

LA GESTIÓN DE RESIDUOS COMO UNA OPORTUNIDAD
PARA LA SOSTENIBILIDAD EN EL AREA METROPOLITANA.

Maria Fernanda Rojas Restrepo

Universidad Pontificia Bolivariana
Escuela de Arquitectura y Diseño
Facultad de Arquitectura
Arquitectura
Medellín
2020



LA GESTIÓN DE RESIDUOS COMO UNA OPORTUNIDAD
PARA LA SOSTENIBILIDAD EN EL AREA METROPOLITANA.

Maria Fernanda Rojas Restrepo

Trabajo de grado para optar el título de Arquitecto.

Asesor:
Ángela María Medina Correa
M.Sc. Ing. Civil

Universidad Pontificia Bolivariana
Escuela de Arquitectura y Diseño
Facultad de Arquitectura
Arquitectura
Medellín
2020



6 de Mayo de 2020

Maria Fernanda Rojas Restrepo

“Declaro que esta tesis (o trabajo de grado) no ha sido presentada para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o cualquier otra universidad” Art 82 Régimen Discente de Formación Avanzada.

Firma:

Maria Fernanda Rojas Rpo.

Tabla de contenido

1.Resumen	9
2.Introducción	10
2.1.Descripción del problema.	10
2.2.Antecedentes.	10
2.3.Elementos.	10
2.4.Delimitación.	11
2.5.Formulación.	11
2.6.Objetivo general.	11
2.7.Objetivos específicos.	11
2.8.Justificación.	12
2.9.Metodología.	12
3.Marco Teórico	14
4.Marco contextual	20
5.Marco metodológico	26
5.1.Centro Educativo La Aldea	27
5.2.Mediterránea.....	30
5.3.Edificio de Ciencias EAFIT	33
5.4.Jazz Apartamentos	36
6.Resultados de las obras.....	40
6.1.Comparación de los resultados de las obras.....	40
6.2.Expectativa de las Entidades Ambientales	47
6.3.Análisis de los resultados	52
6.3.1.Institución educativa La Aldea	52
6.3.2.Mediterránea	53
6.3.3.Edificio de Ciencias EAFIT	54
6.3.4.Jazz Apartamentos	55
7.Conclusiones	56
8.Referencias.	58

Lista de Imágenes

Ilustración 1. Sostenibilidad.....	14
Ilustración 2. Construcción sostenible infográfico.	16
Ilustración 3. Ciclo optimo RCD.....	17
Ilustración 4. Economía Lineal vs Economía Circular	18
Ilustración 5. Ciclo del material.....	19
Ilustración 6. Composición de los RCD	20
Ilustración 7. Categoría eco productos industriales de los negocios verdes....	21
Ilustración 8. Proyección RCD 2005-2020	22
Ilustración 9. Planta de aprovechamiento INDURAL.....	23
Ilustración 10. Reciclaje de residuos en países Europeos	24
Ilustración 11. Residuos de demolición 	27
Ilustración 12. Desmonte largueros.....	28
Ilustración 13. Desmonte tejas de barro.....	28
Ilustración 14. Acopio de aceros.....	28
Ilustración 15. Cerramiento	29
Ilustración 16. Postes	29
Ilustración 17. Cubierta caseta	29
Ilustración 18. Separación de madera.....	30
Ilustración 19. Separación de plástico.....	30
Ilustración 20. Separación de metal	30
Ilustración 21. Transporte de costales por ascensor	30
Ilustración 22. Transporte costales por malacate	30
Ilustración 23. Ducto.....	31
Ilustración 24. Disposición de escombros en el lugar	31
Ilustración 25. Cortadora de ladrillos	31
Ilustración 26. Almacenamiento residuos peligrosos.....	32
Ilustración 27. Almacenamiento cartón.....	32
Ilustración 28. Almacenamiento plástico	32
Ilustración 29. Almacenamiento bolsas cemento	32

Ilustración 30. Almacenamiento residuos ordinarios	32
Ilustración 31. Almacenamiento Metal.....	32
Ilustración 32. Puntos de almacenamiento Ed. Ciencias EAFIT	33
Ilustración 33. Almacenamiento residuos peligrosos.....	34
Ilustración 34. Almacenamiento madera	34
Ilustración 35. Almacenamiento residuos reciclables	34
Ilustración 36. Almacenamiento metal.....	34
Ilustración 37. Elemento reutilización de porones	35
Ilustración 38. Deposito Porones.....	35
Ilustración 39. Generación de escombros en el lugar	36
Ilustración 40. Ducto transporte vertical	36
Ilustración 41. Separación de plásticos en bolsas	36
Ilustración 42. Cortadora: fuente generadora.....	36
Ilustración 43. Escombros de mampostería por cortadora.....	36
Ilustración 44. Disposición de escombros	36
Ilustración 45. Planta de concreto	37
Ilustración 46. Bomba de concreto	37
Ilustración 47. Bolsas de concreto.....	37
Ilustración 48. Puntos ecológicos residuos ordinarios.....	37
Ilustración 49. Almacenamiento residuos ordinarios	39
Ilustración 50. Almacenamiento residuos reciclables	39
Ilustración 51. Almacenamiento metal.....	39
Ilustración 52. Almacenamiento residuos peligrosos.....	39
Ilustración 53. Almacenamiento madera	39
Ilustración 54. Porcentaje RCD aprovechado en obras	40
Ilustración 55. Porcentaje generación madera	41
Ilustración 56. Porcentaje generación metal	42
Ilustración 57. Porcentaje generación escombros.....	42
Ilustración 58. Porcentaje generación cartón y plástico	43
Ilustración 59. Total residuos generados Porcentaje generación escombros ..	43
Ilustración 60. Gestores y residuos en las obras.....	44

