

# Manejo integral de residuos en una empresa prestadora de servicios de aseo: propuesta de mejora



Revista EIA  
ISSN 1794-1237  
e-ISSN 2463-0950  
Año XIX/ Volumen 20/ Edición N.39  
Enero-Junio de 2023  
Reia3902 pp. 1-19

Publicación científica semestral  
Universidad EIA, Envigado, Colombia

✉ ALEJANDRO RAMÍREZ-OROZCO<sup>1</sup>  
ELIZABETH CARVAJAL-FLÓREZ<sup>1</sup>

1. Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín

**PARA CITAR ESTE ARTÍCULO /  
TO REFERENCE THIS ARTICLE /**  
Ramírez-Orozco, A.; Carvajal-Flórez, E.  
Manejo integral de residuos en una  
empresa prestadora de servicios de  
aseo: propuesta de mejora.  
Revista EIA, 20(39), Reia3902.  
pp. 1-19.  
<https://doi.org/10.24050/reia.v20i39.1603>

✉ *Autor de correspondencia:*

Ramírez-Orozco, A. (Alejandro)  
Estudiante de Ingeniería Ambiental,  
Universidad Nacional de Colombia -  
Sede Medellín  
Correo electrónico:  
alamirezor@unal.edu.co

**Recibido:** 12-03-2022  
**Aceptado:** 12-09-2022  
**Disponible online:** 01-01-2023

## Resumen

El aumento en las actividades industriales ha llevado a una mayor producción de residuos sólidos, el mal manejo de éstos impacta negativamente el medio ambiente y la salud humana, por tanto, se tiene la necesidad de promover la correcta gestión de residuos a nivel nacional, regional y local. El objetivo de este estudio es actualizar las tasas de generación e identificación de las problemáticas asociadas a la gestión de residuos, para poder formular una propuesta de mejora para el Manejo Integral Residuos Sólidos (no peligrosos) que se lleva a cabo en dos sedes principales de una empresa prestadora del servicio público de aseo. En una primera fase se recopilieron las características generales de las sedes mediante una búsqueda en la página oficial de la empresa. En la segunda fase se realiza un diagnóstico de la situación actual del manejo de los residuos mediante visitas de campo, diligenciamiento de listas de chequeo, registro fotográfico, entre otros. Posteriormente se ejecutó la caracterización y cuantificación de los residuos siguiendo los lineamientos del Manual para el Manejo Integral de Residuos en el Valle de Aburrá y la norma técnica ASTM D5231-92. Finalmente se evaluó si las actividades de gestión ambiental están en concordancia con los aspectos técnicos y normativos para posteriormente formular las medidas de manejo que optimizarían la gestión interna de residuos. Como resultados se obtuvo que la base de operaciones y mantenimiento es la que mayor generación de residuos posee con un promedio de 12,81 kg/día, levemente mayor que los 9,90 kg/día de la sede administrativa. En ambas sedes los residuos aprovechables son los que mayor participación tienen, representando el 49,31% y el 45,25%; para base de operaciones y sede administrativa, respectivamente. Las tasas de generación están por debajo de algunas empresas del sector manufacturero y educativo.

**Palabras clave:** residuos sólidos, gestión de residuos, tasas de generación, gestión ambiental.

# Integral management of waste in a cleaning services providing company: proposal for improvement

## Abstract

The increase in industrial activities has led to greater production of solid waste, the poor management of these negatively impacts the environment and human health, therefore there is a need to promote the correct management of waste at national, regional and local levels. The objective of this study is to update the rates of generation and identification of the problems associated with waste management, in order to formulate a proposal for improvement for the Integral Management of Solid Waste (non-hazardous) that is carried out in two main headquarters of a public cleaning service provider company. In the first phase, the general features of the headquarters were collected through searching company official site. In the second phase, a diagnosis of the current situation of waste management is by means of through field visits, the processing of checklists, photographic records, among others. Subsequently, the characterization and quantification of the waste were carried out following the guidelines of the Manual for the Integral Management of Waste in the Aburrá Valley and the technical standard ASTM D5231-92. Finally, we assessed if environmental management activities are in line with technical and regulatory aspects and afterwards formulated management measures that would optimize internal waste management. As results we obtained that the operation and maintenance headquarters is the one with the highest waste generation with an average of 12.81 kg/day, slightly higher than the 9.90 kg/day of the administrative headquarters. In both locations, usable waste has the greatest share, representing 49.31% and 45.25%, for base of operations and administrative headquarters, respectively. Generation rates are below some companies in the manufacturing and education sector.

**Keywords:** solid waste, waste management, generation rates, environmental management.

## 1. Introducción

El crecimiento poblacional y el aumento en las actividades industriales han incrementado la producción de residuos sólidos (RS) en las urbes, el mal manejo de estos ha generado impactos como la contaminación de los suelos y las aguas, el deterioro del paisaje y la afectación a la salud pública (Alcocer Quinteros et al., 2019; Ferrão & Moraes, 2021). Según el banco mundial, durante el año 2016 se generaron 2010 millones de toneladas de residuos y aumentará hasta 3400 millones de toneladas para el 2050; esto es preocupante ya que se estima que el 93% y 54% de los residuos no se dispone adecuadamente en países de ingresos bajos y medios, respectivamente (Kaza et al., 2018).

En Colombia desde hace algunos años se ha optado por la disposición final de residuos mediante el método de relleno sanitario, sin considerar las ventajas que posee la gestión integral de los mismos (Ariza-Díaz et

al., 2020). Más específicamente en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), se han identificado diversos problemas asociados a los RS, como la falta de conciencia ambiental y la ausencia de espacios para su correcto manejo (Varón Jiménez, 2010), esto, ha dado a conocer la necesidad que se tiene de promover la adecuada gestión de estos a nivel nacional, regional y local.

