



## Vertimientos en la industria de la construcción en Colombia

### Wastewater in the construction industry in Colombia

Cesar Augusto García Ubaque<sup>1</sup> Laura Constanza Lamprea Molina<sup>2</sup>

**Para citar este artículo:** C. A. García-Ubaque; L. C. Lamprea-Molina, “Vertimientos en la industria de la construcción en Colombia”. *Revista Vínculos: Ciencia, Tecnología y Sociedad*, vol 16, n° 1, enero-junio 2019, 184-189. DOI: <https://doi.org/10.14483/2322939X.15072>.

**Recibido:** 23-09-2018 / **Aprobado:** 01-11-2019

#### Resumen

En este artículo se aborda la problemática de los vertimientos de aguas residuales generados por la industria de la construcción en Colombia. Se presenta una breve síntesis de la normativa aplicable, estimación de consumos, tecnologías disponibles, tratamientos y uso de subproductos, impacto en la huella ecológica y buenas prácticas. El propósito es recomendar a este sector que genere conocimiento propio sobre su gestión a nivel de producción y tratamiento de aguas en sus procesos, que le permita retroalimentar a partes interesadas como: comunidad y gobierno, y responder a sus demandas de manera más eficiente.

**Palabras clave:** gestión ambiental, ingeniería de la construcción, tratamiento de aguas residuales.

#### Abstract

This article addresses the problem of construction industry wastewater discharges in Colombia. A brief synthesis of applicable regulations, consumptions estimation, available technologies, treatments and use of by-products, ecological footprint impact and good practices is presented. The purpose is to recommend to this sector that generate own knowledge about its management at the level of production and treatment of water in its processes, which allows it to provide feedback to interested parties such as: community and government, and respond to their demands more efficiently.

**Keywords:** wastewater treatment, construction engineering, environmental management.

- 
1. Doctor en Ingeniería, profesor titular de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: [cagarciau@udistrital.edu.co](mailto:cagarciau@udistrital.edu.co), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6959-6610>
  2. Tecnóloga en Construcción, Ingeniera Civil (c), Residente de Obra Arquitectura y Concreto SAS, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Correo electrónico: [lau.lamprea@gmail.com](mailto:lau.lamprea@gmail.com), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3355-4686>

## 1. Introducción

La Resolución 0631 de 2015 [1] establece una serie de disposiciones y parámetros exigibles a todas las actividades productivas que generan vertimientos en cuerpos de agua superficiales y/o al alcantarillado público en nuestro país. En esta norma se discriminan los parámetros de las concentraciones a reportar de acuerdo con el tipo de actividad desarrollada. Sin embargo, para las actividades que no están mencionadas, en los capítulos VII y VIII (*Actividades industriales, comerciales o de servicios diferentes a las contempladas en los capítulos V y VI con vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y alcantarillado público*), se proponen unos parámetros generales que se deben monitorear, y en esta clasificación donde se ubica el sector de la construcción.

Por tanto, el objetivo del artículo es recomendar al sector de la industria de la construcción en Colombia que genere conocimiento propio sobre su gestión a nivel de producción y tratamiento de aguas en sus procesos, que le permita retroalimentar a partes interesadas como: comunidad y gobierno, y responder a sus demandas de manera más eficiente.

## 2. Antecedentes normativos

En Colombia, la regulación para el cuidado y conservación del medio ambiente inició con la creación del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA) en 1968, con el objetivo de ordenar el manejo de los recursos naturales. Posteriormente, el INDERENA dio paso a la conformación del Ministerio del Medio Ambiente en 1993 [2].

