



## La cloración en descargas de aguas residuales debe limitarse

Recibido 29/9/2023  
Aceptado 8/11/2023  
Publicado 16/11/ 2023

**Norman Siguí Gil**

Maestro en Ciencias en Ingeniería Sanitaria e Ingeniero Civil. Actualmente estudiante de doctorado en Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos y catedrático en la Facultad de Ingeniería en la Universidad de San Carlos de Guatemala. Consultor en proyectos públicos y privados, relacionados a ingeniería sanitaria y ambiental.

## Resumen

El «Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos», Acuerdo Gubernativo 236-2006, estipula las coliformes fecales como un parámetro de cumplimiento para el vertido de aguas residuales en Guatemala. Para alcanzar el límite máximo permitido es común utilizar compuestos de cloro como principal desinfectante lo que conlleva a la formación de productos tóxicos para el humano y la vida acuática. Asimismo, en la mayoría de casos, el proceso de cloración no es debidamente monitoreado y no existe regulación en cuanto a la cantidad de cloro residual total en el efluente final. Es imperante que el reglamento guatemalteco sea cuidadosamente revisado y actualizado con el objetivo de evitar la cloración de aguas residuales que no lo ameriten según sus características iniciales o reúso que puedan recibir.

## Palabras clave

Agua residual, desinfección, cloración

---

## Abstract

The Government Agreement 236-2006, called "Regulation of discharges and reuse of wastewater and sludge disposal," stipulates fecal coliforms as a compliance parameter for wastewater discharge. To reach the maximum allowed limit, it is common to use chlorine compounds as the main disinfectant, which leads to the formation of toxic products for humans and aquatic life. Likewise, in most cases, the chlorination process is not properly monitored and there is no regulation regarding the amount of total residual chlorine in the final effluent. It is imperative to carefully review and update the Guatemalan regulation, with the objective of avoiding the unnecessary chlorination of wastewater, according to its initial characteristics or reuse that it may receive.

## Keywords

Wastewater, disinfection, chlorination

Muchas de las actividades que realizamos a nivel domiciliario, comercial o industrial, requieren del uso de agua que posteriormente se convertirá en agua residual. En Guatemala el Acuerdo Gubernativo 236-2006, «Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos» define los criterios que todo vertido de agua residual debe cumplir para ser descargada a un cuerpo receptor o al alcantarillado público.

Ese reglamento se encuentra vigente desde el año 2006. Sin embargo, su efecto en cuanto a la protección y recuperación de los cuerpos de agua no ha sido notable, en gran parte por las deficiencias técnicas que éste presenta (Siguí, 2016). En este trabajo se profundizará en una de esas deficiencias. Ésta tiene que ver con la limitación de coliformes fecales en los efluentes, que se logra de forma significativa mediante procesos de desinfección como la aplicación de compuestos de cloro, y cómo esto conlleva a impactos negativos a la salud humana y al ambiente.

La finalidad del uso del cloro y compuestos derivados a este elemento químico, es la desinfección del agua, normalmente como

etapa final en un proceso de tratamiento de agua residual. Es decir que el objetivo de aplicar estos compuestos químicos, es el de eliminar o al menos reducir los microorganismos patógenos que se encuentran en las aguas residuales, convirtiéndose así en un importante proceso de tratamiento que busca la protección de la salud humana. (Xu *et al.*, 2002)

De tal manera que, implementar procesos de desinfección es altamente justificable y comprensible, y a nivel mundial está muy extendida la utilización de compuestos de cloro. (Collivignarelli *et al.*, 2000)

En Guatemala, como en muchos otros países, el amplio uso de cloro y derivados se debe a la disponibilidad en el mercado y relativo bajo costo (Luo *et al.*, 2020). Sin embargo, su uso conlleva diversos problemas derivados de complejas reacciones químicas que ocurren entre el cloro y otros compuestos presentes en el agua residual.

Por un lado, el cloro se combina con materia orgánica aún presente en el agua residual tratada, y producirá compuestos denominados subproductos de la cloración.

Los más conocidos son los trihalometanos, que merecen especial preocupación por su potencial riesgo a producir cáncer. (Wang *et al.*, 2007) Asimismo, el cloro residual se constituye por compuestos altamente tóxicos para diversas especies acuáticas que conforman la flora y fauna de los cuerpos de agua. (Brungs, 1973)

La problemática de formación de subproductos y toxicidad en los efluentes ha sido muy bien estudiada y demostrada. Por ello, en países como Estados Unidos de América se regula la cantidad de cloro residual total en los efluentes finales. (Helz & Nweke, 1995) El proceso de reducción de cloro residual total se conoce como decloración y usualmente se logra mediante la aplicación de compuestos de azufre como sulfito y bisulfito de sodio. (Helz & Nweke, 1995)

De tal manera que resulta de gran importancia el monitoreo del proceso de cloración y también de la decloración. Varios estudios han demostrado que en ambos casos el monitoreo es complejo debido principalmente a interferencias ocasionadas por otros compuestos en el agua (Ram & Malley, 1984; Helz & Nweke, 1995 y Maccrehan *et al.*, 1998).