Ilustración 61. Residuos en la obra Institución Educativa La Aldea	44
Ilustración 62. Residuos en la obra Mediterránea	45
Ilustración 63. Residuos en la obra de EAFIT Edificio de Ciencias.....	45
Ilustración 64. Residuos en la obra Jazz Apartamentos	46
Ilustración 65. Área construida y en construcción en el Valle de Aburrá según Coordenada Urbana - Camacol (2014-2016)	47
Ilustración 66. Generación de RCD Con base en estadísticas de la construcción legal en el Valle de Aburra.....	48
Ilustración 67. Render fachada punto limpio tipo 1.	48
Ilustración 68. Interior punto limpio tipo 1	49
Ilustración 69. Render general punto limpio tipo 1	49
Ilustración 70. Render fachada punto limpio tipo 2	50
Ilustración 71. Render general punto limpio tipo 2	50
Ilustración 72. Disposición final de RCD	50

Lista de tablas

Tabla 1. Metodología de trabajo	12
Tabla 2. Cantidades de RCD en el Centro Educativo La Aldea	27
Tabla 3. Disposición final de residuos Centro Educativo La Aldea.....	29
Tabla 4. Gestores en Centro Educativo La Aldea.....	29
Tabla 5. Cantidades RCD en Mediterránea.....	31
Tabla 6. Gestores de la obra Mediterránea	31
Tabla 7. Aprovechamiento RCD en Mediterránea	32
Tabla 8. Aprovechamiento en Ed. ciencias EAFIT.....	33
Tabla 9. Cantidades RCD en Ed. Ciencias EAFIT.....	35
Tabla 10. Disposición final de RCD en Ed. Ciencias EAFIT.....	35
Tabla 11. RCD y gestores de Jazz apartamentos	38
Tabla 12. Aprovechamiento en Jazz apartamentos.....	38
Tabla 13. Disposición final de RCD en Jazz apartamentos.....	38
Tabla 14. Aprovechamiento RCD en obras	40
Tabla 15. Kilos generación Madera	41
Tabla 16. Kilos generación Metal.....	42
Tabla 17. Kilos generación Escombros	42
Tabla 18. Kilos generación cartón y plástico	43
Tabla 19. Porcentaje residuos generados	43
Tabla 20. Comparación generación de RCD.....	52

1. Resumen

Esta investigación, tuvo énfasis en la gestión de los residuos de construcción en el área metropolitana del Valle de Aburra en Antioquia, Colombia. El propósito fue identificar a través del estudio de 4 obras distintas, como es el proceso de gestión, cuales residuos son los más generados y cuales gestores son los encargados de los procesos de aprovechamiento. Con esto, además, se busca identificar si la normativa vigente en el área metropolitana es conocida por el gremio de la construcción y si se aplica correctamente.

La metodología del trabajo constó de 3 etapas, en la primera se realizó la investigación teórica y contextual de la problemática que se enfoca en los grandes índices de residuos y desperdicios en las construcciones. En esta se tocan temas como la sostenibilidad, construcción sostenible, economía circular y negocios verdes; además de referentes extranjeros como Dinamarca, Holanda, Suecia, etc, que son países en los que hay mayor porcentaje de aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD); y nacionales en los que se está empezando a implementar estas políticas. En la segunda etapa se realizaron las visitas de campo a cada una de las obras en donde se tomó registro fotográfico y escrito de los procesos de gestión empleados. En la tercera etapa se realizaron comparaciones y análisis entre los resultados para así dar respuesta a los objetivos.

Los resultados demostraron que: el 100% de las obras tienen conocimiento de las políticas de desarrollo sostenible, el 75% cumple y supera la meta de aprovechamiento de RCD sin haber culminado la totalidad del proyecto, dentro del cual el 50% es gran generador y el 25% pequeño generador y el 25% restante está en proceso del cumplimiento de la meta, además el residuo más generado son los escombros y dentro de cada obra se manejan gestores para cada tipo de residuo.

Palabras clave: Residuos de construcción y demolición (RCD), Gestión de residuos, Almacenamiento de residuos, Gestores de residuos, Aprovechamiento de residuos.

2.Introducción

2.1.Descripción del problema.

El problema surge a partir de los altos índices de residuos y desperdicios de material en la obra y los lugares empleados para el depósito final de estos escombros en la ciudad. Según el PGIRS (plan de gestión integral de residuos sólidos), en el área metropolitana se generan cerca de 72.904 toneladas de residuos sólidos cada mes, el valor estimado para el año 2005 con base en indicadores de m³/m² de generación de escombros, fue de 8.790 ton/día. Así la cantidad de residuos producidos diariamente en el área metropolitana totaliza 11.066 toneladas.¹

2.2.Antecedentes.

Los antecedentes en Colombia empiezan desde el año 1994 con la resolución 541 que trata el tema de la regulación del cargue y descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros o RCD más conocidos como residuos de construcción y demolición, en donde se especifica las características, uso y manejo que se les debe dar. Más adelante en el 2009 en Medellín se realiza el acuerdo 62 que es la política pública para la gestión de escombros del municipio. Años después en el 2011 con la resolución 2397 se pretende fomentar la reutilización en pequeños porcentajes de residuos dentro de las obras, acción que deberá incrementar año tras año. En el 2013 con el decreto 2981 se hace el planteamiento de PGIRS (plan de gestión integral de residuos sólidos) con el cual se pretende incrementar las prácticas de reducción, recuperación y aprovechamiento de los residuos sólidos en las copropiedades residenciales. En el 2015 con el decreto 1285 se establecen los lineamientos para la construcción sostenible y en el 2017 con la resolución 472 se reglamenta la gestión de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición (RCD) dando a conocer las responsabilidades tanto de los generadores como de los gestores en lo que concierne al almacenamiento, transporte y disposición final de estos.

2.3.Elementos.

