionaron 15 068 hogares. Además, para examinar el papel de diferentes factores socioeconómicos en la determinación de la fuente de agua, se utilizó el modelo logit multinomial; eso se debió a que la variable dependiente es de múltiples categorías.

Este estudio encontró que las personas que viven en áreas rurales, tienen menos probabilidades de utilizar agua embotellada o filtrada. Los hogares con exposición a los medios de comunicación, educación, empoderamiento de las mujeres en las compras del hogar y altos ingresos tienen más probabilidades de usar agua embotellada o filtrada. De manera similar, los hogares tienen más probabilidades de adoptar MTAH en áreas urbanas, cuando hay un mayor nivel de conciencia. Sin embargo, los hogares que usan agua de pozos y tienen familias más grandes tienen menos probabilidades de adoptar MTAH.

- Marco Conceptual

Como parte conceptual de algunos elementos fundamentales presentados, se rescataron ciertas bases teóricas, que permiten facilitar la comprensión de dicha investigación, rescatando algunos alcances básicos interrelacionados entre sí y todos ellos orientados a los sistemas de tratamiento de agua de consumo humano; además de los parámetros que se deben tomar en cuenta para obtener agua de mesa de calidad óptima.

Agua para consumo humano, es la que no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume a lo largo de toda una vida, teniendo en cuenta las vulnerabilidades diferentes que se pueden presentar en distintas etapas de la vida. Este tipo de agua se requiere para todos los usos domésticos habituales, entre ellos la preparación de alimentos, la higiene personal y el agua para beber, como el agua de mesa. (OMS, 2018, p.1)

Agua de mesa, es una forma efectiva de proporcionar agua de consumo humano, la cual debe pasar por un sistema de tratamiento para asegurar su calidad. Su inocuidad se consigue a través de una combinación de gestión de la seguridad, normas de calidad y pruebas del producto final, esto es más fácil de lograr porque los lotes se pueden mantener hasta que los resultados estén disponibles. (OMS, 2018, p.121).

No obstante, se debe tener en cuenta que algunos microorganismos cuya importancia para la salud pública es normalmente escasa o nula pueden alcanzar concentraciones más altas en el agua embotellada; además, pueden surgir otros problemas debidos al almacenamiento durante periodos largos y a temperaturas más

altas que las del agua distribuida por tuberías o por la reutilización de recipientes sin haberlos limpiado adecuadamente. Por lo tanto, es importante el control de la calidad, materiales de los recipientes y cierres del agua embotellada. (OMS, 2018, p.99).

Calidad del agua, es el conjunto de características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas que debe tener el agua, para conferirle un uso determinado establecido por la normativa, entre los cuales se encuentra el consumo humano. (Lozano, 2013)

Por ello, se debe de monitorear los procesos de tratamiento del agua en todos los puntos de recolección del agua; incluyendo de los hogares, a fin de proteger la salud. (OMS, 2018, p.162).

Aspectos Físicos, se describe que el agua no debe presentar sabores u olores que pudieran resultar desagradables para la mayoría de los consumidores; por ello, se debe llevar a cabo regularmente evaluaciones físicas del agua, especialmente después de fuertes lluvias, para monitorear si ocurre algún cambio evidente en la calidad del agua (p. ej., cambios de color, olor, sabor o turbiedad). (OMS, 2018, p.9)

Dentro de los indicadores físicos de calidad se encuentra el olor, sabor, temperatura y conductividad. Donde, olor y sabor, puede indicar la existencia de contaminación o el funcionamiento deficiente de algún proceso durante el tratamiento o la distribución (OMS, 2018, p.184); de igual manera, la turbiedad, es una propiedad óptica que mide la pérdida de transparencia en el agua (Álvarez, 2009, p.102), respecto a la temperatura, es el parámetro que determina significativamente

la calidad del agua (OMS, 2018, p.269); por último, la conductividad, es la capacidad de una solución para transportar corriente eléctrica, dependiendo de la presencia de iones y su concentración total (Martínez, 2019, p.142).

Aspectos Químicos, dentro de ellos existen varios componentes químicos; sin embargo, solo unos pocos representan un peligro inmediato para la salud. Hay productos químicos cuyo aporte a la ingesta es un factor importante para prevenir enfermedades; un ejemplo es el efecto del fluoruro en el agua de consumo humano para la protección contra las caries. (OMS, 2018 p.8)

Dentro de los indicadores químicos, se encuentra el pH, la dureza, sulfatos y nitratos; el pH es la forma de medir la concentración de iones hidrógeno en una disolución, sirve para determinar si una solución es ácida o básica (Martínez, 2019, p.141); por otro lado, la dureza se puede diferenciar dos tipos: parcial (cantidad de carbonato de calcio) y total (cantidad de carbonato de magnesio). (Martínez, 2019, p.149); del mismo modo, los sulfatos en presencia de agua pueden generar un sabor perceptible, pudiendo provocar un efecto laxante en altas concentraciones (OMS, 2018, p.267); por último, los nitratos, es el exceso de amoníaco libre que ingresa al sistema puede conducir a la nitrificación y al aumento potencial de nitratos en el agua potable (OMS, 2018, p. 466).

Así mismo, la presencia de metales pesados, son un grupo de elementos químicos que tienen densidad mayor o igual a 5 g/cm^3 ; son tóxicos para los humanos y ampliamente usados en la industria; además son muy abundantes y ocasionan graves perturbaciones a los ciclos biogeoquímicos. Entre ellos se encuentran el aluminio, cobre, hierro, zinc y manganeso. La toxicidad de estos depende en gran

medida de la dosis o cantidades de las que se trate; ya que, existen elementos esenciales que en grandes dosis no son tóxicos. (Bautista, 1999, p. 33).

Aspectos microbiológicos, la verificación de la calidad microbiológica del agua por lo general se basa en el análisis de microorganismos indicadores de contaminación fecal y usualmente se elige *Escherichia coli* o, alternativamente, coliformes termotolerantes (OMS, 2018, p.30). Worch (2019) indica que los procesos de tratamiento que tienen el objetivo de remover o inactivar microorganismos son: desinfección con químicos (cloro, dióxido de cloro, ozono), desinfección con radiación UV y ultrafiltración. (p.16)

Dentro de los aspectos microbiológicos se encuentran los coliformes, los cuales se consideran las bacterias coliformes totales y termotolerantes. Los coliformes totales, son microorganismos que pueden sobrevivir y proliferar en el agua, fermentan la lactosa y producen ácido o aldehído; no se consideran como indicadores de agentes patógenos fecales, pero pueden utilizarse para evaluar la limpieza e integridad de sistemas de distribución y la posible presencia de biopelículas. (OMS, 2018, p. 342); así también, los coliformes termotolerantes, se consideran capaces de fermentar lactosa a 44-45 °C, su género predominante es *Escherichia coli* donde se considera que *E. coli* es el indicador de contaminación fecal. (OMS, 2018. p. 343).

Sistema de Tratamiento de Agua, es un conjunto de componentes hidráulicos; de unidades de procesos físicos, químicos y biológicos; y de equipos electromecánicos y métodos de control que tienen la finalidad de producir agua apta para el consumo humano (MINSA, 2010).

Worch (2019) indica que el objetivo general del tratamiento del agua potable es proporcionar un producto que sea microbiológica y químicamente seguro para los consumidores. Sin embargo, los requisitos específicos para alcanzarlo pueden ser muy diferentes y dependen del tipo de recurso hídrico y su calidad. En consecuencia, no existe una tecnología de tratamiento universal que sea adecuada para todas las condiciones de agua cruda. Hay cuatro objetivos específicos del tratamiento: eliminación de partículas, remoción/inactivación de microorganismos, eliminación de sustancias inorgánicas disueltas y eliminación de sustancias orgánicas disueltas. (p.15)

A continuación, se presentan técnicas que se pueden aplicar para cumplir con propósitos anteriormente mencionado: *Coagulación – Floculación*, son procesos químicos que conducen a un aumento del tamaño de partícula de coloides y pequeños sólidos en suspensión por diferentes mecanismos (desestabilización de la solución coloidal, agregación de partículas). Para iniciar estos procesos, se debe agregar al agua coagulantes inorgánicos (sales de aluminio o hierro) y floculantes de polímeros orgánicos. Se utiliza como paso de pretratamiento para mejorar la eficiencia de una posterior filtración o paso de sedimento. (Worch, 2019, p.17)

Sedimentación, es un proceso por el cual se realiza la decantación de partículas en suspensión por la acción de la gravedad. De esta forma se eliminan parte de los microorganismos y la materia orgánica que les sirve de alimento, aumentando la eficiencia del tratamiento al aumentar el tiempo de retención del agua en el sedimentador. (Álvarez, 2009, p.23)

Filtración, tras la sedimentación, se requiere un proceso de filtración para eliminar esa materia residual. Por ello, el agua, se hace pasar a través de un material poroso (que suele ser arena y grava), las partículas quedan retenidas en él y el agua se recoge ya filtrada. Los filtros que se utilizan generalmente en el tratamiento de aguas son los filtros lentos y los filtros rápidos (Álvarez, 2009, p24)

Microfiltración, ultrafiltración y nanofiltración, se destacan por ser procesos con alternativas modernas a las técnicas convencionales de filtración o sedimentación. (Worch, 2019). Se basan en el mecanismo de separación física de la filtración haciendo pasar el agua a través de unas membranas aplicando presión al fluido. La diferencia entre estos métodos es el tamaño de poro de la membrana, que determina hasta qué punto son eliminados los sólidos disueltos, la turbidez y los microorganismos. (Álvarez, 2009, p.29)

Filtración con carbón activado, confiere al carbón una elevada porosidad que permite elevar la superficie interna (hasta 1300 m²/gramo de carbón activo) y como consecuencia su poder de retención. Este material es muy adecuado para la mejora de las características organolépticas y para eliminar la presencia de productos fitosanitarios. (Álvarez, 2009, p.30)

Ósmosis inversa, en este proceso se hace pasar el agua bajo alta presión a través de la membrana semipermeable desde una solución más concentrada a una solución menos concentrada; de esta forma, se filtran pequeñas partículas, metales pesados, sustancias tóxicas, microorganismos, exceso de sales, etc. (Álvarez, 2019, p 31).

Radiación UV, es un proceso de desinfección que se logra por medio de la acción de los rayos ultravioleta (UV) emitidos entre las longitudes de onda de 240 a 280 nm; las ondas cortas de radiación inciden sobre el ADN de los microorganismos y cambian la estructura del material genético, provocando en corto tiempo la muerte de los patógenos. (Álvarez, 2009, p.32)

Cloro, es un método de desinfección más aplicado en los sistemas de abastecimiento de agua, es el que emplea cloro y sus compuestos derivados en el tratamiento. La finalidad principal de la cloración es destruir las bacterias por la acción germicida del cloro; también son importantes otros efectos secundarios como la oxidación del hierro, el manganeso y los sulfuros de hidrógeno, así como la destrucción de algunos compuestos que producen olores y sabores. (Álvarez, 2009, p 33)

Ozono, es inestable a temperatura y presión ambiente y se descompone rápidamente dando lugar a moléculas de oxígeno (O₂). Es uno de los compuestos con mayor potencial redox, de ahí su gran eficacia como biocida; ya que, provoca la oxidación de la pared celular, así como del material genético de los microorganismos. (Álvarez, 2009, p.49)

Ley General del Ambiente LEY N°28611 (El Peruano, 2005).

Artículo 32.- Del Límite Máximo Permisible: (32.1) El Límite Máximo Permisible - LMP, es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar

humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por la respectiva autoridad competente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos.

Ley de Recursos Hídricos LEY N.º 29338 (El Peruano, 2009).

Artículo III.- Principios: Los principios que rigen el uso y gestión integrada de los recursos hídricos son: 1. Principio de valoración del agua y de gestión integrada del agua El agua tiene valor sociocultural, valor económico y valor ambiental, por lo que su uso debe basarse en la gestión integrada y en el equilibrio entre estos. El agua es parte integrante de los ecosistemas y renovable a través del ciclo hidrológico.

Artículo 114.- Del agua para consumo humano: El acceso al agua para consumo humano es un derecho de la población. Corresponde al Estado asegurar la vigilancia y protección de aguas que se utilizan con fines de abastecimiento poblacional, sin perjuicio de las responsabilidades que corresponden a los particulares. En caso de escasez, el Estado asegura el uso preferente del agua para fines de abastecimiento de las necesidades poblacionales, frente a otros usos.

- **Marco Normativo**

Decreto Supremo N°031-2010-SA - Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (Ministerio de Salud [MINSA], 2011)

Artículo 1º. - De la finalidad: Se establece las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población.

Artículo 2°. - Objeto: Tiene como objeto normar Los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano.

Artículo 14°. – Programa de Vigilancia: (4) Monitoreo: Seguimiento y verificación de parámetros físicos, químicos, microbiológicos u otros señalados en el presente Reglamento, y de factores de riesgo en los sistemas de abastecimiento del agua; (5) Calidad del agua: Determinación de la calidad del agua suministrada por el proveedor, de acuerdo a los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano establecidos en el presente Reglamento.

- **Objetivos**

▪ **Objetivo General**

El propósito de esta investigación es Proponer un sistema de tratamiento bajo el Reglamento de Calidad D.S. N° 031-2010-SA para mejorar la calidad de agua de pozo en la empresa embotelladora industrias de los andes del Perú E.I.R.L. Teniendo como objetivos específicos:

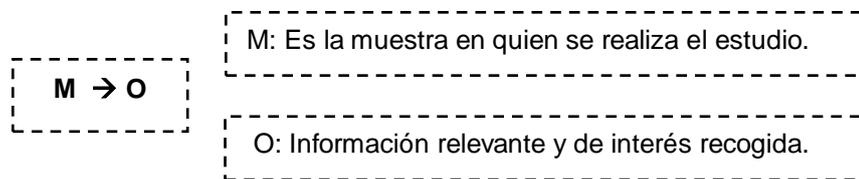
▪ **Objetivos Específicos**

- Describir los parámetros seleccionados para evaluar la calidad del agua de pozo de la empresa Industrias de los Andes E.I.R.L.
- Comparar la calidad de los parámetros físicos, químicos y coliformes, en función al reglamento DS. N°031-2010-SA.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

- **Tipo de investigación**
- **Diseño de investigación**

El enfoque considerado para esta investigación es cuantitativo y de análisis retrospectivo. (Agudelo, Aigner y Ruiz 2010). La investigación es de diseño no experimental, puesto que se realiza sin manipular deliberadamente las variables independientes. Se basa en variables que ya ocurrieron o se dieron en la realidad sin la intervención directa del investigador. **Diagrama de diseño descriptivo**



Esta investigación se enmarca dentro del tipo descriptivo puesto que comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de datos. (Rodríguez, 2005). Por lo tanto, es descriptiva porque trabaja sobre realidades y su característica fundamental es obtener datos cuantitativos sobre sistemas de tratamiento para elaborar agua embotellada.

Por otro lado, en la investigación se consideró una población finita, puesto que se conoce el número exacto de elementos que constituyen el estudio el cual está conformado por el acuífero del centro poblado Huacariz en la ciudad de Cajamarca.

Con la finalidad de poder determinar la muestra se empleó el tipo de muestreo simple, realizando una toma puntual e individual de 1 litro de agua del acuífero de la empresa para realizar la caracterización en el año 2016 y 2020.

- **Métodos, técnicas e instrumentos**

▪ **Método**

Se aplicaron métodos y técnicas en la investigación, como el **Método Inductivo – Deductivo**. Por medio del presente método se obtuvo conocimientos de lo general a lo particular y viceversa; es decir, del análisis de cada variable involucrada en nuestro objetivo de investigación se podrá efectuar generalizaciones con relevancia científica.

▪ **Técnicas**

Respecto a la técnica que se empleó para la recolección de datos en esta investigación es el análisis de información; ya que, según Rivera (2017), el análisis documental es una descripción física de análisis de contenidos y facilita la obtención de datos para realizar un análisis de información.

Para determinar la validez y confiabilidad de los instrumentos, se utilizó la opinión y el visto bueno de expertos en el tema de agua potable como la Empresa A&B Ecosistemas S.A.C (Figura 25), Essence (Figura 26) y AquaMarket (Figura 27).

▪ **Instrumentos**

Después de haber aplicado el instrumento, se procedió a organizar la información en tablas que describen los resultados finales de las variables, para la redacción de los resultados se elaboraron tablas y figuras comparativas para el desarrollo de esta investigación.

Algunos de los instrumentos para recabar información son, el cuestionario, la guía entrevista, las pruebas objetivas, las pruebas y las escalas de actitudes. Para la investigación, se realizó una ficha de registro de datos y guía de análisis documental para la recolección de información por el gerente de la empresa. En la siguiente tabla se muestran las técnicas e instrumentos que se utilizaron en el proyecto de investigación.

Tabla 1.

Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Técnicas de recolección de datos	Instrumentos
	Guía de Análisis documental
Análisis de datos	Ficha de registro de datos

Nota: En esta tabla se muestran las técnicas de recolección de información e instrumentos utilizados en la investigación.

Para los análisis datos se realizó un registro de datos de los parámetros presentes en el agua de mesa y sus unidades de medición. A continuación, se muestra una tabla con la información que será usada en el estudio.

Tabla 2.

Tabla de registro de datos tomados de la empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.

PARÁMETRO	UNIDAD
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO	
Turbiedad	UNT
pH	-
Conductividad	uS/cm
Dureza	mg/L
Cloruros	mg/L
Fluoruros	mg/L
Sulfatos	mg/L
Nitratos	mg/L
Cianuro	mg/L
Aluminio	mg/L
Cobre	mg/L
Cromo	mg/L
Hierro	mg/L
Manganeso	mg/L
Zinc	mg/L
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO	
Coliformes Totales	UFC/100 mL
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL

Nota: En esta tabla se muestran los parámetros básicos usados en el análisis de datos.

