

Optimización del proceso de producción de agua de mesa ozonizada: control de calidad y eficiencia en la purificación

Optimization of the production process of ozonized table water: quality control and purification efficiency

Orly Lagos Rodríguez^{1*} 

¹Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga (Perú)

Correspondencia:

Orly Lagos Rodríguez

vivianlagos21@gmail.com

Cómo citar:

Lagos Rodríguez, O. (2024). Optimización del proceso de producción de agua de mesa ozonizada: control de calidad y eficiencia en la purificación. *GeoCiencias y Humanidades*, 2, e10. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15644597>

Recibido: 27 dic 2023

Aprobado: 15 ene 2024

Publicado: 20 ene 2024

Copyright © 2024 Publicado por GeoCiencias y Humanidades. Este es un artículo de acceso abierto bajo licencia CC BY 4.0.



Resumen

La investigación tuvo como objetivo optimizar el proceso de producción de agua de mesa ozonizada mediante la mejora en la eficiencia del control de calidad y purificación. Se empleó un diseño experimental en el que se manipuló la incorporación de un filtro cartucho de 1 micra en la etapa 2 del diagrama de flujo para mejorar la retención de partículas y biofilms. Se realizaron análisis comparativos de parámetros como la turbiedad y los sólidos totales disueltos (STD) antes y después de la optimización. Además, en la etapa 3, se incorporaron el balón de oxígeno, generador de ozono y tanque ozonizador para reforzar la desinfección del agua antes del envasado. Los resultados indicaron una reducción significativa de microorganismos y contaminantes en suspensión, mejorando la calidad del agua antes de la ósmosis inversa. Se obtuvo una concentración de ozono de 0,1 mg/L, con una temperatura estable de 11 °C, y una ausencia total de contaminantes, lo que permitió extender el tiempo límite de consumo a 90,91 días. Se concluyó que la actualización del proceso optimizó la eficiencia en la purificación del agua, garantizando un producto con altos estándares de inocuidad y estabilidad.

Palabras clave: optimización del proceso; agua de mesa ozonizada; control de calidad; purificación del agua.

Abstract

The aim of the research was to optimize the production process of ozonated table water by improving the efficiency of quality control and purification. An experimental design was used in which the incorporation of a 1 micron cartridge filter was manipulated in stage 2 of the flow diagram to improve the retention of particles and biofilms. Comparative analyses of parameters such as turbidity and total dissolved solids (TDS) were performed before and after optimization. In addition, in stage 3, the oxygen cylinder, ozone generator and ozonizer tank were incorporated to reinforce the disinfection of the water before packaging. The results indicated a significant reduction of microorganisms and suspended contaminants, improving the quality of the water before reverse osmosis. An ozone concentration of 0.1 mg/L was obtained, with a stable temperature of 11 °C, and a total absence of contaminants, which allowed the consumption time limit to be extended to 90.91 days. It was concluded that the process upgrade optimized the efficiency of water purification, guaranteeing a product with high standards of safety and stability.

Keywords: process optimization; ozonized table water; quality control; water purification.

1. Introducción

El acceso a agua potable de alta calidad es un desafío global que ha impulsado el desarrollo de tecnologías de purificación más eficientes y seguras (Pichel et al., 2019; Huang et al., 2021). Entre estas, la ozonización se ha consolidado como un método altamente efectivo para la eliminación de microorganismos y contaminantes en la producción de agua de mesa. Este proceso se basa en la capacidad oxidante del ozono, el cual destruye bacterias, virus y otros agentes patógenos sin dejar residuos químicos nocivos (Lara et al., 2020; García et al., 2023). No obstante, su implementación en la industria requiere un control riguroso para garantizar la calidad del producto final y la eficiencia del sistema de purificación (Borgosz y Dikicioglu, 2024). La optimización del proceso de producción de agua de mesa ozonizada resulta fundamental para mejorar la seguridad del consumo, cumplir con normativas sanitarias y reducir costos operativos (Gregov et al., 2025; Smuts et al., 2022).