Los elementos que se van a abordar en este trabajo son los términos de residuos de construcción y demolición más conocido como RCD² que son

¹(Área metropolitana del Valle de Aburrá, 2015)

²(Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2017)

aquellos residuos sólidos que se entienden como los desperdicios de materiales, el almacenamiento de estos al interior de la obra teniendo en cuenta las condiciones del espacio y la correcta separación de estos residuos y finalmente los gestores que son las empresas encargadas de su recolección y disposición final tanto en plantas de aprovechamiento como de disposición final y puntos limpios, estos gestores deben estar certificados por la autoridad ambiental encargada de la zona para que todo este proceso sea llevado a cabo de la mejor manera. Todo esto se lleva a cabo mediante el programa de manejo ambiental de los RCD el cual es el instrumento de gestión, que contiene todas las actividades que se deben realizar durante toda la obra para que se garantice la correcta gestión de estos residuos.

2.4.Delimitación.

La búsqueda de información de las etapas contextual y práctica, se delimita en el área metropolitana del valle de aburra desde el 2010 hasta el presente.

2.5.Formulación.

¿Cómo es el proceso de separación y reutilización de los residuos en obra y cuáles son los gestores encargados de la recolección y la disposición final?

2.6.Objetivo general.

Identificar como es la gestión de los residuos en obra y los gestores encargados de los procesos posteriores a su recolección

2.7.Objetivos específicos.

- Identificar en obras en construcción en el área metropolitana como separan y clasifican los residuos, cuales son los que más se generan, y cuáles y como se pueden reutilizar.
- Identificar cuáles son los gestores más comunes que prestan un servicio de recolección disposición de residuos.
- Comparar y analizar los resultados para sacar conclusiones respecto a cómo debe ser la gestión tanto al interior como fuera de las obras.

2.8. Justificación.

La preocupación por la vida útil de las escombreras y los pocos espacios habilitados para este depósito, además de las pérdidas económicas que se dan por un mal planeamiento en obra y el transporte inadecuado que generan el deterioro de los materiales. El impacto ambiental que genera no solo la construcción del edificio, teniendo en cuenta los gastos energéticos, hídricos y los gases producidos, sino también la extracción y todos los procesos por los que debe pasar la materia prima para dar como resultado el material que será utilizado en la construcción del edificio además del impacto generado en la vida útil del edificio.

2.9. Metodología.

A continuación, se presenta el cuadro de actividades a realizar para poder llevar a cabo cada uno de los objetivos, posteriormente se describirá el proceso metodológico a seguir.

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	PLANEACIÓN	PRODUCTOS
Identificar en obras en construcción en el área metropolitana como separan y clasifican los residuos, cuales son los que más se generan, y cuáles y como se pueden reutilizar.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contactar al ingeniero ambiental de cada obra. 2. Identificar los espacios de almacenamiento. 3. Identificar los métodos de clasificación. 4. Identificar las fuentes generadoras. 5. Identificar que residuos se pueden reutilizar, cómo y en qué. 6. Identificar el tipo de residuo. 	Segundo semestre del 2019 (principios)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lista de residuos 2. Nombre de equipos y actividades que generan residuos 3. Fotos de los almacenamientos 4. Fotos de residuos reutilizados en obra 5. Fotos del lugar de almacenamiento
Identificar cuáles son los gestores más comunes que prestan un servicio de recolección disposición de residuos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar los gestores. 2. Identificar la clase de material que recolectan. 3. Identificar la disposición final. 4. Identificar los procedimientos a los que son sometidos los residuos. 	Segundo semestre del 2019 (finales)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lista de gestores 2. Lista de residuos que manejan 3. Lista de la actividad a la que los someten
Comparar y analizar los resultados para sacar conclusiones respecto a cómo debe ser la gestión tanto al interior como fuera de las obras.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar tablas 2. Realizar graficas 3. Comparar fotos 	Segundo semestre del 2019 (finales) y primer semestre del 2020	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tablas con nombres 2. Tablas con datos 3. Graficas con estadísticas 4. Fotos comparativas

Tabla 1. Metodología de trabajo

Para poder realizar este trabajo es necesario contactar 3 constructoras para hacer visitas a una obra de cada una de ellas, en la que se solicite información acerca de los RCD, las constructoras a visitar serán las siguientes:

1. Constructora San Blas

Dirección: Calle 12 No. 30-126

Tel: 3112233

Página web: <https://directorio-empresas.einforma.co/informacion-empresa/constructora-san-blas-sas>

2. Constructora arquitectura y concreto

Dirección: Calle 3 Sur # 43 A - 52 piso 18. Torre Ultrabursátiles

Tel: 312 3618

Página web: <https://arquitecturayconcreto.com/>

3. Constructora Convel

Dirección: Cra. 63b ##32E-26

Tel: 350 88 66

Página web: <http://www.convel.com.co/>

Después de esto se tendrá que concretar qué obra visitar para posteriormente hablar con el ingeniero ambiental de cada obra con el cual se hará la visita a la obra y se le solicitará la siguiente información, además de llevar un registro fotográfico:

- o Metros cuadrados construidos.
- o Peso del edificio
- o Métodos de separación de los residuos.
- o Almacenamiento de los residuos.
- o Aprovechamiento en la obra.
- o Disposición final de los residuos.
- o Gestores encargados de los residuos.
- o Total, de residuos generados en la obra.
- o Porcentaje de aprovechamiento de estos residuos.

Después de recolectar toda la información, ésta se digitalizará para hacer un informe sobre cada una de las obras en donde se realicen comparaciones entre los datos y fotos tomadas en el lugar. También se mencionará que métodos se están utilizando hoy en el Valle de Aburrá para la reutilización de algunos residuos para generar materia prima con un porcentaje de reciclaje como lo es el caso del poliestireno expandido. También se hará una búsqueda de artículos sobre que se ha hecho en este tema a nivel nacional y mundial. Además, se tendrá una reunión con el encargado del manejo de los RCD del área metropolitana del Valle de Aburra.

