



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**ASPECTOS ARQUITECTÓNICOS PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS
SÓLIDOS EN EDIFICIOS RESIDENCIALES – Un paso a la sostenibilidad
urbana –**

LINA MARÍA VARÓN JIMÉNEZ

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas, Departamento Geociencias
Medellín, Colombia

2011

**ASPECTOS ARQUITECTÓNICOS PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS
SÓLIDOS EN EDIFICIOS RESIDENCIALES – Un paso a la sostenibilidad
urbana –**

LINA MARÍA VARÓN JIMÉNEZ

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Medio Ambiente y Desarrollo

Director:

Master en Tecnologías Avanzadas en Construcción Arquitectónica.
Jorge Hernán Salazar Trujillo

Línea de Investigación:

Gestión Ambiental

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas, Departamento de Geociencias
Medellín, Colombia
2011

Dedicatoria

A mi esposo, porque ha sabido ser un compañero incondicional en mi crecimiento personal y profesional, y ésta es también su tesis.

A mi mamá, por su amor incondicional que le permitió comprender cada momento de mi ausencia para concluir este objetivo.

Y, finalmente quiero dedicar esta tesis a quienes se apasionan como yo en el tema de los residuos sólidos, a quienes comparten el sueño de que la gestión de los residuos sólidos antes de ser un problema es una oportunidad para el desarrollo.

Agradecimientos

Inicialmente quiero agradecer a mi director de tesis Jorge Hernán Salazar quien además de ser un excelente director es un perfecto intérprete de los sueños profesionales y supo como su buen juicio y energía encausar mis deseos de investigación.

Agradezco a las dos personas que alimentan y dan sentido a mi vida, mi mamá y mi esposo, quienes además de tolerar los inclementes estados de ánimo que genera el estrés, me cedieron todo su tiempo y amor para la construcción de esta tesis.

Agradezco muy especialmente a Clara y Alejandro por su amistad que se vio reflejada en las discusiones que le dieron forma a esta tesis.

Finalmente, agradezco a todos mis amigos que supieron comprender por un largo tiempo que mi único tema de conversación fuera mi tesis.

Todo mi corazón lleno de amor para agradecerles.

Resumen

El presente trabajo analiza la relación entre los aspectos arquitectónicos y la gestión de los residuos sólidos domiciliarios en edificios residenciales. Fue estudiada la legislación colombiana vigente sobre la gestión de los residuos sólidos y las municipales (Medellín, Envigado y Girardota) sobre la construcción de edificios con el fin de identificar los requerimientos para la definición de áreas para la gestión de los RSD. Se estudió un edificio residencial ubicado en el Municipio de Medellín en el que se evidenció que el desconocimiento por parte de los constructores de la relación entre aspectos arquitectónicos y la gestión de RSD generan impactos ambientales negativos. Con el objeto de dar a conocer la importancia de la inclusión de aspectos arquitectónicos para la gestión eficiente de los RSD proponemos una guía que especifica lineamientos técnicos que evitarán intervenciones que busquen, posteriores a la inauguración del edificio, la readecuación y optimización del espacio disponible para los RSD y además, motiven una actitud proambiental en los futuros habitantes.

Palabras clave: Gestión de residuos sólidos domiciliarios, edificios residenciales, desarrollo sostenible, legislación ambiental, guía para diseño y construcción.

Abstract

This document analyzes the relation between architectural components and the management of domiciliary solid waste in residential buildings. With the purpose of identifying the area for RSD management and their requirements, the current Colombian and municipal legislations (Medellin, Envigado and Girardota) about waste residues management were studied. A residential building located in the municipality of Medellin was selected to demonstrate, how the lack of knowledge from construction companies about the relation between architectural aspects and RSD management, generates

negative environmental impacts. With the intent of demonstrate how important is to include architectural aspects for an efficient RSD. We propose specific guidelines that cover from, how to prevent future interventions after the building is occupied, to designate an optimal space for RSD and promote a pro-environmental mentality in the future residents.

Keywords: Domiciliary solid waste management, residential buildings, sustainable development, environmental legislation, design and construction guide.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de figuras.....	XIII
Lista de tablas	XIV
Introducción	1
1. Capítulo 1. La gestión de los residuos sólidos.....	7
1.1. El problema de los residuos en la historia	7
1.2. La Gestión de los Residuos Sólidos	10
1.3. Colombia y la Gestión de los residuos sólidos.....	23
2. Capítulo 2. Sostenibilidad ambiental y la construcción de edificios residenciales sostenibles.....	47
2.1. Desarrollo sostenible.....	47
2.2. La construcción sostenible.....	49
2.3. La inclusión de lo “verde” en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá	59
3. Capítulo 3. Legislación sobre residuos sólidos y construcción de edificios residenciales.	73
3.1. Legislación sobre residuos sólidos en Colombia	73
3.2. Legislación sobre el diseño y construcción de edificios residenciales.....	78
3.3. Análisis normativo	86
4. Capítulo 4. Problemas en la gestión de residuos sólidos en edificios residenciales: estudio de caso.....	91
4.1. Identificación de impactos ambientales de la gestión de los residuos sólidos domiciliarios	91
5. Capítulo 5. Aspectos arquitectónicos y la gestión eficaz de los residuos sólidos domiciliarios.	110
5.1. Guía para el diseño y construcción de aspectos arquitectónicos para la buena gestión de los residuos sólidos domiciliarios.	110
5.2. Beneficios de la guía.....	137
6. Conclusiones y recomendaciones.....	139
6.1. Conclusiones.....	139
6.2. Recomendaciones	142

XII ASPECTOS ARQUITECTÓNICOS PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS
SÓLIDOS EN EDIFICIOS RESIDENCIALES – Un paso a la sostenibilidad
urbana

A. Anexo: Legislación residuos sólidos en Colombia.....	143
Bibliografía	149

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1-1. Jerarquización de la Gestión de los residuos sólidos.....	14
Figura 1-2. Esquema general del sistema de gestión de residuos sólidos urbanos	15
Figura 1-4. Esquema para la elaboración del plan de manejo integral de residuos sólidos	43
Figura 2-1. Área licenciada aprobada para construcción (millones de metros cuadrados) 1986-2007 y enero-julio de 2007 y 2008.....	54
Figura 2-2. Ofertas inmobiliarias con alusiones a lo ecológico.	61
Figura 2-3. Ciclo de residuos en un edificio residencial sin aspectos arquitectónicos para la separación en la fuente.	66
Figura 2-4. Ciclo de residuos en edificio residencial con almacenamiento de residuos sólidos reciclables.	69
Figura 4-1. Reservas del Seminario.....	93
Figura 5-1. Gestión de residuos domiciliarios	113
Figura 5-2. área de residuos en las viviendas	121
Figura 5-3. Cuarto de basura	132
Figura 5-4. Ducto automatizado.....	135

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1-1. Composición de los residuos domésticos por estrato socioeconómico.....	20
Tabla 1-3. Obstáculos y limitaciones en el área de aseo urbano según el diagnóstico del PRONASU	25
Tabla 1-4. Producción per cápita por rangos de población 1995.	26
Tabla 1-5. Composición física de los residuos a nivel nacional.....	27
Tabla 1-6. Porcentaje de generación de residuos de acuerdo al estrato socioeconómico	34
Tabla 1-7. Composición de los residuos sólidos generados en el AMVA.....	36
Tabla 1-8. consolidado de la producción per cápita del valle de aburrá	38
Tabla 1-9. Producción per cápita del valle de aburrá por estrato socio económico	38
Tabla 1-10. Distancia total recorrida de los municipios del Valle de Aburrá hasta al PAP40	
Tabla 1-11. Emisiones vehiculares (t/año) de vehículos con combustible diesel por transporte de residuos sólidos desde diez municipios hasta el parque ambiental la pradera.....	41
Tabla 2-1. Área de viviendas licenciadas enero 2008 a enero 2010.	55
Tabla 2-2. Viviendas VIS y No VIS licenciadas entre enero de 2008 y enero de 2010. .	56
Tabla 3-1. Comparación Decreto 1140 vs Decreto 409 de 2007.....	86
Tabla 4-1. Porcentaje de generación de residuos en estrato cuatro.	97
Tabla 4-2. Caracterización de los residuos generados en el proyecto inmobiliario.....	98
Tabla 4-3. Tasa de obtención de residuos.....	99
Tabla 4-4. Proyección de la generación de residuos en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá	100
Tabla 4-5. Evaluación del cumplimiento de la legislación ambiental y de construcción .	106
Tabla 5-1. Áreas mínimas para la gestión de los residuos sólidos domiciliarios	112
Tabla 5-2. Producción per cápita (KG/HAB-DÍA) del Área Metropolitana del Valle de Aburrá por estrato socio económico.	116
Tabla 5-3. Peso específico para residuos sólidos domésticos no compactados.....	116
Tabla 5-4. Canecas en el mercado Colombiano.....	119
Tabla 5-5. Volumen para almacenamiento de residuos estrato 1. M ³ /HAB.....	122
Tabla 5-6. Volumen para almacenamiento de residuos estrato 2. M ³ /HAB.....	123
Tabla 5-7. Volumen para almacenamiento de residuos estrato 3. M ³ /HAB.....	123
Tabla 5-8. Volumen para almacenamiento de residuos estrato 4. M ³ /HAB.....	123
Tabla 5-9. Volumen para almacenamiento de residuos estrato 5. M ³ /HAB.....	124
Tabla 5-10. Volumen para almacenamiento de residuos estrato 6. M ³ /HAB.....	124

Tabla 5-11. Volumen de residuos no compostables para 4 días de almacenamiento. M ³ /HAB.....	127
Tabla 5-12. Canecas en el mercado colombiano.....	128
Tabla 5-13. Volumen requerido para residuos reciclables por habitante (M ³ /HAB*DÍA)	130
Tabla 5-14. Altura de apilamiento recomendada para residuos reciclables	131
Tabla 5-15. Producción de residuos orgánicos por estrato socio económico (KG/HAB*DÍA).....	133

Introducción

En varias ciudades capitales del país se han realizado distintas medidas de tipo técnico, político y educativo con el fin de minimizar el impacto negativo que genera en el medio ambiente la generación de residuos sólidos domiciliarios (RSD). Sin embargo, esas acciones se han ejecutado de una manera muy lenta y han mostrado tímidos avances en la buena gestión de los RSD. Las causas parecen ser las mismas que se presentan en cualquier parte del mundo, el aumento acelerado de la población urbana, el desarrollo económico y la innovación tecnológica que motiva el consumo de nuevos productos. Pero, hay otras causas, a saber, el alto costo que implica una recolección selectiva de residuos reciclables a nivel urbano. Actividad que tradicionalmente han desempeñado personas de bajos recursos económicos dedicadas al reciclaje de manera informal con largas jornadas de trabajo, sin ningún tipo de seguridad social, contrato laboral fijo o conocimiento sanitario y técnico sobre cómo disponer los residuos adecuadamente agravando aún más los problemas ambientales toda vez que abandonan en lugares no permitidos como quebradas y calles los residuos no comercializables.

Sumado a la dificultad de recolección selectiva de residuos sólidos reciclables, persiste la falta de conciencia ambiental en los ciudadanos debido a la coexistencia de dos factores: el primero, tiene que ver con la falta de una educación dirigida de forma constante a la formación de una ciudadanía responsable con el medio ambiente. El segundo, tiene que ver con las restricciones que desmotivan e impiden a los ciudadanos poner en práctica o formar efectivamente una conducta orientada a la buena gestión de los residuos sólidos, especialmente la doméstica.

La investigación giró en torno a este último aspecto. En la actualidad son inexistentes guías que señalen especificaciones arquitectónicas para determinar el diseño de áreas en los edificios residenciales dedicadas a la gestión de sus residuos sólidos. Estas especificaciones pueden, en primer lugar, motivar en los habitantes una buena separación en la fuente de sus residuos sólidos domésticos; en segundo lugar, hacer más ágil y eficaz la gestión de los RSD, esto es, disminuir la cantidad de residuos que van al relleno sanitario y que se le entregan a la empresa de aseo, disminuir los costos

del servicio, facilitar y hacer más segura la prerrecogida y la recogida interna, así como también aumentar ostensiblemente la cantidad de material reciclado recuperado y hacer más digno, ágil y seguro el trabajo de los recuperadores.

El objetivo de la investigación es establecer lineamientos técnicos, expuestos en una guía para la construcción de edificios residenciales, que permitan el adecuado diseño y construcción de espacios y estructuras arquitectónicas que promuevan la adecuada gestión de los RSD en el Área Metropolitana del Valle del Aburrá.

Se partió de un problema, a saber, la implementación de los Planes de Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS) en las urbanizaciones bajo la norma 526 de 2004 y que se aplicó en el Área Metropolitana entre el 2004 y 2007. Dicha implementación, en algunas urbanizaciones, puso en evidencia la falta de espacios adecuados para la puesta en marcha de esa reglamentación, lo cual implicó que muchas urbanizaciones reconstruyeran y reorganizaran los espacios tendientes a la gestión adecuada de los RSD trayendo consigo gastos elevados e intentos infructuosos por cambiar los hábitos de los habitantes, y aunque en otras urbanizaciones las reformas fueron mínimas o inexistentes, en muchas no se implementaron ninguna de las medidas contempladas en la normatividad por carecer de obligatoriedad y que, posteriormente, fue derogada en el año de 2007 por medio de la Resolución Metropolitana 879. Lo cierto es que se siguen construyendo una gran cantidad de edificios residenciales que, a pesar de ser promocionados como “ecológicos” y por poseer grandes zonas de esparcimiento y recreación en un ambiente lleno de vegetación, desconocen lo importante que es la definición de áreas que permitan una ágil, eficaz, y económica gestión de los RSD.

El objetivo se fundamenta en dos premisas: La primera viene de Ma. Gabriela Luna¹, quien señala, en su trabajo de tesis doctoral intitulado Factores involucrados en el manejo de la basura doméstica por parte del ciudadano, que la forma de abordar el problema del manejo de las basuras por parte del ciudadano exige una aproximación técnica y conductual en la medida en que se tienen que tener en cuenta cuatro aspectos que explican el comportamiento humano, los conocimientos tradicionales (lo racional), los modelos socialmente aceptados (emocional), las redes de información existentes

¹ LUNA LARA, María Gabriela. Factores involucrados en el manejo de la basura doméstica por parte del ciudadano. Tesis Doctoral en Influència Social: Relacions, Processos i Efectes. Universitat de Barcelona. Departamento de Psicología Social, 2003. 314p.

(influencia social) y la intervención en el mejoramiento del diseño de espacios (esfera funcional).

Otra autora, Carmen Tanner, nos indica lo siguiente:

*Se puede dificultar la aparición de una conducta proambiental si operan restricciones en el entorno, que lo hagan poco factible, o imposible de emerger. De manera contraria, para que una conducta ecológicamente responsable se manifieste, es necesario que las acciones que lo constituyen sean objetivamente posibles y que el sujeto cuente con las opciones para elegir entre diferentes actuaciones en su interacción con el medio*²

La falta de canecas, por ejemplo, o de espacios adecuados de almacenamiento para los residuos genera dificultades, y en muchos casos llega a impedir, que los ciudadanos hagan efectiva su decisión de separarlos correctamente. En esa medida, las capacitaciones y otras medidas pedagógicas que buscan los cambios en los hábitos de los habitantes en relación con la formación de una responsabilidad hacia la generación y disposición de residuos no producen resultados satisfactorios.

Ahora bien, la segunda premisa, bajo la cual se proponen lineamientos técnicos para el diseño de espacios y estructuras para la gestión de los residuos sólidos, se apoya en lo planteado por Darío de Andrade Prata, en su artículo Aspectos arquitetônicos e gestão de resíduos sólidos em edifícios comerciais, visto sob a análise multicritério. Andrade³, señala que las dificultades en la gestión de los residuos sólidos en edificios comerciales se presenta como consecuencia de criterios no debidamente considerados en la fase de concepción del proyecto, como por ejemplo: la falta de elevadores de servicios, falta de espacios para el preprocesamiento y almacenamiento adecuados, rampas con inclinaciones no planificadas para estas actividades, así como también localización de áreas que no contribuyen a la simplificación de la gestión de los residuos sólidos.

² TANNER, Carmen. Constraints on environmental behaviour. En: Journal of Environmental Psychology. 1999. No 19, p. 146. [online] <URL: <http://www.psychologie.uzh.ch/institut/angehoerige/dozierende/rink/Tanner1999.pdf>>

³ ANDRADE PRATA FILHO, Dario de; SANTOS VIVAS SALES, Daniele dos y CORREIRA BAPTISTA SOARES DE MELLO, João Carlos. Aspectos arquitetônicos e gestão de resíduos Sólidos em edifícios comerciais, visto sob a análise multicritério. En: Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (6: 1-5, septiembre, 2002: Vitoria, España). Memórias. Brasil: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002.

Este autor expone en su artículo el resultado de un análisis en el que estudia una muestra constituida por dos edificios comerciales localizados en la ciudad de Río de Janeiro. En el primer edificio, por ejemplo, llamado RB1, el autor llama la atención sobre el inadecuado diseño de los ductos de basura, lo cual disminuye significativamente la operación de un compactador estacionario presente en el edificio. En el segundo edificio, Centro Empresarial Mourisco, el autor expone la dificultad que genera la existencia de un solo elevador, utilizado tanto para servicios generales, como para servicios sociales y que llega hasta el sótano, sitio de almacenamiento de los residuos. Este aspecto genera dificultades en el transporte interno de los residuos que serán almacenados en el sótano. Andrade, señala a manera de conclusión que existe una necesidad de que usuarios y constructores intercambien información que permita la definición de un programa de necesidades capaz de prever los requisitos mínimos necesarios para la buena gestión de los residuos sólidos en una unidad comercial. Esto disminuiría considerablemente los costos de reformas en las fases de ejecución y minimiza las intervenciones posteriores por cuenta de readecuaciones y optimización del espacio disponible.

Se tiene, crecimiento de la población, crecimiento del consumo, crecimiento en la construcción de edificios residenciales cada vez más pequeños, aunque aparentemente cada vez más “ecológicos”, lo cual contrasta con la escasez de grandes áreas para la construcción de viviendas unifamiliares o bifamiliares, la disminución de la vida útil de los rellenos sanitarios y la cada vez más difícil construcción de nuevos rellenos. Tal vez puede haber más conciencia ambiental en los ciudadanos, pero si no hay espacios y estructuras que motiven y hagan más fácil la puesta en práctica de acciones concretas como la separación de residuos en la fuente, la cantidad de residuos que van a los rellenos sanitarios seguirán siendo altas, ejemplo de ello son las 1152,86 toneladas de basura que se producen diariamente en Medellín⁴.

El trabajo propone la puesta en marcha de medidas de tipo técnico, pues formulará una guía para la definición de áreas y el diseño de estructuras para la gestión de los RSD que se tengan en cuenta a la hora de diseñar y construir edificios residenciales. Sin embargo,

⁴ ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ, AINSO y UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. Formulación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Regional de Valle de Aburrá – PGIRS-R-. Proyección de generación y gestión de residuos sólidos con dinámica de sistemas. AMVA. 2006. p. 38.

esta medida técnica tiene un impacto necesario en lo educativo y, claro está, tiene una estrecha relación con lo político, en la medida en que la necesidad de declararla de obligatorio cumplimiento obedece al reconocimiento de las autoridades de tomar muchas más medidas para disminuir al máximo la generación de RSD que van a los rellenos sanitarios.

Definido el problema, objetivo y los alcances del trabajo se describe brevemente el contenido de los pasos que componen esta investigación:

El primer capítulo presenta las distintas formas de cómo la sociedad en general, y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá en particular, han tratado el tema de los residuos sólidos domiciliarios, los planteamientos teóricos, valoraciones y jerarquizaciones que fundamentan la gestión de los RSD, las cifras de generación de residuos según el estrato socioeconómico, la legislación nacional y local, los impactos a raíz de la generación de los residuos sólidos domésticos. Esto nos permite evidenciar que establecer criterios técnicos para el diseño de espacios y estructuras arquitectónicas para la gestión eficiente de los residuos sólidos domiciliarios, es un tema por explorar.

En el segundo capítulo, el lector encontrará una exposición sobre el concepto de desarrollo sostenible, un análisis crítico sobre la implementación de lineamientos de construcción sostenible y las certificaciones en estos como LEED. Este capítulo presenta los hallazgos sobre la gestión de los residuos sólidos domiciliarios en visitas realizadas a cuatro edificios residenciales ubicados en el Área Metropolitana del Valle Aburrá.

En el tercer capítulo, se plantea una comparación de la legislación ambiental, en cuanto al manejo de los residuos sólidos domiciliarios, y de la legislación sobre el diseño y construcción de edificios residenciales. En este ejercicio de comparación se encontrarán algunos aspectos que podrán potencializarse y completarse con la propuesta central de la tesis.

En el capítulo cuarto, fue estudiada una muestra constituida por una unidad residencial ubicada en el municipio de Medellín, en estrato cuatro. El análisis de este se hizo tomando como base la Guía para el manejo integral de los residuos sólidos en el Valle de Aburrá, la legislación ambiental aplicable (Decreto 1140 de 2003) y las normas vigentes de construcción para el Municipio (Decreto 409 de 2007). Este análisis permitió evidenciar cómo el diseño de un edificio residencial puede condicionar la actitud proambiental del habitante y potenciar los impactos ambientales negativos de una gestión de residuos sólidos ineficiente.

1. Capítulo 1. La gestión de los residuos sólidos

Este capítulo ilustra de forma concisa cómo la sociedad ha abordado el tema de la gestión de los residuos sólidos. Se mostrarán los distintos planteamientos teóricos que se han establecido sobre el tema y finalmente cómo estos conceptos han sido establecidos en Colombia y, particularmente, en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Esta forma de abordar el tema nos brindará herramientas para establecer y evaluar la inclusión de estructuras arquitectónicas en edificios residenciales que sirvan para el manejo de residuos como una nueva forma de ver la gestión de residuos sólidos domiciliarios y que aún no ha sido planteado como alternativa.

1.1. El problema de los residuos en la historia

El manejo poco eficiente, en la mayoría de los casos, de los residuos sólidos domiciliarios y los impactos negativos que esto genera, ha hecho que se planteen soluciones desde muchas disciplinas como la ingeniería civil y la arquitectura. Sin embargo, éste sigue 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 permitan minimizar los impactos negativos sea complejo. Aunque el objeto de la tesis no es hacer un recuento histórico sobre los residuos sólidos y su gestión, es importante hacer una pequeña síntesis en este tema ya que nos permitirá vislumbrar desde qué momento el manejo de los residuos sólidos es un problema ambiental y cómo ha sido abordada su gestión a través de la historia.

La generación de los residuos sólidos ha sido un proceso innato a través de la historia del hombre. Desde el inicio de los tiempos, los hombres generaban residuos producto de sus actividades de supervivencia. Sin embargo, estos residuos no eran un problema

ambiental para la época, ya que el medio ambiente podía incorporarlos en sus ciclos y transformarlos de una forma eficiente.

El primer indicio del problema de los residuos se relaciona con el aumento de la población en pequeñas ciudades, las cuales eran carentes de infraestructura para su recolección y eliminación. En la Edad Media, los restos de alimentos, los excrementos y todo tipo de residuos eran evacuados de forma incontrolada en las calles, lo que llevó a una proliferación de ratas, que trajo como consecuencia la Peste Bubónica. Esta peste fue tal vez el primer asomo un tanto precario de que los residuos generados por el hombre debían contar con un manejo adecuado para su evacuación. Sin embargo, para este entonces las autoridades centraron sus esfuerzos únicamente en curar la peste y no en reconocer las causas de la epidemia. Aún así se evidenció la necesidad de prácticas que mitigaran la proliferación de vectores sanitarios.

Solamente hasta finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX comenzó el desarrollo de ordenanzas públicas para reorganizar el espacio urbano en las ciudades con prácticas higienistas que garantizarían de una u otra forma un ambiente que disminuyera la proliferación de enfermedades en las ciudades, poniendo así a las primeras tendencias ambientales en relación directa con la salud humana.

Por otro lado, la revolución industrial trajo consigo una explosión demográfica que permitió evidenciar un aumento acelerado en la generación de residuos y una necesidad en el control de su recolección y evacuación. Aún así, los residuos sólidos para este momento no eran considerados un problema ambiental, ya que su traslado fuera de las ciudades permitía un mayor control de la proliferación de enfermedades por vectores que era realmente la preocupación en el momento.

Solamente en la segunda mitad del siglo XX, los residuos sólidos comienzan a verse como un problema ambiental y es en este punto donde el aumento en la generación de residuos y el cambio en sus características generan inquietudes sobre los impactos ambientales que causan las prácticas ineficientes en su manejo.

Para esta época comienzan a presentarse hechos que evidenciaban el problema que generaba la inadecuada gestión de los residuos sólidos. En 1987, por ejemplo, partió una barcaza de basura de Islip, Long Island, y navegó durante seis meses buscando un

puerto que le aceptara la entrada de 3186 toneladas de basura comercial, este hecho unido al del carguero Khiam Sea, que partió del Caribe con 15000 toneladas de cenizas tóxicas y que navegó hasta el sudeste de Asia en busca de puerto, y tras un viaje de dos años depositó su cargamento en un lugar desconocido, propiciaron la aparición del síndrome NIMBY (Not In My Back Yard). Este síndrome se extendió en la sociedad americana, generando problemas a las administraciones para la instalación de rellenos sanitarios o plantas de tratamiento de residuos.⁵

La aparición de estas situaciones refleja el inicio de un problema de gestión, ya que ésta se había limitado hasta este entonces a la simple eliminación de los residuos. Comienza pues el planteamiento de estrategias que permitieran manejar de una forma técnica, económica y ambientalmente viable el tema de la gestión de los residuos sólidos.

Es así, como en 1992 en la conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, llevada a cabo en Río de Janeiro, Brasil se aborda de una forma más concreta el tema de los residuos sólidos. De esta reunión se determina la Agenda 21, la cual en su capítulo 21, establece que la gestión de los residuos sólidos debe ir más allá de su simple eliminación o aprovechamiento, debe procurarse por el planteamiento de una gestión integral que permita el cambio en las pautas no sostenibles de producción y consumo. En consecuencia con esto, se determinaron cuatro áreas principales de programas relacionados con los residuos sólidos, a saber:

1. Reducción de la generación de residuos sólidos: según la CNUMAD, 1992. La tendencia en la generación de los residuos sólidos podría cuadruplicarse o quintuplicarse para el año 2025, por lo que se hace necesario un enfoque preventivo que busque la transformación de los estilos de vida y las modalidades de producción y de consumo.
2. Aumento del reciclaje y reutilización, siempre y cuando sean ambientalmente viables. La agenda 21 establece que las prácticas que actualmente se emplean para la eliminación de los residuos, son ambientalmente inseguras y de altos

⁵ ALONSO, Alonso Carlos; NIETO MARTÍNEZ, Elena y OLÍAS MORENA, Jesús de la. Manual para la Gestión de los Residuos Urbanos. Madrid:La Ley-Actualidad S.A, 2003. p.39.

costos y, entre muchos aspectos, establece la necesidad de generar incentivos para fomentar la recolección selectiva de los residuos domésticos.

3. Eliminación y tratamiento de residuos ambientalmente seguros: aún con la minimización en la generación de residuos, su reciclaje y reutilización queda una parte de ellos que necesita una eliminación y tratamiento adecuado, la cual deberá estar regida por normas estrictas en cuanto a la protección del medio ambiente. Además de esto, la agenda 21 establece de forma explícita la necesidad de crear programas para aumentar al máximo la separación en la fuente.
4. Ampliación del alcance de los servicios de los residuos sólidos. En este sentido la CNUMAD, 1992 señala que no menos de 5,2 millones de personas, entre ellas 4 millones de niños menores de 5 años, mueren cada año a causa de enfermedades relacionadas con los residuos. En este programa se resalta la importancia de encontrar soluciones para los sistemas de recolección y almacenamiento adecuado de los residuos sólidos domésticos.

La agenda 21 se convirtió en el principal derrotero en cuanto a una adecuada gestión de los residuos sólidos se refiere, sus programas tienen un amplio compromiso con lo que podríamos denominar una gestión integral de los residuos sólidos. La inclusión de aspectos arquitectónicos en las construcciones residenciales que permitan un adecuado manejo de los residuos sólidos domiciliarios está enmarcada dentro de las áreas tres y cuatro establecidas por la agenda 21. Las nuevas estructuras diseñadas para los edificios residenciales buscarán el aumento del reciclaje, la reutilización, la eliminación y el tratamiento de los residuos de una forma segura permitiendo así la mitigación de una forma significativa de los impactos ambientales y económicos que genera la actual gestión de los residuos sólidos domiciliarios.

1.2. La Gestión de los Residuos Sólidos

La gestión integral de los residuos sólidos implica diferentes acciones, que van desde la educación ambiental, la legislación o las políticas gubernamentales, hasta el estudio de los hábitos de consumo de los ciudadanos. Es evidente la necesidad de que todos estos

elementos confluyan para determinar la buena gestión de los residuos sólidos domiciliarios y, aunque se han hecho esfuerzos para conseguirlo no han sido suficientes. Plantear una guía para el diseño de estructuras y adecuaciones que permitan el manejo adecuado de los residuos sólidos domiciliarios busca sumar esfuerzo que se han hecho, en muchos casos, de forma independiente.

En este apartado del capítulo se muestra cómo históricamente se ha definido la gestión de los residuos sólidos, lo que nos permitirá vislumbrar que el objeto de la tesis es un campo que aunque tal vez ha sido mencionado de forma tangencial, no ha sido desarrollado de tal manera que pueda abrir un campo nuevo en la exploración de soluciones para la gestión de los residuos sólidos.

Como se mencionó anteriormente, la agenda 21, estableció claramente los derroteros que deberían ser tomados en cuenta para la gestión integral y adecuada de los residuos sólidos, priorizando de esta forma la implementación de las 3R: Reducir, Reciclar y Reutilizar.

Por su parte, la Environmental Protection Agency (EPA) estableció tres jerarquías de actuación para la gestión de los residuos sólidos, de la siguiente forma: reducción en el origen, reciclaje e incineración y vertido. Dejando así un camino de actuación para la gestión de los residuos sólidos bien definido.

Antes de entrar a este camino de actuación planteado claramente en la Agenda 21 y por la EPA, es importante explorar un poco el término “Gestión Integral de residuos sólidos”. Cuando hablamos de gestión integral de residuos sólidos, nos referimos a las actividades, programas y acciones que permiten un manejo adecuado de los mismos, evaluado esto desde un criterio técnico, ambiental social y económico. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) ⁶, en su informe realizado en el año 2005 sobre la gestión de los residuos sólidos en América Latina y el Caribe, retoma la definición expuesta en la *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de México* (2003). En esta ley se define la gestión integrada de los residuos sólidos como un conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de

⁶ ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Informe de la Evaluación regional de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y El Caribe. Washington D.C: OPS; 2005. p. 41.

planeamiento, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación para la administración de los residuos, desde su generación hasta su disposición final, a fin de obtener beneficios ambientales, optimización económica de su administración y aceptación social, respondiendo a necesidades y circunstancias de cada localidad y región.

André y Cerdá⁷ establecen que “la combinación de diferentes métodos, contemplada conjuntamente y ordenada jerárquicamente, se suele denominar gestión integral de los residuos sólidos urbanos” y la dividen en cuatro fases diferenciadas así: pre-recogida, recogida, transporte y tratamiento. La fase de pre-recogida tiene que ver con la generación, manipulación, almacenamiento, separación en la fuente y presentación de los residuos para su recolección. Podríamos mencionar que esta fase involucra directamente al agente generador. El correcto funcionamiento de esta fase determina el comportamiento de las otras. La fase de recogida y transporte es de mayor inversión y planificación, en la cual se puede ver claramente la responsabilidad de los entes gubernamentales y, finalmente la fase de tratamiento que incluye los proyectos y actividades que permitan una eliminación o aprovechamiento de los materiales contenidos en los residuos. Las técnicas más utilizadas para esta fase son la incineración y rellenos sanitarios, ésta última empleada ampliamente en países en vía de desarrollo.

Brown⁸, estableció tres principios para alcanzar la gestión integral de los residuos sólidos urbanos: 1. La coordinación entre los aspectos funcionales de la reducción en la fuente, la segregación, recolección, distribución y disposición final; 2. La coordinación en el espacio y tiempo de las actividades de manejo de residuos sólidos y 3. El trabajo conjunto entre las instituciones gubernamentales y las privadas bajo unos mismos objetivos y políticas para el manejo de residuos con el sentido de recuperación de

⁷ ANDRÉ, Francisco J. y CERDÁ, Emilio. Gestión de Residuos Sólidos Urbanos: análisis económico y políticas públicas. En: Cuadernos Económicos de ICE. Junio, 2006, no. 71., p.77.

⁸ BROWN, Lester R. State of the World, citado por ASOCIACIÓN INTERAMERICANA DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL-AIDIS- y CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO – IDRC-. Directrices para la Gestión Integrada y sostenible de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe. Sao Pablo, Brasil: AIDIS, 2005.p. 18.

materia y energía, ésta última permitiendo la incorporación de una cuarta R, dentro de las ya formuladas en la agenda 21 (Reducir, Reciclar, Reutilizar, Recuperar).

En el 2005, la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS) planteó las directrices para la gestión integrada de los residuos sólidos. Establece que la gestión de los residuos es un concepto en construcción e interdisciplinario el cual podría plantearse a través de tres niveles estrechamente relacionados, así:

- El primer nivel se refiere a la administración, generación, acondicionamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final con recuperación energética, de reciclables o biomasa.
- El segundo nivel en que la administración pública debe buscar la articulación de los diferentes sectores relacionados con el manejo adecuado de los residuos tanto a nivel local como regional.
- El tercero y último nivel donde el poder público involucre al gobierno, sector privado y a la sociedad en el planteamiento de estrategias para el manejo adecuado de los residuos sólidos.

Estos tres niveles permitirán según la AIDIS el establecimiento de estrategias articuladas que permitan incluir el concepto de sostenibilidad en lo social, ambiental, económico y de salud para manejo integral de los residuos sólidos⁹.