A pesar de los beneficios del uso de ozono en la purificación del agua, existen desafíos relacionados con la estabilidad del gas, su tiempo de contacto y la dosificación adecuada para lograr una desinfección efectiva sin alterar las propiedades organolépticas del agua (Epelle et al., 2023; Epelle et al., 2022). Además, factores como la calidad del agua de origen, la temperatura y la presión del sistema de ozonización pueden influir significativamente en la eficiencia del proceso. Por ello, el control de calidad juega un papel clave en la producción de agua de mesa, asegurando que el producto final cumpla con las regulaciones nacionales e internacionales (Singh et al., 2023; Kekes et al., 2023). La implementación de sistemas de monitoreo y ajuste de parámetros permite optimizar la producción, logrando un equilibrio entre la desinfección efectiva y la conservación de la calidad del agua (Zhang et al., 2023; Saboe et al., 2020).

En el contexto peruano, la embotelladora FATICA S.A.C., ubicada en la ciudad de Huacho, se especializa en la producción de agua de mesa ozonizada envasada en bolsas aluminizadas, asegurando su calidad mediante el cumplimiento de los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos establecidos por las Normas Técnicas Peruanas (NTP) y la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). Sin embargo, resulta imprescindible optimizar su proceso de producción para garantizar la estabilidad del agua a lo largo del tiempo y establecer un límite de consumo adecuado. Actualmente, aspectos como la temperatura, el pH, la humedad y el tipo de envase pueden influir en la conservación del agua y en la efectividad del tratamiento de ozonización, lo que resalta la necesidad de reforzar los controles de calidad en toda la cadena de producción.

Investigaciones previas han evidenciado la importancia de optimizar la ozonización para garantizar la inocuidad del agua embotellada. Salvador (2021) determinó que la concentración óptima de ozono para la desinfección oscila entre 2.3 y 3 ppm, asegurando la eliminación de microorganismos sin afectar las propiedades organolépticas del agua. Por su parte, Cáceres (2018) resaltó la influencia del manejo y almacenamiento del envase en la calidad microbiológica del producto final, mientras que Caro (2019) y Marchand (2015) identificaron la presencia de microorganismos como *Escherichia coli*, coliformes totales y *Pseudomonas aeruginosa* en aguas tratadas, evidenciando la importancia de mantener un control microbiológico riguroso. Estos estudios refuerzan la necesidad de evaluar constantemente el impacto del ozono en la calidad del agua envasada y su estabilidad a lo largo del tiempo.

2. Metodología

Para el desarrollo de la investigación, se empleó un diseño experimental, en el cual se manipuló la variable independiente relacionada con la optimización del proceso de producción de agua de mesa ozonizada, específicamente la incorporación de un filtro cartucho de 1 micra de diámetro en la etapa 2 del diagrama de flujo. Se realizaron observaciones sistemáticas y análisis de las respuestas obtenidas en los parámetros de calidad del agua, tales como la turbiedad y los sólidos totales disueltos (STD), con el fin de evaluar los efectos de la optimización implementada. Los datos fueron recolectados en condiciones controladas, permitiendo así la comparación entre el proceso inicial y el actualizado.

En la actualización del proceso de producción, se fundamentó la incorporación del filtro cartucho de 1 micra de diámetro debido a que en el producto final se detectaba la presencia de partículas, lo que afectaba parámetros como la turbiedad y la estabilidad del agua en el tiempo. Se llevaron a cabo pruebas comparativas antes y después de la implementación del filtro, demostrando una reducción significativa en la presencia de microorganismos y partículas en suspensión. Asimismo, en la etapa 3, la incorporación del balón de oxígeno, generador de ozono y tanque ozonizador permitió mejorar la desinfección del agua, asegurando su inocuidad y aumentando el tiempo límite de consumo.

3. Resultados y discusión

3.1 Diagrama de flujo del proceso inicial

En la figura 1 se muestra el proceso de producción de agua de mesa ozonizada comienza con la captación del recurso desde un pozo subterráneo, donde el agua es conducida a través de tuberías de acero inoxidable de 3 pulgadas. En esta primera fase, el agua pasa por un filtro de manga de 5 micras de porosidad, cuya función es retener partículas en suspensión y arenillas presentes en el líquido. Posteriormente, el agua prefiltrada es almacenada en una cisterna principal con capacidad de 20 m³, donde se somete a un proceso de cloración con dióxido de cloro en concentraciones entre 3 y 5 ppm. Este tratamiento inicial permite la eliminación de contaminantes microbiológicos antes de su traslado al tanque pulmón, donde el agua permanece en reposo hasta ser impulsada mediante una electro-bomba a la siguiente fase.