El Manejo Integral de Residuos Sólidos (MIRS) es una serie de medidas de prevención, corrección e intervención, en las que se formulan estrategias de segregación en la fuente, recolección selectiva, aprovechamiento de materiales orgánicos e inorgánicos, entre otras, buscando la reducción de los impactos ambientales asociados a la mala disposición de los mismos (Ariza-Díaz et al., 2020). La investigación respecto al manejo integral de los residuos en empresas prestadoras del servicio público de aseo ha sido poco abordada, ya que los estudios se centran en los RS urbanos (Azevedo et al., 2021; da Silva et al., 2019) y en los RS industriales de empresas manufactureras (Hashemi et al., 2014), por tanto, es de gran importancia indagar sobre el MIRS en empresas de esta naturaleza.

La empresa analizada en esta investigación es una organización que presta el servicio público de aseo domiciliario y demás actividades relacionadas con el aseo en el departamento de Antioquia, Colombia. La compañía está comprometida con el manejo adecuado de los RS tanto a nivel ciudad, como a nivel interno, por tanto, implementa algunas medidas de MIRS en sus diferentes sedes, sin embargo, la variación anual en la producción de residuos y los cambios en la normativa ambiental obliga a que estas medidas estén en constante actualización. El objetivo de este estudio es actualizar las tasas de generación e identificación de problemáticas asociadas a la gestión de residuos para poder formular una propuesta de mejora para el MIRS (no peligrosos) que se lleva a cabo en dos sedes principales de una empresa prestadora del servicio público de aseo, su base de operaciones y mantenimiento (BOM) y su sede administrativa (SAD), teniendo en cuenta aspectos técnicos y requerimientos legales ambientales vigentes.

## 2. Metodología

El estudio se desarrolló en la base de operaciones y la SAD, mediante diferentes fases que incluyen: (1) recopilación de las características generales de las sedes; (2) diagnóstico de la situación actual del manejo de los RS; (3) clasificación y aforo de los residuos generados; y (4) formulación de mejoras en las medidas de manejo de dichos residuos, las cuales se describen a continuación:

### *2.1. Recopilación de las características generales de las sedes*

Para esta primera fase, se realizó una búsqueda en la página oficial de la empresa para conocer la ubicación de sus sedes, las actividades que allí desarrollan y la cantidad de trabajadores. Posteriormente, se recorrieron los lugares de estudio para identificar los espacios con ocupación de personal, horarios y centros generadores.

### *2.2. Diagnóstico de la situación actual del manejo de los residuos*

La fase de diagnóstico y evaluación se realizó siguiendo los lineamientos normativos del Manual para el Manejo Integral de Residuos en el Valle de Aburrá (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2007a) a través de una serie de visitas de campo, diligenciamiento de listas de chequeo, registro fotográfico, entre otras, para así determinar los puntos de separación en la fuente, existencia y cantidad de recipientes, calidad de la segregación, puntos de almacenamiento temporal, rutas de recolección interna y disposición final de los residuos. En las visitas se consultó a los operarios de servicios generales sobre la gestión interna de los residuos que ellos realizaban y se recopiló la información para tener un esquema general del manejo de los mismos.

### *2.3. Clasificación y aforo de los residuos generados*

Para determinar cualitativa y cuantitativamente los residuos que se generan en ambas sedes, se ejecutó la caracterización y aforo de dichos materiales diariamente durante un ciclo de generación de 5 días, ya que en este periodo de tiempo las actividades que producen residuos no varían considerablemente, si bien se recomienda una semana para la clasificación, esta se realizó durante el periodo mencionado debido a que la mayoría de las labores se realizan de lunes a viernes. Lo anterior se efectuó conforme a la Resolución Metropolitana 879/2007 (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2007b) y la norma técnica ASTM D5231-92 (ASTM International, 2016).

En primera instancia, se definió un lugar al interior de cada una de las sedes, el espacio siempre fue iluminado, aireado, con suministro de agua y cercano al lugar de almacenamiento de los residuos, como lo indica el manual mencionado anteriormente. Como en la empresa no se manejan altas cantidades de residuos, se midió la totalidad de los residuos generados en vez de una muestra representativa. Posteriormente, se recolectaron los residuos generados y se transportaron hasta el lugar seleccionado para la clasificación, la cual se realizó sobre el pavimento separando los materiales en

montículos según su composición, las clases de residuos fueron: plástico, papel/cartón, otros materiales aprovechables, residuos no aprovechables y residuos orgánicos, lo anterior de acuerdo con lo que dicta el nuevo código de colores en Colombia establecido en la Resolución 2184/2019 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019). Para realizar el aforo de los residuos clasificados se utilizó una báscula tipo gancho TRÚMAX XENIT con un rango de medición de 0,20 – 50,00 kg, con la cual se midió la masa de los residuos por bolsas según la clasificación anterior.

Los datos relacionados con la masa de los residuos fueron escritos en papel y luego digitalizados en una hoja de cálculo para su posterior procesamiento, en general: se calcularon las cantidades diarias totales sumando las masas de los residuos aprovechables, orgánicos aprovechables y no aprovechables; la media aritmética y la desviación estándar de las masas generadas en los 5 días por clase de residuo.

