

# Análisis metodológico para el desempeño ambiental en estructuras de saneamiento a fin de mitigar efectos de los contaminantes emergentes

Methodological Analysis for  
Environmental Performance in sanitation  
structures in order to mitigate the effects  
of emerging pollutants

Alejandro Paúl López Moya

Ingeniero Civil-Universidad Internacional SEK-Maestría Eficiencia  
Energética. [aplopez.mee@uisek.edu.ec](mailto:aplopez.mee@uisek.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-0293-2034>

Mónica Delgado-Yáñez

Msc. Sistemas de información Geográfica, Mgs. Gestión Ambiental –  
Universidad Internacional SEK, Escuela Politécnica Nacional,  
Universidad de Valencia– [monica.delgado@uisek.edu.ec](mailto:monica.delgado@uisek.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-8526-4416>

PERSPECTIVAS

Vol 1 - No. 14

Abri – junio 2019

ISSN 2145-6321

e-ISSN 2619-1687



Artículo recibido 2018 – 08 - 21  
Artículo aceptado 2018 – 10 - 16

## RESUMEN

El presente estudio se enfoca en realizar un aporte metodológico en relación al desempeño ambiental en la construcción de redes de alcantarillado combinado, aplicando normas ISO 14040, 14044 mediante Análisis de Ciclo de vida, como una alternativa en la gestión ambiental implementando mejoras en el desempeño ambiental de los diseños de sistemas de alcantarillado a fin de mitigar contaminación hídrica debido a contaminantes emergentes no tratados, por tanto los resultados de la investigación brinda la información necesaria reducción de impactos ambientales en la construcción de redes de alcantarillado, siendo guía innovadora ambiental basado en experiencias técnicas y bibliográficas.

**Palabras Clave:** Metodología; Alcantarillado, Impacto Ambiental, Calidad ambiental, Ingeniería Hidráulica, Saneamiento.

## ABSTRACT

The present study focuses on making a methodological contribution in relation to environmental performance in the construction of combined sewerage networks, applying ISO 14040, 14044 standards through Life Cycle Analysis, as an alternative in environmental management implementing improvements in environmental performance of the designs of sewerage systems in order to mitigate water pollution due to emerging untreated pollutants, therefore the results of the research provide the necessary information to decrease environmental impacts in the construction of sewerage networks, being an innovative environmental guide based on technical experiences and bibliographic sources.

**key words:** Methodology; Sewerage, Environmental Impact, Environmental Quality, Hydraulic Engineering, Sanitation.

## 1. Introducción

Dada la necesidad de precautelar y conservar el medio ambiente, debido a la ejecución de proyectos de obra civil, es necesario hacer conciencia y tomar medidas preventivas con un enfoque ambiental, de acuerdo a la norma ISO 14001 al implementar un Sistema de Gestión Ambiental, se minimiza las afectaciones de los proyectos ejecutados en el medio ambiente, esto se da siempre y cuando las Organizaciones estén comprometidas en mantener una política ambiental, adicionalmente con el fin de conciliar los problemas ambientales se adopta una estrategia de equilibrio ecológico, que va de la mano con el SGA (Gelber, 1995).

En el desarrollo de la población, se evidencia un crecimiento demográfico considerable a nivel Latinoamérica (Castro-garzón, Rubio-cruz, & Rodríguez-miranda, 2014), sin embargo los servicios básicos como agua potable y alcantarillado, a pesar de su desarrollo, no han abastecido las demandas de este crecimiento, tornándose su eficiencia hidráulica insuficiente en su capacidad de diseño al considerar la población futura (Orozco & Saldarriaga, 2005).

En lo que respecta a una construcción civil sostenible, se dice que es la que busca el buen aprovechamiento de los recursos naturales, a fin de reducir el impacto ambiental (Barragán & Ochoa, 2014); además que se basa en el adecuado uso, gestión y reutilización de los recursos materia y energía disponible en el proceso de la construcción del sistema de alcantarillado, empleando el ACV como herramienta ambiental (Ferro, Lentini, & Romero, 2011), evita desperdicios hídricos y disminuye la contaminación del suelo por goteo del sistema.