En la segunda etapa del proceso, el agua es sometida a un sistema de filtración y purificación avanzada, comenzando con el paso por un filtro multimedia de alto rendimiento. Este sistema elimina impurezas, cloro, bacterias y metales pesados, mejorando la calidad del agua antes de su ingreso al filtro de carbón activado. En esta fase, el carbón activado GAC 1240W (procedente de Holanda) juega un papel clave al adsorber los residuos de cloro, así como olores y sabores no deseados que puedan persistir en el agua tratada.

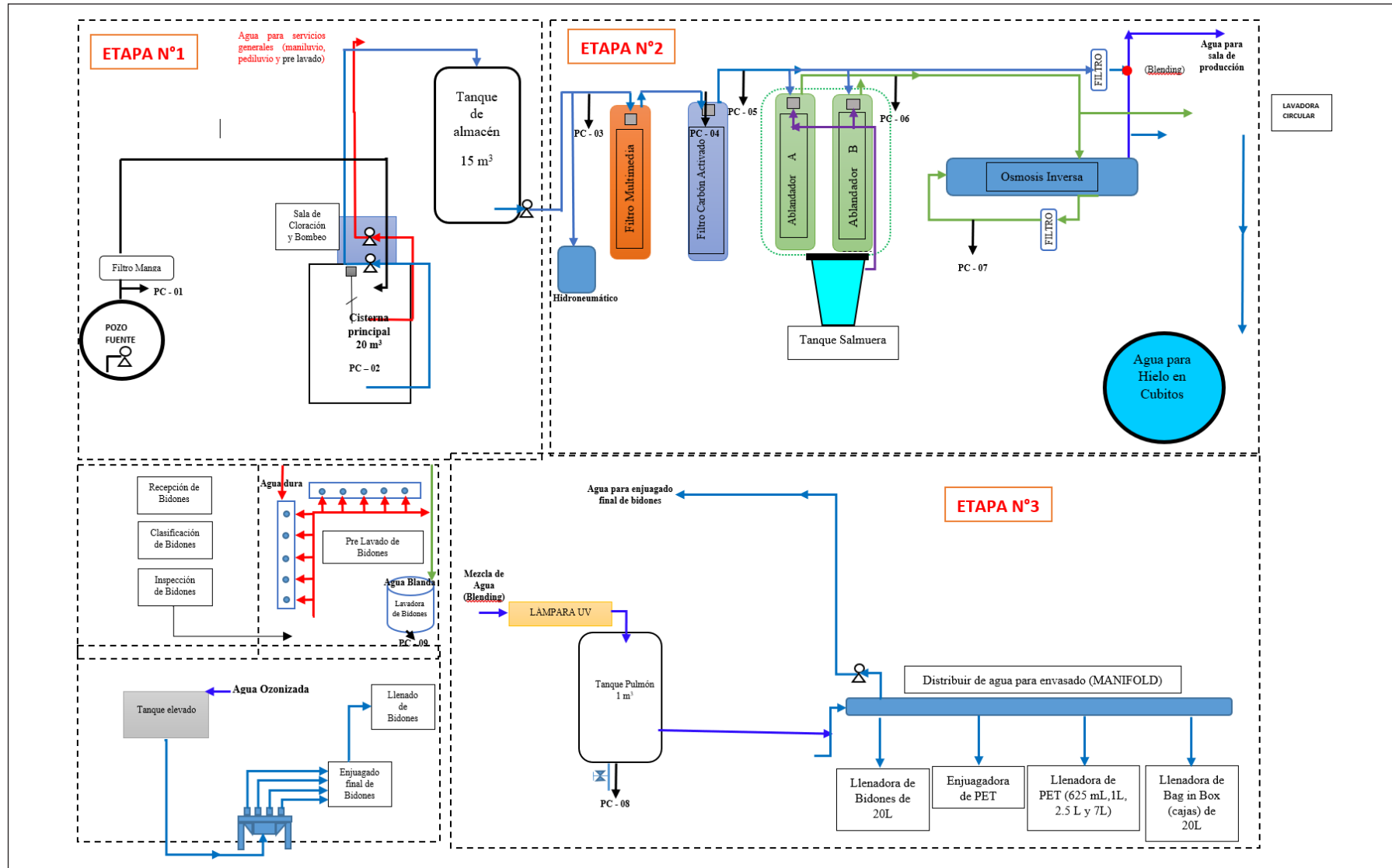
Posteriormente, el agua es sometida a un proceso de ablandamiento mediante resinas de intercambio iónico, donde los iones de calcio y magnesio son reemplazados por iones más solubles, lo que reduce su dureza. A continuación, se realiza una filtración por un filtro de manga de 1 micra de porosidad, asegurando la retención de partículas de menor tamaño. Finalmente, el agua es sometida al proceso de ósmosis inversa, en el cual es forzada a través de membranas semipermeables que eliminan impurezas disueltas, garantizando un nivel óptimo de pureza antes de su desinfección final.

