

# ANÁLISIS DE LA CANTIDAD DE CLORO RESIDUAL LIBRE EN EL AGUA DE LOS BEBEDEROS PÚBLICOS EN LA ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE LEÓN, GUANAJUATO

Reyes González Ulises Felipe (1), Nicasio Tovar Diego Armando (2)

1 Bachillerato General, ENMS Centro Histórico León, Universidad de Guanajuato | ulises\_reyes434221@outlook.es

2 ENMS Centro Histórico León, Colegio de Nivel Medio Superior, Universidad de Guanajuato | diegonicasio@gmail.com

## Resumen

En la presente investigación se llevó a cabo un análisis de la cantidad de cloro residual libre en el agua de los bebederos de la zona centro de León Guanajuato, se empleó un kit comparador de cloro residual libre, éste es un método colorimétrico que sigue las especificaciones de la NOM – 127 – SSA- 1994. El cloro presente es el que queda como residuo de la fase postcloración del proceso de potabilización que se lleva a cabo en las plantas potabilizadoras, las cuales son abastecidas por los acuíferos de la región con 137 pozos en activo de SAPAL y la Presa del Palote. Los bebederos dan acceso gratuito a agua potable en una zona concurrida de la ciudad, esta acción reduce el impacto ambiental que genera la compra excesiva de agua embotellada. Para determinar si el agua es confiable debe de cumplir con los límites máximos y mínimos permisibles establecidos en la norma. Se determinó que el agua proporcionada en cinco de los bebederos está dentro del rango permitido en la norma. Las muestras de los otros tres bebederos después de reposar dos minutos entran en el rango. En cuanto a este parámetro, después de dos minutos el agua es confiable.

## Abstract

In the present investigation was carried out an analysis of the quantity of residual free chlorine in the water from the drinking fountains in the area León Guanajuato Center, used a kit comparator of free residual chlorine, this is a colorimetric method following the specifications of the NOM - 127 - SSA - 1994. This chlorine is left as residue from the post-chlorination phase of the purification process is carried out in water treatment plants, which are supplied by aquifers in the region with 137 wells in active SAPAL and Dam Palote. Drinkers give free access to drinking water in a busy area of the city, this reduces the environmental impact that excessive buying bottled water. To determine if the water is reliable must comply with the minimum and maximum permissible limits established in the standard. It was determined that the water provided in five of the sprues is within the allowable range in the standard. Samples of the other three sprues after standing two minutes entering the range. As for this parameter, after two minutes the water is reliable.

### Palabras Clave

Agua potable, Cloro residual libre, Bebederos públicos.

## INTRODUCCIÓN

### Agua potable

El acceso gratuito de agua para uso y consumo humano con una alta calidad es fundamental para evitar la propagación de bacterias que puedan provocar enfermedades gastrointestinales y la prevención de intoxicaciones por parte de agentes infecciosos en el agua. Para lograr esto, se requiere establecer límites máximos y mínimos permisibles en sus características: bacteriológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas.

Se define como agua potable, al agua para uso y consumo humano, aquella que no contiene contaminantes objetables, ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos a la salud del ser humano [1].

### NOM-127-SSA1-1994 y Cloro libre

En la Norma Oficial Mexicana 127 de la secretaría de Salud, se establecen los límites permisibles de calidad en sus distintas características y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano, que deben de cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados, o cualquier persona física o moral que la distribuya, en todo el territorio nacional [1].

Dentro de los parámetros a evaluar por la NOM-127-SSA1-1994 está el cloro residual libre presente en forma de ácido hipocloroso (HOCl), ion hipoclorito (OCl<sup>-</sup>) y cloro molecular disuelto [2].

### Agua en el estado de Guanajuato

En el estado de Guanajuato se extraen aproximadamente 3824 millones de metros cúbicos de agua subterránea, y la recarga (agua de lluvia) es de 2783 millones de metros cúbicos, lo que implica un déficit de 1041 millones anuales.