El procedimiento que se siguió fue de acuerdo a las siguientes fases:

En la fase de diagnóstico se realizó un análisis de resultados donde se observaron y estudiaron el resultado de las caracterizaciones brindados por la empresa de los años 2016 y 2020, las cuales; fueron realizadas por la E.P.S. SEDACAJ S.A.C. Después, de obtener el reconocimiento de ambas caracterizaciones, se realizó una comparación de ambos años con el Reglamento de la Calidad del Agua D.S. 031 – 2010 S.A, con el fin de reconocer si los resultados están dentro de los estándares de calidad, con el objetivo de plantear un tratamiento y producir agua embotellada apta para consumo humano.

Luego de realizar dicha comparación se hizo un reconocimiento de resultados de los parámetros físico-químicos y coliformes del agua de pozo para verificar si son aptos para consumo humano y no superen los límites máximos permisibles, se observó que el agua es aprovechable; ya que, todos los límites máximo permisibles están dentro de los estándares de calidad a excepción de los análisis bacteriológico (coliformes totales), tuvo un resultado de 2 Unidades Formadoras de Colonias / 100mL en el año 2016, por otro lado; en el año 2020 los resultados se elevaron a 8 Unidades Formadoras de Colonias / 100mL encontrándose en ambos años sobre los límites máximos permisibles (LMP), el cual indica que debería ser de 0 Unidades Formadoras de Colonias / 100mL, esto se debe a que la empresa contaba con una fosa séptica a unos metros del lugar, así que se procedió a realizar una búsqueda y selección de antecedentes investigativos, con el fin de plantear un sistema de tratamiento para purificar el agua de pozo y de esta se manera la empresa la pueda usar para embotellarla.

En la segunda fase de Revisión e Integración, se procedió a efectuar una matriz de articulación, donde se realizó una revisión bibliográfica, para definir el sistema de tratamiento a usarse realizando un análisis y comparación de antecedentes en base a los resultados de las caracterizaciones, se determinó que el agua debería de tener un tratamiento para eliminar la presencia de coliformes totales; ya que, en los resultados era el parámetro que sobrepasaban los límites máximos permisibles. Posteriormente, se realizó una investigación determinando que el agua necesita pasar por un proceso de desinfección. Se procedió a realizar una búsqueda y selección de información en trabajos, tesis y artículos relacionados a sistemas de tratamiento para consumo humano; donde Caminati y Caqui (2013) indican que es recomendable el uso de un sistema de filtros para mejorar la pureza del agua, la ultrafiltración es necesario para la eliminación de bacterias y pirógenos en el agua; del mismo modo, para prolongar la vida útil de los equipos; ya que, el agua de pozo puede contener sólidos sedimentales que no se han apreciado en los resultados de la caracterización; además, Semino (2015) señala que es necesario el uso de estos, de igual forma necesita pasar por un proceso de ozonización; ya que, ayudará a eliminar compuestos orgánicos o sintéticos; además, de la turbidez; también tiene que pasar por tratamiento de dosificación de cloro para eliminar bacterias(coliformes totales)(Quenta, 2019).

En la fase de propuesta y validación, como propuesta final según los resultados de las caracterizaciones hechas en el año 2016 y 2020, después de realizar la identificación del problema, lo cual fue, lo más resaltante el aumento progresivo que ha teniendo el agua de pozo a lo largo de los años en el parámetro de coliformes totales, posteriormente después de realizar la búsqueda y selección de información, con el fin de poder realizar una comparación de distintos autores, para poder determinar un

tratamiento de agua de mesa correcto, seguidamente de la validación de expertos se planteó el siguiente diseño hacia el sistema de tratamiento para producir agua embotellada considerando las siguientes etapas:

Extracción de agua del pozo: Esta etapa consiste únicamente en la captación de agua de pozo, la misma que se encuentra a 20 metros bajo tierra, situada en el centro poblado de Huacariz, Departamento y Provincia de Cajamarca. En dicha localización, las profundidades promedio oscilan entre los 10 a 30 metros, para la extracción de agua se necesitará un instrumento mecánico, con el fin que el agua pueda llegar a la superficie, donde se realizará el tratamiento de la misma.

Transporte de agua hacia equipos de filtración: Una vez que el agua es extraída del pozo, se realizará un primer filtrado, el cual se encargará de retener impurezas que se encuentren dentro del agua, su función principal será separar partículas, al finalizar con las etapas de filtración, el agua tendrá que ser transportada para la desinfección.

Desinfección: Esta etapa consiste en preservar la calidad bacteriológica originalmente nula del agua, el principal objetivo es eliminar bacterias, inactivar virus y algas que se encuentren presentes en el agua, con el fin de alcanzar un agua de calidad.

Transporte de agua hacia tanques de almacenamiento: Etapa donde el agua será trasladada a los tanques de almacenamiento.

Tanque de almacenamiento: Aquí, el agua ya estará lista para ser envasada.

En cuanto a los equipos que deberán utilizarse dentro del sistema de tratamiento, con el propósito de mejorar el agua de pozo, se muestran a continuación:

Electrobomba: Brinda al agua la precisión necesaria, es decir da la fuerza para que el agua pase por los filtros y llegue al tanque de agua producto.

Filtro Multimedia: Retiene impurezas grandes (sólidos en suspensión de 25 - 30 micras) que atrae el agua al momento de pasar por las camas de arena y elimina la turbidez.

Filtro Carbón Activado: Atrae, captura y rompe moléculas de contaminantes, remueve el cloro, sólidos pesados como plomo, mercurio; además, de químicos, sabores y olores.

Porta Filtro y Filtro 05 Micras: Retiene sólidos en suspensión de hasta 5 micras.

Porta Filtro y Filtro 01 Micra: Retiene sólidos en suspensión de hasta 1 micra.

Equipo UV Para Agua: Funciona como un germicida; ya que, anula la vida de las bacterias, gérmenes, virus, algas y esporas presentes en el agua, mediante la luz ultravioleta. (La norma de Calidad del Agua potable DS N° 031-2010-SA recomienda 30, 000 mw/ctm²)

Equipo Generador De Ozono: Es un producto desinfectante, elimina bacterias, inactiva virus y otros microorganismos que no son sensibles a la desinfección con cloro.

En tanto de los temas éticos, se contó con la autorización de la empresa Industrias de los Andes del Perú para el uso de resultados de las caracterizaciones del año 2016 y 2020, se hizo saber que los datos obtenidos serán estrictamente

confidenciales y anónimos, usados para fines académicos (consentimiento escrito). Con el fin de proteger la integridad de la empresa durante la investigación.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

En este capítulo se mostrarán los resultados obtenidos de la caracterización y la propuesta del sistema de tratamiento dando solución a los objetivos planteados.

Se muestra la comparación del LMP con los datos de los parámetros físicos de los años 2016 y 2020 dados por la empresa, los resultados obtenidos fueron comparados con el Reglamento de la Calidad de Agua, D.S. 031-2010 S.A y la guía para la Calidad de Agua Potable-OMS. Se ha optado por decidir los parámetros descritos en la tabla 3, los cuales son básicos para determinar la calidad del agua, de acuerdo con la Guía para la Calidad del Agua Potable (2008).

Teniendo como objetivo principal, proponer un sistema de tratamiento bajo el Reglamento de Calidad D.S. N° 031-2010-SA para mejorar la calidad de agua de pozo en la empresa embotelladora Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.

Tabla 3.

Propuesta para el Sistema de Tratamiento de Agua Potable para la empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.

Título	Formular una propuesta para el sistema de tratamiento de agua de pozo.
Objetivo	Mejorar la calidad de agua de pozo en la empresa embotelladora Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.
Alcance	Este proyecto beneficia directamente a la empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.
Plan de acción	Este proyecto se llevaría a cabo en un periodo de 6 meses, en el sistema de tratamiento de agua, que es lo que pronostica la empresa en comprar el sistema de tratamiento de agua, abarcando los siguientes procesos: Bombeo de agua, filtración multimedia y dosificador de cloro, con la finalidad de generar agua apta para consumo humano.

Nota: En esta tabla se muestra la propuesta del sistema de tratamiento para elaborar agua de pozo. Se amplía la información en el anexo E.

Con la finalidad de generar agua limpia, apta para el consumo humano. Dichos procesos deberán seguir una secuencia con relación a sus instalaciones, como se muestra en la figura A continuación, se muestra la descripción de los equipos propuestos para el sistema de tratamiento.

Tabla 4.

Descripción de los equipos usados en el sistema de tratamiento para agua de pozo para la empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.

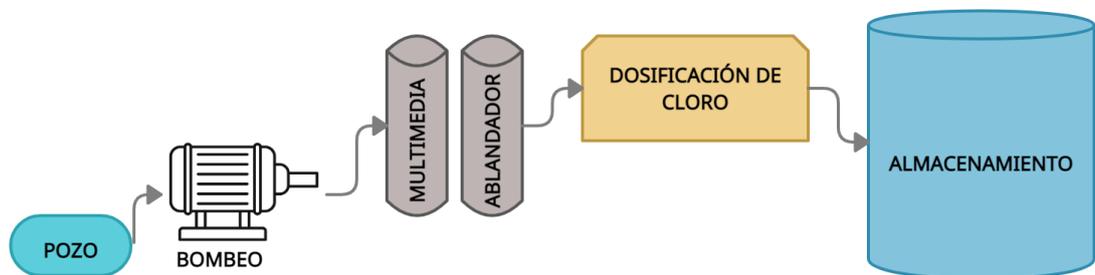
N°	TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
1	ELECTROBOMBA	Es la máquina responsable de brindar al agua la presión necesaria, es decir da la fuerza para que el agua pase por los filtros y llegue al tanque de agua producto.
2	FILTRO MULTIMEDIA AUTOMATICO	La finalidad de los filtros multimedia es la de remover sólidos que estén suspendidos en el agua con tamaño de hasta 15 micrómetros. Retiene impurezas que trae el agua al momento de pasar por las camas de arena y elimina la turbidez, están compuestos por varias capas de medios filtrantes de diferentes densidades y tamaño de partículas, acomodados uno sobre el otro.
3	ABLANDADOR	Los equipos ablandadores permiten eliminar los iones de calcio y magnesio(sarro) presentes en el agua, estos podrían incrustarse en las membranas de osmosis inversa y reducir su eficiencia si no se eliminan.
4	DOSIFICACIÓN DE CLORO	Desinfección de agua, colocando 4.5L de cloro en cada tanque de almacenamiento, esto eliminará sustancias orgánicas e inorgánicas.

Nota: En esta tabla se muestran los equipos en orden el que serán utilizados para convertir el agua de pozo en agua potable.

Por otra parte, se muestra el diagrama de flujo de los procesos que se usarán en la planta de tratamiento del agua de pozo. De acuerdo con los resultados de la caracterización de agua, se propuso que el sistema de tratamiento deberá tener los siguientes procesos:

Figura 1.

Diagrama de sistema de flujo de tratamiento de agua de pozo según el D.S. 031-2010-SA, para producir agua potable en la Empresa Embotelladora Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.



Nota: el agua de pozo pasa por un filtro multimedia con el fin de eliminar sólidos que se encuentren presentes en el agua; así mismo un equipo ablandador, con el fin de eliminar iones de calcio y magnesio que puedan estar presentes en el agua, estos podrían incrustarse en las membranas de osmosis inversa y reducir su eficiencia si no se eliminan, generando sarro; además, de una dosificación de cloro, permitiendo el almacenamiento y convirtiéndola en agua potable.

Con respecto al primer objetivo específico, describir los parámetros seleccionados para evaluar la calidad del agua de pozo de la empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L., se muestra a continuación:

Tabla 5.

Indicadores de la Calidad de Agua potable seleccionados según el DS. 031-2010 para el agua de pozo de la empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L

PARAMETROS	DESCRIPCIÓN
Parámetros Físicos	Sabor, Color, Turbidez, pH, Conductividad
Parámetros Químicos	Cloruros, fluoruros, sulfatos, nitratos, cianuro, aluminio, cobre, hierro, manganeso y zinc
Parámetros Biológicos	Coliformes Totales y coliformes termotolerantes

Nota: La tabla muestra los principales parámetros físicos, químicos y biológicos para determinar la calidad de agua.

De acuerdo, con el segundo objetivo específico, se realizó una comparación de la calidad de los parámetros físicos, químicos y coliformes, en función al DS. N°031-2010-SA

Figura 2.

Variación del parámetro turbiedad de agua de pozo de la Empresa Embotelladora Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L., en los años 2016 y 2020; en comparación con el D. S. 031-2010 S.A.



Figura 3.

Variación del parámetro pH de agua de pozo de la Empresa Embotelladora Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L., en los años 2016 y 2020; en comparación con el D. S. 031-2010 S.A.

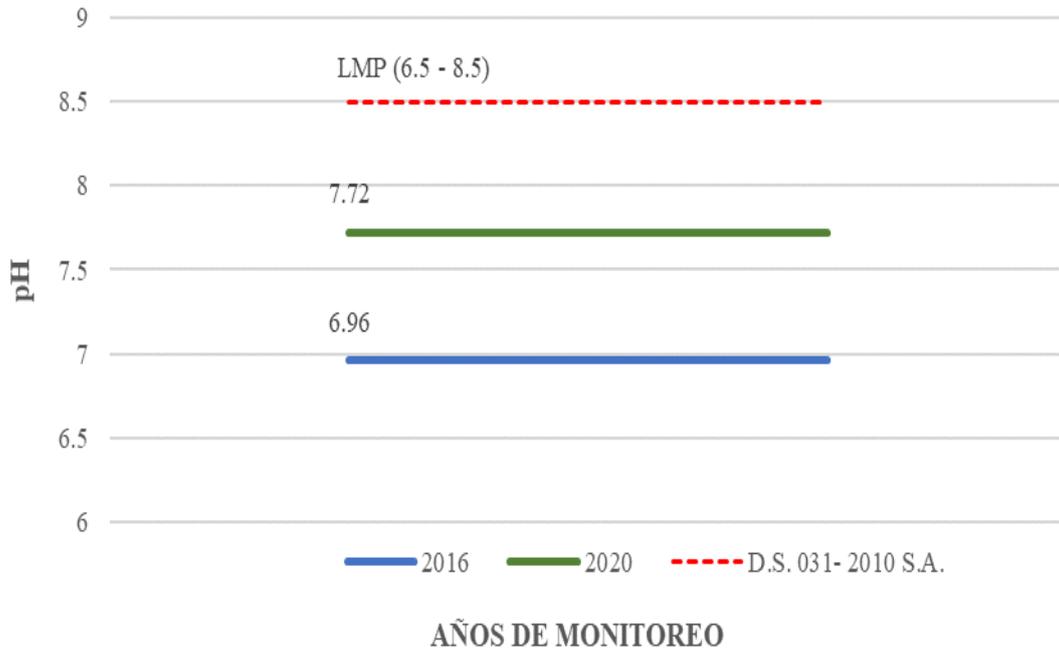


Figura 4.

Variación del parámetro conductividad del agua de pozo de la Empresa Embotelladora Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L., en los años 2016 y 2020; en comparación con el D. S. 031-2010 S.A.

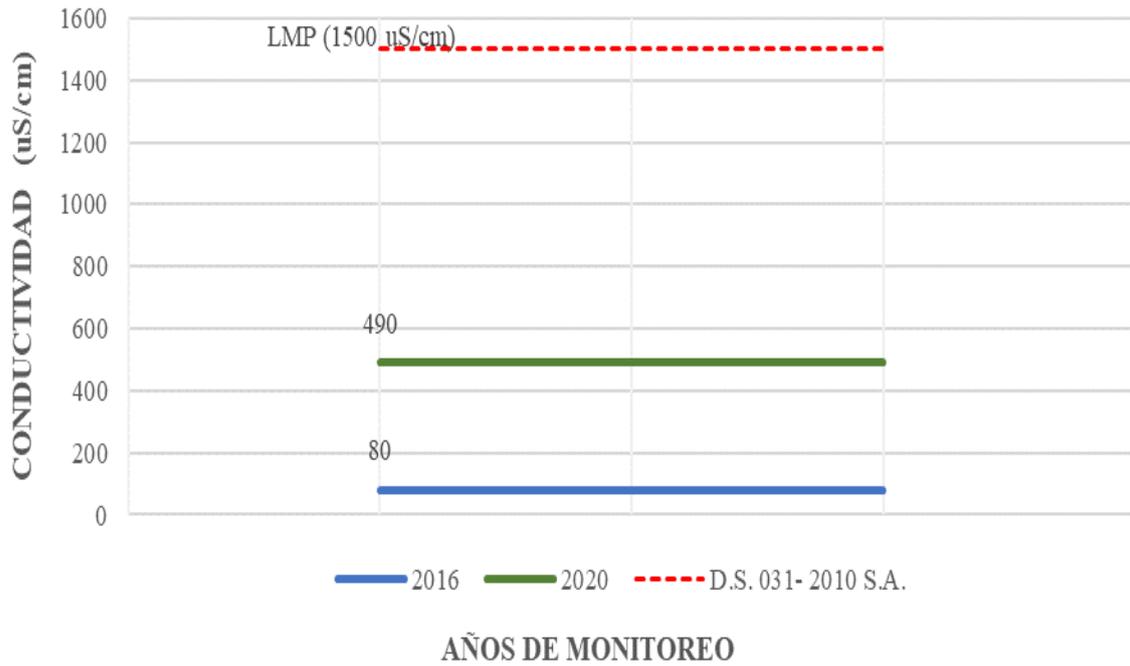


Figura 5.

Variación del parámetro dureza del agua de pozo de la Empresa Embotelladora Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L., en los años 2016 y 2020; en comparación con el D. S. 031-2010 S.A.