3.Marco Teórico.

Se considera una construcción sostenible aquellas construcciones responsables con el medio ambiente, teniendo una preocupación por los recursos y lo limitados que son, esto se ve reflejado en el diseño, las etapas de construcción y vida útil del edificio, generando así una relación amigable con el medio ambiente en aspectos como el agua, la energía, residuos y emisiones, que a su vez son parámetros que se estudian para certificar estas construcciones como sostenibles, y definiendo la sostenibilidad como el equilibrio entre los aspectos económico, ambiental y social.³

Partiendo de la definición de construcción sostenible es importante enfocarse desde el principio en una correcta planeación de la obra, ya que desde la concepción de la idea hasta la construcción del edificio se consume una gran cantidad de recursos naturales teniendo en cuenta el factor tiempo versus cantidad y todos los procesos anteriores por los que deben pasar los materiales desde su extracción hasta su uso en la construcción, pero lo más importante va dirigido al diseño y funcionamiento del edificio durante toda su vida útil ya que es allí donde más recursos se consumen diariamente como agua, energía y la generación de desechos y gases durante un tiempo prolongado por lo cual se genera una gran huella en el medio ambiente por lo cual es importante optimizar al máximo y buscar métodos para reciclar y reducir el consumo y generación de los mismos.



Ilustración 1. Sostenibilidad

³(Susunaga Monroy, 2014)

Quienes introducen por primera vez el concepto de la sostenibilidad es la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo (CMMAD) en 1998, quienes lo definen: “El Desarrollo Sostenible es el desarrollo que satisfaga las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”.⁴

Así es como se relaciona el concepto de sostenibilidad y construcción sostenible, ambos ven una problemática en el excesivo consumo de materiales y la generación de residuos y buscan encontrar soluciones innovadoras que permitan reducir el impacto ambiental que hoy en día se genera para que en un futuro no se tenga la misma preocupación.

A nivel mundial existen muchas organizaciones encargadas de evaluar los proyectos para determinar qué tan sostenibles son, estas organizaciones proporcionan un marco para evaluar el nivel de eficiencia de las edificaciones con base en parámetros de emplazamiento sostenible, eficiencia en el uso de agua y energía, materiales y recursos, calidad ambiental, innovación y diseño, tanto en la fase de diseño como en las fases de construcción, puesta en marcha y utilización de la edificación. Todos estos parámetros permiten otorgarle a un proyecto la acreditación. Organizaciones como LEED y BREEAM, estudian los edificios desde diferentes aspectos, pero tienen en común que ambas prestan especial atención a la gestión de los recursos.

LEED por su parte es el sistema más utilizado en el mundo para certificar edificios, proporcionando un marco de edificios saludables, eficientes y económicos. También tiene la posibilidad de certificar cualquier tipo de construcción brindando así 8 distintas clases de certificaciones. Evalúa indicadores como el ahorro de energía, la eficiencia del agua, la reducción de las emisiones de CO₂, la mejora interior, la calidad ambiental, la gestión de recursos y la sensibilidad a sus efectos. BREEAM por su parte proporciona una mayor rentabilidad para quien construye, opera y/o mantiene el edificio; la reducción de su impacto en el medio ambiente; y un mayor confort y salud para quien vive, trabaja o utiliza el edificio. Evalúa categorías como gestión, salud y bienestar, energía, transporte, agua, materiales, residuos, uso ecológico del suelo, contaminación e innovación.

Teniendo en cuenta las definiciones de sostenibilidad y construcción sostenible anteriormente mencionadas se puede decir que estas dos certificaciones LEED y BREEAM como muchas otras más, son instrumentos de control que se han desarrollado a partir de esa preocupación por el daño al medio ambiente que el sector de la construcción causa, enfocándose en el consumo de recursos y la generación de residuos, para lograr mitigar el daño que se genera en todo el transcurso de la vida útil del edificio, evitando así el desperdicio del agua, el alto consumo de energía en iluminación y ventilación y la alta generación de residuos ordinarios además de promover el uso de materiales de construcción reciclados para reducir la extracción de materia prima.

⁴(Susunaga Monroy, 2014)