Del agua que consumen los leoneses, el 99% proviene de los acuíferos de nuestra región, por medio de la extracción de 2,500 litros por segundo de los 137 pozos en activo de la institución (SAPAL).

El agua restante se obtiene durante temporadas de la presa “El Palote”, de la que se pueden aprovechar hasta 30 litros por segundo, cuando se encuentra por encima del 40% de su capacidad máxima [3]. Tanto el agua extraída de los acuíferos y la que llega a la presa deben de pasar por una serie de operaciones para poder ser consumida.

### Proceso de potabilización

El proceso de potabilización es el que se encarga de realizar el conjunto de operaciones y procesos, físicos y/o químicos que se aplican al agua a fin de mejorar su calidad y hacerla apta para uso y consumo humano [1]. Dentro de este proceso por lo general se presentan las siguientes etapas:

- Desbaste (remoción de turbiedad eliminación de partículas u objetos muy grandes).
- Precloración (oxidación de compuestos).
- Coagulación (compuestos como sulfato de Aluminio y polímeros permite formación de coágulos).
- Floculación (agitación del agua para unir coágulos y convertirlos a floculos).
- Decantación (donde se depositan las partículas en el fondo y pasan a filtrarse).
- Filtración (a través de arena y rocas de distinto tamaño).
- Postcloración (eliminación de microorganismos infecciosos).

### Uso de cloro en el proceso de potabilización

La esterilización es una de las principales fases del proceso de potabilización del agua. Empleado el cloro en este proceso se contemplan dos etapas: precloración, realizada antes de la fase coagulación - floculación que permite la oxidación de compuestos y/o elementos tales como el arsénico; y postcloración o esterilización, que suele ser la última etapa del tratamiento en la que se eliminan posibles microorganismos presentes en el agua [4].

## Bebederos públicos

Dentro de los Organismos Operadores de Agua de la CEA (Comisión Estatal del Agua) del estado de Guanajuato se encuentra SAPAL que es el organismo encargado del abastecimiento de agua al municipio de León. Ha desarrollado diferentes proyectos, entre los cuales se encuentran los “proyectos prioritarios” en los cuales destaca el de Acceso Universal al Agua.

Como parte del proyecto Acceso Universal al Agua se encuentran los bebederos, los cuales forman parte de el abastecimiento de agua gratuita en los sitios de mayor concurrencia, que junto con las 92 tomas públicas instaladas en la periferia de la ciudad forman el 2% de acceso al recurso, destacando que el 98% de la ciudadanía ya cuenta con una toma en su domicilio [5].

## Problemática y Justificación

La inconformidad de la población con el agua consumida con sabor a cloro, sanidad pública y exceso en el uso de agua embotellada.

El presente trabajo aborda el análisis de cloro residual libre en ocho bebederos instalados en la zona centro de la ciudad de León Guanajuato. Tal análisis se realizó durante 25 días y los resultados se compararon con los límites permisibles en la NOM-127-SSA1-1994. Conocer la cantidad presente de cloro residual libre, permitirá implementar acciones para disminuir el uso de agua embotellada, su impacto ambiental y contribuir a la sustentabilidad de la sociedad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Método de análisis

Se empleó el método para analizar el cloro residual libre del comparador de color DipCell. Éste es un método colorimétrico en donde el cloro residual libre reacciona con el DPD 1 (dietil – p – fenil – diamina). Los bebederos analizados se escogieron por la localización dentro de las zonas más concurridas y por su fácil acceso a la población en general [6].

## Zona de muestreo

Los primeros cuatro bebederos se encuentran en la zona peatonal, la localización se muestra en la Imagen 1. Los últimos cuatro bebederos se encuentran en la calzada de los héroes y se ilustra su ubicación en la imagen 2.