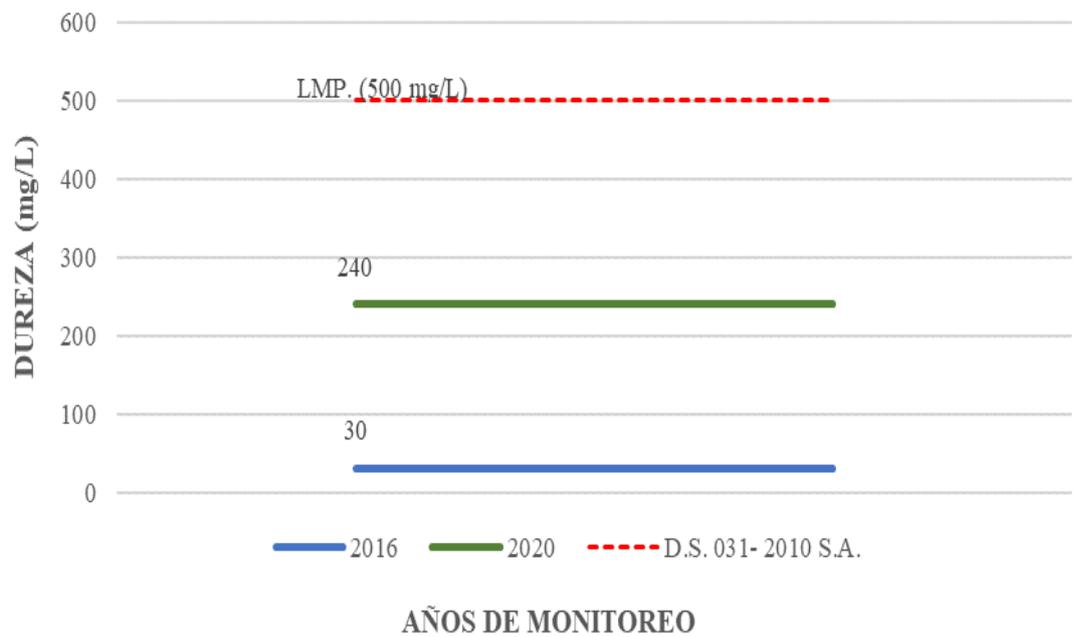


Figura 6.

Variación del parámetro cloruros del agua de pozo de la Empresa Embotelladora Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L., en los años 2016 y 2020; en comparación con el D. S. 031-2010 S.A.

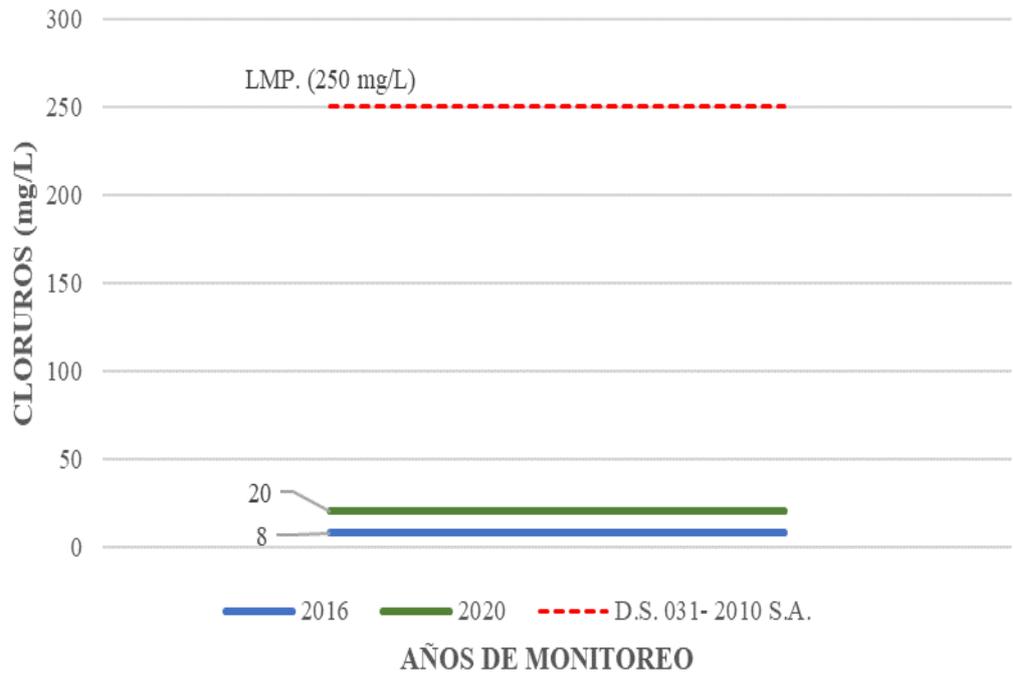


Figura 7.

Variación del parámetro sulfatos del agua de pozo de la Empresa Embotelladora Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L., en los años 2016 y 2020; en comparación con el D. S. 031-2010 S.A.

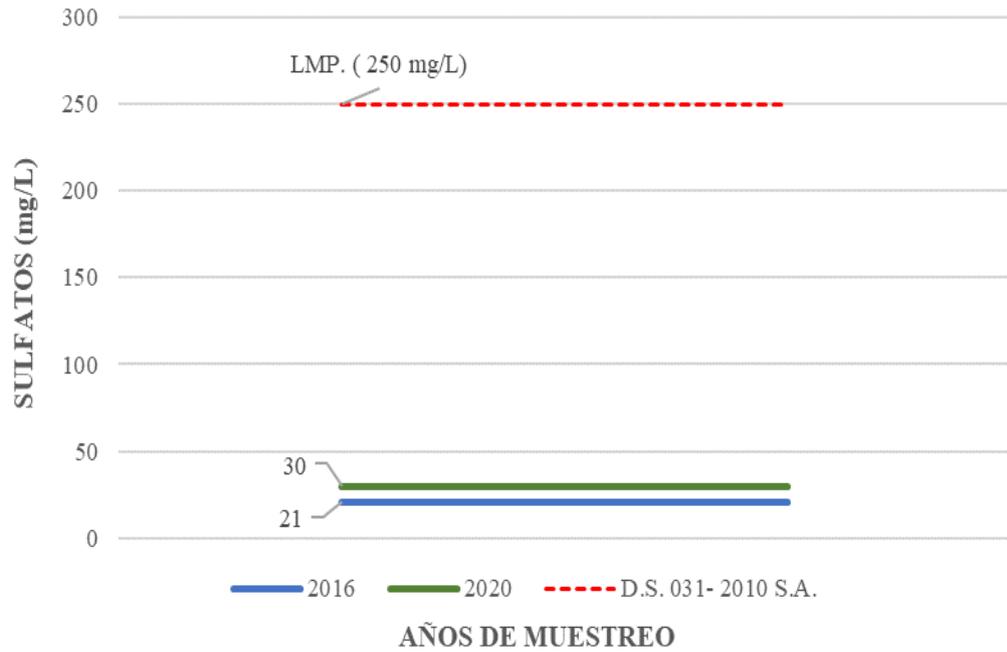


Figura 8.

Variación del parámetro nitratos del agua de pozo de la Empresa Embotelladora Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L., en los años 2016 y 2020; en comparación con el D. S. 031-2010 S.A.

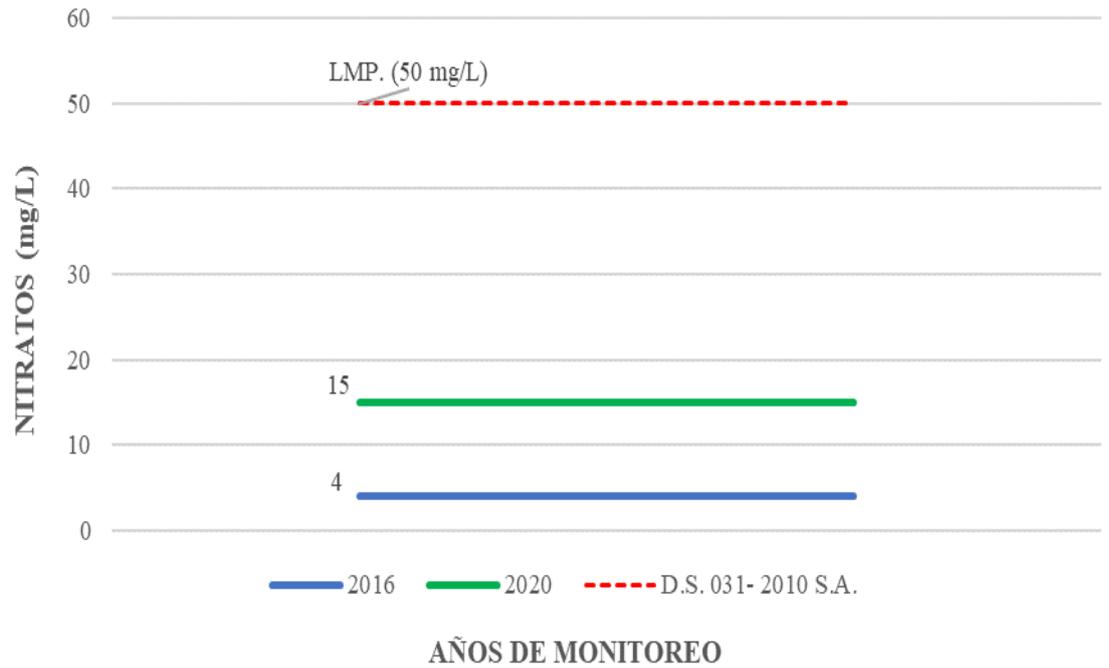


Figura 9.

Variación del parámetro cianuro del agua de pozo de la Empresa Embotelladora Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L., en los años 2016 y 2020; en comparación con el D. S. 031-2010 S.A.

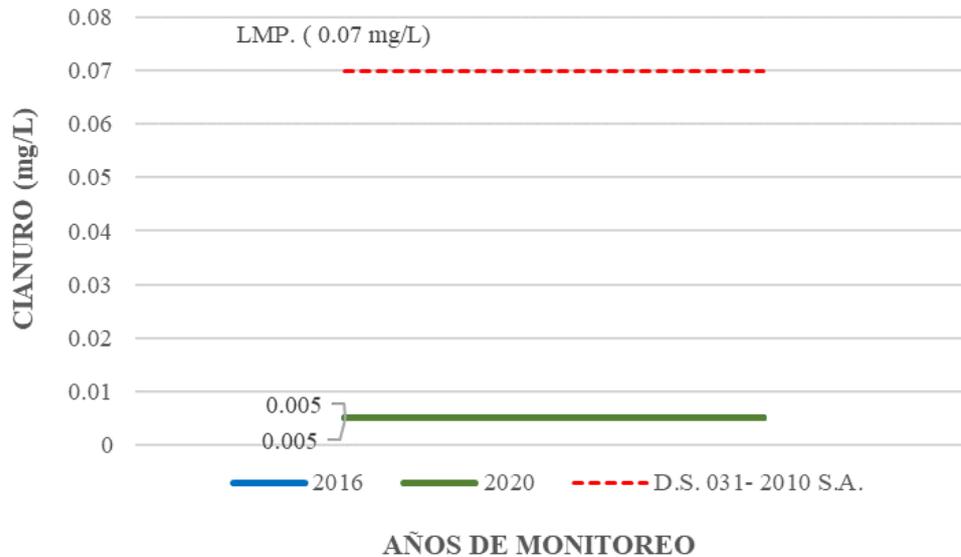


Figura 10.

Variación del parámetro aluminio del agua de pozo de la Empresa Embotelladora Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L., en los años 2016 y 2020; en comparación con el D. S. 031-2010 S.A.

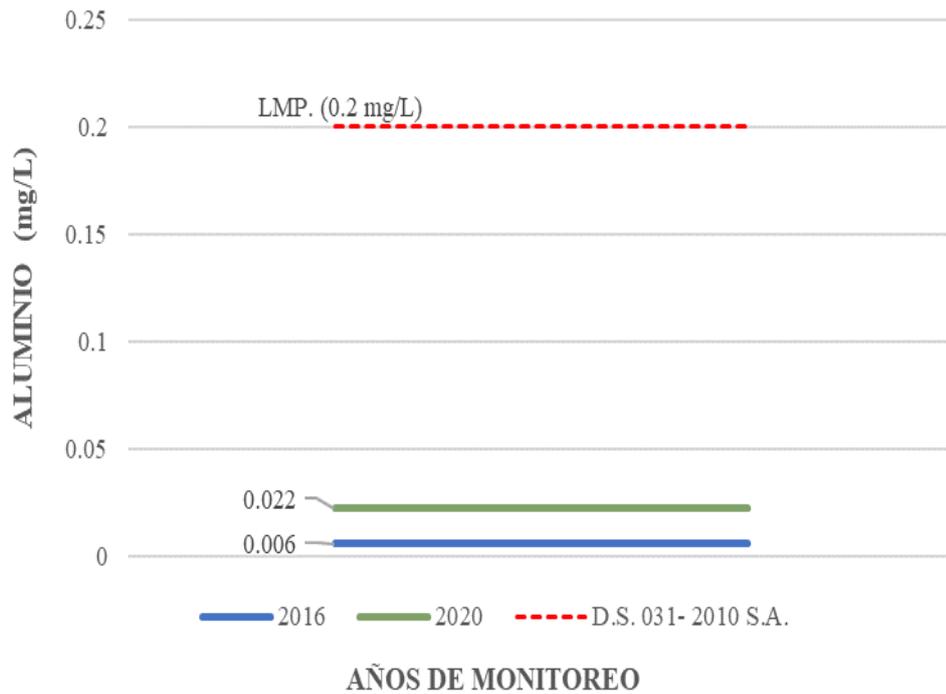


Figura 11.

Variación del parámetro cobre del agua de pozo de la Empresa Embotelladora Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L., en los años 2016 y 2020; en comparación con el D. S. 031-2010 S.A.

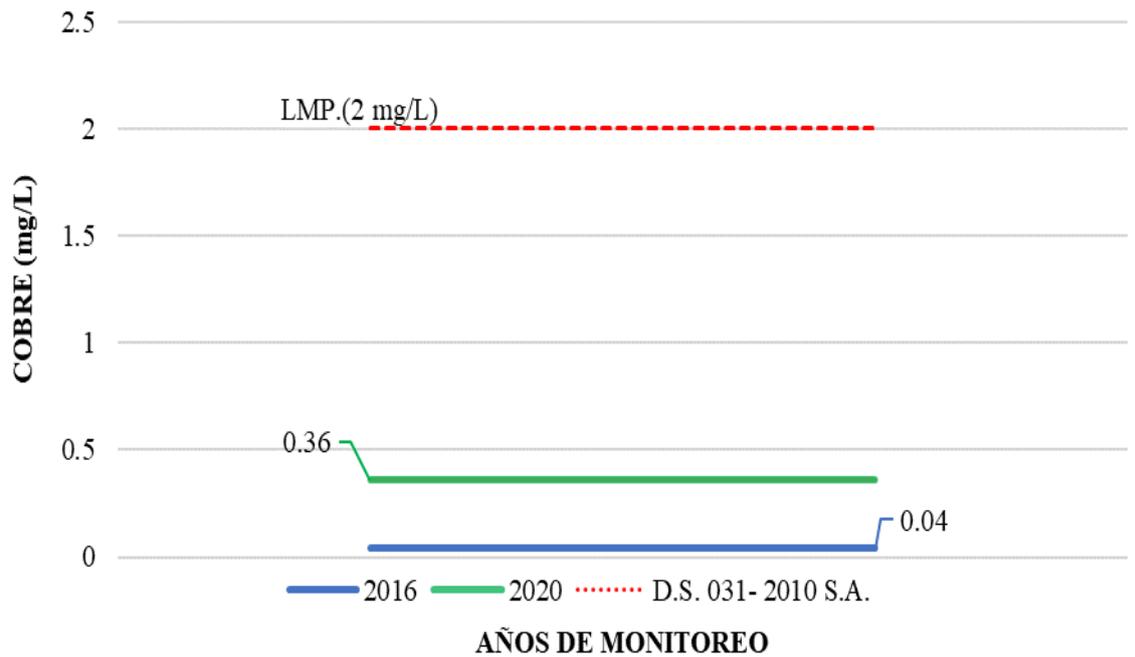


Figura 12.

Variación del parámetro hierro del agua de pozo de la Empresa Embotelladora Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L., en los años 2016 y 2020; en comparación con el D. S. 031-2010 S.A.

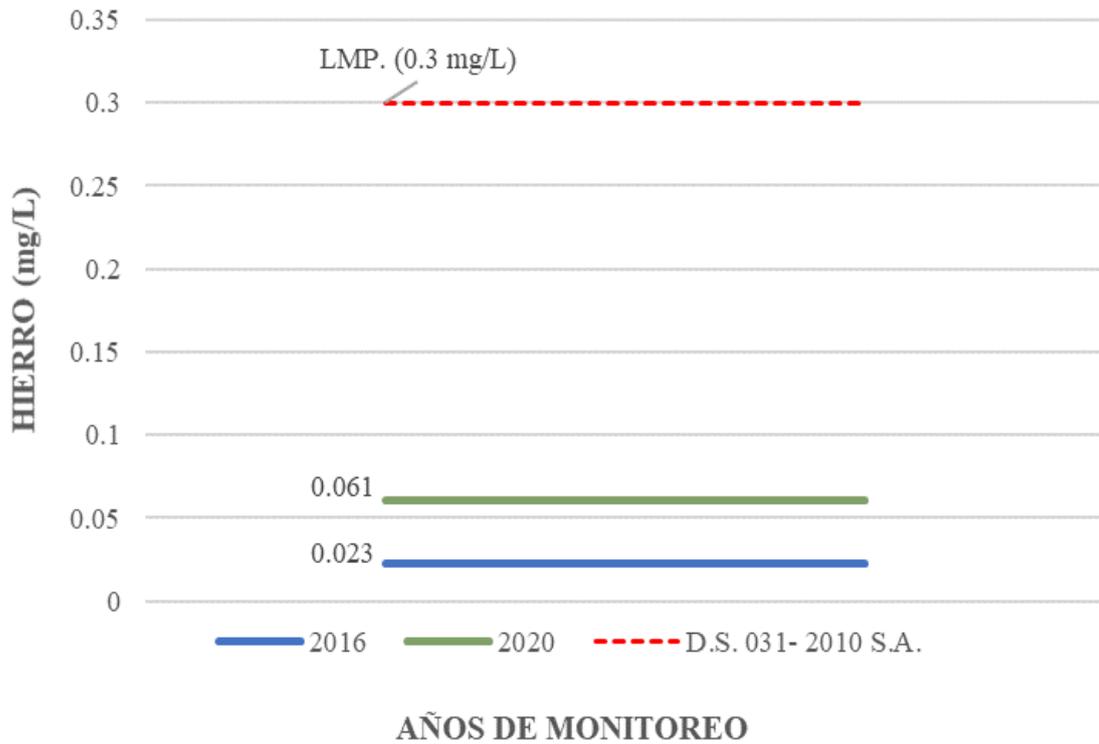


Figura 13.

