

**EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN INTERNA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARIOS EN LA UNIDAD GIRASOLES DE LA FLORA II Y PROPUESTA DE
ESTRATEGIAS PARA SU MEJORA**

**DORIAN ALEXIS ÁVILA RIVERA
JOHN JAIRO RAMÍREZ CABRERA**



**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE LOS RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
(EIDENAR)
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
SANTIAGO DE CALI
2019**

**EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN INTERNA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARIOS EN LA UNIDAD GIRASOLES DE LA FLORA II Y PROPUESTA DE
ESTRATEGIAS PARA SU MEJORA**

**DORIAN ALEXIS ÁVILA RIVERA
JOHN JAIRO RAMÍREZ CABRERA**

**Trabajo de investigación como requisito
Parcial para optar al título de Ingeniero Sanitario y Ambiental**

**Director
Ing. MgAS, PhD. LUIS FERNANDO MARMOLEJO REBELLÓN**



**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE LOS RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
(EIDENAR)
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
SANTIAGO DE CALI
2019**

Este trabajo es dedicado a Martín Ávila Clavijo, por todos los momentos de alegría

Agradecimientos

En primera medida, agradecemos a la Universidad del Valle la oportunidad de cerrar una deuda moral.

Reconocimiento especial al profesor Luis Fernando Marmolejo Rebellón, quedamos muy agradecidos por ser nuestro guía, por su paciencia y dedicación para resolver nuestras dudas e inquietudes a pesar de sus innumerables tareas.

Agradecemos a todo el profesorado de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, en especial al profesor Carlos Arturo Madera Parra y Juan Pablo Silva Vinasco.

A Olga Beltrán, Guillermo Díaz, Consuelo Muñoz, por su importante aporte a este trabajo.

A doña Olguita, a mi padre Germán Ramírez, mi madre Cecilia Cabrera, mis hermanos Andrés Mauricio, Carlos Diego, Ana María y mis sobrinos Juan Andrés y Nicolás, gracias por su enorme paciencia.

A Dios, a mi abuela Alicia Martínez, a mis padres Anuar Ávila y Sonia Rivera, mi hermano Jason Ávila, y mi familia Adriana Clavijo, Martín Ávila, Laura Guerrero, Miriam Delgado y la tía Ruby.

Tabla de Contenido

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	JUSTIFICACIÓN.....	2
3.	ANTECEDENTES.....	3
4.	MARCO TEÓRICO	6
4.1	Residuos Sólidos	6
4.2	Clasificación según el grado de peligrosidad, procedencia de los Residuos sólidos y composición física.....	6
4.3	Unidad habitacional y Multiusuario del servicio público de aseo.....	7
4.4	Unidad de almacenamiento de residuos sólidos	8
4.5	Presentación de los residuos sólidos	8
4.6	Reciclador de oficio	8
4.7	Recolección de residuos de construcción y demolición	9
4.8	Prácticas de manejo	9
4.8.1	Concepto de las 3 R.....	9
4.8.2	Separación en la fuente	10
4.9	Caracterización de Residuos Sólidos	10
4.10	Cálculo de la composición de los residuos sólidos	11
4.11	Gestión Integral de Residuos Sólidos.....	11
4.12	Gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.....	12
4.13	Flujo de residuos sólidos	12
5.	OBJETIVOS	14
5.1	Objetivo General	14
5.2	Objetivos Específicos.....	14
6.	METODOLOGÍA	15
6.1	Revisión bibliográfica	16
6.2	Visitas de reconocimiento	16
6.3	Diseño de la encuesta	16
6.4	Muestreo piloto	17
6.5	Cálculo del número de apartamentos para muestrear.....	18
6.6	Flujo de residuos	18
6.6.1	Muestreo Definitivo	18
6.6.2	Estimación de PPV y PPC.....	20

6.6.3	Caracterización de los residuos sólidos desviados	20
6.6.4	Flujo de materiales	20
7.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	21
7.1	Gestión de residuos sólidos por la administración	21
7.1.1	PGIRS	21
7.1.2	Zonas comunes.....	22
7.1.4	Gestión de residuos sólidos aprovechables	28
7.1.5	Gestión de residuos sólidos especiales no peligrosos y peligrosos	29
7.2	Gestión de residuos sólidos por el personal de aseo	29
7.3	Gestión de residuos sólidos por parte de los residentes	32
7.3.1	Variables demográficas	32
7.3.2	Gestión interna de residuos sólidos en los apartamentos	33
7.3.3	Reuso material aprovechable.....	37
7.3.4	Manejo de residuos especiales peligrosos	37
7.3.5	Manejo de residuos especiales no peligrosos	39
7.3.6	Percepción de los residentes respecto a la UAR	39
7.4	Flujo de residuos sólidos	41
7.4.1	Cuantificación de residuos sólidos.....	41
7.4.2	Composición física de residuos sólidos.....	42
7.4.3	Flujo de materiales	44
8.	PROPUESTAS PARA MEJORAR LA GESTIÓN INTERNA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS 49	
8.1	Propuestas de mejora para la Administración	49
8.2	Propuestas de mejora para la UAR.....	50
8.3	Propuestas de mejora para el personal de aseo.....	52
8.4	Propuestas de mejora para los residentes	52
9.	CONCLUSIONES	53
10.	RECOMENDACIONES	55
11.	BIBLIOGRAFIA.....	56
12.	ANEXOS.....	59

Listado de Figuras

Figura 1. Localización general conjunto Residencial Girasoles de la Flora II.....	15
Figura 2. Almacenamiento de RS en zonas comunes y anuncios sobre la separación en la UAR....	22
Figura 3. Señalización sobre la responsabilidad de recoger las heces de las mascotas.....	23
Figura 4. Distribución actual de contenedores y medidas internas de la UAR expresadas en metros	24
Figura 5. Contenedores plásticos deteriorados.....	24
Figura 6. Enchapado interior de la UAR.....	25
Figura 7. Ventilación, prevención de incendios, suministro de agua y drenaje de la UAR	26
Figura 8. Accesos de la UAR	26
Figura 9. Ventilación de la UAR.....	27
Figura 10. Medidas de los accesos a la UAR, unidades expresadas en metros.....	28
Figura 11. Separación de residuos.....	29
Figura 12. Lavado de la UAR y contenedores	31
Figura 13. Número de personas por apartamento.....	33
Figura 14. Número de recipientes para almacenamiento de RS por apartamento.....	34
Figura 15. Recipientes empleados por los residentes.....	35
Figura 16. Persona encargada del manejo de los RS en el hogar	36
Figura 17. Luminarias al interior de la UAR	37
Figura 18. ¿Cómo dispone los residuos como medicamentos y/o implementos médicos usados? ...	38
Figura 19. ¿Qué opinión tiene de la UAR de la copropiedad?	39
Figura 20. Interior de UAR después de un fin de semana con lunes festivo.....	40
Figura 21. Residuos de comida	44
Figura 22. Almacenamiento de cartón al interior de la UAR.....	46
Figura 23. Material Publicitario al interior de la copropiedad	46
Figura 24. Flujo de residuos sólidos Unidad Residencial Girasoles de la Flora II	48
Figura 25. Recolección de aceite usado	49
Figura 26. Propuesta de distribución de contenedores en la UAR (Dimensiones expresada en metros)	51
Figura 27. Contenedor con tapa y rodachines	51

Listado de Tablas

Tabla 1. Actividades realizadas en las semanas de caracterización de residuos sólidos.....	19
Tabla 2. Características de la UAR	23
Tabla 3. Estadísticas demográficas de la población encuestada (n=28).....	32
Tabla 4. Nivel educativo de los residentes (n=26)	32
Tabla 5. Resultados de PPV y PPC semanal y diaria.....	41
Tabla 6. Composición física de los Residuos Sólidos (n=26).....	43
Tabla 7. Comparación de generación de residuos de comida por apartamento	43
Tabla 8. Total de RS generados, RS desviados y presentados a Misión Ambiental S.A E.S.P	45

1. INTRODUCCIÓN

El deficiente manejo de los residuos sólidos (RS) domiciliarios y los impactos negativos que generan, ha hecho que se propongan soluciones de tipo interdisciplinar. Sin embargo, éste continúa siendo un tema de actualidad, debido principalmente a la relación directa que existe entre residuos sólidos, aumento de la población y desarrollo económico. Su fuerte relación con estos aspectos hace que el planteamiento de estrategias que minimicen los impactos negativos sea complejo (Jiménez, 2011).

El alcance de la implementación de un Plan de Gestión es reducir la generación de residuos sólidos y maximizar su aprovechamiento por medio de las 3R (reducción reutilización y reciclaje); fomentando la participación social organizada de los recuperadores y aprovechando el gran número de los habitantes de los conjuntos residenciales, por medio de la implementación de la separación en la fuente (Alcaldía de Cali, 2015).

En respuesta a esto, la Administración Municipal de Santiago de Cali, en concordancia con la normatividad nacional vigente, publicó el “Manual para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el sector Residencial”. El Municipio es considerado como pionero en la formulación y puesta en marcha de estos planes y estrategias (Otoya, 2014).

Actualmente en la ciudad de Santiago de Cali y municipios cercanos como Palmira, Candelaria y Jamundí, presentan un auge en la construcción de viviendas de tipo horizontal. En el año 2008, la Alcaldía de Santiago de Cali estimó que en la ciudad existen 2000 conjuntos residenciales (Alcaldía de Cali, 2008). Además, las proyecciones indican que dentro de 20 años el 75% de la población caleña vivirá en unidades residenciales (El País, 2016).

El presente trabajo de grado se desarrolló en la unidad residencial “Girasoles de la Flora II”, este documento provee información primaria para el análisis de la Gestión Interna de RS, debido a que existe desconocimiento de las cantidades promedio de residuos generados y residuos desviados por la recuperadora, conducta y percepción de los residentes frente a los RS, así como los esfuerzos por parte de la Administración por incentivar la separación de residuos y velar por la adecuada operación de la Unidad de Almacenamiento de Residuos (UAR).

La actual gestión de RS en este conjunto residencial fue evaluada mediante inspección a la estructura donde se disponen los RS, cuantificación y clasificación de muestras de residuos sólidos de apartamentos seleccionados de manera aleatoria. Por medio de entrevistas a trabajadores y aplicación de encuestas a los residentes, se evaluó su percepción frente al manejo de los RS. También se estimó la cantidad de RS desviados por la recuperadora de oficio que labora en la UAR de la unidad residencial y se calculó la cantidad de RS presentados al prestador del servicio de aseo.

Finalmente se plantean propuestas enfocadas a fortalecer o mejorar la actual gestión de RS. Algunas propuestas apuntan a la optimización de la UAR sin tener que hacer grandes intervenciones. Otras propuestas son para los residentes y están orientadas a la reducción y/o aprovechamiento de los RS. Y otras propuestas dirigidas a la administración, las cuales están encaminadas a realizar campañas de separación de residuos y hacer visible del trabajo realizado por la recuperadora.

2. JUSTIFICACIÓN

El acelerado cambio en los estilos de vida de los miles de millones de personas que viven principalmente en las grandes ciudades de todo el mundo genera una amenaza potencial para la sostenibilidad del ambiente urbano. En 2012 las áreas urbanas de todo el mundo generaron 1.3 billones de toneladas de residuos y se espera que esta cantidad se duplique en el 2025 (Banerjee & Sarkhel, 2019).

En el año 2009, la Alcaldía municipal de Santiago de Cali promulgó el Decreto 0059 donde se establece la obligatoriedad de los Conjuntos Residenciales a implementar Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos residenciales (Alcaldía de Cali, 2009). El Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) vigente de Santiago de Cali 2015-2027, califica a los conjuntos residenciales como “Generadores Multiusuarios”, debido a que, en un mismo lugar, se almacenan y se presentan al prestador de servicio, los residuos sólidos generados por los residentes del conjunto (Alcaldía de Cali, 2015).

En los últimos años la normativa colombiana ha tenido un proceso de consolidación, promulgando el Decreto 1077 de 2015 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015) donde se compilan las principales directrices para el correcto manejo de los residuos sólidos y la Política Nacional de Residuos Sólidos (Departamento Nacional de Planeación, 2016), donde se presenta la jerarquía de la gestión integral de residuos sólidos.

Actualmente existen diversos problemas relacionados con la gestión de los residuos sólidos, puesto que hay pocos incentivos económicos, normativos y regulatorio orientados a minimizar la generación de residuos, aumentar los niveles de aprovechamiento y tratamiento de los mismos. No hay suficiente información sectorial para la toma de decisiones de política y para el seguimiento de las mismas. Por último, la actividad de separación en la fuente es insuficiente para garantizar un mayor aprovechamiento de residuos (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

El presente estudio se realizó en la Unidad Residencial “Girasoles de la Flora II” perteneciente a la comuna 2 de Santiago de Cali, y sirve como insumo para realizar ajustes necesarios al actual PGIRS en la copropiedad. Además contiene propuestas de mejora a cada uno de los tres actores identificados (administración, trabajadores y residentes) en el manejo interno de los residuos sólidos.

Con la información consignada en este documento, la Unidad Residencial Girasoles de la Flora II, tiene un diagnóstico detallado del actual manejo de los residuos sólidos en el cual se presenta datos sobre cuantificación y composición de residuos sólidos generados por los residentes, producción promedio de residuos por vivienda y por habitante, cantidad de residuos que se presenta al prestador de servicio de aseo, cantidad de materiales desviados por la recicladora de oficio, la identificación de las prácticas de manejo acogidas por los residentes de la unidad y un diagrama de flujo de residuos. Finalmente, se formulan propuestas de mejora a la UAR y a los tres actores identificados, con el objetivo de contribuir al fortalecimiento de la gestión interna de los residuos sólidos.

3. ANTECEDENTES

El antecedente base más importante realizado en cuanto a la evaluación de la gestión interna de residuos sólidos en los conjuntos residenciales de Santiago de Cali, se realizó entre los meses de junio y agosto del año 2008. Para ese año, el número de estos espacios habitacionales eran más de 2000 en todo el municipio. Por lo tanto, el Departamento Administrativo de Planeación Municipal realizó el diagnóstico del manejo y aprovechamiento de residuos sólidos generados en una muestra de 22 conjuntos residenciales de la ciudad (Alcaldía de Cali, 2008). A continuación, se presentan algunos datos de interés en la temática de los residuos sólidos de los conjuntos residenciales encuestados:

- ❖ Se encontró que los residuos sólidos aprovechables generados en los conjuntos residenciales en un 41% son regalados a cualquier reciclador, el 36% se les regala a los aseadores, el 14% no son aprovechados y solo el 9% se comercializa.
- ❖ Se evidenció que el 77% de los conjuntos encuestados cuentan con una unidad de almacenamiento de residuos (UAR) adecuadas para la cantidad de los residuos sólidos que genera la copropiedad.
- ❖ El 68% de los conjuntos encuestados utilizan canecas plásticas de 55 galones para almacenar los residuos sólidos, el 32% restante emplean góndolas.
- ❖ En un 95% las unidades de almacenamiento se lavan con una frecuencia adecuada (día de por medio), coincidiendo con el día de la ruta recolectora.
- ❖ El 82% de las UAR cuentan con sistemas de drenaje apropiados que permiten el correcto secado de estos espacios.

A continuación, se presentan algunas de las principales conclusiones del diagnóstico del manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos en el sector residencial hecho en el año 2008:

- ❖ La gestión de los administradores de los conjuntos residenciales encuestados fue muy deficiente o baja en lo referente a la conformación de multiusuarios del servicio de aseo.
- ❖ El proceso de separación en la fuente de los materiales con potencial de ser reciclados, reciben un tratamiento de absoluta informalidad, no se encontró registros de cantidades separadas de los diferentes tipos de residuos.
- ❖ Ninguno de los 22 conjuntos residenciales analizados, tenía en funcionamiento un Comité encargado para la gestión de los residuos sólidos.

Por medio del Decreto 0059 de 2009 emanado por la alcaldía de Santiago de Cali (Alcaldía de Cali, 2009), los diversos sitios de concentración de personas, tales como los conjuntos residenciales, centros comerciales, supermercados, almacenes de cadena, instituciones educativas y eventos masivos deben implantar e implementar un PGIRS, con el objetivo de minimizar la producción de RS y por ende las actividades de reciclaje, recolección, tratamiento y la disposición final de los RS. Adicionalmente en el artículo 14 de dicho Decreto, se plantea la ejecución del “Programa de Gestión Integral de Residuos sólidos – Empezando por Casa”, en el cual los copropietarios y arrendatarios de los conjuntos residenciales deben adoptar e implementar la cultura y procesos de reducción, separación en la fuente y reciclaje de los residuos sólidos.

En el año 2006, se realizó el trabajo de caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Santiago de Cali. Fue ejecutado por el Departamento Administrativo de Planeación Municipal (DAPM) y la Universidad del Valle. En dicho estudio, se determinó que la producción de residuos sólidos de los habitantes varía entre 0,34 – 0,77 kg/hab-día, con un valor global de 0,39 kg/hab-día. La clasificación de los residuos, arrojó como resultado que el 59,00% de los residuos son restos de comida, incluyó la categoría de higiénicos, la cual, es la segunda que más se genera con 7,73% (DAPM & Universidad del Valle, 2006).

En el conjunto residencial Nuevo Suba IV etapa de la ciudad de Bogotá de estrato socioeconómico 3, se realizó un estudio de preinversión e inversión para la implementación del Plan de Gestión de RS. En dicho estudio, se hizo un diagnóstico del manejo interno de los RS, la caracterización de los RS se hizo escogiendo 15 bolsas de residuos sólidos al azar, que fueron pesadas previamente, después se le realiza el método del cuarteo, del cual se obtiene lo siguiente: 55% son desechos orgánicos, 17% plástico, 13% papel y cartón, 6% vidrio, 4% metales y 5% otros. Por otro lado, durante dos semanas no consecutivas se pesaron todos los residuos generados en la copropiedad, el promedio aritmético estableció que la unidad genera 2240 kg por semana, es decir que la PPV es de 14 kg/semana (Díaz & León, 2012).

