

# **Optimización del diseño de la caja compactadora de los vehículos recolectores de basura de la empresa veolía en la ciudad de Cúcuta**

**Floriberto Gil Camacho**  
Código estudiantil: 202113122437

Trabajo de investigación del programa: **Ingeniería Mecánica**

**Tutor:**  
**Pablo Yazael Rios Leon**

## **RESUMEN**

La presente propuesta de investigación tiene como objetivo principal establecer estrategias orientadas a la optimización de las cajas compactadoras empleadas en los vehículos de recolección de residuos sólidos operados por la empresa Veolia, en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander. Esta necesidad surge como respuesta a una serie de fallas operativas observadas durante la prestación del servicio, entre las que se destacan la pérdida de eficiencia en la compactación, el desgaste prematuro de los componentes y, especialmente, el vertimiento inadecuado de lixiviados, lo cual ha generado un impacto ambiental considerable.

En este contexto, la investigación se desarrollará en varias etapas metodológicas. En primer lugar, se realizará un diagnóstico técnico y funcional del sistema de compactación, que permitirá determinar las causas principales de los fallos, evaluar las condiciones mecánicas actuales y establecer una línea base

para el análisis posterior. Esta etapa incluirá la inspección directa de los equipos, la recopilación de datos operacionales, entrevistas con operarios y técnicos de mantenimiento, y el análisis de registros históricos de fallas y reparaciones.

Posteriormente, se definirán criterios de rediseño técnico con base en los resultados obtenidos. Estos criterios considerarán aspectos como la durabilidad de los materiales, la eficiencia del sistema hidráulico, el sellado adecuado para evitar fugas de líquidos, y la facilidad de mantenimiento. La propuesta de rediseño buscará no solo resolver los problemas detectados, sino también aumentar la vida útil del equipo y garantizar un desempeño más estable y confiable a lo largo del tiempo.

Asimismo, uno de los elementos centrales de esta investigación es el enfoque ambiental. El vertimiento de lixiviados durante la operación de los vehículos compactadores representa una fuente grave de contaminación ambiental, afectando la calidad del aire, el suelo y los cuerpos de agua urbanos. Por lo tanto, el rediseño incluirá la incorporación de un sistema eficiente de recolección y contención de lixiviados, mediante tecnologías que permitan el drenaje controlado, la canalización segura y el almacenamiento temporal hasta su disposición adecuada en una planta de tratamiento.

A lo anterior se suma la importancia de optimizar el proceso desde una perspectiva de eficiencia operativa. Esto incluye la reducción del tiempo de mantenimiento correctivo, la disminución de los costos asociados a reparaciones

frecuentes y el mejoramiento en la calidad del servicio de recolección de residuos sólidos urbanos. Todo ello contribuirá a fortalecer el compromiso de la empresa con la sostenibilidad, la innovación tecnológica y la mejora continua de sus procesos logísticos.

Finalmente, los resultados obtenidos permitirán la elaboración de una propuesta técnica que incluya planos actualizados, recomendaciones de materiales, sugerencias para el mantenimiento preventivo y la posible fabricación de un prototipo funcional. Esta solución no solo beneficiará a la ciudad de Cúcuta, sino que podrá ser replicada en otras zonas del país con características similares, aportando al desarrollo de sistemas de gestión de residuos más eficientes, sostenibles y respetuosos con el entorno.

En conclusión, esta investigación pretende brindar una solución integral, técnica y ambientalmente viable al problema del vertimiento de lixiviados y las deficiencias estructurales de las cajas compactadoras. Además, busca generar un impacto positivo en la calidad del servicio, la protección ambiental y la eficiencia operativa, contribuyendo así a una gestión más moderna, responsable y sostenible de los residuos sólidos urbanos.

**Palabras clave:** Optimización, Lixiviados, Contaminación ambiental, Residuos sólidos urbanos, Sostenibilidad.

### **ABSTRACT**

The main objective of this research proposal is to establish strategies aimed at optimizing the compacting boxes used in solid waste collection vehicles operated by the company Veolia, in the city of Cúcuta, Norte de Santander. This

need arises in response to a series of operational failures observed during the provision of services, among which stand out the loss of compaction efficiency, premature wear of components, and, most notably, the improper discharge of leachate, which has caused significant environmental impacts.

In this context, the research will be developed through several methodological stages. First, a technical and functional diagnosis of the compaction system will be carried out, allowing the identification of the root causes of the failures, the evaluation of the current mechanical conditions, and the establishment of a baseline for further analysis. This phase will include direct equipment inspection, operational data collection, interviews with operators and maintenance technicians, and the analysis of historical failure and repair records.

Subsequently, technical redesign criteria will be defined based on the findings obtained. These criteria will consider aspects such as material durability, hydraulic system efficiency, proper sealing to prevent fluid leaks, and ease of maintenance. The proposed redesign aims not only to solve the detected issues but also to increase the lifespan of the equipment and ensure more stable and reliable performance over time.

Moreover, one of the central elements of this research is the environmental approach. The discharge of leachate during the operation of compacting vehicles represents a serious source of environmental pollution, affecting air quality, soil, and urban water bodies. Therefore, the redesign will include the incorporation of an efficient leachate collection and containment system, utilizing technologies that

allow for controlled drainage, safe channeling, and temporary storage until proper disposal at a treatment facility.