En Colombia, a través de la Política Nacional de los residuos sólidos se retoman aspectos que han sido establecidos en el ámbito internacional, como el establecimiento de varias etapas jerárquicamente definidas para un manejo integral de los residuos sólidos, reducción en el origen, aprovechamiento y valorización, tratamiento y transformación y disposición final controlada. Además de esto, se presenta como prioritario la cultura de la “no basura”, señalando que la reducción en el porcentaje de generación de los residuos sólidos es directamente proporcional a la reducción de los

⁹ ASOCIACIÓN INTERAMERICANA DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL-AIDIS- y CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO – IDRC-. Directrices para la Gestión Integrada y sostenible de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe. Sao Pablo, Brasil: AIDIS, 2005.p. 16.

esfuerzos en su gestión. Un kilogramo menos de residuo que se genere, es un kilogramo menos de residuos que se deben almacenar, transportar, disponer o tratar.

La conceptualización de la gestión integral de los residuos sólidos ha sido ampliamente abordada a nivel nacional e internacional, dejando explícito que la gestión requiere acciones desde diferentes ámbitos buscando establecer en los programas planteados como solución, actividades que reduzcan la generación de residuos sólidos, promuevan el reciclaje, aprovechamiento, valorización y reutilización de los residuos y finalmente la disposición y/o tratamiento en condiciones ambientalmente viables.

Si se plantea gráficamente la jerarquización de los programas que se han establecido como prioritarios para una adecuada gestión de los residuos sólidos, tendríamos lo siguiente:

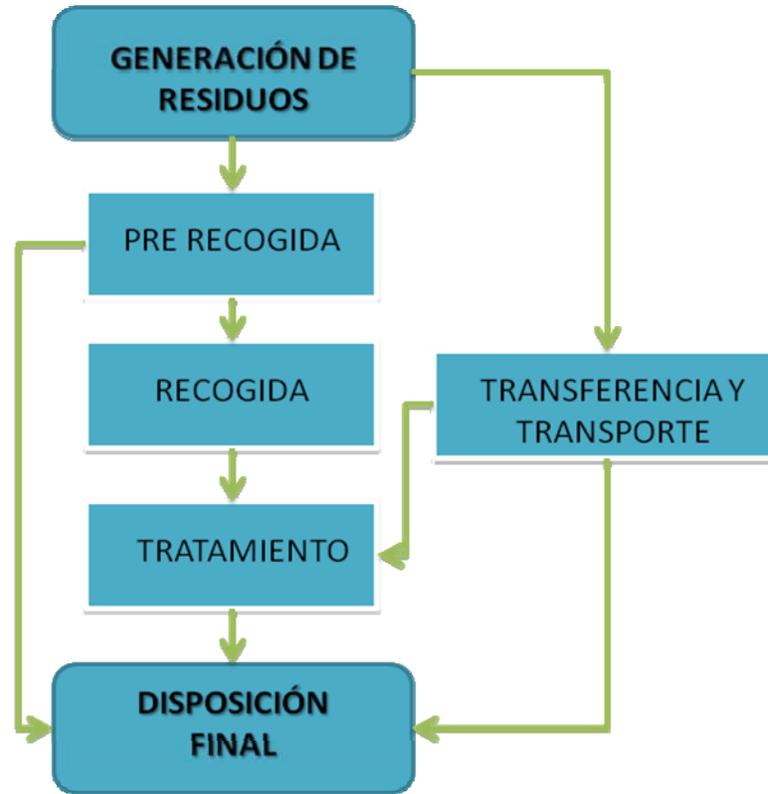
Figura 1-1. Jerarquización de la Gestión de los residuos sólidos.



Fuente: Elaboración propia

Esta jerarquización muestra de forma muy explícita que las soluciones al manejo de los residuos sólidos deben hacer un gran esfuerzo en la reducción de la generación de los residuos, en el reciclaje y reutilización de tal forma que estas acciones repercutan en la cantidad de residuos que finalmente son dispuestos en un relleno sanitario.

Complementario a esta pirámide de jerarquización de programas para la gestión de los residuos, a continuación se esboza uno de los esquemas clásicos del sistema de gestión para los residuos sólidos planteado por Antonio Gallardo Izquierdo en el año 2001.

Figura 1-2. Esquema general del sistema de gestión de residuos sólidos urbanos

Fuente: Tratamiento y Gestión de Residuos Sólidos ¹⁰

Este esquema permite ver cómo las diferentes fases de la gestión de los residuos sólidos están estrechamente relacionadas, lo que implica una relación secuencial entre los programas que se plantean en las distintas fases. Los aspectos arquitectónicos en los edificios residenciales se relacionan estrechamente con la fase de reciclaje y reutilización ubicada en la etapa de pre recogida, grandes esfuerzos en las etapas iniciales traerán importantes cambios ambientales, técnicos y económicos en la gestión de los residuos.

Colomer y Gallardo, exponen que los elementos o subsistemas de gestión son todas aquellas actividades asociadas a la gestión. Las cuales como se mostró en la Figura 1-1

¹⁰ COLOMER MENDOZA, Francisco José y GALLARDO IZQUIERDO, Antonio. Tratamiento y Gestión de Residuos Sólidos. México: Limusa, 2007. p. 123.

Figura 1-2, se pueden dividir en seis elementos funcionales así:

Generación de residuos: en esta etapa se conoce el problema de la gestión según las cantidades generadas, la composición, las variaciones temporales, etc. Con estos datos se podrá afrontar el diseño de las etapas posteriores.

Prerrecojida: supone las actividades de separación, almacenamiento y procesamiento en origen hasta que los residuos son depositados en el punto de recojida. Es la gestión realizada por el generador de residuos y es importante a la hora de establecer unas mínimas condiciones de facilidad en la recojida y condiciones higiénico-sanitarias.

Recojida: comprende las labores de carga y transporte de los residuos desde las áreas de aportación hasta la estación de transferencia, vertedero o lugar de tratamiento.

Transferencia y transporte: es la actividad por medio de la cual los residuos se alejan de la zona de generación. Comprende en la transferencia desde la zona de recojida hasta la estación de transferencia donde se trasladan a otro camión de mayor capacidad que realiza el transporte, normalmente más largo, hasta el lugar de tratamiento o eliminación.

Tratamiento: comprende los procesos de separación, procesado y transformación de los residuos. La separación y procesado de los residuos se realiza en instalaciones de recuperación de materiales, donde los residuos llegan en masa o separados en el origen. Allí pasan por una serie de procesos: separación de voluminosos, separación manual de componentes, separación mecánica y empaquetado, obteniéndose una corriente de productos destinada al mercado de subproductos y otra de rechazo destinado al vertido o tratamiento térmico. Los procesos de transformación se emplean para reducir el volumen y el peso de los residuos y para obtener productos y energía. Los más empleados son el compostaje, la incineración, la pirolisis o la gasificación.

Disposición final: es el destino final de los residuos o rechazos de instalaciones de transformación y procesado, normalmente vertederos controlados¹¹.

Como se ha visto hasta el momento, la gestión de los residuos responde a la necesidad de organización de cada una de las actividades involucradas en su manejo, planteando para cada etapa acciones que disminuyan los impactos ambientales generados en el medio ambiente y en la salud humana. Ahora bien, esta gestión como la hemos planteado hasta el momento, no ha establecido diferenciación para los diferentes tipos de residuos, esto porque el principio general de la gestión es el mismo. Sin embargo, es importante aclarar que la clasificación de los residuos genera en los sistemas de gestión acciones particulares que en muchas ocasiones se convierten en el éxito de la gestión. Por esta razón es importante aclarar a continuación qué tipo de residuos serán gestionados con la propuesta planteada en esta tesis.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) son, según Alonso¹², los producidos por cualquier actividad en los núcleos de población o en su zona de influencia; esto implica que los residuos urbanos son algo más que los residuos generados en el ámbito domiciliario. Alonso, agrupa los residuos sólidos urbanos de acuerdo a su origen específico de la siguiente forma:

- Residuos Domiciliarios: son aquellos residuos producto de las distintas actividades en comunidad. Estos residuos se presentan en dimensiones manejables y generalmente en recipientes adecuados (bolsas, contenedores, etc). En esta categoría también se encuentran los residuos voluminosos, que son materiales de desecho de origen doméstico que por su forma, tamaño, volumen o peso deben tener un tratamiento especial, tales como: colchones, electrodomésticos, muebles, etc.
- Residuos Comerciales: son aquellos residuos generados en los establecimientos comerciales como: papelerías, librerías, ferreterías, almacenes de telas, graneros, plazas de mercado, parqueaderos, etc.

¹¹ Ibid.,pp 123 y 124.

¹² ALONSO. Op. cit., p. 55.

- Residuos procedentes de limpieza varia y mantenimiento de zonas verdes: en este tipo de residuos están los de origen vegetal, animal (deyecciones, animales muertos) y mineral (polvo, tierra, cenizas).
- Residuos en vía pública: en esta clasificación se destacan los vehículos abandonados en vía pública y todos los residuos producto de ellos como: neumáticos, aceites, gasolinas, baterías, etc.
- Residuos Sanitarios: son los derivados de las actividades sanitarias realizadas en hospitales, clínicas, laboratorios, etc. Se caracterizan principalmente por la presencia de gérmenes patógenos y enfermedades y deben ser gestionados como un residuo especial¹³.
- Residuos de las construcciones y demoliciones: estos residuos se generan en las actividades de construcción, remodelación, arreglos de viviendas individuales, edificios comerciales, calles y otras estructuras. Su composición es muy variable.
- Residuos Industriales: son los generados en las actividades industriales ubicadas dentro de los núcleos de la población, en estos se encuentran los generados en canteras, constructoras, cementeras, etc.

De acuerdo a esta clasificación que está en consenso con otras planteadas por diferentes autores, podemos determinar que los residuos objeto de esta tesis, son los residuos sólidos urbanos que se generan en el ámbito domiciliario a los que denominaremos Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD). Estos residuos, según Abu Qdais, et al¹⁴ presentan una relación directa entre el consumo per cápita y el nivel de ingreso, lo que nos determina una variación en la gestión de los RSD según el estrato socioeconómico. En México, por ejemplo, se han realizado varios estudios de caracterización de los RSD y se ha establecido que la producción per cápita tiene una

¹³ En Colombia, este tipo de residuos es considerado residuos peligroso. Los residuos especiales se definen como aquellos que por su volumen, peso y forma deben ser gestionados de una forma especial.

¹⁴ ABU QDAIS, H.A; HAMODA, M.F y NEWHAM, J. Analysis of Residential Solid Waste At Generation Sites. En: Waste Management & Research. Agosto, 1997, vol. 15, no. 4., p. 395-405.

estrecha relación con el nivel socio económico. Estrato bajo 0,599kg/hab-día, estrato medio: 0,697kg/hab-día y estrato alto: 0,732kg/hab-día¹⁵.

Tchobanoglous¹⁶ plantea que los principales tipos de residuos que se generan dentro de los RSD son: restos de comida, papel y cartón, plásticos, textiles, cuero, madera, vidrio, latas, metales férricos y no férricos, muebles, electrodomésticos, colchones, medicamentos caducados, aceites, pilas, baterías, productos de limpieza, residuos de jardinería. En la Tabla 1-1 se muestra el resultado de un análisis realizado en la ciudad de Mexicalí B.C., México, sobre la composición de los residuos domésticos por estrato socioeconómico.

¹⁵ GÓMEZ, G; MENESES, M; BALLINAS, L y CASTELLS, F. Characterization of urban solid waste in Chihuahua, Mexico. *En: Waste Management*. Diciembre, 2008. no. 12,. p. 65-71.

¹⁶ TCHOBANOGOUS, George; THEISEN, Hilary y VIGIL, Samuel. *Gestión Integral de residuos sólidos*. Vol I. España: McGraw Hill/ Interamericana de España, S.A, 1998. p. 47.

Tabla 1-1. Composición de los residuos domésticos por estrato socioeconómico.

Composición	Estrato Socioeconómico					
	Alto		Medio		Bajo	
	Peso en g	%	Peso en g	%	Peso en g	%
Orgánicos						
Desechos de comida	360309,43	44,37	610688,25	36,64	310417,09	46,79
Residuos de Jardín	170125,16	20,95	360408,88	21,62	78248,67	11,79
Excrementos de animal	2985,77	0,37	20479,37	1,23	6330,80	0,95
Madera	7169,70	0,88	13903,66	0,83	2294,91	0,35
Telas	5909,41	0,73	72878,78	4,37	69625,92	10,49
Papel y Cartón						
Periódico	63578,08	7,83	42737,21	2,56	8454,95	1,27
Empaque	1430,33	0,18	2861,47	0,17	1555,94	0,23
Revistas	9287,13	1,14	14933,85	0,90	2770,26	0,42
De oficina	6286,49	0,77	7077,26	0,42	3004,13	0,45
Papel diverso	24267,61	2,99	28429,29	1,71	11005,70	1,66
Inorgánicos						
Papel celofán	13,26	0,00	87,20	0,01	7,83	0,00
Papel plastificado	446,69	0,06	53,67	0,00	0,00	0,00
Papel encerado	476,06	0,06	563,35	0,03	117,15	0,02
Bolsas de plástico	10343,65	1,27	26155,61	1,57	10074,28	1,52
Plástico diverso	20960,13	2,58	33030,72	1,98	13669,50	2,06
Vidrio diverso	6089,36	0,75	9743,13	0,58	2193,30	0,33
Aluminio diverso	512,47	0,06	1016,60	0,06	216,90	0,03
Cobre	0,00	0,00	1,42	0,00	0,00	0,00
Metal diverso	5126,11	0,63	12029,93	0,72	2992,08	0,45

Desechos sanitarios	64879,90	7,99	174765,49	10,48	64309,88	9,69
Pañales	13330,96	1,64	82271,87	4,94	34930,21	5,26
Foam	11624,08	1,43	10049,78	0,60	9984,95	1,50
Papel Aluminio	1652,55	0,20	1594,63	0,10	821,01	0,12
Residuos Inertes						
Tierra	1380,00	0,17	59752,46	3,58	10824,10	1,63
Piedras	0,00	0,00	13520,500	0,81	1658,60	0,25
Subtotal	811996,85	100	1 666 926,68	100	663478,14	100

Fuente: Generación de residuos sólidos domésticos y su diferenciación por estrato socioeconómico en la familia Mexicalense¹⁷.

En la tabla anterior se ve como el 67,3; 64,69 y el 70,37% de los residuos generados en los estratos altos, medio y bajo corresponden a residuos sólidos orgánicos. Es notable además la diferencia en los porcentajes presentados en los residuos de papel y cartón generados en cada estrato. Estratos altos: 12,91%, estratos medios: 5,76% y estratos bajos: 4,03. Estas diferencias en la generación de residuos por estratos socioeconómicos establecen un criterio diferencial de análisis para la formulación de estrategias de gestión de los residuos sólidos domiciliarios. Este criterio será tomado en cuenta para la propuesta central de esta tesis.

Las propuestas de gestión de los residuos sólidos domiciliarios hasta ahora planteadas a nivel mundial, han ido desde programas para el mejoramiento de los servicios públicos de aseo, el compostaje comunitario, la institucionalización de cooperativas de reciclajes, hasta estrategias como la denominada “Basura Cero”. Esta última tiene como fin la desaparición de los vertederos e incineradores como opción de disposición final de los residuos. Canberra, Austria, fue la primera ciudad en el mundo en determinar leyes basadas en estas ideas, cuando planteó en 1995 el objetivo de “ningún desecho en

¹⁷ OJEDA BENITEZ, Sara. Generación de residuos sólidos domésticos y su diferenciación por estrato socioeconómico en la familia Mexicalense. En: Congreso Interamericano de Residuos (1: 4-7, mayo: Mérida, Yucatán) México, DF, AIDIS / DIRSA; 2005. p. 10.

2010”¹⁸. Desde esta época la propuesta de “Basura Cero” ha estado impulsada por gobiernos como el de Nueva Zelanda; Dinamarca; Seattle, Washington; el condado Del Norte, California; San Francisco, California; el condado de Santa Cruz, California; Edmonton, Alberta, Ottawa, Ontario; y Nueva Escocia en Canadá. Por su parte, en América Latina, Buenos Aires participa activamente en esta filosofía donde por medio de Ley 1854 de 2005 se planea el abandono progresivo de los rellenos sanitarios para el 2020.

En Oakville, Canadá, por ejemplo, se prohibió sacar materia orgánica de las casas, haciendo obligatorio el proceso del compostaje. Además de esto, el volumen restante de los residuos inorgánicos es recolectada de forma nocturna, en horarios preestablecidos con los recicladores. Estas dos prácticas dejan tan solo el 5% de los residuos para la disposición en rellenos sanitarios¹⁹.

Al analizar las estrategias planteadas por la filosofía de “Basura Cero” podríamos concluir que uno de sus objetivos es involucrar al generador en el tratamiento de sus residuos en el sitio de origen. Este objetivo comparado con el que busca la inclusión de aspectos arquitectónicos para la gestión de residuos sólidos en edificios residenciales no están muy distantes. Ya que las estructuras arquitectónicas para la gestión de los RSD generarían espacios propicios para prácticas que finalmente se verán traducidas en la disminución de los residuos sólidos que son dispuestos en rellenos sanitarios.

¹⁸FERNÁNDEZ MUERZA, Alex. La iniciativa “basura cero” quiere hacer honor a su nombre, Citado por PENSAR VERDE [online], septiembre 2009 [cited 25 de noviembre de 2009]. Available from Internet:

<http://www.pensarverde.org/index.php?option=com_content&view=article&id=103:la-iniciativa-qbasura-ceroq-&catid=25:the-project>.

¹⁹ PIZA, Luz María. Basura cero -Una propuesta para la gestión de los residuos-. El Directorio Ecológico y Natural [on line], septiembre 2006 [cited 25 de noviembre de 2009] Available from Internet: <<http://www.ecoportal.net/content/view/full/62728>>.

1.3. Colombia y la Gestión de los residuos sólidos

Ahora bien, después de plantear qué es la gestión integral de los residuos sólidos, es pertinente exponer de forma concisa cómo en Colombia ha sido abordada, lo que permitirá evidenciar que la inclusión de aspectos arquitectónicos en la construcción de edificios residenciales para la gestión de residuos sólidos domiciliarios es un tema que aún no ha sido explorado a nivel nacional, pero que puede determinar grandes beneficios ambientales y económicos.

Los primeros acercamientos a la gestión de los residuos sólidos en Colombia, fueron planteados desde la legislación, donde por medio de normas se prohibían hábitos como: abandono de residuos en las calles y/o quebradas, quema de basura, entre otras actividades que generan impactos ambientales relevantes. En Bogotá, por ejemplo, se prohibió, bajo severas penas, arrojar la basura en los sectores céntricos de la ciudad²⁰. Además de esto, en Colombia se estableció por medio del artículo 8 del Decreto-Ley 2811 de 1974 que la acumulación y disposición inadecuada de residuos, basuras, desechos y desperdicios eran factores de deterioro ambiental. Y para su reglamentación se expidió el Decreto 2104 de 1983 derogado posteriormente por el Decreto 605 de 1996, "Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994 en relación con la prestación del servicio público domiciliario del aseo".

En 1996, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y el Banco Mundial realizan el primer estudio sobre la gestión de los residuos sólidos en Colombia, con el propósito de identificar los aspectos críticos que impedían una satisfacción adecuada a la demanda de los servicios de recolección y disposición final en el país. A continuación se realizará una pequeña síntesis de este informe, permitiendo así conocer aspectos relevantes en cuanto a la gestión de los residuos sólidos en Colombia para esa época.

En 1972, Colombia hizo parte de la Tercera reunión Especial de los Ministros de Salud, lo que le permitió formular por medio del documento Programa Nacional de Aseo Urbano (PRONASU) que , el 70% de las ciudades de 20000 o más habitantes deberían

²⁰ TCHOBANOGOUS. Op. cit., p. 5.

establecer durante la década siguiente sistemas adecuados para la recolección, transporte, procesamiento y disposición de los residuos sólidos. En 1975, se realizó un diagnóstico sobre residuos sólidos en poblaciones mayores a 20000 habitantes que permitió establecer que la producción per cápita (ppc)²¹ fluctuaba entre 0,770 y 0,360 kg/hab-día y que los residuos eran almacenados sin una separación previa. Sin embargo, una parte de ellos era recuperada por los denominados recicladores informales. La presentación de los residuos se realizaba en canecas de plástico y metálicas o bolsas de polietileno en los sectores de nivel socio económico alto. Se disponían 3363 t/día en forma no adecuada. El 53% (1774 t/día) se disponían por enterramiento y el 16% (550 t/día) era vertida a los ríos.

PRONASU, en el año 1976, presentó la siguiente tabla que permite evidenciar los obstáculos y limitaciones en cuanto al aseo urbano:

²¹ Ppc: producción per cápita, kg/hab/día.

Tabla 1-2. Obstáculos y limitaciones en el área de aseo urbano según el diagnóstico del PRONASU

Obstáculos y limitaciones	Acciones para minimizar el obstáculo
Falta de precisión en el ordenamiento y delimitación de responsabilidades en la solución del problema de desechos sólidos.	Desarrollo de los instrumentos legales y reglamentos que se están dando como soporte del sistema de salud y aprobación del nuevo Código Sanitario Nacional.
Aumento acelerado de la población urbana	Planeación y desarrollo urgentes del Programa Nacional de Aseo Urbano con otros proyectos de infraestructura y equipamientos urbanos.
Baja capacidad de ingreso y pago de la población.	Proyección de servicios de aseo compatibles en calidad con la capacidad de pago.
Mantenimiento de tasas y tarifas.	Racionalización de los servicios, análisis de alternativas financieras, soluciones técnicas más económicas y alternativas empresariales en las que la rentabilidad de unos servicios compense el déficit de otros.
Deficiencias técnicas, institucionales, administrativas, operacionales, financieras en los servicios de aseo urbano.	<ul style="list-style-type: none"> - Estudios y proyectos definitivos para cada servicio. - Implementación de los proyectos. - Financiamiento, incluidos costos de capital. - Asesoría para desarrollo institucional de empresas. - Adiestramiento y capacitación de recursos humanos.
Falta de participación de los usuarios.	<ul style="list-style-type: none"> - Programa de motivación y promoción a la comunidad. - Estudio de alternativas para la participación directa de la comunidad en labores de aseo.

Fuente: PRONASU 1976, citado en: Análisis sectorial de residuos sólidos en Colombia²²

²²COLOMBIA, MINISTERIO DE SALUD. Programa Nacional de Aseo Urbano de Colombia, Citado por ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD y ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Análisis sectorial de residuos sólidos en Colombia. Washington, D.C. US: Plan Regional de Inversiones en Ambiente y Salud, 1996.p.14

En 1976, Colombia ya reconocía el aumento de la población y la falta de participación de los usuarios como un obstáculo y limitación ante la gestión eficiente de sus residuos sólidos. Hoy, 34 años después, son pocas las acciones que se han planteado y desarrollado para solucionar estos obstáculos. La inclusión de aspectos arquitectónicos en el diseño y construcción de edificios residenciales para la gestión de los RSD se convierte en una alternativa eficiente en relación a estos dos problemas planteados.

Entre 1990 y 1995 se realizaron estudios que determinaron una ppc entre 0,3 y 1,1 kg/hab-día, más del 90% de las 20 localidades empleadas para el estudio²³ tenían cobertura en el servicio de recolección de los residuos. En los estudios realizados entre 1972 y 1995 se pudo evidenciar una mejora en el cubrimiento del servicio público de aseo, reportándose que la cobertura de recolección de los residuos sólidos aumentó del 70 al 90% en veinte años.

En la siguiente tabla se presenta la producción per cápita para la población proyectada del año 2005 establecida en el estudio de la OPS.

Tabla 1-3. Producción per cápita por rangos de población 1995.

Ciudad	Departamento	Habitantes	Toneladas diarias	PPC
Bogotá	Cundinamarca	5 698 566	4225,00	0,74
Medellín	Antioquia	1 484 757	977,00	0,65
Barranquilla	Atlántico	1 000 283	924,00	0,92
Cali	Valle del Cauca	1 812 876	1400,00	0,77
Cartagena	Bolívar	576307	8,47	0,93
Santa Marta	Magdalena	210915	245,00	1,10
Palmira	Valle del Cauca	189483	120,00	0,63
Jamundí	Valle del Cauca	101550	45,00	0,44
Buenaventura	Valle del Cauca	187000	180,00	0,96
Popayán	Cauca		112,00	
Florida Blanca	Santander	195 000	90,41	0,45
Rioacha	Guajira	79618	80,00	1,00
Buga	Valle del Cauca	87500	80,00	0,91
Yumbo	Valle del Cauca			
Aracataca	Magdalena	16023	5,60	0,35

²³ Para ese estudio se incluyeron 33 localidades con poblaciones de 7.200 a 5'700.000 habitantes.

El Banco	Magdalena	33515	17,60	0,40
Caicedonia	Valle del Cauca	27337	14,00	0,34
Calima	Valle del Cauca	7194	9,40	0,95
Candelaria	Valle del Cauca	15789	11,00	0,45
Líbano	Tolima	29000	16,00	0,55
Manatí	Atlántico	6724	1,00	0,30
Juan de Acosta	Atlántico	6724	1,00	0,30
Aguazul	Casanare	7073	3,71	0,53
Madrid	Cundinamarca	36000	8,00	0,22
Mosquera	Cundinamarca	20000	20,00	1,00
La Meza	Cundinamarca	21278	14,00	0,65
Ginebra	Valle del Cauca	14461	3,00	0,47
Cerro San Antonio		9446	2,80	0,30
Guamal			3,20	0,35
San Zenón	Magdalena	2010	0,60	0,30
Calima El Darien	Valle del Cauca			
Ponedera	Atlántico			
Funza	Cundinamarca	6000	2,00	0,33

Fuente: Análisis sectorial de los residuos sólidos en Colombia²⁴.

Para este mismo estudio se realizó la caracterización de los residuos sólidos urbanos y se determinó que en Colombia se conservaba para ese momento la tendencia de los países latinoamericanos, donde un alto porcentaje de los residuos corresponde a residuos biodegradables, aún hoy esta tendencia se conserva como se verá más adelante. En la

Tabla 1-4 se muestran los resultados obtenidos en la caracterización de los residuos sólidos en Colombia, en el año 1995.

Tabla 1-4. Composición física de los residuos a nivel nacional

Componente	Medellín %	Cali %	Bogotá		Cartagena %	Aguazul %
			%	Relleno		
Papel y Cartón	18,0	7,87	18,29	10,60	10,30	16,10
Vidrio y Cerámica	3,0	1,64	4,62	...	2,00	7,59
Metales	5,0	0,14	1,64	...	3,50	0,75

²⁴ ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD y ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Análisis sectorial de residuos sólidos en Colombia. Washington, D.C. US: Plan Regional de Inversiones en Ambiente y Salud, 1996.p.47

Plásticos y Cauchos	7,0	2,60	14,19	8,83	10,30	8,83
Cueros	0,8	...	1,76	...	1,10	...
Madera	...	1,40	3,06	...	3,20	1,83
Textiles	...	0,80	3,82	60,10	1,43	2,26
Vegetales Putrescibles	57,0	82,36	52,31	...	64,40	58,87
Ladrillos y Cenizas	8,0	3,20	0,30	11,73	3,77	0,77

Fuente: Análisis sectorial de los residuos sólidos en Colombia²⁵.

Estos datos dan una idea inicial sobre la importancia que tiene la gestión de los residuos sólidos biodegradables o putrescibles en nuestro país. Esta gestión podría ser mucho más significativa si el generador cuenta con estructuras eficientes para realizar tareas como el compostaje en el sitio de origen de los residuos.

El Plan Nacional de Desarrollo “El Salto Social hacia el desarrollo humano sostenible”²⁶ (1994-1998) presentó de forma explícita el problema sanitario y ambiental que genera el inadecuado manejo de los residuos sólidos domiciliarios, además de promulgar el establecimiento de estrategias que promuevan el desarrollo sostenible en el país. En su programa *Mejores Ciudades* señala que el Gobierno Nacional avalará y cofinanciará proyectos de saneamiento que incluyan el manejo de residuos tóxicos y patógenos, además de establecer, controlar y monitorear los estándares mínimos de calidad para los residuos sólidos y peligrosos.

En el año 1994, la falta de participación de los usuarios como uno de los problemas reconocidos en la gestión de los residuos en Colombia, fue abordado desde la Ley 142 del mismo año donde se estipuló la creación de comités de desarrollo y control social de los servicios públicos domiciliarios que permitiría a los usuarios hacer parte activa en el seguimiento de las actividades realizadas por las Entidades Prestadoras del Servicio Público de Aseo (EPSA).

²⁵ Ibid., p. 48.

²⁶ COLOMBIA, DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Política Nacional Ambiental: Salto social hacia el desarrollo humano sostenible. Documento CONPES 2750. Bogotá: MINAMBIENTE-DNP UPA, 1994. p.18.

En 1997, el entonces Ministerio del Medio Ambiente formula la Política para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos donde expresó que uno de los principales problemas del manejo de los residuos sólidos domiciliarios estaba en que aunque existan normas con consideraciones ambientales, no se exigía su cumplimiento debido al bajo nivel de vigilancia y control por parte de las autoridades ambientales, además no hay normas que fomenten la separación de los residuos desde el origen, lo cual dificulta el mejor aprovechamiento de los residuos sólidos y un manejo adecuado de los residuos peligrosos.

La Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios con el apoyo de la OPS, realiza en el año 2003 un informe de seguimiento de la gestión de residuos sólidos en Colombia donde se establece que la producción promedio de residuos sólidos domiciliarios en Colombia representa el 75,34% de los residuos sólidos generados en 167 municipios analizados en el estudio mencionado y la Superintendencia de Servicios Públicos en su último informe de diagnóstico de la disposición final de los residuos sólidos en Colombia estimó que en Colombia se generan aproximadamente 30.886 toneladas diarias de residuos, de las cuales el 92,54% se disponen en rellenos sanitarios o plantas integrales de tratamiento de residuos sólidos y el 7,46% restante lo hace en sitios inadecuados²⁷.

A partir del año 1995, en Colombia se presentaron diferentes programas sobre la gestión de residuos sólidos. En Cali por ejemplo, se realizaba compostaje con los residuos provenientes de los estratos 1, 2 y 3, así como los provenientes de las plazas de mercado y poda de parques. La planta de compostaje estaba ubicada en los predios del botadero Navarro y procesaban diariamente 70 toneladas de residuos orgánicos lo que generaba 10 t/día de abono.

En el municipio de Dosquebradas Risaralda y en el municipio de Tenjo, se utilizó desde finales de 2003 el sistema *Alaska* que consistía en la recuperación manual de residuos

²⁷ COLOMBIA, SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS. Situación de la Disposición Final de Residuos Sólidos en Colombia. Bogotá: Sector AAA, 2009. p. 3

sólidos después de ser lavados con agua potable. Este sistema tuvo una evaluación negativa de los impactos ambientales que generaba. Aunque permitía la recuperación y posterior comercialización de los residuos, se generaba un alto consumo de agua potable y aguas residuales, lo que implicaría un alto gasto en el tratamiento de las aguas residuales.

En Neusa por su parte, se empleó a nivel experimental la lombricultura en estaciones de piscicultura, encontrando como principal dificultad el requerimiento de área para esta técnica y la comercialización del producto final.

Entre el año 2001 y 2003 en Medellín, la administración municipal y la gerencia de Empresas Varias de Medellín deciden experimentar con los procesos biotecnológicos de Combeima y Duitama los cuales pretendían desarrollar un proceso industrial biooxidativo a partir de residuos sólidos no separados en la fuente para generar un material que se pudiera considerar como abono. De este proceso que en principio se ha considerado como no exitoso se pudo evidenciar que la separación en la fuente garantiza una reducción significativa de metales pesados en materiales orgánicos que posteriormente serán utilizados como abono.

Los análisis sobre la gestión de los residuos sólidos en Colombia ya reconocían el papel primordial del reciclaje, actividad que ha estado sustentada en argumentos ambientales (contribución a las labores de aseo público y protección de los recursos naturales), económicos (reducción de la cantidad de residuos a recolectar) y sociales (aumento de oportunidades de empleo), aún cuando en la Ley 09 de 1979 se establecía la prohibición para este tipo de prácticas. Sin embargo, esta actividad está estrechamente relacionada con la separación en la fuente que al respecto el análisis sectorial de los residuos sólidos en Colombia (1996) estableció que no existía en el productor de residuos una cultura para ello y que normativamente no había facultad para lograrla.

En cuanto al aumento de la población, este estudio señala que la Ley 99 de 1993 en su artículo 5 establece que es función del entonces Ministerio del Medio Ambiente adoptar una política nacional de asentamientos urbanos y expansión urbana, conjuntamente con el Ministerio de Desarrollo. Los municipios expiden licencias de construcción de acuerdo

a unas normas de ordenamiento urbano que deben adoptar, sin embargo, no está definido que estas normas respondan a la necesidad latente de la minimización de los efectos ambientales. En cuanto a esto, resulta pertinente traer a lugar una de las preguntas planteadas para esta investigación ¿Las normas sobre construcción de edificios residenciales, son consecuentes con las normas ambientales que buscan la mitigación de los impactos ambientales producto de la funcionalidad de los mismos? Y, además de esto podríamos preguntarnos ¿las normas “evaluadas” para otorgar licencias de construcción tienen en cuenta los aspectos ambientales presenten de sus construcciones? Estas son pues dos preguntas que serán desarrolladas más adelante y que pretenden guiar la justificación de la necesidad apremiante de acortar la distancia entre la legislación de las construcciones residenciales y la legislación ambiental.

Por su parte, la planeación de la gestión de los residuos sólidos en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, ubicado en el Cordillera Central del Departamento de Antioquia que comprende los municipios de Barbosa, Copacabana, Girardota, Bello, Medellín, Itagüí, La Estrella, Envigado²⁸, Sabaneta y Caldas, se caracterizó inicialmente por el establecimiento de soluciones a “final de tubo”²⁹ donde los mayores esfuerzos se centraron en la disposición final de los residuos.

Inicialmente, en el año 1977, se decide solucionar por medio de la clausura del botadero de Moravia los problemas asociados a la inadecuada disposición de 100 toneladas diarias de residuos sólidos generados en Medellín y municipios aledaños. A finales de los años 70, se adquirió una planta para la separación mecánica de los residuos, donde la fracción orgánica era sometida a un proceso de estabilización. Esta planta funcionó durante algunos años, pero su fracaso era latente debido principalmente a que la práctica de separación de los residuos al final de la cadena resulta en la mayoría de los casos inviable tanto ambiental como económicamente. Ya para 1981 se contrató con la Universidad de Lausana (Suiza) el estudio sobre recolección, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá y el Oriente

²⁸ Este municipio no hace parte de la jurisdicción administrativa del Área Metropolitana, pero sí de su configuración geopolítica.