La unidad residencial “Portal de la 183” en Santa Fe de Bogotá, de estrato socioeconómico 3, cuenta como 18 bloques y con 690 apartamentos. En el año 2010 se presentó un trabajo de caracterización de los RS dando como resultado que toda la unidad produce un estimado de 2744 kg/semana, o 0,59 kg/día por cada apartamento. El análisis de la composición física arrojó que el 39% de los residuos tienen potencial de ser reciclables; sin embargo, el flujo de materiales muestra que solo el 14,5% de todos los residuos generados son recuperados. La composición física de los RS arrojó que el 51% son residuos orgánicos, el 14% corresponde a papel, el 13% es de plásticos reciclables, el 6% corresponde a metal y 6% es de vidrio, mientras que el 10% restante corresponde a residuos que no tienen potencial de aprovechamiento (Melo & de Castro, 2012).

En la unidad residencial llamada “Torres del Refugio” ubicada en Santiago de Cali, se realizó la evaluación de la gestión interna de los RS. Se encontró que la PPV promedio fue 1,23 kg/vivienda.día y la PPC promedio fue 0,44 kg/hab.día. Se determinó que la producción de residuos sólidos es mayor los fines de semana, debido principalmente al pedido de comidas a domicilio y actividades de limpieza que realizan los residentes. También se identificó que el 53,80% de las personas encuestadas realiza separación de sus residuos, el 34,60% presenta los residuos con potencial de recuperación junto con los residuos biodegradables y el 11,50% restante entrega los residuos reciclables a un recuperador informal. El flujo de materiales indicó que la cantidad de residuos sólidos que ingresan a la UAR es 108,23 kg/día, se presenta a la empresa prestadora de servicio de aseo un total de 88,04 kg/día y se recupera una cantidad de 20,19 kg/día (Mejía, 2016).

Mejía Carreño también evaluó la gestión de residuos sólidos especiales no peligrosos, evidenciando falencias con el manejo de los escombros resultantes de las remodelaciones internas de cada apartamento. En cuanto a la gestión de RS especiales peligrosos se encontró que las unidades de almacenamiento cuentan con señalización de material biológico contaminado, sin embargo, estos residuos no son separados correctamente por los residentes y son depositados junto con los RS

domiciliarios ordinarios. En las porterías se encuentra un depósito plástico para que en él se dispongan las pilas usadas.

Otra referencia importante para el presente documento se llevó a cabo en el conjunto residencial “Multifamiliares el Samán”, ubicado al nororiente de Santiago de Cali, de estrato socioeconómico 3 y que cuenta con 360 apartamentos distribuidos en 18 torres. En este trabajo se realizó una caracterización de los residuos sólidos estimando una PPV promedio 1,38 kg/Viv.día y una PPC promedio 0,37kg/hab.día. En la caracterización realizada los biorresiduos fueron los que más se generaron, con un 59,0%, seguido de los residuos higiénicos con 8,7% y en tercer lugar se sitúa papel y prensa con 5,3%. Por otro lado, se identificó que, de 60 apartamentos encuestados, en 51 apartamentos se realiza separación de residuos, el 60% separa sus residuos para favorecer el ambiente, el 28% argumentan que han recibido capacitación en separación de residuos sólidos y el 12% separan sus residuos para favorecer las tareas de los recicladores de oficio que laboran en la UAR de la unidad. De los 9 apartamentos que no separan sus residuos, el 50% no lo hace debido a que es muy poco el material recuperable que generan, un 20% por falta de conocimiento, otro 20% por falta de interés en el tema y el 10% considera practicidad al manejar solo una bolsa para los residuos. Al final del documento se presentan propuestas para mejorar la gestión interna del actual manejo interno de los residuos sólidos en el conjunto (Ospina, 2019).

En el caso del Conjunto Residencial Girasoles de la Flora II, la empresa Misión Ambiental S.A E.S.P, fue la encargada de realizar el PGIRS vigente en el año 2014 (Misión Ambiental S.A, 2014). En este documento se hizo la evaluación técnica de la unidad de almacenamiento de residuos frente a lo exigido por el Decreto 1140-2003 (ya derogado por el Decreto 1077 de 2015). Por otro lado, se realizaron encuestas y toma de muestras para caracterizar los residuos sólidos de 45 residentes de diferentes apartamentos seleccionados de manera aleatoria (Misión Ambiental S.A, 2014). Las recomendaciones plasmadas en dicho documento se basan en fomentar las prácticas de las 3R para reducir la generación de residuos.

4. MARCO TEÓRICO

Este aparte expone conceptos requeridos para el desarrollo del presente estudio. Se presentan las definiciones de: residuos sólidos, clasificación y procedencia de los residuos, unidad de almacenamiento de residuos, reciclador de oficio, prácticas de manejo, separación en la fuente, gestión integral de residuos sólidos y flujo de residuos

4.1 Residuos Sólidos

En el Decreto 1077 del 2015 define a los residuos sólidos como *“cualquier objeto, material, sustancia o elemento principalmente sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, o de servicios, que el generador presenta para su recolección por parte de la persona prestadora del servicio público de aseo. Igualmente, se considera como residuo sólido, aquel proveniente del barrido y limpieza de áreas y vías públicas, corte de césped y poda de árboles. Así mismo se establece que los residuos que no tienen características de peligrosidad se dividen en aprovechables y no aprovechables”* (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

En este mismo decreto se presenta el concepto de residuos sólido aprovechable, residuo sólido especial y residuo sólido ordinario; estas definiciones se presentan a continuación:

- Residuo sólido aprovechable: *“Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso para quien lo genere, pero que es susceptible de aprovechamiento para su reincorporación a un proceso productivo”*.
- Residuo sólido especial: *“Es todo residuo sólido que por su naturaleza, composición, tamaño, volumen y peso, necesidades de transporte, condiciones de almacenaje y compactación, no puede ser recolectado, manejado, tratado o dispuesto normalmente por la persona prestadora del servicio público de aseo”*.
- Residuos de construcción y demolición: *“Es todo residuo sólido resultante de las actividades de construcción, reparación o demolición de las obras civiles o de otras actividades conexas, complementarias o análogas”*
- Residuo sólido ordinario: *“Es todo residuo sólido de características no peligrosas que por su naturaleza, composición, tamaño, volumen y peso es recolectado, manejado, tratado o dispuesto normalmente por la persona prestadora del servicio público de aseo”*.

4.2 Clasificación según el grado de peligrosidad, procedencia de los Residuos sólidos y composición física

El Título F del Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012) indica que la clasificación de los residuos sólidos según el grado de peligrosidad por lo menos debe dividirse en las siguientes categorías:

- a. No peligrosos (residuos sólidos)
- b. Peligrosos (La gestión de estos residuos es independiente del servicio público de aseo)

Además, el Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico también clasifica los residuos sólidos de acuerdo con su procedencia y pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Residenciales
- Industriales
- Comerciales
- Institucionales
- Hospitalarios no peligrosos.
- De barrido manual o mecánico y limpieza de áreas públicas
- De escombros

La composición física de los residuos sólidos depende de básicamente de su naturaleza, si es orgánico o inorgánico (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012). A continuación, se presenta la clasificación establecida por el RAS:

- Residuos orgánicos crudos, residuos de poda, corte de césped y jardinería
- Productos de papel y productos de cartón
- Plásticos
- Textiles
- Metales ferrosos, compuestos de aluminio y otros metales no ferrosos
- Vidrio
- Madera, caucho (goma), cuero, ceniza, rocas y escombros, huesos y otros.

4.3 Unidad habitacional y Multiusuario del servicio público de aseo

El Decreto 1077 de 2015 define que una unidad habitacional es un apartamento o casa de vivienda, independiente y con acceso a la vía pública o a las zonas comunes de un conjunto multifamiliar y además, está separada de las otras viviendas, de tal manera que sus residentes pueden acceder a ella sin tener que pasar por las áreas privadas de otras viviendas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Por otro lado, el Decreto define al multiusuario del servicio público de aseo como aquellos suscriptores agrupados en centros habitacionales, conjuntos residenciales, condominios o similares bajo el régimen de propiedad horizontal vigente o concentrados en centros comerciales o similares, que se caracterizan porque almacenan y presentan sus residuos sólidos en un punto específico a la persona prestadora del servicio en los términos del decreto o las normas que lleguen a modificarlo, además deben haber solicitado el aforo de sus residuos para que esta medición sea la base de la facturación del servicio público de aseo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

El mayor beneficio de ser multiusuario consiste en pagar el servicio por los residuos realmente producidos, de forma que esta medición sea el elemento principal de la tarifa. Por lo tanto, si el usuario reduce la producción de residuos sólidos, por medio de labores como la separación en la fuente y el reciclaje, el valor de la factura se reducirá (Alcaldía de Cali, 2008).

Existe una secuencia de pasos para hacer la solicitud de conformación de cada conjunto residencial en Multiusuarios ante la empresa de servicios públicos de aseo. Estas acciones están especificadas en manuales de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) y de las empresas de servicios públicos de aseo (Alcaldía de Cali, 2008).

4.4 Unidad de almacenamiento de residuos sólidos

El Decreto 1077 de 2015 define a las unidades de almacenamiento de residuos sólidos como *“el área definida y cerrada, en la que se ubican las cajas de almacenamiento o similares para que el usuario almacene temporalmente los residuos sólidos, mientras son presentados a la persona prestadora del servicio público de aseo para su recolección y transporte”* (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Este mismo decreto señala que todo usuario agrupado del servicio público de aseo deberá contar con una unidad de almacenamiento de residuos sólidos, además, dicha unidad debe dar cumplimiento como mínimo a los siguientes requisitos:

- Los acabados deberán permitir su fácil limpieza e impedir la formación de ambientes propicios para el desarrollo de microorganismos.
- Tendrán sistemas que permitan la ventilación, tales como rejillas o ventanas y de prevención y control de incendios, como extintores y suministro cercano de agua y drenaje.
- Serán construidas de manera que se evite el acceso y proliferación de insectos, roedores y otras clases de vectores, y que impida el ingreso de animales domésticos.
- Deberán tener una adecuada ubicación y accesibilidad para los usuarios.

También indica que estos espacios deben contar con recipientes o cajas de para realizar su adecuado almacenamiento y presentación, teniendo en cuenta la generación de los residuos sólidos, las frecuencias y horario de prestación del servicio de recolección y transporte (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

4.5 Presentación de los residuos sólidos

Es la actividad del usuario de colocar los residuos sólidos debidamente almacenados, para la recolección por parte del prestador del servicio público de aseo. La presentación debe hacerse, en el lugar e infraestructura prevista para ello, bien sea en el área pública correspondiente o en el sitio de presentación conjunta en el caso de los multiusuarios (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

4.6 Reciclador de oficio

El CONPES 2016 define al reciclador de oficio como una persona natural que realiza de manera habitual las actividades de recuperación, recolección, transporte o clasificación de residuos sólidos para su posterior reincorporación en el ciclo económico productivo como materia prima; que deriva el sustento propio y familiar de esta actividad (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

4.7 Recolección de residuos de construcción y demolición

El Decreto 1077-2015 deja en claro que la responsabilidad por el manejo y disposición de los residuos de construcción y demolición será por parte del quien los genere. Sin embargo, también expresa que el municipio o distrito debe coordinar con el prestador del servicio de aseo o con terceros la ejecución de estas actividades y pactar el pago por este servicio (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

En un aparte del mismo decreto, señala que el prestador del servicio de aseo se hace responsable de la recolección de los escombros cuando el usuario haya hecho una solicitud por el servicio y el prestador haya aceptado. La persona prestadora del servicio de aseo podrá prestar el servicio de recolección de escombros y debe hacerlo de acuerdo con las disposiciones vigentes (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

4.8 Prácticas de manejo

Debido a la falta de motivación por parte del generador, se hace necesario la implementación de programas educativos enfocados en la reducción, la reutilización y reciclaje, fomentando una cultura de responsabilidad en el manejo de los residuos sólidos en el hogar, lo cual es el principio fundamental para su adecuada gestión (Zoroufchi, et al., 2018).

En la gestión del aprovechamiento de residuos sólidos, la identificación, promoción y estimulación de buenas prácticas de manejo son muy importantes, puesto que el comportamiento del generador de residuos es crucial, dado que en gran medida, es él quien determina la calidad de los materiales y uno de los elementos significativos es la separación en la fuente (Marmolejo, et al., 2009).

El estado y las características de los residuos se encuentran estrechamente influenciados por las decisiones o eventos sucedidos desde el lugar de generación. El generador es quien decide qué hacer con los residuos, al manejarlos como desechos (material que no tiene ninguna utilidad) o como residuo (material que puede ser utilizado por terceros), tomando decisiones sobre la separación, almacenamiento y presentación de los residuos (Marmolejo, et al., 2009). Inclusive, si todos los países tuvieran las instalaciones para el reciclado, tecnología de última generación y legislaciones adecuadas para hacer cumplir el reciclaje, la decisión de reciclar recae sobre el usuario (Dai, et al., 2015).

4.8.1 Concepto de las 3 R

Este concepto involucra propuestas que están encaminadas a reducir, reutilizar y reciclar los residuos sólidos, los cuales se exponen a continuación:

- Reducir: Es la manera más eficaz de minimizar la cantidad, peso y volumen de los residuos, así como los costos asociados a su gestión y los impactos ambientales. Este concepto se encuentra en primer lugar en la jerarquía de la gestión integral de residuos sólidos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).
- Reutilizar: es la prolongación de la vida útil de los residuos recuperados y que mediante procesos, operaciones o técnicas devuelven a los materiales su posibilidad de utilización en

su función original o en alguna relacionada, sin que para ello requieran procesos adicionales de transformación física o química (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

- Reciclar: proceso de transformación física, química o biológica de los materiales procedentes de los residuos potencialmente aprovechables, para su reincorporación en el ciclo productivo (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

4.8.2 Separación en la fuente

El Decreto 1077 de 2015 y el CONPES 2016, definen a la separación en la fuente como la clasificación y separación de los residuos sólidos en aprovechables y no aprovechables por parte de los usuarios en el sitio donde son generados, de acuerdo con lo establecido en el PGIRS, para posteriormente ser presentados para su recolección y transporte a las estaciones de clasificación y aprovechamiento, o de disposición final de los residuos (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

El principal problema asociado a esta actividad está relacionado con la calidad de la separación en la fuente y en general, sobre la educación en el manejo de los residuos. La correcta clasificación de los residuos es la base para el éxito de programas de aprovechamiento y tratamiento de residuos. Cuando no se clasifican los residuos o se hace de manera inadecuada, los materiales se contaminan y finalmente resulta más costoso o riesgoso someterlos a procesos de aprovechamiento. Por lo tanto, se pierde su potencial energético o ya no pueden ser usados como materia prima, por lo que deben ser dispuestos en rellenos sanitarios (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

4.9 Caracterización de Residuos Sólidos

La cuantificación y caracterización de los residuos sólidos urbanos es obligatoria para una adecuada estrategia de gestión. Con esto se pretende determinar la composición, así como la masa de RSU generada. Con dicha información se puede definir el potencial de aprovechamiento de los RSU, así como su disposición final (Subhasish Das, S, et al., 2019).

Además, la caracterización de los residuos también permite plantear soluciones apropiadas a los diferentes problemas que pueden presentarse en las operaciones de almacenamiento, recolección, transporte y disposición final, minimizando el impacto en la calidad ambiental y la salud de las personas (López, 2009).

El Decreto 1784 de 2017, emanado por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, en su artículo 3, define a la caracterización de residuos sólidos como “*Actividad para determinar las características fisicoquímicas, cualitativas y cuantitativas de los residuos sólidos, que permitan identificar el potencial de tratamiento según sus contenidos y propiedades*” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

Los métodos de caracterización de RSU se dividen en dos categorías, estimación directa e indirecta. Los métodos de estimación directa permiten determinar características más específicas, como el comportamiento de los usuarios, composición y estimación de la PPC de una zona de estudio específica. Mientras que los métodos de estimación indirecta estiman la PPC de residuos sólidos y su densidad, con

base en datos globales y sin discriminaciones cualitativas, en términos generales se divide el total de los residuos presentados sobre la población atendida (Rondón, et al., 2016).

En cuanto a la frecuencia de los ensayos el RAS (2012) en su literal F 1.4.2.8 dice que se debe realizar la caracterización de residuos en las situaciones siguientes:

- a. En la etapa de planificación y prediseño de un sistema de manejo de RS.
- b. En la etapa de diseño definitivo de un sistema de manejo de RS.
- c. Cuando se requiera optimizar un sistema de RS.
- d. Al menos una vez cada año.
- e. Siempre que las condiciones de la generación cambien.

Además, señala que los literales c, d y e deben ser realizados por el prestador de servicio de aseo y los literales a y b deben ser realizados por el municipio o por el prestador de servicio de aseo, dependiendo quien esté realizando la planificación y diseños del sistema de manejo de RS.

El mismo documento, en su literal F1.4.2.5 menciona que para el calcular de la composición de los residuos sólidos, primero se debe determinar el porcentaje en peso de cada uno de los subproductos ya clasificados (categorías presentadas en el aparte 4.2 del presente documento). El resultado de sumar los diferentes porcentajes debe ser como mínimo el 95% del peso total de la muestra, sin embargo, en caso de no cumplir con dicho valor, se debe repetir la determinación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).