Variación del parámetro manganeso del agua de pozo de la Empresa Embotelladora Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L., en los años 2016 y 2020; en comparación con el D. S. 031-2010 S.A.

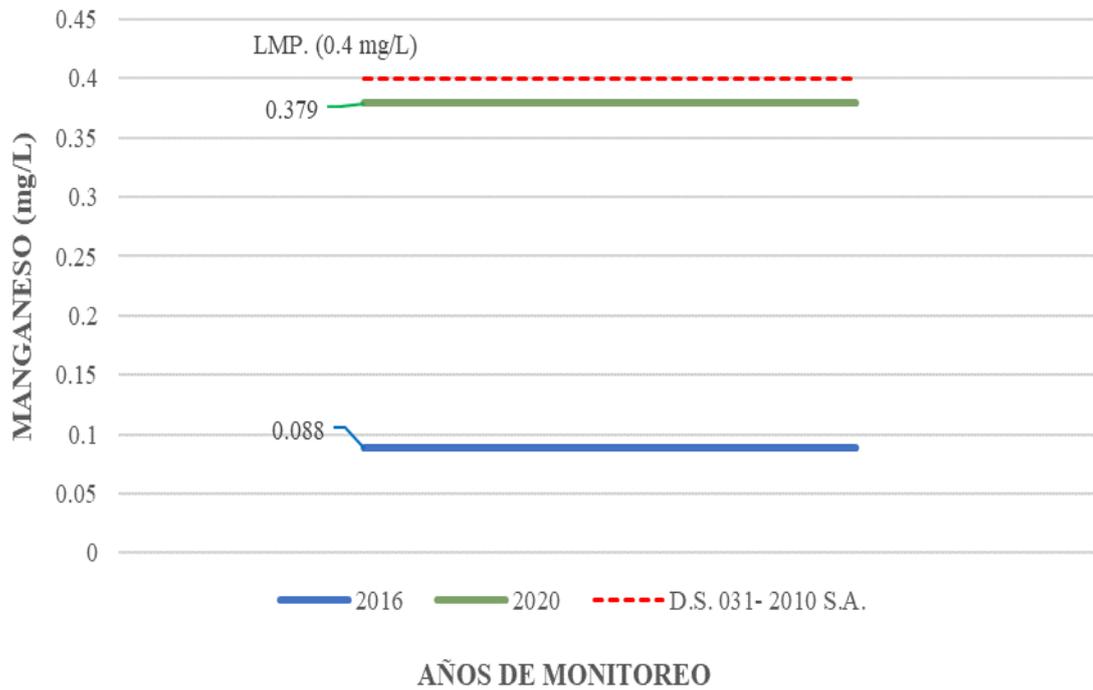


Figura 14.

Variación del parámetro zinc del agua de pozo de la Empresa Embotelladora Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L., en los años 2016 y 2020; en comparación con el D. S. 031-2010 S.A.

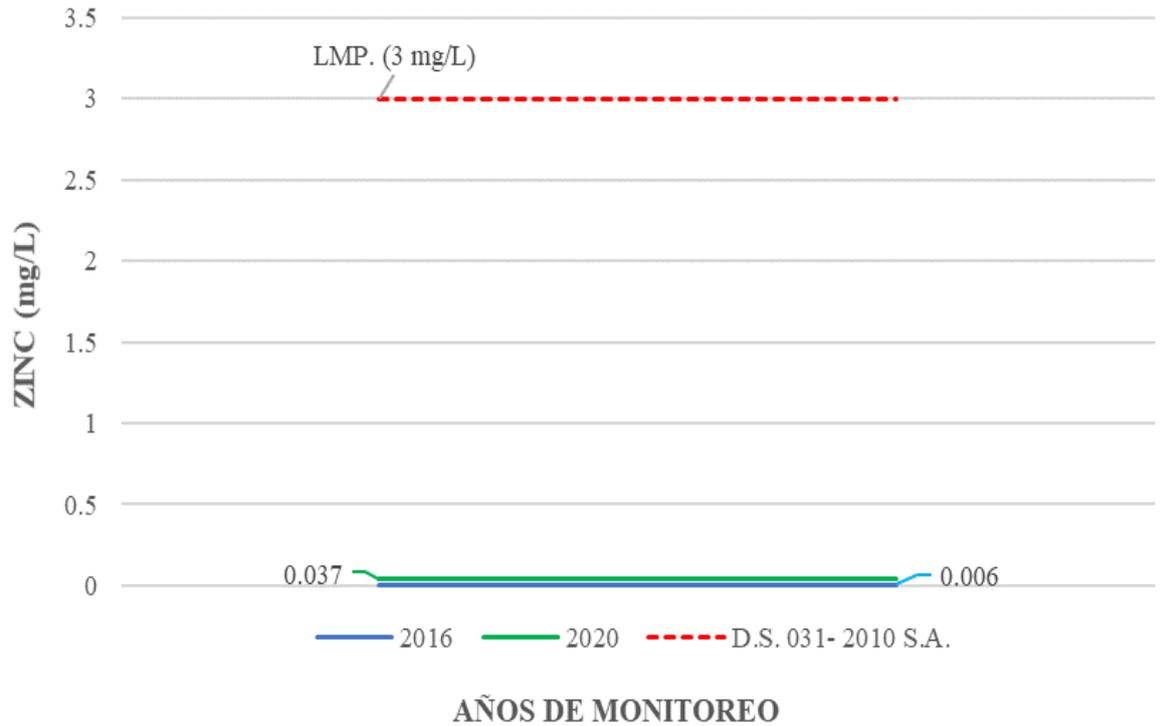


Figura 15.

Variación del parámetro coliformes totales del agua de pozo de la Empresa Embotelladora Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L., en los años 2016 y 2020; en comparación con el D. S. 031-2010 S.A.

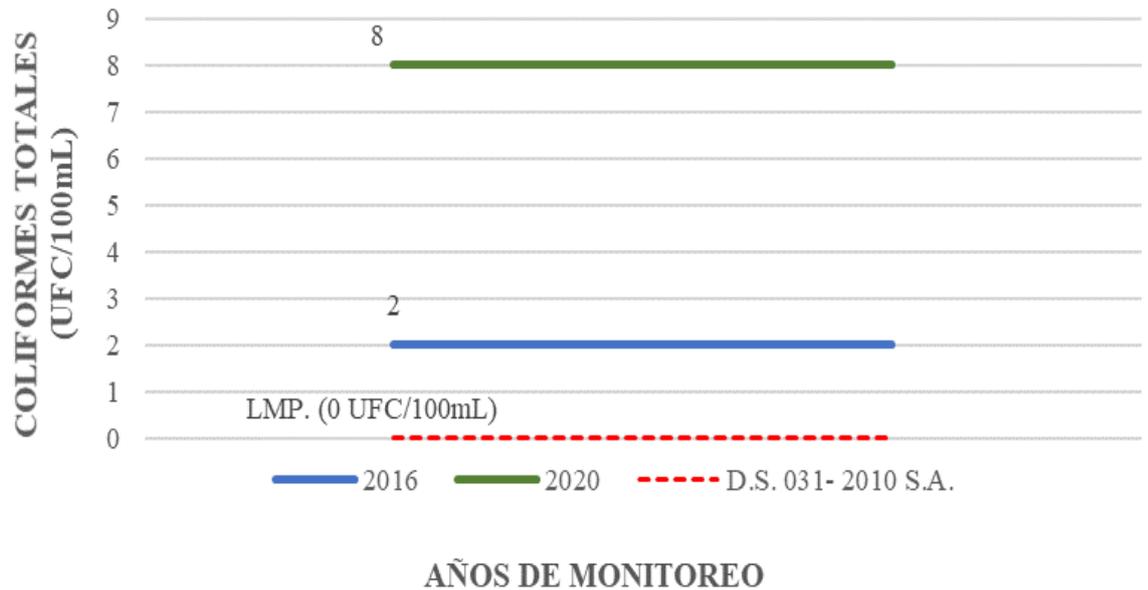
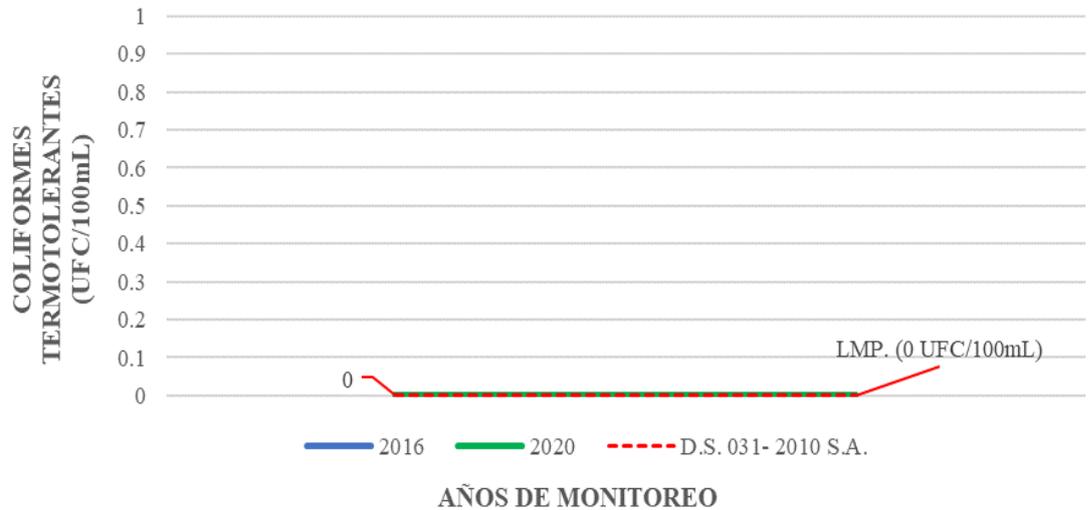


Figura 16.

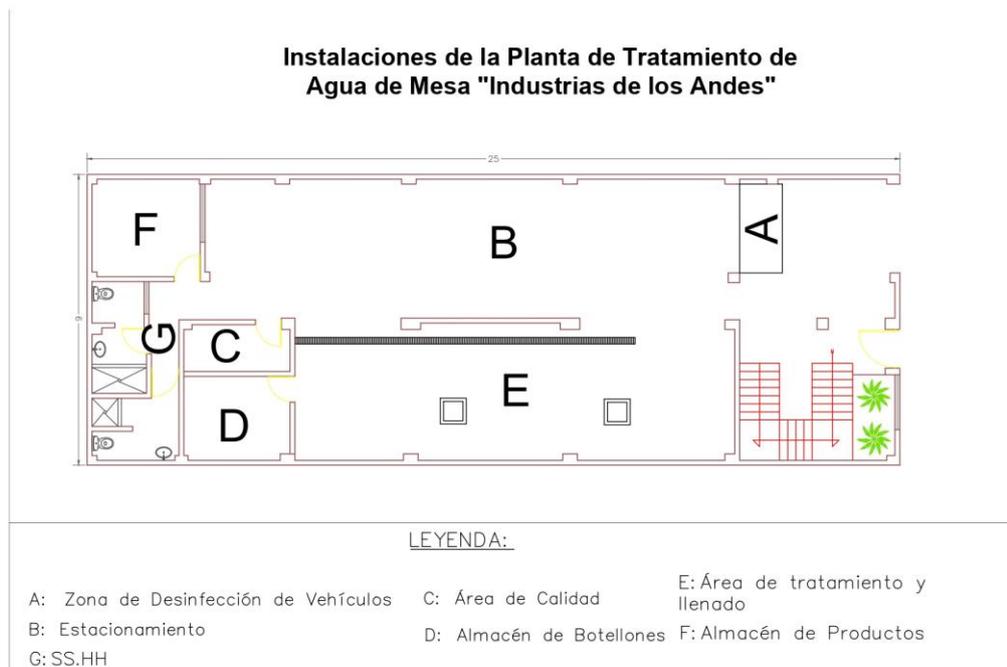
Variación del parámetro coliformes termotolerantes del agua de pozo de la Empresa Embotelladora Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L., en los años 2016 y 2020; en comparación con el D. S. 031-2010 S.A.



A continuación, se muestran el diseño del sistema de tratamiento en planos de la empresa donde se implementará el sistema de tratamiento. Se muestra el plano de las instalaciones de la empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L, donde se instalará el sistema de tratamiento de agua de mesa.

Figura 17.

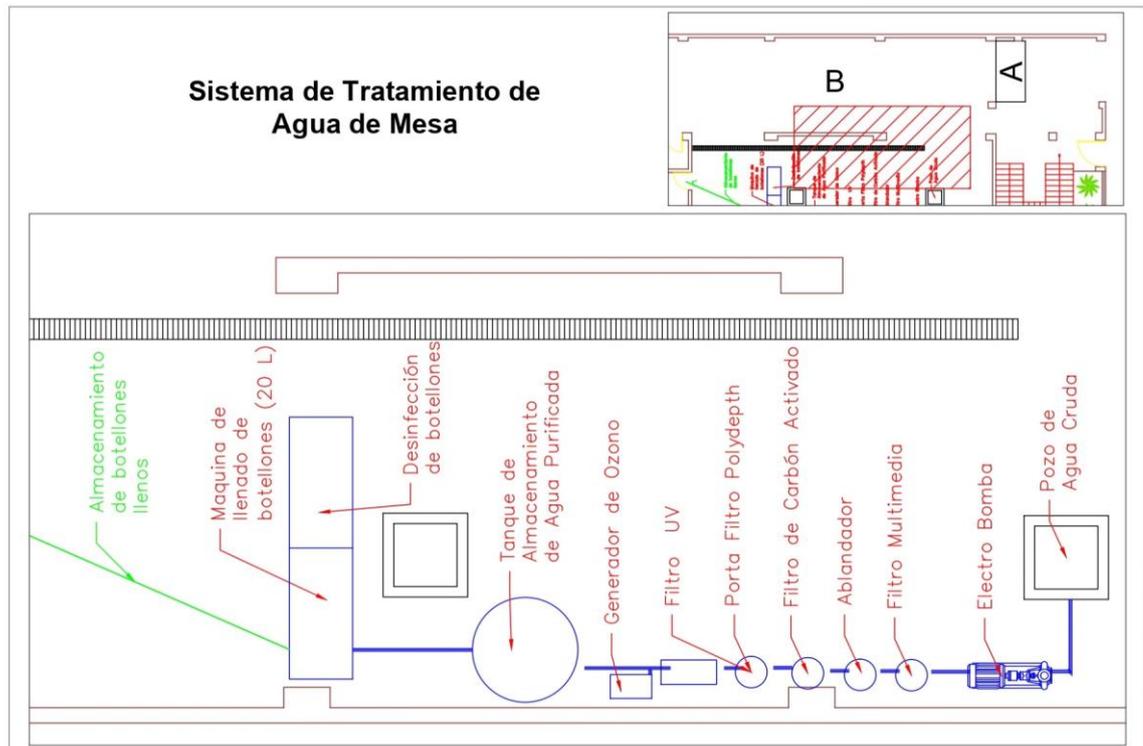
Instalaciones de Planta de Tratamiento de Agua de Mesa para la Empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.



Nota: En este plano se muestran las instalaciones de la planta de tratamiento de agua de mesa, donde se muestra el área A, donde se realizará la zona de desinfección de vehículos, para posteriormente pasar al área B, la cual será lugar para el estacionamiento de vehículos de distribución, por otro lado, el área C, será lugar para el área de calidad de agua, en el área D se almacenaran los productos vacíos para su posterior llenado, el cual se realizará en el área E, donde se realizará el tratamiento de agua de mesa y el llenado de bidones, por consiguiente, en el área F se almacenarán los productos llenos para su respectiva distribución.

Figura 18.

Sistema completo de tratamiento de agua de mesa para la Empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.