²⁹ Término empleado para las soluciones que no están basadas en la prevención sino en la corrección.

cercano, donde se evidenciaron las graves consecuencias de un manejo inadecuado de los residuos sólidos. En 1984, se construyó un relleno de contingencia el cual operó durante siete meses y se pone en marcha una planta de compostaje que funcionó durante unos meses procesando 200 toneladas diarias de residuos, pero que fracasó ya que el compost no alcanzaba los estándares de calidad y aparecía en los productos compostados plásticos, metales y vidrios como evidencia de la falta de separación en la fuente.

Como resultado del estudio de la Universidad de Lausana se construyó el relleno sanitario Curva de Rodas, donde se disponían diariamente 2400 toneladas de residuos provenientes de los Municipios del Valle de Aburrá y los Municipios de Fredonia, Guarne, El Retiro y Rionegro³⁰. En el año 2002, mediante la Resolución 5288 se licencia por parte de Corantioquia³¹ la operación del relleno sanitario Parque Ambiental La Pradera (PAP), donde a pesar de los desaciertos históricos sobre la separación de los residuos en el sitio de disposición se pone en marcha una banda seleccionadora de residuos que salió de operación por su ineficiencia en el proceso y los impactos generados a nivel ambiental y social.

En el año 2001 el Área Metropolitana del Valle de Aburrá busca, por medio de la formulación del Plan Maestro para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos (PMGIRS), salirse de la tendencia hasta ahora tan marcada de las soluciones a final del tubo. El PMGIRS se convirtió en una herramienta de avance en el trabajo sectorial de la región y aportó elementos para la estructuración de la Resolución Metropolitana 10202-000526 del 2004 sobre los Planes de Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS). Aún así, en el año 2003 era evidente la improvisación en las soluciones planteadas para un manejo adecuado de los residuos sólidos. Es así como en algunos medios de comunicación, por ejemplo el periódico El Tiempo, se evidencia que por medio del Decreto 005 de 2003, expedido por el alcalde Luis Pérez se estipula que “desde esa fecha y durante los

³⁰ ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ, AINSO, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. Diagnóstico, Op. cit. p 4.

³¹ Corantioquia: Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia. Autoridad Ambiental en la parte rural del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

próximos 70 días, los 550 mil domicilios de Medellín adoptarán las normas que las Empresas Varias de Medellín indiquen para la separación de las basuras antes de su recolección y en caso de no hacerlo, podrán ser sancionados. El artículo segundo del decreto señala que desde el lunes 13 de enero y hasta la fecha de su cierre definitivo, al relleno Curva de Rodas sólo ingresarán los residuos que hayan sido previamente separados [...]”. Medidas como éstas son insostenibles cuando no se cuenta con un análisis integral de la gestión de los residuos sólidos.

La Resolución 1045 de 2003 abre un nuevo espacio de planificación dentro de la gestión de los residuos sólidos a nivel Nacional, que busca la formulación de un conjunto ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos y actividades para la prestación del servicio de aseo en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos, a esto se le denominó Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS). Los alcaldes del Área Metropolitana del Valle de Aburrá en Julio de 2004 aprobaron en conceso la formulación del PGIRS Regional (PGIRS-R) como la mejor alternativa para abordar esta problemática. Desde este momento comienza un arduo trabajo en esta tarea, que concluyó finalmente con la aprobación del documento en el año 2006. El PGIRS-R levanta un diagnóstico exhaustivo sobre los componentes de la gestión de los residuos sólidos en el AMVA, de los cuales se retomarán los pertinentes a esta tesis.

En cuanto a la generación de residuos sólidos, el Anuario Estadístico de Antioquia del año 2008 establece que mensualmente el AMVA genera 72516,00 t/mes de los cuales 47104,330 t/mes son dispuestos en el Relleno Sanitario y 15440,938 t/mes aprovechados³². El PGIRS-R determina una generación de residuos sólidos en el AMVA de 72904,96 t/mes, (sin incluir los residuos agrícolas, lodos y escombros del sector de la producción), de los cuales el 67,36% (49115,2 t/mes) son residuos sólidos domésticos. Los resultados de la caracterización de los residuos sólidos domiciliarios realizada para el PGIRS-R se muestran en la Tabla 1-5 donde se discrimina la generación por estrato para la caracterización realizada en el año 2002.

³²GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA, DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN. Anuario Estadístico de Antioquia del año 2008. Módulo de Medio Ambiente. p. 100.

Tabla 1-5. Porcentaje de generación de residuos de acuerdo al estrato socioeconómico.

Composición	Estrato					
	1	2	3	4	5	6
MEDELLÍN						
Materia Orgánica	58,19	51,21	58,74	55,05	63,56	64,20
Papel	8,82	9,83	11,22	12,87	11,15	10,30
Cartón	3,19	2,54	1,82	3,67	2,99	3,02
Plástico	15,10	14,54	11,89	13,61	11,21	9,91
Vidrio	3,86	2,92	2,85	1,93	3,72	5,19
Metales	0,92	0,76	1,51	2,07	1,16	2,88
Tetrapack	---	---	---	---	---	---
Textiles	2,04	5,16	2,57	3,37	1,28	1,04
Cuero	----	----	---	---	---	---
Peligrosos	---	---	---	---	---	---
Otros	7,88	13,04	9,40	7,43	4,93	3,46
Barrido	---	---	---	---	---	---
CALDAS*						
Materia Orgánica	36,74	56,38	57,31			
Papel	1,56	3,32	0,06			
Cartón	15,55	2,49	1,29			
Plástico	18,12	10,61	14,01			
Vidrio	8,97	3,42	4,19			
Metales	2,99	0,54	0,63			
Tetrapack	1,04	0,21	0,18			
Textiles	1,04	3,65	2,99			
Cuero	2,07	0	0			
Peligrosos	8,41	13,87	15,15			
Otros	3,51	5,51	4,19			
Barrido	--	--	--			
SABANETA						
Materia Orgánica	28	47,12	58,85	48,96		
Papel	4,8	2,75	2,16	0,38		
Cartón	4	2,96	2,02	3,79		
Plástico	15,2	9,75	8,29	8,35		
Vidrio	5,6	5,26	3,09	5,88		
Metales	8	2,9	0,82	3,04		
Tetrapack	3,2	0,31	0,68	0,19		
Textiles	8	5,39	2,74	6,64		
Cuero	0	0,15	0,88	0		
Peligrosos	16	17,95	17,46	17,65		
Otros	2,4	3,1	2,31	1,33		

Barrido	4,8	2,24	0,7	3,79		
ENVIGADO						
Materia Orgánica	34,37	61,05	59,07	57,66	65,69	57,46
Papel	21,03	4,53	6,41	5,6	3,48	8,11
Cartón	4,03	2,49	3,71	3,24	3,57	3,66
Plástico	14,74	9,62	9,87	11,98	10,32	11,26
Vidrio	2,7	4,11	4,8	5,42	3,18	5,15
Metales	1,61	0,89	2,14	1,27	0,66	2,26
Tetrapack	0	0,11	0,6	0,52	0,27	0,31
Textiles	12,76	3,03	1,31	1,35	1,05	0,68
Cuero	0	0,21	0	0,06	0	0
Peligrosos	2,93	0,34	0,31	0,21	0,57	0,37
Otros	0,2	2,07	1,62	2,4	3,39	0,59
ITAGÜÍ**						
Materia Orgánica	56,25	73,62	64,62	65,36	47,78	
Papel	4,31	2,35	3,46	4,77	4,23	
Cartón	3	1,11	3,13	2,7	4,77	
Plástico	9,81	6,7	8,72	8,57	17,93	
Vidrio	3,6	5,66	2,92	1,95	6,69	
Metales	1,9	0,62	0,87	0,91	1,77	
Tetrapack	0,13	0,08	0,25	1,39	1,62	
Textiles	4,46	1,61	2,18	2,15	0,51	
Caucho	0,13	0,05	0,05	0,12	0,23	
Cuero	0,03	0	0,03	0,01	0	
Ordinarios	16,06	8,14	13,54	11,77	14,47	
Peligrosos	0,32	0,05	0,21	0,3	0	
COPACABANA						
Materia Orgánica	25,99	52,54	49,9			
Papel	5,1	2,36	3,38			
Cartón	7,29	1,82	4,49			
Plástico	24,78	8,11	16,94			
Vidrio	7,72	3,37	2,98			
Metales	1,22	0,68	2,81			
Tetrapack	0,29	0,15	0,36			
Textiles	5,63	5,97	1,99			
Cuero	0,26	4,4	0			
Peligrosos	12,34	13,55	11,64			
Otros	9,38	7,05	5,51			
GIRARDOTA						
Materia Orgánica	33,3	40,57	54,98	36,7	62,64	71,43
Papel	4,11	5,22	3,91	1,83	6,59	1,4
Cartón	3,92	2,92	5,12	9,17	6,04	3,88
Plástico	18,39	17,89	15,83	22,02	13,74	13,2
Vidrio	3,45	4,22	2,67	0	0,82	2,33
Metales	1,96	2,37	2,6	0	0	1,55
Tetrapack	0,31	0,55	0,65	0	0	0

Textiles	0,31	6,41	1,14	0,92	0	0
Cauchos	0	0,13	0,09	9,17	0	0
Peligrosos	29,63	16,03	10,61	18,35	8,79	4,66
Huesos	0	0,27	0	0	0	0
Otros	4,62	2,37	1,69	0	0,82	1,55
Barrido	0	1,05	0,71	1,84	0,56	0
BARBOSA						
Materia Orgánica	47,99	58,84	53,22	62,37	69,51	
Papel	4,46	3,46	3,31	4,09	2,46	
Cartón	3,44	1,97	3,66	1,82	3,22	
Plástico	14,41	9,62	13,05	8,25	15,53	
Vidrio	1,86	2,23	5,6	3,15	1,14	
Metales	1,16	1,01	1,11	0,7	1,33	
Tetrapack	0,57	0,13	0,32	0	0,11	
Textiles	6,99	2,86	2,25	3,97	0,04	
Caucho	0,33	0,25	0,2	0	1,14	
Cuero	0	0,02	0,36	0	0	
Ordinarios	11,92	16,65	14,06	11,1	5,11	
Peligrosos	0,69	0,32	0,25	0,35	0,23	
Otros	6,18	2,64	2,61	4,2	0,19	

Fuente: Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Regional. pp. 181-185.

De estas caracterizaciones presentadas es importante resaltar que el mayor porcentaje de generación de residuos se encuentra representado en la materia orgánica, presentando una tendencia creciente desde el estrato uno al seis. Esta tendencia es contraria a la establecida bibliográficamente, donde se ha determinado que los estratos bajos son los que generan mayor porcentaje de residuos orgánicos. Sin embargo, esto se debe, según el PGIRS-R, a la utilización de los residuos orgánicos como alimento de animales en los estratos bajos. Itagüí, Bello, Envigado y Medellín son en su orden los Municipios que tienen un mayor porcentaje de generación de residuo orgánicos.

A continuación se presenta el consolidado de la composición de los residuos sólidos generados en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Tabla 1-6. Composición de los residuos sólidos generados en el AMVA

Composición	Área Metropolitana del Valle de Aburrá (%)
--------------------	---

Composición	Área Metropolitana del Valle de Aburrá (%)
Materia Orgánica	59,79
Papel	8,06
Cartón	2,42
Plástico	10,87
Vidrio	2,84
Metales	1,26
Tetrapack	0,19
Textiles	3,04
Cuero	0,32
Peligrosos	5,31
Otros	5,9
Total	100

Fuente: Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Regional. p. 187

Según la Tabla 1-6, en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá el 59,79% de los residuos sólidos generados son materia orgánica, el 25,45% residuos reciclables³³ (papel, cartón, vidrio, plástico, metales), el 3,55% residuos reutilizables³⁴ (tetrapack, textiles, cuero), el 5,31% residuos peligrosos y el 5,9% clasificados como otros. Estos porcentajes nos permiten entrever que el 88,79% de los residuos sólidos domésticos que se generan en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá pueden tener un tratamiento (compostaje, reciclaje) desde su origen que permita su desviación antes de ser dispuestos en el relleno sanitario.

Finalmente, el análisis de la generación de residuos en el Valle de Aburrá, muestra la producción per cápita determinada para cada Municipio del AMVA, de acuerdo al estrato socioeconómico, dato que se emplea posteriormente en el diseño de estructuras arquitectónicas en edificios residenciales para el manejo adecuado de residuos sólidos domiciliarios. Véase

³³ Residuos Reciclables: son aquellos que por medio de un proceso vuelven a reincorporarse a un ciclo de producción o de consumo generado del mismo material.

³⁴ Residuos Reutilizables: son aquellos que son empleados en nuevos procesos productivos para generar otros productos. El tetrapack se pone en esta categoría ya que actualmente en Colombia no existe la tecnología para su reciclaje.

Tabla 1-7 y

Tabla 1-8 .

Tabla 1-7. Consolidado de la producción per cápita del valle de aburrá

Municipio	PPC Urbano (kg/hab-día)	PPC Rural (kg/hab-día)	PPC municipal (kg/hab-día)
Caldas	0,33	0,35	0,33
La Estrella	0,33	0,35	0,33
Sabaneta	0,45	0,32	0,43
Itagüí	0,37	0,32	0,37
Envigado	0,39	--	0,39
Medellín	0,48	--	0,48
Bello	0,37	0,32	0,37
Copacabana	0,44	0,22	0,41
Girardota	0,30	0,33	0,31
Barbosa	0,32	0,25	0,30
Valle de Aburrá			0,45

Fuente: PGIRS-R. Diagnóstico. p. 178.

Tabla 1-8. Producción per cápita del valle de aburrá por estrato socio económico

ESTRATOS	1	2	3	4	5	6
Orgánicos	0,220	0,199	0,297	0,379	0,466	0,502
Plástico	0,057	0,056	0,060	0,094	0,082	0,078
Papel	0,033	0,038	0,057	0,089	0,082	0,081
Cartón	0,012	0,010	0,009	0,025	0,022	0,024
Vidrio	0,015	0,011	0,014	0,013	0,027	0,041
Metales	0,003	0,003	0,008	0,014	0,009	0,023
Textiles	0,008	0,020	0,013	0,023	0,009	0,008
Otros	0,030	0,051	0,048	0,051	0,036	0,027
Total	0,378	0,388	0,506	0,689	0,733	0,782

Fuente: PGIRS-R. Proyecciones de Generación y Gestión de Residuos Sólidos con Dinámica de Sistemas. p.31.

En cuanto a la separación en la fuente, el PGIRS-R establece que no es una práctica muy empleada a pesar de los esfuerzos que se han hecho en capacitación, esto se ve ampliamente reflejado en el dato entregado por el diagnóstico del PGIRS-R donde se

establece que tan solo el 17,12%³⁵ de la fracción de los residuos son recolectados para tratamiento y aprovechamiento. Esta actividad no genera un ingreso económico directo para el Municipio, pero representa ahorros importantes en cuanto a la recolección, transporte y disposición final de los residuos, ya que la separación en la fuente es la principal estrategia de desviación de residuos que deberían ir a un relleno sanitario. Uno de los incentivos para la separación en la fuente ha sido la reducción en la tarifa de aseo para los multiusuarios³⁶ por disminuir los residuos que son recolectados por la EPSA. Sobre esto, se podría simplemente hacer un pequeño planteamiento para guiar el análisis. ¿Son suficientes las capacitaciones sobre reciclaje o separación en la fuente del generador domiciliario cuando éstas no han sido apoyadas por el establecimiento de estructuras arquitectónicas que lo motiven a estas prácticas? En cuanto a esto, García, *et al* (2001)³⁷ señala que las limitaciones espaciales en el hogar se perciben como uno de los mayores problemas que dificultan conductas como la separación en la fuente.

En el almacenamiento y presentación de los residuos, se señalan dos dificultades, la primera tiene que ver con el lavado de los recipientes de almacenamiento ya que genera vertimientos que generalmente no son controlados de una forma adecuada, los cuales pueden generar efectos importantes sobre la salud y el medio ambiente y la segunda tiene que ver con la presentación de los residuos en sitios no adecuado para ello. El PGIRS-R plantea que es común la presentación de los residuos para su recolección en calles o andenes lo que podría generar importantes impactos a la salud humana y el medio ambiente como el derrame de lixiviados, el deterioro del paisaje, entre otros.

³⁵ AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ, AINSO, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. Op. cit., p. 266.

³⁶ Multiusuarios, según el Decreto 1713 de 2002, son todos aquellos usuarios agrupados en unidades inmobiliarias, 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 presentan en forma conjunta sus residuos sólidos a la persona prestadora del servicio.

³⁷ GARCÍA, T, *et al*. Evaluación de actuaciones de educación, comunicación y sensibilización en materia de residuos, citado por MARTIMPOTUGUÉS GOYENECHEA, Clara; CANTO ORTÍZ, Jesús M y HOMBRADOS MENDIETA, María Isabel. Habilidades pro-ambientales en la separación y depósito de residuos sólidos urbanos. España: Resma, 2007. p.73 .

Los impactos generados por las actividades de recolección y transporte de los residuos sólidos están catalogados como impactos de área, debido a que afectan diferentes zonas. Los principales impactos son por el ruido y las emisiones atmosféricas generadas por el normal funcionamiento de 202 vehículos recolectores en el Valle de Aburrá. Pero, por otro lado está la generación olores ofensivos que muchas veces dan cuenta del derrame de lixiviados, que es un impacto que debe ser controlado por la EPSA. Para la determinación de la magnitud de este impacto, el PGIRS-R determinó inicialmente la distancia total recorrida entre los Municipios del Valle de Aburrá y el relleno sanitario Parque Ambiental La Pradera (PAP), obteniendo los siguientes datos:

Tabla 1-9. Distancia total recorrida de los municipios del Valle de Aburrá hasta al PAP.

Municipio	A. Número de viajes/año 2004	B. Distancia al sitio de disposición final (km)	Sitio de Disposición Final	C. Distancia total recorrida hasta PAP/año (km)= AxB
Caldas	1168	85	PAP	198560
La Estrella	1750	78	PAP	273000
Envigado	4622	73	PAP	674812
Sabaneta	1882	71	PAP	267244
Itagüí	5889	67	PAP	789126
Medellín	48773	57	PAP	5 560 122
Bello	7619	47	PAP	716186
Copacabana	1779	41	PAP	145878
Girardota	1337	32	PAP	85568
Barbosa	996	15	PAP	29880
Total	75815			8 740 376

Fuente: Diagnóstico PGIRS Regional. p. 94

En esta tabla se puede ver que los Municipios que más viajes realizaron al relleno sanitario Parque Ambiental La Pradera en el año 2004, fueron en su orden: Medellín (48.773), Bello (7.619), Itagüí (5.889) y Envigado (4.622). Además de esto, el PGIRS-R determinó las emisiones atmosféricas de hidrocarburos no quemados (HC) y material

particulado (MP) producto de la actividad de recolección de los residuos sólidos en el Valle de Aburrá. A continuación se muestran los resultados obtenidos:

Tabla 1-10. Emisiones vehiculares (t/año) de vehículos con combustible diesel por transporte de residuos sólidos desde diez municipios hasta el parque ambiental la pradera.

Municipio	A. Distancia total recorrida hasta PAP/año (km)	B. F.E. para HC (Camiones Diesel de más de 3,9 t) Peso-g/km	C. F.E. para MP (Camiones Diesel de más de 3,9 t) Peso- g/km	D. Emisión de HC (t/año) = Ax B	E. Emisión de MP (t/año) = Ax C
Caldas	198.560	3,46	0,81	0,69	0,16
La Estrella	273.000	3,46	0,81	0,94	0,22
Envigado	674.812	3,46	0,81	2,33	0,55
Sabaneta	267.244	3,46	0,81	0,92	0,22
Itagüí	789.126	3,46	0,81	2,73	0,64
Medellín	5'560.122	3,46	0,81	19,24	4,50
Bello	716.186	3,46	0,81	2,48	0,58
Copacabana	145.878	3,46	0,81	0,50	0,12
Girardota	85.568	3,46	0,81	0,30	0,07
Barbosa	29.880	3,46	0,81	0,10	0,02
Total	8'740.376			30,24	7,08

Fuente: Diagnóstico PGIRS Regional. p.95

Consecuentemente con la distancia al relleno sanitario y el número de viajes realizados, Medellín, seguido por Itagüí son los municipios que generan más emisiones de hidrocarburos no quemados y material particulado por el transporte de sus residuos sólidos.

En la etapa del aprovechamiento, el PGIRS-R establece que no se llevan a cabo procesos de aprovechamiento de los residuos orgánicos en los municipios, pero sí a nivel de empresas particulares. En cuanto a los reciclables son aprovechados de una forma aún un tanto informal. Por otro lado, el tratamiento de los residuos se realiza a través de empresas con sus respectivos permisos ambientales para hacer esta actividad.

Finalmente, la disposición final que es una de las últimas etapas de la gestión de los residuos es generadora de importantes impactos ambientales, relacionados con actividades como: recepción de residuos, manejo de lixiviados, manejo de gases, entre otros, principalmente localizados en el área de emplazamiento del relleno.

Por otro lado, las autoridades ambientales competentes en el AMVA (Área Metropolitana, Corantioquia, Secretaría de Medio Ambiente) evidenciaron la necesidad de formular programas y proyectos de choque en cuanto a la gestión de los residuos y es por esto que en el año 2004, los análisis hasta ahora planteados en materia de gestión de residuos sólidos dan un giro por medio de la Resolución Metropolitana 10202-000526 del 2004, más conocida como la Resolución 526 ya que reconoció la responsabilidad de los generadores de residuos en su manejo y los involucró en la formulación e implementación de programas y proyectos para el manejo adecuado de los residuos sólidos. Sin embargo, en el año 2007 se expide la Resolución Metropolitana 879 por medio de la cual se excluye a los generadores domésticos de la responsabilidad de formular e implementar Planes de Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS) y se adopta el Manual para el Manejo Integral de Residuos Sólidos del Valle de Aburrá como un instrumento de autorregulación y autogestión. Su derogación, deja en manos de las Secretarías de Medio Ambiente Municipales la legislación de los residuos sólidos domiciliarios, aspecto que puede ser aprovechado para la inclusión de este aspecto dentro de la planeación municipal.

La resolución 526 de 2004, trajo consigo la formulación de una guía que permitiría la formulación acertada de los Planes de Manejo Integral de los Residuos Sólidos (PMIRS) para cada uno de sus generadores, entre éstos los domiciliarios. Esta guía, que tiene por objeto establecer los lineamientos necesarios para la elaboración e implementación del PMIRS fue ampliamente utilizada por los generadores domésticos para evaluar y proponer proyectos en relación a la gestión de sus residuos a nivel interno. El PMIRS exigía la planeación de cada una de las actividades relacionadas con los residuos, que van desde su generación hasta la disposición final. Dentro de las etapas a analizar están la generación, segregación, movimiento interno, almacenamiento, desactivación, recolección, transporte, aprovechamiento, valorización, tratamiento y disposición final³⁸. En la siguiente figura se condensa la metodología planteada por el AMVA para la elaboración del PMIRS.

³⁸ ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. Guía para el manejo integral de los Residuos Sólidos en el Área Metropolitana. Medellín, 2004.p. 12

Figura 1-3. Esquema para la elaboración del plan de manejo integral de residuos sólidos



Fuente: Guía para el manejo integral de los residuos sólido en el Valle de Aburrá. p.12.

Esta metodología presenta un análisis integral en las etapas de gestión de los residuos sólidos donde se involucra al generador, haciéndolo de esta forma responsable de sus hábitos en relación con el manejo de residuos sólidos.

A continuación se mostrará una pequeña síntesis de lo planteado en la Guía para el Manejo Integral los Residuos Sólidos en el Valle de Aburrá en cuanto a los análisis propuestos sobre cada una de las etapas de la gestión anteriormente mencionadas.

- **Generación:** el paso inicial para la formulación de programas de gestión de residuos es la determinación de las características de los residuos generados. Para ello, se emplean las metodologías ampliamente abordadas desde la

bibliografía. Los resultados de las caracterizaciones realizadas en unidades residenciales pretenden determinar qué proyectos de gestión de residuos son viables de acuerdo a la cantidad y características de sus residuos generados.

- Segregación: el proceso de segregación consiste en la separación de los residuos de acuerdo a sus características. Los resultados obtenidos en la caracterización permiten determinar si el reciclaje y el compostaje son opciones viables técnica y económicamente para la gestión de sus residuos. Además de esto, se evalúa la existencia de lugares propicios para la separación en la fuente, la disposición de los usuarios para la separación y su capacitación para hacerla.
- Movimiento interno: esta etapa responde al transporte interno de los residuos, evitando así impactos a la salud humana y el medio ambiente. Se evalúan las rutas empleadas para la evacuación de los residuos y su acondicionamiento estructural.
- Almacenamiento: el almacenamiento de los residuos es evaluado en cuanto a la disponibilidad de espacios que permitan un almacenamiento selectivo de los residuos, estos espacios deben garantizar la disminución de los impactos a la salud y el medio ambiente, además de permitir un aprovechamiento posterior de los residuos reciclables. Se evalúan y describen sus características.
- Desactivación: la desactivación es un tipo de tratamiento empleado para el manejo adecuado de los residuos sólidos peligrosos. Esta opción es evaluada siempre y cuando se considere ambiental, técnica y económicamente viable.
- Recolección: se deben evaluar cada una de las actividades planteadas en la gestión de los residuos con base en los días establecidos para la recolección. Además se evalúa el cumplimiento de la normatividad en cuanto a la presentación de los residuos por parte del generador. Se deberá evaluar la ubicación de los sitios de almacenamiento final de los residuos y las condiciones en las que se presentan los residuos para su recolección. Además se debe enunciar la empresa que está prestando el servicio de recolección.
- Transporte: el transporte de los residuos está a cargo de la EPSA pero es condicionado por las actividades previas de gestión.
- Aprovechamiento: el aprovechamiento se había contemplado como una actividad externa al generador. Sin embargo, se evidenciará cómo la inclusión de esta etapa como responsabilidad de los generadores genera grandes beneficios

ambientales y económicos. En esta etapa se evalúa la existencia de estructuras que permitan el aprovechamiento adecuado de los residuos y se determina si esta actividad se está haciendo a nivel interno o externo.

- Valorización: la valorización de los residuos debe evaluarse en cuanto a los beneficios económicos representados principalmente en la venta de materiales reciclables. Esta venta normalmente implica la adecuación de espacios para el almacenamiento de la cantidad requerida para la venta.
- Tratamiento y disposición final: esta actividad está a cargo de la EPSA, pero los impactos generados y evaluados en esta etapa dependerán de las etapas posteriores. En esta etapa se debe enunciar el sitio donde se realiza la disposición y si se realiza tratamiento de los residuos debe describirse.

Actualmente, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá cuenta con una base de datos con 6000 generadores inscritos. Aún con la derogación de la Resolución Metropolitana 526 del año 2004, la autoridad ambiental considera como exitosa la respuesta entregada por los generadores lo que permite abrir un panorama muy positivo a propuestas con el mismo objeto.

Sin embargo, la experiencia da cuenta de que las evaluaciones realizadas al interior de las unidades residenciales sobre el manejo de sus residuos no mostraron resultados muy satisfactorios en cuanto a la eficiencia de la gestión de sus residuos y la minimización de sus impactos, aspectos que se mostrarán de forma más detallada en el capítulo 4. Además, este análisis nos permitirá vislumbrar que de forma general, la solución a la gestión de los residuos sólidos domiciliarios está ligada al cambio de espacios en los edificios residenciales.

Este proceso de gestión planteado por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá en el año 2004, junto con la normatividad ambiental Colombiana de residuos sólidos y la normatividad para la construcción de edificios residenciales se tomará como base para la evaluación de la gestión de los residuos sólidos domiciliarios en edificios residenciales, donde se podrá evidenciar la importancia de los criterios que son empleados para el diseño y construcción de este tipo de edificios en la gestión eficiente de sus residuos.

2. Capítulo 2. Sostenibilidad ambiental y la construcción de edificios residenciales sostenibles

En el capítulo anterior, se hizo referencia a la gestión de los residuos sólidos domiciliarios como uno de los problemas ambientales que aún sigue siendo preocupación a nivel nacional e internacional. Se evidenció como la gestión de los residuos sólidos domiciliarios tiene una estrecha relación con los espacios que se diseñan y construyen como soluciones habitacionales. Este capítulo, permite establecer una clara relación entre la adopción de nuevas estrategias de gestión en los residuos sólidos domiciliarios basado en la inclusión de aspectos arquitectónicos desde el diseño y construcción de edificios residenciales y la construcción de ciudades sostenibles.

2.1. Desarrollo sostenible

Los conceptos sobre desarrollo sostenible nacen ante la necesidad de variar el sistema económico basado en la máxima producción, el consumo, la explotación ilimitada de recursos y el beneficio económico como único criterio. La idea anteriormente implantada donde el planeta era una fuente infinita de recursos, varía con la exposición de circunstancias propias de un desarrollo inadecuado.

El término de desarrollo sostenible se emplea por primera vez en la Conferencia de Naciones Unidas que se llevó a cabo en Estocolmo en 1972 donde se resaltó la responsabilidad de los humanos en la conservación del medio ambiente y la necesidad de relacionar lo económico con los aspectos sociales y ambientales.

Sunkel, en 1980, afirmaba que en las teorías del desarrollo era necesaria la inclusión de una perspectiva ambiental lo que vislumbraría una dependencia de las condiciones del

medio biofísico local, nacional y global tanto porque éste último afectaba las formas de desarrollo económico, como porque es sustancialmente afectado por él³⁹.

En 1987, la Comisión de Brudtland (Comisión Mundial sobre Ambiente y Desarrollo) definió el desarrollo sostenible como “el desarrollo que asegura las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para enfrentarse a sus propias necesidades”. En 1992, en la Cumbre de Río el tema se plantea como prioritario, estableciendo mediante la Agenda 21 las pautas para obtener un desarrollo con eficiencia económica y eficiencia en el uso de los recursos naturales.

Sunkel, en el año 1996, aclara que el desarrollo sostenible no se refiere a un estado inmutable de la naturaleza y los recursos naturales, pero sí incorpora una perspectiva de largo plazo en el manejo de los mismos, variando el concepto de explotación por manejo y finalmente enfatiza en la necesidad de solidaridad con las generaciones actuales y futuras⁴⁰.

Además de esto, en la década de los 90 el concepto de “ciudad sostenible” abre un nuevo espacio de investigación de la sostenibilidad en el marco de la Agenda 21, pudiéndose evidenciar esto en la reunión de Habitat II en el año 1996 donde se presentaron las mejores prácticas desde la perspectiva del desarrollo sostenible de ciudades de la región y donde se estableció que “los asentamientos urbanos encierran una promesa de desarrollo humano y de protección de los recursos naturales gracias a su capacidad para mantener a muchas personas limitando al mismo tiempo su impacto sobre el medio natural”⁴¹.

³⁹ SUNKEL, Osvaldo y GLIGO N. Estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina, Citado por NICOLO V., Gligo. Estilos de Desarrollo y Medio Ambiente en América Latina, un cuarto de siglo después. Parte I. Serie Medio Ambiente y Desarrollo, Nro 126 . 2006. CEPAL.p. 16.

⁴⁰ SUNKEL, Osvaldo y PAZ, Pedro. El concepto de desarrollo, Citado por CUDEIRO AGUILA, Yudy, *et al.* Apuntes sobre el Desarrollo visto desde la óptica del Desarrollo Sustentable. Un imperativo del tercer milenio. III Conferencia Internacional La obra de Carlos Marx y los desafíos del Siglo XXI. La Habana: 3 al 6 de mayo de 2006. p.3.

⁴¹ CENAC; UNDP y UN-HABITAT. Habitat y desarrollo humano. Cuadernos PNUD. Investigaciones sobre desarrollo humano.Colombia: Panamerica Forma e Impresos S.A. 1996. p. 32

En el año 2002, en Johannesburgo (Sudáfrica), nuevamente el tema del desarrollo sostenible vuelve a ser debatido, concluyendo que aunque las intenciones han sido buenas, no se han visto buenos resultados en cuanto a los compromisos adquiridos para el desarrollo sostenible con la Agenda 21. En esta cumbre nace el compromiso de impulsar y fortalecer en los ámbitos local, nacional, regional y global los fundamentos del desarrollo sostenible: desarrollo económico, desarrollo social y protección ambiental. Y, aún así, se llegara a un conceso teórico y metodológico para el estudio de la problemática del desarrollo urbano sostenible local y global, es importante entender que para avanzar hacia la solución de problemas asociados a la inequidad y la pobreza, a la crisis económica y al deterioro ambiental y físico de la estructura de las ciudades, es necesario reevaluar los procesos tradicionales de planificación⁴².

Esta corta recopilación sobre el uso y las definiciones del término “desarrollo sostenible” nos permite comprender que la sostenibilidad busca un desarrollo más equitativo entre las necesidades del hombre y el cuidado del medio ambiente. El término de sostenibilidad ha sido empleado en muchos ámbitos, nuestro interés estará centrado en lo que tiene relación con los edificios residenciales y en cuanto a esto se podría expresar inicialmente que los procesos tradicionales de planificación de la vivienda debería ser evaluados y replanteados de tal forma que las soluciones habitacionales de la población urbana, que van en aumento, permitan la satisfacción de las necesidades actuales y futuras.

2.2. La construcción sostenible

Ahora bien, después de haber realizado una corta exploración en el término de desarrollo sostenible, nos centraremos en el término de Construcción Sostenible que resulta más cercano al desarrollo de la tesis.

El término de Construcción Sostenible se define por primera vez de forma explícita en la primera Conferencia Internacional sobre Construcción Sostenible celebrada en Tampa en

⁴² VELÁSQUEZ BARRERO, Luz Stella. Propuesta de una metodología de planificación para el desarrollo urbano sostenible y diseño de un sistema de evaluación de la sostenibilidad de ciudades medianas de América Latina. Tesis Doctoral. España: Universidad Politécnica de Catalunya. 2004. p. 3.

1994, donde Kibert expresa que la Construcción Sostenible es “el crear usando un ambiente sano, empleando los recursos eficientemente en base a principios ecológicos”⁴³.