4.10 Cálculo de la composición de los residuos sólidos

El RAS establece que debe determinarse el porcentaje en peso de cada uno de los subproductos ya clasificados. El resultado obtenido al sumar los diferentes porcentajes debe ser como mínimo el 95% del peso total de la muestra. En caso contrario debe repetirse la determinación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).

4.11 Gestión Integral de Residuos Sólidos

La gestión integral de los residuos sólidos (GIRS) está definida como un conjunto de actividades que están orientadas a reducir la producción de residuos sólidos, a realizar el aprovechamiento de los residuos generados, teniendo en cuenta características tales como el volumen, procedencia, costos, tratamiento con fines de la valorización energética, posibilidades de aprovechamiento y comercialización (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

La GIRS contempla las siguientes etapas jerárquicamente definidas de acuerdo con el Ministerio del Medio Ambiente (2016): prevención de la generación de residuos; se fomentará la reutilización, el aprovechamiento, el tratamiento con fines de valorización y optimización de la operación de los rellenos sanitarios. Finalmente, para los residuos que no pueden ser aprovechados o valorizados, se utilizarán sistemas de tratamiento para disminuir su cantidad y por último se debe garantizar la disposición final controlada (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

Los problemas asociados a la gestión de residuos sólidos en la actualidad son complejos (cantidad y naturaleza de los residuos, desarrollo de zonas urbanas, limitaciones económicas para servicios públicos, impactos de la tecnología, entre otras), en consecuencia, si se desea realizar una gestión de residuos sólidos ordenada y eficaz, las diferentes relaciones y los aspectos fundamentales implicados deben ser identificados y ajustados para la uniformidad de datos y comprendidos de forma clara (Rondón, et al., 2016).

4.12 Gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Los aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) son productos que están presentes en la vida cotidiana y están conformados por una combinación de piezas o elementos que para funcionar requieren corriente eléctrica o campos electromagnéticos y pueden realizar muchos trabajos y funciones determinadas. En el momento en que sus propietarios consideran que no les son útiles y los descartan, se convierten en residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019).

Se pueden clasificar en seis categorías considerando las posibles fracciones de recolección y separación de los RAEE. Estas categorías son las siguientes: aparatos de intercambio de temperatura, pantallas y monitores, lámparas, grandes y pequeños aparatos, y aparatos de informática y telecomunicaciones. En términos generales se puede decir que existen dos grandes grupos: los AEE domésticos o de consumo masivo y los especializados o de uso industrial (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019).

De acuerdo con la legislación colombiana (Ley 1672 de 2013), en la gestión de los RAEE, los sistemas de recolección y gestión son responsabilidad de los Productores (fabricantes e importadores de los AEE) pero deben contar con el apoyo de los comercializadores y la participación de los consumidores. En la actualidad se han regulado tres categorías de RAEE bajo sistemas de recolección selectiva:

- Computadores y periféricos (Resolución 1512 de 2010)
- Lámparas/bombillas ahorradoras (Resolución 1511 de 2010)
- Pilas y acumuladores portátiles (Resolución 1297 de 2010)

4.13 Flujo de residuos sólidos

Un procedimiento importante para la gestión adecuada de los residuos sólidos es el análisis de flujo de materiales, cuyo objetivo es la representación equilibrada del flujo de materiales que se mueven a través de un sistema, a partir de un inventario preciso de los componentes que lo alimentan, así como los flujos de salida se pueden estimar cuantificando los residuos desviados (Millward-Hopkins, et al., 2017).

El flujo de residuos sólidos es una herramienta metodológica que brinda información fundamental, la cual permite identificar la cantidad, el tipo y el tránsito de residuos sólidos. El flujo de residuos está ligado tanto a las cantidades y calidad de los materiales como a las prácticas culturales propias del

contexto, por lo tanto debe complementarse con actividades de caracterización de residuos que cumpla con criterios de validez y confiabilidad, además debe complementarse con la identificación de las prácticas de manejo y de esta manera formular estrategias integrales que optimicen el aprovechamiento de los productos (Marmolejo, et al., 2009).

Mediante el análisis de flujo de materiales y el manejo de residuos sólidos, se revela el orden de importancia a los problemas o inconvenientes identificando oportunidades para prevenir la generación de residuos, fortaleciendo el reciclaje y la recuperación de recursos. Esto finalmente permite un análisis de opciones menos subjetivo, la selección de alternativas adecuadas y el desarrollo de criterios de evaluación sobre la base de las diferencias entre los resultados del manejo de los residuos sólidos (Makarichi, Techato, & Jutidamrongphan, 2018).

No se tiene una única metodología y aplicable de manera múltiple para plantear un flujo de materiales, que contenga todos los aspectos que inciden en el manejo de los residuos. Algunas metodologías usadas comúnmente se basan en la ley de conservación de la masa, para ciertos componentes o elementos específicos de los residuos sólidos, como ejemplo de dichas metodologías se tiene el método de flujo de materiales, el método de rendimiento, balance de residuos y modelos computacionales (Amézquita & Bedoya, 2009).

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

Proponer estrategias encaminadas a la mejora de la actual gestión interna de los residuos sólidos generados en la unidad residencial Girasoles de la Flora II.

5.2 Objetivos Específicos

- Estimar la cuantificación y clasificación de los residuos sólidos generados en el conjunto cerrado.
- Identificar las prácticas de manejo de residuos sólidos adoptadas por los diferentes actores de la unidad residencial Girasoles de la Flora II.
- Evaluar la gestión interna de residuos sólidos en la unidad residencial Girasoles de la Flora II.

6. METODOLOGÍA

La unidad residencial Girasoles de la Flora II se encuentra ubicada en la Calle 33 AN # 2BN-49 de la ciudad de Santiago de Cali (Figura 1), está compuesta de 6 torres de 5 niveles cada una, cinco torres A, B, C, D y E tienen 3 apartamentos por cada nivel, mientras la torre F cuenta con 2 apartamentos por cada nivel, para un total de 85 unidades habitacionales. Esta unidad cuenta con piscina.

Este conjunto cuenta con 85 parqueaderos (uno por apartamento), distribuidos en tres niveles (sótano, nivel 1 y nivel superior). En el sótano también se encuentra el equipo de filtros y bombeo de la piscina. En la Figura 1, se presenta la localización de la unidad residencial.



Figura 1. Localización general conjunto Residencial Girasoles de la Flora II
Fuente: Google Earth

El proyecto abarcó las siguientes actividades:

- ✓ Revisión bibliográfica

- ✓ Visitas de reconocimiento
- ✓ Diseño de la encuesta
- ✓ Muestreo piloto
- ✓ Cálculo del número de apartamentos para muestrear
- ✓ Muestreo Definitivo
- ✓ Cuantificación y clasificación de los residuos sólidos aprovechados
- ✓ Análisis de resultados y evaluación de la gestión interna de los residuos sólidos

A continuación, se describe cada una de las actividades desarrolladas:

6.1 Revisión bibliográfica

A lo largo de la planeación y ejecución del proyecto se consultó la normatividad nacional, y local vigentes, libros, trabajos de grado, estudios y artículos de revistas electrónicas especializadas, pertenecientes a diferentes bases de información que tienen convenio con la Universidad del Valle. Los principales temas investigados fueron los siguientes: caracterización y cuantificación de RS, prácticas de manejo de residuos sólidos, aprovechamiento de residuos, flujo de materiales, propuestas de mejora de la GIRS. Por otra parte, se consultó la normatividad nacional actual vigente y el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Girasoles de la Flora II.

6.2 Visitas de reconocimiento

Se realizaron visitas de reconocimiento para hacer entrevistas al personal encargado del manejo de los RS, a la recuperadora que tiene convenio con el conjunto y a la administradora de la unidad residencial. También se investigó la actual Gestión dentro de la Unidad con los residuos de las zonas comunes, residuos especiales, electrónicos y peligrosos (pilas, baterías, lámparas, entre otros). Se hizo un recorrido por la unidad residencial, con el objetivo de contar los apartamentos que no se encuentran habitados, para que estos sean descartados de los muestreos. Por otro lado, se realizó una evaluación de la Unidad de Almacenamiento de Residuos frente a todo lo exigido por la normatividad legal vigente en cuanto a estos espacios (Decreto 1077-2015). Por último, se consultó el PGIRS de la unidad residencial, con el fin de determinar el diagnóstico, la metodología empleada para el muestreo de residuos sólidos, resultados, conclusiones y recomendaciones. Esta actividad permitió un acercamiento inicial a los diferentes actores de la actual gestión interna de los residuos sólidos.

6.3 Diseño de la encuesta

Para identificar las prácticas de manejo adoptadas por los residentes en el tema de los residuos sólidos, se optó por realizar una encuesta (cuya única condición es que quien la respondiera tuviera más de 18 años y residiera en el inmueble) en los apartamentos seleccionados aleatoriamente para el estudio, con el propósito de conocer su percepción y las prácticas de manejo internas de la vivienda. Además de esto, se complementó con la observación directa, registro fotográfico al interior del inmueble y la presentación de sus residuos en la unidad de almacenamiento.

A continuación, se presenta los aspectos consultados en la encuesta realizada:

- Número de habitantes por apartamento, género, nivel de escolaridad y edades.

- Manejo interno de Residuos Sólidos, número de recipientes destinados para el almacenamiento interno de los RS, si realiza o no separación en la fuente, reuso de materiales generados y si tiene o no conocimiento del tratamiento que reciben los residuos después que son dejados en la UAR.
- Manejo de medicina vencida, implementos médicos usados, escombros, pilas, bombillos, residuos electrónicos y escombros.
- La percepción de los residentes en cuanto al actual manejo de los residuos sólidos dentro de la unidad residencial y propuestas para mejorar el actual sistema de manejo de RS.

En el Anexo 1 del presente documento se presenta la encuesta realizada a los residentes seleccionados de Girasoles de la Flora II.

6.4 Muestreo piloto

Se efectuó un muestreo piloto que tuvo varios objetivos tales como el de efectuar un primer acercamiento a los residentes, aplicar la encuesta (y ajustarla para el muestreo definitivo) y calcular parámetros estadísticos requeridos para estimar el tamaño de la muestra necesario para determinar la producción per-cápita de residuos y a su vez la producción total.

Entre las unidades habitacionales existen diversas variables tales como el número de habitantes por apartamento, la población infantil y población de adultos mayores con que cuentan algunas residencias, considerándose una alta variabilidad estadística, que puede incidir en la producción de residuos por cada apartamento. Por lo tanto, para el muestreo piloto se recolectaron muestras de residuos sólidos en dos apartamentos por cada torre. De esta manera, el muestreo piloto se realizó con 12 apartamentos que fueron seleccionados empleando la opción de aleatoriedad (randbetween) del programa Excel®.

Al momento de realizar las caracterizaciones de los RS, dos de los 12 apartamentos seleccionados no presentaron sus residuos, por lo tanto, se descartaron dichas unidades habitacionales en esta tarea. Se tomaron cuatro muestras de residuos generados por cada uno de los 10 apartamentos seleccionados durante una semana; la primera muestra fueron los RS producidos en los días lunes y martes, la segunda fueron los RS producidos en los días miércoles y jueves, considerando estos cuatro días como los típicos de entre semana. La tercera muestra correspondió a los RS producidos en los días viernes y sábado y la cuarta muestra fue la del día domingo, considerando estos tres días como los del fin de semana. La semana en que se realizó el muestreo piloto fue la comprendida entre los días 19 al 25 de noviembre de 2018, sin días feriados.

Los datos colectados permitieron calcular la varianza de la producción de residuos sólidos por vivienda de los apartamentos muestreados. Este parámetro se calculó de la siguiente manera:

$$S^2 = \frac{\sum (PPVi - PPV)^2}{n - 1} \quad (\text{Ecuación 1})$$

S^2 : varianza de la PPV de los apartamentos analizados en la prueba piloto

PPVi: producción de residuos sólidos por apartamento

PPV: producción promedio de residuos sólidos

n: número de la muestra de apartamentos en la prueba piloto

La varianza encontrada en el muestreo piloto correspondió al valor de 0,022.

6.5 Cálculo del número de apartamentos para muestrear

Una vez estimada la varianza, se procederá con el cálculo del número total de apartamentos a muestrear, por medio de la ecuación 2, que se presenta a continuación:

$$n = \frac{NZ^2S^2}{d^2(N-1) + Z^2S^2} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Dónde:

n: Tamaño de la muestra.

N: Tamaño del universo (total de apartamentos habitados 85).

Z: Valor Z crítico, nivel de confianza del 95%.

S²: Varianza de la población de estudio, para este caso fue 0,022.

d: Nivel de precisión absoluta. Referencia a la amplitud del intervalo de confianza deseado en la determinación del valor promedio de la variable de estudio.

Se consideró un error absoluto del 5%, tal como se tuvo en cuenta en el estudio realizado por DAMP y Universidad del Valle en el 2006. El tamaño de la muestra estadística de viviendas fue de 24.

Una vez estimada la cantidad de apartamentos que hicieron parte del muestreo definitivo, se procedió a seleccionarlos de manera aleatoria, empleando la función randbetween del programa excel. Es importante mencionar que los datos obtenidos en el muestreo piloto (10 apartamentos muestreados), fueron tenidos en cuenta, por lo tanto, en el muestreo definitivo se evaluaron 16 unidades habitacionales adicionales, dando un total de 26 apartamentos muestreados, 2 más respecto al tamaño de la muestra estadística calculada anteriormente.

6.6 Flujo de residuos

A continuación, se describe la metodología aplicada para realizar el muestreo definitivo, la estimación de la PPV y PPC, estimación de los residuos que ingresan a la UAR, la cuantificación de los sólidos aprovechables que son desviados y el flujo de materiales.

6.6.1 Muestreo Definitivo

Antes iniciar los trabajos de campo se procedió a visitar cada uno de los apartamentos seleccionados, para socializar la metodología, consultar la disponibilidad de participación de los residentes y si

accedían a participar, se aplicaba la encuesta. En los días de toma de muestras, se indagó a los residentes si hubo alguna novedad relevante (reunión familiar o ausencia de algunos miembros), para saber de antemano, si esa muestra había sido afectada en la cantidad o composición de los residuos generados. La semana en que se realizó el muestreo definitivo fue la comprendida entre los días 23 al 29 de enero de 2019, sin días feriados. Para la ejecución del muestreo se siguió los pasos mencionados en la Tabla 1, los cuales se presentan a continuación:

Tabla 1. Actividades realizadas en las semanas de caracterización de residuos sólidos

Día	Actividades
Martes	Se visitaron los apartamentos seleccionados y se dejó una bolsa plástica donde los residentes depositaron los residuos sólidos de los días miércoles y jueves. Adicionalmente, solicitaron los residuos sólidos que había en cada apartamento para ser llevados a la UAR y de esta manera comenzó desde cero la producción de residuos en cada apartamento.
Jueves	Se visitaron los apartamentos seleccionados, se les dejó una segunda bolsa para que depositaran los residuos de los días viernes y sábado. Se colectaron las bolsas que contenían la primera muestra correspondiente a los días miércoles y jueves, se consultó al residente si en estos dos días hubo alguna novedad relevante. Una vez recolectadas todas las muestras, se procedió a realizar la caracterización.
Sábado	Se visitaron los apartamentos seleccionados, se les dejó una tercera bolsa para que depositaran los residuos del domingo. Se colectaron las bolsas que contienen la segunda muestra correspondiente a los días viernes y sábado, de igual manera, se indagó al residente si en este periodo hubo alguna novedad de importancia. Por último, una vez recolectadas todas las muestras, se procedió a realizar la caracterización de los residuos.
Domingo	Se visitaron los apartamentos seleccionados, se les dejó una cuarta bolsa para que depositaran los residuos de los días lunes y martes. Se colectaron las bolsas que contienen la tercera muestra correspondiente al día domingo, se indagó al residente si en este periodo hubo alguna novedad de importancia. Y como en los días anteriores, se procedió a realizar la caracterización de los residuos.
Martes	Se visitó los apartamentos seleccionados y se recogió la cuarta muestra correspondiente a los residuos de los días lunes y martes. Como en los días de muestreos, se preguntó al residente si hubo alguna novedad a considerar en este lapso. Se procedió a caracterizar los residuos colectados.

Todas las muestras colectadas se llevaron a un espacio contiguo a la UAR de la unidad, que tiene piso en concreto y fueron pesadas de manera individual. El siguiente paso fue abrir cada una de las bolsas y caracterizar todo su contenido en las diferentes categorías presentadas por DAMP y Univalle, 2006 y Alcaldía de Cali, 2015 (excepto la categoría comida, puesto que fue cambiada por residuos de cocina), posteriormente se pesó cada una de las diferentes categorías, con el fin de encontrar el porcentaje de masa de cada una de ellas con respecto al total de la muestra. Por último, se procedió a depositar todos los residuos en la UAR y realizar el aseo del espacio donde se hizo la clasificación. Las muestras compuestas no superaron los 50 kg, tal como se puede apreciar en los Anexos 2 y 3 (oscilaron entre 45,91 y 13,15 kg), por lo tanto, la caracterización se realizó con la muestra total, sin la necesidad de recurrir al método de cuarteo como lo recomienda (Cantanhede, Monge, Sandoval, & Caycho, 2006).

Para la clasificación de las muestras se contó con elementos de protección personal, tales como tapabocas, guantes de látex y batas de laboratorio.

6.6.2 Estimación de PPV y PPC

La PPV promedio diaria, se estimó a partir del peso de la muestra entregada por cada apartamento, la muestra que contenía los residuos generados en dos días se dividió en dos para obtener el valor promedio diario. La PPC promedio diaria, se obtuvo a partir de dividir la PPV promedio diaria entre el número de residentes que los generaron. Tal como se indicó en el numeral anterior, se indagó a los residentes si hubo alguna consideración especial de ausencia de personas u otro evento a considerar que pudiera alterar la muestra colectada, ya fuera por ausencia de personas u otro evento a considerar. En los periodos de muestreo no se presentó una variación de personas en los apartamentos seleccionados.