En la tercera etapa, el agua purificada es sometida a un tratamiento de desinfección por radiación ultravioleta (UV), en el que se utilizan lámparas UV dispuestas en cámaras tubulares. Este proceso tiene como objetivo la destrucción de microorganismos mediante la alteración de su estructura molecular, asegurando la inocuidad del producto. Una vez desinfectada, el agua es almacenada en un tanque diseñado para mantener su calidad microbiológica antes de la fase de ozonización.

La ozonización se lleva a cabo en un tanque de contacto, donde el agua es sometida a un flujo de ozono controlado, alcanzando concentraciones residuales de entre 0,2 y 0,4 ppm. Este tratamiento permite una desinfección adicional mediante la oxidación de compuestos orgánicos y microorganismos. El sistema de control automático regula la cantidad de ozono en función del flujo de agua, asegurando una dosificación precisa para la eliminación de cualquier posible contaminante residual.

El agua de mesa ozonizada es transferida al Manifold, un tanque de almacenamiento donde se mantiene lista para su distribución. Desde este punto, el producto terminado es dirigido a las líneas de envasado, que incluyen presentaciones en cajas, botellas PET y bidones. Gracias a este proceso optimizado de purificación y control de calidad, se obtiene un agua segura y libre de impurezas, cumpliendo con los estándares de calidad exigidos para el consumo humano.

Figura 1
Diagrama de flujo inicial



El acceso a agua potable de alta calidad sigue siendo un reto global que ha llevado al desarrollo de tecnologías de purificación más eficientes y seguras (Pichel et al., 2019; Huang et al., 2021). En este contexto, el proceso de producción de agua de mesa ozonizada ha sido optimizado mediante un sistema de filtración y purificación en varias etapas. La incorporación de un filtro de manga de 5 micras en la fase inicial ha permitido una retención eficiente de partículas y arenillas, evitando la acumulación de sólidos en suspensión que podrían afectar la calidad del agua. Además, la aplicación de cloración con dióxido de cloro en concentraciones entre 3 y 5 ppm ha asegurado la eliminación de contaminantes microbiológicos antes de que el agua sea transferida a la siguiente fase. De acuerdo con Lara et al. (2020) y García et al. (2023), el uso de desinfectantes previos a la ozonización es una estrategia clave para reducir la carga microbiana y mejorar la eficacia del proceso de purificación.

La segunda etapa del proceso ha integrado un sistema de filtración avanzada, incluyendo un filtro multimedia y carbón activado, elementos esenciales en la eliminación de impurezas y residuos químicos que podrían afectar la calidad organoléptica del agua. El uso de carbón activado GAC 1240W, como lo menciona Borgosz y Dikicioglu (2024), ha demostrado ser efectivo en la adsorción de cloro, compuestos orgánicos y sustancias que generan olores y sabores indeseados. Adicionalmente, la implementación de resinas de intercambio iónico ha permitido reducir la dureza del agua, evitando la acumulación de minerales que pueden afectar el funcionamiento de los equipos y la estabilidad del producto final. La optimización de estos procesos resulta fundamental para garantizar el cumplimiento de normativas sanitarias y la eficiencia del sistema de purificación (Gregov et al., 2025; Smuts et al., 2022).