Por este motivo, el control de la cloración y decloración es preferible realizarla mediante procesos automáticos que, contrastando con procesos manuales, suelen dar resultados más confiables y también representan ahorro en el uso de químicos para cloración y decloración (Dieu *et al.*, 1995 y Yu *et al.*, 2009).

El reglamento guatemalteco no limita la cantidad de cloro residual en cualquiera de sus formas en el vertido final, por ende, los procesos de decloración son inexistentes. Por otro lado, la cloración no se monitorea de forma precisa, ya que su control normalmente se realiza solo por medio de la medición de cloro residual libre o mediante el análisis de coliformes fecales, y ambos casos se analizan con poca frecuencia. Además, especialmente en el caso de plantas de tratamiento municipales o de pequeños centros poblados, parece inviable implementar procesos automáticos de monitoreo por la falta de capacitación, energía eléctrica y recursos para operar y mantener los equipos.

Por los motivos anteriores, la regulación sobre la reducción de coliformes fecales como principal indicador de contaminación

patógena, debe ser limitada a los casos que lo ameriten. Como ejemplo, pueden citarse las legislaciones de países como México y Costa Rica. En el primero, las coliformes fecales no se encuentran entre los parámetros de cumplimiento si las aguas residuales que se vierten al alcantarillado público son del tipo ordinario (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 1996). Lo mismo sucede en el caso de Costa Rica, que además regula el análisis de coliformes fecales según el tipo de agua residual (solo para aguas residuales generadas por actividades médicas, dentales o veterinarias) y el tipo de reuso que tendrá el efluente final (Ministerio de Ambiente y Energía & Ministerio de Salud, 2007).

En Guatemala, el reglamento solo omite la medición de coliformes fecales cuando el efluente se reutilizará para riego agrícola en general y para acuicultura. Sin embargo, es necesario que el reglamento

sea revisado y se evalúe con atención el parámetro de coliformes fecales. Con el objetivo de evitar la innecesaria desinfección por cloro y los efectos negativos que este proceso conlleva, el parámetro de coliformes fecales no debería aplicarse cuando los efluentes se descargan al alcantarillado público o, cuando se vierten a cuerpos de agua que no son reutilizados para consumo humano o para recreación con contacto primario por parte de las personas.

Finalmente, es importante resaltar que todo efluente de aguas residuales de alcantarillados públicos debe conducirse hacia sistemas de tratamiento de aguas residuales debidamente planificados, y que toda fuente de agua para consumo humano debe ser siempre apropiadamente desinfectada y, en aguas de menor calidad, debe recibir procesos de potabilización completos.

## Referencias

Acuerdo gubernativo No. 236-2006. Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos. 5 de mayo de 2006.

Brungs, W. A. (1973). Effects of residual chlorine on aquatic life. *Journal of the Water Pollution Control Federation*, 45(10), 2180–2193.

Collivignarelli, C., Bertanza, G., & Pedrazzani, R. (2000). A comparison among different wastewater disinfection systems: Experimental results. *Environmental Technology (United Kingdom)*, 21(1), 1–16. <https://doi.org/10.1080/09593332108618137>

Decreto No. 33601 -MINAE-S-. Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales. 19 de marzo de 2007.

Dieu, B., Garrett, M. T., Ahmad, Z., & Young, S. (1995). Applications of automatic control systems for chlorination and dechlorination processes in wastewater treatment plants. *ISA Transactions*, 34(1), 21–28. [https://doi.org/10.1016/0019-0578\(94\)00041-J](https://doi.org/10.1016/0019-0578(94)00041-J)

Helz, G., & Nweke, A. (1995). Incompleteness of wastewater dechlorination. *Environmental Science & Technology*, 29(4), 1018–1022.

Luo, Y., Feng, L., Liu, Y., & Zhang, L. (2020). Disinfection by-products formation and acute toxicity variation of hospital wastewater under different disinfection processes. *Separation and Purification Technology*, 238, 116405. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2019.116405>

Macrehan, W. a., Jensen, J. S., & Helz, G. R. (1998). Detection of sewage organic chlorination products that are resistant to dechlorination with sulfite. *Environmental Science and Technology*, 32(22), 3640–3645. <https://doi.org/10.1021/es980101l>

Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. 3 de junio de 1998.

Ram, N. M., & Malley, J. P. (1984). Chlorine residual monitoring in the presence of N-organic compounds. *Journal / American Water Works Association*, 76(9), 74–81. <https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.1984.tb05411.x>

Siguí, N. L. (2016). Ensayo Científico / Scientific Essay. *Tecnología y Salud*, 3(2).

Wang, G. S., Deng, Y. C., & Lin, T. F. (2007). Cancer risk assessment from trihalomethanes in drinking water. *Science of the Total Environment*, 387(1–3), 86–95. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2007.07.029>

Xu, P., Janex, M. L., Savoye, P., Cockx, A., & Lazarova, V. (2002). Wastewater disinfection by ozone: Main parameters for process design. *Water Research*, 36(4), 1043–1055. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(01\)00298-6](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(01)00298-6)

Yu, R.-F., Chen, H.-W., Cheng, W.-P., & Shen, Y.-C. (2009). Application of pH-ORP titration to dynamically control the chlorination and dechlorination for wastewater reclamation. *DES*, 244, 164–176. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2008.0>