#### *2.4. Formulación de mejoras en las medidas de manejo de dichos residuos.*

Ya con una línea base establecida, se evaluó si las actividades de gestión ambiental están en concordancia con los aspectos técnicos (separación en la fuente, almacenamiento, aprovechamiento, tratamiento, y disposición final) del Manual para el Manejo Integral de Residuos en el Valle de Aburrá (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2007a) y los aspectos normativos del título 2 del Decreto 1077/2015 (Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, 2015) y la Resolución 2184/2019 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019). Posteriormente se formularon las medidas de manejo que optimizarían la gestión interna de residuos y estarían en concordancia con la normativa ambiental vigente.

### **3. Resultados y discusión**

#### *3.1. Características generales de las sedes*

La empresa, ubicada en el AMVA, es la encargada de la prestación del servicio público de aseo domiciliario, el cual incluye la recolección y transporte de residuos, limpieza de vías, mantenimiento de zonas verdes y disposición final de los residuos; además, ofrece el servicio de recolección y transporte de residuos especiales y hospitalarios. Para cumplir con sus labores de manera adecuada, la empresa cuenta con 310 trabajadores vinculados y 1876 contratistas, ambos grupos

desarrollan sus actividades dentro de las distintas sedes de la empresa; sin embargo, en este estudio solo se analizan las de mayor relevancia: la BOM y la SAD, esto se debe a que son las de mayor generación de residuos y en las que se realizan mayor cantidad de medidas de MIRS.

En la BOM se concentra la logística para la prestación del servicio público de aseo domiciliario. Desde esta sede se despacha el personal que realiza labores de recolección de RS, se desarrollan labores administrativas como disposición final, salud y seguridad en el trabajo, entre otros. Además, se realiza el lavado, mantenimiento del parque automotor, el cual incluye mecánica, monta llantas, lubricación, labores de soldadura y de electricidad; vale la pena resaltar que debido al enfoque de la investigación solo se analizarán los RS no peligrosos, toda vez que éstos serán incluidos en la Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos de la entidad y requieren un manejo diferenciado a los residuos no peligrosos. Teniendo en cuenta que la gestión de residuos domiciliarios debe ser una actividad constante, en esta sede se trabaja de lunes a domingo, las 24 horas al día con 3 turnos: 6:00 – 14:00, 14:00 – 22:00, 22:00 – 6:00.

En la SAD sólo se realizan labores ejecutivas relacionadas con la gerencia general, la secretaría general y las áreas de: servicios corporativos, suministros y soporte administrativo, operaciones de aseo, disposición final y la coordinación de comunicaciones y relaciones corporativas. De acuerdo con las actividades que se desarrollan aquí, en la sede se trabaja en un turno de mañana - tarde.

Respecto a las actividades desarrolladas en las distintas sedes, es relevante mencionar que todas ellas están en concordancia a lo establecido en el título 2 del Decreto 1077/2015 (Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, 2015), donde se estipula todo lo relacionado al servicio público de aseo en Colombia.

### *3.2. Situación actual del manejo de los residuos*

#### *3.2.1. Base de operaciones y mantenimiento*

Dentro de las instalaciones de la BOM existen diversas zonas donde se realizan distintas actividades. En la parte administrativa se generan principalmente residuos relacionados a documentos, folletos, cartón y vasos desechables; en la zona de alimentación se produce mayoritariamente botellas PET, vasos desechables, papel de aluminio, empaques de alimentos, latas y residuos orgánicos. También existen varios baños donde se generan residuos no aprovechables; esta información se identificó en la caracterización física de los residuos.

Respecto a la separación en la fuente, existen gran cantidad de puntos ecológicos (zonas especiales debidamente señalizadas para

la segregación de residuos) distribuidos en las instalaciones, en la Tabla 1 se puede observar la cantidad de estructuras metálicas (encargados del soporte de los recipientes), recipientes plásticos tipo vaivén (de 53 L) y calidad de la separación de los RS en la BOM. En total se tienen 9 puntos ecológicos de los cuales la mayoría (7) están completos (poseen 3 recipientes que permiten la separación de residuos de acuerdo a su naturaleza), además que cumplen con la demanda de residuos que se generan en cada punto de generación. La cantidad y distribución de puntos ecológicos es importante ya que, según Largo-Wight et al. (2013), para incentivar la correcta segregación de residuos, es más eficiente ubicar contenedores de forma conveniente para los generadores. Para el caso particular, los contenedores no son suficientes para el depósito de residuos y lograr la separación en la fuente en cada uno de los puntos en los cuales se generan.

**Tabla 1.** Cantidad de estructuras metálicas, recipientes plásticos y calidad de la separación en BOM.

Lugar	Cantidad de estructuras metálicas	Cantidad de recipientes grises	Cantidad de recipientes azules	Cantidad de recipientes verdes	Calidad de separación
Portería entrada vehículos recolectores	1	1	1	0	Los residuos se clasifican de manera adecuada
Exterior baños zona de lavado	1	0	0	0	Se identifica mala separación de residuos
Entrada a las oficinas primer y segundo nivel	2	2	2	2	Los residuos se clasifican de manera adecuada
Zona de alimentación, contigua a las oficinas de primer y segundo nivel	1	1	1	1	Los residuos se clasifican de manera adecuada

Lugar	Cantidad de estructuras metálicas	Cantidad de recipientes grises	Cantidad de recipientes azules	Cantidad de recipientes verdes	Calidad de separación
Zona de baños, contigua a las máquinas expendedoras	1	1	1	1	Los residuos se clasifican de manera adecuada
Centro de control vehicular	1	1	1	1	Los residuos se clasifican de manera adecuada
Restaurante	1	1	0	1	Se identifica muy mala separación de residuos
Zona de descanso, cercana a la estatua de la virgen	1	1	1	1	Los residuos se clasifican de manera adecuada
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	

Debido a la gran producción de residuos en la BOM se almacenan durante 4 días los residuos aprovechables, ya que esta es la periodicidad de la ruta selectiva, no sería económicamente viable transportarlos diariamente y, además, estos residuos no presentan problemas de vectores o malos olores. Por otro lado, los residuos orgánicos y los no aprovechables pueden presentar dichos inconvenientes, por tanto, no se almacenan, sino que se recolectan diariamente, toda vez que esta es la frecuencia de recolección externa para usuarios institucionales. Vale la pena recalcar que este lugar es el centro de operaciones de los vehículos recolectores, por tanto, se tiene disponibilidad de recolección diaria.