En la tercera etapa, la aplicación de radiación ultravioleta (UV) ha sido un paso crucial para la eliminación de microorganismos resistentes, asegurando una desinfección complementaria antes de la ozonización. Según Singh et al. (2023) y Kekes et al. (2023), la radiación UV es una tecnología efectiva en la inactivación de patógenos sin la necesidad de agregar productos químicos adicionales, lo que minimiza el impacto en la composición del agua. Sin embargo, el proceso de ozonización ha sido el tratamiento clave para garantizar la inocuidad del agua de mesa, dado su alto poder oxidante y su capacidad para eliminar microorganismos sin dejar residuos nocivos. No obstante, Epelle et al. (2023) advierten que el éxito de la ozonización depende de factores como la concentración de ozono, el tiempo de contacto y la temperatura, lo que exige un monitoreo constante para evitar la pérdida de eficacia en la desinfección.

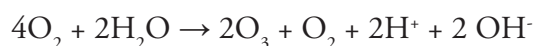
La implementación de un sistema de control automático en la fase de ozonización ha permitido ajustar la dosificación del ozono de acuerdo con el flujo de agua, garantizando una concentración residual entre 0,2 y 0,4 ppm. Zhang et al. (2023) y Saboe et al. (2020) destacan que la automatización en el control de calidad permite optimizar los procesos, mejorar la seguridad del producto y reducir costos operativos. Además, la correcta distribución del agua a través del Manifold y su posterior envasado han sido etapas clave para garantizar que el producto final cumpla con los estándares de calidad y seguridad para el consumo humano. En este sentido, la optimización del diagrama de flujo ha permitido fortalecer la eficiencia del proceso de purificación, asegurando la producción de un agua segura y libre de impurezas para el mercado de consumo.

3.2 Diagrama de flujo de proceso actualizado

La actualización del diagrama de flujo del proceso de producción de agua de mesa ozonizada permitió mejorar la eficiencia en la retención de partículas y microorganismos en la etapa de pretratamiento. En la etapa 2, se incorporó un filtro entre el ablandador B y el sistema de ósmosis inversa, con el objetivo de capturar biofilms y sólidos en suspensión con diámetros

superiores a una micra. La implementación de este filtro redujo significativamente la presencia de estructuras microscópicas formadas por comunidades de microorganismos, optimizando la calidad del agua antes de su purificación mediante ósmosis inversa. Esto asegura que el agua que ingresa a la siguiente fase del proceso tenga una menor carga microbiológica y de impurezas, mejorando así la eficiencia del tratamiento posterior.

En la etapa 3, se incorporaron el balón de oxígeno, el generador de ozono y el tanque ozonizador, elementos clave para garantizar la inocuidad del agua en su fase final. El balón de oxígeno facilita la conversión del oxígeno molecular (O_2) en ozono (O_3) mediante un electrodo de descarga eléctrica, lo que permite una desinfección eficiente del agua. La reacción química involucrada en este proceso demuestra la capacidad del ozono para eliminar microorganismos y contaminantes, asegurando un agua libre de agentes patógenos antes del envasado. Además, la ubicación estratégica del balón de oxígeno entre el tanque pulmón y el tanque ozonizador optimiza la distribución del ozono en el sistema, reforzando su efecto purificador y evitando riesgos de contaminación en la fase de almacenamiento.