En 1996, Lanting⁴⁴ expresa que la construcción sostenible se dirige hacia la reducción de los impactos ambientales causados por la construcción, uso y derribo de los edificios y por el ambiente urbanizado. A su vez Casado (1996)⁴⁵, la define como “aquella que, con especial respeto y compromiso por el Medio Ambiente, implica el uso sostenible de los recursos, prestando especial atención al impacto ambiental que ocasiona la aplicación de determinados materiales de construcción y buscando la minimización del consumo de energía en la utilización de los edificios durante su vida útil”. Por su parte, en el año 1993, la World Wildlife Fund (WWF) establece que la construcción sostenible no solamente abarca los edificios propiamente dichos, sino también su entorno y la forma como se comportan para formar ciudades.

El término de sostenibilidad adoptado a la construcción deberá garantizar la disminución de los impactos tanto en el proceso de construcción como en la operación u ocupación del edificio. La construcción sostenible lleva asociada tres términos: reducir, conservar y mantener que podrán alcanzarse según Kibert, si se siguen los siguientes principios:

1. Conservación de recursos
2. Reutilización de recursos.
3. Utilización de recursos Reciclables y Renovables en la construcción.
4. Consideraciones respecto a la gestión del ciclo de vida de las materias primas utilizadas, con la correspondiente prevención de residuos y de emisiones.
5. Reducción en la utilización de la energía.
6. Incremento de la calidad, tanto en lo que atiende a materiales, como a edificaciones y ambiente urbanizado.

⁴³ KIBERT, Charles J. Sustainable Construction. Green Building Design and Delivery. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.2008.p.10

⁴⁴ LANTING, Roel. Sustainable Construction in The Netherlands – A perspective to the year 2010-. Netherlands: TNO Bouw Publication. p.7.

⁴⁵ CASADO, Martínez. Edificios de alta calidad ambiental. España: Ibérica, Alta Tecnología. 1996.p. 13.

7. Protección del Medio Ambiente.
8. Creación de un ambiente saludable y no tóxico en los edificios⁴⁶.

El término de sostenibilidad se acerca a la construcción de edificios ya que los impactos causados por estos, sean de vivienda o de servicios, que provienen de su construcción, de su uso y de su gestión como residuo tras la demolición⁴⁷ son muy significativos. Leucona, et al (2005) establece que tanto la construcción como la demolición de edificios son operaciones energéticamente intensas, pero poco significativas, si se comparan con el uso del edificio a lo largo de su vida operativa. Este análisis podría también ser útil para la generación de residuos sólidos. La generación de residuos tanto en la construcción y demolición de edificios es considerado como un impacto ambiental a corto plazo. En cambio, la generación de residuos a lo largo de la vida útil del edificio es un impacto ambiental a largo plazo que podría manejarse con el planteamiento de un diseño arquitectónico que permita un manejo ambiental de sus residuos.

Se estima que los edificios a nivel mundial consumen el 17% del de agua potable, el 25% de madera cultivada, entre el 30 y el 40% de la energía, el 40% del uso de materias primas y generan el 33% de las emisiones de CO₂⁴⁸. Si se piensa en estos impactos desde el sector de los edificios residenciales, aún con todos estos impactos negativos que genera, la vivienda está considerada como uno de los bienes más preciados y es una de las formas como el ser humano se adapta a la naturaleza.

En cuanto a la construcción sostenible, en 1993 en Estados Unidos se crea el primer Consejo de Construcción Sostenible y en 1999 el consejo mundial World Green Building Council que busca coordinar los organismos que en cada país apoyen la transformación hacia la sostenibilidad. En Colombia, sólo hasta el año 2008 se consolida el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible que busca liderar la transformación del sector

⁴⁶ Ibid., p. 38.

⁴⁷ LECUONA NEUMANN, Antonio; IZQUIERDO MILLÁN, Marcelo y RODRIGUEZ AUMENTE, Pedro A. Investigación e impacto ambiental de los edificios: La Energía. Revista Informes de la construcción. Vol 57, N° 498. Julio-agosto 2005. pp.47-61.

⁴⁸ CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE. Negocios Verdes. En: Dinero. Bogotá, diciembre de 2009. Sección: Informe de Sostenibilidad.

hacia la sostenibilidad, tomando como base la adopción de la certificación Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) para los edificios verdes o sostenibles. LEED permite la verificación por parte de un tercero de que un edificio fue diseñado y construido utilizando estrategias destinadas a mejorar el desempeño en el ahorro de energía, uso eficiente del agua, reducción de las emisiones de CO₂, selección de materiales y calidad del ambiente interior⁴⁹. El sistema de calificación está estructurado sobre seis capítulos que determinan qué es un edificio verde o sostenible. Estos capítulos son: lotes sostenibles, eficiencia del agua, energía y atmósfera, materiales y recursos, calidad del medio ambiente interior e innovaciones y procesos de diseño. En materiales y recursos, LEED tiene como prerrequisito suministrar un lugar de almacenamiento de residuos reciclables y un plan para su recolección, pretendiendo así, disminuir los residuos que son dispuestos en rellenos sanitarios⁵⁰. Este es el único capítulo donde la certificación LEED hace referencia al manejo adecuado de los residuos sólidos que son generados en un edificio, dando mayor relevancia a los generados en el proceso de construcción. LEED establece créditos por la reutilización y recuperación de materiales para la construcción y la utilización de materiales producidos en la zona. Esto nos permite evidenciar que aún en las certificaciones de edificios sostenibles el papel de la gestión de los residuos sólidos que son generados en la operación de un edificio, en nuestro caso edificio residencial, no ha sido valorado de forma significativa, esto debido tal vez a la subvaloración de los impactos ambientales que generan este tipo de residuos, como se mencionó en el capítulo anterior.

Además de los beneficios ambientales que trae la construcción de este tipo de edificios, los edificios verdes o sostenibles generan también beneficios económicos. Se ha calculado que reducen sus costos de operación en un 8-9%, aumentan el 6,6% en el retorno de la inversión, aumentan el 3,5% en su tasa de ocupación, el 3% en el precio de

⁴⁹ U.S. GREEN BUILDING COUNCIL. What Leed Is [online] septiembre 1988 [cited 7 enero 2010]. Available from Internet: www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=1988

⁵⁰ HASELBACH, Liv. The Engineering Guide to LEED. New Construction: Sustainable Construction. Sustainable Construction for Engineers. United State: MacGraw Hill. 2008. p. 211

renta y tan solo el 7,5% en el valor de la edificación⁵¹. Es importante señalar que el valor de la edificación es muy variable y depende del contexto propio de su construcción.

En Colombia los métodos y procesos constructivos han demostrado su ineficiencia desde la perspectiva del desarrollo sostenible. Sin embargo, no existe una regulación que guíe a los constructores para respetar las prioridades del medio ambiente, Espinosa (2002)⁵². Esto se verá claramente en el capítulo tres, donde se podrá evidenciar la distancia que existe entre la normatividad ambiental de residuos sólidos y la normatividad empleada en el diseño y construcción de edificios residenciales.

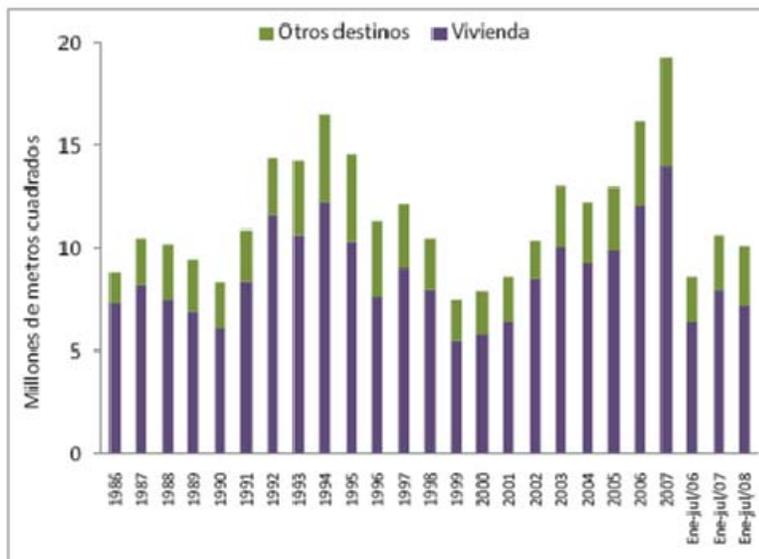
En Colombia, el sector de la construcción es un impulsador de la economía y emplea una importante cantidad de mano de obra no calificada, lo que contribuye a generar fuentes de trabajo. Además, el aumento en la demanda de este tipo de edificaciones es una de las consecuencias directas del proceso acelerado de urbanización que se presenta actualmente en nuestras ciudades. Por ejemplo, CAMACOL registró que en el segundo trimestre del 2008, el sector de edificaciones presentó una tasa de crecimiento inusualmente alta. El DANE registró un incremento del área total censada del 19,6% con respecto a igual período de 2007. Este comportamiento obedece en gran parte al área denominada proceso de construcción, que representó el 77,3%, del metraje total y registró un aumento anual de 17,4%. El grueso de este desempeño se ubicó en incrementos en las obras con destino a vivienda multifamiliar y oficinas.⁵³ En la siguiente figura se muestra la participación del área licenciada aprobada para la construcción de vivienda.

⁵¹ WATSON, Rob. Green Building Impact Report 2008. [online] Greener World Media , Inc, 2008 [cited 02 febrero 2010] annual. Available from internet: <
<http://stateofgreenbusiness.com/files/GreenBuildingImpactReport2008.pdf>>

⁵² ESPINOSA CESPEDES, Juan Pablo y ECHEVERRY CAMPOS, Diego. Aplicabilidad del sistema LEED en el entorno Colombiano. Tesis de Maestría en Ingeniería Civil. Bogotá: Universidad de los Andes. 2002. p.2.

⁵³ COLOMBIA, CÁMARA COLOMBIANA DE LA CONSTRUCCIÓN –CAMACOL-. Tendencias macroeconómicas y de la industria de la construcción. [online] Camacol, 2008-2009 [cited 02 febrero 2010] annual. Available from internet: <
http://www.camacol.org.co/adminSite/Archivos/EE_Inv20081030090823.pdf> p. 9.

Figura 2-1. Área licenciada aprobada para construcción (millones de metros cuadrados) 1986-2007 y enero-julio de 2007 y 2008.



Fuente: DANE, cálculos Departamento de Estudios Económicos. CAMACOL.

El 71% del área licenciada para la construcción en los períodos de enero a julio de 2008 se orientaron a la construcción de vivienda, sin embargo CAMACOL establece que para el año 2008 se presentó una tendencia a la baja y mucho más marcada en el segmento de las viviendas de interés social (VIS). Entre el período de enero-julio de 2008, las unidades licenciadas de VIS presentaron una reducción anual del -16,7%, mientras que las No VIS del -5,7%.

Los datos establecidos por CAMACOL en abril de 2010⁵⁴ sobre las áreas destinadas para la construcción de vivienda, permitiéndonos establecer que:

- El 24,10% del área de obras culminadas en el último trimestre del 2009 corresponden a VIS y el 49,45% a No VIS.
- El 8% del área de obras en proceso en el último trimestre del 2009 corresponden a VIS y el 54,96% a No VIS.

⁵⁴ COLOMBIA, CAMACOL. Colombia construcción en cifras. [online] marzo 16 de 2009. Available from Internet: <URL: http://www.camacol.org.co/estudios_economicos/construccion_cifras/construccion_cifras.php>.

- En el último trimestre de 2009 las unidades de VIS culminadas fueron 2602 con un área total de 147 602m² y en proceso 3886 unidades con un área de 202 157m².
- Para las No VIS, las unidades en el último trimestre culminadas fueron 2177 con un área de 302 848m² y en proceso 10684 unidades con un área de 1 361 116m².

De acuerdo con estos datos, las obras construidas en VIS tienen un área promedio de 54,38m² y No VIS de 133,26m², teniendo presente que parte de esta área es destinada a zonas comunes de circulación y puntos fijos para ductos de basura, cableado y acueducto y alcantarillado. Estas cifras son solamente una aproximación realizada con los datos entregados por CAMACOL en su informe de Construcción en Cifras de abril de 2010 que nos permitirá tener un dato aproximado del comportamiento de la construcción de vivienda en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

En la siguiente tabla se muestra el área de vivienda licenciadas entre Enero de 2008 y Enero de 2010.

Tabla 2-1. Área de viviendas licenciadas enero 2008 a enero 2010.

	Vivienda (m²)	
	VIS	No VIS
Ene-08	6012	63 841
Feb-08	10 002	122 031
Mar-08	1889	59 816
Abr-08	1609	83 234
May-08	10 188	121 231
Jun-08	12 854	69 624
Jul-08	44 314	100 177
Ago-08	4344	69 166
Sep-08	2994	66 121
Oct-08	50 643	57 472
Nov-08	2531	32 358

	Vivienda (m ²)	
	VIS	No VIS
Dic-08	28 521	49 956
Ene-09	0	51 508
Feb-09	694	44 257
Mar-09	7044	67 373
Abr-09	0	64 808
May-09	25 246	75 642
Jun-09	19 775	81 337
Jul-09	7357	127 541
Ago-09	8489	76 738
Sep-09	4780	91 749
Oct-09	3252	100 022
Nov-09	35 267	178 290
Dic-09	368	176 000
Ene-10	896	52 085

Fuente: Colombia Construcción en Cifras. CAMACOL 2010.

Teniendo como base el cálculo aproximado que se determinó como área para las viviendas VIS (54,38 m²) y No VIS (133,26 m²) a continuación se establecerá un número aproximado de viviendas VIS y No VIS con licencia de construcción, las cuales servirán de base para análisis posteriores. Véase Tabla 2-2.

Tabla 2-2. Viviendas VIS y No VIS licenciadas entre enero de 2008 y enero de 2010.

Fecha	Vivienda (unidades)	
	VIS	No VIS
Ene-08	110,56	479,07
Feb-08	183,93	915,74
Mar-08	34,74	448,87

Abr-08	29,59	624,60
May-08	187,35	909,73
Jun-08	236,37	522,47
Jul-08	814,90	751,74
Ago-08	79,88	519,03
Sep-08	55,06	496,18
Oct-08	931,28	431,28
Nov-08	46,54	242,82
Dic-08	524,48	374,88
Ene-09	0,00	386,52
Feb-09	12,76	332,11
Mar-09	129,53	505,58
Abr-09	0,00	486,33
May-09	464,25	567,63
Jun-09	363,64	610,36
Jul-09	135,29	957,08
Ago-09	156,11	575,85
Sep-09	87,90	688,50
Oct-09	59,80	750,58
Nov-09	648,53	1337,91
Dic-09	6,68	1320,73
Ene-10	16,48	390,85

Fuente: Elaboración propia con base en datos CAMACOL, 2010.

Estos datos, muestran cifras significativas en la construcción de viviendas No VIS principalmente en los meses de noviembre y diciembre del año 2009.

La construcción de viviendas no solo representa un porcentaje importante en el desarrollo de la actividad económica del país, sino que también puede representar un

nivel importante de deterioro ambiental aún no cuantificado de forma exacta en Colombia. Si se consideran los datos establecidos en la Tabla 2-2, en el año 2009 se construyeron 2080,97 viviendas de interés social y 8910,03 No VIS y según el DANE el área autorizada para vivienda en el mes de febrero de 2010, aumentó 16,3% respecto al área aprobada para el mismo destino durante el mes de enero. Este resultado evidencia el incremento en el área aprobada tanto para vivienda tipo VIS (62,4%) como para vivienda diferente de VIS (8,1%). El número de viviendas presentó un aumento de 17,9%, explicado por el incremento de 70,4% en las unidades para vivienda de interés social y de 4,4% en las unidades para vivienda diferente de VIS⁵⁵.

Colombia ha experimentado un acelerado proceso de urbanización. Si se observan las cifras del censo 1951, el porcentaje de participación de las zonas urbanas del país era de 39,55%, el censo de 1973 ubicó esta cifra en 59,26% mientras que en el censo 1985 la urbanización ascendió a 65,30% y finalmente el censo 2005 obtuvo un nivel de zonas urbanas de 75,00% y se ha establecido que el proceso de urbanización en Colombia continuará en aumento. Flórez (2004)

Teniendo en cuenta los datos presentados en el Plan de Gestión 2008-2011 del Área Metropolitana del Valle de Aburrá donde se establece que en promedio en el AMVA las viviendas tienen 3,8 habitantes y las aproximaciones realizadas con base en los datos entregados por el DANE y CAMACOL, se puede establecer que en el año 2009, 7.907,69 personas habitarían en viviendas nuevas de interés social y 33.858,11 en No VIS. Estas viviendas con una tendencia muy marcada a la construcción de viviendas en altura como lo establece Mejía (2009)⁵⁶. Esto evidencia qué tan significativo sería mitigar los impactos ambientales generados por los edificios residenciales, además nos muestra una cifra reveladora para la aplicación de aspectos arquitectónicos en la gestión

⁵⁵ DANE. Licencias de Construcción febrero 2010. Comunicado de prensa, oficina de prensa. [online] Dane 2010 [cited 06 febrero 2010] annual. Available from internet:<http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/licencias/cp_lic_const_feb10.pdf> p.3.

⁵⁶ MEJÍA ESCALANTE, Mónica Elizabeth. Del discurso inmobiliario a la habitabilidad del espacio residencial. *En*: Bitácora 14. Medellín. 2009. Enero-Julio 2009. p. 46.

adecuada de los residuos sólidos domésticos desde el diseño y construcción de edificios residenciales.

Retomando los datos sobre la construcción de vivienda en el año 2009 y la ppc establecida en el capítulo anterior, la inclusión en el diseño y construcción de edificios residenciales VIS y No VIS de aspectos arquitectónicos que permitan un adecuado manejo de residuos sólidos domiciliarios, habría garantizado una gestión más adecuada y eficiente de 563,84 t/mes de residuos domésticos. La base de esta afirmación está en lo expresado por Stern (2000)⁵⁷ que afirma que facilitar al usuario la realización de una conducta pro-ambiental o hacerla más cómoda es un factor determinante de la ejecución de la misma.

El siguiente apartado evidenciará el hecho de que aún los nuevos proyectos inmobiliarios no toman en cuenta criterios ambientales para el buen manejo de los residuos sólidos.

2.3. La inclusión de lo “verde” en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Además de encontrar un nicho de mercado creciente de esta propuesta de gestión por el aumento en la construcción de edificios residenciales y el aumento en la urbanización, en la actualidad es común encontrar en las revistas inmobiliarias edificios residenciales y urbanizaciones que ofrecen, como estrategia de venta a sus clientes, la posibilidad de habitar en viviendas rodeadas de un ambiente armónico con la naturaleza, que permiten el sano esparcimiento, el descanso y las actividades recreativas y deportivas a través de diseños de jardines, senderos ecológicos, vistas panorámicas, fuentes de agua naturales, etc. Lo que podría evidenciar una tendencia importante de la inclusión de lo ambiental en la construcción. Pero, ¿pueden ser considerados estos edificios residenciales y urbanizaciones como ecológicos, verdes o sostenibles? ¿Son estas nuevas ofertas el inicio de la aplicación de prácticas que buscan un manejo adecuado de los recursos naturales? ¿Estos proyectos siguen en sus lineamientos el concepto de sostenibilidad (o

⁵⁷ STERN, P.C. Psychology and the science of human environment interactions. En: American Psychologist. Washington. 2000. No 55. p. 526.

sustentabilidad como llaman otros) que promueve un desarrollo comprometido con el respeto por la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras mientras cumple con las del presente?

Estas preguntas permiten establecer que nos encontramos ante dos formas de ver el medio ambiente. En la primera, se concibe como posibilidad de disfrute. Tal es la mirada de los proyectos inmobiliarios actuales en los que el medio ambiente campestre o verde se aprecia como alternativa a lo que una vez fue supervalorado, las grandes metrópolis o selvas de cemento.

A continuación se analizará la oferta actual de proyectos de edificios residenciales (VIS y No-VIS). Para ello, se utilizará la edición número 146 de abril de 2010 de la revista *Informe Inmobiliario*⁵⁸ que ofrece información de proyectos de vivienda que van desde los \$ 35 millones a más de \$1000 millones de pesos.

Una mirada atenta a las distintas ofertas de vivienda en altura evidencia el uso de un lenguaje que hace énfasis principalmente en el espacio, la seguridad, la ubicación y lo recreativo. El tema de lo recreativo se reduce a la posibilidad de disfrute de canchas polideportivas para adultos, áreas de juegos infantiles, gimnasios, baños turcos y saunas, piscinas, salones sociales y de eventos, zonas verdes y senderos ecológicos. Como se ha anotado, el sentido ecológico que muestran estos proyectos es más cercano a la recreación y al esparcimiento que a la implementación de planes que permitan tanto la construcción sostenible como el uso adecuado de los recursos naturales por parte de los futuros habitantes.

En la Figura 2- 5 se ve el anuncio del proyecto Peña Verde en el que se especifica que es una unidad cerrada de apartamentos, con un valor de \$55 800 000, con áreas de 57 y 60 m², de tres alcobas, 2 baños, piscinas, gimnasio, zona infantil, cancha deportiva, parqueaderos, locales comerciales (Mall) y senderos ecológicos.

⁵⁸ La revista *Informe Inmobiliario* es publicada mensualmente en Medellín (Antioquia) y tiene como propósito informar sobre ofertas de locales comerciales y de vivienda nueva y usada ubicados en el Área Metropolitana del Valle del Aburrá y algunos municipios cercanos como Guarne, Santa Fé de Antioquia y San Jerónimo, entre otros. *Informe Inmobiliario* es de carácter gratuito y se encuentra disponible en varios almacenes de cadena y en el sitio Web: <http://www.informeinmobiliario.com/>

Este proyecto de vivienda ubicado en el municipio de Bello (Antioquia) se muestra como ecológico. La elección de “Peña Verde” como nombre, el uso de un eslogan, “Bosque Residencial”, y mostrar la existencia de senderos, más que peatonales y que pertenecen a la zona común, son llamados “ecológicos”.

Figura 2-2. Ofertas inmobiliarias con alusiones a lo ecológico.

The figure displays five real estate advertisements arranged in a row. At the top, a banner indicates a price range: "Desde 55'800.000 hasta 62'700.000". The advertisements are for the following projects:

- Peña Verde (Bello):** Located in Bello, offering units from 55,800,000. Features include a unit area of 57-60 m², 2 bedrooms, 2 bathrooms, a swimming pool, playground, and a pet area.
- Torre Cervantes (Barranquilla):** Located in Sector Torres de Barranquilla, offering units from 55,600,000. Features include a unit area of 48 m², 2 bedrooms, 2 bathrooms, and a pet area.
- San Juan (Copacabana):** Located in Copacabana, offering units from 59,100,000. Features include a unit area of 40 m², a swimming pool, playground, and a pet area.
- Peña de la Sierra (Roldán):** Located in Sector Roldán Alto, offering units from 59,500,000. Features include a unit area of 43 m², 2 bedrooms, 2 bathrooms, a swimming pool, playground, and a pet area.
- Bosques del Poder (Roldán):** Located in Sector Roldán Alto, offering units from 62,700,000. Features include a unit area of 43 m², 2 bedrooms, 2 bathrooms, a swimming pool, playground, and a pet area.

Fuente: Revista informe inmobiliario, pag 17.

Una segunda mirada toma al medio ambiente como una fuente limitada de recursos. Es por ello, que defiende la preservación ecológica del planeta y, en el desarrollo económico, el bienestar social y el buen uso de los recursos naturales garantizando el bienestar de las generaciones futuras. Esta última mirada es seguida por el Instituto de Edificios Verdes en Estados Unidos, el cual sugiere la aplicación de una serie de especificaciones para la construcción de edificios verdes mediante el proceso de certificación LEED (Leadership in Energy and Environmental Design).

Es probable que si se evalúan los proyectos residenciales que actualmente se ofrecen en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, teniendo en cuenta los criterios de LEED nos encontraríamos con un vacío en el cumplimiento de requisitos como: desarrollo y sostenibilidad, que busca la reutilización de áreas y edificios ya existentes en zonas de alta densidad poblacional; el ahorro de agua, que busca minimizar el uso del agua

potable para actividades de aseo, por ejemplo, empleando en su caso aguas lluvia; disminución y reciclaje de materiales de construcción, selección de materiales que no sean contaminantes; calidad del ambiente interior, que permita la iluminación y ventilación natural y en las cantidades adecuadas, que garanticen el confort de los ocupantes y evite la contaminación por efectos de olores de pinturas, pegantes y demás productos tóxicos.

Pero también otra forma de evaluar los proyectos urbanísticos, cuyos nombres hacen referencia a lo sostenible o a lo verde como estrategia de venta, es someterla a un análisis sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos domiciliarios que se generarán al interior de los mismos. Según lo expuesto, se podrían plantear preguntas como estas: ¿los edificios fueron diseñados pensando en la separación interna de los residuos sólidos que se generarán una vez sean habitados? ¿Cuentan con cuartos de basuras ventilados, lejos de apartamentos, tiendas o lugares de acceso a los edificios? ¿Los cuartos de basura han sido diseñados teniendo en cuenta el volumen de residuos sólidos que van a ser generados? ¿Los cuartos de basura permiten el acceso fácil y seguro de los camiones de la basura para su recolección? O, por el contrario, se cuenta con canecas en vías públicas para su recolección? ¿Hay ductos de basura? ¿El manejo de ductos de basura permite un control de plagas e incendios que garantice la higiene y seguridad en los edificios? Es probable que nos encontremos nuevamente ante respuestas negativas. Una evaluación tan sencilla como esta, que sólo nos remite a la legislación de nuestro país en relación con el manejo adecuado de los residuos sólidos, nos permite ampliar nuestro panorama sobre las ofertas ecológicas que encontramos en el mercado.

Siguiendo esta línea de análisis, a continuación, se evidenciará cómo es la gestión de los residuos sólidos domiciliarios en varios edificios residenciales ubicados en los estratos 3, 4 y 5 del Área Metropolitana del Valle de Aburrá y a los cuales se les realizó una visita entre Septiembre de 2009 y Febrero de 2010. Estas visitas permitieron establecer aspectos de tipo arquitectónico que dificultan la gestión eficiente de los residuos sólidos domiciliarios. En este capítulo, se mostrarán algunas fotografías que evidencian los hallazgos de las visitas y en el capítulo 4, se realizará una evaluación más detallada a uno de los edificios visitados, realizando un análisis desde su nombre con oferta ambiental hasta el manejo actual y futuro de sus residuos sólidos domiciliarios.

Las siguientes fotografías evidencian la construcción de cuartos de basura con poco espacio, poca ventilación, accesos restringidos, presentación de residuos en vía pública, poca separación de residuos en la fuente, falta de espacios para el almacenamiento temporal de los residuos reciclables.



Fotografía 2-1 y 2-22. Edificio estrato 4, ubicación Municipio de Medellín, barrio Prado Centro. El cuarto de basura no cuenta con ventilación, no tiene delimitación física para la separación de los residuos reciclables y no reciclables, no cuenta con paredes lisas para su fácil limpieza, no cuenta con desagüe y suministro de agua.





Fotografías 2-3,2-4,2-5 y 2-6. Edificio estrato 4 ubicado en el Municipio de Medellín, barrio Calasanz, los cuartos de basura no cuentan con ventilación, tienen paredes lisas para su limpieza, su acceso es restringido, no cuenta con espacios físicos para la separación de residuos reciclables y no reciclables, los residuos son presentados en la parte frontal del edificio sin ninguna separación previa. Las rutas de evacuación de las canecas para ser presentados a la EPSA cuentan con escalas que dificultan el transporte de las mismas.

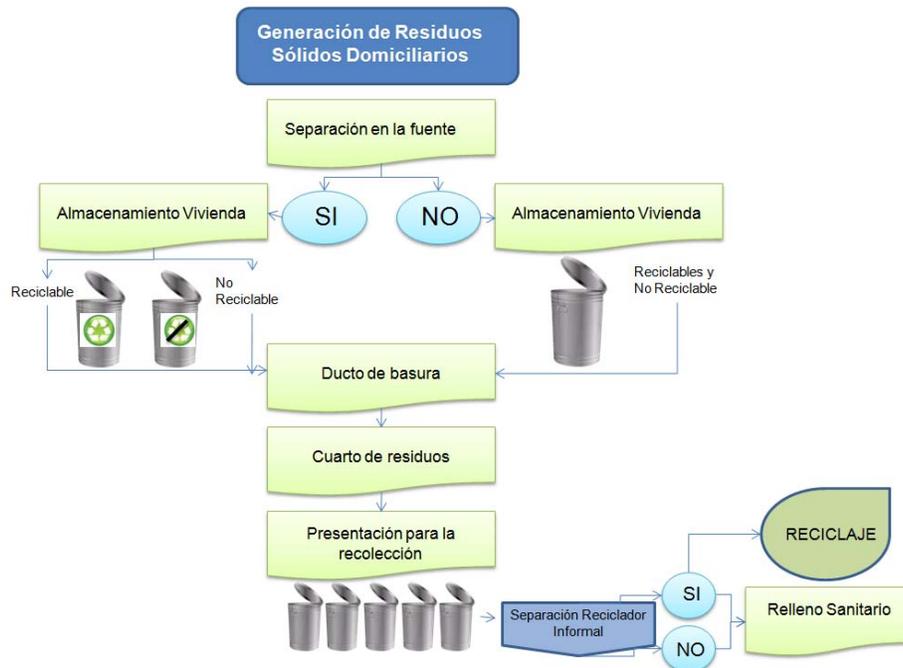




Fotografías 2-7,2-8 y 2-9. Edificio estrato 3. Ubicado en el Municipio de Caldas, barrio: Parque. Los cuartos de basura poseen suministro de agua y desagüe, pero no cuenta con ventilación, su acceso es restringido ni hay una delimitación física para la separación de residuos reciclables y no reciclables. Además el cuarto de basura es muy limitado para el almacenamiento adecuado de la generación de residuos de sus habitantes.

Luego de haber visto estas fotografías (2-1 a 2-9), se puede decir, de manera esquemática, que la gestión de los residuos domiciliarios en los edificios residenciales visitados, se determina de la siguiente manera (Figura 2-3):

Figura 2-3. Ciclo de residuos en un edificio residencial sin aspectos arquitectónicos para la separación en la fuente.



Fuente: Elaboración propia.

Se evidencia que la gestión de los residuos sólidos domésticos es ineficiente en relación con la separación en la fuente ya que, dada la posibilidad de que los residentes tengan actitudes proambientales, éstas no están respaldadas por las estructuras arquitectónicas presentes en los edificios. Existe un porcentaje mínimo que es recuperado por el reciclador informal el cual significará el porcentaje de desviación de los residuos que se disponen en los rellenos sanitarios, porcentaje que según el Plan de Gestión de Residuos Sólidos Regional (PGIRS-R) es del 13%. Según LUNA, G(2003)⁵⁹ siguiendo el análisis de TANNER, C (1999)⁶⁰ “se puede dificultar la aparición de una conducta proambiental si operan **restricciones** en el entorno, que lo hagan poco factible, o imposible de emerger. De manera contraria, para que una conducta ecológicamente responsable se manifieste, es necesario que las acciones que lo constituyen sean objetivamente posibles y que el

⁵⁹ LUNA LARA. Op. cit., p. 134.

⁶⁰ TANNER. Op.cit., p. 146.

sujeto cuenta con las opciones para elegir entre diferentes actuaciones en su interacción con el medio”. Dicho de otra forma, la falta de espacios para el almacenamiento selectivo de los residuos, genera más dificultades a la hora de la decisión del habitante de separar los residuos sólidos domésticos desde su vivienda.

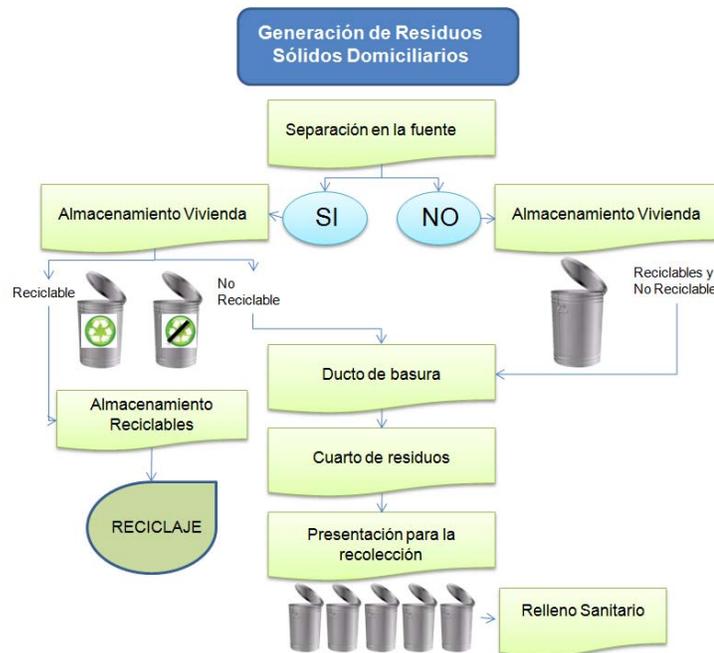
A continuación, se muestran fotografías de un edificio que incluyó algunos aspectos desde el diseño para la buena gestión de los residuos que serían generados durante su operación.



Fotografías 2-10,2-11 y 2-12. Edificio estrato 5. Ubicación: Municipio de Envigado, Barrio La Frontera. Este edificio cuenta con espacios para el almacenamiento temporal de los residuos reciclables en cada piso, con puerta de acceso y en el cual se encuentra ubicado el ducto para residuos no reciclables. Además cuenta con un cuarto de basura con espacio suficiente para el almacenamiento temporal de sus residuos, paredes lisas para su limpieza, suministro de agua y desagüe y poca ventilación.

Luego de haber visto estas fotografías (2-10 a 2-12), se puede decir, de manera esquemática, que la gestión de los residuos domiciliarios en este edificio residencial, se determina de la siguiente manera (Figura 2-4):

Figura 2-4. Ciclo de residuos en edificio residencial con almacenamiento de residuos sólidos reciclables.