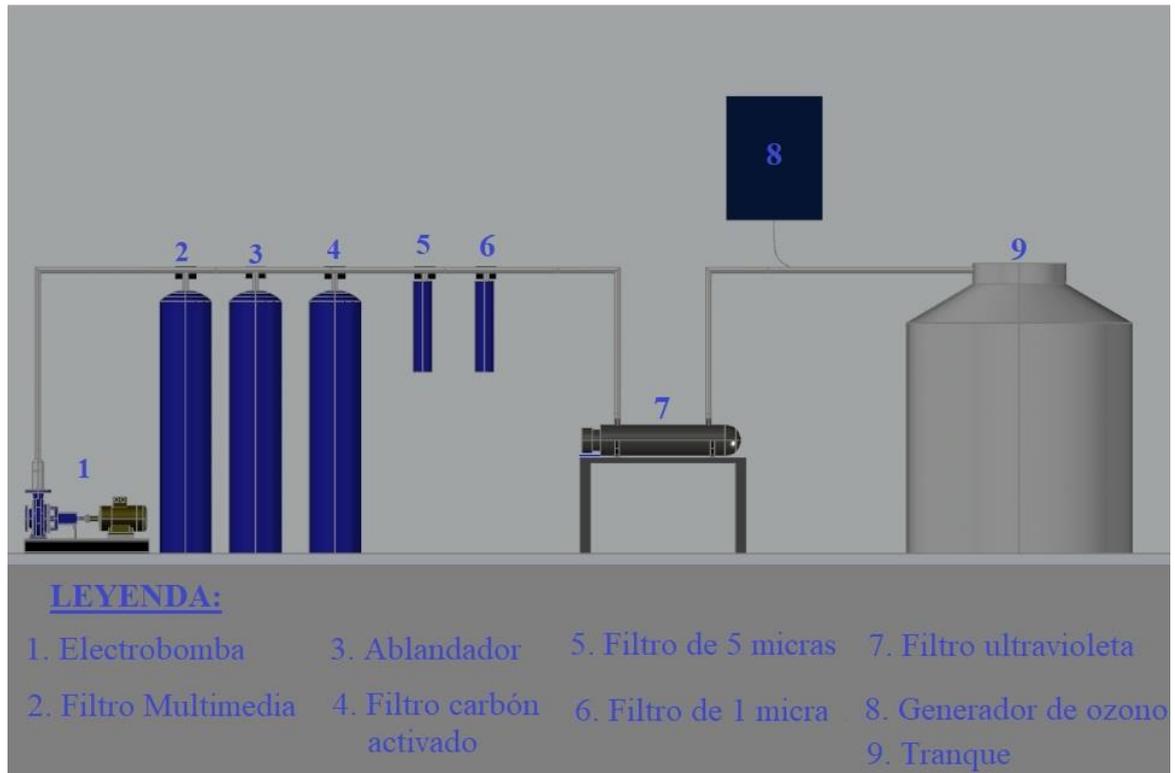


Nota: Se muestra en el plano el lugar donde se instalará el sistema de tratamiento y el orden de las etapas del tratamiento de agua de mesa en el que irán instalados.

Posteriormente, se muestra un diseño del prototipo de la planta de tratamiento para producción de agua de mesa.

Figura 19.

Diagrama de procesos del sistema de agua de mesa. Se muestra el sistema de tratamiento y el orden en el que serán instalados en un diagrama 3D para la empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.



Nota: En este plano se muestran los equipos en 3D que deberán ser utilizados para el sistema de tratamiento de agua, con ayuda de AutoCAD versión libre.

Para los procesos, en el Sistema de Tratamiento de agua de mesa, se calcula una inversión elevada, como se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 6.

Inversión en envasado de agua para la empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.

INVERSIÓN EN ENVASADO DE AGUA			
	COSTO		TIEMPO
Registro Sanitario	S/	2,800.00	-
Registro de Marca	S/	1,500.00	-
Consumo Eléctrico	S/	30.00	10 horas
Filtros	\$	90.00	3 meses
Repuestos	\$	180.00	anual
Duración	S/	0.12	
Agua (m ³)	S/	3.00	-

Nota: En esta tabla se muestra la inversión al envasar el agua. Empresa AquaMarket.

Tabla 7.

Costos de envases de agua de mesa para la empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.

COSTOS DE ENVASES			
ENVASE	CANTIDAD	MEDIDA	COSTO
Bidón	UND	20 L	5.5
Pets	MILLAR	225 mL o 650 mL	85
Galonerias	MILLAR	7 L	378

Nota: En esta tabla se muestra el costo de los envases de agua de mesa. Empresa AquaMarket

Tabla 8.

*Monto de inversión del Sistema completo de Agua de Mesa para la empresa
Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.*

ITEM	DESCRIPCIÓN	MONTO
1	Planta de tratamiento de agua 1000 lts/h	\$ 7,650.00
2	Osmosis inversa de 4 membranas OPCIONAL	\$ 7,800.00
3	Tanque 1000 lts acero inoxidable. 1 UND	\$ 3,560.00
4	Bomba dosificadora OPCIONAL	\$ 550.00
5	Sistema llenador automática de 625 mL hasta 7 L	\$ 12,000.00
6	Roscadora Manual	\$ 750.00
SUB TOTAL		\$ 32,310.00

Nota: En esta tabla se muestra el costo total del sistema de tratamiento de agua.
Empresa AquaMarket.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El agua es un elemento vital y necesario en la vida del ser humano, y para ser consumida sin causar ningún daño, es necesario que sea potable; por lo cual, en la presente investigación se consideró formular una propuesta que permita una óptima calidad de agua y sea apta para consumo humano. Según la OMS (2018), el acceso al agua potable es fundamental para la salud, se considera uno de los derechos humanos básicos y un componente de las políticas eficaces de protección de la salud; además, el uso del agua no debe presentar riesgo para la salud de los consumidores. Del mismo modo, lo manifiesta Semino (2015), quien considera que el agua debe estar libre de sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radioactivo que pueda poner en peligro la salud de quien la consume.

Se planteó como objetivo general proponer un sistema de tratamiento bajo el Reglamento de Calidad D.S. N° 031-2010-SA para mejorar la calidad de agua de pozo en la empresa embotelladora Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L. Cabe mencionar, que según la OMS (2018), toda agua potable debe poseer características que permitan que sea apta para consumo humano; por lo cual, debe pasar por procesos básicos de desinfección.

En la presente investigación se realizó una propuesta para mejorar la calidad del agua de pozo que beneficie a la Empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L., el cual se tendrá un monto de \$ 32,310.00, según lo cotizado en el sistema de tratamiento de agua, que se llevará a cabo en un tiempo aproximado de 6 meses, pronosticado por la empresa; dentro del sistema se consideraron tratamientos que

abarcan procesos de Bombeo de agua, filtración multimedia y ablandador (elimina el calcio y magnesio), concluyendo con el proceso de desinfección con dosificaciones de cloro; todo esto para garantizar un agua apta para con consumo humano.

Así también, lo manifiesta Castillo y Jave (2019); quienes afirman que es necesario que el agua subterránea contenga un sistema de filtración y desinfección, con la finalidad que se puedan eliminar organismos que puedan causar daño a la salud. Las empresas AquaMarket y A&B Ecosistemas (2020); del mismo modo, afirman que es necesario utilizar filtros, tanto multimedia como de carbón; además, de desinfección UV y ozonificación; ya que, al ser agua subterránea, contiene sólidos y coliformes totales, de acuerdo a los resultados de análisis hechos en la E.P.S. SEDACAJ S.A.

De forma similar Jiménez (2015); nos dice, que las impurezas solidas en suspensión que contiene el agua, es necesario eliminarlas a través de filtros, que tienen como finalidad retener dichas partículas; además es necesario contar con un sistema de desinfección como lo manifiesta Olivas, et.al (2004), quien indica en su informe que la desinfección de agua de pozo contaminada, debe er tratada con dosificaciones de cloro; ya que, elimina el 92.85%, según los resultados de su investigación, dejando un agua apta para consumo humano; finalmente, la norma D.S. 031-2010 S.A, recomienda que es necesario realizar muestreos periódicos con el fin de mantener los límites máximos permisibles dentro de los estándares de calidad para consumo humano.

Se planteó como primer objetivo específico, describir algunos de los parámetros físicos, químicos y biológicos para evaluar la calidad del agua de pozo de la empresa Industrias de los Perú E.I.R. L, según el DS N° 031-2010-SA; el cual manifiesta que, los parámetros físico-químicos y coliformes, son los que se requieren como mínimo para que dicha agua sea considerada potable. Del mismo modo, la OMS, (2018), corrobora esta información afirmando que para la vigilancia de aguas de origen se debe analizar turbidez, color, pH, conductividad; por otro lado, para el tratamiento es recomendable usar un desinfectante, radiación UV, absorbancia de luz, membranas, y el color.

Cabe mencionar, que dentro de la investigación se seleccionaron parámetros como turbidez, pH, conductividad, dureza, cloruros, fluoruros, sulfatos, nitratos, cianuro, aluminio, cobre, cromo, hierro, manganeso y zinc, respecto a los parámetros en coliformes, se seleccionaron coliformes, totales y termotolerantes, debido a que las bacterias pueden originar enfermedades al no encontrarse dentro de los límites. Se sabe, que el agua de pozo suele presentar una alta dureza, causa de los minerales disueltos en ella, en algunos casos por existencia de metales y su turbidez puede variar por el material insoluble, en suspensión o dispersión coloidal. (Carranza, 2011). Debido a esto, es de suma importancia garantizar que el agua sea apta para consumo humano, los cuales se eligieron porque así lo estipula el D.S. 031-2010 S.A.

Del mismo modo, la OMS (2018), manifiesta según la legislación básica del agua, una lista de parámetros que deben analizarse con mayor frecuencia como el cloro, turbidez y pH; asimismo, la Organización Mundial de la Salud, recalca que es

habitual incluir parámetros microbiólogos y que cada parámetro debe ser controlado, con el fin de verificar la calidad higiénica del agua. También, la FAO en su reglamento de aguas para consumo humano - Art.15 (2005), manifiesta que, los operadores no deben suministrar agua donde sus valores sobrepasen las concentraciones máximas admisibles, en su guía nos dice los parámetros recomendados para parámetros físico-químicos, en su guía sobre tratamiento de potabilización (FAO, Anexo XII, 2005), indica los parámetros recomendados para tratar agua, los cuales concuerdan con la investigación.

Como segundo objetivo específico, el cual fue comparar la calidad de los parámetros físico-químicos y coliformes, con el Reglamento de la Calidad del Agua D.S. 031-2010 S.A.; como se sabe, el agua potable no debe contener microorganismos patógenos, quistes ni huevos de parásitos, o algún microorganismo que pueda afectar la salud de las personas. Así mismo, según la FAO (2005), en el artículo 14 del reglamento de aguas para consumo humano; nos dice, que para el abastecimiento del agua se debe prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales, entre otras. Al realizar los análisis correspondientes, se evidenció que la todos los parámetros físico-químicos se encontraron dentro de los límites máximo permisibles; mientras que hubo una leve variación en los coliformes.

Según, la OMS (2018), estipula que si alguno de los parámetros de ellos estuviera fuera del rango permitido podría causar daños a la salud como VHA, giardia y distintas cianobacterias, provocando hepatitis y neurotoxicidad. Por lo tanto, el agua de pozo se considera no apta para consumo humano; debido a que, en los años que se analizó dicha agua, ambos estudios realizados sobrepasaron los

límites máximos permisibles, que indica el DS 031-2010 S.A. evidenciando una alteración en coliformes (figura 22 y 23).

Esto debido, a que cerca de la fuente de agua se encontraba un pozo séptico y existieron posibles infiltraciones debido a la lluvia, y/o agentes climáticos, propios de la zona; los cuales, alteraron las características microbiológicas del agua. Del mismo modo, lo manifiesta Castillo y Jave (2019), quienes señalan que existe gran variedad de microorganismos en aguas crudas que pueden ser patógenos, como coliformes totales, ocasionando gastroenteritis. Asimismo, la OMS (2018), indica que la presencia coliforme es un grave problema sanitario, pero realizando una desinfección adecuada debe haber ausencia de estos. Por otro lado, si el agua llegará a sobrepasar sus LMP, la empresa podría perder su registro sanitario, además de ser multada y sancionada por la Autoridad Nacional del Agua; cabe resaltar, que a la actualidad el pozo séptico ha sido sellado en su totalidad por especialistas, por lo que ya no alterará los parámetros ya descritos.

Como ultimo objetivo específico fue diseñar un sistema de tratamiento para tratar el agua de mesa en función al reglamento de Calidad de Agua DS. 031-2010-S.A, de acuerdo, a la figura 17; se sabe que es necesario contar con instalaciones en la planta de tratamiento que tengan área de desinfección de vehículos; con el fin, que no ingrese ningún tipo de contaminante, sobre todo en las llantas. Del mismo modo, se debe contar se debe contar con un área de calidad, para analizar que no exista alteración en los parámetros que las leyes nos exigen y se pueda producir un agua apta para consumo humano; realizándose análisis periódicos; lo mismo señala

Saucedo (2013), afirmando que la calidad de agua de mesa, depende de su higiene en el proceso de producción.

Cabe mencionar, que es necesario utilizar filtros de carbón activado y filtro multimedia; para eliminar sedimentos que pueda contener el agua potable; así también, es adecuado contar con sistemas de desinfección mediante radiación ultravioleta que elimina una gran cantidad de virus y bacterias, que evitarán daños a la salud de las personas que consuman el agua de mesa. De igual manera, Caminati y Caqui (2013) manifiestan, que para que el agua de pozo pueda ser consumida es de suma importancia llevar a cabo un tratamiento bacteriológico, dichas autoras utilizaron mecanismos como ozonificación y radiación UV, indicando que este último elimina el 99% de bacterias.

Meléndez (2018), nos dice que para disminuir las concentraciones elevadas se debe hacer una desinfección UV con ozonificación para reducir su nivel; ya que, estos procesos son desinfectantes, eliminan bacterias, virus y microorganismos, es muy necesario para el sistema porque al ser agua de pozo tiene muchos microorganismos que pueden afectar a la salud, de esta manera permitir que el agua se encuentre dentro de los límites que exige el D.S. 031-2010 S.A. Del mismo modo, la empresa AquaMarket (2021), nos recomienda utilizar el proceso del carbón activado y filtro multimedia de 1 y 5 micros, con el fin de tener un agua libre de sólidos disueltos; además, de radiación UV y ozonificación; igualmente, la empresa, A & B Ecosistemas (2020), afirma esta propuesta sosteniendo que, debido a los resultados de los parámetros es necesario utilizar un sistema de desinfección como la ozono y ultravioleta, manifestando la misma propuesta la empresa Essence.

No obstante, las instalaciones de la planta de tratamiento deben contar con un área de almacén de botellones vacíos, con el fin de que la empresa cuente con suministros para embotellar del agua; de igual forma, debe contar con un área de almacén de productos llenos; para que, seguidamente puedan ser transportados para su distribución, así mismo, debe contar con servicios higiénicos, para la desinfección y demás necesidades del personal.

Así mismo, Meléndez (2018), comenta que para que el agua de mesa no tenga alteraciones en cuanto a sus parámetros es necesario realizar un buen mantenimiento de equipos, especialmente los filtros; del mismo modo, el sistema de osmosis inversa debe cambiarse periódicamente cada 3-5- años, lo manifiesta el autor; igualmente, el generador de ozono de 7 u 8 meses; con la finalidad, de tener un agua de calidad para consumo humano; que sea armoniosa con el medio ambiente, distribuyendo agua de calidad a sus consumidores; del mismo modo, la empresa planea comprar envases ecológicos, con el fin de no generar ninguna amenaza a la sostenibilidad del medio ambiente.

El Art. 2 de la Ley 29338 de Recursos Hídricos; nos dice, que el uso del agua debe ser otorgada y ejercida con armonía con el bien común, la protección ambiental y el interés de la Nación; del mismo, la Ley General del Ambiente (Art, 80); manifiesta, que se debe propiciar la gestión de la calidad del agua, la prevención de riesgos y daños ambientales en los procesos de su producción o prestación, así como prácticas de etiquetado, que salvaguarden los derechos del consumidor; igualmente, la Organización de las Naciones Unidas (2021); comenta que, vivir en un medio ambiente sin riesgos, limpio, saludable y sostenible es un derecho humano.

En el presente estudio, se realizó una investigación del agua de pozo de la empresa Industrias de los Andes del Perú, concluyendo que su agua no es apta para consumo, debido a la elevada concentración de coliformes termotolerantes.

Se describieron los parámetros seleccionados para evaluar la calidad del agua de pozo de la empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R. L, como lo que establece el D.S. 031-2010 S.A. Asimismo, se realizó una comparación de la calidad de los parámetros físicos, químicos y coliformes, en función al DS. N°031-2010-SA, la mayoría de parámetros cumplen con lo exigido por dicho decreto, a excepción de coliformes totales que excede a 8 UFC/100 mL; debido que, existía un pozo séptico cerca al lugar de abastecimiento, el cual ya fue tratado y se podrá disminuir por medio de desinfección por ozonificación y radiación ultravioleta.

Del mismo modo, se propuso un sistema de tratamiento para tratar el agua de mesa en función al reglamento de Calidad de Agua DS. 031-2010-SA, entre los tratamientos se encuentran: bombeo, filtración, osmosis inversa, desinfección (UV y ozonificación) y entre los equipos están: electrobomba, filtro multimedia automático, filtro carbón activado automático, filtro 05 micras, filtro 01 micra, equipo UV y equipo generador de ozono.

Cabe mencionar, que a lo largo del proceso de la investigación se encontraron algunas limitaciones debido al tiempo de pandemia, el cual impidió tomas actualizadas, razón por la cual se tomaron 2 años (2016 y 2020) los cuales la empresa poseía y no se pudo realizar un dato actualizado para corroborar que ya no existan

coliformes en el agua de pozo; además, la falta de acceso de algunas bases de datos debido al costo por la inscripción.