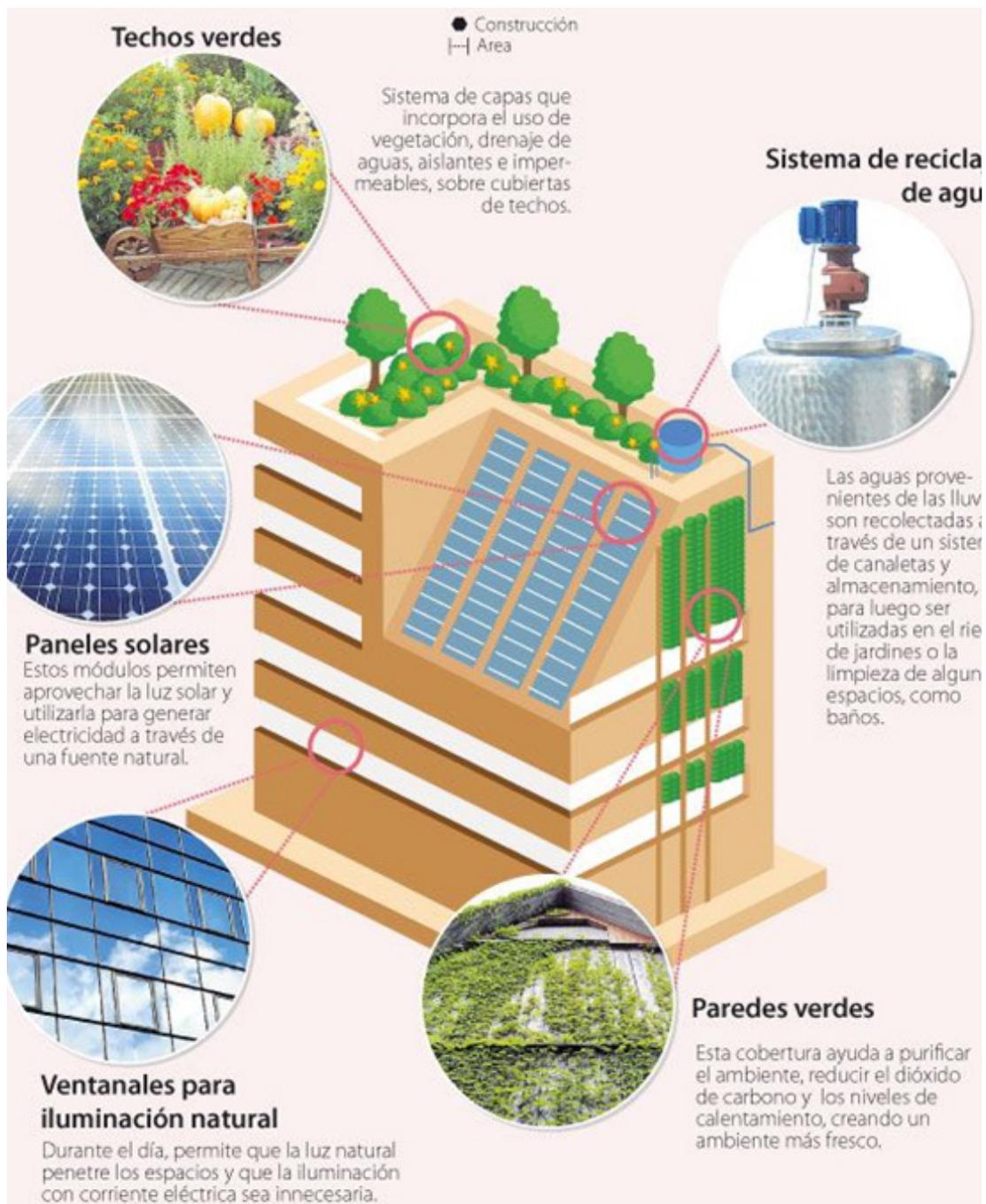


Ilustración 2. Construcción sostenible infográfico.
 Fuente: Sondeo LR/AJA. (21 de noviembre de 2012). Obtenido de <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/realice-obras-sostenibles-merecedoras-de-certificacion-leed-2026070>

Las construcciones generan residuos, lo que se conoce como RCD (residuos de construcción y demolición), que según el artículo 2 de la resolución 472 del 28 feb 2017, hoja No 3. Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, estos a su vez se dividen en dos clases, los susceptibles y no susceptibles de aprovechamiento. En los susceptibles se encuentran los materiales pétreos como hormigón, cerámicas y arenas y no

pétreos como metales, plásticos, madera y vidrio; materiales como arcillas y sobrantes de excavaciones de terreno; y en los no susceptibles se encuentran los contaminados por residuos peligrosos y aquellos que por su estado no se pueden aprovechar.



Ilustración 3. Ciclo óptimo RCD

Partiendo de la resolución 472 de 2017 de la república de Colombia, es importante mencionar algunos elementos importantes como la prevención y reducción de RCD que según el artículo 5 los generadores de RCD deberán implementar medidas para la prevención y reducción incluyendo como mínimo los siguientes pasos:

- Planeación adecuada de la obra, que incluya la determinación de la cantidad estrictamente necesaria de materiales de construcción requeridos, con el fin de evitar pérdida de materiales.
- Realizar separación por tipo de RCD en la obra.
- Almacenamiento diferencial de materiales de construcción.
- Control de escorrentía superficial y manejo de aguas lluvia en la obra.

Según el artículo 7 los generadores deben contar con uno o varios sitios de almacenamiento temporal de los RCD donde se efectuará la separación de acuerdo al tipo de RCD, estos sitios deben establecer barreras para evitar el impacto visual en los alrededores del sitio de almacenamiento, realizar obras de drenaje y control de sedimentos, estar debidamente señalizado y realizar acciones para evitar la dispersión de partículas. Para el aprovechamiento de estos RCD el artículo 9 explica que se debe realizar en plantas fijas o móviles que cumplan con las operaciones de recepción y pesaje, separación y almacenamiento por tipo de RCD, aprovechamiento y almacenamiento de productos. En el artículo 19 se establecen unas metas de aprovechamiento las cuales no deben ser inferiores al 2% del peso total de los materiales de la obra la cual ira aumentando anualmente de dos puntos hasta alcanzar el 30%.⁵

Con estos residuos susceptibles de aprovechamiento se busca entonces empezar a reciclar y aprovechar dentro de la obra para generar nuevos insumos. Actualmente estos residuos después de un proceso de separación y trituración son utilizados como relleno, material de drenaje, base o sub-base de carreteras, un ejemplo de un nuevo uso para los RCD es la valorización de los residuos como puzolanas alternativas en la fabricación de cementos eco-eficientes ya que ofrecería ventajas tecnológicas en comparación con los tradicionales, esto se desarrolló en Europa y muestra la incorporación de un nuevo concepto, la economía circular poniendo en práctica algo conocido como las 3R.⁶



Ilustración 4. Economía Lineal vs Economía Circular
Fuente: EPRS. Obtenido de <https://www.antonioserranoacitores.com/economia-lineal/>

Las 3R de la ecología son reducir, reciclar y reutilizar, estos 3 pasos llevan a la disminución de la producción de residuos y busca la protección y conservación del medio ambiente.⁷ Podría decirse que este es uno de los conceptos en que se apoya la economía circular partiendo principalmente del concepto de sostenibilidad, pues lo

5(Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2017)
6 (Medina Martínez, Frías Rojas, & Sánchez de Rojas Gómez, 2018)
7(Borras, 2019)

que ésta pretende es que, a diferencia de la economía lineal, los productos después de que son consumidos no sean desechados, por lo contrario, estos se vuelven a utilizar como insumos para nuevos productos, convirtiéndose en un ciclo donde no se generan desechos y se reduce la extracción de materia prima. Entonces la economía circular se define como el desarrollo continuo que preserva y aumenta el capital natural, optimizando los recursos y minimizando los riesgos del sistema.