Referente a la recolección y el transporte de los residuos generados se debe tener en cuenta que existen distintas clases de residuos en los puntos ecológicos. En primera medida los residuos aprovechables como plástico y cartón son llevados a la zona de almacenamiento de residuos no peligrosos cada vez que los recipientes de los puntos



ecológicos se encuentren llenos (aproximadamente 2 veces a la semana). Es de aclarar que el centro de acopio central, tiene la capacidad adecuada para el almacenamiento temporal de los residuos generados a través de diferentes recipientes de 660 L de capacidad, previo a su recolección externa; como parte de las acciones de mejora, la empresa actualizará las rutas de recolección interna en el PMIRS, de tal manera que le permita cumplir con todos los requerimientos de la gestión de residuos, establecidos normativamente. Como ya se mencionó, para los residuos orgánicos y no aprovechables la recolección se realiza todos los días; posteriormente, las bolsas plásticas con residuos (65 x 90 cm y calibre 0,8) se llevan a un contenedor al lado del centro de Control Vehicular donde pasa un vehículo recolector y las toma, esto es posible efectuarlo día a día debido a la naturaleza de la empresa y las rutas previamente establecidas. Los residuos orgánicos y no aprovechables de la BAM son llevados por los vehículos recolectores hasta el Relleno Sanitario la Pradera, donde se realiza su disposición final en el vaso Altaír.

Finalmente, los residuos aprovechables, mencionados anteriormente, son recolectados desde la zona de almacenamiento de residuos no peligrosos por vehículos aptos para este fin y son transportados para la Estación de Clasificación y Aprovechamiento de Residuos, donde son separados y dispuestos para ser vendidos a empresas que lo reincorporen en su sistema productivo.

### *3.2.2. Sede administrativa*

De manera similar al BOM, en la SAD existen 2 zonas de oficinas (primera y segunda planta), en estas, la mayor producción de residuos se asocia a vasos desechables, folletos, documentos y cartón; una zona de alimentación (primera planta) donde se evidencia en mayor medida vasos desechables, latas, empaques de alimentos, botellas PET, papel de aluminio y residuos orgánicos; y algunos baños donde se generan residuos no aprovechables; esta clasificación fue posible gracias a la caracterización física de los residuos.

Respecto a la separación en la fuente, se tiene que en la sede se genera toda clase de RS no peligrosos, por tanto, se poseen recipientes adecuados para la clasificación de estos. En la Tabla 2 se puede observar la cantidad de estructuras metálicas, recipientes plásticos tipo vaivén (de 53 L) y calidad de la separación de los RS en la SAD.

**Tabla 2.** Cantidad de estructuras metálicas, recipientes plásticos y calidad de la separación en SAD.

Lugar	Cantidad de estructuras metálicas	Cantidad de recipientes grises	Cantidad de recipientes azules	Cantidad de recipientes verdes	Cantidad de recipientes negros	Calidad de separación
Oficinas Planta 1	3	3	3	3	0	Los residuos se clasifican de manera adecuada
Zona de alimentación Planta 1	2	2	2	2	2	Se identifica mala separación de residuos
Oficinas Planta 2	2	2	2	2	0	Los residuos se clasifican de manera adecuada
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	

De forma similar a la base de operaciones, en la SAD es necesario almacenar durante algunos días los residuos aprovechables, esto, para optimizar algunos costos; dicho almacenamiento, es concordante por lo mencionado (Rodríguez Romo et al., 2021). También, los residuos orgánicos y los no aprovechables no necesitan de almacenamiento adicional, ya que, debido a la cantidad de residuos generados, los puntos de separación y la recolección 2 veces por semana es suficiente para su adecuado manejo.

Referente a la recolección y el transporte de los residuos en la SAD, se tiene que los residuos se recolectan desde las 7 a.m. de los martes y viernes, para posteriormente ser transportadas al lugar donde los carros recolectores recogen las bolsas de residuos. La recolección comienza en la primera planta de oficinas, seguida de la zona de alimentación y finaliza en la segunda planta de oficinas. Hay vehículos tanto para residuos aprovechables como no aprovechables.