6.6.3 Caracterización de los residuos sólidos desviados

Esta actividad se ejecutó de manera paralela a la semana de muestreo y caracterización. Consistió en cuantificar y clasificar por categorías la totalidad del material que es separado y desviado por la recuperadora de oficio que labora en la UAR del conjunto residencial. Esta actividad es de suma importancia al momento de estimar el flujo de residuos sólidos que se presenta en la UAR la Girasoles de la Flora II.

Al realizar esta actividad, se evidenció que hay residuos sólidos que son aprovechados y desviados que no provienen de los residentes, éstos provienen de actividades de aseo de la unidad (cajas y recipientes plásticos), revistas y periódicos que están en el *hall* de la entrada a la unidad y material de publicidad que no es tomado por los residentes.

6.6.4 Flujo de materiales

Para estimar el flujo de materiales se requiere la cuantificación promedio de los residuos generados por cada vivienda (ver 6.6.2), los porcentajes de las diferentes categorías, los cuales fueron calculados en las caracterizaciones (ver 6.6.3). El porcentaje de las categorías se multiplica por la PPV promedio diaria y por el número de apartamentos habitados en la unidad, de esta manera se calculó la cantidad total de residuos por cada una de las categorías que llegan a la UAR diariamente.

El flujo de materiales se determinó restando la masa de residuos que ingresan a la UAR con la masa de residuos que son desviados por la recuperadora, el resultado de esta operación son los residuos sólidos presentados al prestador del servicio de aseo.

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

7.1 Gestión de residuos sólidos por la administración

La señora Olga Beltrán es la actual administradora de Girasoles de la Flora II, lleva en ese cargo aproximadamente 9 años. Con ella se entablaron conversaciones acerca de la gestión de los residuos sólidos al interior del conjunto residencial. Anteriormente, cuando la UAR estaba llena de residuos, los usuarios optaban por dejar las bolsas en la puerta de la UAR; por lo consiguiente, esta acción generaba desorden, mal aspecto y generación de olores. Por lo tanto, para combatir con esta práctica, la administración ubicó una cámara de monitoreo con el fin de identificar a los usuarios que no depositan en el lugar correcto las bolsas con residuos. Es importante señalar, que la administradora desconoce los beneficios de ser multiusuario a la empresa prestadora del servicio de aseo.

La administración se muestra comprometida con el cumplimiento de la práctica de la separación de los residuos sólidos, por este motivo, ha dispuesto de carteles alusivos a dicha actividad, tanto en la fachada de la UAR como en puntos de recolección de zonas comunes.

El Concejo Administrativo de la unidad está conformado por 5 residentes cuya única condición es que no sean morosos, los cuales fueron elegidos por votación en la asamblea general celebrada anualmente. En la actualidad, la Unidad Residencial no tiene conformado un Comité para la Gestión de residuos sólidos. Girasoles de la Flora II es de estrato 4 y presenta una tarifa por el servicio de aseo de \$17,435 por cada usuario.

A continuación, se presenta el diagnóstico del manejo interno de los residuos por parte de la Administración, evaluando en primera medida el actual PGIRS de la unidad, las zonas comunes, la unidad de almacenamiento de residuos sólidos, la gestión de los residuos aprovechables, residuos especiales no peligrosos y peligrosos de origen domiciliario.

7.1.1 PGIRS

Girasoles de la Flora II cuenta con documento PGIRS, elaborado por la empresa prestadora del servicio de aseo (Misión Ambiental S.A E.SP), el cual menciona que encuestó a 45 residentes de diferentes apartamentos seleccionados de manera aleatoria. A continuación, se presentan el resumen de los resultados de dicho documento: el 68% de los encuestados aseguraron que en sus apartamentos viven entre 3 y 4 personas, el 19% habitan 2 personas, el 9% una persona, mientras que el 4% restante 6 personas. El 50% de todos los encuestados separan de sus residuos. A la pregunta “¿Sabe qué es un PGIRS?” solo 7 residentes de los 45 respondieron de manera afirmativa. 21 encuestados opinan que los residentes de la unidad residencial tienen un buen manejo de los residuos. Sólo 4 residentes encuestados aseguran que no saben distinguir entre un residuo aprovechable y uno no aprovechable. Todos los encuestados están de acuerdo con que se realicen actividades educativas concientizar a los residentes en temas del manejo de residuos sólidos.

Por otro lado, asegura que tomó muestras de los residuos que tenían los residentes en ese momento y los caracterizó. No obstante, no se presenta datos de dicha caracterización, tampoco se estima la PPV o PPC, solo plantea la ecuación para determinar la PPC.

Tampoco menciona la importancia de elegir y consolidar un Comité de Gestión de los residuos sólidos en la Unidad Residencial y no plantea recomendaciones para mejorar el actual manejo de residuos sólidos. Finalmente, las recomendaciones son muy generales y muestra la teoría de las 3R. Por su parte, las conclusiones son etéreas y no aterrizadas a las singularidades de Girasoles de la Flora II.

7.1.2 Zonas comunes

Con el objetivo de facilitar la separación de residuos sólidos, la administración de la unidad presenta información relacionada con esta actividad en lugares visibles como la puerta de la UAR y en zonas comunes, tal como la piscina y recepción. En la Figura 2, se aprecia los depósitos de residuos sólidos que están ubicados en la piscina con su debida señalización del tipo de residuo a almacenar y en la otra imagen muestra la fachada de la UAR, con la señalización de dónde depositar los residuos según su clasificación entre orgánicos y reciclables.



Figura 2. Almacenamiento de RS en zonas comunes y anuncios sobre la separación en la UAR

Por otro lado, la unidad residencial presenta tanto a la entrada como en una zona verde contigua a la piscina, señalización referente a la responsabilidad de los residentes dueños de mascotas con las heces de sus animales, aludiendo que al realizar dicha actividad contribuye a la salud, higiene de las zonas comunes y la sana convivencia. En la Figura 3, se presentan imágenes alusivas a la recolección de las heces de los animales.



Figura 3. Señalización sobre la responsabilidad de recoger las heces de las mascotas

7.1.3 Unidad de almacenamiento de residuos (UAR)

En la Tabla 2 se presentan las dimensiones internas de la UAR, número de contenedores plásticos y área de ventilación:

Tabla 2. Características de la UAR

UAR	
Largo (m)	4,53
Ancho (m)	2,23
Alto (m)	1,65
Área (m ²)	10,10
Volumen (m ³)	16,67
Número de contenedores	15,00
Ventilación (m ²)	0,11

La Figura 4, muestra la distribución actual de los contenedores y las medidas internas de la UAR, expresadas en metros. Cabe anotar que el espacio disponible para ingresar a este lugar para disponer los residuos o para hacer rotación de los contenedores es muy limitado. El personal del prestador del servicio de aseo debe arrastrar los contenedores y deslizarlos por la rampa de acceso. Dicha labor no es sencilla y la deben realizar entre dos operarios debido al peso de cada contenedor.

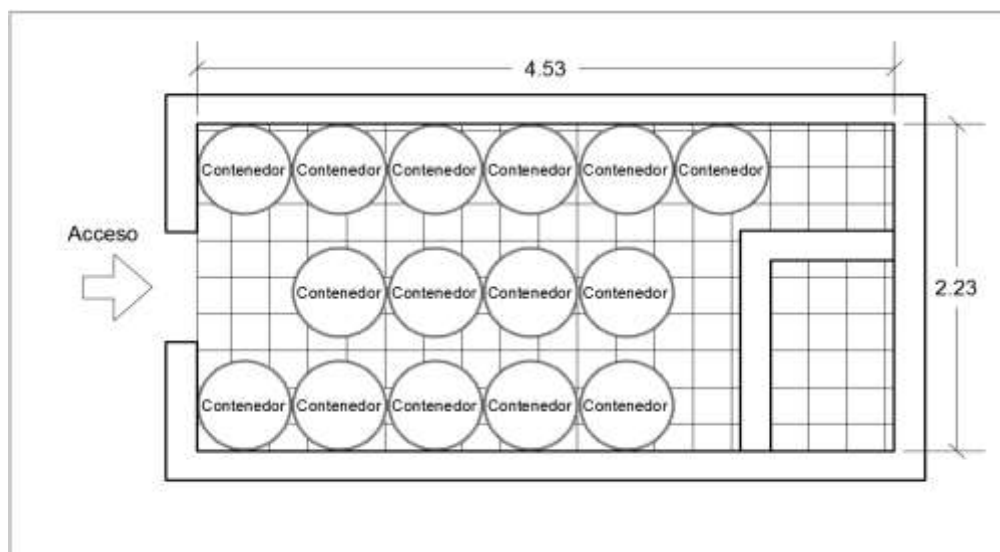


Figura 4. Distribución actual de contenedores y medidas internas de la UAR expresadas en metros

Los recipientes empleados para el almacenamiento de los residuos sólidos dentro de la UAR, son contenedores plásticos, cuya capacidad es de 55 galones (0.21m^3). En total son 15 contenedores, para un volumen total de almacenamiento de $3,15\text{m}^3$. Es necesario mencionar que 5 contenedores plásticos presentan daños en el fondo, tal como se muestra en la Figura 5, dichos contenedores no pueden contener de manera óptima los líquidos que salen de las bolsas.



Figura 5. Contenedores plásticos deteriorados

A continuación, se presenta la evaluación técnica del estado actual de la Unidad de Almacenamiento de Residuos de la unidad residencial Girasoles de la Flora II frente a lo estipulado por el Decreto 1077/2015 en cuanto a estos espacios:

- ❖ Acabados de fácil limpieza y que impiden la formación de ambientes propicios para el desarrollo de microorganismos

La Figura 6, se evidencia que el piso y las paredes de la UAR se encuentran enchapadas con azulejos, esto hace que la limpieza sea fácil, dando cumplimiento a lo requerido por el Decreto 1077-2015. Sin embargo, en el momento de la inspección se observa que el piso presenta suciedad por las fisuras de los contenedores, tal como se describió anteriormente y el arrastre de los mismos.



Figura 6. Enchapado interior de la UAR

- ❖ Sistemas de ventilación, tales como rejillas o ventanas y prevención y control de incendios, suministro cercano de agua y drenaje

En la Figura 7, se puede apreciar que la UAR de la unidad Girasoles de la Flora II, cuenta con ventilación, tiene extintor multiusos (vigente) y un punto cercano de agua potable, no obstante, en el interior de la UAR no hay un punto de drenaje, incumpliendo de esta manera a lo presentado en el Decreto de referencia.



Figura 7. Ventilación, prevención de incendios, suministro de agua y drenaje de la UAR

- ❖ La estructura evita el acceso y proliferación de insectos, roedores y otras clases de vectores, e impide el ingreso de animales domésticos

La Figura 8 muestra que la puerta y las dos ventanas de ingreso de residuos impiden efectivamente el acceso de roedores y animales domésticos a la UAR; sin embargo, Figura 9, se puede apreciar que la ventilación actual no cuenta con rejillas o anejo que impida el ingreso y proliferación de insectos tales como moscas, cucarachas entre otros.



Figura 8. Accesos de la UAR



Figura 9. Ventilación de la UAR

❖ Adecuada ubicación y accesibilidad para los usuarios

La ubicación actual de la UAR es idónea para el rápido acceso del personal prestador del servicio de aseo. En cuanto a la accesibilidad de los usuarios, presenta aspectos a mejorar, debido a que la apertura de la ventana de los residuos con potencial de aprovechamiento se encuentra a 1,47 m de altura desde el suelo y para cerrar la ventana queda a 2,01 m desde el suelo, lo que hace necesario subir por la rampa a la mayoría de las personas para poder cerrarla. Por otro lado, la ventana de los residuos orgánicos está arriba del lavatraperos y al igual que el caso anterior, es necesario subir por la rampa para entregar los residuos y cerrar la ventana. Por lo tanto, los usuarios optan por abrir la puerta y depositar los residuos en los contenedores. Las medidas de la fachada de la UAR se aprecian en la Figura 10 y están expresadas en metros.



Figura 10. Medidas de los accesos a la UAR, unidades expresadas en metros

Los hallazgos encontrados en la UAR frente a lo estipulado en el Decreto 1077-2015, es que se requiere proveer a la ventilación de una rejilla o anejo que impida el ingreso de insectos y la construcción de un sifón al interior de la UAR. De igual manera se recomienda el reemplazo de los contenedores que presentan averías, ya que la humedad contenida en los residuos llega al piso de la UAR, generando olores ofensivos y mala presentación.

La infraestructura actual de la UAR no permite que la rotación de los contenedores sea una tarea fácil de ejecutar. No se puede mejorar el acceso a dicho espacio sin afectar un parqueadero contiguo, además su configuración favorece la mezcla de materiales y es una fuente de generación de olores.

7.1.4 Gestión de residuos sólidos aprovechables

La señora Consuelo Muñoz que es recicladora de oficio, es la encargada de la separación de los residuos sólidos aprovechables al interior de la UAR. El método empleado por la señora Consuelo es empírico, y consiste en separar el cartón, papel, metal, vidrio y plástico soplado. No hace pesaje in situ de los residuos que separa.

La unidad residencial no cuenta con un espacio diferente a la UAR donde se pueda almacenar los residuos sólidos aprovechables, por lo tanto, la señora Muñoz, almacena dichos residuos en un costal ubicado en la parte posterior de la UAR.

La Cooperativa a la cual pertenece la señora Consuelo tiene una ruta selectiva y su frecuencia de recolección oscila entre 20 a 30 días. Además les entrega indumentaria, la cual consiste en un overol con logotipo de la cooperativa y pantalón tipo jeans. También proporciona elementos de protección personal tales como, botas de seguridad, guantes, monogafas y tapabocas. En cuanto a los elementos de protección personal, la señora Consuelo Muñoz manifiesta que las botas de seguridad son incómodas y muy pesadas, haciendo dificultosa la labor que ella desempeña.

En la Figura 11, se aprecia a la señora Consuelo en la labor de la separación de los residuos aprovechables.



Figura 11. Separación de residuos

7.1.5 Gestión de residuos sólidos especiales no peligrosos y peligrosos

De acuerdo con la información suministrada por la administración de la unidad residencial, la presentación, transporte y disposición final de los escombros es responsabilidad de los residentes que los generen.

En la recepción de Girasoles de la Flora II había un recipiente en el que se disponían las pilas usadas; no obstante, el recipiente fue retirado. En el momento de la realización de este trabajo, la Unidad Residencial no tenía implementado ningún programa de gestión de residuos peligrosos de origen domiciliario.

7.2 Gestión de residuos sólidos por el personal de aseo

El aseo de zonas comunes está a cargo de dos personas (Guillermo Díaz Peña y un auxiliar que es cambiado semanalmente), capacitados por Brillaseo S.A, empresa que presta el servicio de aseo

dentro del Conjunto Residencial. La indumentaria del personal de aseo, consiste en pantalón tipo jeans, camisa manga larga, cachucha, guantes de carnaza y botas con puntera.

Las labores diarias del personal de aseo se presentan a continuación:

- Barrido y trapeado de las zonas comunes de la unidad residencial.
- Acarreo manual de los residuos sólidos depositados en las canecas de las zonas comunes.
- Recolección y transporte de los residuos de podas.
- Lavado de la UAR, después que el prestador de servicio recoge los residuos sólidos.
- Mantenimiento de la piscina.

Además, de las labores mencionadas anteriormente, el señor Guillermo Díaz es el conserje de la unidad, y dentro de sus responsabilidades está en hacer la rotación de los contenedores, para que los residentes puedan disponer los residuos sólidos en la UAR de manera cómoda.

La persona encargada de realizar el lavado de la UAR cuenta con los elementos de protección personal adecuados para dicha labor (botas antideslizantes, guantes y tapabocas). Sin embargo, por la falta de un sifón al interior de este espacio, se debe lavar casi por completo el acceso vehicular a la unidad, esto hace que el volumen de agua empleado para dicha tarea sea considerable. Además, los contenedores de residuos son lavados fuera de la UAR, esta labor se realiza tres veces por semana y se realiza después que el prestador del servicio de aseo recoge los residuos de la UAR. En la Figura 12, se muestra el lavado de la UAR y los contenedores plásticos.