Cuenta con 3 principios en los que se apoya.

- El primero hace énfasis en seleccionar de forma adecuada los recursos, tecnologías y procesos que hagan uso de recursos renovables y que tengan un alto rendimiento de uso.
- El segundo refiere al diseño eficiente que permita que los productos se puedan ree-laborar, renovar y reciclar para mantener circulando los materiales y componentes.
- El tercero trata de reducir los daños causados al medio ambiente y personas.⁸

Cada uno de estos principios se enfoca en una fuente, el primero en la extracción y producción de materiales, para esta lo más importante es reducir la degradación del suelo, ya que esta es la fuente principal de recursos y que debido a todos los procesos que se requieren, causa una gran contaminación tanto en el suelo, agua y aire; la segunda es la generación de cualquier tipo de residuo, ya que estos se generan en altas cantidades lo que genera un problema en cuanto a la disposición final por lo que es importante diseñar para poder reciclar para que de esta manera se pueda solucionar estos dos problemas, lo que no solo ayudaría notablemente al medio ambiente sino también a la sociedad. Entonces lo que busca la economía circular es la producción y consumo sostenible por parte de productores y consumidores, generando así una circularidad en los procesos.

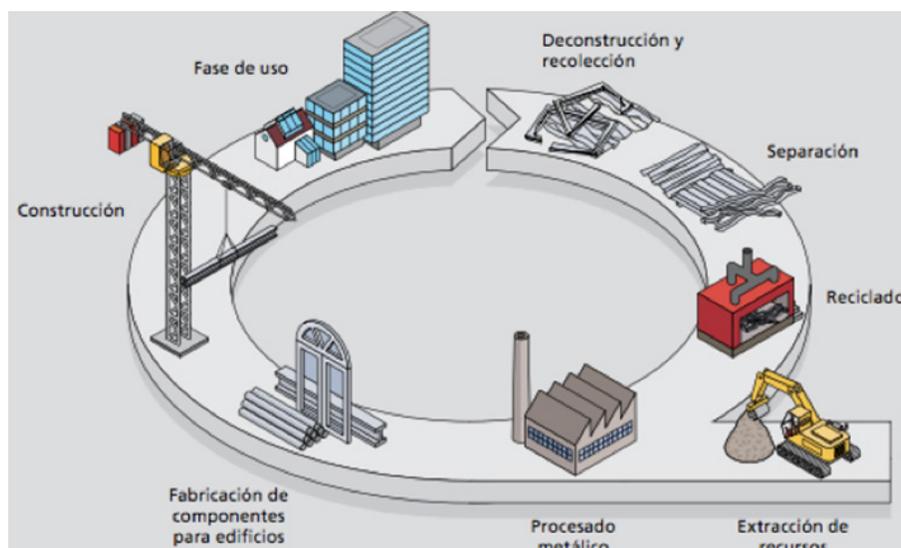


Ilustración 5. Ciclo del material

8 (Cerdá & Khalilova, 2016)

4.Marco contextual.

La problemática se sitúa en la ciudad de Medellín y su área metropolitana en el valle de Aburra, que abarca los municipios de Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Envigado, Itagüí, Sabaneta, La estrella y Caldas. Según un estudio realizado en el 2017 por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia genera 12 millones de toneladas de residuos al año, de las cuales solo recicla en promedio un 17%⁹ y según la política pública de construcción sostenible en el Área Metropolitana del Valle de Aburra (AMVA) se arrojan en promedio 2'600.000 toneladas anuales de escombros, de los cuales más de un millón de toneladas se disponen en escombreras ilegales o lugares clandestinos.¹⁰

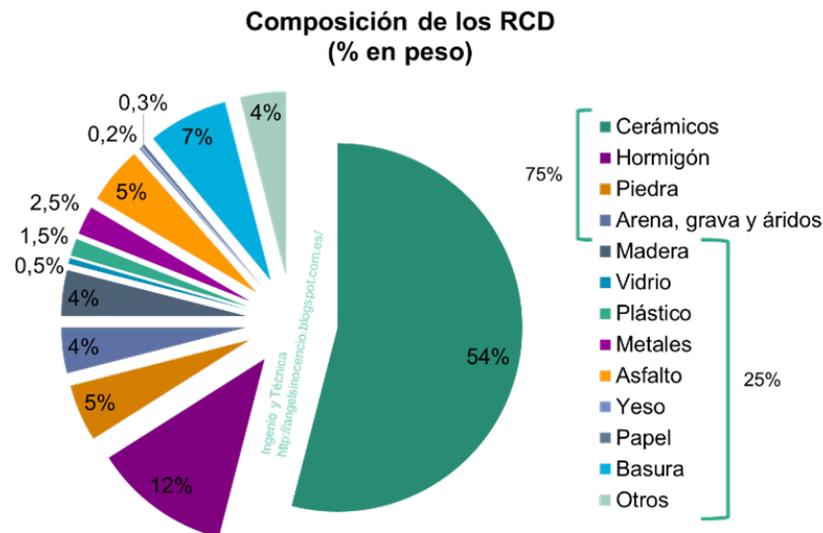


Ilustración 6. Composición de los RCD

El problema gira entorno a las grandes cantidades de RCD producidos y la mala gestión que se hace de estos, además de la preocupación por la vida útil de las escombreras que no dan abasto y las canteras como suministradoras de los recursos naturales. Medellín es una de las ciudades que más residuos produce junto con Cali y Bogotá.