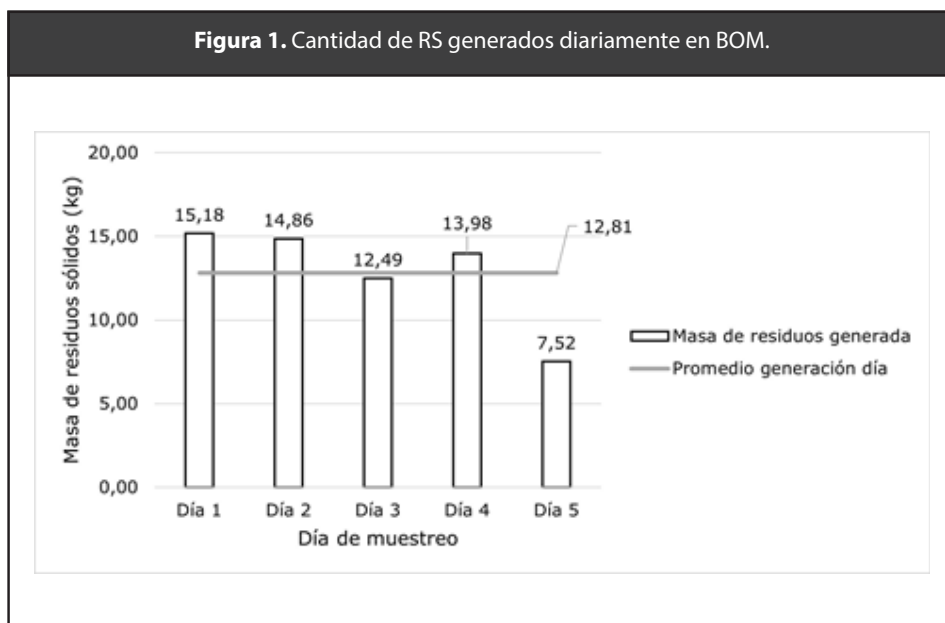
Los residuos orgánicos y no aprovechables de esta sede son llevados por los carros recolectores hasta el Relleno Sanitario la Pradera, donde se realiza su disposición final en el vaso Altaír. Los residuos aprovechables como papel y cartón son recolectados por vehículos aptos para este fin y son transportados para la Estación de Clasificación y Aprovechamiento de Residuos.

Referente al aprovechamiento de residuos, se identificó que los residuos orgánicos no tratados de manera eficiente, ya que son depositados junto a los residuos no aprovechables que se transportan a pradera. Esto ocurre en ambas sedes de la empresa.

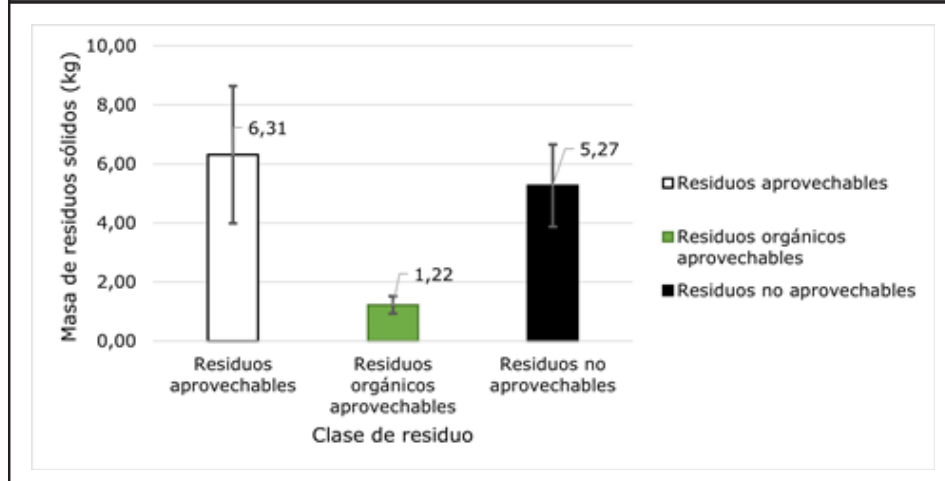
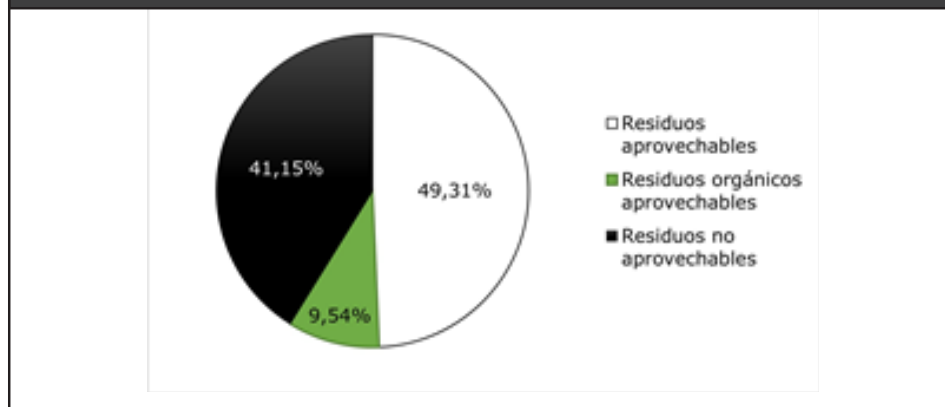
### *3.3. Clasificación y aforo de los residuos generados*

#### *3.3.1. Base de operaciones y mantenimiento*

Respecto a la cantidad de residuos generados diariamente en BOM (Figura 1), se observa que posee un promedio de  $12,81 \pm 3,13$  kg/día, siendo el día 1 (lunes) el pico de producción con 15,18 kg de residuos; además, se observa que el día 5 (viernes) hay una disminución significativa en la generación de residuos con tan solo 7,52 kg en dicho día, esto se debe principalmente a la disminución de materiales aprovechables que para el viernes fue de 2,43 kg (3,88 kg debajo del promedio de residuos de este tipo), a la posible reducción en las actividades por ser el último día de la semana y a que el personal se desplaza fuera de las instalaciones para su alimentación. La producción per cápita considerando las 625 personas de un turno es de 0,020 kg/persona\*día, la cual es considerablemente mayor a el rango de generación diario de una empresa del sector educativo, la cual va desde 0,013 kg/persona\*día en el 2014 hasta 0,011 kg/persona\*día en el 2016 (Rojas-Vargas et al., 2020), mucho menor al promedio de generación de 0,112 kg/persona\*día de una empresa del sector alimenticio (Rodríguez Trujillo & Urrego Urrego, 2020).