Los antecedentes normativos para el recurso hídrico en Colombia inician con el Decreto 2811 de 1974 o Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de protección al medio ambiente. En este documento se establece que los recursos naturales son un patrimonio nacional y, por lo tanto se deben fijar normas para su cuidado. Así mismo, determina un marco regulatorio para el manejo de las aguas en

cualquiera de sus estados como: aguas meteóricas, provenientes de lluvia natural o artificial, corrientes superficiales, lagos, ciénagas, lagunas y embalses de formación natural o artificial, edáficas, subterráneas, subálveas, nevados y glaciares, y las ya utilizadas, servidas o negras [3]. En cambio, la Ley 09 de 1979 [4] establece criterios generales de saneamiento público y control del agua para diferentes usos: consumo humano, uso doméstico, preservación de la flora y fauna, uso agrícola y pecuario, recreativo, institucional y transporte.

Por su parte, el Decreto 1594 de 1984 [5] reglamenta parcialmente las dos normas anteriores en lo relacionado con “usos del agua y residuos líquidos” y establece las entidades encargadas del manejo y administración del agua como recurso: INDERENA, HIMAT (Instituto de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras), las diferentes CAR (Corporaciones Autónomas Regionales) y DIMAR (Dirección General Marítima). Adicionalmente, presenta un glosario de términos que no se tenían totalmente definidos en las dos normas anteriores y hace una distinción entre aguas residuales domésticas (ARD) y aguas residuales industriales. Por otro lado, propone cuáles son las sustancias de interés sanitario que requieren análisis periódicos, regula criterios de calidad para la destinación del agua de acuerdo con el uso específico y, criterios de calidad a nivel general independiente del uso específico.

Por último, se encuentra la Resolución 0631 de 2015 [1], que establece los parámetros y valores límites máximos permisibles en vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público. Esta norma discrimina entre aguas residuales domésticas (ARD) y aguas residuales no domésticas (ARNd), fija parámetros microbiológicos, de plaguicidas y fisicoquímicos para todos los usuarios de acuerdo con la actividad que desarrollan.

Las disposiciones que se plantean en la Resolución, tanto para vertimientos a cuerpos de agua superficiales como al alcantarillado público se realizan por sectores industriales: prestadores de servicio

público de alcantarillado, agroindustria, ganadería, minería, hidrocarburos, elaboración de productos alimenticios y bebidas, fabricación y manufactura de bienes y actividades asociadas con servicios.

En los capítulos VII y VIII, regula las actividades industriales diferentes a las contempladas en los capítulos V y VI. Las actividades económicas que deben acogerse a esta opción por no haber sido consideradas de manera específica, incluido el sector de la construcción, deben reportar de manera periódica la evaluación de parámetros, aún aquellos que no tienen en cuenta las condiciones específicas de su operación.

### 3. Estimación del consumo de agua en el sector de la construcción

Con respecto al consumo de agua en el sector de la construcción, se presenta un ejercicio de cuantificación del consumo de agua durante la construcción de una vivienda unifamiliar de dos pisos de 100 a 200 m<sup>2</sup>, en este caso para Argentina. Se definen cuatro variables sobre la función del agua en cada proceso de la construcción: I = componente imprescindible, M = parte del proceso material, A = auxiliar y, P = parte de los controles o pruebas", de las cuales se abstraen los siguientes datos: el vertimiento contaminado de la variable I es del 0%, de M es del 60%, y de las variables A y P, un 100%. Por lo cual, se deduce un consumo total de 105,33 m<sup>3</sup>, de los cuales el 55,62% es vertido a cuerpos de agua o al alcantarillado, con contaminantes. Estas cifras muestran un consumo promedio de 0,684 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> [6].

### 4. Tecnologías

Una de las tecnologías disponibles, es la utilización de modelos de simulación que permiten optimizar los procesos y disminuir los consumos de agua en cada etapa del proyecto de construcción. Uno de estos modelos es el modelo de planeación para Selección de Tecnologías y Análisis de Costos (SelTec) que incluye un modelo conceptual y un software

que apoya el proceso de identificación de opciones tecnológicas sostenibles en el tratamiento de agua. El modelo toma en cuenta aspectos culturales, económicos, técnicos e institucionales para determinar el sistema de tratamiento de agua más adecuado, costos iniciales, de uso y mantenimiento [7]. De igual modo, se dispone de una recopilación de distintos programas de computación para la simulación del tratamiento de agua residuales (AR) con el fin de optimizar este proceso [8].