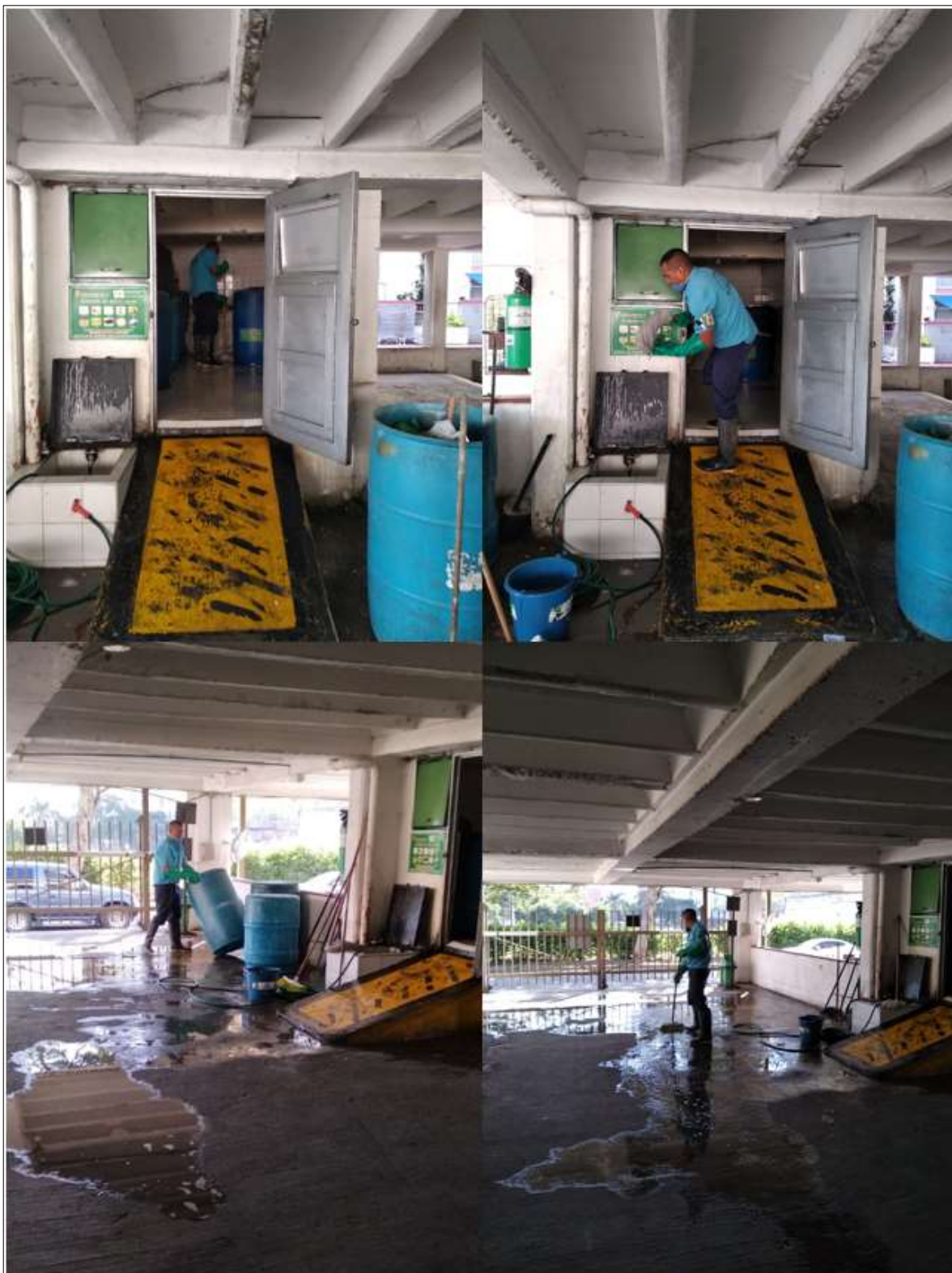


Figura 12. Lavado de la UAR y contenedores

7.3 Gestión de residuos sólidos por parte de los residentes

En este aparte se presenta los datos obtenidos en las encuestas realizadas a los residentes y el respectivo análisis.

7.3.1 Variables demográficas

Las estadísticas demográficas de la población de los 28 apartamentos encuestados se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Estadísticas demográficas de la población encuestada (n=28)

Sexo	Hombres				Mujeres			
	49 (46,23%)				57 (53,77%)			
Rango de edad	< 15	15-40	41-60	>60	< 15	15-40	41-60	>60
Número de individuos	14	18	14	3	7	26	20	4
(%)	13.21	16.98	13.21	2.83	6.60	24.53	18.87	3.77

De la anterior tabla se puede deducir que el grupo más numeroso por rango de edades es el comprendido entre 15 y 40 años, con un 41,51% del total de la población objeto de estudio. El segundo grupo es el comprendido entre 41 y 60 años con un 32,08%. El tercer grupo es el correspondiente a menores de 15 años con 19,81%. Finalmente, el grupo que menos proporción tiene es el de adultos mayores de 60 años, con un 6,60% del total de la población.

Por género, las mujeres en edades comprendidas entre 15 y 40 años (fértil) son el grupo con mayor proporción, puesto que de cada cuatro personas una pertenece a este grupo. Este grupo focal es importante debido que a su ciclo reproductivo genera más residuos higiénicos que otros grupos focales.

En la Tabla 4 se presenta la información sobre el nivel educativo de los residentes encuestados. La clasificación de aún no estudia, corresponde a niños menores de 1 año de edad, los cuales todavía no inician sus estudios.

Tabla 4. Nivel educativo de los residentes (n=26)

Educación superior	50.94%
Educación media	39.62%
Básica primaria	2.83%
Jardín	0.94%
Aún no estudia	5.66%

Entre la población encuestada se destaca que el 50.94% de los residentes encuestados son profesionales o están en formación en áreas tales como contaduría pública, arquitectura, derecho, administración de empresa e ingeniería mecánica, industrial y eléctrica. Esta formación educativa puede favorecer la generación de propuestas y adopción de prácticas dirigidas a mejorar del actual manejo interno de los residuos sólidos.

Con el objetivo de determinar la población de estudio, se indagó a los apartamentos seleccionados el número de habitantes por cada vivienda. Este valor, es de vital importancia para el estimar la generación de residuos sólidos por vivienda, per cápita y posterior comparación de los resultados con algunos antecedentes. Los resultados obtenidos en cuanto al número de habitantes por cada unidad habitacional se aprecian en la Figura 13.

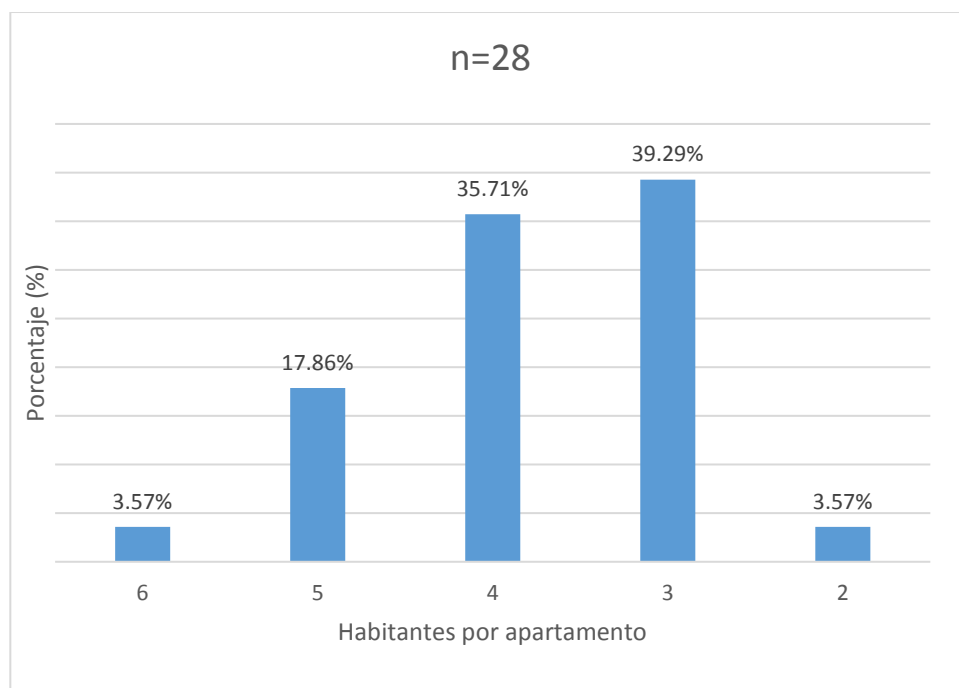


Figura 13. Número de personas por apartamento

De los 28 apartamentos encuestados se puede interpretar que el 92.86% (26 apartamentos), son habitados entre 3 y 5 personas. Sólo dos viviendas de las encuestadas se encuentran por fuera del rango de 3 a 5 habitantes por apartamento, uno es habitado por 2 personas (3,57%) y otro por 6 personas (3,57%). El promedio de habitantes por vivienda se estimó en 3,88.

7.3.2 Gestión interna de residuos sólidos en los apartamentos

- Número de recipientes por apartamento

La Figura 14 presenta los resultados sobre el número de recipientes dispuestos para el almacenamiento de residuos por cada apartamento.

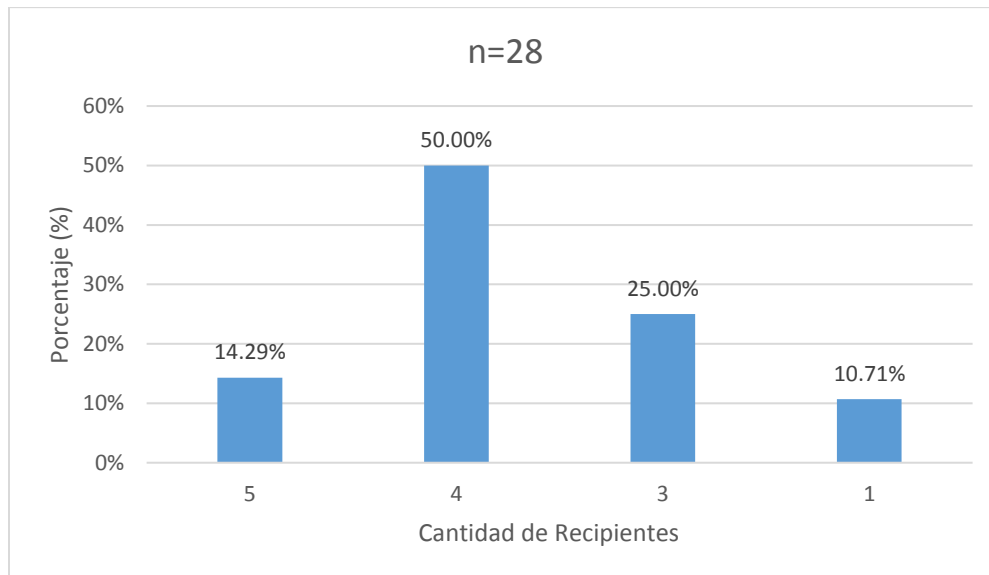


Figura 14. Número de recipientes para almacenamiento de RS por apartamento

El 89,29% de los encuestados tienen al interior de sus viviendas entre 3 y 5 recipientes para almacenar sus residuos sólidos. Al comparar este indicador frente a trabajos similares, se evidencia que en Torres del Refugio (Mejía, 2016), este mismo número de recipientes equivalían al 77% de los apartamentos encuestados y en Multifamiliares el Samán (Ospina, 2019) equivale al 70%. De acuerdo, con los trabajos mencionados este almacenamiento segregado favorece la actividad de separación en la fuente.

Independiente del número de recipientes por apartamento, se observó que al interior de las viviendas siempre hay un recipiente en la cocina para disponer los residuos de preparación y residuos de comida, otros dos recipientes están ubicados por lo general en los baños. El cuarto recipiente o bolsa destinada para almacenar los residuos aprovechables, ubicado generalmente en la cocina o en el cuarto de ropas (sólo lo tienen las personas que separan sus residuos). La Figura 15 muestra ejemplos de los recipientes empleados por los residentes encuestados.



Figura 15. Recipientes empleados por los residentes

Los recipientes empleados por los residentes para el almacenamiento de los residuos de comida en general no son los adecuados, como se aprecia en la parte superior de la Figura 15, no están cubiertos, lo que favorece la generación de olores e incentiva la proliferación de insectos tales como moscas. Por otro lado, las dos imágenes mostradas en la parte inferior de la Figura 15, corresponden a los recipientes usados por los residentes para almacenar los residuos higiénicos, dichos recipientes son tapados.

- Separación de residuos al interior de las viviendas

De los 28 apartamentos encuestados, 21 residentes indicaron que separan sus residuos sólidos (75,00%), sólo un encuestado asegura en ocasiones realiza la separación (3,57%) y 6 residentes de los apartamentos encuestados dicen que no realiza separación de los RS (21,43%).

Los residentes encuestados que separan sus residuos, lo hacen de acuerdo con las categorías de orgánico e inorgánicos (tal como está señalizado en la UAR). En el recipiente de orgánicos depositan

los residuos correspondientes a preparación y sobra de alimentos, barrido de piso e higiénicos. Mientras que en el recipiente de inorgánicos depositan materiales tales como botellas de vidrio o plásticas, papel, cartón y envases metálicos.

De los residentes encuestados que separan sus residuos sólidos regularmente, sólo un residente no manifiesta la razón que los motiva a realizar esta actividad. Mientras que 21 residentes encuestados están motivados a separar los residuos por un bien común, tal como, el cuidado del medio ambiente (68,18%), ayudar a un tercero en esta labor (13,64%) y a atender lo indicado en la fachada de la UAR (13,64%). Este resultado es superior al presentado por Mejía Carreño, dado que, en ese caso el 76,47% de los encuestados eran movidos por intereses ambientales y sociales.

Por otro lado, también se indagó a quienes no separan sus RS a manifestar por qué no lo hacían, tres de los seis apartamentos que no separan sus residuos, indicaron que el desorden de la UAR hace que la tarea de separar en casa se pierda (50,00%), otros dos residentes argumentaron que al presentar todos sus residuos sin separar ahorran bolsas (33,34%), solo un residente no respondió esta pregunta (16,67%).

- Responsable de la presentación de los residuos sólidos

La encuesta también indagó a las viviendas seleccionadas sobre quién era la persona encargada de los residuos sólidos, los resultados se aprecian en la Figura 16 la cual se presenta a continuación.

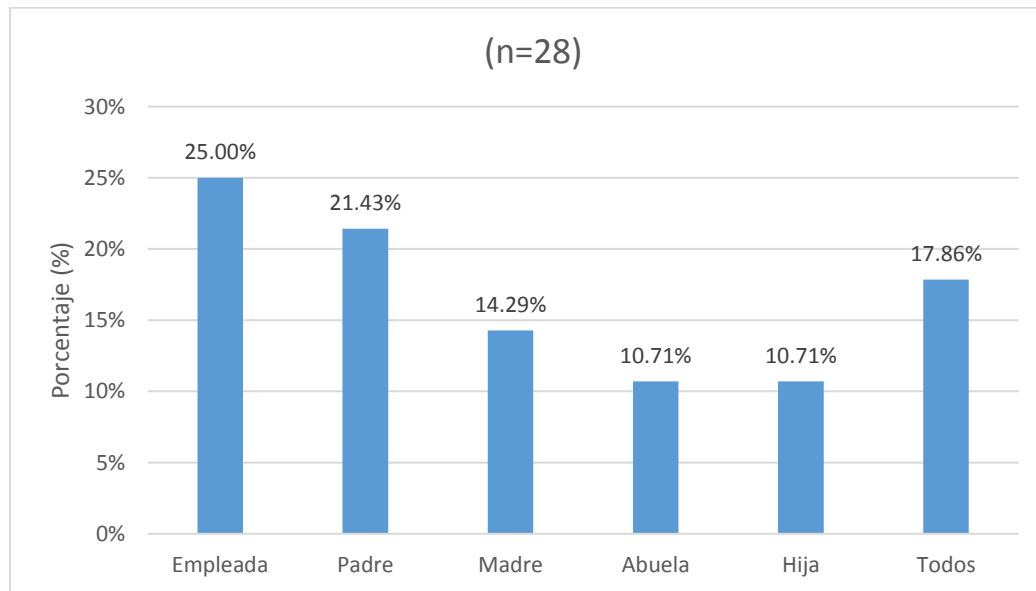


Figura 16. Persona encargada del manejo de los RS en el hogar

De la anterior figura se deduce que en el 82,14% de los apartamentos encuestados, hay una persona al interior del inmueble que es la más cercana o encargada del manejo interno de los residuos. Tan sólo el 17,86% dicen que esta labor es compartida por todos los miembros de la familia.

A pesar de que, en la mayoría de los casos la persona encargada del manejo de los residuos es adulta, en las constantes visitas realizadas a la unidad, se evidenció que en muchos casos quien transporta los residuos hasta la UAR, son niños y niñas menores de 10 años. En muchos casos ellos tienen dificultad en depositar los residuos en los contenedores, por lo tanto, deciden dejar las bolsas a la entrada de la UAR, esto genera desorden y aspecto de insalubridad en dicho espacio.

7.3.3 Reuso material aprovechable

En cuanto al reuso de materiales, la mayoría de los encuestados (57,14%) manifestaron que no reutilizan ningún residuo. El restante 42,86% reutiliza parte de los materiales generados. Se puede deducir que los materiales tales como las botellas plásticas son los que más se reutilizan (35,72%), generalmente son empleadas para reenvasar líquidos o para actividades escolares; el papel en también es reutilizado en el 7,14% de los apartamentos encuestados. Lo anterior concuerda con lo encontrado en Multifamiliares El Samán (Ospina, 2019), puesto que el 65% de los residentes encuestados en ese trabajo, reutilizan residuos plásticos tales como bolsas y/o botellas y en menor medida se reutiliza el papel y cartón.

7.3.4 Manejo de residuos especiales peligrosos

A continuación se presentan los resultados en cuanto al manejo de los residuos especiales peligrosos, tales como bombillos fundidos, celulares que ya no usan, pilas descargadas y medicamentos vencidos.

- Lámparas y bombillos

La totalidad de los bombillos que dejan de funcionar son dispuestos en la UAR de la unidad, junto con los residuos aprovechables. En la Figura 17, se presenta la disposición de luminarias dispuestas al interior de la UAR.



Figura 17. Luminarias al interior de la UAR

- Celulares

En cuanto a los teléfonos celulares un 28,57% de las personas encuestadas acumula o dispone los dispositivos móviles que ya no usan en los sitios indicados por los productores o gestores, el 21,43% los acumula o los regalan a familiares o conocidos y el 50,00% restante manifiestan que dispone los teléfonos celulares en la UAR.

- Pilas usadas

Por su parte, todas las pilas usadas también son dispuestas en la UAR; no obstante, los residentes encuestados manifestaron que anteriormente disponían estos residuos en un recipiente que había en la portería. Por lo tanto, los encuestados recomiendan habilitar este servicio, ya que estos son conscientes que este es un residuo que se le debe dar un manejo especial.