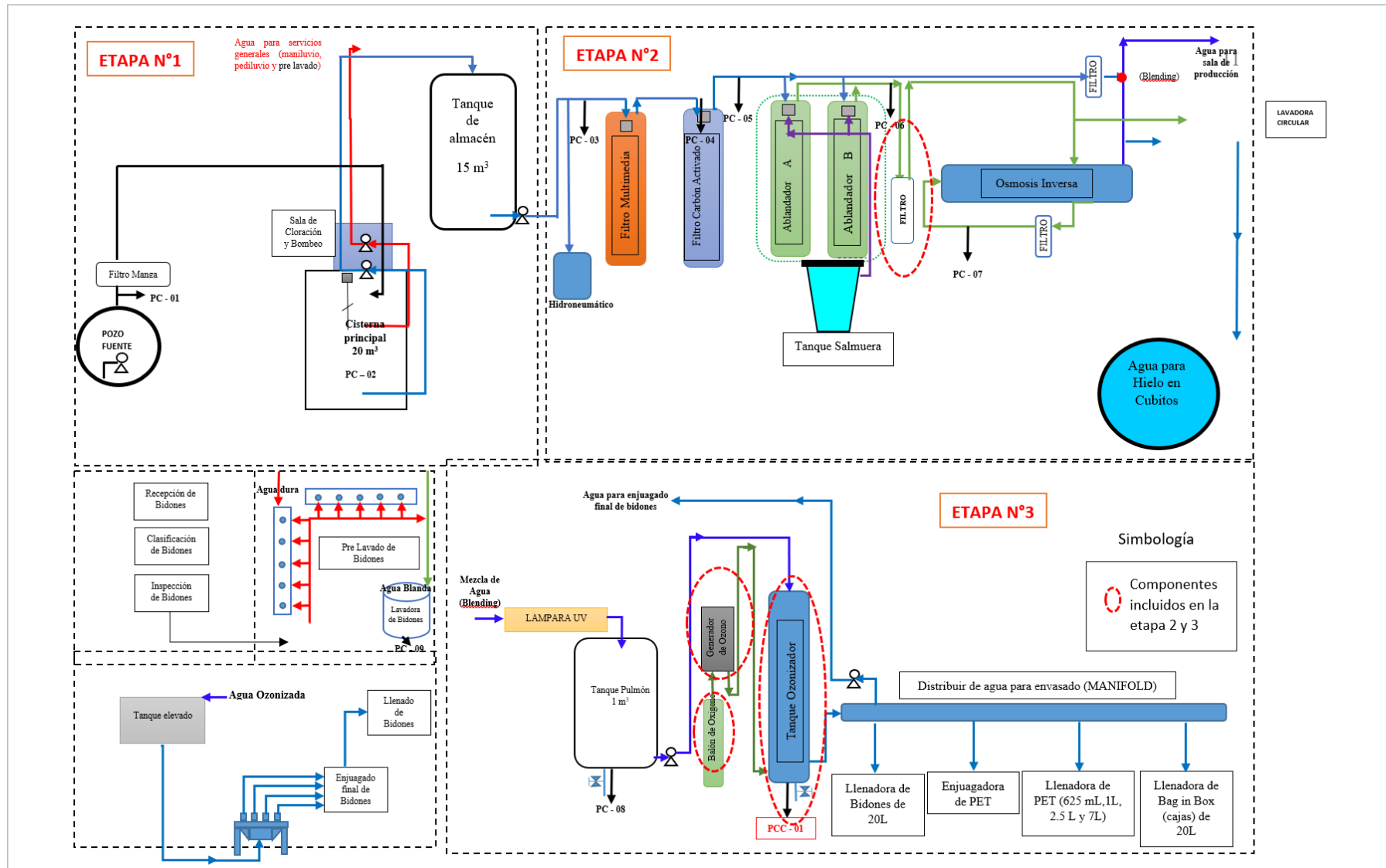
Los resultados obtenidos tras la actualización del diagrama de flujo reflejan mejoras en los parámetros de calidad del agua. Se registró una concentración de ozono en el agua de 0,1 mg/L, una temperatura estable de 11 °C, y se verificó el efecto de la exposición a la luz con un valor de 1, lo que indica que el ozono se mantiene activo bajo estas condiciones. Asimismo, la ausencia de contaminantes en el agua tratada se confirmó con un valor de $P = 0$, evidenciando la efectividad del nuevo sistema en la eliminación de impurezas. Estos resultados demuestran que la optimización del proceso de producción de agua de mesa ozonizada ha mejorado el control de calidad y la eficiencia en la purificación, asegurando un producto final con altos estándares de inocuidad y seguridad para el consumo.

El tiempo límite de consumo de agua de mesa ozonizada se calculó considerando los resultados concentración de ozono en el agua mg/L (C); temperatura del agua °C (T); efecto de la exposición a la luz (E) y efecto de la presencia de otros contaminantes en el agua (P).

La actualización del diagrama de flujo del proceso de producción de agua de mesa ozonizada permitió evaluar los factores que influyen en la estabilidad del ozono en el agua y su impacto en el tiempo límite de consumo. Con una concentración de 0,1 mg/L de ozono, una temperatura de 11 °C, y la ausencia de otros contaminantes, el agua tratada alcanza un período de consumo seguro de 90,91 días, aproximadamente tres meses. Sin embargo, la presencia de luz en el proceso influye en la degradación del ozono, reduciendo su efectividad como agente desinfectante. Estos resultados resaltan la importancia de controlar las condiciones de almacenamiento y distribución para maximizar la estabilidad del ozono y garantizar la inocuidad del producto final.