### 5. Tratamientos

En la ciudad de Manizales, se realizó una caracterización y posterior análisis de laboratorio para determinar las cantidades necesarias de compuestos químicos para tratar las AR provenientes del sector de la construcción identificando el tratamiento ideal para estos vertimientos [9]. El estudio sostiene que, en las obras de construcción el agua debe manejarse considerando los siguientes criterios: 1) reducir el consumo, 2) prevenir la contaminación, 3) recolectar separadamente aguas grises, aguas residuales y aguas de escorrentía, 4) recircular aguas grises, 5) tratar las aguas grises antes de su descarga para retirar grasas y/o sedimentos y, 6) verter las aguas residuales domésticas a las redes de alcantarillado o tratarlas en pozos sépticos.

La conclusión más relevante, para el sector de la construcción, es que el tratamiento de las AR generadas, solo necesita de operaciones físicas y químicas. Para ello, presenta tres fases de tratamiento: sedimentación, ablandamiento, y neutralización y filtración; además, proporciona las dosis óptimas de concentración a usar en las distintas fases, dando como resultado una remoción de entre el 81,15% y 99,53% de distintos parámetros exigidos por la normativa más reciente implantada en Colombia [9].

### 6. Remoción de Metales

Un estudio realizado [10] presenta las principales actividades industriales generadoras de metales

pesados y a su vez ejemplifica 20 técnicas de tratamiento de remoción de estos contaminantes y las divide en convencionales y no convencionales. Igualmente, otros autores [11], se centran en la remoción de cuatro tipos de metales (cromo, mercurio, plomo y arsénico), que consideran con mayor presencia en las AR.

## 7. Uso y disposición de los subproductos resultantes del tratamiento de AR

Se propone un sistema de tratamiento (ST) *in situ*, fácil y económico de operar y mantener, que consta de una fosa séptica (FS), un biofiltro (BF) y un humedal construido (HC), que deben ser operados en serie. Después de someter el AR a este proceso, los autores afirman que el agua es apta para ser utilizada en diversas actividades diferentes al consumo humano [12].

Del mismo modo, sobre tratamiento y uso de vertimientos se presenta modelo de procesamiento de AR, donde el agua podía ser utilizada en algunos procesos industriales como: agua de enfriamiento, de servicios y sistemas contra incendio, entre otros [13].

### • Lodos Residuales

Con respecto al uso que se puede dar a los lodos generados en el tratamiento de AR provenientes de procesos de beneficio de arcillas, se plantean: 1) reincorporación al proceso, 2) fabricación de una línea más económica de productos y 3) como materia prima en industrias similares como ladrillos, tejas, cemento, inodoros y cerámicas [14].

### • Uso Agrícola

Se realizó un estudio en el que se mezclaron AR tratadas junto con residuos sólidos de construcción [15] y a partir de ellos, se realizó un proceso de decantación del cual inicialmente se obtuvieron lodos que se usaron para la producción de humus, que fueron usados como abono en suelos.

Después se realizó un proceso de microfiltración y el agua resultante de este proceso fue utilizada como agua de riego para plantas de maíz. De ambos procesos se obtuvieron resultados favorables en cuanto al suelo y la germinación de las plantas, lo cual demuestra el aprovechamiento de AR tratadas y los residuos de construcción en actividades agrícolas.

### • Huella Ecológica

A nivel internacional se tomaron diferentes tipos de edificaciones para evaluar su impacto en la huella ecológica (HE), teniendo en cuenta las fases de obra y sistemas constructivos [16]. La HE se define como la extensión de tierra que sería necesaria para suministrar los recursos (cereales, pienso, leña, pescado y terreno urbano) y absorber las emisiones (CO<sub>2</sub>) de la sociedad mundial. De acuerdo con este estudio, la cimentación y la estructura en una construcción generan el mayor impacto de HE, ya que en estas dos etapas los materiales más usados son cemento y el acero, que son productos de gran requerimiento de recursos y energía.