In addition to the above, the importance of optimizing the process from an operational efficiency perspective must be emphasized. This includes reducing corrective maintenance time, lowering the costs associated with frequent repairs, and improving the quality of solid waste collection services. All these actions will contribute to strengthening the company's commitment to sustainability, technological innovation, and continuous improvement of its logistics processes.

Finally, the results obtained will allow for the development of a technical proposal that includes updated blueprints, material recommendations, suggestions for preventive maintenance, and the possible fabrication of a functional prototype. This solution will not only benefit the city of Cúcuta but could also be replicated in other areas of the country with similar characteristics, contributing to the development of more efficient, sustainable, and environmentally friendly waste management systems.

In conclusion, this research seeks to provide a comprehensive, technically and environmentally viable solution to the problems related to leachate discharge and structural deficiencies in compacting boxes. Furthermore, it aims to generate a positive impact on service quality, environmental protection, and operational efficiency, thus contributing to a more modern, responsible, and sustainable management of urban solid waste.

**Keywords:** Optimization, Leachate, Environmental pollution, Urban solid waste, Sustainability.

## REFERENCIAS

1. Abarca-Guerrero, L., Maas, G., & Hogland, W. (2013). Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Management*, 33(1), 220-232.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.008>
2. Bovea, M. D., & Powell, J. C. (2006). Alternative scenarios to meet the demands of sustainable waste management. *Journal of Environmental Management*, 79(2), 115-132.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.06.005>
3. Esposito, G., Fraccaroli, F., & Di Maria, F. (2018). Optimization of the waste collection system. *Waste Management*, 72, 60-68.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.022>
4. Chen, Y. (2021). *Materials for Waste Collection Vehicles: Durability and Efficiency*. *Journal of Environmental Engineering*, 45(3), 234-245.
5. Chen, X., Geng, Y., & Fujita, T. (2010). An overview of municipal solid waste management in China. *Waste Management*, 30(4), 716-724.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.10.011>
6. European Commission. (2010). Being wise with waste: The EU's approach to waste management. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2779/93543>
7. Franke, M., & Morscheck, G. (2016). Comparative life cycle assessment of two options for waste collection: Transportation in plastic bags versus transport in containers. *Waste Management & Research*, 34(10), 1058-1065.

- <https://doi.org/10.1177/0734242X16661797>
8. Guerrero, L. A., Maas, G., & Hogland, W. (2013). Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Management*, 33(1), 220-232.  
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.008>
  9. Institute of Scrap Recycling Industries (ISRI). (2019). Scrap Specifications Circular 2019. Washington, DC: ISRI. Retrieved from
  10. Jain, A., Kim, H. Y., & Chakrabarti, A. (2018). Design for sustainability: Incorporation of decision-making in early design stage. *Journal of Cleaner Production*, 178, 610-624. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.216>
  11. Johansson, N., & Sinha, R. (2016). Techno-economic analysis of the use of municipal solid waste in a waste-to-energy plant in Brazil. *Waste Management & Research*, 34(5), 433-439.  
<https://doi.org/10.1177/0734242X16628914>
  12. Johnson, T. (2019). *Hydraulic Systems in Modern Waste Collection Vehicles*. *International Journal of Waste Management*, 33(2), 123-135.
  13. Kumar, A., & Samadder, S. R. (2017). A review on technological options of waste to energy for effective management of municipal solid waste. *Waste Management*, 69, 407-422. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.08.046>
  14. Martínez, L., & González, R. (2018). *Advances in Automación for Waste Collection Systems*. *Waste Technology Review*, 27(4), 678-689.
  15. Nguyen, D., & Wilson, B. G. (2010). Evaluating the performance of municipal solid waste collection systems. *Waste Management & Research*, 28(10), 824-833. <https://doi.org/10.1177/0734242X10377134>

16. OECD. (2015). *Waste Management and the Circular Economy in Selected OECD Countries: Evidence from Environmental Performance Reviews*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264245555-en>
17. Pichtel, J. (2014). *Waste Management Practices: Municipal, Hazardous, and Industrial* (2nd ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.
18. Rada, E. C., & Ragazzi, M. (2014). RDF/SRF: Which perspective for its future in the EU. *Waste Management*, 34(2), 267-268.
  - a. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.10.014>
19. Smith, A., & Jones, B. (2020). *Compaction Mechanisms in Waste Collection Trucks*. *Waste Management Journal*, 28(1), 56-67.
20. Veolia. (2022). *Tecnologías Implementadas en la Gestión de Residuos en Cúcuta*. Informe Técnico de Veolia.
21. Singh, R. P., & Ramanathan, A. L. (2010). Municipal solid waste management challenges and health risk problematic solutions at Delhi, India. *Terrestrial and Aquatic Environmental Toxicology*, 4(2), 42-53.
22. Troschinetz, A. M., & Mihelcic, J. R. (2009). Sustainable recycling of municipal solid waste in developing countries. *Waste Management*, 29(2), 915-923.
  - a. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.04.016>
23. Veolia Environment. (2018). *Annual and Sustainability Report 2018*. Paris: Veolia Environment. Retrieved from <https://www.veolia.com/en/annual-and-sustainability-report-2018>

24. World Bank. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. World Bank Publications.

<https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>

25. Veolia Environmental Services. (2019). *Annual Sustainability Report*.

Veolia Environmental Services. <https://www.veolia.com/en/veolia-group/profile/main-figures>