Fuente: Elaboración propia

En este edificio se evidencia, como la eficiencia de la gestión de los residuos sólidos mejora considerablemente, ya que el diseño del edificio respeta la actitud proambiental del habitante que separa los residuos sólidos desde su casa como residuos reciclables y no reciclables. Sin embargo, es importante anotar que dentro de los residuos No Reciclables están los residuos orgánicos que representan entre el 58% y el 64% de los residuos generados en los estratos 1 al 6 respectivamente. Para el estrato 5, el PGIR-R establece que el 63,56% de los residuos generados corresponden a residuos orgánicos y el 31,21% corresponde a residuos reciclables como: papel, cartón, plástico, vidrio, metales y textiles. En este edificio no se da una solución para la gestión de los residuos sólidos orgánicos, destinándolos finalmente a su disposición en el relleno sanitario. Sin embargo, se podría afirmar que el porcentaje de recuperación de los residuos es mucho mayor que el 13%⁶¹ y que podría acercarse al 31% (según caracterizaciones presentadas

⁶¹ Porcentaje que se presenta cuando únicamente hay recuperación por parte del reciclador informal.

en el PGIRS-R) gracias a los espacios destinados dentro del edificio para la separación desde la fuente de los residuos. Esto representa un impacto positivo en cuanto a la desviación de los residuos que se disponen en el relleno sanitario.

Si se comparan las Figura 2-3 y 2-4, se encuentran diferencias importantes como:

- En la Figura 2-3 el porcentaje de reciclaje será limitada a la tarea que realice el reciclador informal una vez las canecas se presenten para su recolección, lo que podría asumirse como un 13% de los residuos generados según el PGIRS-R. La separación en el sitio de presentación de los residuos por parte del reciclador informal genera el esparcimiento de algunos de los residuos, la manipulación inadecuada de los residuos lo cual puede generar riesgos a la salud del reciclador e incluso a las intalaciones de la urbanización, la generación de olores, el vertimiento inadecuado de los lixiviados, la afectación al paisaje y rechazo a las labores del reciclador informal por parte de los habitantes.
- El habitante de los edificios que tienen como gestión de los residuos lo representado en la Figura 2-3, no tienen posibilidad de almacenar sus residuos sólidos de forma separada. Todos los residuos deben ser evacuados por el ducto de basura, generando situaciones de riesgo, no solamente por evacuación de residuos que están prohibidos para los ductos de basura como lo son las botellas de vidrio y de plástico, sino que además propician la mezcla de residuos peligrosos que pueden generar acumulación de gases y conatos de incendios.
- La gestión de los residuos representada en la Figura 2-4, permite el almacenamiento adecuado de los residuos reciclables, ya que desde el diseño y construcción del edificio se pensó en la separación de los residuos como reciclables y no reciclables. Esta separación permite que el reciclador informal tenga condiciones más adecuadas para su tarea y que el habitante del edificio acepte esta labor ya que es realizada de una forma más organizada. En efecto, cuando la separación se hace desde la fuente y se hace un almacenamiento adecuado, el reciclaje aumentará significativamente ya que la tarea del reciclador pasará de *separar* los residuos a *recoger* los residuos reciclables. Esto es también una forma de dignificar la labor de los recicladores informales.

- Finalmente, es evidente que la gestión planteada en la Figura 2-3 genera mayores impactos ambientales, que van, desde los impactos sobre los habitantes de los edificios por la generación de olores, la propagación de plagas, el nivel de riesgo por incendios, entre otros. Pasando por los impactos sobre los recicladores informales por la disminución en el porcentaje de recuperación de materiales reciclables, la exposición a enfermedades por la mezcla de residuos y el rechazo social por su actividad. Hasta los impactos generados en el servicio público de aseo por la necesidad creciente de sitios para la disposición final de los residuos y el gasto económico para su gestión (recolección, transporte y disposición).

Se puede ver como el diseño de un edificio que ha pensado en la gestión de los residuos, aún cuando no haya resuelto todo los aspectos en este caso puede aportar significativamente a la disminución de los impactos por la generación de residuos. Ahora bien, podríamos entonces preguntarnos ¿qué impacto tendrá el establecer criterios técnicos para el diseño y construcción de aspectos arquitectónicos para el manejo adecuado de los residuos sólidos en edificios residenciales? Esta pregunta será resuelta en el capítulo 6.

Con este análisis inicial, resta decir que es hora de decir sí a los edificios y urbanizaciones con grandes jardines y arborizaciones, con quebradas naturales limpias, paisajes, buenas panorámicas, senderos ecológicos, con extensas zonas de disfrute, pero, hay que decirlo, también es la hora de decir sí a esos proyectos que logren cumplir con todos o, por lo menos, algunos requisitos de LEED y sobre todo que cumplan a cabalidad con las normas ambientales de nuestro país en aras a la consecución de la sostenibilidad de los recursos naturales, esto será analizado ampliamente en el Capítulo 4.

Este capítulo permitió establecer una relación importante entre la construcción de edificios residenciales en el Valle de Aburrá y los parámetros que se acercan a la sostenibilidad, haciendo hincapié en las estructuras diseñadas y construidas para la gestión de los residuos sólidos domiciliarios.

Se evidenció cómo las iniciativas de acercar la construcción a lo verde tiene una aceptación de mercado, lo que permite plantear que es hora de que el término de sostenibilidad pase de ser un cliché publicitario a una realidad comprometedora.

En el siguiente capítulo se presenta la legislación aplicable a la construcción de edificios residenciales y el manejo adecuado de los residuos sólidos. Se podrá evidenciar cómo la normatividad de dos aspectos tan relacionados están completamente distantes, lo que genera una necesidad de complementariedad para el direccionamiento de la construcción hacia lo sostenible.

3. Capítulo 3. Legislación sobre residuos sólidos y construcción de edificios residenciales.

En el capítulo anterior se estableció una importante relación entre el manejo adecuado de los residuos sólidos domiciliarios y la construcción de edificios residenciales cuando de construcción sostenible se habla. Mejía (2009) establece que los edificios residenciales se han limitado al cumplimiento de la normatividad sobre construcción, aspecto que se analizará en este capítulo y que permite resolver cuestionamientos como: ¿lo “verde” es realmente un criterio de diseño y construcción o simplemente un cliché publicitario? La legislación sobre construcción es realmente incluyente con lo ambiental de tal forma que podamos alcanzar el tan anhelado desarrollo sostenible? A continuación se mostrará cómo se desarrolla la legislación ambiental de residuos sólidos y la legislación sobre la construcción de edificios residenciales. Se analizarán los puntos de convergencia en cuanto al manejo adecuado de los residuos sólidos domiciliarios y se establecerán las falencias que podrían estar frenando el desarrollo sostenible ya que los problemas que plantea la sostenibilidad superan las soluciones que ofrecemos. Salvo, honrosas excepciones reaccionamos de forma insuficiente y demasiado tarde (Annan, 2000)⁶²

3.1. Legislación sobre residuos sólidos en Colombia

Las etapas iniciales de la legislación ambiental estuvieron relacionadas con el tema sanitario. La preocupación por el medio ambiente nace principalmente de los efectos que nuestras propias actividades tienen sobre nuestra salud. Una vez se comprende que la

⁶² ANNAN KOFI, A. Discurso de la declaración del Milenio. Secretario General. Naciones Unidas. Washington EEUU. 2000.

degradación del medio ambiente conlleva a la degradación de la calidad de vida y la salud de las personas se da un giro importante en cuanto a la visión del medio ambiente, su utilización, preservación y protección. Este giro lo registran Acurio, *et al* al expresar que el tema de los residuos sólidos es abordado por diferentes sectores de la administración pública, tales como, ambiente, salud, desarrollo urbano, comunicaciones y transporte, industrias, comercio, entre otras, estando contenida su regulación en diversas leyes, reglamentos e instrumentos jurídicos que en varios casos se traslapan⁶³. Sin embargo, esto no genera la idea de integralidad que se requiere, por el contrario en 1996 la OPS en su estudio sobre el análisis sectorial de residuos sólidos en Colombia establece que la legislación existente está dispersa, es poco conocida y deficientemente estructurada, lo cual implica el desconocimiento o inaplicabilidad en la misma⁶⁴.

En el Anexo A, se presenta un listado de toda la normatividad Colombiana en relación con los residuos sólidos ya que en este capítulo únicamente se presenta la normatividad pertinente al desarrollo de la tesis.

Teniendo como base las actividades establecidas en el capítulo 1 sobre la gestión de los residuos sólidos, a continuación se identificará la legislación apropiada para cada etapa. Pero antes de esto, es importante señalar que la Resolución 1045 de 2005 es la base legislativa a nivel nacional de la gestión de los residuos ya que establece la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, resolución que se hizo más restrictiva para el caso del Área Metropolitana del Valle de Aburrá mediante la Resolución Metropolitana 526 de 2004 sobre los Planes de Manejo Integral de Residuos Sólidos, resolución que posteriormente fue derogada como se menciona en el capítulo 1.

- Generación de residuos: en Colombia, el desarrollo de legislación sobre la generación de residuos sólidos domésticos ha sido nula, en cambio, se han visto inicios de regulación de este aspecto en cuanto a los residuos peligrosos. Es así como por ejemplo, en la Ley 430 de 1998, por la cual se dictan normas

⁶³ ACURIO, Guido, *et al*. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. Washington: BID-OMS/OPS.1997. p. 1.

⁶⁴ *Ibid.*, p. 543.

prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones. En su Artículo 2, establece como principio “minimizar la generación de residuos peligrosos [...]”, principio que es retomado en el Decreto 4741 de 2005 y la Ley 1252 de 2008. El desarrollo legislativo tan precario en este aspecto deja grandes interrogantes sobre el direccionamiento que fue establecido desde la Política Nacional para la Gestión de los Residuos Sólidos, donde como primer objetivo específico se estableció *la minimización de la cantidad de residuos que se generan*.

- Prerrecogida: esta etapa se analiza de acuerdo con las actividades que la conforman. Inicialmente, se presenta la actividad de **separación de residuos**, en cuanto a esto, la Política Nacional para la Gestión de los Residuos Sólidos en el año 1998 llamó la atención sobre la inexistencia de normas que fomentan la separación en la fuente y como respuesta a este llamado, en el año 2002 por medio del Decreto 1713 por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos, en su Artículo 125 establece como uno de los deberes de los usuarios *realizar la separación de los residuos sólidos en la fuente de manera que se permítala recolección selectiva[...]*En este aspecto se puede señalar el intento fallido realizado en Medellín mediante el Decreto 005 de 2003, donde se obligaba la separación de los residuos domiciliarios con la utilización de bolsas verdes. Esta norma fue fallida por la falta para ese entonces de educación ciudadana en este tema. Por su parte el Concejo de la Plata Huila, por medio del Acuerdo No 101-5-1-21 del año 2009 estableció que en el término máximo de un año será obligatoria, para los generadores de residuos, la separación y presentación de sus residuos tal como lo establece el Decreto 1713 de 2002 y la Ley 1259 de 2008. Paradójicamente, solamente el Decreto 1713 de 2002 establece como un deber la separación de los residuos en la fuente, siempre y cuando su recolección sea selectiva. En cuanto al **almacenamiento** sí se cuenta con una normatividad clara y específica sobre las obligaciones que se deben cumplir. Fue el Decreto 1713 de 2002 el que estableció los requerimientos mínimos para los cuartos de basura o lugar de almacenamiento temporal de los residuos antes de ser entregados a la Empresa Prestadora del Servicio de Aseo,

este decreto fue modificado en su artículo 19 por el Decreto 1140 de 2003 donde se establece que *“todo Multiusuario del servicio de aseo, deberá tener una unidad de almacenamiento de residuos sólidos que cumpla como mínimo con los siguientes requisitos:*

- 1. Los acabados deberán permitir su fácil limpieza e impedir la formación de ambientes propicios para el desarrollo de microorganismos en general.*
- 2. Tendrán sistemas que permitan la ventilación como rejillas o ventanas; y de prevención y control de incendios, como extintores y suministro cercano de agua y drenaje.*
- 3. Serán construidas de manera que se evite el acceso y proliferación de insectos, roedores y otras clases de vectores e impida el ingreso de animales domésticos.*
- 4. Deberán tener una adecuada accesibilidad para los usuarios.*
- 5. La ubicación del sitio no debe causar molestias e impactos a la comunidad.*
- 6. Deberán contar con cajas de almacenamiento de residuos sólidos para realizar su adecuada presentación”.*

Finalmente, en esta etapa se tiene **el procesamiento en origen**. En cuanto a este aspecto el Decreto 1140 de 2003, artículo 1, parágrafo 2, establece que *en las zonas en que se desarrollen programas de recuperación, las unidades de almacenamiento deberán disponer de espacio suficiente para realizar el almacenamiento selectivo de los materiales, los cuales deben ser separados en la fuente para evitar el deterioro y contaminación conforme a lo determinado en el manual de aprovechamiento elaborado por la persona prestadora del servicio de aseo en desarrollo del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Además de esto, no existe legislación que promueva, regule o vigile el procesamiento de los residuos sólidos en el origen.

- **Recogida:** en cuanto a la etapa, la parte inicial de ella es la **presentación de los residuos**, la cual es legislada para los generadores mediante el Decreto 1140 de 2003 que modifica el Decreto 1713 de 2002. En su Artículo 2, establece que *la presentación de los residuos se podrá realizar en alguno de los siguientes lugares: en el caso de multiusuarios, en la unidad de almacenamiento o en el andén; en el caso de los demás usuarios en el andén del inmueble del generador[...]evitando la obstrucción peatonal o vehicular y con respeto de las normas urbanísticas vigentes en el respectivo municipio o distrito, de tal manera que se facilite el acceso para los vehículos y personas encargadas de la recolección y la fácil limpieza en caso de presentarse derrames accidentales.* Por otro lado, la actividad de recolección de los residuos está legislada para la Empresas Prestadora del Servicio de Aseo por medio de la Ley 142 de 1994, la cual es reglamentada por el Decreto 605 de 1996 y modificada finalmente por el Decreto 1713 de 2002 el cual en su artículo 31 establece que *la actividad de recolección se realizará observando entre otras las siguientes normas:*

1. La recolección deberá efectuarse de modo tal que se minimicen los impactos ambientales, en especial el ruido y el esparcimiento de residuos en la vía pública. En caso de que se viertan residuos durante la recolección, es deber del recolector realizar inmediatamente la limpieza correspondiente.

2. La persona prestadora del servicio deberá tener equipos de reserva, para garantizar la normal prestación del servicio de aseo en caso de averías. El servicio de recolección de residuos no podrá ser interrumpido por fallas mecánicas de los vehículos.

3. El servicio de recolección de residuos aprovechables, y no aprovechables se prestará de acuerdo con el PGIRS, en las frecuencias y horarios establecidos por el operador del servicio y consignados en el contrato de condiciones uniformes.

4. En las zonas en las cuales se utilice el sistema de recolección en cajas de almacenamiento, las personas prestadoras del servicio deberán instalar los que sean necesarios para que los residuos sólidos depositados no desborden su capacidad.

5. La operación de compactación deberá efectuarse en zonas donde causen la mínima molestia a los residentes. En ningún caso esta operación podrá realizarse frente a centros educativos, hospitales, clínicas o cualquier clase de centros asistenciales.

- Transferencia y transporte: esta fase está legislada por el Decreto 1713 de 2002 en su título IV donde hace explícitas las exigencias a los vehículos transportadores de residuos sólidos, tema que no se analizará por no ser pertinente en el desarrollo de la tesis.
- Tratamiento: Colombia en cuanto a este tema únicamente ha legislado el tratamiento de los residuos sólidos peligroso, estableciendo los permisos ambientales necesarios para desarrollar dicha actividad.
- Disposición final: la Resolución 1096 de 2004 adopta el documento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, el cual en el título F establece los requerimientos ingenieriles para la disposición final de los residuos. Además de esto, el Decreto 838 de 2005 establece todos los procedimientos necesarios para la disposición adecuada de los residuos sólidos.

3.2. Legislación sobre el diseño y construcción de edificios residenciales

Las normas de tipo edilicio como lo señala Salazar y Atehortúa, son las dirigidas a regular la propia edificación, estableciendo parámetros de tipo constructivo⁶⁵, en estas normas se centrará el análisis para determinar los parámetros ambientales en relación a la gestión de residuos sólidos domiciliarios que han sido empleados en el diseño y construcción de edificios residenciales en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

⁶⁵ SALAZAR TRUJILLO, Jorge Hernán y ATHEORTUA ARROYAVE, Rafael Hernán. Construcción de normativas urbanísticas para el ahorro energético en climas tropicales. Universidad Nacional de Colombia, Colciencias y Grupo EMAT. 2002. p.19.

Inicialmente se mencionarán algunas normas que pueden dar herramientas para plantear las soluciones sobre los aspectos arquitectónicos necesarios para el manejo adecuado de los residuos sólidos domiciliarios, entre ellas se tienen:

- El Decreto 2060 del año 2004 donde se establecen las normas mínimas para vivienda de interés social urbana, establece en su Artículo 1 que, *el porcentaje de cesiones urbanísticas gratuitas para el equipamiento en las viviendas de interés social 1 y 2 serán entre el 5% al 10% del área neta urbanizable*. Este porcentaje podría considerarse como viable para la construcción de aspectos arquitectónicos que permitan el manejo adecuado de los residuos sólidos domiciliarios.
- Decreto 0342 de 2007, de la Alcaldía de Medellín, establece como cuarto objetivo “orientar el crecimiento de la ciudad hacia adentro y racionalizar el uso y ocupación del suelo”.
- Decreto 564 de 2006, en su **Artículo 19** establece que *para la licencia de urbanización se deberá adjuntar la certificación expedida por las empresas de servicios públicos domiciliarios o la autoridad o autoridades municipales o distritales competentes, acerca de la disponibilidad inmediata de servicios públicos en el predio o predios objeto de la licencia, dentro del término de vigencia de la licencia*. En el **Artículo 22** establece los siguientes Documentos adicionales para la licencia de construcción.
 - *Copia de la memoria de los cálculos estructurales, de los diseños estructurales, de las memorias de otros diseños de los elementos no estructurales y de los estudios geotécnicos y de suelos que sirvan para determinar la estabilidad de la obra, elaborados de conformidad con las normas de construcción sismo resistentes vigentes al momento de la solicitud, rotulados y firmados por los profesionales facultados para este fin, quienes se harán responsables legalmente de los diseños y de la información contenida en ellos.*
 - *Una copia en medio impreso y una copia magnética del proyecto arquitectónico, elaborado de conformidad con las normas urbanísticas y arquitectónicas vigentes al momento de la solicitud*

debidamente rotulado y firmado por un arquitecto con matrícula profesional, quien se hará responsable legalmente de los diseños y de la información contenida en ellos.

En su Artículo 26, establece que *el curador urbano o la autoridad encargada de estudiar, tramitar y expedir las licencias, deberá revisar el proyecto objeto de solicitud, desde el punto de vista técnico, jurídico, estructural, urbanístico y arquitectónico a fin de verificar el cumplimiento del proyecto con las normas urbanísticas, de edificación y estructurales vigentes.*

Además de estas normas, los municipios cuentan con los Estatutos de Planeación los cuales podrían plantearse como los escenarios adecuados para complementar las normas de construcción con las normas ambientales. De los municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, se hace referencia al Acuerdo N° 056 de 2001, del municipio de Envigado, el cual establece en su Título I, capítulo 4, Artículo 63, que:

[...] las unidades residenciales que tengan 10 o más unidades de vivienda deberán plantear una unidad técnica de basura con sus respectivos contenedores. Esta deberá localizarse fuera de los aislamientos frontales y laterales, al interior del predio y en áreas comunes y deberá tener un área mínima de 5.00 metros cuadrados y deberá estar localizada de manera tal que permita una fácil recolección y no contamine las fuentes de aguas superficiales. Para conjuntos de más de 10 viviendas, el área se incrementará a razón de 1 metro cuadrado por cada 10 viviendas [...]

Este mismo acuerdo, de manera imprecisa en el Título II, capítulo 3, artículo 151 establece los requisitos mínimos para los cuartos de almacenamiento de residuos, entre los que señala que: “deben tener las dimensiones suficientes para el almacenamiento de los recipientes que contienen las basuras y para facilitar el acceso y recolección de estos por parte del personal encargado, dichas dimensiones serán las siguientes; hasta 60 viviendas: 4.00 metros cuadrados y de 60 a 140 viviendas: 8.00 metros cuadrados”.

Estas imprecisiones generan ineficiencia en la gestión de los residuos sólidos domiciliarios ya que no se determina claramente cuál debe ser el área destinada para el

almacenamiento de los residuos, lo que podría generar espacios insuficientes o sobredimensionados.

Por su parte, el municipio de Girardota mediante el Decreto 111 de 2007 en su segunda parte, en el aparte de Salubridad, artículo 94, establece que: “todo tipo de edificación deberá contar con un sistema colectivo de almacenamiento de basuras con sus respectivos contenedores. Para las unidades residenciales que tengan diez (10) o más unidades de vivienda, el sistema de almacenamiento de basuras estará fuera de los aislamientos y retiros frontales y laterales, ubicándose al interior del predio y en áreas comunes, deberá cumplir un área mínima de cinco (5.00) metros cuadrados y se localizará de manera tal que permita una fácil recolección y no genere contaminación de ningún tipo. El área se incrementará a razón de un (1.00) metro cuadrado por cada 10 viviendas adicionales”.

Lo que adopta el municipio de Girardota coincide con lo establecido en el Artículo 63 del Acuerdo N° 056 de 2001. Frente a esto, llama la atención de que no todas las construcciones de edificios tienen las mismas necesidades de espacios para el almacenamiento de los residuos ya que la producción per cápita varía de acuerdo al estrato socio económico. Este aspecto, puede variar de forma significativa las exigencias planteadas en la construcción de cuartos de basura.

Ahora bien, a continuación se expondrá de una forma más amplia lo establecido por el Municipio de Medellín mediante su Decreto 409 de 2007, por medio del cual se expiden las normas específicas para las actuaciones o procesos de urbanización. En ella se encuentran los siguientes aspectos relacionados con el manejo de los residuos sólidos:

- El Artículo 195, establece *con respecto a los desarrollos destinados a vivienda que se localicen contiguo a usos incompatibles, tendrán un retiro perimetral de quince (15.00) metros; la entidad ambiental podrá definir un retiro mayor o menor dependiendo del impacto negativo que cause sobre el desarrollo del uso colindante.*
- En el artículo 199, establece que *los predios menores a 2000 metros cuadrados el 10% de su área destinada a la generación de áreas verdes de uso común, podrá cumplirse dentro del área de antejardín, además establece que el 20% del área neta del lote, no puede ser ocupado con construcción alguna.*

-
- Artículo 227: *sólo se admite el desarrollo progresivo de obras de urbanismo, amoblamiento y paisajismo, en viviendas de interés social, previo acuerdo entre el urbanizador y la Administración Municipal, para garantizar finalmente un precio menor de la solución habitacional...*
 - Artículo 228: *se debe garantizar la construcción de la estructura sismoresistente, accesos y circulaciones comunes, cerramientos de fachadas y destinaciones para mantener la privacidad, servicios sanitarios, cocina...*

En cuanto a SALUBRIDAD, establece

- Artículo 290: *Componentes de una vivienda: la vivienda debe tener como mínimo un espacio múltiple para área social (sala-comedor, alcoba, un servicio sanitario completo y cocina, áreas de circulación, zona de ropas).*
- Artículo 293: *Dimensiones mínimas de patios y vacíos: en las edificaciones destinadas a viviendas y a otros usos diferentes que cuenten con una altura de 3 pisos o más, el lado mínimo del patio o retiro, será de tres metros para los tres primeros pisos, con un área mínimo de vacío de nueve metros cuadrados. Esta dimensión se incrementará en 0,50 metros por cada piso adicional.*
- Artículo 306: *Porterías y Cuartos de Aseo: en todas las edificaciones, se deberá disponer para el mantenimiento, de cuarto de aseo a razón de uno como mínimo cada tres pisos, localizados preferentemente en los descansos de las escaleras, los cuales estarán dotados con pocetas y agua corriente.*
- Artículo 309: *Áreas para el almacenamiento de residuos sólidos. Toda edificación para uso multifamiliar, comercial, de servicios, o mixta, así como las urbanizaciones en todas sus tipologías y aquellas que la entidad de aseo determine, tales como equipamientos y actividades industriales, deberá contar con un sistema de almacenamiento colectivo de residuos sólidos de conformidad con las normas expedidas por las entidades ambientales y de salud y demás entidades que lo reglamenten. Los cuartos para almacenamiento de residuos sólidos en las edificaciones cumplirán como mínimo con los siguientes requisitos:*

1. *Deben estar cubiertos y contar con acabados lisos en paredes para permitir su fácil limpieza e impedir la formación de ambientes propicios para el desarrollo de microorganismos, insectos y roedores.*
2. *Debe contar con sistemas de suministro de agua, de iluminación, control de incendios, ventilación o reventilación hacia el exterior, ya sea directamente o mediante ductos o buitrones; así mismo, con un adecuado drenaje para posibles lixiviados.*
3. *Los pisos de los cuartos de residuos sólidos deberán garantizar la facilidad de su higiene y condiciones de seguridad con materiales antideslizantes, de suficiente dureza para resistir los esfuerzos de rodadura a que pueden estar sometidos; con acceso desde la vía pública. En caso de existir desniveles, se dispondrán rampas garantizando un ancho de un (1.00) metro de circulación con una pendiente menor del 8%. Cuando el cuarto de basura esté localizado en sótano o semisótano para estacionamiento de vehículos del edificio, la circulación de acceso y salida deberá hacerse por zonas comunes, claramente demarcada y no podrá efectuarse a través de las celdas de parqueo.*
4. *Los cuartos de residuos sólidos deberán disponer de dos compartimientos o espacios, uno destinado al material reciclable y el otro para material no reciclable.*
5. *Disponer del espacio suficiente para el almacenamiento de los recipientes que contengan residuos sólidos y para la recolección de los mismos por parte del personal encargado. Para el cálculo del número de recipientes se considerarán factores tales como volumen promedio de residuos sólidos por habitante, frecuencia de recolección, densidad de la basura suelta y compactada, igualmente la capacidad de los recipientes.*
6. *Las áreas de almacenamiento de residuos sólidos para edificaciones multifamiliares, comerciales e industriales, será la que establezca la autoridad competente.*

7. *La distancia mínima de un cuarto de almacenamiento de residuos a fachadas abiertas o semicerradas será de tres (3,0) metros y deberá garantizar la no propagación de olores.*

Parágrafo: El cuarto de almacenamiento de residuos sólidos en los desarrollos urbanísticos estará dispuesto de forma que el carro recolector no impida el acceso vehicular o peatonal a la urbanización en el momento de la recolección de los mismos.

- *Artículo 310: Ductos de residuos sólidos. Toda edificación que contemple más de cinco pisos de altura deberá disponer de ductos para la evacuación de residuos sólidos cumpliendo con las normas y requisitos técnicos necesarios para el buen funcionamiento de los mismos, así como la utilización de materiales lisos e inoxidable para su elaboración de tal forma que no se propicie el atascamiento de los residuos sólidos ni la generación de efectos contaminantes, así:*
 1. *Se construirán con materiales resistentes al fuego y aislantes del sonido, con paramentos interiores lisos, resistentes, impermeables, anticorrosivos y de fácil limpieza, su trazado será vertical. Podrá tener cambios de dirección siempre que no haya pendientes inferiores a 60°.*
 2. *Su sección interior debe ser constante, no menor de 50 cm de diámetro interior.*
 3. *Deben proveerse de las instalaciones recursivas de limpieza y contra incendios.*
 4. *Si en su parte inferior se dispone de una superficie de rebote de residuos, ésta se construirá de tal modo que se eliminen al máximo los ruidos y se eviten que queden en ella los líquidos que puedan desprenderse y tendrá la pendiente necesaria para que por gravedad todos los productos vertidos se depositen en los recipientes dispuestos para ello.*
 5. *Las compuertas situadas en las diferentes plantas deberán ser de materiales resistentes al fuego, de fácil limpieza y cierre silencioso y estanco para los*

olores y corrientes de aire. Se situarán en lugares de fácil acceso, preferentemente fuera de las viviendas y con suficiente espacio de maniobra.

6. *Cuando el cuarto que contenga el terminal del ducto sea distinto al destinado a guardar los recipientes de basura, cada uno de ellos dispondrá de ventilación independiente.*

▪ *Artículo 311. Otras disposiciones de residuos sólidos. Cuando se trata de ductos de uso colectivo, se deberá garantizar el cumplimiento de las siguientes disposiciones adicionales para los cuartos de residuos sólidos y ductos:*

1. *Contar con instalación automática contra incendios, en especial junto a la boca terminal inferior del ducto y sobre los recipientes susceptibles de contener residuos sólidos.*

2. *La boca terminal inferior del ducto deberá estar provista de una compuerta metálica contra incendios y suficientemente resistente.*

3. *Se deberá proveer de una tubería de ventilación al exterior, de altura superior a la del ducto y que sobresalga de la cubierta del edificio.*

Áreas exteriores para la recolección de residuos: los desarrollos urbanísticos ya sean cerrados o abiertos en lotes mayores a dos mil (2000) metros cuadrados y las edificaciones residenciales con un número mayor de 50 soluciones de vivienda, deberán disponer de áreas exteriores para la colocación de los recipientes de basura mientras se efectúa la recolección. Para la ubicación de estas áreas se tendrá en cuenta la dirección de los vientos predominantes, con el fin de evitar que los olores sean llevados a las viviendas contiguas. Las dimensiones de estas áreas se demarcarán en el terreno y deben ser lo suficientemente amplias para contener todos los recipientes en un momento dado. Por ningún motivo dichos recipientes se localizarán sobre el andén o áreas de tránsito peatonal y deberán constar en los planos que soporte la licencia urbanística.

Parágrafo: será opcional la colocación de ductos de basura en los proyectos destinados a viviendas de interés social cuyo precio de venta sea inferior a 70 salarios mínimos (prioritaria).

Este Decreto a diferencia de los retomados anteriormente no establece cuál es el área necesaria para el almacenamiento de los residuos, vacío normativo que puede ir en contravía de la buena gestión de los residuos sólidos, ya que no se establece ningún criterio técnico para el almacenamiento adecuado de los residuos, dejando a criterio de quien diseña cuál debe ser el área.

3.3. Análisis normativo

Como ya se mencionó el análisis está direccionado a establecer qué aspectos son contemplados desde la normatividad ambiental y la normatividad de construcción para el manejo adecuado de los residuos sólidos domiciliarios. Para este análisis se retomará el Decretos 1140 de 2003 y el Decreto 409 de 2007 ya que la evaluación estará centrada en un edificio que se encuentra ubicado en el municipio de Medellín. En la tabla 3-1 se presentan los aspectos desarrollados en cada norma sobre el cuarto de residuos, para establecer coincidencias, diferencias y contradicciones si es del caso. Las coincidencias serán presentadas en **negrilla** y se subrayarán las contradicciones si se presentan.

Tabla 3-1. Comparación Decreto 1140 vs Decreto 409 de 2007

Decreto 1140 de 2003	Decreto 409 de 2007
Los acabados deberán permitir su fácil limpieza e impedir la formación de ambientes propicios para el desarrollo de microorganismos en general.	<i>Deben estar cubiertos y contar con acabados lisos en paredes para permitir su fácil limpieza e impedir la formación de ambientes propicios para el desarrollo de microorganismos, insectos y roedores.</i>
Tendrán sistemas que permitan la ventilación como rejillas o ventanas; y de prevención y control de incendios, como extintores y suministro cercano de agua y drenaje.	Debe contar con sistemas de suministro de agua, de iluminación, control de incendios, ventilación o reventilación hacia el exterior, ya sea directamente o mediante ductos o buitrones; así mismo, con un adecuado drenaje para posibles lixiviados

<p>Serán construidas de manera que se evite el acceso y proliferación de insectos, roedores y otras clases de vectores e impida el ingreso de animales domésticos.</p>	<p>Impedir la formación de ambientes propicios para el desarrollo de microorganismos, insectos y roedores</p>
<p>Deberán tener una adecuada accesibilidad para los usuarios</p>	
<p>La ubicación del sitio no debe causar molestias e impactos a la comunidad</p>	<p>La distancia mínima de un cuarto de almacenamiento de residuos a fachadas abiertas o semicerradas será de tres (3,0) metros y deberá garantizar la no propagación de olores.</p>
<p>Deberán contar con cajas de almacenamiento de residuos sólidos para realizar su adecuada presentación.</p>	
	<p>Los pisos de los cuartos de residuos sólidos deberán garantizar la facilidad de su higiene y condiciones de seguridad con materiales antideslizantes, de suficiente dureza para resistir los esfuerzos de rodadura a que pueden estar sometidos; con acceso desde la vía pública. En caso de existir desniveles, se dispondrán rampas garantizando un ancho de un (1.00) metro de circulación con una pendiente menor del 8%. Cuando el cuarto de basura esté localizado en sótano o semisótano para estacionamiento de vehículos del edificio, la circulación de acceso y salida deberá hacerse por zonas comunes, claramente demarcada y no podrá efectuarse a través de las celdas de parqueo.</p>
<p>En las zonas en que se desarrollen programas de recuperación, las unidades de almacenamiento deberán disponer de espacio suficiente para</p>	<p>Los cuartos de residuos sólidos deberán disponer de dos compartimientos o espacios, uno destinado al material reciclable y el otro para material no</p>

<p>realizar el almacenamiento selectivo de los materiales, los cuales deben ser separados en la fuente para evitar el deterioro y contaminación</p>	<p>reciclable.</p>
<p>En las zonas en las cuales se utilice el sistema de recolección en cajas de almacenamiento, las personas prestadoras del servicio deberán instalar los que sean necesarios para que los residuos sólidos depositados no desborden su capacidad.</p>	<p>Disponer del espacio suficiente para el almacenamiento de los recipientes que contengan residuos sólidos y para la recolección de los mismos por parte del personal encargado. Para el cálculo del número de recipientes se considerarán factores tales como volumen promedio de residuos sólidos por habitante, frecuencia de recolección, densidad de la basura suelta y compactada, igualmente la capacidad de los recipientes</p>
	<p>Las áreas de almacenamiento de residuos sólidos para edificaciones multifamiliares, comerciales e industriales, será la que establezca la autoridad competente.</p>
<p>La presentación de los residuos se podrá realizar en alguno de los siguientes lugares: en el caso de multiusuarios, en la unidad de almacenamiento o en el andén; en el caso de los demás usuarios en el andén del inmueble del generador[...]evitando la obstrucción peatonal o vehicular y con respeto de las normas urbanísticas vigentes en el respectivo municipio o distrito, de tal manera que se facilite el acceso para los vehículos y personas encargadas de la recolección y la fácil limpieza en caso de presentarse derrames accidentales.</p>	<p>Los desarrollos urbanísticos ya sean cerrados o abiertos en lotes mayores a dos mil (2.000) metros cuadrados y las edificaciones residenciales con un número mayor de 50 soluciones de vivienda, deberán disponer de áreas exteriores para la colocación de los recipientes de basura mientras se efectúa la recolección. Para la ubicación de éstas áreas se tendrá en cuenta la dirección de los vientos predominantes, con el fin de evitar que los olores sean llevados a las viviendas contiguas. Las dimensiones de éstas áreas se demarcarán en el terreno y deben ser lo suficientemente amplias para contener todos los recipientes en un momento dado. Por ningún motivo dichos recipientes se localizarán sobre el</p>

	andén o áreas de tránsito peatonal y deberán constar en los planos que soporte la licencia urbanística.
--	--

Fuente: Decreto 1140 de 2003 y Decreto 409 de 2007.