Sobre el uso adecuado del agua [17] se presentan diferentes alternativas que se pueden implementar con el fin de disminuir el consumo de agua a nivel residencial, ya que el uso eficiente del agua es un tema de sostenibilidad y cualquier disminución en el consumo de esta conduce a un aumento de la eficiencia. La utilización de los dispositivos y tecnologías, junto con el desarrollo de un plan de conservación del agua y auditorías del agua, minimizaran su uso.

## 8.1 Guías de buenas prácticas

El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio publicó una guía que establece estándares de construcción para incentivar la eficiencia energética y el consumo adecuado de agua en las nuevas edificaciones que se realicen a partir de su entrada en vigencia [18]. Con esta guía se establece, que el consumo de agua en el sector de la construcción no solo se

debe optimizar durante la construcción de la obra sino, asegurarla durante la vida útil del inmueble; teniendo en cuenta condiciones como: la condición geográfica, la zonificación climática y el uso de la construcción.

Sobre las regulaciones y requerimientos en este aspecto, a nivel distrital, se elaboró una guía de manejo ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente, en la construcción de viviendas en Bogotá [19], que incluye el manejo eficiente del agua en las obras de construcción de viviendas. En este documento, se proporcionan serie de parámetros a seguir para las AR generadas en las obras de construcción, con el fin de disponerlas de la mejor manera posible: uso de sedimentadores, recirculación de aguas, protección y limpieza de sumideros, implementación de lava llantas y trampas de grasas; con el objetivo de evitar que residuos líquidos y sólidos se depositen en cuerpos de agua y/o alcantarillado.

En cuanto al uso de AR después de su tratamiento [20], actualmente, los sistemas de vertimientos de AR son obsoletos y como consecuencia su tratamiento, reutilización y vertimiento adecuado es limitado. Por lo que se plantea, clasificar en la fuente los desechos, de manera que sea más fácil realizar un tratamiento y uso eficiente y económico, de manera que sea posible dar un tratamiento específico a cada grupo residual de agua en los campamentos instalados durante la construcción de un proyecto y reutilizar el agua en diferentes actividades de acuerdo con sus características.

## 9. Conclusiones

El sector de la construcción debe tomar conciencia de la importancia de la gestión de los recursos que utiliza en sus actividades, en este caso, el agua, de manera que genere una concienciación importante para mejorar sus procesos y poder retroalimentar a las autoridades ambientales sobre las condiciones específicas de su operación. Es importante que este sector, pueda construir relaciones mutuamente beneficiosas con partes interesadas en su gestión como: comunidad y gobierno.