En términos generales, la disposición empleada por los residentes en cuanto a los residuos peligrosos como los celulares, pilas y bombillos no es la adecuada, facilitando la presentación al servicio ordinario de aseo, incumpliendo con lo establecido en las diferentes resoluciones nacionales.

- Medicamentos vencidos y/ elementos médicos usados

A los encuestados se les indagó acerca del manejo que les dan a los medicamentos vencidos y/o implementos médicos usados. En la Figura 18, se presentan las respuestas.

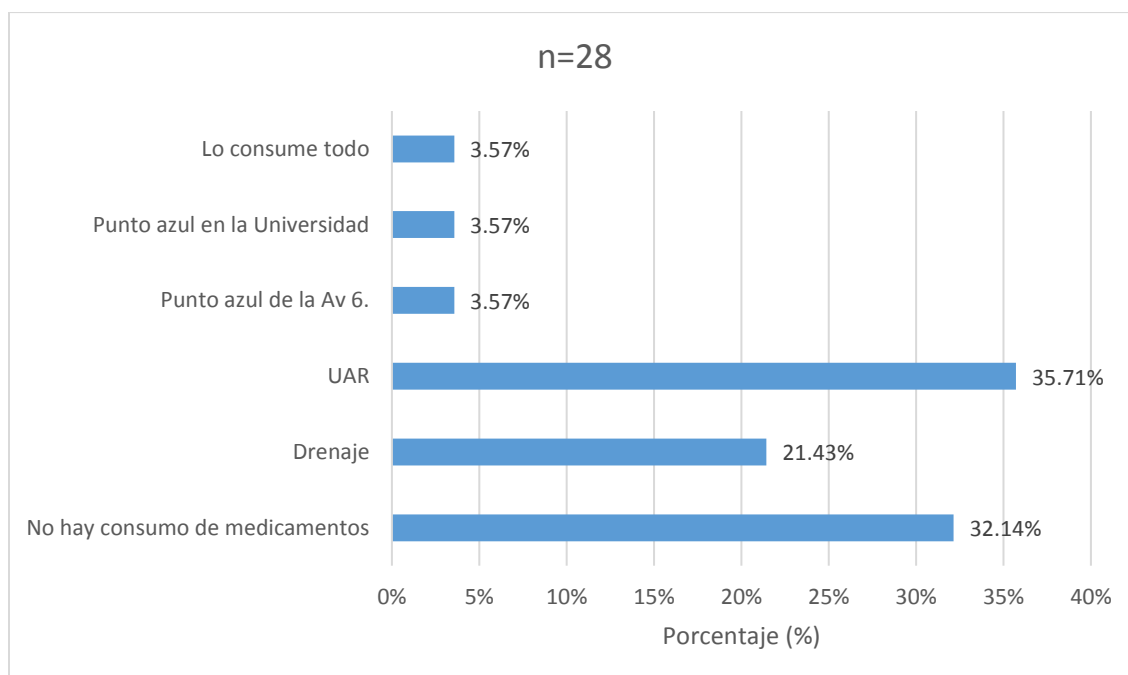


Figura 18. ¿Cómo dispone los residuos como medicamentos y/o implementos médicos usados?

El 57,14% de los apartamentos encuestados indican que disponen los medicamentos vencidos e implementos médicos usados, en la UAR de la unidad junto con los residuos

higiénicos o los descargan al drenaje de la ciudad. Esto es consecuente con lo hallado en Multifamiliares El Samán, el 71,7% de los encuestados manifestaron que disponen estos residuos en la UAR sin una bolsa diferenciada o los disuelve y descarga por el drenaje (Ospina, 2019). Sólo el 7,14% de los encuestados en Girasoles de la Flora II indican que disponen estos residuos en puntos azules ubicados diferentes puntos de la ciudad, siendo esta la manera adecuada de disposición.

7.3.5 Manejo de residuos especiales no peligrosos

En esta categoría se incluyó los muebles, colchones y escombros.

- Muebles y colchones usados

A la pregunta de cómo dispone los muebles y colchones usados, el 32,14% de los encuestados indicaron que los regalan a un conocido, el 7,14% señala que vende los muebles usados. El 28,57% de los encuestados manifiestan que tanto como colchones como muebles, los disponen en la UAR de la unidad.

- Manejo de escombros

El 60,71% de los encuestados manifestaron que no han realizado remodelaciones, por lo tanto, no han generado este tipo de material. El 21,43% indicaron que contactan a la empresa prestadora de servicio de aseo. El 17,86% restante de los encuestados señalaron que pagan a un tercero para que se lleven los escombros. Ésta última opción es la menos indicada, puesto que se desconoce la disposición final que reciben estos residuos y pueden terminar en vías, parques, zonas verdes o canales de aguas lluvias de la ciudad.

7.3.6 Percepción de los residentes respecto a la UAR

La Figura 19 consigna información de las respuestas dadas por los encuestados a la pregunta ¿Qué opinión tiene de la UAR de la copropiedad?

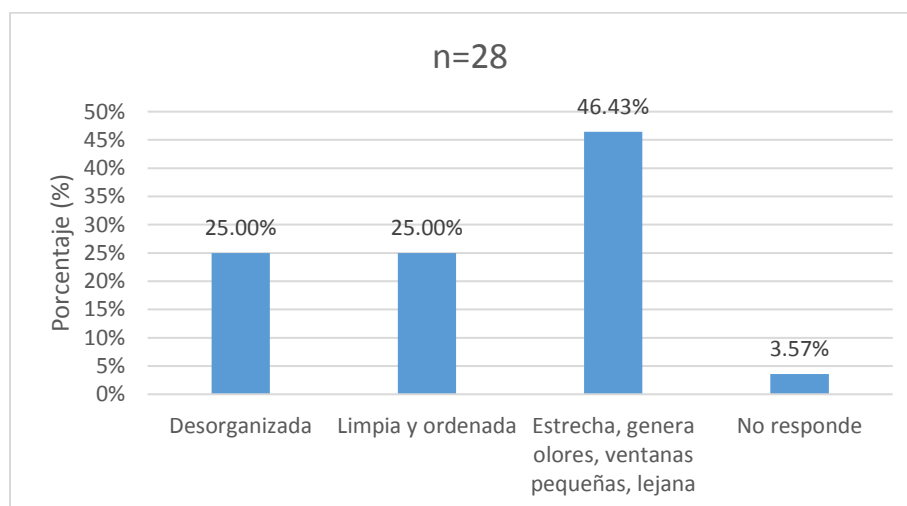


Figura 19. ¿Qué opinión tiene de la UAR de la copropiedad?

De la anterior figura se puede deducir que el 75% de los encuestados desapruaban el actual estado de la UAR, puesto que la consideran estrecha, la generación de olores ofensivos, las ventanas para depositar los residuos son pequeñas y lo lejano que queda para algunas viviendas. Solo el 25% opina que la UAR es ordenada y limpia.

Al final de la encuesta se le pidió al encuestado presentar ideas o propuestas para mejorar la separación de residuos y las mejorar las actuales condiciones de la UAR.

- El 42,86% de los encuestados propuso realizar campañas educativas y capacitaciones encaminadas a la sensibilización sobre la separación de los residuos desde la vivienda.
- El cambio de contenedores plásticos por góndolas y recipientes de mayor tamaño es el planteamiento del 21,42% de los encuestados. Esta propuesta debe estar acompañada de cambios radicales en la infraestructura actual de la UAR que es otra de las ideas planteadas por los residentes con un 10,71%.
- El 14,29% planteó la adecuación de otro espacio para el almacenamiento de los residuos aprovechables, de esta manera, se disminuye la probabilidad de contaminación de residuos aprovechables con residuos orgánicos.
- Un 10,71% propuso incluir más canecas plásticas en la UAR. Sin embargo, por lo evidenciado y planteado por el señor Guillermo Díaz, esta es la propuesta menos valedera, puesto que la UAR tiene poco espacio libre para circular dentro de ella y hacer la debida rotación de contenedores.

Con el fin de evidenciar los problemas de almacenamiento de los residuos, el día 25 de marzo de 2019 (lunes festivo) en Colombia, se realizó una inspección a la UAR de Girasoles de la Flora II. En la Figura 20 se aprecia que hay una mezcla de residuos ordinarios con los residuos que tienen potencial de aprovechamiento. Además, hay residuos esparcidos en el piso. Se encontró que de las 15 canecas para almacenamiento de residuos 9 están ocupadas. El ingreso a la UAR presenta mucha dificultad, puesto que los residuos están depositados casi a la entrada de este sitio. Por otro lado, se percibió un fuerte olor a materia orgánica en descomposición.



Figura 20. Interior de UAR después de un fin de semana con lunes festivo

7.4 Flujo de residuos sólidos

En este capítulo se presentan los resultados de cuantificación y composición de residuos sólidos generados por los residentes. Se estima la masa de materiales desviados por Consuelo Muñoz y finalmente se plantea un esquema para el flujo de materiales.

7.4.1 Cuantificación de residuos sólidos

En la Tabla 5 se presentan la masa de residuos recogidos y los residuos caracterizados en los dos periodos de muestreo, adicionalmente se incluye el porcentaje muestreado el cual valida los datos de la caracterización de acuerdo a lo establecido en el literal F1.4.2.5 del Reglamento Técnico de Agua y Saneamiento.

De igual manera en dicha tabla se presenta la PPV y PPC promedio diaria, el coeficiente de variación y la desviación estándar de la PPV y la PPC. Para la cuantificación de residuos sólidos, se descartaron las muestras de dos apartamentos y finalmente se trabajó con las muestras de 26 apartamentos.

Tabla 5. Resultados de PPV y PPC semanal y diaria

	Lunes y martes	Miércoles y jueves	Viernes y sábado	Domingo
Muestreo piloto. Total de residuos recogidos (kg)	24.06	23.32	21.80	13.15
Muestreo definitivo. Total de residuos recogidos (kg)	45.06	45.92	39.84	26.76
Total residuos recogidos (kg)	69.12	69.24	61.64	39.91
Total residuos caracterizados (kg)	68.66	68.71	61.14	39.35
% muestreado	99.32	99.23	99.20	98.59
PPV promedio (kg/vivienda-día)	1.35	1.38	1.23	1.66
Desviación estándar PPV	0.68	0.66	0.60	0.82
%CV PPV	50.40	47.53	48.98	49.43
PPC promedio (kg/hab-día)	0.33	0.35	0.30	0.40
Desviación estándar PPC	0.16	0.18	0.16	0.23
%CV PPC	48.10	52.08	51.22	58.07
Número de viviendas muestreadas	26			
PPV promedio global (kg/vivienda-día)	1.37			
% coeficiente de variación PPV global	49.09			
PPC promedio global (kg/habitante-día)	0.34			
% coeficiente de variación PPC global	52.37			

La PPV y PPC presentan comportamiento similar, poca variación en los días entre semana y mayor variación los fines de semana. Esto puede deberse a las diferentes actividades realizadas por los residentes fuera de la casa los días viernes y sábados. Mientras que los domingos la mayoría de residentes permanecen en casa y se dedican a actividades de aseo o esparcimiento, además muchos hacen pedido de comida a domicilio.

El valor obtenido para la PPC promedio diaria es cercano al valor mínimo para un nivel de complejidad medio-alto establecido por el Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico (Tabla F.1.1 TITULO F), el cual es de 0.30 kg/hab-día.

La PPC promedio diaria encontrada en el presente estudio (0.34 kg/hab-día) es inferior al estimado en Torres del Refugio (0.44 kg/hab-día) (Mejía, 2016), a pesar que ambas unidades residenciales son del mismo estrato socioeconómico (4). No obstante, la PPV promedio diaria de Girasoles de la Flora II (1.41 kg/vivienda-día) es superior al de Torres del Refugio (1.23 kg/vivenda-día), esto se debe a que el promedio de habitantes por apartamento de Girasoles de la Flora (3,88) es superior al de Torres del Refugio (2,81).

También se evidencia que la PPC promedio diario de Girasoles de la Flora II es levemente inferior al de Multifamiliares el Samán (0,37 kg/hab-día) (Ospina, 2019) a pesar que esta última sea de un estrato socioeconómico inferior. Sin embargo, la PPV promedio diaria encontrada en Girasoles de la Flora II es superior al encontrado en esa misma unidad residencial (1,38 kg/vivenda-día).

7.4.2 Composición física de residuos sólidos

En la Tabla 6 se presenta la clasificación de los residuos sólidos segregado por las categorías obtenidas en el muestreo. La categoría de residuos de cocina corresponde a residuos tales como restos de comida, huesos, residuos de cafeteras, servilletas sucias, frutas, pepas, vegetales y cáscaras. Por su parte, la categoría de higiénicos atañe a los residuos procedentes de baños (papel higiénico y toallas higiénicas), pañales desechables y paños húmedos. En la categoría de otros, se incluyó un tóner de impresora y un tarro plástico con aceite usado. En las caracterizaciones realizadas, no se encontró madera, pilas, medicamentos o elementos médicos usados, por lo tanto, estas categorías no se presentan en la Tabla 6.

En el Anexo 2 y Anexo 3 del presente documento, se encuentra los resultados de las caracterizaciones de los residuos sólidos realizadas.

Tabla 6. Composición física de los Residuos Sólidos (n=26)

Categoría	Cantidad de RS muestreado (kg/semana)	% de Residuos sólidos
Residuos de cocina	188.96	79.44%
Higiénicos	18.66	7.84%
Plástico	11.97	5.03%
Cartón	6.30	2.65%
Vidrio	4.86	2.04%
Papel	2.76	1.16%
Metálicos	2.58	1.08%
Textil	1.32	0.56%
Otros	0.46	0.19%
Total	237.86	100.00%

Los resultados presentados anteriormente, guardan concordancia con trabajos semejantes, puesto que los residuos que más se generan son residuos de cocina con un 79,44%, sin embargo, este valor es alto comparado con lo reportado en trabajos tales como en Torres del Refugio (Mejía, 2016) con un 48,10%, Multifamiliares el Samán (Ospina, 2019) con un 59,00%, DAMP 2006 con un 59,00%, en Cali y Portal de la 183 (Melo & de Castro, 2012) con 61,00%, Nuevo Suba IV (Díaz & León, 2012) etapa con un 55,00%, en Bogotá.

En la Tabla 7 se presenta un comparativo en la PPV de residuos de cocina entre varias unidades residenciales.

Tabla 7. Comparación de generación de residuos de comida por apartamento

Unidad residencial	Año	PPV (kg)	% residuos de cocina	PPV comida (kg)
Portal 183	2010	0,59	61,00%	0,36
Nuevo Suba IV etapa	2012	2,00	55,00%	1,10
Torres del Refugio	2016	1,23	48,10%	0,59
Multifamiliares El Samán	2019	1,38	59,00%	0,81
Girasoles de la Flora II	2019	1,37	79,44%	1,09

Según los datos presentados en la anterior tabla, es notorio que en Girasoles de la Flora II hay mayor generación de residuos de cocina por vivienda, puesto que es superior a Torres del Refugio por 0.50 kg y a Multifamiliares el Samán por 0.28 kg. Solo es comparable con Nuevo Suba IV etapa de la ciudad de Bogotá. El desperdicio de comida puede deberse a muchos factores, entre los cuales pueden ser que los residentes olvidan la comida o alimentos sin preparar en el refrigerador y posteriormente se daña, otros desechan alimentos ricos en almidón que vienen en los domicilios, o que a los niños y niñas les sirven grandes porciones que luego no pueden consumir.

Cabe mencionar que en las semanas de caracterización de residuos se encontró una bolsa de leche vencida, casi la mitad de un pastel en mal estado y muchas sobras de comida, principalmente arroz. En la Figura 21, se puede apreciar residuos de comida que son dispuestas en la UAR.



Figura 21. Residuos de comida

La segunda categoría que más se generó fue higiénicos con un 7,84%, en Torres del Refugio se obtuvo un valor de 11,60%, en Multifamiliares el Samán fue de 8,70%, en el DAMP 2006 7,73%. Tal como lo explica Ospina Granobles (2019), lo que catapulta al segundo puesto a esta categoría son las toallas higiénicas y pañales usados. Un niño entre los 0 y 3 años puede requerir entre 4 y 8 pañales, todo depende de la edad del infante (Procter & Gamble, 2018). Por su parte, una mujer en su periodo menstrual puede usar al día 5 toallas higiénicas desechables (Huidobro, 2014).

Por su parte, de los residuos con potencial de aprovechamiento, el que más se genera es el plástico con un 4,51%, este dato es consistente con lo encontrado en Multifamiliares el Samán (4,8%) y DAMP 2006 (3,98%).

7.4.3 Flujo de materiales

Este capítulo pretende estimar el flujo de materiales de Girasoles de la Flora II, con base en la generación de residuos por parte de los residentes y la masa de residuos aprovechables desviados por la recuperadora de oficio. En la Tabla 8 se presentan las cantidades de residuos que producen diariamente los residentes desglosadas por categorías, la masa de residuos desviados por la recuperadora y los residuos que finalmente son presentados a la empresa prestadora de servicio de aseo.

Tabla 8. Total de RS generados, RS desviados y presentados a Misión Ambiental S.A E.S.P

Categoría		RS generados (kg/día)	Total de RS aprovechados (kg/día)	RS presentados a Misión Ambiental S.A E.S.P (kg/día)
Aprovechables	Plástico	5.86	2.12	3.74
	Cartón	3.08	2.54	0.54
	Vidrio	2.38	2.20	0.18
	Papel	1.35	0.74	0.61
	Metal	1.26	1.03	0.23
No aprovechables	Residuos de comida	92.51	0.00	92.51
	Higiénicos	9.13	0.00	9.13
	Textil	0.65	0.00	0.65
	Otros	0.23	0.00	0.23
Total		116.45	8.62	107.83

Es importante resaltar, que la masa de residuos higiénicos (9.13 kg) es superior a la masa de materiales desviados por la recuperadora (8,62 kg).