Según el PGIRS, en el área metropolitana se generan cerca de 72.904 toneladas de residuos sólidos cada mes, el valor estimado para el año 2005 con base en indicadores de m³/m² de generación de escombros, fue de 8.790 ton/día. Así la cantidad de residuos producidos diariamente en el área metropolitana totaliza 11.066 toneladas.¹⁰ En el año 2014 se implementó un plan nacional de negocios verdes que busca el desarrollo, el fomento y la promoción tanto de la oferta como de la demanda de los

9 (Colombia genera 12 millones de toneladas de basura y solo recicla el 17%. , 2017)

10 (Área metropolitana del Valle de Aburrá, 2015)

Negocios Verdes y Sostenibles en el país. Un negocio verde¹¹ contempla las actividades económicas en las que se ofrecen bienes o servicios que generan impactos ambientales positivos y que, además, incorporan buenas prácticas ambientales, sociales y económicas, con enfoque de ciclo de vida, contribuyendo a la conservación del ambiente como capital natural que soporta el desarrollo del territorio.

La estrategia de emprendimiento de negocios verdes se dirige prioritariamente hacia la promoción de empresas que incorporen temas como uso eficiente de energía, adaptación al cambio climático, manejo de residuos, tecnologías más limpias, materiales de construcción sostenibles, uso sostenible de la biodiversidad, biotecnología y agroindustria, por lo que el sector de la construcción es uno de los sectores estratégicos prioritarios en los cuales se busca tener una relación directa con los negocios verdes.

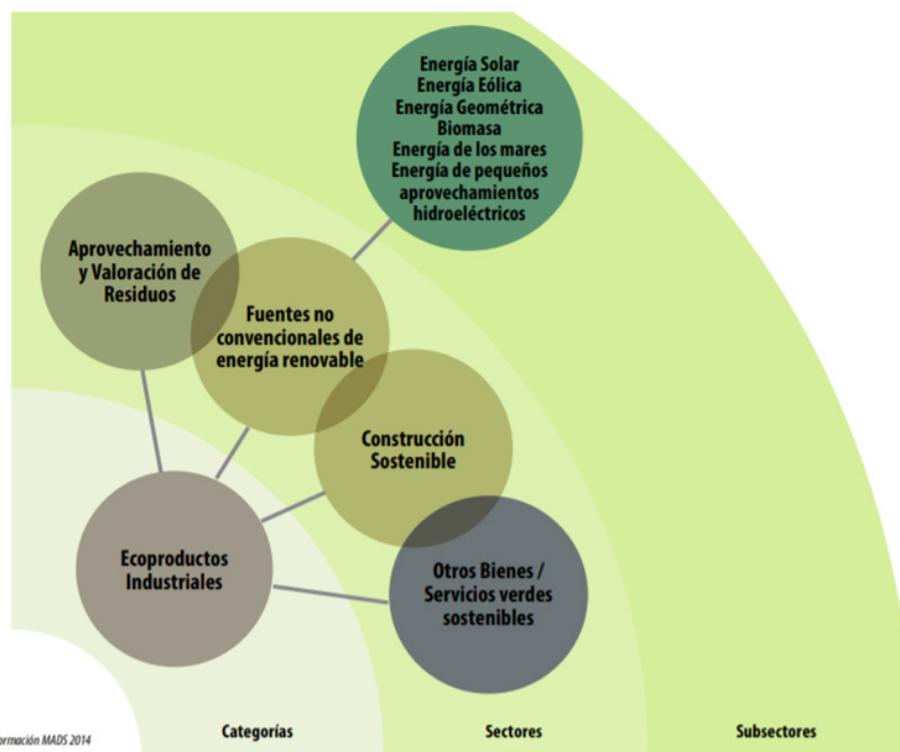


Ilustración 7. Categoría eco productos industriales de los negocios verdes
Fuente: Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). Plan Nacional de Negocios Verdes.

Teniendo en cuenta el concepto de negocio verde se encuentra una relación directa con el concepto de economía circular ya que desde el sector de aprovechamiento y valoración de los residuos se habla de la reincorporación de estos en el ciclo económico y productivo, a través del procesamiento de los residuos para su reutilización, reciclaje, o cualquier otra modalidad, en el marco de la gestión integral de residuos. Entonces desde el concepto de económico se pueden crear modelos económicos más complejos como el de negocios verdes, que abarquen no solo problemáticas ambien-

11 (Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014)

tales sino también sociales, por lo tanto, este modelo desde el sector de la construcción se puede implementar en las ciudades principales del país para incrementar el reciclaje y aprovechamiento de estos residuos tanto al interior como al exterior de las obras.

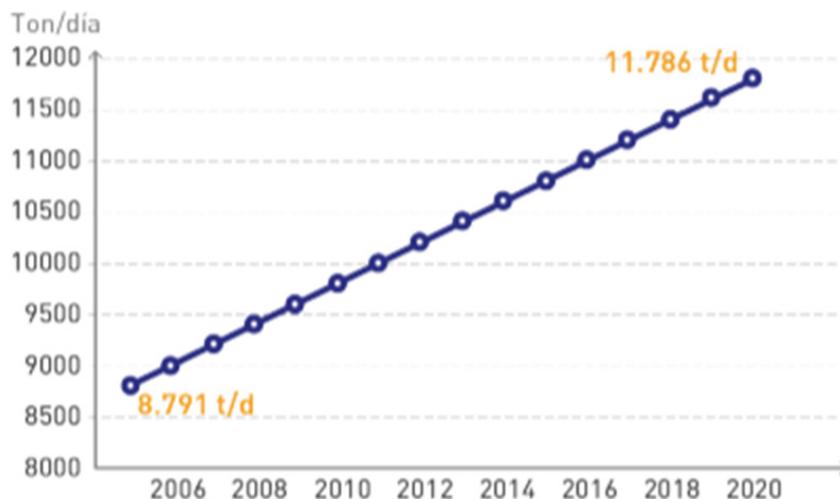


Ilustración 8. Proyección RCD 2005-2020

Fuente: Área metropolitana del Valle de Aburrá. (2015). Política pública de construcción sostenible. Recuperado el 2019, de https://www.metropol.gov.co/ambiental/Documents/Construccion_sostenible/PPCSILineaBase27112015.pdf