Dentro de los parámetros analizados, la concentración de ozono se identificó como el factor más determinante en la prolongación del tiempo límite de consumo. Una concentración más alta permitiría una mayor pureza del agua durante más tiempo, mientras que una concentración baja, como la registrada en el estudio, implica un periodo de consumo relativamente corto. Asimismo, la temperatura del agua juega un papel clave, ya que el ozono se descompone más rápido en agua caliente. En este caso, la temperatura de 11 °C, considerada fría, favorece la conservación del ozono. Finalmente, la ausencia de contaminantes contribuye a que el ozono mantenga su eficacia en la purificación. La figura 2 del diagrama de flujo actualizado resume estos cambios implementados, mostrando la optimización del proceso para mejorar la calidad y seguridad del agua de mesa ozonizada.

Figura 2
Síntesis del diagrama de flujo actualizado



La actualización del diagrama de flujo del proceso de producción de agua de mesa ozonizada permitió mejorar significativamente la eficiencia en la retención de partículas y microorganismos en la etapa de pretratamiento. La incorporación de un filtro de 1 micra entre el ablandador B y la ósmosis inversa permitió reducir la presencia de biofilms y sólidos en suspensión, optimizando la calidad del agua antes de su purificación final. De acuerdo con Caro (2019) y Marchand (2015), la presencia de microorganismos como *Escherichia coli*, coliformes totales y *Pseudomonas aeruginosa* en aguas tratadas destaca la importancia de mantener controles microbiológicos estrictos en cada etapa del proceso. En este sentido, el uso de filtros más eficientes en la fase de pretratamiento evita la proliferación de agentes patógenos y mejora la seguridad del agua destinada al consumo humano.

Figura 3

Filtro cartucho incorporado al proceso de producción de agua de mesa ozonizada.



En la etapa 3, la incorporación del balón de oxígeno, generador de ozono y tanque ozonizador representó un avance clave para la desinfección final del agua. Según Salvador (2021), la concentración óptima de ozono para garantizar la inocuidad del agua sin alterar sus propiedades organolépticas oscila entre 2.3 y 3 ppm, sin embargo, en este estudio se alcanzó una concentración de 0,1 mg/L, suficiente para eliminar contaminantes sin generar subproductos indeseados. La conversión del oxígeno molecular en ozono mediante un electrodo de descarga eléctrica aseguró una distribución uniforme del gas dentro del sistema, reduciendo el riesgo de contaminación en la fase de almacenamiento y envasado. Estos hallazgos respaldan la importancia del control automatizado en la dosificación del ozono para garantizar la estabilidad y seguridad del producto final.

Los resultados obtenidos reflejaron mejoras significativas en los parámetros de calidad del agua, alcanzando un tiempo límite de consumo de 90,91 días. Sin embargo, se evidenció que factores como la exposición a la luz pueden acelerar la degradación del ozono, reduciendo su efectividad como desinfectante (Cáceres, 2018). Esto resalta la importancia de controlar las condiciones de almacenamiento y distribución, asegurando que el agua mantenga su pureza microbiológica hasta el momento del consumo. La optimización del proceso no solo permitió

mejorar la eficiencia en la eliminación de contaminantes, sino que también garantizó un producto final con altos estándares de inocuidad, validando la necesidad de implementar mejoras continuas en los sistemas de purificación de agua embotellada.

4. Conclusiones

La actualización del diagrama de flujo del proceso de producción de agua de mesa ozonizada ha permitido mejorar significativamente la eficiencia en la purificación y el control de calidad del producto final. La incorporación de un filtro adicional en la etapa 2 ha optimizado la eliminación de biofilms y partículas en suspensión, asegurando que el agua ingrese a la fase de ósmosis inversa con una menor carga microbiológica. Asimismo, en la etapa 3, la implementación del balón de oxígeno, generador de ozono y tanque ozonizador ha reforzado la inocuidad del agua, asegurando una desinfección efectiva y prolongando su estabilidad en el tiempo. Estos cambios han permitido que el agua tratada alcance un tiempo límite de consumo de 90,91 días, lo que garantiza su seguridad y calidad para el consumidor final.