Por su parte, al comparar la masa de RS desviados (8,62 kg/día) frente a la masa total de RS generada (116,45 kg/día), el porcentaje de desvío en Girasoles de la Flora II es 7,40%, estando por debajo respecto a lo que se presenta en Multifamiliares el Samán con 13.73% y Torres del Refugio 18,66%, esto se debe principalmente a que la generación de residuos de cocina en Girasoles de la Flora II es muy alta frente a las otras unidades residenciales.

Sin embargo, la masa total de los residuos con potencial de aprovechamiento generados por los residentes es de 13,94 kg/día y la masa de RS desviados es de 8,62 kg/día, a lo que equivale a un desvío del 61,88% de los RS aprovechables generados. Esta misma relación en Multifamiliares el Samán es del 44,86% y en Torres del Refugio es de 47,64%. Esto indica que en Girasoles de la Flora II porcentualmente se recupera más material aprovechable que en las otras dos unidades residenciales. Finalmente, se presenta 5,31 kg/día de RS con potencial de aprovechamiento al prestador del servicio de aseo.

De los residuos con potencial de aprovechamiento, el que más se genera es el plástico con 5,86 kg/día, sin embargo, también es el residuo que menos se aprovecha con un 36,15%. Esto se debe a que es más rentable para la recicladora separar un tipo de plástico que denomina “soplado”, mientras que las bolsas plásticas, cubiertos desechables, poliestireno empleado para transportar alimentos y otros tipos de plásticos carecen de interés económico (en el periodo en que se realizó la medición de materiales desviados, la señora Consuelo Muñoz comentó que el plástico se estaba comercializando poco debido a que las bodegas estaban llenas con dicho material). Este comportamiento se aprecia también en Torres del Refugio con un aprovechamiento del plástico del 28.6% y en Multifamiliares el Samán con un aprovechamiento del 14.02%.

Por su parte, el vidrio, cartón y el metal son los materiales que presentan un porcentaje de recuperación de 92,44%, 82,35%, 81,50% respectivamente. El vidrio proviene de botellas que están en buen estado y solo se entrega al prestador del servicio de aseo el vidrio que está quebrado. El metal, en su mayoría, proviene de envases de alimentos no perecederos, cervezas y refrescos. El cartón proviene en su mayoría de cajas que son dispuestas por los mismos residentes en la parte posterior de la UAR, que es un lugar alejado del material orgánico, evitando así la contaminación de dicho material. En la Figura 22, se muestra el lugar donde se dispone el cartón al interior de la UAR.



Figura 22. Almacenamiento de cartón al interior de la UAR

El papel presenta un porcentaje de recuperación de 54.57%, similar al encontrado en Multifamiliares el Samán (59,86%). El porcentaje de aprovechamiento de dicho material podría mejorar si al ser llevados a la UAR se ubican en un espacio donde no se mojen o no se contamine con residuos de cocina o higiénicos.

Es importante resaltar que hay materiales tales como revistas, periódicos y publicidad de almacenes de cadena que ingresan a la unidad residencial pero no ingresan a las viviendas, dicho material es aprovechado por la recuperadora. En la Figura 23, se aprecia el material publicitario que se entrega en la unidad residencial.



Figura 23. Material Publicitario al interior de la copropiedad

Es importante mencionar según el flujo de materiales, se producen diariamente 0.23 kg de residuos como aceite usado y repuestos de tintas de impresoras. En el capítulo de propuestas de mejora, se presentan opciones para evitar que estos residuos considerados como altamente contaminantes para el ambiente sean enviados a rellenos sanitarios.

Por otro lado, si se asume un peso unitario como el típico señalado por el Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico para residuos de comida mezclados de 291 kg/m^3 para los residuos generados en Girasoles de la Flora II, cuya masa diaria es 119.43 kg, se obtiene un volumen de almacenamiento requerido de 410 L/día. Los contenedores de la UAR son de 55 galones de capacidad (208 L) con un borde libre de 0.18 m, por lo tanto, se requieren 2 contenedores para almacenar la producción de residuos de un día. El prestador del servicio de aseo pasa tres veces por semana y el periodo más prolongado de recolección es el comprendido entre la mañana del sábado hasta la mañana del martes, 3 días en total (residuos almacenados en 3 días 358.29 kg), por lo tanto, se requiere como mínimo de 6 contenedores para almacenar la totalidad de residuos producidos en dicho periodo de tiempo. Actualmente la UAR tiene 15 contenedores, por lo tanto, se considera excesivo el número de contenedores disponibles para el almacenamiento de los residuos. En las propuestas de mejora para la UAR, se presenta una alternativa de configuración de los contenedores que favorece la maniobrabilidad de los contenedores y la separación de residuos; no obstante, se hace énfasis en que este cálculo se realizó con un peso unitario teórico, sujeto a validación.

En la Figura 24 se esquematiza el flujo de residuos sólidos que se presenta en la UAR de la Unidad Residencial Girasoles de la Flora II.

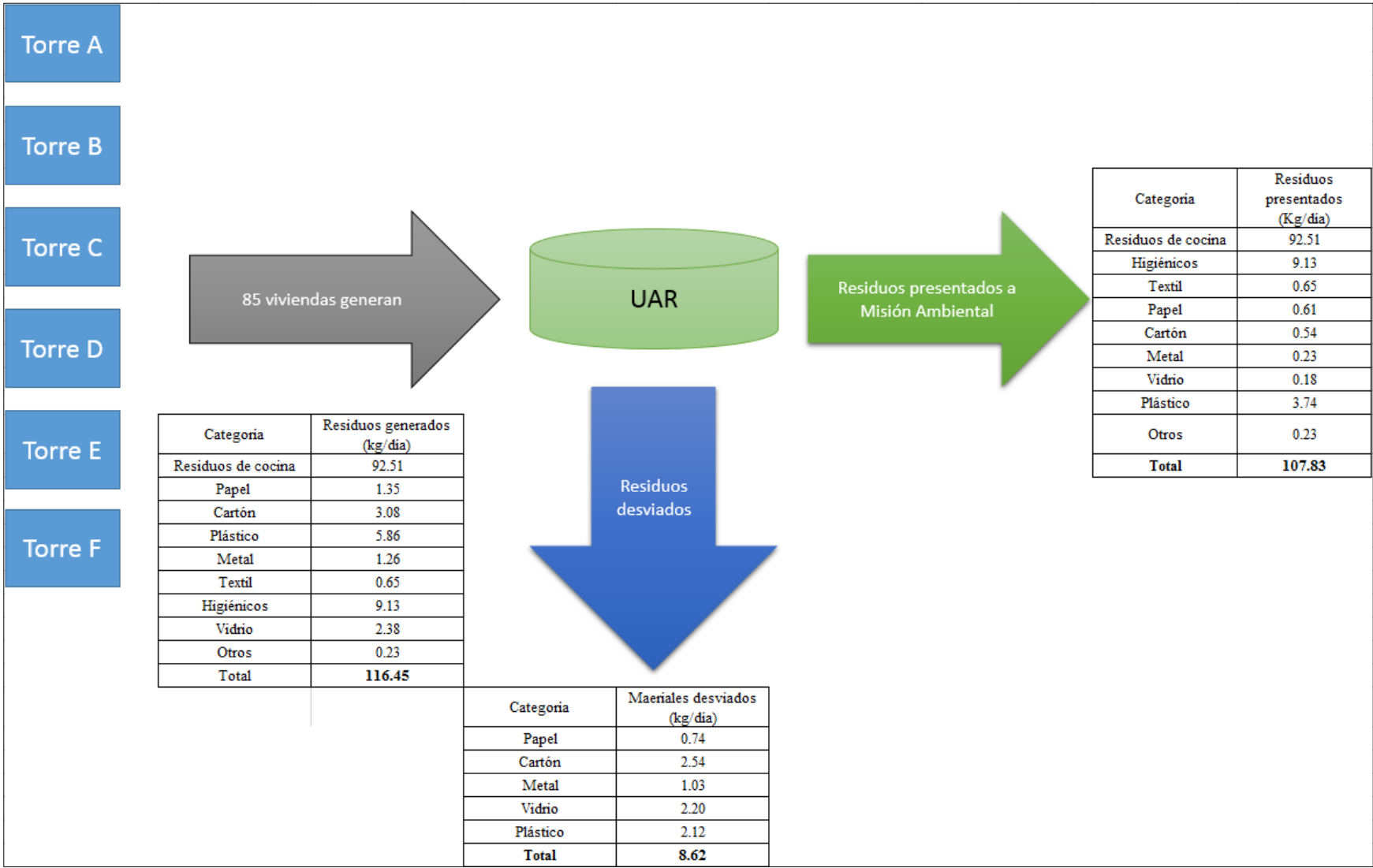


Figura 24. Flujo de residuos sólidos Unidad Residencial Girasoles de la Flora II

8. PROPUESTAS PARA MEJORAR LA GESTIÓN INTERNA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

En este capítulo se presentan las propuestas encaminadas a mejorar u optimizar la gestión interna de los residuos sólidos dirigidas en primera medida a la Administración del conjunto residencial, unidad de almacenamiento de residuos, personal de aseo y residentes de Girasoles de la Flora II.

8.1 Propuestas de mejora para la Administración

El manejo interno de los residuos sólidos presenta varias oportunidades de mejora; no obstante, la unidad residencial cuenta con elementos que influyen a los residentes a la práctica de la separación de residuos, los cuales deben ser aprovechados para mejorar los índices de recuperación de materiales.

La Administración debe sugerir a la Asamblea General de copropietarios de Girasoles de la Flora II, la necesidad de conformar un Comité de Gestión de residuos sólidos, el cual debe encabezar el PGIRS de la unidad residencial y debe proveer dicho documento de actividades y cronograma.

Una estrategia para que los residentes reduzcan la producción de residuos y realicen la actividad de separación desde la fuente, es que el Comité de residuos impulse a convertir a la unidad residencial en un generador Multiusuario del servicio de aseo, de esta manera accederá a beneficios en reducción de la tarifa de los usuarios.

Se recomienda restaurar el recipiente para pilas usadas y otro recipiente destinado a almacenar los medicamentos vencidos en la recepción y asignar un contenedor debidamente señalizado y separado de los demás al interior de la UAR para contener luminarias y bombillos, con el fin de evitar que estos elementos sean dispuestos como un residuo ordinario.

La administración de Girasoles de la Flora II debe buscar alternativas para el manejo del aceite de cocina usado. La propuesta es de hacer campañas para que los residentes envasen dicho residuo y lo dispongan en una caneca debidamente señalizada para tal fin al interior de la UAR. El siguiente paso, es proponer al prestador del servicio de aseo que implemente una recolección selectiva de dicho líquido o buscar una empresa que preste dicho servicio. Por ejemplo, la empresa Basura Cero, presta el servicio de recolección de aceite usado, tal como se muestra en la Figura 25.



Figura 25. Recolección de aceite usado

Con el objetivo de establecer un seguimiento a la cantidad de residuos aprovechables desviados, se propone adquirir una báscula e instaurar un formato que sea diligenciado por la señora Consuelo Muñoz, en el cual registre la masa de material recuperado por categorías. En el Anexo 4 se presenta una propuesta de formato.

Cada uno de los esfuerzos por parte de la administración y los trabajadores por mejorar la actual gestión de residuos sólidos debe ser informado a la comunidad de Girasoles de la Flora II, con el objetivo hacer partícipes e incentivar el sentido de pertenencia a los residentes.

8.2 Propuestas de mejora para la UAR

Debido a las razones expuestas en la sección 7.1.2 del presente documento, se recomienda evaluar la opción de construir o adaptar un segundo espacio dentro de la unidad residencial, el cual sólo almacene los residuos con potencial de aprovechamiento o la construcción de una nueva UAR que cumpla con lo estipulado y facilite las maniobras de limpieza.

Sin embargo, las condiciones de la actual UAR pueden mejorar ejecutando las siguientes propuestas:

Para dar cumplimiento a lo expresado por el Decreto 1077 del 2015, en la UAR se debe ampliar y cubrir con anjeo la ventilación y construir un sifón, el cual facilitará las labores de aseo.

Se debe asignar un contenedor con señalización especial en la UAR y separado de los demás, para que almacene luminarias y bombillos, con el objetivo de evitar que estos elementos sean dispuestos como un residuo ordinario. Otro contenedor debidamente señalizado, para que almacene el aceite de cocina usado, evitando que este residuo sea descargado al drenaje.

La distribución de los contenedores al interior de la UAR puede mejorar sustancialmente el aspecto y la funcionalidad de dicho espacio. Se recomienda que a un costado de la UAR se dispongan los contenedores de los residuos de cocinas y baños, y al otro costado los contenedores plásticos para los residuos con potencial de aprovechamiento y dos contenedores separados, uno para almacenar aceite usado y otro para bombillos y luminarias. Se requiere que cada grupo de contenedores debe estar debidamente señalizado. De esta manera se deja la entrada de la UAR despejada para el libre acceso. En la sección 7.4.3 Flujo de materiales, se estableció que para el periodo de recolección crítico (3 días) se requiere como mínimo un total de 6 contenedores para almacenar los residuos, sin embargo, este dato debe ser validado.

En la Figura 27 se muestra una propuesta de distribución de contenedores de residuos al interior de la UAR (6 para residuos de cocinas y baños, 4 para reciclables, 1 para aceite de cocina usado y 1 para luminarias) esta configuración mejora el acceso y espacio para maniobras de rotación de los contenedores. La distribución es flexible y de llegar a requerirse otro contenedor para almacenar residuos de cocina o higiénicos, como primera medida, puede tomarse uno de los contenedores para materiales aprovechables que esté vacío para cumplir con dicha tarea. Las medidas están expresadas en metros.

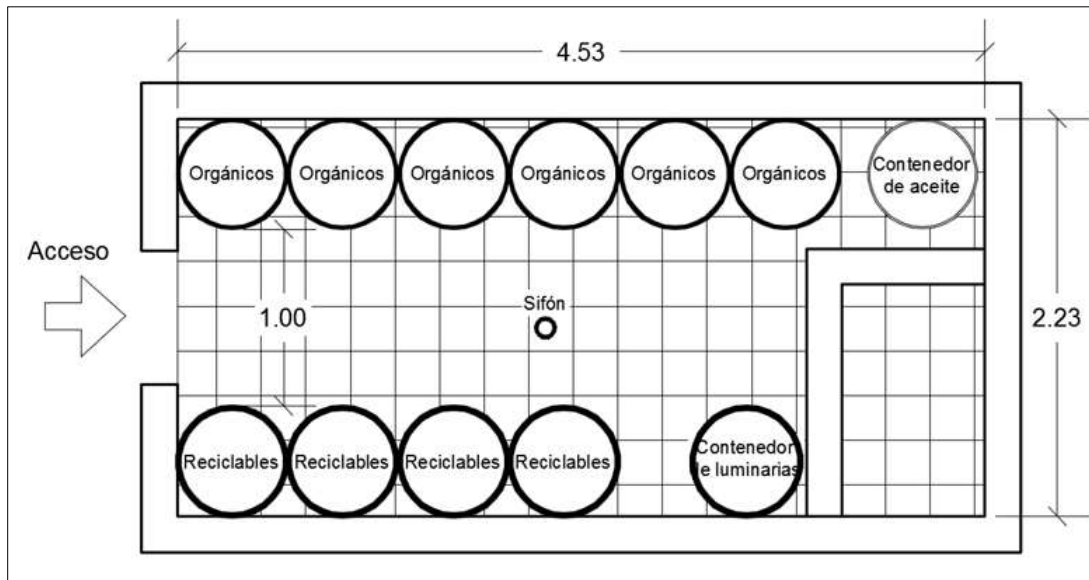


Figura 26. Propuesta de distribución de contenedores en la UAR (Dimensiones expresada en metros)

Se recomienda cambiar paulatinamente los contenedores plásticos (empezando por los que están en mal estado) por recipientes provistas de rodachines y tapa, tales como el que se aprecian en la Figura 26, para el almacenamiento de los residuos provenientes de cocinas y baños al interior de la UAR, estos contenedores facilitarán las labores de acarreo de residuos por parte de los operarios de la empresa prestadora del servicio de aseo. Antes de adquirir estos contenedores, se recomienda que primero se verifique que el volumen de almacenamiento por lo menos sea de 200 L y que el ancho no sea superior a 0,70 m, puesto que esta es la medida del acceso a la UAR.



Figura 27. Contenedor con tapa y rodachines

8.3 Propuestas de mejora para el personal de aseo

Aunque el trabajo que realizan el personal de aseo es aceptable, puesto que ponen empeño en las diferentes tareas que realizan y sugieren mejoras, se propone que como primer y última actividad laboral debe ser la de realizar la rotación de los contenedores al interior de la UAR, con el fin de evitar que hayan contenedores colmados y los residuos caigan al piso.

El personal de aseo y la recicladora de oficio deben recibir capacitaciones en temas del manejo, impacto ambiental y cuidados que se debe tener con los residuos especiales peligrosos de origen domiciliario.

8.4 Propuestas de mejora para los residentes

Como se apreció en el numeral 7.4.2 del presente documento, todos los responsables del manejo interno de los RS son personas adultas, no obstante, en los trabajos de campo realizados, se pudo evidenciar que en muchos casos quién lleva los residuos sólidos hasta la UAR son niños menores de 10 años, los cuales en ocasiones no tienen las condiciones físicas requeridas para cargar o verter las bolsas en la UAR. Por lo tanto, se recomienda que quien transporte la bolsa con los residuos hasta la UAR sea una persona adulta; de esta manera se evita en gran medida que las bolsas sean dejadas en lugares inapropiados como en la rampa o en el piso de la UAR.