## Referencias

- [1] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, “Resolución 0631 de 2015”, 2015.
- [2] M. Rodríguez, “INDERENA, el gran pionero de la gestión ambiental en Colombia”, Memoria del primer ministro del medio ambiente. Tomo I, 1994, pp. 93-98.
- [3] Presidencia de la Republica de Colombia, “Decreto 2811 del 18 de 1974”, 1974.
- [4] Ministerio de Salud, “Ley 9 de 1979”, 1979.
- [5] Presidencia de la Republica de Colombia, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Salud, Departamento Nacional de Planeación, “Decreto 1594 de 1984”, 1984
- [6] A. Dubravcic, “Construcción eficiente. Cuantificación y minimización del consumo de agua en la construcción de edificios”, Jornadas Argentinas de Ingeniería Estructural, Argentina, 2008, pp. 20, [https://jornadasaie.org.ar/Nuevo-sitio/wp-content/themes/jornadas-aie-ant-teriores/2008/contenidos/resumenes\\_trabajos/tema\\_g/014.pdf](https://jornadasaie.org.ar/Nuevo-sitio/wp-content/themes/jornadas-aie-ant-teriores/2008/contenidos/resumenes_trabajos/tema_g/014.pdf)
- [7] A. Galvis y V. Vargas, “Modelo de selección de tecnología y análisis de costos en el tratamiento de agua para consumo humano, SelTec”, Seminario Internacional La Hidroinformática en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, 2003, pp. 234-242.
- [8] C. Amorocho, A Mejía y J. Sánchez, “Software de ingeniería especializado en el diseño y simulación de plantas de tratamiento de agua residual: revisión”, *Revista Ingeniería y Región*, vol.13, no 1, pp. 57-71, 2005. <https://doi.org/10.25054/22161325.709>
- [9] C. Cruz, “Diseño y evaluación de un sistema de tratamiento piloto para las aguas residuales provenientes de la construcción del sector inmobiliario privado en la ciudad de Manizales.”, Tesis de Maestría, Universidad de Manizales, Colombia, 2015.
- [10] D. Caviades, R. Muñoz, A. Perdomo, D. Rodríguez y J. Sandoval, “Tratamientos para la remoción de metales pesados comúnmente presentes

- en aguas residuales industriales. Una Revisión”, *Revista Ingeniería y Región*, no. 13, pp. 73-90, 2015. <https://doi.org/10.25054/22161325.710>
- [11] M. Litter, “Remoción de contaminantes metálicos” [http://www.psa.es/es/projects/solarsa-fewater/documents/libro/12\\_Capitulo\\_12.pdf](http://www.psa.es/es/projects/solarsa-fewater/documents/libro/12_Capitulo_12.pdf)
- [12] R. García, M. Garzón y J. González, “Evaluación de un sistema de tratamiento doméstico para reúso de agua residual”, *Revista internacional de contaminación ambiental*, vol. 32, no. 2, 2016. <https://doi.org/10.20937/rica.2016.32.02.06>
- [13] L. Herrera, P. Flores, P. Mejías, L. Vargas, C. Cárdenas, I. Araujo, N. del Villar y J. Delgado “Tratamiento de aguas residuales domésticas para su potencial reutilización industrial”, *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*, vol. 48, no. 2, pp. 101-114, 2014.
- [14] V. Llano, J. Cardona, D. Ocampo y L. Ríos, “Tratamiento Físicoquímico de las Aguas Residuales Generadas en el Proceso de Beneficio de Arcillas y Alternativas de Uso de los Lodos Generados en el Proceso”, *Información Tecnológica*, vol. 25, no. 3, 2014. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642014000300010>
- [15] K. Passarini, F. Gamarra, R. Vanalle y J. Santana, “Reutilización de las Aguas Residuales en la Irrigación de Plantas y en la Recuperación de los Suelos”, *Información Tecnológica*, vol. 23, no. 1, 2012. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642012000100007>
- [16] P. Gonzalez, J. Solis, R. Llacer y M. Marrero, “La construcción de edificios residenciales en España en el período 2007-2010 y su impacto según el indicador Huella Ecológica”, *Informes de la Construcción*, vol. 67, no. 539, 2015. <https://doi.org/10.3989/ic.14.017>
- [17] S. O’Hogain, “Minimización del uso del agua” <http://www.comunidadism.es/wp-content/uploads/downloads/2017/10/Manual-de-Tecnologias-Sostenibles-en-Tratamiento-de-Aguas.pdf>
- [18] Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, “Resolución No. 549 de 2015”, 2015.
- [19] J. Cañón, “Implementación de una metodología para el cumplimiento de la guía de manejo ambiental de la S.D.A. en la construcción de viviendas en Bogotá”, Trabajo de grado de Especialización, Universidad Militar Nueva Granada, 2014.
- [20] R. Otterpohl, M. Grottker y J. Lange, “Gestión sostenible del agua y de los residuos en zonas urbanas”, *Boletín CF+S, Especial sobre Residuos*, 1997.