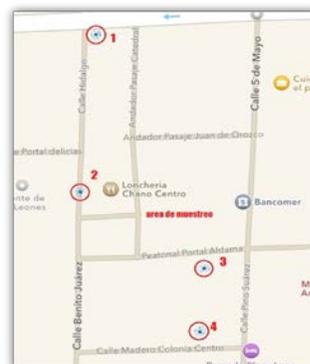


Imagen 1. Localización de los bebederos 1-4

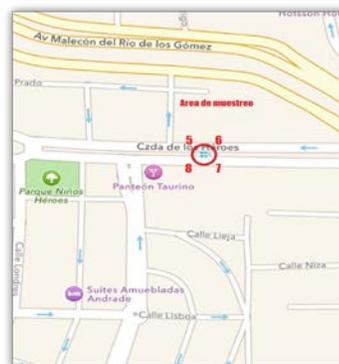


Imagen 2. Localización de los bebederos 5-8

## Tiempo de muestreo

Durante los primeros cinco días de experimentación, se hicieron las mediciones de la cantidad de cloro residual libre en tres diferentes horarios, 9:30 am, 3:30 pm y 6:30 pm. Posteriormente se hizo el análisis estadístico de: promedio, desviación estándar y un análisis de varianza unifactorial (ANOVA) para determinar si existía una diferencia significativa en las mediciones de cloro residual libre a causa de la hora en la que se realizó la medición.

Después de realizar el análisis estadístico, se determinó sólo realizar las mediciones a las 9: 30

am. Las mediciones de cloro residual libre se hicieron durante 20 días más, dando un total de 25 días de investigación. Los resultados de las mediciones de los 25 días, se graficaron y promediaron para compararlos con lo establecido en la NOM – 127 – SSA1 – 1994.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis unifactorial se muestran en la Tabla 1. A excepción del bebedero 2, no hay una diferencia estadísticamente significativa en la hora en la que se tomen las mediciones de cloro residual libre.

Tabla 1: Resumen del los resultados del ANOVA

Bebedero	F	Fc	Sentencia
1	1.7272	3.8852	No hay diferencia
2	4.5714	3.8852	Sí hay diferencia
3	1.4705	3.8852	No hay diferencia
4	0.4615	3.8852	No hay diferencia
5	1.1666	3.8852	No hay diferencia
6	0.1538	3.8852	No hay diferencia
7	0.1428	3.8852	No hay diferencia
8	0.6192	3.8852	No hay diferencia

La Tabla 2 muestra el promedio de las mediciones de los 25 días de investigación.

Tabla 2: Promedio ppm de cloro residual libre en bebederos

Bebedero	Promedio	Desviación estándar
1	2.30	0.612
2	2.80	0.595
3	2.70	0.577
4	1.42	0.312
5	0.94	0.506
6	0.95	0.476
7	0.91	0.429
8	0.93	0.470

Los resultados de las mediciones diarias durante los 25 días se muestran en las Imágenes 3 y 4. En la Imagen 3 se observa que los primeros tres bebederos no están en el rango de los límites permisibles en la norma. El bebedero 4 solo tuvo tres mediciones fuera de norma.

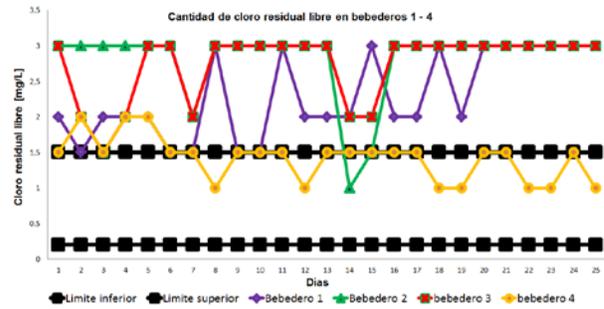


Imagen 3. Grafica de concentración ppm de cloro residual libre bebederos 1 – 4.