En el numeral 7.5.2 de este documento, constató que la generación de residuos de comida es muy alta al compararlo con estudios similares. Además, existe evidencia fotográfica del alto desperdicio de comida. Para combatir dicho fenómeno, se recomienda hacer campañas referentes a la preparación de alimentos según el número y apetito de los comensales o si se hacen domicilios, pedirlos sin los alimentos que no son del gusto de los residentes, reduciendo así el desperdicio de comida.

Una vez implementado el programa de recolección selectiva de aceite usado y los contenedores para almacenar pilas, bombillos, luminarias y medicamentos, tal como se expone en las propuestas de mejora por la administración, se debe informar a la comunidad sobre estos servicios, para que los residentes dispongan cada uno de estos residuos en un lugar indicado.

Con el objetivo de reducir la producción de residuos como pilas y bombillos se recomienda promover campañas referentes a que los residentes opten por el uso de pilas recargables y bombillos ahorradores los cuales está comprobado que tienen mayor duración.

9. CONCLUSIONES

- La producción diaria de residuos sólidos por persona en el conjunto residencial Girasoles de la Flora II es menor que lo presentado en DAMP y Univalle para viviendas de estrato 4, en Torres del Refugio (estrato 4) y en Multifamiliares el Samán (estrato 3), además, el valor obtenido se encuentra en el rango de valor mínimo y valor promedio de PPC recomendado por el Reglamento Técnico de Agua y Saneamiento.
- La composición de los residuos indica que en Girasoles de la Flora II hay una alta generación de residuos de cocina, tal como ha quedado evidenciado en este documento. Sin embargo, presenta un comportamiento similar a otros estudios en cuanto a la producción de residuos tales como, higiénicos, vidrio, cartón y plástico.
- Los residentes que hicieron parte de este estudio, están familiarizados con la actividad de la separación desde la fuente, puesto que el 75,00% de los encuestados la pone en práctica continuamente. Además, están motivados por un bien común, tal como, disminuir el impacto sobre el ambiente y ayudar en su labor a la recuperadora de oficio. Estas prácticas de manejo indican conciencia ambiental y social en gran parte de la población de estudio.
- El flujo de residuos señala que el 61,88% del total de los materiales con potencial de aprovechamiento son desviados por la recicladora de oficio. Esto permitió que un 7,40% de todos los residuos generados, no fueron entregados al prestador del servicio de aseo. Este indicador se puede mejorar si el almacenamiento de residuos al interior de la UAR impide la mezcla de los materiales con potencial de aprovechamiento con residuos de cocina e higiénicos.
- La infraestructura actual de almacenamiento de residuos sólidos de la Unidad Girasoles de la Flora II no es la adecuada, debido al poco espacio disponible, la falta de un sifón, la ventilación no tiene anejo que impida el ingreso de insectos y contenedores en mal estado, favoreciendo la generación de regueros y olores ofensivos. Por otro lado, el 75,00% de los residentes encuestados opinó que la UAR es un sitio desordenado y poco aseado.
- Actualmente no hay gestión de residuos peligrosos en la unidad residencial, puesto que no hay puntos donde se puedan almacenar pilas, bombillos, teléfonos celulares y medicamentos vencidos, por lo tanto, la mayoría de los residentes encuestados disponen estos residuos de manera inapropiada, incumpliendo con lo estipulado en la normatividad legal vigente.
- No se considera necesario hacer grandes modificaciones estructurales a la UAR, puesto que de tomarse en cuenta las propuestas presentadas en este documento, las inversiones son mínimas y van encaminadas al cumplimiento de la normatividad (Decreto 1077-2015) y practicidad de la separación de los residuos sólidos; sin embargo, para que las propuestas de mejorar planteadas en la UAR funcionen, se debe fijar compromisos tanto a los trabajadores como a los residentes de la unidad.
- Aunque la unidad residencial cuenta con PGIRS realizado por la empresa prestadora del servicio de aseo, éste es un documento escueto, el cual no hace propuestas para mejorar la gestión de residuos y solo hace énfasis en las actividades de las 3R. Por otro lado, en la metodología de dicho documento, indica que se ejecutó una caracterización de residuos a 45

apartamentos seleccionados de manera aleatoria, sin embargo, no presenta los resultados de PPV, PPC ni caracterización de residuos.

10. RECOMENDACIONES

- La Asamblea general de copropietarios debe instaurar un Comité de Gestión de residuos sólidos, encargado de liderar todas las tareas encaminadas a mejorar la actual gestión interna de los residuos sólidos.
- Con el objetivo de disminuir la generación de residuos sólidos e incentivar la separación desde la fuente, se recomienda que el Comité de residuos sólidos haga los esfuerzos necesarios para que Girasoles de la Flora II sea clasificado por el prestador del servicio de aseo como un generador multiusuario, puesto que esta actividad puede generar descuentos tarifarios a los residentes del conjunto cerrado.
- Se recomienda complementar el actual PGIRS de la unidad, proveyéndolo de un programa de actividades y cronograma de ejecución para las mejoras necesarias del manejo interno de los residuos sólidos. El presente documento puede ser tomado como base para dicha tarea.
- Para mejorar la gestión interna de residuos sólidos es indispensable educar a la comunidad, por lo tanto, se hace necesario promover campañas por medio de charlas educativas, carteles o publicidad electrónica orientada a la actual problemática ambiental de los residuos sólidos, la reducción desde la fuente, la importancia de la actividad de separación de residuos, el impacto ambiental por disposición inadecuada y reducción del desperdicio de comida. Los temas de residuos sólidos deben ser responsabilidad de toda la comunidad, no solo de la administración y los trabajadores.
- Se recomienda capacitar a la señora Consuelo Muñoz, para que diligencie de manera adecuada el registro de material desviado. Además, se recomienda que reciba capacitación en temas de manejo, impacto ambiental y cuidado con residuos especiales peligrosos.
- Una vez realizadas las campañas de sensibilización en reducción de RS a la comunidad y ejecutadas las propuestas de mejora presentadas en este documento, se recomienda hacer una nueva caracterización de residuos sólidos, que permitirá comparar indicadores de producción de residuos (PPV y PPC), clasificación de residuos y la masa de residuos desviados por la señora Consuelo Muñoz.
- Muchas personas de las encuestadas desconocen la separación que reciben los residuos sólidos al interior de la UAR, por lo tanto, es importante realizar una campaña que visibilicen la labor efectuada por la señora Consuelo Muñoz. Esta estrategia puede que ayude a motivar a los residentes a realizar la actividad de separación desde la vivienda.
- El Reglamento Técnico de Agua y Saneamiento (RAS) debería incluir en su aparte F.1.4.2.1, la categoría de residuos higiénicos o provenientes de baños, debido a que en el presente trabajo y en referencias anteriores, donde se han realizado caracterizaciones de los residuos, esta categoría es la segunda que más se genera al interior de los hogares, estando por encima del 5,00%. Si esta categoría no se tiene en cuenta, incumple lo expuesto en el aparte F1.4.2.5 “el resultado obtenido al sumar los diferentes porcentajes debe ser como mínimo el 95% del peso total de la muestra. En caso contrario debe repetirse la determinación”.

11. BIBLIOGRAFIA

- Alcaldía de Cali. (2008). *Programa de Gestión Integral de Residuos sólidos para el sector Residencial - Conjuntos Residenciales del Municipio de Santiago de Cali*, 25-30.
- Alcaldía de Cali. (23 de Febrero de 2009). *Decreto 0059*.
- Alcaldía de Cali. (Junio de 2015). *Evaluación y Actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Santiago de Cali 2015-2017*.
- Amézquita, C., & Bedoya, D. (2009). *Estimación del flujo de residuos sólidos en la cabecera de "La Victoria" - Valle del Cauca*. Santiago de Cali.
- Banerjee, S., & Sarkhel, P. (2019). Municipal solid waste management, household and local government participatio: a cross country analysis. *Journal of Environmental Planning and Management*.
- Cantanhede, A., Monge, G., Sandoval, L., & Caycho, C. (2006). *Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos*. AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica. Obtenido de <http://www.revistas.unam.mx/index.php/aidis/article/view/13553/12897>
- Congreso de la República de Colombia. (1991). *Constitución de la República de Colombia*. Santa Fé de Bogotá, Cundinamarca, Colombia.
- Dai, Y., Gordon, M., Ye, J., Xu, D., Lin, Z., Robinson, N., . . . Harder, M. (2015). Why Doorstepping can increase household waste recycling. *Conservation and Recycling* , 9-19.
- DAPM. (2014). *Revisión Ordinaria del Plan de Ordenamiento Territorial de Santiago de Cali*. Santiago de Cali: Departamento Administrativo de Planeación Municipal.
- DAPM, & Universidad del Valle. (2006). *Santiago de Cali: Caracterización de los residuos sólidos residenciales generados en el municipio de Santiago de Cali*.
- Departamento Nacional de Planeación. (2016). Consejo Nacional de Política Económica y Social. República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación. *Política Nacional para la Gestión e Integral de Residuos Sólidos*.
- Díaz Avendaño, M., & León Dimas, A. (2012). *Análisis de preinversión e inversión para la implementación del plan de gestión integral de residuos sólidos en el conjunto residencial Nuevo Suba IV Etapa de la ciudad de Bogotá*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- El País, R. (26 de Septiembre de 2016). La mitad de los caleños viven en conjuntos residenciales. *El País*, pág. 1.
- Huidobro. (23 de diciembre de 2014). *Mujer & Punto*. Obtenido de <https://www.mujierypunto.com>

- Jiménez, L. M. (2011). Aspectos Arquitectónicos para la Gestión de Residuos Sólidos en Edificios Residenciales-Un paso a la Sostenibilidad Urbana . Antioquia , Medellín, Colombia : Universidad Nacional de Colombia.
- López, J. L. (2009). PROYECTO L1C2-120 FPA: “Implementación del sistema de manejo integral de residuos sólidos urbanos en el distrito de Las Lomas”. *Estudio de Caracterización de los Residuos Sólidos*. Lomas, Perú.
- Makarichi, L., Techato, K.-a., & Jutidamrongphan, W. (2018). Material flow analysis as a support tool for multi-criteria analysis in solid waste management decision-making. *Resources, Conservation & Recycling*, 351-365.
- Marmolejo, L., Torres, P., Oviedo, E., Bedoya, D., Amézquita, C., Klinger, R., . . . Diaz, L. (2009). *Flujo de residuos: Elemento base para la sostenibilidad del aprovechamiento de residuos sólidos municipales*. Santiago de Cali.
- Mejía Carreño, M. A. (2016). Evaluación de la Gestión de los Residuos Sólidos Generados en la Unidad Residencial Torres del Refugio. Santiago de Cali: Universidad del Valle.
- Melo, D., & de Castro, E. (2012). *Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios en Unidades Residenciales. Caso de estudio: Conjunto Residencial "Portal de la 183"*. Bogotá.
- Millward-Hopkins, J., Busch, J., Purnell, P., Zwirner, O., Velis, C., Brown, A., . . . Iacovidou, E. (2017). Fully integrated modelling for sustainability assessment of resource recovery from waste. *Science of the Total Environment*, 613-624.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS TÍTULO F Sistemas de Aseo Urbano*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Decreto 1077 del 2015*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Decreto 1784 de 2017*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). Retrieved from <http://www.minambiente.gov.co/index.php/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/gestion-integral-de-residuos-de-aparatos-electricos-y-electronicos-raee>
- Misión Ambiental S.A. (2014). PGIRS. *Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Unidad Residencial Girasoles de la Flora II*. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia.
- Ospina Granobles, E. (2019). *Formulación de alternativas para mejorar la gestión de residuos sólidos domiciliarios generados en el Conjunto Residencial Multifamiliares El Samán*. Santiago de Cali: Universidad del Valle.
- Otoya, J. G. (2014). Análisis del sistema de recuperación y aprovechamiento de Residuos Sólidos inorgánicos provenientes del sector Domiciliar del municipio de Santiago de Cali. Santiago de Cali, Colombia: Universidad autónoma de occidente .

- Procter, & Gamble. (20 de agosto de 2018). *Pampers*. Obtenido de <https://www.pampers.com.ve>
- Rondón, E., Szantó, M., Pacheco, J., Contreras, E., & Gálvez, A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Santiago de Chile: Ministerio de Desarrollo Social. Gobierno de Chile.
- Subhasish Das, S, H. Lee, Pawan Kumar, Ki-Hyun Kim, Sang Soo Lee, & Satya Sundar Bhattacharya. (2019). Solid waste management: Scope and the challenge of sustainability. *Journal of Cleaner Production*.
- Zoroufchi, K., Safaiyan, A., Farajzadeh, D., Khalili, F., Shakerkhatibi, M., Harati, H., . . . Sarbazan, M. (2018). Municipal solid waste characterization and household waste behaviors in a megacity in the northwest of Iran. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 4863-4872.

12. ANEXOS

Anexo 1. Formato de encuesta a residentes

Anexo 2. Datos compilados de muestreo piloto

Anexo 3. Datos compilados de muestreo definitivo

Anexo 4. Formato de residuos aprovechables

Anexo 1. Formato de encuesta a residentes

Valor PPV (kg/viv*día):				Fecha:	
-------------------------	--	--	--	--------	--

Número de personas que residen:	P1	P2	P3	P4	P5
Edad y género					
Escolaridad					
Profesión					

1. ¿Quién es la persona encargada del manejo de los residuos sólidos?			
2. ¿Cuántos recipientes para los RS cuenta el apartamento y como están distribuidos?			
3. ¿Realizan separación de los RS?	Sí-Pasa a 6	No-Pasa a 4	NS/NR-Pasa a 8
4. ¿Por qué no separan los residuos sólidos?			
5. ¿Qué lo motivaría para realizar la separación de los RS?			
6. ¿Qué lo motiva a separar los RS?			
7. ¿Cómo separa sus Residuos sólidos?			
8. ¿Reutiliza algún material de los residuos sólidos que genera?			
9. ¿Entrega los residuos sólidos a algún reciclador?			
10. ¿Dónde o cómo dispone de los residuos tales como pilas, bombillos, celulares o cualquier dispositivo electrónico?			
11. ¿Dónde o cómo dispone muebles y colchones usados?			
12. ¿Ha efectuado remodelaciones en la vivienda, en caso tal como dispuso los residuos de construcción?			
13. ¿Dónde o cómo dispone de los residuos tales como medicamentos y/o implementos médicos usados?			
14. ¿Qué opina del shut de la copropiedad?			
15. ¿Conoce que tratamiento reciben los residuos después de ser llevado al Shut?			
16. ¿Qué propuesta haría para mejorar la separación de RS dentro de la unidad?			
Observaciones:			
¿Maneja el concepto de residuos sólidos?			
¿Qué concepto maneja?			

Anexo 2. Datos compilados del Muestreo Piloto

F1	Formato de muestreos compuestos de Residuos sólidos. Muestro Piloto			
FECHA:	19 y 20-Nov-2018	21 y 22-Nov-2018	23 y 24-Nov-2018	25-Nov-2018
	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4
Masa total (kg)	24.063	23.318	21.798	13.154
% error muestral	99,190	99,061	99,023	98,198
Orgánico (kg)	18.223	19.375	17.031	10.679
Papel (kg)	0.000	0.000	0.153	0.306
Cartón (kg)	0.325	1.286	0.819	0.278
Plástico (kg)	1.351	0.474	0.422	0.585
Chatarra (kg)	0.060	0.000	0.307	0.225
Ropa (kg)	0.929	0.041	0.000	0.000
Madera (kg)	0.000	0.000	0.000	0.000
Higiénicos (kg)	2.741	1.896	1.800	0.643
Pilas (kg)	0.000	0.000	0.000	0.000
Medicamentos (kg)	0.000	0.000	0.000	0.000
Vidrio (kg)	0.219	0.000	0.175	0.000
Icopor (kg)	0.020	0.027	0.590	0.028
Tonner (kg)	0.000	0.000	0.288	0.000
Aceite (kg)	0.000	0.000	0.000	0.173
OBSERVACIONES:				

Anexo 3. Datos compilados del Muestreo Definitivo

F1	Formato de muestreos compuestos de Residuos sólidos			
FECHA:	23 y 24-enero-2019	25 y 26-enero-2019	27-enero-2019	28 y 29-enero-2019
	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4
Masa total (kg)	45.919	39.84	26.761	45.064
% error muestral	99,318	99,295	98,778	99,392
Orgánico (kg)	35.914	31.350	19.890	36.493
Papel (kg)	1.307	0.992	0.000	0.000
Cartón (kg)	0.568	0.556	1.470	0.995
Plástico (kg)	2.450	2.070	1.022	2.365
Chatarra (kg)	0.392	0.587	0.449	0.560
Ropa (kg)	0.000	0.352	0.000	0.000
Madera (kg)	0.000	0.000	0.000	0.000
Higiénicos (kg)	3.529	2.685	1.708	3.656
Pilas (kg)	0.000	0.000	0.000	0.000
Medicamentos (kg)	0.000	0.000	0.000	0.000
Vidrio (kg)	1.351	0.956	1.483	0.676
Icopor (kg)	0.095	0.011	0.412	0.045
Tonner (kg)	0.000	0.000	0.000	0.000
Aceite (kg)	0.000	0.000	0.000	0.000
OBSERVACIONES:				

Anexo 4. Formato de residuos aprovechables

F2	Formato de Residuos sólidos aprovechados			
FECHA:				
Papel (kg)				
Cartón (kg)				
Plástico (kg)				
Chatarra (kg)				
Ropa (kg)				
Madera (kg)				
Vidrio (kg)				
OBSERVACIONES:				