Un sistema de alcantarillado eficiente, es el que contribuye al beneficio de la salud y bienestar de los ciudadanos, como por ejemplo impidiendo inundaciones a costa de las altas precipitaciones (Armadas-espe, 2017), además cumplen con la función de transportar las aguas residuales desde su utilización hasta la plantas de tratamiento a fin de devolver al ambiente agua tratada. Es por eso que la investigación se

focaliza en realizar una metodología de ACV en el desempeño ambiental de la construcción de un alcantarillado combinado (Padilla Santamaría, 2009).

Por lo expuesto, el presente estudio se enfoca en realizar un aporte metodológico en base a la recopilación de la información bibliográfica en relación al desempeño ambiental en la construcción de redes de alcantarillado combinado, aplicando normas ISO 14040 misma que corresponde al ACV, como una herramienta del Sistema de Gestión Ambiental.

Para la construcción de un sistema de alcantarillado se consideran los siguientes tipos de sistemas que son el alcantarillado separado, aquel que su caudal recorre independientemente las aguas lluvias de las residuales, de este sistema se deriva el alcantarillado sanitario y el pluvial; además del alcantarillado combinado que es aquel que transporta el las aguas residuales, domésticas, industriales y aguas lluvia; adicionalmente los caudales provenientes de las redes de alcantarillado, llegan a un cuerpo receptor llamado colectores que tiene la característica de receptor las aguas aportantes de las zonas y llevarlas hacia las plantas de tratamiento.

En el inicio del ciclo de vida del proyecto, se prevé tener aspectos e impactos ambientales producto de las actividades de pasar de una etapa a otra en el área operacional, (CEGESTI, 2007) define a los aspectos ambientales como los "elementos de las actividades, productos o servicios de una organización que interactúan o puede interactuar con el medio ambiente", de esta manera se dice que los aspectos ambientales se centran en cinco grupos que son: utilización de materias primas y energía, emisiones químicas, físicas o biológicas, vertidos, residuos, entre los principales; una vez identificados los aspectos ambientales se determinan los impactos ambientales que se definen como los cambios en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales (Chen, Chen, & Huang, 2015) las

etapas del ciclo de vida (Carvalho Filho, 2001) de la construcción del sistema de alcantarillado se han tomado en base a las normas UNE-EN ISO 1404-1 4044 en la que se indica en la Figura 1:

De acuerdo a la tipología de las etiquetas del producto o en las Declaraciones Ambientales de Producto (DAP), la norma EN15804 indica tres tipologías que son función de las etapas que se cubran en el estudio, el primer módulo cubre los suministros de materias primas, transporte a fábrica y procesos de manufactura, éstos son módulos de información A1, A2, A3; el segundo módulo abarca los suministros de transporte del producto, proceso de instalación correspondientes a A4 y A5; consecutivamente está el módulo B1 a B7 en los que se detallan los siguientes suministros: uso, mantenimiento, reparación, sustitución, rehabilitación, uso de la energía operativa, uso de agua operacional; y finalmente el módulo referente al fin de vida C1 a C4, que corresponden a deconstrucción y derribo, transporte, gestión de residuos para reutilización, recuperación y reciclaje; eliminación final.