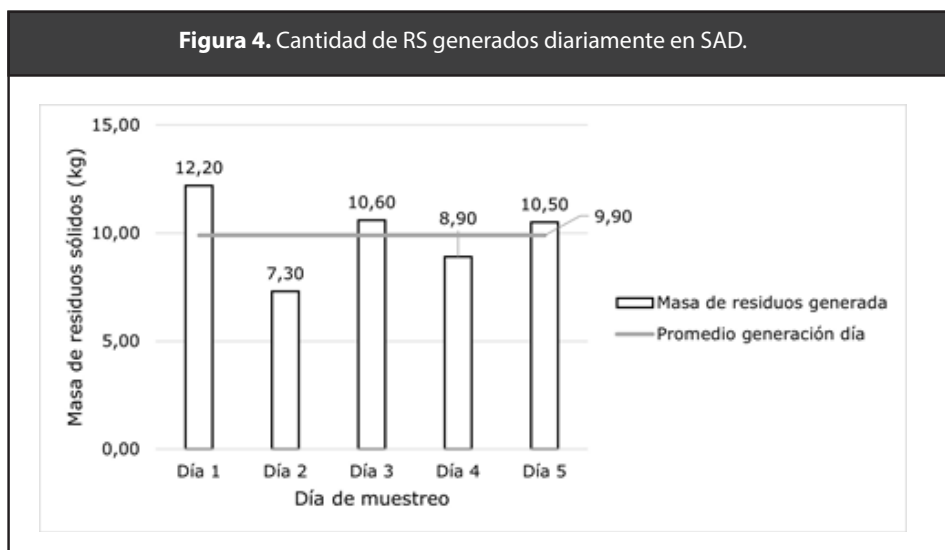


Referente a la cantidad de residuos por su clasificación en el nuevo código de colores colombiano (Figura 2), se evidencia que los residuos aprovechables son los que más se producen en la sede, con una generación de  $6,31 \pm 2,32$  kg/día, esto es razonable ya que al ser oficinas se generan mayoritariamente papel y cartón, que se usan en sus actividades diarias. Además, estos materiales son los que mayor participación tienen con una cantidad total de 31,57 kg, representando el 49,31% de la totalidad de los RS generados durante los 5 días de muestreo (Figura 3), de esta cantidad, el 46,34% es plástico, el 43,74% es papel/cartón y el 9,91% corresponde a otros materiales aprovechables como vidrio y metal. La producción per cápita de residuos orgánicos aprovechables es de 0,005 kg/persona\*día muy similar de lo encontrado en una universidad (sector educativo) que produce 0,003 kg/persona\*día de estos residuos o menos, esto se debe a la gran cantidad de personas en los centros educativos y a la cantidad de zonas de alimentación en estos (Rojas-Vargas et al., 2020).

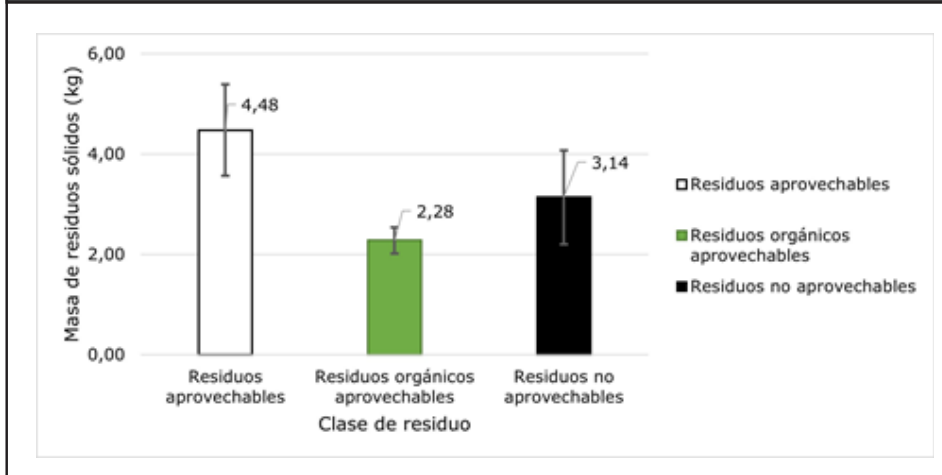
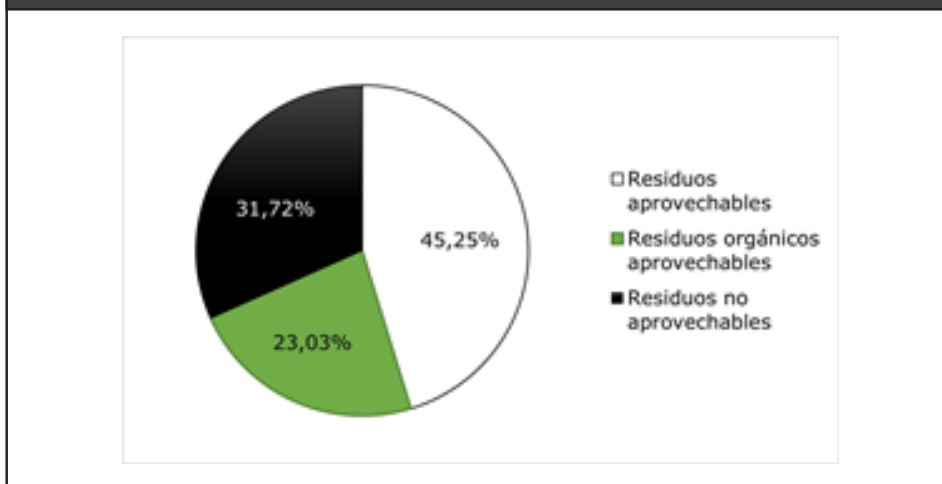
**Figura 2.** Cantidad de residuos generados por clase en BOM.**Figura 3.** Participación de cada clase de residuo en el total de generación BOM.