Se puede ver como el Decreto 409 de 2007, tiene un desarrollo amplio en cuanto a los requerimientos de los cuartos de basura, esto podría considerarse lógico ya que es la norma que reglamente su diseño y construcción. Sin embargo, ambas tienen el mismo propósito: disminuir los impactos ambientales causados por el almacenamiento de los residuos sólidos domésticos. Con este objetivo común, podría hacerse un llamado de atención del desarrollo tan precario de la legislación ambiental en cuanto a este aspecto. Además de esto, se puede ver como el Decreto 409 de 2007 reglamenta el diseño de los ductos de los residuos sólidos, aspecto que es totalmente desconocido en la reglamentación ambiental. Aún con esta legislación y teniendo en cuenta lo evidenciado en el capítulo 1 y 2 sobre la gestión de los residuos sólidos domiciliarios y la construcción de edificios residenciales, ¿por qué se siguen construyendo cuartos de basura con espacios insuficientes, con poco o nula ventilación, con accesos restringidos? La respuesta a esta pregunta puede presentar dos hipótesis. La primera tiene que ver con que los diseñadores no consultan de forma rigurosa la normatividad para la construcción de edificios residenciales y la segunda, que no se han establecido criterios técnicos claros que permitan incluir aspectos arquitectónicos eficientes para la gestión de los residuos sólidos domiciliarios. El planteamiento de la tesis retoma la hipótesis número dos ya que pudo ser comprobada por medio del análisis de la legislación ambiental colombiana vigente y la legislación municipal de construcción.

4. Capítulo 4. Problemas en la gestión de residuos sólidos en edificios residenciales: estudio de caso.

Se ha visto hasta el momento cómo las herramientas hasta ahora planteadas en la gestión ambiental de los residuos sólidos domiciliarios han sido insuficientemente abordadas en nuestro país desde la legislación ambiental, las políticas nacionales y desde los criterios empleados para el diseño y construcción de edificios residenciales. En este capítulo, se analizará de una forma más detallada cómo los diseños arquitectónicos pueden ser la causa de los impactos que genera la inadecuada gestión de los residuos sólidos domiciliarios en la vivienda en altura. Para esta evaluación como ya se ha mencionado, se tendrá como principales derroteros la *Guía para el Manejo Integral de los residuos sólidos en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá*, la legislación ambiental y la legislación sobre el diseño y construcción de edificios residenciales vigente en el país.

4.1. Identificación de impactos ambientales de la gestión de los residuos sólidos domiciliarios

La generación de los residuos sólidos domiciliarios tiene según Comando (2006) una triple repercusión ambiental: contaminación, desperdicio de recursos y necesidad de espacios para su disposición. En el Capítulo 1 se pudo observar estas consecuencias cuando se expuso el diagnóstico del PGIRS-R del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Estas referencias se retomarán de acuerdo a la pertinencia del análisis planeado en este capítulo.

García y Ainchil (2009)⁶⁶ agrupan en tres tipos de evaluación ambiental los empleados en la construcción, así: análisis del ciclo de vida, sistemas simples a base de indicadores y los sistemas integrales de evaluación ambiental de tipo comercial o académico. En el primer grupo se ubican las metodologías como LEED que permiten un análisis del edificio desde su diseño hasta su demolición teniendo especial cuidado con el funcionamiento del edificio. Sin embargo, en este tipo de metodologías como se pudo evidenciar en el capítulo 2, no precisan las exigencias en cuanto a la gestión interna de los residuos sólidos domiciliarios y como el objeto de la tesis no es el análisis de todo el ciclo de vida del edificio, no se emplearán estas metodologías para el análisis de los impactos. En el segundo grupo, se ubica la legislación ambiental colombiana vigente ya que se convierte en un indicador a cumplir de acuerdo a las exigencias planteadas desde las Leyes, Decretos, Resoluciones y Acuerdos. Este tipo de evaluación se utilizará en tanto se compare el proyecto inmobiliario con las exigencias que se hacen a nivel de las normas ambientales y de construcción en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. El tercer tipo de evaluación incluye desde las metodologías de evaluación como las planteadas por CONESA (1997)⁶⁷ donde se determina la importancia del impacto para así jerarquizar las acciones a realizar, hasta las guías planteadas por las autoridades ambientales. Las metodologías como la de CONESA (1997) no será empleada en este análisis ya que el objeto no es jerarquizar los impactos ni las medidas, sino evidenciarlos para determinar su importancia en las soluciones en la gestión. Sin embargo, de este grupo se empleará la *Guía para el Manejo Integral de los residuos sólidos en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá* que permitirá hacer un análisis consecutivo de la gestión de los residuos domiciliarios en el proyecto inmobiliario y su relación con los aspectos arquitectónicos.

A continuación se mostrará la evaluación realizada al proyecto inmobiliario “Reserva del Seminario” ubicado en estrato cuatro, que contará con 8 torres, de 16 pisos cada una y

⁶⁶ GARCÍA, Dona Angel, AINCHIL LAVÍN, Javier Pablo. Métodos de Comparación de efectos ambientales en el sector de la construcción. *En*: Revista de Planteamiento territorial y urbanismo. [online] Junio de 2009 [cited 11 marzo de 2010] Iberoamérica. Número 10. Available from: <<http://www.planeamientoyurbanismo.com/articulos/39/metodos-de-comparacion-de-efectos-ambientales-en-el-sector-de-la-construccion>>

⁶⁷ CONESA FERNÁNDEZ, Vicente. *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. Ed. Mundi Prensa. Madrid, 1997. 412p.

cuatro apartamentos por piso. Está ubicado en el municipio de Medellín, barrio Buenos Aires, sector Miraflores. Cuenta con amplias zonas verdes, dos piscinas para adultos, dos piscinas para niños, dos canchas, salón social, dos ascensores por torre, más de 190 parqueaderos para vehículos y 208 para motos, sector campestre con hermosa vista. Este proyecto lleva construido y habitado el 60% de las torres⁶⁸. En los últimos tres años en esta zona se han construido tres proyectos inmobiliarios de los cuales uno de ellos cuenta con 10 torres de 5 pisos cada uno y otro de dos torres de 15 pisos.

El análisis en este capítulo retomará la metodología planteada en el capítulo dos, donde se analizará desde el nombre del proyecto hasta sus aspectos para la gestión de los residuos sólidos domiciliarios. En la Figura 4-1, se muestra la publicidad empleada para este proyecto en la revista inmobiliaria abril de 2010.

Figura 4-1. Reservas del Seminario



Fuente: Revista Inmobiliaria, pág 19

Inicialmente, se llamará la atención sobre el nombre del proyecto inmobiliario “Reserva del Seminario”. La palabra reserva ha sido ampliamente empleada en el ámbito

⁶⁸ Visita realizada en marzo de 2010 como posibles compradores.

ambiental, Corantioquia por ejemplo, lo define como zonas que por poseer características particulares de flora, fauna, belleza paisajística o patrimonio histórico-cultural deben ser preservadas, conservadas y manejadas para el disfrute de generaciones futuras⁶⁹. En la imagen utilizada en el aviso publicitario predomina el color verde de los amplios espacios de arborización. Al visitar este proyecto la sensación inicial es un espacio rodeado de verde que cumple con las expectativas generadas por la publicidad. Sin embargo, al conocer el manejo de los residuos sólidos en los edificios que ya han sido vendidos, se plantea una imagen muy contradictoria a lo ecológico.

En las fotografías 4-1, 4-2 y 4-3 se puede evidenciar que el cuarto de basura cuenta con escasa ventilación, sus dimensiones aunque no fueron determinadas exactamente, se calculan en 3m² aproximadamente, la presencia de residuos fuera del cuarto de basura y el ducto de basura completamente obstruido muestra la insuficiencia de espacio para el almacenamiento de los residuos de los habitantes de dos torres de 16 pisos y con cuatro apartamentos por nivel, por torre.



Fotografía 4-1. Ducto de basura



Fotografía 4-2. Cuarto de basura

⁶⁹ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CENTRO DE ANTIOQUIA. [online] Reserva, 2008. [cited 27 abril 2010]. Available from Internet <URL: www.corantioquia.gov.co>.



Fotografía 4-3. Dimensiones cuarto de basura

Este ejercicio lleva a una gestión esquemáticamente igual a la planteada en la Figura 2-3, la cual tendrá las deficiencias e impactos que se mencionaron en el Capítulo 2. El esquema de la gestión nos permite evidenciar que la actitud proambiental del habitante no se potencializa con el diseño del edificio y esto puede generar impactos negativos al medio ambiente.

A continuación se describirán los aspectos que dificultan la gestión de los residuos sólidos domiciliarios en el proyecto inmobiliario, teniendo como base el *Manual para el Manejo Integral de Residuos Sólidos del Valle de Aburrá* y además, en cada ítem se mencionará qué impacto generan dichas prácticas a nivel regional.

Generación de residuos y separación en la fuente: como se mencionó en el capítulo anterior, no existe legislación ambiental en Colombia que promueva la disminución en la generación de residuos sólidos domiciliarios o la separación en la fuente. Estos aspectos dependen de las actitudes proambientales del habitante. El comportamiento proambiental, según Castro, es aquella acción que realiza una persona o agente, ya sea de forma individual o de forma colectiva, a favor de la conservación de los recursos naturales, y dirigido a obtener una mejor calidad del medio ambiente, entre los que pueden ubicarse la disminución en la generación de residuos y la separación en la

fuente⁷⁰. Si se retoma lo expresado por García, et al., (2001)⁷¹ en cuanto a que las limitaciones espaciales en el hogar se perciben como uno de los mayores problemas que dificultan la separación en la fuente, podría expresarse que el proyecto inmobiliario en sus esquemas presentados en el apartamento Tipo A y Tipo B no visualiza el almacenamiento selectivo de los residuos desde la vivienda, aspecto generalizado para los proyectos en construcción en Área Metropolitana del Valle de Aburrá, poniéndonos ante el escenario de que los ciudadanos perciben la gestión de los residuos sólidos como algo secundario, ya que no tienen la perspectiva de su propia responsabilidad sobre su gestión, García, et al., (2001).

La generación creciente de los residuos sólidos domiciliarios determina impactos ambientales significativos, los cuales se verán reflejados en el consumo de recursos naturales como materia prima y en la necesidad de espacios para la disposición adecuada de dichos residuos, estos aspectos no pueden ser controlados desde la inclusión de aspectos arquitectónicos para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. Sin embargo, la separación en la fuente sí podrá potencializarse con espacios que permitan desde las viviendas la separación en la fuente de los residuos y aumente así las tasas de desviación de los residuos que se disponen en el relleno sanitario.

A continuación se determinará de manera aproximada la cantidad de residuos sólidos domiciliarios generados por los habitantes para este proyecto inmobiliario. Inicialmente, se retoman los datos establecidos por el PGIR-R sobre el porcentaje de la generación de residuos sólidos domiciliarios en estrato 4, de acuerdo a sus características, los cuales se expresan en la Tabla 4-1.

⁷⁰ CASTRO, R., 2002. ¿Estamos dispuestos a proteger nuestro ambiente? Intención de conducta y comportamiento proambiental, Citado por: LOPERA POSADA, Juan David. Simulación dinámica de los grupos de interés bajo una estructura basada en creencias, deseos e intenciones. Estudio de caso: el pacto del mejoramiento de la calidad del aire en el AMVA. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2009.

⁷¹ GARCÍA T., *et al.* Ciencias Ambientales. Percepción social: evaluación de actuaciones de educación, comunicación y sensibilidad en materia de residuos. España: Ministerio de Medio Ambiente. 2001. p. 26.

Tabla 4-1. Porcentaje de generación de residuos en estrato cuatro.

Composición	%
	Materia Orgánica
Papel	12,87
Cartón	3,67
Plástico	13,61
Vidrio	1,93
Metales	2,07
Tetrapack	---
Textiles	3,37
Cuero	---
Peligrosos	---
Otros	7,43
Barrido	---

Fuente: Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Regional. pág. 181-185

La producción per cápita (ppc) para este estrato en el Municipio de Medellín es de 0,689kg/hab-día. Estos datos, sumados al establecido en el Plan de Gestión 2008-2011 del Área Metropolitana del Valle de Aburrá sobre el promedio de 3,8 hab/vivienda nos permiten determinar una caracterización teórica de los residuos sólidos domésticos que serán generados en todo el proyecto inmobiliario una vez esté completamente construido, así:

Tabla 4-2. Caracterización de los residuos generados en el proyecto inmobiliario.

Composición	Kg/hab-día	Kg totales/mes
Materia Orgánica	0,379	22 138,661
Papel	0,089	5175,742
Cartón	0,025	1475,911
Plástico	0,094	5473,337
Vidrio	0,013	776,160
Metales	0,014	832,462
Textiles	0,023	1355,264
Otros	0,051	2988,016
Total	0,689	40 215,552

Fuente: Elaboración propia.

El proyecto inmobiliario generará mensualmente 40,22 toneladas (33,54m³) de residuos sólidos sin contar con espacios adecuados que permitan su separación en la fuente, lo que podría representar casi un 87%⁷² de disposición en el relleno sanitario. La separación en la fuente es la principal actividad que garantiza la desviación de los

⁷² Si tenemos en cuenta que el PGIRS-R identifica una tasa de recuperación del 13% de los recicladores informales.

residuos del relleno sanitario. Tchobanoglous, et al⁷³, estableció las tasas de desviación de los residuos que son almacenados en contenedores separados y los que no, estos valores se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4-3. Tasa de obtención de residuos

Material de residuo	Tasa de obtención típicas, porcentaje	
	Recogidos en contenedores separados	Recogidos no seleccionados
Papel periódico	60	50
Plástico	60	55
Vidrio	65	50
Aluminio	90	80
Residuos de jardín	90	50

Fuente: Gestión integral de residuos sólidos. Vol II. Ed McGraw Hill. Pág 937

La tasa de recuperación de los residuos cuando son separados en la fuente no depende únicamente de la actividad de separar en la vivienda, sino del ciclo que se determine para estos residuos, ya que si los residuos son separados en la fuente pero no se almacenan de forma separada, se rompe la cadena de separación. La

Tabla 4-3, presenta cómo disminuye la recuperación de los residuos cuando estos no son almacenados en contenedores separados. Ahora bien, el PGIRS-R señala que los recicladores informales aprovechan en promedio entre el 12,5% al 13% de los residuos reciclables generados en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Este dato sustenta la necesidad de mejorar las condiciones de la separación en la fuente, ya que, por ejemplo para el Municipio de Medellín, el potencial de residuos reciclables es del 30%⁷⁴. Si se toma como base este dato, se puede establecer que en el Proyecto Inmobiliario evaluado

⁷³ TCHOBANOGLOUS, George; THEISEN Hilary y VIGIL Samuel A. Gestión integral de residuos sólidos. Vol II. España: McGraw Hill., 1994. p. 937

⁷⁴ EMPRESAS VARIAS DE MEDELLÍN. Informe de Caracterización de residuos sólidos, Citado por: Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Valle de Aburrá. Convenio 325, 2004. p.73.

tan solo 5,23 t/mes son recuperadas, dejando de recuperarse 6,84 t/mes de residuos reciclables, sin incluir el aprovechamiento de los residuos orgánicos por medio del compostaje, lo que aumentaría significativamente el porcentaje de recuperación de los residuos sólidos domiciliarios.

Sumado a esto, el PGIRS-R presenta una tasa en aumento, en los próximos diez años, de la generación de los residuos en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, lo que ubica en una necesidad inminente de aumentar las tasas de recuperación de los residuos que se generan a nivel residencial. En la siguiente tabla se muestra la proyección realizada en el PGIRS-R sobre la generación de los residuos sólidos domiciliarios en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Tabla 4-4. Proyección de la generación de residuos en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Año	Total AMVA	
	t/mes	t/día
2005	46 093,11	1536,44
2006	46 730,23	1557,67
2007	47 373,32	1579,11
2008	48 022,46	1600,75
2009	48 677,77	1622,59
2010	49 339,33	1644,64
2011	50 007,25	1666,91
2012	50 681,60	1689,39
2013	51 362,50	1712,08
2014	52 050,04	1735,00
2015	52 744,30	1758,14
2016	53 445,40	1781,51
2017	54 153,42	1805,11

Año	Total AMVA	
	t/mes	t/día
2018	54 868,46	1828,95
2019	55 590,61	1853,02
2020	56 319,97	1877,33

Fuente: PGIRS-R. Proyecciones de generación y gestión de residuos sólidos con dinámica de sistemas. p. 35.

Este panorama evidencia la generación en aumento de los residuos sólidos domiciliarios en el Valle de Aburrá, lo que demanda como consecuencia la construcción de nuevos sitios de disposición final si no se plantean soluciones de gestión eficientes. Además de esta proyección, el PGIRS-R también presenta la proyección en la generación para los diferentes tipos de residuos. Medellín, por ejemplo, para el año 2011 generará 22 148,95 t/mes de materia orgánica, 12 356,33 t/mes de residuos reciclables y 2942,19 de los que se clasifican como “otros” en la caracterización, lo que representa una generación total de 37 447,47 t/mes. Si la separación en la fuente se deja únicamente en manos de los recicladores informales, Medellín, en el 2011 únicamente recuperaría 4868,17 t/mes. En el capítulo 5, se planteará una meta de recuperación con el modelo de gestión establecido desde el diseño y construcción de edificios residenciales.

Almacenamiento temporal: el proyecto inmobiliario cuenta con un cuarto de basura para dos torres como se evidencia en las Fotografías 4-2 y 4-3. Este espacio es empleado para el almacenamiento de los residuos generados por 486 habitantes y 3,5 días de almacenamiento. Este cuarto de basura cuenta con 3m² permitiendo así ubicar aproximadamente 2 canecas de 55 galones, las cuales permiten almacenar 0,25m³ de residuos, tan solo el 3% de los residuos generados en la dos torres.

Si se realiza un rápido análisis de esta situación, el proyecto inmobiliario, para el almacenamiento de los residuos que genera durante 3,5 días, requiere 33,55m³ (4691,81 kg). Este volumen estará dividido en 4 torres, ya que el proyecto inmobiliario ha planteado un cuarto de basura por cada dos torres. De esta forma, el volumen requerido en cada cuarto de basura será 8,39 m³. Utilizando una de las canecas disponibles en el mercado (1,07m³), se requieren 8 canecas, lo cual equivale a un área aproximada de

8,7m², área muy distante de la que actualmente está destinada para el almacenamiento de los residuos dentro del proyecto inmobiliario⁷⁵.

El almacenamiento inadecuado de los residuos trae consigo varios impactos, tanto en los residuos como en el medio ambiente y la población. El almacenamiento inadecuado genera contaminación de los diferentes tipos de residuos, descomposición acelerada de los residuos, generación mayor de lixiviados y acumulación de gases por su descomposición. En cuanto a las afectaciones sobre la población la más común es la generación de roedores e insectos que pueden transmitir enfermedades y, el almacenamiento inadecuado de los residuos genera una mayor presión ambiental sobre los recursos naturales por la necesidad de más área para la disposición controlado de estos residuos y más consumo de recursos naturales para la generación de bienes y servicios. El almacenamiento inadecuado de los residuos disminuye las posibilidades de reincorporación de materiales al ciclo productivo y acelera el consumo de nueva materia prima. Si se realiza un ejercicio rápido que permita evidenciar la relación actual del área total de generación con el área total de almacenamiento, en el edificio evaluado, nos encontraremos con un valor de 0,048m^{2,76} por apartamento. Cifra que es totalmente insignificante frente a los impactos que genera. Ahora bien, el área requerida para el almacenamiento de los residuos sólidos, de acuerdo a la propuesta de diseño que se hará en el siguiente capítulo, representa 0,60m^{2,77} por apartamento, área que es completamente viable económicamente para el proyecto y que permite mejorar significativamente la gestión de los residuos sólidos domiciliarios.

Transporte interno de los residuos: una vez los residuos son almacenados de forma temporal en la vivienda que se genera, sin importar la decisión que ha tomado el

⁷⁵ El procedimiento para determinar el área requerida será explicado en el Capítulo 5.

⁷⁶ Es importante aclarar que esta área se determina teniendo en cuenta todos los espacios empleados para la gestión de los residuos sólidos domiciliarios en el actual diseño del proyecto inmobiliario. Para el actual diseño, estos espacios son: un ducto de basura por cada dos pisos, cada dos torres y un cuarto de basura por cada dos torres.

⁷⁷ Para el nuevo diseño, el área de almacenamiento de los residuos por apartamento estará representado por el área en la cocina, más el área de almacenamiento temporal de los residuos cada dos pisos, más el área de almacenamiento final de residuos en el cuarto de basura.

habitante sobre separar o no los residuos sólidos, éstos deben ser evacuados mediante el ducto de basura hacia el cuarto de basura. El proyecto inmobiliario tiene un ducto de basura por cada dos torres, lo que representa un área de 0,025m² por apartamento para el transporte por el ducto, y una frecuencia de recolección de dos días por semana. Para esta recolección, se hace un transporte interno desde los cuartos de basura hasta la parte externa del proyecto inmobiliario. Este transporte se hace con la ayuda de carretas, a través de las aceras internas del proyecto inmobiliario. Estas aceras no todas fueron diseñadas con criterios que permitan un fácil desplazamiento de las carretas ya que muchas de ellas son interrumpidas por niveles que obstaculizan un desplazamiento seguro de las canecas.

Después de la separación en la fuente, si la gestión de los residuos sólidos domésticos planteada permitiera la selección de los residuos, éstos serían transportados a sitios diferentes para su proceso de reciclaje o compostaje. Sin embargo, en este proyecto inmobiliario se está transportando el 100% de los residuos generados para su posterior disposición en el relleno sanitario.

Presentación para la recolección: la presentación de los residuos se hace en la parte frontal del edificio. Actualmente no se presenta la separación de los residuos por parte de los recicladores informales. Cerca de la zona de presentación de los residuos están ubicadas tiendas de comida y de servicios. Una vez son recolectadas las canecas, se lavan en el sitio de presentación, permitiendo que el agua de lavado vaya a la tubería de aguas lluvias. La presentación de los residuos sin previa separación promueve la actividad del reciclador informal en condiciones inadecuadas, ya que implica inspeccionar las bolsas de basura para separar el reciclaje. Esta actividad genera rechazo por parte de la comunidad y expone al reciclador a enfermedades por el contacto inadecuado con los residuos sólidos domiciliarios mezclados.

Recolección: la recolección se hace por parte de Empresas Varias de Medellín, dos veces por semana. El carro recolector, se lleva todo los residuos que son generados en el proyecto inmobiliario. Como se vio en el capítulo 1, la recolección de los residuos sólidos genera varios impactos ambientales negativos, entre los que se encuentra la generación de emisiones atmosféricas que disminuyen la calidad del aire. Medellín, por ejemplo, es el municipio que más realiza viajes al Parque Ambiental la Pradera, emitiendo 4,50 t/año de material particulado. El aumento en la tasa de desviación de los

residuos que son enviados al relleno sanitario permitirá mitigar los impactos generados por el transporte. Si se toma un carro transportador de 25t/viaje (50 t/día), el proyecto inmobiliario ocupará su capacidad en un 3,2%. Pero si se realiza aprovechamiento y reciclaje dentro del proyecto inmobiliario, éste emplearía únicamente el 0,24% de la capacidad mensual del carro recolector al mes. Este simple ejercicio permite vislumbrar que aumentar el aprovechamiento en el sitio de generación, mitiga significativamente el impacto causado por la recolección de los residuos.

Disposición final: la disposición final se hace en el relleno Sanitario Parque Ambiental La Pradera, donde se depositan semanalmente todos los residuos que son generados en el proyecto inmobiliario. La disposición final como su nombre lo indica, debe ser la última alternativa para el manejo de los residuos sólidos domiciliarios, ya que la construcción de rellenos sanitarios trae como impactos ambientales la generación incontrolada de los gases del relleno, los cuales pueden viajar ciertas distancias generando malos olores y condiciones potencialmente peligrosas, la emisión de gases efecto de invernadero a la atmósfera, la generación incontrolada de lixiviados que pueden contaminar los cuerpos de agua subterráneos o superficiales, la reproducción de vectores sanitarios y los impactos sobre la salud de las poblaciones aledañas⁷⁸. Además de esto, el área destinada para el relleno sanitario podría destinarse para otros usos entre los que están la agricultura. Por otro lado, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá cada vez cuenta con menos áreas potenciales para la construcción de rellenos sanitarios. Esto se evidenció cuando se clausuró el Relleno Sanitario Curva de Rodas y las dos opciones planteadas, tuvieron sus contradictores. El relleno sanitario El Guacal tuvo serias críticas por su ubicación en un área muy lluviosa generándose así gran cantidad de lixiviados y disminución en las tasas de descomposición de la basura. Por su parte, el Parque Ambiental la Pradera fue cuestionado por la distancia con el centro urbano y además por los impactos que generaría a las poblaciones aledañas sin que estas recibieran regalías por su operación. Estos problemas nos ponen ante un panorama que recalca la importancia de alargar la vida útil de los actuales rellenos sanitarios y esto se puede

⁷⁸ EMPRESAS VARIAS DE MEDELLÍN. Op. cit., p. 417.

lograr si existe un manejo adecuado desde la fuente de generación, en este caso, desde el proyecto inmobiliario.

Ahora bien, de acuerdo con los cálculos que serán planteados en el capítulo 5, el área requerida para la gestión de los residuos sólidos domiciliarios en el proyecto inmobiliario evaluado, se representa de la siguiente forma:

- Área privada: corresponde al área destinada en la cocina para la separación adecuada en la fuente, lo que representa $0,35\text{m}^2$ por apartamento⁷⁹.
- Área común: corresponde al área destinada en los pasillos para el almacenamiento temporal (gabinete), el área del ducto de basura, el área del cuarto de basura y el área del compostaje, lo que representa $0,57\text{m}^2$ por apartamento para este proyecto inmobiliario.

De esta forma se tendrá que para la gestión adecuada de los residuos sólidos en el proyecto inmobiliario evaluado se requiere un área de $0,92\text{m}^2$ por apartamento.

4.1.1. Evaluación del proyecto inmobiliario de acuerdo a la legislación ambiental y de construcción.

Hasta el momento, se ha podido realizar la identificación y evaluación de los impactos que genera la gestión de residuos sólidos domiciliarios determinada por los aspectos arquitectónicos en el proyecto inmobiliario, finalizaremos este capítulo con la evaluación de estos aspectos a la luz de la legislación ambiental y de construcción. Esta evaluación se realizará partiendo de la tabla empleada para la comparación de la legislación ambiental y la legislación para la construcción, determinando el cumplimiento o no de los requerimientos establecidos.

⁷⁹ Esta cifra es analizada en el capítulo 5.

Tabla 4-5. Evaluación del cumplimiento de la legislación ambiental y de construcción

Decreto 1140 de 2003	Decreto 409 de 2007	CUMPLE LA LEGISLACIÓN	
		SÍ	NO
Los acabados deberán permitir su fácil limpieza e impedir la formación de ambientes propicios para el desarrollo de microorganismos en general.	<i>Deben estar cubiertos y contar con acabados lisos en paredes para permitir su fácil limpieza e impedir la formación de ambientes propicios para el desarrollo de microorganismos, insectos y roedores.</i>	X	
Tendrán sistemas que permitan la ventilación como rejillas o ventanas; y de prevención y control de incendios, como extintores y suministro cercano de agua y drenaje.	Debe contar con sistemas de suministro de agua, de iluminación, control de incendios, ventilación o reventilación hacia el exterior, ya sea directamente o mediante ductos o buitrones; así mismo, con un adecuado drenaje para posibles lixiviados		X
Serán construidas de manera que se evite el acceso y proliferación de insectos, roedores y otras clases de vectores e impida el ingreso de animales domésticos.	Impedir la formación de ambientes propicios para el desarrollo de microorganismos, insectos y roedores		X
Deberán tener una adecuada accesibilidad para los usuarios			X
La ubicación del sitio no debe causar molestias e impactos a la comunidad	La distancia mínima de un cuarto de almacenamiento de residuos a fachadas abiertas o semicerradas será de tres (3,0) metros y deberá garantizar la no propagación de olores.		X

<p>Deberán contar con cajas de almacenamiento de residuos sólidos para realizar su adecuada presentación.</p>		<p>X</p>	
	<p>Los pisos de los cuartos de residuos sólidos deberán garantizar la facilidad de su higiene y condiciones de seguridad con materiales antideslizantes, de suficiente dureza para resistir los esfuerzos de rodadura a que pueden estar sometidos; con acceso desde la vía pública. En caso de existir desniveles, se dispondrán rampas garantizando un ancho de un (1.00) metro de circulación con una pendiente menor del 8%. Cuando el cuarto de basura esté localizado en sótano o semisótano para estacionamiento de vehículos del edificio, la circulación de acceso y salida deberá hacerse por zonas comunes, claramente demarcada y no podrá efectuarse a través de las celdas de parqueo.</p>		<p>X</p>
<p>En las zonas en que se desarrollen programas de recuperación, las unidades de almacenamiento deberán disponer de espacio suficiente para realizar el almacenamiento selectivo de los materiales, los cuales deben ser separados en la fuente para evitar el deterioro y contaminación</p>	<p>Los cuartos de residuos sólidos deberán disponer de dos compartimientos o espacios, uno destinado al material reciclable y el otro para material no reciclable.</p>		<p>X</p>

<p>En las zonas en las cuales se utilice el sistema de recolección en cajas de almacenamiento, las personas prestadoras del servicio deberán instalar los que sean necesarios para que los residuos sólidos depositados no desborden su capacidad.</p>	<p>Disponer del espacio suficiente para el almacenamiento de los recipientes que contengan residuos sólidos y para la recolección de los mismos por parte del personal encargado. Para el cálculo del número de recipientes se considerarán factores tales como volumen promedio de residuos sólidos por habitante, frecuencia de recolección, densidad de la basura suelta y compactada, igualmente la capacidad de los recipientes</p>		<p>X</p>
	<p>Las áreas de almacenamiento de residuos sólidos para edificaciones multifamiliares, comerciales e industriales, será la que establezca la autoridad competente.</p>	<p>---</p>	
<p>La presentación de los residuos se podrá realizar en alguno de los siguientes lugares: en el caso de multiusuarios, en la unidad de almacenamiento o en el andén; en el caso de los demás usuarios en el andén del inmueble del generador[...]evitando la obstrucción peatonal o vehicular y con respeto de las normas urbanísticas vigentes en el respectivo municipio o distrito, de tal manera que se facilite el acceso para los vehículos y personas encargadas de la recolección y la fácil</p>	<p>Los desarrollos urbanísticos ya sean cerrados o abiertos en lotes mayores a dos mil (2.000) metros cuadrados y las edificaciones residenciales con un número mayor de 50 soluciones de vivienda, deberán disponer de áreas exteriores para la colocación de los recipientes de basura mientras se efectúa la recolección. Para la ubicación de estas áreas se tendrá en cuenta la dirección de los vientos predominantes, con el fin de evitar que los olores sean llevados a las viviendas contiguas. Las dimensiones de éstas áreas se demarcarán en el terreno y deben ser lo suficientemente amplias para contener todos los</p>	<p>X</p>	

<p>limpieza en caso de presentarse derrames accidentales.</p>	<p>recipientes en un momento dado. Por ningún motivo dichos recipientes se localizarán sobre el andén o áreas de tránsito peatonal y deberán constar en los planos que soporte la licencia urbanística.</p>		
--	--	--	--

Fuente: Decreto 1140 de 2003 y Decreto 409 de 2007.

Esta tabla permitió comparar los parámetros de diseños del cuarto de basura del proyecto inmobiliarios y los requerimientos mismos que se hacen para el mismo, viendo de una forma generalizada que no se cumplen alguno de estos aspectos.

Se pudo evidenciar que la construcción de proyectos inmobiliarios afecta en gran medida la eficiencia en la gestión de los residuos sólidos domiciliarios (RSD). Como ya se había mencionado la construcción de viviendas en altura es una constante en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA), esto puede convertirse en una oportunidad para mitigar los impactos generados por los residuos sólidos domiciliarios que en el AMVA representan el 67,36% de los residuos generados. Pero esto puede aumentar más el problema de la gestión de los residuos sólidos domiciliarios si no se diseñan espacios que motiven y respeten la actitud proambiental de los habitantes y hagan más peligroso el trabajo de los recicladores y las personas de aseo de las urbanizaciones. En el siguiente capítulo se plantearán las opciones de diseño que pueden mejorar significativamente la gestión de los RSD y por ende mitigar sus impactos ambientales.

5. Capítulo 5. Aspectos arquitectónicos y la gestión eficaz de los residuos sólidos domiciliarios.

5.1. Guía para el diseño y construcción de aspectos arquitectónicos para la buena gestión de los residuos sólidos domiciliarios.

Es necesario, como se dijo en un capítulo anterior, que el residente de un edificio encuentre estructuras arquitectónicas que apoyen y faciliten su decisión de separar los residuos desde la fuente de generación. En este capítulo, se propondrán aspectos arquitectónicos que aumenten la eficiencia en la gestión de los residuos sólidos domiciliarios, permitiendo así la mitigación de los impactos ambientales asociados a la ineficiencia de la gestión de los residuos sólidos al interior de los edificios domiciliarios.

A continuación, se propone una guía para el diseño de adecuaciones que permitan mejorar ostensiblemente la gestión de los RSU en los edificios residenciales.