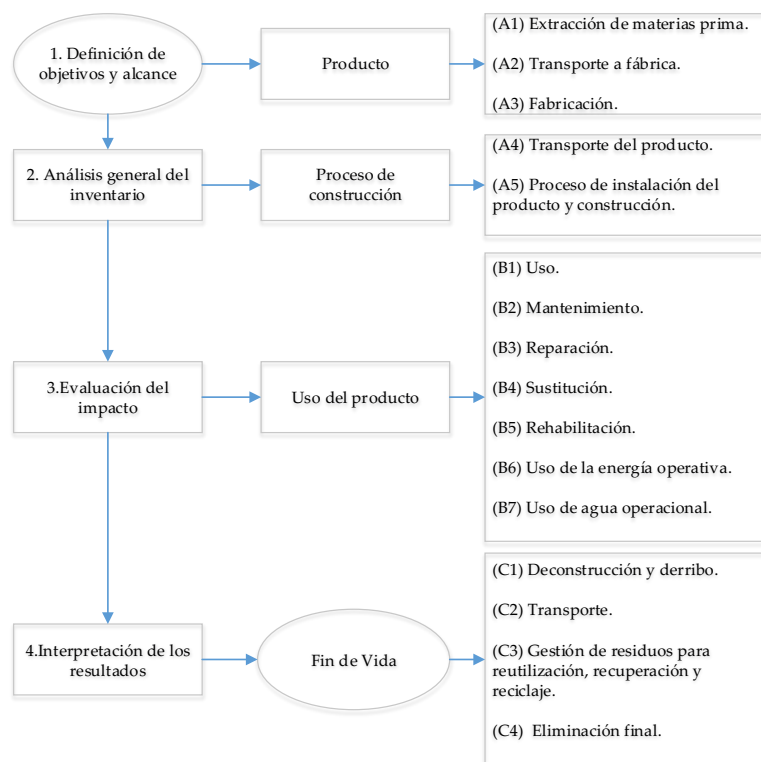


Figura 1. Metodología ACV

## 2. Materiales y métodos

La metodología propuesta se fundamenta en una búsqueda y obtención de información de investigaciones realizadas en base al ACV en la construcción de redes de alcantarillado, de manera que se observe de manera cualitativa el modelo más adecuado a fin de reducir los impactos ambientales en la implementación de las redes de saneamiento durante su construcción, cabe recalcar que se han tomado en consideración distintas búsquedas de libre acceso, entre los que se encuentran información accesible en la base de datos Google Scholar, Scopus, Science Direct, Scielo.

El fin de este estudio está orientado en un plan exploratorio con enfoque ambiental y en base a la revisión bibliográfica se argumentó una iniciativa de investigación en métodos cualitativos, en consecuencia se desarrolla una investigación

de tipo exploratoria ya que se requiere obtener la mayor cantidad de información como estado del arte mismo que hace referencia a un análisis de tipo documental.

### 3. Resultados

De la revisión bibliográfica, se obtuvo 136 referencias bibliográficas a fines al tema propuesto, de los cuales, se realizó un cribado con un total de 97 referencias, sin embargo al revisar el contenido de la información se excluyeron 57 documentos con la finalidad de hacer una selección de la información con un número de 40 referencias revisadas a texto completo y finalmente 23 de las referencias se han incluido en la revisión bibliográfica, Figura 2

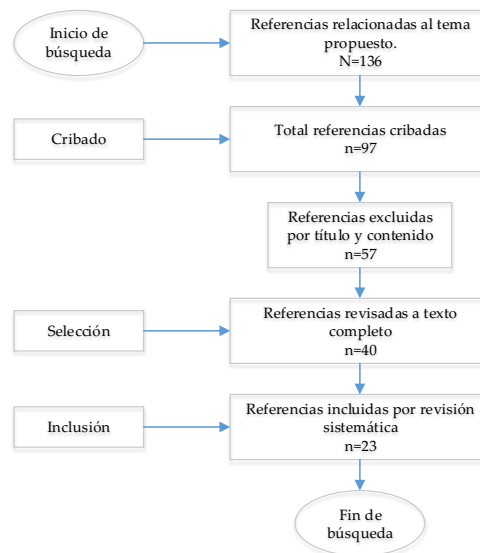


Figura 2. Revisión sistemática bibliográfica.

Adicionalmente la Figura 3. Modelo Eco-Mapa construcción de redes de alcantarillado con zanja, indica la ejecución del proceso constructivo con los aspectos de entrada, salida y los impactos.