### 3.3.2. Sede administrativa

Respecto a la cantidad de residuos generados diariamente en SAD, se puede observar en la Figura 4 que posee un promedio de  $9,90 \pm 1,86$  kg/día, siendo el día 1 (lunes) el pico de producción con 12,20 kg de residuos; además, se observa que el día 2 (martes) hay una disminución significativa en la generación de residuos con tan solo 7,30 kg en dicho día, esto se debe principalmente a la disminución de materiales aprovechables que para ese día fue de 3,00 kg (1,48 kg debajo del promedio de residuos de este tipo).



Referente a la cantidad de residuos por su clasificación en el nuevo código de colores colombiano (Figura 5), se evidencia que los residuos aprovechables son los que más se producen en la sede, con una generación de  $4,48 \pm 0,91$  kg/día. Además, estos materiales son los que mayor participación tienen, representando el 45,25 % de la totalidad de los RS generados durante los 5 días de muestreo (Figura 6), en este caso, el plástico tiene una participación del 56,70% del total de residuos aprovechables, mientras que el papel/cartón y otros materiales representan el 16,52% y el 26,79% respectivamente. Esta generación difiere de lo visto en el sector educativo (universidad) donde podemos observar participación de residuos inorgánicos aprovechables como papel, cartón y plástico de tan solo un 15,71 % (Saldivar-de Salinas et al., 2021), esto se debe a que la mayor parte de los residuos aprovechables en las universidades son de carácter orgánico (Ruiz Morales, 2012). El gran porcentaje de residuos aprovechables corresponde a la estrategia de reciclaje que posee la empresa, que incluye la correcta ubicación de puntos de separación y la educación ambiental, esto presenta numerosas ventajas como disminuir la polución, el ahorro de energía para la producción de los materiales reciclados, aumento de la vida útil del relleno, creación de trabajos en las estaciones de aprovechamiento, entre otras (Ponte de Chacín, 2008).

**Figura 5.** Cantidad de residuos generados por clase en SAD.**Figura 6.** Participación de cada clase de residuo en el total de generación SAD.

### 3.4. Mejoras en las medidas de manejo

La minimización de los RS generados en una empresa es la primera etapa para el óptimo manejo de los RS, ya que es la manera más eficaz de reducir los impactos ambientales, sociales y económicos asociados a su tratamiento y disposición final. Por el motivo anterior, se propone implementar las siguientes estrategias:

- Implementar estrategias de formación donde se sensibilice al personal sobre la importancia de minimizar la producción de residuos en la empresa y los beneficios que trae consigo dicha acción.

- Establecer campañas para la reducción de impresiones y fotocopias que no sean estrictamente necesarias y fomentar el uso del correo electrónico, la impresión a doble cara y la reutilización de papel.
- Invitar al personal que use pocillos de cerámica para el consumo individual de bebidas como café, agua, aromáticas, entre otros.
- Incitar a los empleados a reducir el consumo de comida a domicilio que posea empaques no aprovechables como el icopor e incentivar el consumo de domicilios con empaques biodegradables o reciclables.

La segregación en la fuente también es una etapa vital en el manejo integral de los RS, ya que gracias a esto se incrementa la vida útil de los rellenos sanitarios y se aumenta la cantidad de residuos aprovechables que pueden ser integrados al sistema productivo. Este proceso se efectúa al momento de producir el residuo, depositándolo en el recipiente correspondiente según sus características fisicoquímicas. Para la correcta separación en la fuente es fundamental poseer los recipientes adecuados según el actual código de colores. Por lo anterior, se propone implementar una estrategia de transición al nuevo código de colores colombiano (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019). Para ello se sugiere la compra de algunos puntos ecológicos y la compra de pintura en aerosol para exteriores, la pintura dentro de la idea de la reutilización de los recipientes que están en perfecto estado. Los puntos ecológicos en mal estado se reemplazarán por los nuevos y los que están en perfecto estado se pintarán según corresponda, en general, dichos puntos permanecerán en las ubicaciones previas. En ambos casos, se reciclarán o reutilizarán estos objetos, ayudando así, una economía circular dentro de la empresa.

Como se mencionó en secciones anteriores, los procesos de almacenamiento, recolección y transporte se realizan de manera oportuna y eficiente, por tanto, no se requiere unos cambios sustanciales en ellos.

Respecto al nulo aprovechamiento de residuos orgánicos se recomienda la compra de composteras de capacidades adecuadas, es decir, que acepten 2 kg/día y 3 kg/día de residuos para base de operaciones y SAD, respectivamente. De esta manera se aprovecharán todos los residuos aprovechables y el compost traerá beneficios a la fertilidad de los suelos de los jardines de la empresa.

Se recomienda seguir todas las estrategias descritas anteriormente, ya que con la minimización y correcta segregación de los residuos sólidos se reducen las tasas de aseo, toda vez que, a menor volumen de RS producidos, menor cobro se realizará por su recolección. Además, si se clasifica correctamente los residuos se apoya la economía circular,



en cuanto a la capacidad de reciclaje y reutilización de diferentes materiales en la empresa.