REFERENCIAS

- Abril (2008). Técnicas e Instrumentos de Investigación.
https://www.academia.edu/6964411/T%C3%A9cnicas_e_Instrumentos_de_Investigaci%C3%B3n_Abril_pH_D
- Agudelo, G., Aignerren, M. y Ruiz, J. (2010). *Experimental y no-experimental. La sociología en sus escenarios*. Centro de Estudios de Opinión -CEO-
- Álvarez, F. (2009). *Manual de tratamientos del agua de consumo humano*. Castilla y León: Gráficas Lafalpoo, SA.
- AQUA Fundación. (2021). El valor del agua: clave en la celebración del Día Mundial en 2021. Madrid, España. <https://www.fundacionaquae.org/valor-agua-dia-mundial/>
- Arias, F. (2012). El proyecto de investigación. 6ta Edición.
<https://es.slideshare.net/juancarlos777/el-proyecto-de-investigacion-fidias-arias-2012-6a-edicion>
- Akram, N. (2020). Consumo de agua potable en Pakistán: sus dimensiones y determinantes. Artículo de Investigación. <https://dwes.copernicus.org/articles/13/43/2020/>
- Bautista, F. (1999). *Introducción al estudio de la contaminación del suelo por metales pesados* (Vol. 1). México: Uady.
- Carranza, M. (2011). *Estudio físico-químico- biológico del agua de manantial Lanla, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca y su factibilidad para embotellarla* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].
http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3402/CarranzaBazan_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Castillo, M y Jave, P. (2019). *Diagnóstico y propuesta de un proceso de embotellamiento de agua de mesa usando agua del manantial La Constancia ubicado en el distrito de Quiruvilca, La Libertad* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12651>
- Caminati, B. y Caqui, F. (2013). *Análisis y diseño de sistemas de tratamiento de agua para consumo humano y su distribución en la Universidad de Piura*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Piura]. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1738>
- Díaz, W. (2017). *Evaluación y optimización de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de tena en el departamento de Cundinamarca*. [Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Colombia]. https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14490/1/Trabajo_21.pdf
- El Peruano. (2005). Ley General del Ambiente N°28611. Ley, Lima. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-28611.pdf>
- El Peruano. (2009). Ley de Recursos Hídricos N°29338. Ley, Lima. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-29338.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2005). Reglamento de Aguas para Consumo Humano. <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC178940/>
- Faria, P. M., Nasser, N., Wagner, A., Fernández, P., Byrne, J. A., & Sabogal, L. P. (2021). Sistema de purificación de agua doméstica que comprende filtración de cartucho, desinfección UVC y cloración para tratar agua cruda turbia. Artículo Científico. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S221471442100290>

García, N. (2020). La guerra del agua: países con mayor escasez de agua.

<https://ayudaenaccion.org/ong/blog/sostenibilidad/guerra-agua-paises-escasez/>

Hernández, R (2014). Metodología de la Investigación. 6ta Edición.

<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Hernández, E y Corredor, C. (2017). *Diseño y construcción de una planta modelo de*

tratamiento para la potabilización de agua, se dispondrá en el laboratorio de aguas

de la universidad católica de Colombia. [Tesis de Pregrado, Universidad Católica de

Colombia].[https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14556/1/DISE%C3%](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14556/1/DISE%C3%91O%20Y%20CONSTRUCCION%20DE%20UNA%20PLANTA%20MODELO%20DE%20TRATAMIENTO%20PARA%20LA%20POTABILIZACION%20DE%20AGUA.pdf)

[91O%20Y%20CONSTRUCCION%20DE%20UNA%20PLANTA%20MODELO%](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14556/1/DISE%C3%91O%20Y%20CONSTRUCCION%20DE%20UNA%20PLANTA%20MODELO%20DE%20TRATAMIENTO%20PARA%20LA%20POTABILIZACION%20DE%20AGUA.pdf)

[20DE%20TRATAMIENTO%20PARA%20LA%20POTABILIZACION%20DE%20](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14556/1/DISE%C3%91O%20Y%20CONSTRUCCION%20DE%20UNA%20PLANTA%20MODELO%20DE%20TRATAMIENTO%20PARA%20LA%20POTABILIZACION%20DE%20AGUA.pdf)

[AGUA.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14556/1/DISE%C3%91O%20Y%20CONSTRUCCION%20DE%20UNA%20PLANTA%20MODELO%20DE%20TRATAMIENTO%20PARA%20LA%20POTABILIZACION%20DE%20AGUA.pdf)

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2019). Formas de Acceso al Agua y

Saneamiento

Básico.

Lima,

Lima.

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_nov2019.pdf

Jiménez, F. (2015). *Descripción del proceso de producción en planta embotelladora Bazán*

S.R.L. [Tesis de Pregrado, Universidad Mayor de San Andrés].

[https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/11536/MT-1616-](https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/11536/MT-1616-Jimenez%20Mendoza%2C%20Freddy%20Luis.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[Jimenez%20Mendoza%2C%20Freddy%20Luis.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/11536/MT-1616-Jimenez%20Mendoza%2C%20Freddy%20Luis.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Jouravlev, A., Saravia, S., y Gil, M. (2021). Reflexiones sobre la gestión del agua en

América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, Chile.

[https://www.cepal.org/es/publicaciones/46792-reflexiones-la-gestion-agua-america-](https://www.cepal.org/es/publicaciones/46792-reflexiones-la-gestion-agua-america-latina-caribe-textos-seleccionados-2002-2020)

[latina-caribe-textos-seleccionados-2002-2020](https://www.cepal.org/es/publicaciones/46792-reflexiones-la-gestion-agua-america-latina-caribe-textos-seleccionados-2002-2020)

Lozano Rivas, W. (2013). *Calidad fisicoquímica del agua: Métodos simplificados para su*

muestreo y análisis. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.

- Martínez, C. (2019). Potabilización del agua (Vol 1). España: Editorial Elearning S.L.
- Mahmood, Q., Baig, S., Nawab, B., Shafqat, M., Pervez, A. y Zeb, B. (2011). Development of low-cost household drinking water treatment system for the earthquake affected communities in Northern Pakistan. *Desalination*, 273(2-3), 316-320.
- Meléndez, E. (2018). *Instalación de una planta procesadora de agua de mesa para autoconsumo en la Universidad Nacional de Tumbes*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Tumbes]. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1738>
- Ministerio de Salud. (2010). D.S N°031-2010-SA - Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano. Decreto Supremo, Lima. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1590.pdf>
- Mondragón, A. (2016). *Evaluación de la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Vinces*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil]. http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/15356/1/TESIS%20MGA%20037_%20EVALUACI%C3%93N%20DE%20LA%20PLANTA%20DE%20TRATAMIENTO%20DE%20AGUA%20DE%20LA%20CIUDAD%20DE%20VINCES.pdf
- Municipalidad Provincial de Cajamarca. (2019). Entra en Funcionamiento Nueva Planta de Agua Potable El Milagro. <https://www.municaj.gob.pe/noticia.php?ids=3120>
- Mwabi, J., Mamba, B. y Momba, M. (2012). Removal of Escherichia coli and faecal coliforms from surface water and groundwater by household water treatment devices/systems: A sustainable solution for improving water quality in rural communities of the Southern African development community region. *International journal of environmental research and public health*, 9(1), 139-170.
- Organización de las Naciones Unidas (2021). Consejo de Derechos Humanos. <://www.ohchr.org/es/hr-bodies/hrc/home>

- Organización Mundial de la Salud. (2018). *Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- Organización Mundial de la Salud, y Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. (2020). Agua, saneamiento, higiene y gestión de desechos en relación con el virus de la COVID-19. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331929/WHO-2019-nCoV-IPC_WASH-2020.3-spa.pdf
- Palermo, I. (2018). *Eficiencia de la planta de tratamiento de agua cruda para la ciudad de San Marcos, 2017*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. http://190.116.36.86/bitstream/handle/UNC/2585/T016_45011070_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pichel, N., Vivar, M., y Fuentes, M. (2018). The problem of drinking water access: A review of disinfection technologies with an emphasis on solar treatment methods. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653518323129?via=ihub>
- Prashad, J. (2020). La crisis de la contaminación del agua de América Latina y sus efectos en la salud de los niños. <https://www.humanium.org/es/la-crisis-de-la-contaminacion-del-agua-de-america-latina-y-sus-efectos-en-la-salud-de-los-ninos/>
- Rivera, G. (2017). Los procesos de influencia global/local en políticas públicas: Una propuesta metodológica. Santiago, Chile. https://www.researchgate.net/publication/321088422_El_Analisis_Documental_y_el_Estudio_de_los_Procesos_de_Influencia_GlobalLocal_en_Policas_Publicas_Una_propuesta_metodologica

Rodríguez, E. (2005). *Metodología de la Investigación*. Universidad Autónoma de Tabasco.

https://books.google.com.pe/books?id=r4yrEW9Jhe0C&printsec=frontcover&dq=author:%22Ernesto+A.+Rodr%C3%ADguez+Moguel%22&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Quenta, C. (2019). *Evaluación de la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial del agua de mesa embotellada que se expenden en la ciudad de Tacna*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – TACNA].

http://tesis.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/3592/1549_2019_quenta_calizaya_c_fcag_alimentarias.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Saucedo, D. (2013). *Estudio de las incidencias de las radiaciones ultravioleta (UV) en el proceso de obtención de agua envasada para mesa*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].

<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/359>

Semino, F. (2015). *Producción de agua de mesa por ósmosis inversa para autoabastecimiento de UDEP*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Piura].

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2238/ING_550.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Soriano, C. (2018). *Propuesta de mejora del proceso de tratamiento de agua de mesa para reducir la presencia de metales suspendidos en aguas del Inka, Cajamarca 2018*.

[Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte].

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/22319/Soriano%20Vargas%20Carlos%20Daniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Worch, E. (2019). *Drinking water treatment: an introduction*. Boston/Berlín : Walter de Gruyter GmbH and Co KG.

I. ANEXOS

ANEXO A. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 9. *Matriz de Consistencia*

Título de investigación: SISTEMA DE TRATAMIENTO BAJO EL REGLAMENTO DE CALIDAD DS. N° 031-2010 S.A. DE AGUA DE POZO EN LA EMPRESA EMBOTELLADORA INDUSTRIAS DE LOS ANDES DEL PERU E.I. R.L.

Problema de investigación	Objetivos	Variables	Metodología
¿Cuál es el sistema de tratamiento bajo el reglamento de calidad DS. N°031-2010-SA para mejorar la calidad de agua de pozo en la empresa embotelladora industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.?	General:	Variable 1	Tipo de investigación de Comparativa-Descriptiva
	Proponer un sistema de tratamiento bajo Reglamento de Calidad D.S. N° 031-2010-SA para mejorar la calidad de agua de pozo en la empresa embotelladora industrias de los andes del Perú E.I.R.L.	Calidad de Agua de Pozo	De acuerdo al Cuantitativo enfoque: De acuerdo al fin: Aplicada De acuerdo al Descriptivo alcance:
	Específicos:	Variable 2	Diseño de Diseño no Experimental investigación:
	Describir los parámetros seleccionados para evaluar la calidad del agua de pozo de la empresa Industrias de los Andes	Reglamento de Calidad de Agua DS.031-2010-SA	Población: Agua de pozo ubicada en el centro poblado Huacariz, perteneciente a la empresa Industrias de los Andes del

E.I.R.L,		Perú E.I.R.L.
		1 litro de Agua de Pozo para análisis, en la empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.
	Muestra:	
		Técnicas Instrumentos
Comparar la calidad de los parámetros físicos, químicos y coliformes, en función al DS.N°031-2010-SA,.	Variable 3	Análisis de datos
	Sistema de tratamiento	Guía de Análisis documental
Diseñar un sistema de tratamiento para tratar el agua de mesa en función al reglamento de Calidad de Agua DS. 031-2010-SA.		Ficha de registro de datos
		Laptop

ANEXOS B. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

Tabla 10. *Matriz de Operacionalización*

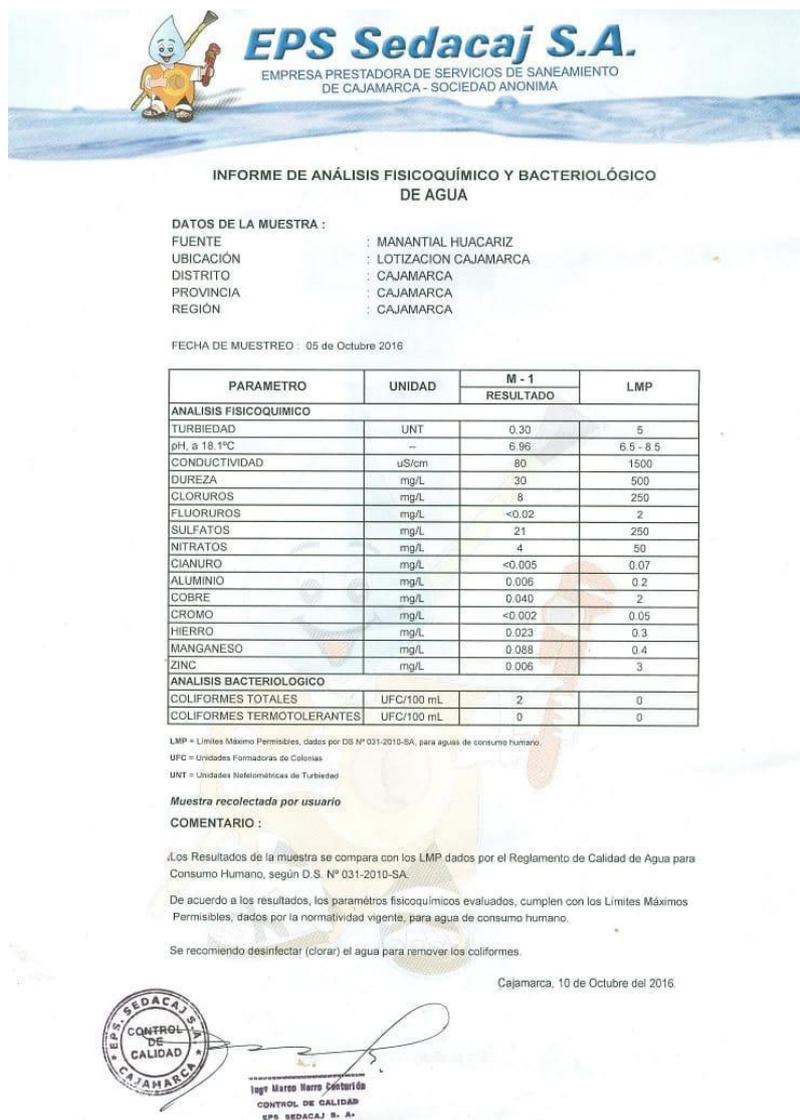
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	RANGO DE MEDICION
Sistema de tratamiento	Conjunto de componentes hidráulicos; de unidades de procesos físicos, químicos y biológicos; y de equipos electromecánicos y métodos de control que tienen la finalidad de producir agua apta para el consumo humano. (MINSA, 2010).	Briceño y Caqui (2013, p. 20). Indican que un sistema de tratamiento para agua de consumo humano, debe contener como referencia el D.S. N°031-2010-SA, eliminando los niveles de bacterias y coliformes, usando, cloro, filtros y ozonificación.	Parámetros físicos.	pH	6,5 a 8,5
				Conductividad	1 500
				Turbidez	5
				Sólidos totales disueltos.	1 000
				Dureza Total	500
			Parámetros químicos	Cloruros	250
				Hierro	0.3
				Nitratos	50
				Manganeso	0.4
				Cianuro	0.07
Zinc	3				
Aluminio	0.2				

Parámetros microbiológicos	Bacterias	0 (*)
	Coliformes Totales	
	Bacterias	0 (*)
	Termotolerantes	

ANEXOS C. CARACTERIZACIÓN DEL ANÁLISIS DE AGUA DE MESA DEL AÑO 2016

Figura 20.

Caracterización del año 2016 para la empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.



Nota: Se muestran los Resultados de análisis de agua hechos en el año 2016, comparándolos con los Límites Máximo Permisibles según el Reglamento vigente de la Calidad de Agua.

ANEXOS D. CARACTERIZACIÓN DEL ANÁLISIS DE AGUA DE MESA DEL AÑO 2020

Figura 21.

Caracterización del año 2020 para la empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.



INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA :
SOLICITANTE : ANTONIO VEREAU ROSALES
PUNTO DE MUESTREO : POZO SUBTERRANEO
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO
DISTRITO Y PROVINCIA : CAJAMARCA
REGIÓN : CAJAMARCA

FECHA DE ANALISIS : 15 de Julio 2020

PARAMETRO	UNIDAD	M - 1	LMP
		RESULTADO	
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO			
TURBIEDAD	UNT	1.12	5
pH, a 18.4°C	--	7.72	6.5 - 8.5
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	490	1500
DUREZA	mg/L	240	500
CLORUROS	mg/L	20	250
SULFATOS	mg/L	30	250
NITRATOS	mg/L	15	50
CIANURO	mg/L	<0.005	0.07
ALUMINIO	mg/L	0.022	0.2
COBRE	mg/L	0.036	2
CROMO	mg/L	<0.002	0.05
HIERRO	mg/L	0.061	0.3
MANGANESO	mg/L	0.379	0.4
ZINC	mg/L	0.037	3
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO			
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	8	0
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	0	0

LMP = Límites Máximo Permisibles, dados por DS N° 031-2010-SA, para aguas de consumo humano.

UFC = Unidades Formadoras de Colonias
UNT = Unidades Nefelométricas de Turbiedad

M-1: muestra alcanzada al Laboratorio por el usuario.

COMENTARIO :

Los Resultados de la muestra se compara con los LMP dados por el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano, según D.S. N° 031-2010-SA.

Los parámetros evaluados, presentan valores que se encuentran por encima de los Límites Máximo Permisibles (LMP) del Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano.

Se recomienda desinfectar (clorar) el agua, para remover los coliformes y hacerla apta para el consumo humano.



Ing° Marco Harro Contreras
CONTROL DE CALIDAD
EPS SEDACAJ S. A

Cajamarca, 21 Julio del 2020.