INTRODUCCIÓN:

A manera de introducción, es importante recordar que en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá conformada por los municipios de Barbosa, Bello, Caldas, Copacabana, Envigado, La Estrella, Girardota, Itagüí, Medellín, Sabaneta, con una población de

2'945.034 hab⁸⁰ se generan 49 115,2 t/mes de residuos domésticos (el 67,36% de los residuos generados en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá). Este alto porcentaje nos ubica ante una necesidad inminente de mejorar su gestión en la fuente. Este problema de la gestión ha sido abordado por parte de la autoridad ambiental competente en la zona Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) mediante la Resolución 526 de 2004 y, en el caso del Municipio de Medellín, el Decreto 440 de 2009.

Estas normas, según lo planteado en capítulos anteriores, se considera que puede ser complementada, ya que los edificios residenciales se siguen construyendo sin estructuras arquitectónicas que permitan una gestión eficiente de los residuos generados en su interior. Además de esto, se pudo ver cómo el Decreto 409 de 2007, plantea acertadamente los criterios a tener en cuenta para el diseño de edificios residenciales y su manejo de residuos. Sin embargo, este decreto deja aspectos técnicos sin definir que finalmente son la base de la eficiencia de un sistema de gestión de residuos sólidos domiciliarios.

Esta guía pues, pretende convertirse en una herramienta de diseño para las adecuaciones del manejo de los residuos sólidos domésticos en edificios residenciales en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, permitiendo así mitigar los impactos generados por la inadecuada gestión.

OBJETIVO:

Establecer criterios técnicos para el diseño de estructuras y adecuaciones arquitectónicas que permitan la gestión adecuada de los residuos sólidos domiciliarios en edificios residenciales en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

ESTRUCTURA DE LA GUÍA:

La guía se compone de 8 campos, que buscan establecer de la forma más clara posible, cómo deben diseñarse las estructuras arquitectónicas necesarias para una adecuada gestión de los residuos sólidos domiciliarios. El primer campo nos muestra de forma esquemática cómo debe ser la gestión de los residuos sólidos domiciliarios en edificios

⁸⁰ MEDELLÍN, ALCALDÍA DE MEDELLÍN. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN. Medellín y su población. Documento técnico de soporte del POT. Acuerdo 46 de 2006. p. 84.

en altura. Este esquema planteará los principios de diseño para estas estructuras. Seguidamente, se mostrará cómo debe diseñarse la gestión de los residuos sólidos domiciliarios en cada una de sus etapas.

La eficiencia de la gestión de los RSD estará estrechamente ligada a una definición de áreas adecuadas para ello. En la Tabla 5-1, se presentan las áreas mínimas para la gestión de los RSD, de acuerdo con el estrato socioeconómico y el modelo de construcción imperante actualmente (cuatro apartamentos por piso).

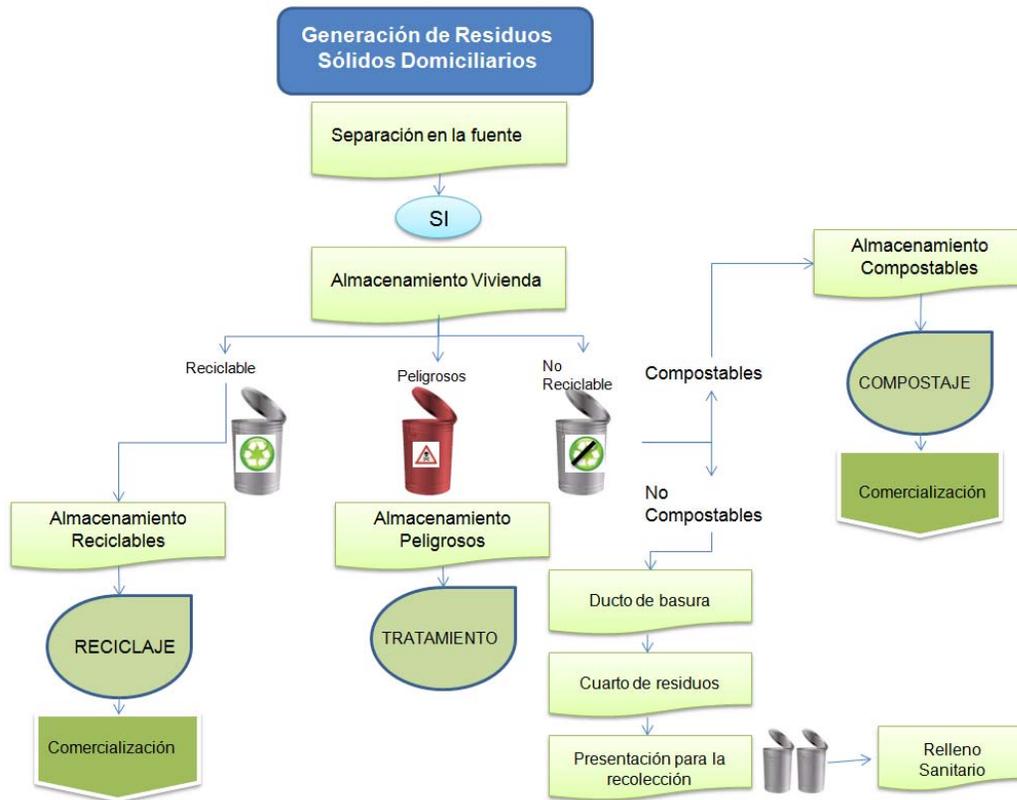
Tabla 5-1. Áreas mínimas para la gestión de los residuos sólidos domiciliarios

Área por apartamento	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6
Área interna (m²)						
Cocina	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Área común (m²)						
Ducto basura	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Closet organizador	0,0259	0,025	0,0337	0,0472	0,0515	0,0549
Cuarto de residuos	0,1049	0,120	0,1300	0,2100	0,1778	0,1818
Compostaje	0,1724	0,156	0,2327	0,2969	0,3651	0,3933
Total	0,7782	0,776	0,8714	1,0291	1,0694	1,1050

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, la gestión de los residuos sólidos en edificios en altura deberá responder a la Figura 5-1, donde el principio básico es respetar la actitud proambiental de los habitantes y facilitar la separación en la fuente desde las viviendas y, de esta forma, garantizar un alto porcentaje de desviación de los residuos a disponer en el Relleno Sanitario. En la parte final de la guía se hacen algunas recomendaciones sobre el mantenimiento de las estructuras y la declaración como *multiusuarios*.

Figura 5-1. Gestión de residuos domiciliarios



Fuente: Elaboración propia

Este manual pretende establecer que el edificio se convierta en el lugar más propicio para el tratamiento de los residuos que son generados en su interior, lo que responde a una política de prevención. La gestión de los residuos sólidos domiciliarios estará orientada a tres tipos de residuos, los cuales se definen a continuación:

Residuos Reciclables o aprovechables: Es cualquier material, objeto o elemento sólido que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo⁸¹. Dicho en otras palabras, los residuos reciclables o aprovechables son aquellos residuos sólidos que después de ser desechados pueden reincorporarse en la cadena productiva. En esta categoría están: papel, cartón, vidrio, plástico, metal, entre otros.

⁸¹ COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 1713 de 2002. Definiciones. 2002. p.2

Residuos No Reciclables o no aprovechables: Es todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo. Son residuos sólidos que no tienen ningún valor comercial, requieren tratamiento y disposición final y por lo tanto generan costos de disposición⁸². Dentro de los residuos no reciclables se encuentran: restos de alimentos, papel higiénico, icopor, entre otros. Para esta guía, se definirán los residuos no reciclables como:

- **Compostables:** aquellos denominados en la caracterización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Regional (PGIRS-R) como *orgánicos* y
- **No Compostables:** aquellos denominados en la caracterización del PGIRS-R como *otros*.

Residuos Peligrosos: Es aquel que por sus características infecciosas, tóxicas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, combustibles, radiactivas o reactivas puedan causar riesgo a la salud humana o deteriorar la calidad ambiental hasta niveles que causen riesgo a la salud humana. También son residuos peligrosos aquellos que sin serlo en su forma original se transforman por procesos naturales en residuos peligrosos. Así mismo, se consideran residuos peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos⁸³.

Es importante la definición clara de la clasificación de los residuos sólidos domésticos ya que cada uno, requiere aspectos arquitectónicos diferentes para su gestión eficaz. Este manual establecerá de forma concisa cuáles son los requerimientos técnicos para el diseño de aspectos arquitectónicos eficientes para la gestión de los residuos sólidos domiciliarios. Sin embargo, es pertinente aclarar que esta guía no planteará la separación en la fuente de los residuos domésticos peligrosos, ya que estos requieren un mayor esfuerzo desde las autoridades ambientales competentes para garantizar su posterior tratamiento. Además de esto, no se cuenta con caracterizaciones de los residuos

⁸² Ibid., p. 3.

⁸³ Ibid., p. 3.

peligrosos domésticos que nos permitan establecer criterios técnicos para el diseño de sus sitios de separación y almacenamiento.

1. SEPARACIÓN EN LA FUENTE

La actividad de la separación en la fuente comienza en la vivienda. Por esto se hace necesario que todo espacio habitacional que se diseñe y construya cuente con un área destinada para el almacenamiento temporal de los residuos de acuerdo a sus características. Este almacenamiento dependerá de la gestión posterior de los residuos dentro del edificio. A continuación mostraremos cuáles deben ser los criterios para determinar el área de almacenamiento de los residuos en la vivienda.

Los residuos generados en las viviendas deberán clasificarse como: reciclables, no compostables y compostables domésticos. Típicamente el almacenamiento de los residuos se realiza en las cocinas. Por esta razón, el cálculo del área destinada para el almacenamiento temporal de los residuos que permita una adecuada separación en la fuente será determinada en la cocina. Para ello se empleará la siguiente fórmula, permitiéndonos hacer diferenciación entre los edificios que cuentan con ductos de basura y los que no lo tienen, ya que esto varía el tiempo de almacenamiento en la vivienda:

Para los edificios que cuentan con ductos de basura es importante señalar que los habitantes generalmente evacúan sus residuos diariamente o máximo cada dos días.

Inicialmente, determinaremos el volumen requerido para el almacenamiento de los residuos que se generan en la vivienda, para esto, emplearemos la siguiente fórmula:

$$V = (ppc/d) * P_v * a$$

V: volumen de residuos generados en la vivienda (m³)

Ppc: producción per cápita que está determinada en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, por estratos (kg/hab-día), así:

Tabla 5-2. Producción per cápita (KG/HAB-DÍA) del Área Metropolitana del Valle de Aburrá por estrato socio económico.

ESTRATOS	1	2	3	4	5	6
Orgánicos	0,220	0,199	0,297	0,379	0,466	0,502
Plástico	0,057	0,056	0,060	0,094	0,082	0,078
Papel	0,033	0,038	0,057	0,089	0,082	0,081
Cartón	0,012	0,010	0,009	0,025	0,022	0,024
Vidrio	0,015	0,011	0,014	0,013	0,027	0,041
Metales	0,003	0,003	0,008	0,014	0,009	0,023
Textiles	0,008	0,020	0,013	0,023	0,009	0,008
Otros	0,030	0,051	0,048	0,051	0,036	0,027
Total	0,378	0,388	0,506	0,689	0,733	0,782

Fuente: PGIR-R. Área Metropolitana del Valle de Aburrá

Pv: número aproximado de habitantes en la vivienda. Puede emplearse para este cálculo, la cifra de 3,8 hab/vivienda⁸⁴ o determinarlo de acuerdo al número de habitaciones sencillas y dobles en la vivienda.

d: densidad de los residuos⁸⁵, la cual se presenta a continuación. De estos valores se debe emplear el valor típico. Es importante aclarar que el peso específico es numéricamente igual a la densidad.

Tabla 5-3. Peso específico para residuos sólidos domésticos no compactados

Tipo de residuo	Peso específico kg/m³	
	Rango	Típico
Domésticos (no compactados)		
Residuos de comida	13-481	291
Papel	42-131	89

⁸⁴ ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. Plan de Gestión 2008-2011 del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Medellín: AMVA. 2008. p. 29

⁸⁵ Numéricamente el peso específico es igual a la densidad.

Tipo de residuo	Peso específico kg/m ³	
	Rango	Típico
Cartón	42-80	50
Plásticos	42-131	65
Textiles	42-101	65
Goma	101-102	131
Cuero	10-261	160
Residuos de jardín	59-225	101
Madera	131-320	237
Vidrio	160-481	196
Latas de hojalata	50-160	89
Aluminio	65-240	160
Otros metales	131-1.151	320
Suciedad, cenizas, etc.	320-1.000	481
Cenizas	650-831	745
Basura	89-181	131

Fuente: Gestión Integral de Residuos Sólidos. Tchobanoglous George. et, al.,1998

a= días de almacenamiento en la vivienda. Si el edificio cuenta con ducto de basura es conveniente considerar dos días de almacenamiento en la vivienda. Si no cuenta con ducto de basura el almacenamiento es de 3,5 días en promedio.

El área de almacenamiento en la cocina, será determinada con la ayuda de las medidas de las canecas que ofrece el mercado. Sin embargo, es importante aclarar que como mínimo debe contar con un área en planta de 70 cm x 50 cm (0,35m²)⁸⁶.

⁸⁶ Esta área se determina teniendo en cuenta el ancho y largo promedio de las canecas que actualmente están en el mercado para almacenamiento de residuos en las viviendas y el volumen

Antes de determinar las canecas de almacenamiento, es importante recordar que se debe hacer distinción que el almacenamiento de los tres tipos de residuos, de acuerdo a la caracterización del PGIRS-R, así:

Reciclables: plástico, papel, cartón, vidrio, metales y textiles.

No compostables: estos residuos corresponden a los denominados como *otros* en la caracterización del PGIRS-R.

Compostables: residuos orgánicos.

Residuos peligrosos: como se mencionó anteriormente esta guía no se ocupará de este tipo de residuos. Aún así, es importante recalcar que una vez se tenga una caracterización de este tipo de residuos y se haya definido su tratamiento, las áreas para su almacenamiento pueden hallarse empleando la misma metodología planteada en este documento para los otros tipos de residuos.

A continuación se presentan algunas opciones de canecas que pueden emplearse en el almacenamiento de los residuos al interior de las viviendas:

necesario para el almacenamiento adecuado de los residuos domésticos de forma separada. Si se encuentran soluciones en el mercado de almacenamiento en altura, podrá optimizarse el área requerida.

Tabla 5-4. Canecas en el mercado Colombiano.⁸⁷

Caneca	Dimensiones (cm)	Volumen (m ³)	Área requerida en la cocina (m ²)
	Largo: 35,5 Ancho: 21,0 Alto: 32,5	0,01	0,075
	Largo: 32 Ancho: 32 Alto: 36	0,036	0,10
	Largo: 39 Ancho: 28 Alto: 51	0,025	0,11
	Largo: 39 Ancho: 28 Alto: 64	0,035	0,11

⁸⁷ ESTRA. Catálogo. [online] Estra 2010. [cited 12 junio de 2010]. Available from Internet: <URL: <http://www.estra.com/catalogo/>>.

Caneca	Dimensiones (cm)	Volumen (m ³)	Área requerida en la cocina (m ²)
	Largo: 39 Ancho: 30 Alto: 65	0,035	0,12
	Largo: 24 Ancho: 17 Alto: 16	0,008	0,041
	Largo: 49 Ancho: 24 Alto: 63	0,042	0,12
	Largo: 39 Ancho: 28 Alto: 54	0,035	0,11

Una vez conocido el volumen generado de residuos reciclables, compostables y no compostables en la vivienda, y habiendo determinado la caneca a emplear, se determina el área necesaria, en el apartamento, de la siguiente forma:

$$A_r = V_r/H$$

Ar= área para almacenamiento de residuos reciclables.

Vr= volumen de residuos reciclables generados en la vivienda (m³). Este volumen se halla de forma independiente para residuos reciclables, no compostables y compostables.

H= altura de la caneca de almacenamiento.

Con el área necesaria para el almacenamiento de cada tipo de residuo, el área final será:

$$At= Ar+Ac+Anc$$

At= area total.

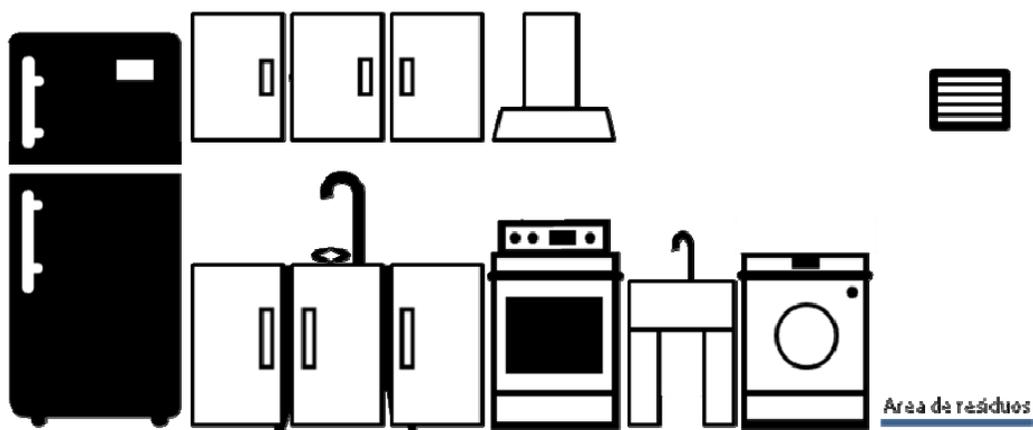
Ar= área residuos reciclables.

Ac= área residuos compostables.

Anc= área residuos no compostables.

Finalmente, es completamente indispensable que este espacio sea señalado en los folletos de venta de los apartamentos. Un ejemplo de esto se presenta en la siguiente figura.

Figura 5-2. área de residuos en las viviendas



Fuente: Elaboración propia.

2. ALMACENAMIENTO TEMPORAL

El almacenamiento temporal deberá establecerse en cada piso o piso intermedio del edificio, éste deberá garantizar la separación en la fuente que se realiza desde la vivienda. Para ello deberá determinarse el área necesaria de almacenamiento teniendo en cuenta el número de viviendas por piso, la generación promedio por piso de cada tipo de residuo, el tiempo de recolección y el tipo de caneca a emplear y la posterior gestión de los residuos sólidos domiciliarios.

Inicialmente, es importante determinar cuál es el volumen requerido para el almacenamiento de cada tipo de residuo, para diferentes días de almacenamiento y diferentes estratos. Las siguientes tablas nos muestran los valores a emplear en m³/hab.día.

Tabla 5-5. Volumen para almacenamiento de residuos estrato 1. M³/HAB

ESTRATO 1	Días de Almacenamiento			
	1	2	3	4
Orgánicos	0,00075601	0,00151203	0,00226804	0,00302405
Plástico	0,00087692	0,00175385	0,00263077	0,00350769
Papel	0,00037079	0,00074157	0,00111236	0,00148315
Cartón	0,00024	0,00048	0,00072	0,00096
Vidrio	7,6531E-05	0,00015306	0,00022959	0,00030612
Metales	0,00001875	0,0000375	0,00005625	0,000075
Textiles	0,00012308	0,00024615	0,00036923	0,00049231
Otros	0,00022901	0,00045802	0,00068702	0,00091603
Total	0,00269109	0,00538218	0,00807327	0,01076435

Tabla 5-6. Volumen para almacenamiento de residuos estrato 2. M³/HAB

ESTRATO 2	Días de Almacenamiento			
	1	2	3	4
Orgánicos	0,00068385	0,0013677	0,00205155	0,0027354
Plástico	0,00086154	0,00172308	0,00258462	0,00344615
Papel	0,00042697	0,00085393	0,0012809	0,00170787
Cartón	0,0002	0,0004	0,0006	0,0008
Vidrio	5,6122E-05	0,00011224	0,00016837	0,00022449
Metales	0,00001875	0,0000375	0,00005625	0,000075
Textiles	0,00030769	0,00061538	0,00092308	0,00123077
Otros	0,00038931	0,00077863	0,00116794	0,00155725
Total	0,00294423	0,00588846	0,00883269	0,01177693

Tabla 5-7. Volumen para almacenamiento de residuos estrato 3. M³/HAB

ESTRATO 3	Días de Almacenamiento			
	1	2	3	4
Orgánicos	0,00102062	0,00204124	0,00306186	0,00408247
Plástico	0,00092308	0,00184615	0,00276923	0,00369231
Papel	0,00064045	0,0012809	0,00192135	0,0025618
Cartón	0,00018	0,00036	0,00054	0,00072
Vidrio	7,1429E-05	0,00014286	0,00021429	0,00028571
Metales	0,00005	0,0001	0,00015	0,0002
Textiles	0,0002	0,0004	0,0006	0,0008
Otros	0,00036641	0,00073282	0,00109924	0,00146565
Total	0,00345199	0,00690397	0,01035596	0,01380794

Tabla 5-8. Volumen para almacenamiento de residuos estrato 4. M³/HAB

ESTRATO 4	Días de Almacenamiento			
	1	2	3	4
Orgánicos	0,00130241	0,00260481	0,00390722	0,00520962
Plástico	0,00144615	0,00289231	0,00433846	0,00578462
Papel	0,001	0,002	0,003	0,004
Cartón	0,0005	0,001	0,0015	0,002
Vidrio	6,6327E-05	0,00013265	0,00019898	0,00026531
Metales	0,0000875	0,000175	0,0002625	0,00035

Textiles	0,00035385	0,00070769	0,00106154	0,00141538
Otros	0,00038931	0,00077863	0,00116794	0,00155725
Total	0,00514555	0,01029109	0,01543664	0,02058218

Tabla 5-9. Volumen para almacenamiento de residuos estrato 5. M³/HAB

ESTRATO 5	Días de Almacenamiento			
	1	2	3	4
Orgánicos	0,00160137	0,00320275	0,00480412	0,0064055
Plástico	0,00126154	0,00252308	0,00378462	0,00504615
Papel	0,00092135	0,0018427	0,00276404	0,00368539
Cartón	0,00044	0,00088	0,00132	0,00176
Vidrio	0,00013776	0,00027551	0,00041327	0,00055102
Metales	0,00005625	0,0001125	0,00016875	0,000225
Textiles	0,00013846	0,00027692	0,00041538	0,00055385
Otros	0,00027481	0,00054962	0,00082443	0,00109924
Total	0,00483154	0,00966307	0,01449461	0,01932615

Tabla 5-10. Volumen para almacenamiento de residuos estrato 6. M³/HAB

ESTRATO 6	Días de Almacenamiento			
	1	2	3	4
Orgánicos	0,00172509	0,00345017	0,00517526	0,00690034
Plástico	0,0012	0,0024	0,0036	0,0048
Papel	0,00091011	0,00182022	0,00273034	0,00364045
Cartón	0,00048	0,00096	0,00144	0,00192
Vidrio	0,00020918	0,00041837	0,00062755	0,00083673
Metales	0,00014375	0,0002875	0,00043125	0,000575
Textiles	0,00012308	0,00024615	0,00036923	0,00049231
Otros	0,00020611	0,00041221	0,00061832	0,00082443
Total	0,00499732	0,00999463	0,01499195	0,01998926

Para el almacenamiento de los residuos en cada piso o piso intermedio, se propone diseñar closets organizadores los cuales se detallan a continuación:

El closet organizador en cada piso o piso intermedio del edificio permitirá el almacenamiento de los residuos orgánicos que son destinados al compostaje y los residuos sólidos reciclables, ya que los residuos sólidos no compostables serán evacuados por el ducto de basura.

El closet organizador tendrá cuatro espacios bien diferenciados así:

- a. Ducto de basura: este ducto permitirá la evacuación de los residuos no compostables y deberá cumplir con todas las normas técnicas y de seguridad sobre el mismo. Estas especificaciones son estándares.
- b. Almacenamiento de residuos reciclables: el almacenamiento de los residuos reciclables deberá realizarse de tal forma que motive al habitante a realizar la separación de sus residuos. Para ello, se podrán diseñar estantes para los diferentes tipos de residuos reciclables.
- c. Almacenamiento de residuos compostables: el almacenamiento de los residuos compostables deberá realizarse máximo durante 2 días en una caneca con tapa que evite la propagación de olores. Además, la caneca debe estar ubicada cerca de la ventilación del cuarto de separación temporal y se recomienda como mínimo un área de $0,15\text{m}^2$.

El sitio para el almacenamiento temporal de los residuos en los pisos del edificio deberá ser cubierto, señalizado y con ventilación interna.

El área del closet organizador podrá determinarse teniendo en cuenta la generación de los residuos compostables y los residuos reciclables, contando con dos días máximo de almacenamiento. Para los residuos compostables el área se determinará con la altura de la caneca (véase Tabla 21) y el área del closet será determinado de acuerdo a su diseño.

El sitio de almacenamiento temporal de los residuos por piso deberá contar con un área mínima de dos metros cuadrados (2m^2) para los estratos del 1 al 3; para los estratos 4 a 6, el área mínima será de tres metros cuadrados (3m^2). Esta área se define para una recolección diaria de los residuos de los puntos de almacenamiento temporal.

3. CUARTO DE BASURA

El diseñador podrá determinar si el cuarto de basura corresponde al sitio donde está ubicada la boca del ducto de basura o si diseña un cuarto de basura independiente de estos sitios. Cualquiera que sea la decisión, estos cuartos deberán contar con las siguientes especificaciones:

Área suficiente para el almacenamiento de los residuos de acuerdo a la separación en la fuente: esta área será determinada de acuerdo a los parámetros que se han establecido anteriormente. Para esto, se debe tener en cuenta que el almacenamiento de los residuos reciclables deberá hacerse mínimo durante 15 días para garantizar un volumen suficiente que permita su comercialización. Los residuos compostables no serán almacenados en estos cuartos de basura. Sólo serán almacenados los residuos reciclables y los residuos no compostables, estos últimos con una frecuencia de recolección mínima de 2 veces a la semana.

Almacenamiento de Residuos No Compostables:

Inicialmente, se determinará el volumen de los residuos no compostables que serán entregados a la empresa prestadora del servicio de aseo. Este cálculo se determinará teniendo en cuenta que la recolección mínima es de dos veces por semana, contando con cuatro días de almacenamiento como máximo.

En la siguiente tabla, se presenta el volumen de los residuos no compostables generados por una persona en un edificio residencial que deberá almacenarse durante cuatro días. Es importante anotar que la caracterización que fue realizada en la formulación del PGIRS-R no es precisa en la caracterización de los residuos sólidos domésticos, por ello, se asumirá que los residuos No Compostables son los denominados como “Otros”.

Tabla 5-11. Volumen de residuos no compostables para 4 días de almacenamiento. M³/HAB

Residuos	Estratos					
	1	2	3	4	5	6
Otros	0,00091603	0,00155725	0,00146565	0,00155725	0,00109924	0,00082443

Fuente: Elaboración propia con base en la caracterización del PGIRS-R.

Ahora bien, una vez conocido el volumen de residuos No Compostables que generará un habitante durante cuatro días, deberá determinarse el volumen total generado, así:

$$V_{nc} = V_i * P_v * N_a$$

V_{nc} = volumen total generado durante cuatro días de residuos No Compostables (m³)

V_i = volumen generado por un habitante durante cuatro días días (m³/hab). Véase Tabla 5-11.

P_v = número aproximado de habitantes por vivienda (hab)

N_a = número de apartamentos

Después de hallado el volumen, se determina el área necesaria para el almacenamiento de los residuos No Compostables, teniendo en cuenta las canecas presentadas en la

Tabla 5-12 o las que estén vigentes en el mercado colombiano.

A continuación se presentan algunas opciones de canecas que pueden determinar diferentes áreas para el almacenamiento de los residuos No Compostables en el cuarto de basura.

Tabla 5-12. Canecas en el mercado colombiano⁸⁸

Caneca	Dimensiones (cm)	Volumen (m ³)	Áreas (m ²)			
			Caneca	Circulación	Maniobras	Total (Caneca + Circulación)
	Largo: 134,6 Ancho: 81,9 Alto: 94	1,04	1,10	0,2	2,2	1,3
	Largo: 73 Ancho: 59,7 Alto: 95,3	0,18	0,19	0,2	0,38	0,39
	Largo: 80,7 Ancho: 61,6 Alto: 106,1	0,24	0,23	0,2	0,46	0,43
	Largo: 89,5 Ancho: 75,6 Alto: 109,9	0,36	0,33	0,2	0,66	0,53

⁸⁸ RUBBERMIND y COLEMPAQUES. Catálogo línea aseo. [online] Rubbermind, 2010. [cited 12 junio de 2010]. Available from Internet: <URL: <http://www.colabarrotos.com.co/Productos/Rubbermaid/ManejodeResiduos/tabid/85/Default.aspx>> y <<http://www.colabarrotos.com.co/Productos/Colempaques/ManejoResiduos/tabid/80/Default.aspx>>

Caneca	Dimensiones (cm)	Volumen (m ³)	Áreas (m ²)			
			Caneca	Circulación	Maniobras	Total (Caneca + Circulación)
	Largo: 55,5 Ancho: 67 Alto: 75	0,12	0,16	0,2	0,32	0,36
	Largo: 153,7 Ancho: 71,1 Alto: 98,1	1,07	1,09	0,2	2,18	1,29

Una vez se elija la caneca para el almacenamiento, se calcula el número de canecas necesarias para el almacenamiento adecuado, así:

1. Se determina el número de canecas necesarias:

$$N_c = V_{nc} / V_c$$

2. Se determina el área necesaria para el número de canecas determinadas en el paso anterior:

$$A_{nc} = N_c * A_T$$

A_{nc} = Área almacenamiento residuos no compostables (m²).

N_c = número de canecas necesarias para almacenamiento.

A_T = área de la caneca, según medidas comerciales más el área de circulación

3. Además de esto, al área determinada según el número de canecas a emplear se le deberá adicionar el área para maniobrarlas de acuerdo al tipo de caneca.

Véase

- 4.

5.

6. Tabla 5-12.

Almacenamiento Residuos Reciclables:

El almacenamiento de los residuos reciclables deberá realizarse como mínimo durante 15 días para garantizar su comercialización. Inicialmente se determinará el volumen de residuos reciclables generados por un habitante, para posteriormente determinar el volumen final requerido para su almacenamiento durante 15 días. Es importante anotar que es común que los residuos reciclables no se almacenen en canecas, por lo tanto el área será determinada con la altura de apilamiento de los mismos.

En la siguiente tabla mostraremos el volumen requerido para el almacenamiento de residuos reciclables que genera una persona en un día, según el estrato.

Tabla 5-13. Volumen requerido para residuos reciclables por habitante (M³/HAB*DÍA)

Residuos	Estratos					
	1	2	3	4	5	6
Plástico	0,00087692	0,00086154	0,00092308	0,00144615	0,00126154	0,0012
Papel	0,00037079	0,00042697	0,00064045	0,001	0,00092135	0,00091011
Cartón	0,00024	0,0002	0,00018	0,0005	0,00044	0,00048
Vidrio	7,6531E-05	5,6122E-05	7,1429E-05	6,6327E-05	0,00013776	0,00020918
Metales	0,00001875	0,00001875	0,00005	0,0000875	0,00005625	0,00014375
Textiles	0,00012308	0,00030769	0,0002	0,00035385	0,00013846	0,00012308
Total	0,00170607	0,00187107	0,00206496	0,00345383	0,00295536	0,00306612

Para determinar el área requerida para el almacenamiento adecuado de los residuos reciclables deberá determinarse inicialmente el volumen total de los residuos reciclables generados en el proyecto inmobiliario, durante quince días, así:

$$V_r = V_i * P_v * N_a * 15 \text{ días}$$

V_r = volumen total generado de residuos reciclables durante 15 días (m^3)

V_i = volumen generado por un habitante durante un día ($m^3/hab*día$). Véase Tabla 5-13

P_v = número aproximado de habitantes en la vivienda (hab)

N_a = número de apartamentos

El área para el almacenamiento de los residuos reciclables es conveniente determinarla para cada tipo de residuos, teniendo en cuenta las siguientes alturas para su apilamiento:

Tabla 5-14. Altura de apilamiento recomendada para residuos reciclables

Residuos	Altura de apilamiento (m)
Plástico	2,0
Papel	1,80
Cartón	1,80
Vidrio	1,50
Metales	1,50
Textiles	1,0

Fuente: elaboración propia.

El área entonces para el almacenamiento de los residuos reciclables será determinada así:

$$A_r = V_r/h$$

A_r = área de almacenamiento residuos Reciclables (m^2).

V_r = volumen total generado de residuos reciclables (m^3).

h = altura de apilamiento recomendada. Véase Tabla 5-14

Área de Gabinete (A_g)

El cuarto de basura deberá contar con un gabinete donde poder ubicar los implementos de aseo como: escobas, guantes, recogedor, bolsas, entre otras cosas. Este gabinete deberá contar con un área mínima de 0,30m².

Área suministro de agua (Aa)

El área para el suministro de agua dentro en el cuarto de basura podrá ubicarse dentro o fuera del cuarto de basura y debe contar con un área mínimo de 0,36m².

Área Cuarto de Basura

El área del cuarto de basura, será pues la suma del área requerida para el almacenamiento de los residuos reciclables, más el área requerida para los residuos No Compostables, más el área de gabinete, más el área de suministro de agua si éste estará ubicado dentro del cuarto, así:

$$\text{Acuartobasura} = \text{Ar} + \text{Anc} + \text{Am} + \text{Ag} + \text{Aa}$$

Ar= área residuos reciclables.

Anc = área residuos no compostables.

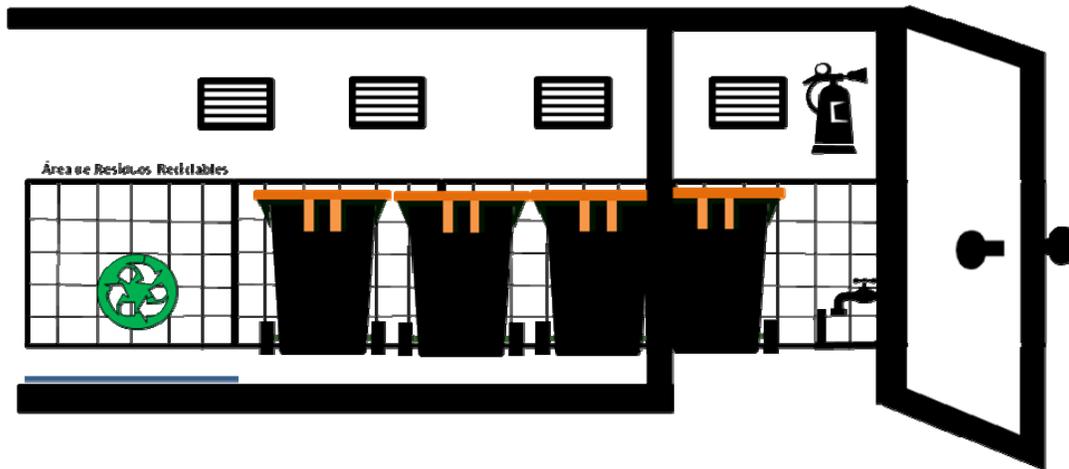
Am= área de maniobras de acuerdo al tipo de caneca a emplear.