#### **4. Conclusiones**

Se evidenció el estado actual de la empresa y se plantearon las medidas para el correcto manejo de los RS generados internamente, todo bajo lo establecido por la normativa colombiana vigente.

Los RS aprovechables son almacenados durante algunos días para su transporte, en cambio, los residuos no aprovechables y orgánicos aprovechables son recolectados y transportados diariamente al relleno sanitario por los vehículos recolectores de la empresa.

La BOM es la sede que cuenta con mayor número de recipientes para depositar los RS, asimismo, es la que mayor producción de residuos posee con un promedio de  $12,81 \pm 3,13$  kg/día, levemente mayor que los  $9,90 \pm 1,86$  kg/día de la SAD.

En ambas sedes los residuos aprovechables son los que mayor participación tienen, representando el 49,31% y el 45,25%; para BOM y SAD, respectivamente.

De acuerdo con lo identificado se proponen medidas de sensibilización al personal, campañas de uso eficiente de los implementos, uso de materiales retornables, transición al nuevo código de colores y compostaje de residuos orgánicos aprovechables; con el fin de optimizar la gestión ambiental empresarial.

#### **5. Agradecimientos**

Los autores agradecen a la Universidad Nacional de Colombia y a la empresa prestadora de servicios de aseo por permitir la realización de esta investigación. Este escrito se realizó en el marco del Trabajo de Grado del autor principal para optar por el título de Ingeniero Ambiental.

## 6. Referencias

- Alcocer Quinteros, P. R., Cevallos Muñoz, O., & Knudsen González, J. (2019). Mejoramiento de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos en el cantón de Quevedo, Ecuador. *Universidad y Sociedad*, 11(5), 362–367.
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2007a). Manual para el Manejo Integral de Residuos en el Valle de Aburrá (pp. 1–47).
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2007b). Resolución Metropolitana No. 879.
- Ariza-Díaz, A., Torre, V. S.-D. La, Bahamón-Restrepo, A., Díaz-Mendoza, C., & Pascualino, J. (2020). Diagnóstico comunitario para manejo integral de residuos sólidos. *Producción + Limpia*, 15(2), 153–174. <https://doi.org/10.22507/PML.V15N2A10>
- ASTM International. (2016). ASTM D5231-92, Standard Test Method for Determination of the Composition of Unprocessed Municipal Solid Waste. <https://www.astm.org/Standards/D5231.htm>
- Azevedo, B. D., Scavarda, L. F., Caiado, R. G. G., & Fuss, M. (2021). Improving urban household solid waste management in developing countries based on the German experience. *Waste Management*, 120, 772–783. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.11.001>
- da Silva, L., Marques Prietto, P. D., & Pavan Korf, E. (2019). Sustainability indicators for urban solid waste management in large and medium-sized worldwide cities. *Journal of Cleaner Production*, 237, 117802. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117802>
- Ferrão, C. C., & Moraes, J. A. R. (2021). Analysis of environmental risks and accidents at work in urban solid waste collection services. *Gestão & Produção*, 28(1), 2021. <https://doi.org/10.1590/1806-9649.2020v28e4885>
- Hashemi, H., Pourzamani, H., & Rahmani Samani, B. (2014). Comprehensive Planning for Classification and Disposal of Solid Waste at the Industrial Parks regarding Health and Environmental Impacts. *Journal of Environmental and Public Health*, 2014, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2014/230163>
- Kaza, S., Yao, L. C., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Washington, DC: World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>
- Largo-Wight, E., De Longpre Johnston, D., & Wight, J. (2013). The efficacy of a theory-based, participatory recycling intervention on a college campus. *Journal of Environmental Health*, 76(4), 26–31.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). Resolución No. 2184 (pp. 1–9).
- Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (2015). Decreto No. 1077 (pp. 1–829).
- Ponte de Chacín, C. (2008). Manejo integrado de residuos sólidos: Programa de reciclaje. Instituto Pedagógico de Caracas. *Revista de Investigación*, 32(63).
- Rodríguez Romo, Y. D., Reyes Solarte, F., & Azain Ortega, D. F. (2021). CRITERIOS DE IMPLEMENTACIÓN ISO 14001:2015 SECTOR PRODUCTIVO PRESTACIÓN SERVICIO PÚBLICO DOMICILIARIO DE ASEO; RECOLECCIÓN, TRANSPORTE, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS (pp. 1–8). Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Rodríguez Trujillo, J. D., & Urrego Urrego, F. E. (2020). Plan de manejo integral de residuos sólidos para la empresa eco tienda del municipio de Urao Antioquia [Tecnológico de Antioquia]. <https://dspace.tdea.edu.co/handle/tdea/965>

- Rojas-Vargas, J., Monge-Fernández, Y., & Herrera-Araya, A. (2020). Management and use of organic solid waste during the period 2013–2016 at Universidad Nacional. *Uniciencia*, 34(1), 60–73. <https://doi.org/10.15359/ru.34-1.4>
- Ruiz Morales, M. (2012). Caracterización de residuos sólidos en la Universidad Iberoamericana, ciudad de México. *Rev. Int. Contam. Ambie*, 28(1), 93–97.
- Saldivar-de Salinas, L. R., Villar, L., Valleau, V., & Barrios-Leiva, O. (2021). Sistema de gestión de residuos sólidos para la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay. Periodo 2015-2019. *Población y Desarrollo*, 27(52), 15–29. <https://doi.org/10.18004/pdfce/2076-054x/2021.027.52.015>
- Varón Jiménez, L. M. (2010). Aspectos arquitectónicos para la gestión de residuos sólidos domiciliarios en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. *Producción + Limpia*, 5(2), 36–47.