Además, los resultados obtenidos han confirmado que factores como la concentración de ozono, la temperatura, la exposición a la luz y la presencia de contaminantes juegan un papel determinante en la estabilidad del agua de mesa ozonizada. Se ha evidenciado que una mayor concentración de ozono y una temperatura controlada favorecen la conservación del agua, mientras que la exposición a la luz puede acelerar la degradación del ozono. La optimización de estos parámetros permite no solo mejorar la eficiencia del proceso de producción, sino también garantizar un agua más segura y con una mayor vida útil. La síntesis del diagrama de flujo actualizado refleja estos avances y destaca la importancia de la mejora continua en los procesos de purificación para cumplir con los estándares de calidad y seguridad exigidos en el sector.

5. Referencias

- Borgosz, L., y Dikicioglu, D. (2024). Industrial Internet of Things: What does it mean for the bioprocess industries? *Biochemical Engineering Journal*, 201, 109122. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2023.109122>
- Epelle, E. I., Macfarlane, A., Cusack, M., Burns, A., Amaeze, N., Richardson, K., Mackay, W., Rateb, M. E., & Yaseen, M. (2022). Stabilisation of Ozone in Water for Microbial Disinfection. *Environments*, 9(4), 45. <https://doi.org/10.3390/environments9040045>
- Epelle, E., Macfarlane, A., Cusack, M., Burns, A., Okolie, J., Mackay, W., Rateb, M., y Yaseen, M. (2023). Ozone application in different industries: A review of recent developments. *Chemical Engineering Journal*, 454(Part 2), 140188. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.140188>
- García, M., Gardea, A., Vázquez, L., García, J., Ávila, G., Pérez, M., y Guzmán, A.. (2023). El papel del ozono en la calidad e inocuidad alimentaria. *Revista fitotecnica mexicana*, 46(3), 309-320. <https://doi.org/10.35196/rfm.2023.3.309>
- Gregov, M., Gajdoš, J., Valinger, D., Benković, M., Jurina, T., Jurinjak, A., Crnek, V., Matošić, M., Ujević, M., y Ćurko, J. (2025). Optimization of Ozonation in Drinking Water Production at Lake Butoniga. *Water*, 17(1), 97. <https://doi.org/10.3390/w17010097>
- Huang, Z., Nya, E., Cao, V., Gwenzi, W., Rahman, M., y Noubactep, C. (2021). Universal Access to Safe Drinking Water: Escaping the Traps of Non-Frugal Technologies. *Sustainability*, 13(17), 9645. <https://doi.org/10.3390/su13179645>
- Kekes, T., Tzia, C., y Kolliopoulos, G. (2023). Drinking and Natural Mineral Water: Treatment and Quality–Safety Assurance. *Water*, 15(13), 2325. <https://doi.org/10.3390/w15132325>

- Lara, G., Ariosa, C., Borroto, V., Puerta, A., Ortiz, R., y Villalobos, C. (2020). Ozono como método de desinfección del ambiente hospitalario. *Acta Médica Costarricense*, 62(2), 72-78. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-60022020000200072&lng=en&tlng=es
- Pichel, N., Vivar, M., y Fuentes, M. (2019). The problem of drinking water access: A review of disinfection technologies with an emphasis on solar treatment methods. *Chemosphere*, 218, 1014-1030. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.11.205>
- Saboe, D., Ghasemi, H., Gao, M., Samardzic, M., Hristovski, K., Boscovic, D., Burge, S., Burge, R., y Hoffman, D. (2020). Real-time monitoring and prediction of water quality parameters and algae concentrations using microbial potentiometric sensor signals and machine learning tools. *Science of The Total Environment*, 764, 142876. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142876>
- Singh, B., Chakraborty, A., y Sehgal, R. (2023). A systematic review of industrial wastewater management: Evaluating challenges and enablers. *Journal of Environmental Management*, 348, 119230. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119230>
- Smuts, F., Gaszynski, C., y Ikumi, D. (2022). A framework to determine the optimum contact time and organic micropollutant removal efficiency of the ozone process applied in the context of Cape Flats Managed Aquifer Recharge Water Reclamation Plant. *Journal of Water Process Engineering*, 47, 102651. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2022.102651>
- Zhang, R., Wang, Z., Li, X., She, Z., y Wang, B. (2023). Water Quality Sampling and Multi-Parameter Monitoring System Based on Multi-Rotor UAV Implementation. *Water*, 15(11), 2129. <https://doi.org/10.3390/w15112129>