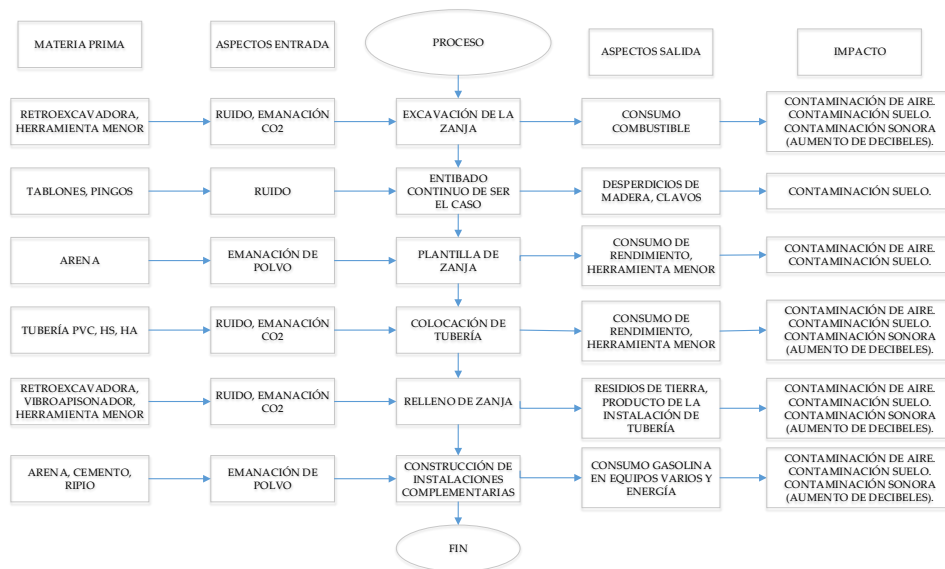


Figura 3. Modelo Eco-Mapa construcción de redes de alcantarillado con zanja

#### 4. Conclusiones

El análisis costo beneficio de la evaluación de los sistemas de alcantarillado (Bravo, Castro, & Gutiérrez, 2011), la inversión económica en agua residual no se analiza adecuadamente ya que existen ausencia de datos ambientales y se debe estimar o realizar en base a metodologías aplicables y reproducibles el análisis costo beneficio para invertir en la construcción de sistemas de saneamiento.

Es factible determinar indicadores ambientales en la construcción de redes de alcantarillado (Gómez-Martínez, Cubillo-González, & Martín-Carrasco, 2017), lo que conlleva a las empresas tener una visión más amplia, se puede identificar las áreas que requiere concentrar los esfuerzos a fin de mejorar el desempeño ambiental durante el proceso de la realización de un producto en particular (Carvalho Filho, 2001), al momento de analizar los aspectos ambientales, se toma en cuenta que la empresa debe mejorar y mantener una política ambiental coherente, por tanto se analizan los puntos a intervenir como son la reducción de impactos ambientales (Romero, 2003).



El tipo de alcantarillado que se use depende de las características de tamaño, topografía, condiciones económicas del proyecto, además que permite conocer los distintos aspectos con la finalidad de planificar y organizar mediante acciones y mejorar (Magaly, Núñez, Aguas, & Habana, 2012); combinar las aguas residuales con las aguas de lluvia, es una solución económica inicial desde el punto de vista de la recolección, pero no lo será tanto cuando se piense en la solución global de saneamiento que incluye la planta de tratamiento de aguas residuales (Javier, Luzuriaga, Verónica, & Artola Jarrín, 2015), por la variación de los caudales, lo que genera perjuicios en el sistema de tratamiento de aguas y por ende genera un aumento considerable del impacto ambiental, por tanto hasta donde sea posible se recomienda la separación de los sistemas de alcantarillado de aguas residuales y pluviales, sin embargo se ha demostrado que la cobertura del sistema de alcantarillado es de poca cobertura a nivel país (Castro-garzón et al., 2014).

Sea el medio de financiamiento para sistemas de alcantarillado, debe ir acompañado por un sistema de gestión que facilite y mejore la eficiencia de los organismos o empresas a cargo del saneamiento y la distribución de agua potable (Bravo et al., 2011).

El ACV no se enfoca como un instrumento para salvar el medio ambiente, sino es una herramienta (Fundación, Ambiental, & Eref, 1999), fundamental que las empresas están comprometidas con el medio y la utilizan a fin de ser sustentables con la finalidad de reducir gastos innecesarios y mejorando la calidad de los productos o servicios en la sociedad y por ende en el entorno (Navarro Galera, Ortúzar Maturana, & Alcaraz Quiles, 2016).