E-mail: sedacaj@sedacaj.com.pe Página Web: www.sedacaj.com.pe

Oficina Principal: Jr. Cruz de Piedra N° 150 - Cajamarca - Perú
Sucursal: Jr. Sor Manuela Gil N° 151 Centro Comercial El Quinde - segundo nivel

Teléfono: (076) 362120 - (076) 367952 - (076) 367712
Emergencias: (076) 363660

Nota: Se muestran los Resultados de análisis de agua hechos en el año 2020, comparándolos con los Límites Máximo Permisibles según el Reglamento vigente de la Calidad de Agua.

ANEXO E. PROPUESTA DE AGUA DE MESA PARA LA EMPRESA INDUSTRIAS DE LOS ANDES DEL PERÚ E.I.R.L.

PROPUESTA PARA EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE MESA

1. INTRODUCCIÓN:

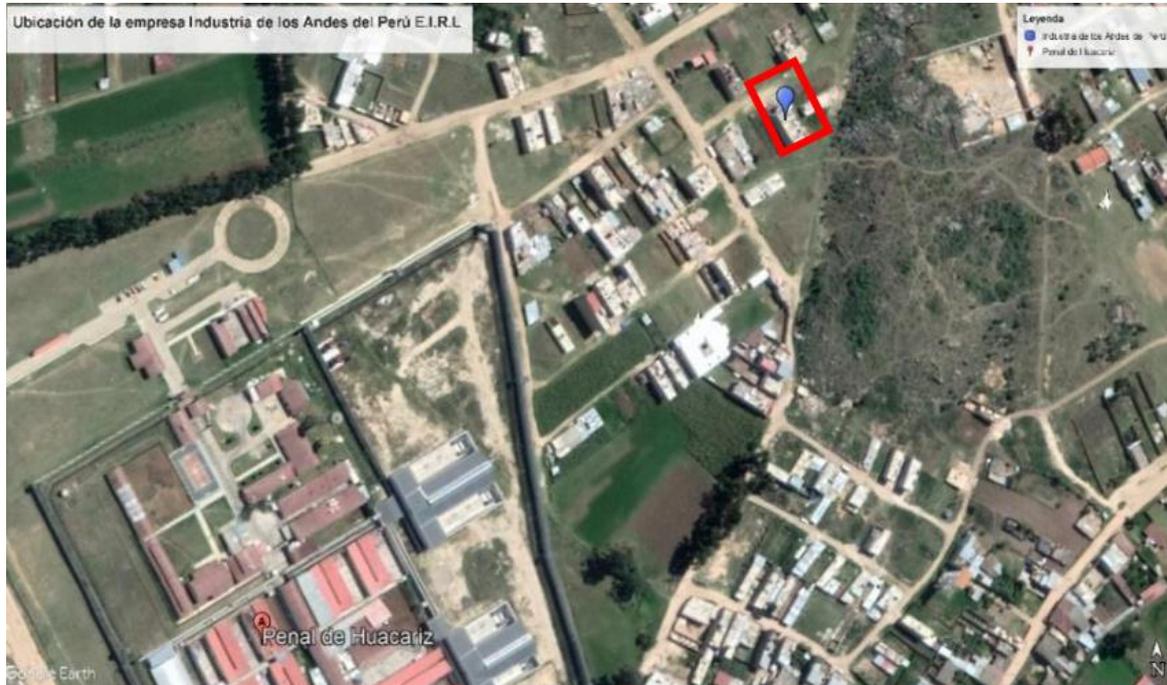
La empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L es una empresa cajamarquina, la cual quiere dar inicio a su producción de agua envasada; sin embargo, existe un problema con el agua cruda; ya que, cerca del lugar, a una distancia de 100 metros aproximadamente se encontraba un pozo séptico, por lo que con el pasar de los años ha ido afectando drásticamente los parámetros del agua cruda, específicamente los coliformes ha ido aumentando en coliformes totales de 0 UFC/100 a 8 UFC/100. Por consiguiente, el agua no es apta para consumo humano; además, de no cumplir con los estándares establecidos en el Reglamento de Calidad para Consumo Humano por el D.S N° 031-2010-SA, debido a que al tener un alto contenido de coliformes totales puede causar daños a la salud.

2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L está ubicada en la dirección, Mz. C, Lot 11 – Urbanización Cajamarca 2010, el centro poblado de Huacariz, de la ciudad de Cajamarca; tal y como lo muestra la figura 22; este proyecto va dirigido a la empresa embotelladora de agua.

Figura 22.

Ubicación de la empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.



Nota: En esta figura se muestra la ubicación de la Planta de Tratamiento de Agua de Mesa.

3. OBJETIVO

Mejorar la calidad de agua de mesa en la empresa embotelladora Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.

4. ALCANCE

Este proyecto beneficia directamente a la empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.

5. METODOLOGIA

Para la investigación, se realizó un análisis de resultados donde se observaron y estudiaron el resultado de las caracterizaciones de los años 2016 y 2020, brindados por la E.P.S. SEDACAJ S.A.C. Después de obtener el reconocimiento de ambas caracterizaciones, se realizó una comparación de los dos años con el Reglamento de la Calidad del Agua D.S. 031 – 2010 S.A, con el fin de reconocer si los resultados están dentro de los estándares de calidad, con el objetivo de plantear un tratamiento y producir agua embotellada apta para consumo humano.

Luego de realizar dicha comparación se hizo un reconocimiento de resultados de los parámetros físico-químicos y coliformes del agua de pozo para verificar si son aptos para consumo humano y no superen los límites máximos permisibles, se observó que el agua es aprovechable; ya que, todos los límites máximos permisibles están dentro de los estándares de calidad a excepción de los análisis bacteriológico (coliformes totales), tuvo un resultado de 8 Unidades Formadoras de Colonias / 100mL encontrándose sobre los límites máximos permisibles (LMP), el cual indica que debería ser de 0 Unidades Formadoras de Colonias / 100mL, esto se debe a que la empresa contaba con una fosa séptica a unos metros del lugar.

Así que se procedió a realizar una búsqueda y selección de antecedentes investigativos, con el fin de plantear un sistema de tratamiento para purificar el agua de pozo y de esta manera la empresa la pueda usar para embotellarla.

Luego, se procedió a efectuar una matriz de articulación, donde se realizó una revisión bibliográfica, para definir el sistema de tratamiento a usarse realizando un análisis y comparación de antecedentes en base a los resultados de las caracterizaciones, se determinó que el agua debería de tener un tratamiento para eliminar la presencia de coliformes totales; ya que, en los resultados era el parámetro que sobrepasaban los límites máximos permisibles. Posteriormente, se realizó una investigación determinando que el agua necesita pasar por un proceso de desinfección. Se procedió a realizar una búsqueda y selección de información en trabajos, tesis y artículos relacionados a sistemas de tratamiento para consumo humano.

Después de haber realizado la búsqueda de distintos estudios, se procedió a organizar la información en tablas, donde se describen los resultados finales de las variables, para la redacción de los resultados se elaboraron tablas y figuras comparativas para el desarrollo de esta investigación.; por último, para determinar la validez y confiabilidad de los instrumentos, se utilizó la opinión y el visto bueno de expertos en el tema de agua potable como la Empresa A&B Ecosistemas S.A.C (Figura 25), Essence (Figura 26) y AquaMarket (Figura 27).

6. *PROPUESTA*

En esta investigación se realizó una propuesta sobre el procesamiento de mejora de pozo; el cual, sirve tanto para mantener a dicha agua dentro de los límites máximos permisibles, tal y como lo exige el D.S. 031-2010 S.A., así como

la mejora de productividad y cuidado de equipos, el sistema de tratamiento de agua, estará abarcando los siguientes procesos:

-Sistema de bombeo, filtración multimedia, ablandador, filtración con carbón activado, dosificación de hipoclorito, filtro de 5 y 1 micra, filtración ultravioleta y ozonificación,

A continuación, se muestra la descripción detallada de los diferentes procesos de la mejora:

- Sistema de bombeo de agua; este equipo será necesario para el transporte de agua hacia el equipo de filtración, este ocupará un espacio pequeño; ya que, no es de gran tamaño, con una potencia de 2 HP, trasladando un aproximado de 1200 litros de agua por hora, este equipo será sumamente esencial para conducir el agua subterránea a la superficie, donde será próximamente trasladada a su filtrado.

- Filtración multimedia, tiene como finalidad remover sólidos que se encuentren suspendidos en el agua, con tamaño de hasta 15 micrómetros. De este modo, todo sólido mayor a 15 micrómetros quedará retenido en el filtro para ser desechado posteriormente; este medio filtrante es recomendable que este compuesto por arena de cuarzo de 0.5mm y 1.00mm, además de antracita, grava de cuarzo y garnet. (AquaMarket, 2021).

Dicho equipo multimedia es de suma importancia; ya que, al ser agua de pozo contiene impurezas como sólidos, esta fase, retendrá dichas impurezas, disminuyendo la turbidez del agua.

Ablandador, de 1 Pies³ resina catiónica, los equipos ablandadores permiten eliminar los iones de calcio y magnesio presentes en el agua, estos podrían incrustarse en las membranas de osmosis inversa y reducir su eficiencia si no se eliminan.

- Dosificador de cloro; este equipo eliminará bacterias, inactivará virus y algas que se encuentren presentes en el agua; además de disminuir la concentración de coliformes termotolerantes; el cual, es el parámetro que sobre pasa los LMP, debido a la capacidad del tanque será recomendable colocar 4.5L de cloro en cada tanque de almacenamiento, esto eliminará sustancias orgánicas e inorgánicas.

- Filtro pulidor de agua de 5 micras y 1 micra: El agua con un alto contenido de sedimentos cambia el valor estético del agua final destinada a bebida, entre otros efectos, dichos filtros actúan como pantalla para retener dichas partículas.

- Filtro carbón activado, es un proceso utilizado para eliminar el cloro, mal sabor, olor y color utilizando un lecho de medio de carbón activado, bien sea a partir de grados seleccionados de carbón bituminoso o de carbón de

cáscara de coco y producidos en forma granular de alta densidad, con 1 pie³ como medio filtrante.

-Filtro ultravioleta, dicha desinfección mediante rayos ultravioleta es un método rápido y único para desinfectar el agua sin utilizar productos químicos, ni calor. Las lámparas germicidas de ultravioleta producen radiaciones de pequeñas ondas que son letales para las bacterias, virus y otros microorganismos presentes en el agua, dicho equipo está diseñado para emitir una dosis de 40 mJ/cm², el cual es recomendado por organismos internacionales para una efectiva desinfección del agua, sin embargo, según la norma peruana requiere 30mJ/cm².

- Osmosis Inversa (Opcional); es capaz de retener el 98% de sólidos disueltos en el agua (sales y minerales), debido a esto, dicho equipo tiene la capacidad de controlar el sabor del agua considerablemente, donde, las membranas se encuentran alojadas en unas carcasas en acero inoxidable, es recomendable un equipo que tenga capacidad de uso de trabajo de 24 horas continuas, ya que; será necesario para no detener la producción de agua de mesa.

- Generador de ozono, se utilizará como desinfectante del agua, ya que; desintegra, elimina y descompone agresivamente a los organismos vivos sin dejar residuos químicos que puedan afectar la salud o el sabor del agua, con una producción de ozono de 1g/hora, además de eliminar sabores extraños, este permite mantener las líneas de agua producto, constantemente desinfectadas, sin riesgo a contaminación.

Dichos procesos se realizarán con la finalidad de alcanzar un agua de calidad y este apta para su distribución manteniéndose dentro de los límites máximos permisibles que exige el D.S. 031-2010 S.A

7. ACTIVIDAD DE CONTROL DE AGUA

Con referencia a la llegada de los vehículos distribuidores, se deben desinfectar para el ingreso a las instalaciones de la planta de tratamiento; con el fin, de no introducir ningún tipo de contaminante, sobre todo en las llantas, del mismo modo; el personal debe contar con baños y duchas para su limpieza y desinfección.

De acuerdo al control del agua, es recomendable que el área de calidad realice los análisis diariamente, con el fin de monitorear el agua, teniendo un registro periódico, para verificar que esta se encuentre dentro de los límites máximos permisibles, tal y como lo exige el D.S. 031-2010 S.A, previniendo algún tipo de desfavorecimiento de los clientes y distribuidores de agua.

Del mismo modo, los puntos de muestreo aconsejables es directamente del pozo, ya que; como muestran los análisis de los años 2016 y 2020, hubieron incrementos consecutivos en coliformes totales, lo cual, es de suma importancia prevenir que vuelva a ocurrir, de igual manera, tomar muestras en el tanque de almacenamiento, antes del embotellado, con el fin; de validar que los datos no sobrepasen los límites que exige el reglamento D.S. 031-2010 S.A., realizar una

comparación, con el fin de verificar que el agua se encuentre apta para su distribución brindando un agua de calidad.

Respecto al área de almacenamiento, este se debe encontrar despejado, ordenado y limpio, colocando parihuelas plásticas en el piso, ya que; estas se encuentran libre de mantenimiento, fáciles de lavar y desinfectar; con la intención que las botellas no se encuentren en contacto directo con el suelo.

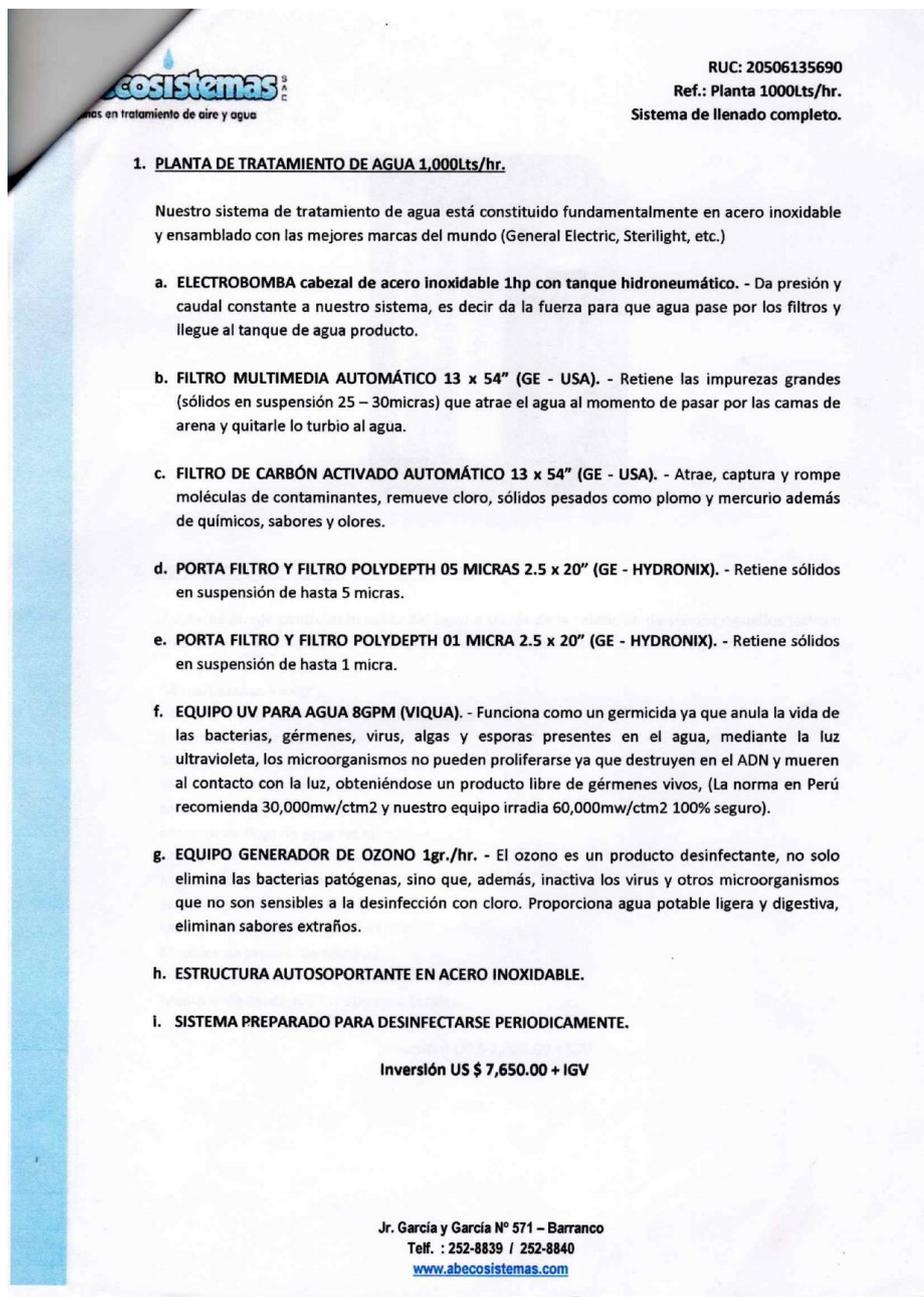
En relación a la distribución del agua, este se realizará con ayuda de personal encargado y capacitado previamente, los cuales, subirán cada bidón empaquetado al vehículo distribuidor, con sumo cuidado previniendo fracturas en los envases.

8. *ANALISIS ECONÓMICO*

Para poder realizar una evaluación económica del sistema de agua potable, se realizó un presupuesto basado en distintas cotizaciones, tomando en cuenta el menor costo sin descuidar la calidad de los equipos que serán usados para los procesos; se realizó una comparación en empresas que distribuyen plantas de tratamiento, como la empresa A&B Ecosistemas, la cual, indico un presupuesto de, \$7,650.00, sin incluir IGV, ni traslado e instalación de equipos, tal y como lo muestra la siguiente figura:

Figura 23.

Cotización de la empresa A&B Ecosistemas S.A.C para la embotelladora Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.



Ecosistemas S.A.C.
Especialistas en tratamiento de aire y agua

RUC: 20506135690
Ref.: Planta 1000Lts/hr.
Sistema de llenado completo.

1. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA 1,000Lts/hr.

Nuestro sistema de tratamiento de agua está constituido fundamentalmente en acero inoxidable y ensamblado con las mejores marcas del mundo (General Electric, Sterilight, etc.)