Ag= área de gabinete.

Aa= área de suministro de agua.

El diseño y construcción del cuarto de basura deberá cumplir el Decreto 1140 de 2003 y las normas urbanísticas aplicables para cada Municipio. El área de almacenamiento también dependerá de las canecas que sean empleadas para el almacenamiento de los residuos, teniendo en cuenta que éstas deben contar con un sistema de transporte que no afecte la salud de los trabajadores. En la siguiente figura se presenta un esquema del cuarto de basura típico.

Figura 5-3. Cuarto de basura



Fuente: Elaboración propia.

4. COMPOSTAJE

La realización del compostaje se recomienda para proyectos inmobiliarios o edificios que cuenten por lo menos con 10m² de área verde. Para determinar el área necesaria para el compostaje se debe inicialmente calcular la generación de residuos orgánicos teniendo en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 5-15. Producción de residuos orgánicos por estrato socio económico (KG/HAB*DÍA)

ESTRATOS	1	2	3	4	5	6
Orgánicos	0,220	0,199	0,297	0,379	0,466	0,502

Con estos datos y el peso específico de los residuos orgánicos (291kg/m³) podemos determinar el volumen diario de generación de residuos orgánico para el edificio. Este dato nos permitirá establecer el área necesaria para el compost si tenemos en cuenta que se pueden emplear compostadores de 0,15m³ que sean modulares y permitan su apilamiento⁸⁹.

Para determinar el área requerida, inicialmente calcularemos el volumen requerido, así:

$$V_c = (ppc/d) * N_v * 90 \text{ días}$$

⁸⁹ Esta información puede consultarse en <http://www.compostadores.com/combox/>

V_c= volumen de residuos orgánicos a compostar

ppc= producción de residuos orgánicos. Tabla 14.

d= densidad de los residuos orgánicos (291Kg/m³)

N_v = número de habitantes

90 días= tiempo aproximado de maduración del compost.

El área entonces requerida para el compostaje será determinada de la siguiente manera:

$A = V_c/h$

A= área de compostaje

V_c = volúmen de residuos orgánicos a compostar.

h= altura de la pila de compostaje

Alcoverro⁹⁰, recomienda que la altura máxima de una pila de compost debe ser de 1,50m.

5. DUCTOS DE BASURA

Aunque en el ítem del almacenamiento temporal ya se mencionó someramente los ductos de basura, es importante señalar que establecer variaciones en los diseños estándares de los ductos que ofrece el mercado actual colombiano, genera modificaciones en la gestión de los residuos sólidos domésticos. Estas modificaciones pueden ser las siguientes:

- Puede emplearse un ducto automatizado que permita la separación de los residuos no compostables y compostables, permitiendo de esta forma disminuir el

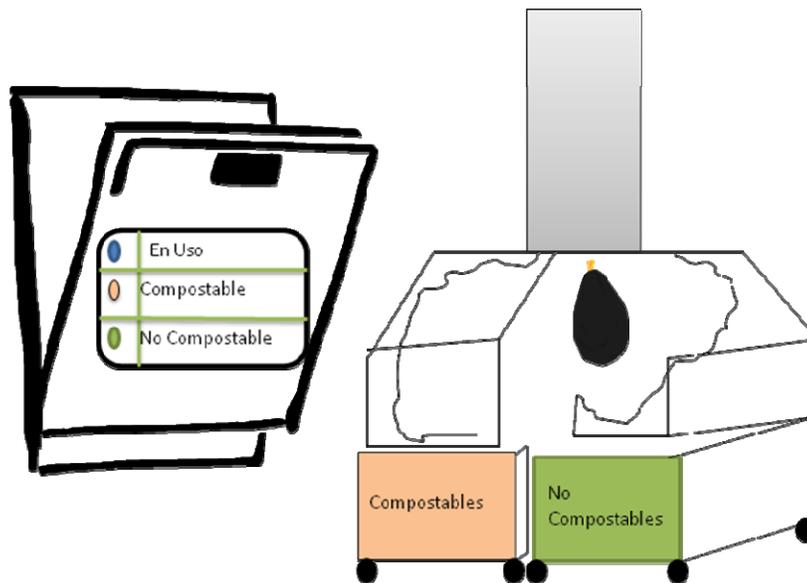
⁹⁰ ALCOVERRO PEDROLA, Tomás R. Elaboración de una pila de compost con restos vegetales para el sistema tradicional. En: Revista Rincones del Atlántico, No 3. Departamento de protección vegetal. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias.

área que se requiere para el almacenamiento temporal de estos residuos en cada piso intermedio del edificio.

- Si se emplea un ducto automatizado no se recomienda hacer la evacuación de los residuos reciclables por éste, ya que sus características pueden generar atascamientos o deterioro de la infraestructura.
- La utilización de ductos automatizados aumentará el área empleada en la boca final del ducto, ya que se debe garantizar la permanencia de dos canecas, una para residuos compostables y otros no compostables.

Un ejemplo de este tipo de ductos se muestra a continuación:

Figura 5-4. Ducto automatizado



Fuente: elaboración propia con base en propuesta en: <http://www.verticalsne.com.mx/>

6. OTRAS ÁREAS

Es importante señalar que el proyecto inmobiliario deberá contar con canecas para la separación de los residuos en las áreas comunes. Para esto, se pueden emplear tres

canecas para Reciclables, No Compostables y Compostables. En promedio cada área del proyecto inmobiliario deberá contar con 0,36m² para la ubicación de estas canecas.

7. RECOLECCIÓN INTERNA

La recolección interna de los residuos se hará inicialmente desde el almacenamiento temporal hasta el cuarto de basura. Esta recolección estará a cargo del personal de aseo y se hará en horas de la mañana, utilizando el ascensor para el desplazamiento entre pisos. Se recomienda que el proyecto inmobiliario cuente con dos canecas (residuos reciclables y residuos compostables) por torre para este transporte interno y así evitar un nuevo trayecto para reubicar las canecas en los closets organizadores. Después de que los residuos reciclables y compostables estén en el primer piso de cada torre, los primeros serán llevados al cuarto de basura y los compostables al sitio del compost. Las rutas del transporte interno, deberán garantizar que la caneca sea maniobrada con facilidad y cumplir con las normas urbanísticas establecidas por cada municipio en este tema. Para determinar el ancho de la acera para el transporte interno, se le adicionará al ancho de la caneca 0,8m.

La recolección interna debe garantizar aceras continuas para el transporte de los residuos entre:

- Las torres y el cuarto de basura.
- Las torres y el sitio de compostaje.
- El cuarto de basura y el sitio de presentación de residuos para su recolección interna.

8. MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURAS

El mantenimiento recomendado para la infraestructura utilizada en la gestión de los residuos sólidos domiciliarios en vivienda altura, es la siguiente:

- La recolección de los residuos del closet organizador deberá realizarse como máximo cada dos días.
- El closet organizador deberá asearse diariamente o de acuerdo a la frecuencia de aseo de cada piso del edificio.
- Una vez terminada la recolección de los residuos en cada piso, el ascensor debe asearse utilizando una trapeadora.
- El cuarto de basura deberá asearse por lo menos dos veces por semana.
- Las canecas de almacenamiento de los residuos deberán asearse dos veces por semana.
- Deberá haber un responsable del manejo del compost en el proyecto inmobiliario, esta persona deberá realizar la aireación por medio del volteo de los residuos cada dos días y adicionar cal.

Este manual permitirá la formulación de la gestión de los residuos sólidos domiciliarios desde el diseño del edificio, permitiendo así cumplir con la normatividad ambiental, con las normas de construcción que finalmente conllevan a la mitigación de los impactos ambientales negativos de la gestión inadecuada de los residuos.

5.2. Beneficios de la guía

La adopción de la guía en el diseño de estructuras para el manejo de los residuos sólidos domésticos en edificios en altura permitirá además de mitigar los impactos que genera una inadecuada gestión, la motivación de actitudes proambientales, la disminución en la tarifa de aseo y la dignificación del trabajo del reciclador informal.

En cuanto a la mitigación de los impactos es importante señalar que, la definición de aspectos técnicos para el diseño de este tipo de espacios permite el aprovechamiento del 89% de los residuos domésticos en su sitio de generación. Este porcentaje se debe a que los únicos residuos que no son objeto de gestión en la guía son los denominados por el PGIRS-R como *otros* y los *residuos peligrosos*, que representan el 5,9% y 5,31%

respectivamente. Este porcentaje de aprovechamiento impactará de forma directa la recolección y el transporte de los residuos domésticos ya que serán menos los residuos a recolectar por cada proyecto inmobiliario. Además de esto, el aprovechamiento de los residuos en origen aumenta la vida útil del relleno sanitario, disminuyendo así la presión sobre los recursos naturales que implica la operación de un relleno sanitario.

Por otro lado, la implementación de los criterios técnicos definidos en la guía aumentarán significativamente las tasas de reciclaje lo que se verá reflejado en la disminución significativa de la utilización de los recursos naturales como única fuente de materia prima.

La guía además permitirá que la declaración como multiusuario permita una disminución en la tarifa de aseo. Los multiusuarios, según el Decreto 1713 de 2002 son “aquellos usuarios agrupados en unidades inmobiliarias, 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 presentan en forma conjunta sus residuos sólidos a la persona prestadora del servicio [...]” y que mediante la Resolución 233 de 2002 se les establece una opción tarifaria diferente, garantizado así que, la base para el cobro de la tarifa de aseo será el aforo realizado a los multiusuarios.

En cuanto a la dignificación del trabajo del reciclador podemos mencionar que cuando se garantiza la separación en la fuente a la largo del ciclo dentro del edificio residencial, se mejoran las condiciones de trabajo de los recicladores informales ya que éstos no tendrán que abrir todas las bolsas de residuos para separar los residuos reciclables, además de aumentar las tasas de recuperación, aumentando así los ingresos percibidos por esta actividad que aún es un trabajo informal en el país.

Finalmente, es importante mencionar que las actitudes proambientales pueden potenciarse desde el diseño de espacios que le hagan fácil al habitante tomar decisiones en pro del medio ambiente y que los beneficios que promueve la guía también dependerán del posicionamiento que se le dé a este aspecto en la estrategia de venta de un edificio. Quien habite en un edificio o proyecto inmobiliario que cuente con estas

estructuras deberá conocer con antelación que la buena gestión de los residuos domésticos hace parte del manual de convivencia en la propiedad horizontal.

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones

La gestión eficiente de los residuos sólidos domiciliarios implica acciones que van desde la educación ambiental, la legislación o políticas ambientales gubernamentales, hasta el estudio de los hábitos de consumo de los ciudadanos. El Área Metropolitana del Valle de Aburrá, ha hecho esfuerzos principalmente en los dos primeros temas, prueba de ello es la formulación de la *Guía para el manejo integral de los residuos sólidos en el Valle de Aburrá* y la expedición de la Resolución Metropolitana 526 de 2004. Sin embargo, estos esfuerzos no han sido suficientes ya que el porcentaje de reciclaje en el Área Metropolitana es de tan solo el 17,12%⁹¹, con un potencial cercano al 29%⁹².

El aumento de la separación en la fuente es una actividad prioritaria en la gestión de los residuos sólidos domiciliarios ya que es la principal fuente de desviación de los residuos. Esta práctica es absolutamente necesaria en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá ya que una acción eficiente en este aspecto permitiría la desviación de por lo menos el 70% de los residuos a disponer en el relleno sanitario. Para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá este porcentaje en el año 2020 representará la desviación de 39 423,98 t/mes de residuos sólidos domésticos.

La guía para el diseño de adecuaciones y estructuras arquitectónicas es un aporte que busca complementar la normatividad ambiental en cuanto al manejo adecuado de los residuos sólidos y las normas de construcción. Este aporte, centró su esfuerzo en la actividad de prerrecolecta de los residuos sólidos domiciliarios, permitiendo que en esta

⁹¹ AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ, AINSO, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. Op. cit., p. 266.

⁹² Ibid., p. 187.

etapa se potencie la actitud proambiental de los habitantes de edificios residenciales y propiciando espacios técnicamente diseñados para el almacenamiento adecuado de los residuos sólidos y su aprovechamiento.

La guía permite el diseño de estructuras arquitectónicas para diferentes estratos socioeconómicos ya que, según Abu Qdais et al (1997)⁹³, los residuos sólidos domiciliarios presentan una relación directa entre el consumo per cápita y el nivel de ingreso. Esta diferenciación aumenta la eficiencia en la gestión de los residuos ya que garantiza el diseño de espacios acordes con la generación.

La guía se plantea para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá ya que en el año 2004, los alcaldes del Área Metropolitana del Valle de Aburrá aprobaron por unanimidad la formulación del PGIRS Regional (PGIRS-R) como la mejor alternativa para abordar esta problemática.

Establecer estrategias que mejoren la eficiencia de la gestión de los residuos sólidos domiciliarios en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, permitirá la mitigación de los impactos negativos que genera la gestión del 75,34% de los residuos sólidos generados en Colombia, según la Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios, y el 67,36% (49 115,2 t/mes) de los generados en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, según el PGIRS-R.

Los impactos generados por las actividades de recolección y transporte de los residuos sólidos están catalogados como impactos de área, debido a que afectan diferentes zonas. Los principales impactos son por el ruido y las emisiones atmosféricas generadas por el normal funcionamiento de 202 vehículos recolectores en el Valle de Aburrá.

Las caracterizaciones entregadas en el diagnóstico del PGIRS-R no dan cuenta de los residuos sólidos peligrosos que son generados en el ámbito doméstico. Esto dificulta la formulación de aspectos arquitectónicos para su gestión en los edificios residenciales o proyectos inmobiliarios.

⁹³ ABU QDAIS. Op. cit., p. 397.

En la bibliografía consultada se pudo establecer que la tendencia en la generación de los residuos sólidos orgánicos está determinada hacia una mayor generación de este tipo de residuos en los estratos bajos. Sin embargo, la generación de residuos orgánicos en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá es contraria a lo establecido en la bibliografía. Esto se debe, según el PGIRS-R, a la utilización de los residuos orgánicos como alimento para animales en los estratos bajos. Itagüí, Bello, Envigado y Medellín son en su orden los Municipios que tienen un mayor porcentaje de generación de residuo orgánicos.

García, et al (2001)⁹⁴ señala que las limitaciones espaciales en el hogar se perciben como uno de los mayores problemas que dificultan conductas como la separación en la fuente. La guía plantea aspectos técnicos que permiten calcular de forma precisa el área requerida para el almacenamiento adecuado de los residuos sólidos de forma separada desde la vivienda hasta su almacenamiento final.

Leucona, et al (2005) establece que tanto la construcción como la demolición de edificios son operaciones energéticamente intensas, pero poco significativas, si se comparan con el uso del edificio a lo largo de su vida operativa. Este análisis podría también ser útil para la generación de residuos sólidos. La generación de residuos tanto en la construcción y demolición de edificios es considerado como un impacto ambiental a corto plazo. En cambio, la generación de residuos a lo largo de la vida útil del edificio es un impacto ambiental a largo plazo que podría manejarse con el planteamiento de un diseño arquitectónico que permita un manejo ambiental de sus residuos.

⁹⁴ Ibid., p. 3.

6.2. Recomendaciones

Se hace necesario la actualización de caracterizaciones de residuos sólidos domésticos en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Esto permitirá la actualización constante de la guía de acuerdo a los requerimientos específicos para cada tipo de residuo.

El PGIRS-R no presenta caracterización de los residuos sólidos peligrosos, limitando así la formulación de aspectos técnicos para su gestión. Esto debe solucionarse en el menor tiempo posible ya que los residuos sólidos peligrosos generan graves impactos al medio ambiente y la salud de las personas y actualmente no están siendo gestionados.

Es conveniente asumir la guía de criterios técnicos para el diseño de adecuaciones arquitectónicas en edificios residenciales como base para mejorar la eficiencia de la gestión de los RSD. Esta podrá emplearse inicialmente como recomendación de construcción para finalmente convertirse en una exigencia en la construcción de edificios residenciales en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Deberá promoverse el diseño de canecas que permitan el aprovechamiento eficiente de los espacios para la gestión de los residuos en edificios residenciales.

A. Anexo: Legislación residuos sólidos en Colombia.

<i>Norma aplicable</i>	<i>Descripción</i>
Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos de 1998.	
Decreto 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Ley 9 de 1979	Por la cual se dictan medidas sanitarias.
Ley 1151 de 2007	Plan Nacional de Desarrollo. Modifica los artículos 42, 44, 46, 111 de la Ley 99 de 1993.
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental - SINA- y se dictan otras disposiciones.
Ley 142 de 1994	Por la cual se establece el Régimen de los Servicios Públicos Domiciliarios y se dictan otras disposiciones.
Ley 226 de 1995	Modifica parcialmente la Ley 142 de 1994 sobre servicios públicos domiciliarios
Ley 430 de 1998	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
Ley 253 de 1996	Por medio de la cual se aprueba el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, hecho en Basilea el 22 de marzo de 1989.
Ley 286 de 1996	Por la cual se modifican parcialmente las Leyes 142 y 143 de 1994

Ley 1259 de 2008	Por medio de la cual se instaure en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones.
Decreto 958 de 2001	Por el cual se crea la Comisión Intersectorial de Servicios Públicos Domiciliarios.
Decreto 330 de 2007	Por el cual se reglamentan las audiencias públicas ambientales y se deroga el Decreto 2762 de 2005
Decreto 1713 de 2002	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.
Decreto 1140 de 2003	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con el tema de las unidades de almacenamiento, y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1669 de 2002	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 2676 de 2000
Decreto 1609 de 2002	Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.
Decreto 1505 de 2003	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
Decreto 605 de 1996	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994 en relación con la prestación del servicio público domiciliario de aseo. Decreto derogado, salvo el Capítulo I del Título IV, por el artículo 131 del Decreto 1713 de 2002
Decreto 838 de 2005	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
Decreto 2104 de 1983	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título III de la Parte IV del Libro I del Decreto - Ley 2811 de 1974 y los Títulos I y XI de la Ley 9 de 1979 en cuanto a residuos sólidos.

Decreto 4741 de 2005	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.
Decreto 875 de 2001	Por el cual se promulga el "Convenio 162 sobre Utilización del Asbesto en Condiciones, de Seguridad", adoptado en la 72a Reunión de la Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo, Ginebra, 1986.
Decreto 4126 de 2005	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 2676 de 2000, modificado por el Decreto 2763 de 2001 y el Decreto 1669 de 2002, sobre la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares.
Decreto 1443 de 2004	Por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto-Ley 2811 de 1974, la Ley 253 de 1996, y la Ley 430 de 1998 en relación con la prevención y control de la contaminación ambiental por el manejo de plaguicidas y desechos o residuos peligrosos provenientes de los mismos y se toman otras determinaciones.
Decreto 2695 de 2000	Por medio del cual se reglamenta el artículo 2° de la Ley 511 de 1999.
Decreto 2676 de 2000	Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares
Decreto 321 de 1999	Por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencia contra derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas
Resolución 2309 de 1986	Por el cual se dictan normas para el cumplimiento en cuanto a residuos especiales.
Resolución 2400 de 1979	Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.
Resolución 1045 de 2003	Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones
Resolución 201 de 2001	Por la cual se establecen las condiciones para la elaboración, actualización y evaluación de los Planes de Gestión y Resultados.

Resolución 151 de 2001	Regulación integral de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo
Resolución 233 de 2002	Por medio de la cual se establece una opción tarifaria para multiusuarios.
Resolución 247 de 2003	“Por la cual se modifica el artículo 4º de la Resolución 233 de 2002, en relación con los requisitos que el usuario agrupado debe cumplir para acceder a la opción tarifaria de multiusuarios
Resolución 2002 de 2002	Por la cual se establece la metodología para clasificar las personas prestadoras de los servicios públicos, de acuerdo con el nivel de riesgo y se definen los criterios, metodologías, indicadores, parámetros y modelos de carácter obligatorio que permiten evaluar su gestión y resultados.
Resolución 351 de 2005	Por la cual se establecen los regímenes De regulación tarifaria a los que deben Someterse las personas prestadoras del Servicio público de aseo y la metodología que deben utilizar para el cálculo de las tarifas del servicio de aseo de residuos Ordinarios y se dictan otras Disposiciones
Resolución 352 de 2005	Por la cual se definen los parámetros para la estimación del consumo en el marco de la prestación del servicio público domiciliario de aseo y se dictan otras disposiciones
Resolución 1362 de 2007	Por la cual se establece los requisitos y el procedimiento para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos, a que hacen referencia los artículos 27º y 28º del Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005.
Resolución 2309 de 1986	Por la cual se dictan normas para el cumplimiento del contenido del [Título III de la Parte 4a. del Libro 1º del Decreto-Ley N. 2811 de 1974] y de los [Títulos I, III y XI de la Ley 09 de 1979], en cuanto a Residuos Especiales.
Resolución 415 de 1998	Por la cual se establecen los casos en los cuales se permite la combustión de aceites de desecho y las condiciones técnicas para realizar la misma

Resolución 541 de 1994	Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
Resolución Metropolitana 879 de octubre de 2007	Por medio de la cual se deroga la Resolución Metropolitana 526 y se dictan otras disposiciones.
Decreto 440 de 2009	Por medio del cual se establece el PMIRS en el Municipio de Medellín.
Resolución 693 de 2007	Por la cual se establecen criterios y requisitos que deben ser considerados para los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Plaguicidas

Bibliografía

ABU QDAIS, H.A; HAMODA, M.F y NEWHAM,J. Analysis of Residential Solid Waste At Generation Sites. En: Waste Management & Research. Agosto, 1997, vol. 15, no. 4,. p. 395-405.

ACURIO, Guido, et al. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. Washington: BID-OMS/OPS.1997. 165 p.

ALCOVERRO PEDROLA, Tomás R. Elaboración de una pila de compost con restos vegetales para el sistema tradicional. En: Revista Rincones del Atlántico, No 3. Departamento de protección vegetal. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias.

ALONSO, Alonso Carlos; NIETO MARTÍNEZ, Elena y OLÍAS MORENA, Jesús de la. Manual para la Gestión de los Residuos Urbanos. Madrid:La Ley-Actualidad S.A, 2003. 908 p.

ANDRADE PRATA FILHO, Dario de; SANTOS VIVAS SALES, Daniele dos y CORREIRA BAPTISTA SOARES DE MELLO, João Carlos. Aspectos arquitetônicos e gestão de resíduos Sólidos em edifícios comerciais, visto sob a análise multicritério. En: Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (6: 1-5, septiembre, 2002: Vitoria, España). Memorias. Brasil: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002.

ANDRÉ, Francisco J. y CERDÁ, Emilio. Gestión de Residuos Sólidos Urbanos: análisis económico y políticas públicas. En: Cuadernos Económicos de ICE. Junio, 2006, no. 71,. p.71-91.

ANNAN KOFI, A. Discurso de la declaración del Milenio. Secretario General. Naciones Unidas. Washington EEUU. 2000.

AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ y UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. Formulación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Regional de Valle de Aburrá –PGIRS-R-. Proyección de generación y gestión de residuos sólidos con dinámica de sistemas. AMVA. 2006. 97 p.

AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ, AINSO, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. Formulación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Regional del Valle de Aburrá – PGIRS Regional. Resumen ejecutivo. Medellín: Universidad de Antioquia, 2006. 66 p..

AREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ, AINSO, UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. Formulación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Regional del Valle de Aburrá – PGIRS Regional. Diagnóstico. Medellín: Universidad de Antioquia, 2006. 506 p.

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. Guía para el manejo integral de los Residuos Sólidos en el Área Metropolitana. Medellín, 2004.p. 12

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. Plan de Gestión 2008-2011 del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Medellín: AMVA. 2008. p. 29

ASOCIACIÓN INTERAMERICANA DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL-AIDIS- y CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO – IDRC-. Directrices para la Gestión Integrada y sostenible de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe. Sao Pablo, Brasil: AIDIS, 2005. 120p.

BROWN, Lester R, *et al.* State of the World 2001. New York: Norton & Company, Inc, 2001. 263 p. ISBN 0-393-04866-7.

COLOMER MENDOZA, Francisco José y GALLARDO IZQUIERDO, Antonio. Tratamiento y Gestión de Residuos Sólidos. México: Limusa, 2007. 319 p.

COLOMBIA, MINISTERIO DE SALUD. Programa Nacional de Aseo Urbano de Colombia, Citado por ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD y ORGANIZACIÓN

MUNDIAL DE LA SALUD. Análisis sectorial de residuos sólidos en Colombia. Washington, D.C. US: Plan Regional de Inversiones en Ambiente y Salud, 1996. 782 p.

COLOMBIA, DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Política Nacional Ambiental: Salto social hacia el desarrollo humano sostenible. Documento CONPES 2750. Bogotá: MINAMBIENTE-DNP UPA, 1994. 63 p.

COLOMBIA, SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS. Situación de la Disposición Final de Residuos Sólidos en Colombia. Bogotá: Sector AAA, 2009. 83 p.

CENAC; UNDP y UN-HABITAT. Habitat y desarrollo humano. Cuadernos PNUD. Investigaciones sobre desarrollo humano. Colombia: Panamerica Forma e Impresos S.A. 1996. 166 p.

CASADO, Martínez. Edificios de alta calidad ambiental. España: Ibérica, Alta Tecnología. 1996. 16 p.

CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE. Negocios Verdes. En: Dinero. Bogotá, diciembre de 2009. Sección: Informe de Sostenibilidad.

COLOMBIA, CÁMARA COLOMBIANA DE LA CONSTRUCCIÓN –CAMACOL-. Tendencias macroeconómicas y de la industria de la construcción. [online] Camacol, 2008-2009 [cited 02 febrero 2010] annual. Available from internet: <http://www.camacol.org.co/adminSite/Archivos/EE_Inv20081030090823.pdf> p. 9.

CONESA FERNÁNDEZ, Vicente. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ed. Mundi Prensa. Madrid, 1997. 412p.

CASTRO, Rircardo de. ¿Estamos dispuestos a proteger nuestro ambiente? Intención de conducta y comportamiento proambiental. En: Medio Ambiente y comportamiento humano. 2002. p. 107-118.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 1713 (6, agosto, 2002). Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y

el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Diario Oficial. Bogotá, 2002. no. 44.893. p. 1-60.

DANE. Licencias de Construcción febrero 2010. Comunicado de prensa, oficina de prensa. [online] Dane 2010. Available from internet: <http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/licencias/cp_lic_const_feb10.pdf>

ESPINOSA CESPEDES, Juan Pablo y ECHEVERRY CAMPOS, Diego. Aplicabilidad del sistema LEED en el entorno Colombiano. Tesis de Maestría en Ingeniería Civil. Bogotá: Universidad de los Andes. 2002. 198 p.

ESTRA. Catálogo. [online] Estra 2010. Available from Internet: <URL: <http://www.estra.com/catalogo/>>.

FERNÁNDEZ MUERZA, Alex. La iniciativa “basura cero” quiere hacer honor a su nombre, Citado por PENSAR VERDE [online], septiembre 2009. Available from Internet: <http://www.pensarverde.org/index.php?option=com_content&view=article&id=103:la-iniciativa-qbasura-ceroq-&catid=25:the-project>.

GARCÍA, T, et al. Evaluación de actuaciones de educación, comunicación y sensibilidad en materia de residuos. España: Ministerio de Medio Ambiente. 139 p.

GARCÍA, Dona Angel, AINCHIL LAVÍN, Javier Pablo. Métodos de Comparación de efectos ambientales en el sector de la construcción. En: Revista de Planteamiento territorial y urbanismo. [online]. Número 10. Available from: <<http://www.planeamientoyurbanismo.com/articulos/39/metodos-de-comparacion-de-efectos-ambientales-en-el-sector-de-la-construccion>>

GARCÍA T., et al. Ciencias Ambientales. Percepción social: evaluación de actuaciones de educación, comunicación y sensibilidad en materia de residuos. España: Ministerio de Medio Ambiente. 2001. p. 26.

GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA, DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN. Anuario Estadístico de Antioquia del año 2008. 109 p.

GÓMEZ, G; MENESES, M; BALLINAS, L y CASTELLS, F. Characterization of urban solid waste in Chihuahua, Mexico. En: Waste Management. Diciembre, 2008. no. 12., p. 65-71.

HASELBACH, Liv. The Engineering Guide to LEED. New Construction: Sustainable Construction. Sustainable Construction for Engineers. United State: MacGraw Hill. 2008. 211 p.

KIBERT, Charles J. Sustainable Construction. Green Building Desing and Delivery. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.2008. 431 p.

LANTING, Roel. Sustainable Construction in The Netherlands – A perspective to the year 2010-. Netherlands: TNO Bouw Publication.

LECUONA NEUMANN, Antonio; IZQUIERDO MILLÁN, Marcelo y RODRIGUEZ AUMENTE, Pedro A. Investigación e impacto ambiental de los edificios: La Energía. Revista Informes de la construcción. Vol 57, N° 498. Julio-agosto 2005. pp.47-61.

LOPERA POSADA, Juan David. Simulación dinámica de los grupos de interés bajo una estructura basada en creencias, deseos e intenciones. Estudio de caso: el pacto del mejoramiento de la calidad del aire en el AMVA. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2009.

LUNA LARA, María Gabriela. Factores involucrados en el manejo de la basura doméstica por parte del ciudadano. Tesis Doctoral en Influència Social: Relacions, Processos i Efectes. Universitat de Barcelona. Departamento de Psicología Social, 2003. 314p.

MARTIMPORTUGUÉS GOYENECHEA, Clara; CANTO ORTÍZ, Jesús M y HOMBRADOS MENDIETA, María Isabel. Habilidades pro-ambientales en la separación y depósito de residuos sólidos urbanos. En: Medio ambiente y comportamiento humano: Revista Internacional de Psicología Ambiental. Vol 8, no 1-2. 2007. p. 71-92.

MEJÍA ESCALANTE, Mónica Elizabeth. Del discurso inmobiliario a la habitabilidad del espacio residencial. En: Bitácora 14. Medellín. 2009. Enero-Julio 2009. p. 46.

MEDELLÍN, ALCALDÍA DE MEDELLÍN. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN. Medellín y su población. Documento técnico de soporte del POT. Acuerdo 46 de 2006. p. 84.

OJEDA BENITEZ, Sara. Generación de residuos sólidos domésticos y su diferenciación por estrato socioeconómico en la familia Mexicalense. En: Congreso Interamericano de Residuos (1: 4-7, mayo: Mérida, Yucatán) México, DF, AIDIS / DIRSA; 2005. p. 10.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Informe de la Evaluación regional de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y El Caribe. Washington D.C: OPS; 2005. p. 41.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD y ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Análisis sectorial de residuos sólidos en Colombia. Washington, D.C. US: Plan Regional de Inversiones en Ambiente y Salud, 1996.p.47

PIZA, Luz María. Basura cero -Una propuesta para la gestión de los residuos-. El Directorio Ecológico y Natural [on line], septiembre 2006 [cited 25 de noviembre de 2009] Available from Internet: <<http://www.ecoportel.net/content/view/full/62728>>.

RUBBERMIND y COLEMPAQUES. Catálogo línea aseo. [online] Rubbermind, 2010. [cited 12 junio de 2010]. Available from Internet: <URL: <http://www.colabarotes.com.co/Productos/Rubbermaid/ManejodeResiduos/tabid/85/Default.aspx>> y <<http://www.colabarotes.com.co/Productos/Colempaques/ManejoResiduos/tabid/80/Default.aspx>>.

SALAZAR TRUJILLO, Jorge Hernán y ATHEORTUA ARROYAVE, Rafael Hernán. Construcción de normativas urbanísticas para el ahorro energético en climas tropicales. Universidad Nacional de Colombia, Colciencias y Grupo EMAT. 2002. p.19.

STERN, P.C. Psychology and the science of human environment interactions. En: American Psychologist. Washington. 2000. No 55. p. 526.

SUNKEL, Osvaldo y GLIGO N. Estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina, Citado por NICOLO V., Gligo. Estilos de Desarrollo y Medio Ambiente en América Latina, un cuarto de siglo después. Parte I. Serie Medio Ambiente y Desarrollo, Nro 126 . 2006. CEPAL.p. 16.

SUNKEL, Osvaldo y PAZ, Pedro. El concepto de desarrollo, Citado por CUDEIRO AGUILA, Yudy, et al. Apuntes sobre el Desarrollo visto desde la óptica del Desarrollo Sustentable. Un imperativo del tercer milenio. III Conferencia Internacional La obra de Carlos Marx y los desafíos del Siglo XXI. La Habana: 3 al 6 de mayo de 2006. p.3.

TANNER, Carmen. Constraints on environmental behaviour. En: Journal of Environmental Psychology. 1999. No 19, p. 145-157. [online] <URL: <http://www.psychologie.uzh.ch/institut/angehoerige/dozierende/rink/Tanner1999.pdf>>

TCHOBANOGOUS, George; THEISEN, Hilary y VIGIL, Samuel. Gestión Integral de residuos sólidos. Vol I. España: McGraw Hill/ Interamericana de España, S.A, 1998. 367 p.

TCHOBANOGLOUS, George; THEISEN Hilary y VIGIL Samuel A. Gestión integral de residuos sólidos. Vol II. España: McGraw Hill., 1994. 937 p.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL. What Leed Is [online] septiembre 1988 [cited 7 enero 2010]. Available from Internet: <www.usgbc.org/DisplayPage.aspx?CMSPageID=1988>

VELÁSQUEZ BARRERO, Luz Stella. Propuesta de una metodología de planificación para el desarrollo urbano sostenible y diseño de un sistema de evaluación de la sostenibilidad de ciudades medianas de América Latina. Tesis Doctoral. España: Universidad Politécnica de Catalunya. 2004. 212 p.

WATSON, Rob. Green Building Impact Report 2008. [online] Greener World Media , Inc, 2008 annual. Available from internet: <<http://stateofgreenbusiness.com/files/GreenBuildingImpactReport2008.pdf>>