Con la finalidad de llevar un control de producción, ingresos y egresos de materia prima es factible manejar indicadores medibles a fin de poder prevenir o de ser el caso mejorar en el proceso (Lasvaux et al., 2016), a más se recomienda tomar en cuenta el coste del ciclo de vida, que de acuerdo a la

norma ISO 15288, trata el ciclo de vida de cualquier inversión en bienes de capital, radica en seis etapas sucesivas que son: concepto, desarrollo, producción, utilización, mantenimiento y retirada (Navarro Galera et al., 2016).

Adicionalmente se dice que el reciclaje o la recirculación del agua (Ballén Suárez, Ángel, García, Orlando, & Mosquera, 2006), es una gran oportunidad para evitar los impactos ambientales de los productos, esto se realiza mediante una gestión definida de cada persona o empresa a fin de devolver al medio ambiente o ecosistema un producto como residuo (Daniell & Barreteau, 2014).

Es factible señalar que no existe un procedimiento específico a fin de seguir paso a paso, pero si es viable indicar que es una serie de aproximaciones que pueden ser útiles en función de las necesidades a resolver por medio de esta metodología (Hawkins, Singh, Majeau-Bettez, & Strømman, 2013).

Cabe indicar que el análisis de ciclo de vida como mejora en un Sistema de Gestión Ambiental es fundamental dado que los aspectos ambientales son uno de los ejes importantes para el desarrollo del SGA, por ende es factible aplicar el concepto de ACV, (Benveniste et al., 2011) con la finalidad de analizar de manera adecuada los resultados mediante la identificación, establecimiento, implantación y mejora en todos los requisitos que nos dice la norma bien sea de forma directa o indirecta (Vásquez Stanescu et al., 2017).

### **Referencias bibliográficas**

Armadas-espe, F. (2017). Precipitaciones extremas en la ciudad de Quito , provincia de Pichincha-Ecuador Extreme precipitations in the city ...., XXXVIII(June), 102–113.

Ballén Suárez, J. A., Ángel, M., García, G., Orlando, R., & Mosquera, O. (2006). Sistemas De Aprovechamiento De Agua Lluvia Para Vivienda Urbana. Seminario Iberoamericano Sobre Sistemas de Abastecimiento Urbano de Agua, 12.

Barragán, A. E., & Ochoa, P. E. (2014). Estudio de caso : Diseño de viviendas ambientales de bajo costo , Cuenca ( Ecuador

). Maskana, 5(1), 81–98. Retrieved from <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/5587>

Benveniste, G., Gazulla, C., Fullana, P., Celades, I., Ros, T., Zaera, V., & Godes, B. (2011). Análisis de ciclo de vida y reglas de categoría de producto en la construcción. El caso de las baldosas cerámicas. *Informes de La Construcción*, 63(522), 71–81. <https://doi.org/10.3989/ic.10.034>

Bravo, H. M., Castro, J. C., & Gutiérrez, M. Á. (2011). Evaluación de una política fiscal para determinar el nivel óptimo de la inversión en los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento. *Gestion y Política Publica*, 20(1), 63–95.

Carvalho Filho, A. C. De. (2001). Análisis del ciclo de vida de productos derivados del cemento – Aportaciones al análisis de los inventarios del ciclo de vida del cemento, 317.

Castro-garzón, H., Rubio-cruz, M. A., & Rodríguez-miranda, J. P. (2014). Análisis y perspectivas de las coberturas de acueducto y alcantarillado en el Departamento del Meta Analysis and perspectives regarding water supply and sewerage coverage in the Meta Department Análise e perspectivas da cobertura de água e esgoto no Depar, 18(2), 121–129.