- a. **ELECTROBOMBA cabezal de acero inoxidable 1hp con tanque hidroneumático.** - Da presión y caudal constante a nuestro sistema, es decir da la fuerza para que agua pase por los filtros y llegue al tanque de agua producto.
- b. **FILTRO MULTIMEDIA AUTOMÁTICO 13 x 54" (GE - USA).** - Retiene las impurezas grandes (sólidos en suspensión 25 – 30micras) que atrae el agua al momento de pasar por las camas de arena y quitarle lo turbio al agua.
- c. **FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO AUTOMÁTICO 13 x 54" (GE - USA).** - Atrae, captura y rompe moléculas de contaminantes, remueve cloro, sólidos pesados como plomo y mercurio además de químicos, sabores y olores.
- d. **PORTA FILTRO Y FILTRO POLYDEPTH 05 MICRAS 2.5 x 20" (GE - HYDRONIX).** - Retiene sólidos en suspensión de hasta 5 micras.
- e. **PORTA FILTRO Y FILTRO POLYDEPTH 01 MICRA 2.5 x 20" (GE - HYDRONIX).** - Retiene sólidos en suspensión de hasta 1 micra.
- f. **EQUIPO UV PARA AGUA 8GPM (VIQUA).** - Funciona como un germicida ya que anula la vida de las bacterias, gérmenes, virus, algas y esporas presentes en el agua, mediante la luz ultravioleta, los microorganismos no pueden proliferarse ya que destruyen en el ADN y mueren al contacto con la luz, obteniéndose un producto libre de gérmenes vivos, (La norma en Perú recomienda 30,000mw/ctm2 y nuestro equipo irradia 60,000mw/ctm2 100% seguro).
- g. **EQUIPO GENERADOR DE OZONO 1gr./hr.** - El ozono es un producto desinfectante, no solo elimina las bacterias patógenas, sino que, además, inactiva los virus y otros microorganismos que no son sensibles a la desinfección con cloro. Proporciona agua potable ligera y digestiva, eliminan sabores extraños.
- h. **ESTRUCTURA AUTOSOPORTANTE EN ACERO INOXIDABLE.**
- i. **SISTEMA PREPARADO PARA DESINFECTARSE PERIODICAMENTE.**

Inversión US \$ 7,650.00 + IGV

Jr. García y García N° 571 – Barranco
Telf. : 252-8839 / 252-8840
www.abecosistemas.com

Nota: Se muestra la cotización de la planta de tratamiento de agua potable de la compañía Ecosistemas, para la empresa Industrias de los Andes del Perú.

Por otro lado, para obtener una base de precios más precisa, se realizó una cotización a una segunda empresa, la cual fue Essence, ofreciendo un precio de \$8,500, sin incluir IGV, transporte e instalaciones de equipos, como lo muestra la siguiente figura:

Figura 24.

Cotización de la empresa ESSENCE para la embotelladora Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.



ESSENCE INGENIERÍA

jueves, 8 de abril de 2021

COTIZACIÓN PLANTA PURIFICADORA CON ÓSMOSIS INVERSA

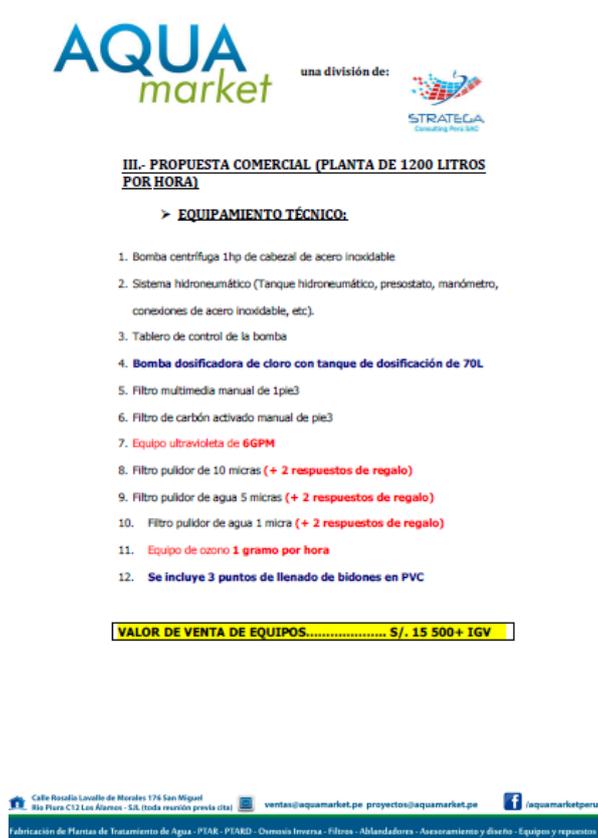
Producción de agua: 720 Bidones por día (600 litros por hora).
Fuente de agua: Red potable.
Calidad de agua producto: Microfiltrada, osmotizada y ozonizada.
Ubicación de la planta: Definida por el cliente.

Nota: Se muestra la cotización de la planta de tratamiento de agua potable de la compañía Essence, para la empresa Industrias de los Andes del Perú.

Por último, se cotizó a una última empresa, la cual fue AquaMarket esta última, ofrece un menor monto, el cual llega a la suma de S/. 15 5000 + IGV, incluyendo el equipamiento técnico, servicios y materiales de instalación, además de registro sanitario certificado; por lo tanto, es la que mejor opción, ya que, encaja con la economía de la empresa y los beneficios, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 25.

Cotización de la empresa AquaMarket para la embotelladora Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.



AQUA market una división de: 

III.- PROPUESTA COMERCIAL (PLANTA DE 1200 LITROS POR HORA)

> EQUIPAMIENTO TÉCNICO:

1. Bomba centrífuga 1hp de cabezal de acero inoxidable
2. Sistema hidroneumático (Tanque hidroneumático, presostato, manómetro, conexiones de acero inoxidable, etc).
3. Tablero de control de la bomba
4. Bomba dosificadora de cloro con tanque de dosificación de 70L
5. Filtro multimedia manual de 1pie3
6. Filtro de carbón activado manual de pie3
7. Equipo ultravioleta de **6GPM**
8. Filtro pulidor de 10 micras (+ 2 respuestos de regalo)
9. Filtro pulidor de agua 5 micras (+ 2 respuestos de regalo)
10. Filtro pulidor de agua 1 micra (+ 2 respuestos de regalo)
11. Equipo de ozono **1 gramo por hora**
12. Se incluye 3 puntos de llenado de bidones en PVC

VALOR DE VENTA DE EQUIPOS..... S/. 15 500+ IGV

Calle Rosalía Lavalle de Morales 176 San Miguel
8ta Pzra C12 Los Álamos - SJ. (toda reunión previa cita) ventas@aquamarket.pe proyectos@aquamarket.pe [/aquamarketperu](https://www.facebook.com/aquamarketperu)
Fabricación de Plantas de Tratamiento de Agua - PTA - PTAO - Osmosis Inversa - Filtros - Almacenadores - Accesorios y más - Equipos y repuestos

Nota: Se muestra la cotización de la planta de tratamiento de agua potable de la compañía AquaMarket, para la empresa Industrias de los Andes del Perú.

Seguidamente, tal y como lo muestra la tabla 6, se detalla el costo de la implementación total del sistema de tratamiento de agua potable; llegando a la conclusión el sistema de tratamiento de agua es técnicamente viable; ya que, existen mecanismos para tratar el agua de pozo, además de que todos los requerimientos pueden ser adquiridos por la empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.

9. RECOMENDACIONES

Dentro de la propuesta al implementar dicho sistema de tratamiento e iniciar su funcionamiento y distribución, es recomendable que la empresa tome en cuenta un área de calidad, donde se ubique un laboratorio; con el fin, de realizar un seguimiento a las concentraciones físico-químicas y coliformes del agua potable, para que, no sobrepasen los límites máximos permisibles tal y como lo exige el D.S. 031-2010 S.A.

Del mismo modo, cada equipo viene certificado con su respectiva ficha técnica, donde indica el periodo en el que se debe realizar la limpieza para el mantenimiento de equipos; con el propósito, de conservarlos en buen estado y pueda distribuirse un agua de calidad.

Por último, si la empresa desea disminuir sus concentraciones en sales, es recomendable utilizar osmosis inversa; para que, de esta manera se puedan regular dichas sales, ubicar el sabor y el punto en donde se pueda tener un buen gusto en

el tema del agua; además, de evaluar diferentes calidades con el mercado a donde se distribuirá.

ANEXO F. REGLAMENTO D.S. 031-2010 S.A.

Figura 26. D.S. 031-2010 S.A.

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

ANEXO II
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA

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

UCV = Unidad de color verdadero
UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Nota: Se muestra el reglamento de límites máximos permisibles, el cual se utilizó para el análisis de datos.

ANEXO G. GUIA PARA LA CALIDAD DE AGUA POTABLE

Figura 27. Guia para la Calidad de Agua Potable – Organización Mundial de la Salud.

microfiltración		pretratamiento adecuado y si se conserva íntegra la membrana
	Virus	<99%
	Protozoos	99,3–99,99%, con un pretratamiento adecuado y si se conserva íntegra la membrana
Filtración de membranas: ultrafiltración, nanofiltración y ósmosis inversa	Bacterias	Eliminación completa, con un pretratamiento adecuado y si se conserva íntegra la membrana
	Virus	Eliminación completa con nanofiltros, con ósmosis inversa y con ultrafiltros de menor tamaño de poros, con un pretratamiento adecuado y si se conserva íntegra la membrana
	Protozoos	Eliminación completa, con un pretratamiento adecuado y si se conserva íntegra la membrana
Desinfección		
Cloro	Bacterias	C_{100} : 0,08 mg min/l a 1–2 °C, pH 7; 3,3 mg min/l a 1–2 °C, pH 8,5
	Virus	C_{100} : 12 mg min/l a 0–5 °C, 8 mg min/l a 10 °C, ambos a pH 7–7,5
	Protozoos	Giardia C_{100} : 230 mg min/l a 0,5 °C; 100 mg min/l a 10 °C; 41 mg min/l a 25 °C; todos a pH 7–7,5
Monocloramina	Bacterias	No destruye <i>Cryptosporidium</i> C_{100} : 94 mg min/l a 1–2 °C, pH 8,5
	Virus	C_{100} : 1340 mg min/l a 1 °C; 430 mg min/l a 15 °C, ambos a pH 6–9
	Protozoos	Giardia C_{100} : 2500 mg min/l a 1 °C; 1000 mg min/l a 15 °C; ambos a pH 6–9
Dibásido de cloro	Bacterias	C_{100} : 0,13 mg min/l a 1–2 °C, pH 7; 0,19 mg min/l a 1–2 °C, pH 8,5
	Virus	C_{100} : 8,4 mg min/l a 1 °C; 2,8 mg min/l a 15 °C, ambos a pH 6–9
	Protozoos	Giardia C_{100} : 42 mg min/l a 1 °C; 15 mg min/l a 10 °C; 7,3 mg min/l a 25 °C; todos a pH 6–9
		<i>Cryptosporidium</i> C_{100} : 40 mg min/l a 22 °C, pH 8
Ozono	Bacterias	C_{100} : 0,02 mg min/l a 5 °C, pH 6–7
	Virus	C_{100} : 0,9 mg min/l a 1 °C; 0,3 mg min/l a 15 °C
	Protozoos	Giardia C_{100} : 1,9 mg min/l a 1 °C;

120

Nota: Se muestra el reglamento de límites máximos permisibles, el cual se utilizó para el análisis de datos del reglamento de la Organización Mundial de la Salud.

ANEXO H. AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

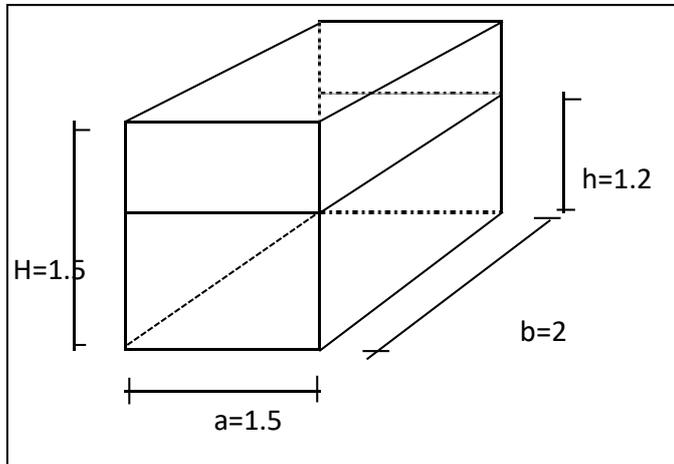
Figura 28.

Autorización de uso de información de la empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			
Yo	Jose Antonio Vereau Rosales				
identificado con DNI	26230978				
en mi calidad de	Gerente General				
del área de	Producción y Ventas				
de la empresa/institución	Industrias De Los Andes				
del Perú E.I.R.L.					
con R.U.C N°	20642495302, ubicada en la ciudad de				
	Cajamarca				
OTORGO LA AUTORIZACIÓN,					
A la señorita	Claudia Martha Maria Vereau Aldave				
identificado con DNI N°	20618922				
Postgrado de	Ingeniería Ambiental				
para					
que utilice la siguiente información de la empresa	Caracterización del Agua de Pozo y su Estructura				
con la finalidad de que pueda desarrollar su	<input type="checkbox"/> Trabajo de Investigación, <input type="checkbox"/> Tesis o <input type="checkbox"/> Trabajo de suficiencia profesional para optar al grado de <input type="checkbox"/> Bachiller, <input type="checkbox"/> Maestro, <input type="checkbox"/> Doctor o <input type="checkbox"/> Título Profesional.				
Adjunto a esta carta, está la siguiente documentación:	<input type="checkbox"/> Ficha RUC <input type="checkbox"/> Vigencia de Poder (Para informes de suficiencia profesional) <input type="checkbox"/> Otro (ROF, MOF, Resolución, etc. para el caso de empresas públicas válido tanto para Tesis, Trabajo de Investigación o Trabajo de Suficiencia Profesional).				
	* Nota: En el caso este formato se use como regularización o continuidad del trámite durante la coyuntura de emergencia - Covid19, se debe de omitir la "Vigencia de Poder" requerido para los informes de Suficiencia Profesional.				
Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.	<input type="checkbox"/> Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o <input type="checkbox"/> Mencionar el nombre de la empresa.				
	 Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L. Jose Antonio Vereau Rosales Firma y sello del Representante Legal ** DNI: 26230978				
	**Este documento debe ser firmado por un representante inscrito en SUNAT y debe adjuntar una copia de su documento de identidad (DNI) para verificar la firma.				
	El Egresado/Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Egresado será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.				
	 Firma del Egresado DNI: 20618922				
CÓDIGO DE DOCUMENTO	COR-F-REC-VAC-05.04	NÚMERO VERSIÓN	05	PÁGINA	Página 1 de 1
FECHA DE VIGENCIA	25/06/2020				

Nota: En esta figura se muestra la autorización para el suso de datos de la empresa Industrias de los Andes del Perú E.I.R.L.

ANEXO I. CÁLCULO DE CONCENTRACIÓN DE CLORO



$$P = \frac{D \text{ (mg/l)} \times V \text{ (litros)}}{C_c} = \text{Litros}$$

Donde:

V= Cantidad de cloro liquido (litro)

D= Concentración de cloro (mg/l) V= Volumen a desinfectar (litro)

C_c= Concentración de cloro del producto del fabricante expresado en mg/l

1.- CÁLCULO DEL VOLUMEN

$$V = a \times b \times H \quad \text{Desinfección}$$

$$V = a \times b \times h \quad \text{Cloración}$$

2.- CÁLCULO DE VOLUMEN PARA DESINFECCIÓN

$$V = 1.5 \times 2 \times 1.5 = 4.5 \text{ m}^3$$

$$V = 4.5 \times 1000 = 4,500 \text{ litro}$$

3.- DESINFECCIÓN POR CLORO

$$V = D \times V / C_c = 50 \times 4500 / 50\,000 = 4.5 \text{ litros } C_c$$

ANEXO J. COMPARACIÓN DE ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tabla 11.

Comparación de análisis de resultados desde el año 2016 a la actualidad para la empresa industrias de los andes del Perú E.I.R.L

ANALISIS	UNIDAD	2016	2020	ENE-22	FEB-22	LMP
FISICOQUIMICO						
TURBIEDAD	UNT	0.3	1.12	1.02	1.01	5
pH	-	6.96	7.72	7.1	7	6.5-8.5
CONDUCTIVIDAD	uS/cm	80	490	399	400	1500
DUREZA	mg/L	30	240	210	210	500
CLORUROS	mg/L	8	20	19.2	19.3	250
FLUORUROS	mg/L	0.02	0	0	0	2
SULFATOS	mg/L	21	30	27	28	250
NITRATOS	mg/L	4	15	12.3	12.3	50
CIANURO	mg/L	0.005	0.005	0.002	0.002	0.07
ALUMINIO	mg/L	0.006	0.022	0.011	0.010	0.2
COBRE	mg/L	0.04	0.036	0.026	0.024	2
CROMO	mg/L	0.002	0.002	0.001	0.001	0.05
HIERRO	mg/L	0.023	0.061	0.056	0.055	0.3
MANGANESO	mg/L	0.088	0.379	0.2	0.2	0.4
ZINC	mg/L	0.006	0.037	0.026	0.025	3
ANALISIS BACTERIOLOGICO						
COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	2	8	0	0	0
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	UFC/100 mL	0	0	0	0	0

Nota: Se muestra una comparación de los datos tomados en los años 2016 y 2020, comparándolos con los análisis tomados en enero y febrero del 2022, donde se muestra que no existe variabilidad en los resultados, por lo tanto, a la actualidad está dentro de los parámetros indicados según el D.S. 031-2010 S.A.