Los bebederos 5 al 8 están dentro del rango permisible establecido por la norma, saliendo solo de este rango en una medición por bebedero, lo anterior se observa en la Imagen 4.

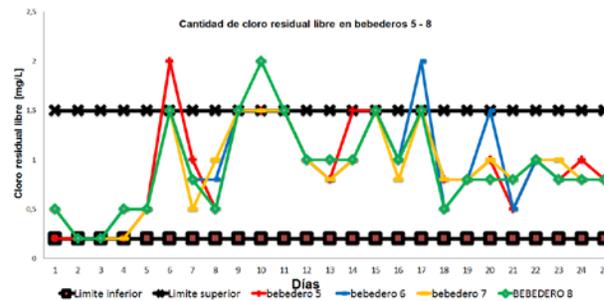


Imagen 4.: Grafica de concentración ppm de cloro residual libre bebederos 5 - 8.

Los datos en los bebederos 1, 2 y 3 están por encima del límite máximo permisible establecido en la NOM-127-SSA1-1994, por ello no cumple con este requisito para considerarse agua de buena calidad para el consumidor. Mientras que los otros bebederos mostraron un promedio mensual por debajo del límite máximo permisible.

El agua de los bebederos 1, 2 y 3 se dejó reposar en un recipiente y se midió la cantidad de cloro residual libre presente. Después de dos minutos de reposo parte del cloro residual libre se volatilizó y los valores de la medición ya entraron dentro del rango establecido por la norma.

## CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos y comparados con los límites permisibles establecidos por la NOM-127-SSA1-1994, se puede afirmar que en cuanto a la cantidad de cloro residual libre los bebederos 4 al 8 cumplen con la calidad de agua potable. El análisis de las muestras reposadas de los bebederos 1 a 3 después de dos minutos está dentro del rango indicado en la norma. En síntesis, el agua obtenida de los bebederos tendrá la calidad de agua potable establecidos por la norma en un tiempo máximo de dos minutos.

Debido a que en esta investigación solo se determinó la cantidad de cloro residual libre en el agua, y no otras características como: organolépticas, radiactivas, físicas, químicas y bacteriológicas, se sugiere dar continuidad y expansión a la investigación analizando los demás parámetros establecidos en la norma. Esto con la finalidad de impulsar el uso y consumo del agua saliente de los bebederos, disminuir el consumo de agua embotellada y el impacto ambiental que genera.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo proporcionado por la institución en la que se realizaron los avances especialmente a los encargados del centro de cómputo y a la encargada del laboratorio.

A mi familia por proporcionarme apoyo emocional y económico en el desarrollo de este proyecto.

A la universidad de Guanajuato y a la Dirección de Apoyo a la Investigación y al Posgrado (DAIP), por otorgarme la oportunidad de participar en este verano de investigación.

A la Mtra. Verónica Aguilar por su atención en el transcurso del proyecto.

## REFERENCIAS

- [1]DOF NOM-127-SSA1-1994. Recuperado el 10 de julio de 2016, de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html>.
- [2] CONAGUA. DOF – Diario Oficial de la Federación. Recuperado el 10 de julio de 2016, de: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/NMX-AA-108-SCFI-2001.pdf>.
- [3] Comunicación Social y Cultura del Agua, C. (2016). Disponibilidad del agua: Comisión Estatal del Agua. [Agua.guanajuato.gob.mx](http://agua.guanajuato.gob.mx). Recuperado el 10 de julio de 2016, de [http://agua.guanajuato.gob.mx/disponibilidad\\_2.php](http://agua.guanajuato.gob.mx/disponibilidad_2.php).
- [4] Cloracion1. Recuperado el 10 de julio de 2016, de <http://www.elaguapotable.com/cloracion1.htm>
- [5] SAPAL. SAPAL: trayectoria y futuro. Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León, 2012.
- [6] LaMotte, Método 6903 "determinación de cloro residual libre", LaMotte Company, 2016.