CEGESTI. (2007). Análisis Del Ciclo De Vida. Cegesti , 93–98. Retrieved from [http://www.seguridadpublica.go.cr/ministerio/gestion\\_ambiental/aprendamos/buenas\\_practicas\\_ambientales/Analisis-Ciclo-de-Vida.pdf](http://www.seguridadpublica.go.cr/ministerio/gestion_ambiental/aprendamos/buenas_practicas_ambientales/Analisis-Ciclo-de-Vida.pdf)

Chen, J. L., Chen, Y. B., & Huang, H. C. (2015). Quantifying the life cycle water consumption of a machine tool. *Procedia CIRP*, 29, 498–501. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.02.197>

Daniell, K. A., & Barreteau, O. (2014). Water governance across competing scales: Coupling land and water management. *Journal of Hydrology*, 519(PC), 2367–2380. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.10.055>

Ferro, G., Lentini, E., & Romero, C. (2011). Eficiencia y su medición en prestadores de servicios de agua potable y alcantarillado. Comisión Económica Para América Latina y El Caribe (CEPAL), 58. Retrieved from <http://archivo.cepal.org/pdfs/Waterguide/lcw0385s.PDF%5Cnhttp://www.eclac.cl/publicaciones/xml/8/42728/Lcw385e.pdf%5Cnhttp://www.eclac.org/publicaciones/xml/8/42728/Lcw385e.pdf>

Fundación, L., Ambiental, D. I., & Eref, E. (1999). inventario del ciclo de vida de un moderno land@ll residuos sólidos urbanos, 394–408.

Gelber, M. (1995). Eco-balance: An environmental management tool used in Germany. *Social and Environmental Accountability Journal*, 15(2), 7–9. <https://doi.org/10.1080/0969160X.1995.9651517>

Gómez-Martínez, P., Cubillo-González, F., & Martín-Carrasco, F. J. (2017). Metodología para caracterizar la eficiencia de una red de distribución sectorizada. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 8(4), 57–77. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-04-04>

Hawkins, T. R., Singh, B., Majeau-Bettez, G., & Strømman, A. H. (2013). Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Conventional and Electric Vehicles. *Journal of Industrial Ecology*, 17(1), 53–64. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2012.00532.x>

Javier, F., Luzuriaga, L., Verónica, D. :, & Artola Jarrín, E. (2015). Pontificia Universidad Católica Del Ecuador Facultad De Economía. Retrieved from [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8403/Disertación de Grado - Francisco López.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8403/Disertación%20de%20Grado%20-%20Francisco%20López.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Lasvaux, S., Achim, F., Garat, P., Peuportier, B., Chevalier, J., & Habert, G. (2016). Correlations in Life Cycle Impact Assessment methods (LCIA) and indicators for construction materials: What matters? *Ecological Indicators*, 67, 174–182. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.01.056>

Magaly, I., Núñez, A., Aguas, E., & Habana, D. (2012). Gestión de acueducto y alcantarillado mediante sistemas de información geográfica Water supply and sewerage service management using geographic information systems. *Riha*, XXXIII(3), 44–57. Retrieved from [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1680-03382012000300004&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1680-03382012000300004&script=sci_arttext)

Navarro Galera, A., Ortúzar Maturana, R. I., & Alcaraz Quiles, F. J. (2016). La viabilidad del coste del ciclo de vida para la evaluación económica de inversiones militares. *Revista de Contabilidad*, 19(2), 169–180. <https://doi.org/10.1016/j.rcsar.2015.06.001>

Orozco, A., & Saldarriaga, J. (2005). Calibración de modelos hidráulicos de alcantarillados.

Padilla Santamaría, M. A. (2009). Diseño de la red de alcantarillado sanitario y pluvial del corregimiento de La Mesa - Cesar Mayra, 1–80.

Romero, B. (2003). El análisis del ciclo de vida y la gestión ambiental. *Boletín IIE*, 91–97. Retrieved from [http://www.icesi.edu.co/blogs/mercadeosostenible2012\\_02/files/2012/10/ACV\\_MEDIO-AMBIENTE.pdf](http://www.icesi.edu.co/blogs/mercadeosostenible2012_02/files/2012/10/ACV_MEDIO-AMBIENTE.pdf)

Vásquez Stanescu, C. L., Carillo Ozal, A. G., Tona Castillo, M. E., Galíndez Jimenez, M. V., Macias Camacaro, K. A., & Esposito de Díaz, C. (2017). Sistema de gestión energética y ambiental de Productos Alimex CA. *Suma de Negocios*, 8(18), 115–121. <https://doi.org/10.1016/j.sumneg.2017.11.003>