El gobierno de Colombia a finales del 2018 lanzó la estrategia nacional de economía circular en la cual está entre sus planes a 2022 el desarrollo sostenible. El potencial se mide en que el país podría ahorrar hasta 11.700 millones de dólares anuales en materiales y, además, generar oportunidades de negocios. La estrategia busca promover el emprendimiento, la generación de valor agregado y la atracción de la inversión como resultado de nuevas formas de producción, consumo y aprovechamiento de desechos. Medellín fue elegido para lanzar la estrategia en las regiones porque ha innovado en planes de aprovechamiento y formalización de recicladores. La iniciativa nacional se centra en la recuperación, durante la cadena de producción, de los residuos de construcción y demolición, aparatos eléctricos, elementos peligrosos, materiales, envases y empaques, circulación de aguas; biomásas y fuentes de aprovechamiento de energía.¹²

En Medellín podemos encontrar empresas como INDURAL, que se acoplan al modelo de negocio verde, ya que desde más o menos 1995 se dedica a la compra, reciclaje y aprovechamiento de los RCD como materia prima de sus productos, estos reprocesamientos representan un 80% del material empleado para producir sus productos, como lo son adoquines, revestimientos, bloques estructurales o decorativos y el otro 20 % restante representa la materia prima nueva, esto ha hecho un cambio significativo en el aporte al impacto ambiental lo que la ha hecho posicionar como una empresa ambientalmente responsable.¹³

¹² (Jiménez, 2019)

¹³ (Varón Jiménez, Sierra Tobón, & Bedoya, 2011)



Ilustración 9. Planta de aprovechamiento INDURAL
Fuente: INDURAL. Obtenido de: <http://www.indural.com/sitioweb/compraderesiduosdeconstruccionydemolicion/>

Teniendo en cuenta esta práctica, no solo representa un aporte significativo al medio ambiente por el hecho de reducir la explotación de las canteras en un 80%, también se ve reflejado en un beneficio económico en cuanto representa los tiempos de producción y desperdicio de material, además de que el ciclo de vida de este se prolonga por mucho más tiempo lo que da pie a que lugares de disposición final como escombreras solo reciban lo necesario y su vida útil se extienda.

En Bogotá también se ha empezado a pensar en la economía circular como una alternativa para la gestión de los RCD, tomando como referente el modelo utilizado

en Europa que pretende formular nuevas alternativas en el manejo de los RCD para que se puedan aplicar en Bogotá y estén orientadas a la disminución del uso de los recursos y a reducir la cantidad de residuos. Según la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, a mayo de 2016 se alcanzó un total acumulado del 100,20% equivalente a 32.064.408 toneladas de RCD dispuestas en sitios autorizados; y para el año 2017 la alternativa era la disposición y no se contemplaba la valorización de los RCD.¹⁴

Esta valorización de los RCD pretende que, mediante el estudio del estado físico y técnico de los materiales estos se logren reutilizar o reciclar para reincorporarlos en la construcción, desmintiendo entonces la noción o creencia de que esta clase de practica es peligrosa debido a que, al no ser una materia netamente prima no cumpla con todas las especificaciones establecidas en la norma y su calidad no sea la adecuada para la construcción. Se puede ver reflejado en el uso de puzolanas lo que genera una clase de cemento totalmente competitivo con el tradicional además de que presenta mejoras en su ficha técnica. Esto lo que refleja es que incluso la incorporación de los RCD a la industria de la construcción como una materia prima traería múltiples beneficios en cuanto a la producción de nuevos materiales con mejores especificaciones técnicas que implicaría un posicionamiento en el mercado frente a otros productos y un beneficio económico.

A diferencia de Medellín y Bogotá, según un estudio realizado en Ibagué¹⁵, de 11

14 (Beltrán, 2017)

15 (Suárez Silgado, Molina, Mahecha, & Calderón, 2018)

empresas constructoras, el 50% de ellas aplican la alternativa de clasificar los residuos en obra, el 17% indicó que lo hace en ocasiones y el 33% deja esta actividad a la empresa que realiza la disposición final de sus residuos. De acuerdo a la encuesta realizada, el 67% de las constructoras están implementando la disposición final de los residuos generados en escombreras legales; es decir, con permiso de las entidades medioambientales para hacer la recepción de los RCD. El 33% está acogiéndose a la clasificación y selección de estos residuos en obra con el objetivo de aprovechar al máximo sus residuos en el mismo proyecto. De acuerdo a los resultados obtenidos, el 67% de las empresas disponen los RCD en general en escombreras legales, dada la inexistencia de plantas de tratamiento para estos residuos en Ibagué.

Según este estudio, Ibagué a diferencia de las principales ciudades de Colombia apenas está empezando a implementar medidas de control que permitan una correcta gestión de los residuos, esto se debe principalmente a la desinformación por parte del gremio constructor y que por consiguiente no se dispone de la infraestructura adecuada para los debidos procesos de aprovechamiento de los residuos, por lo que se es casi imposible esta práctica, ya que realizar estos procesos por cuenta de cada empresa al interior de cada obra sería muy costoso.



Ilustración 10. Reciclaje de residuos en países Europeos

Por otra parte, algunos países de Asia y Europa se han visto en la obligación de tomar otras medidas de prevención y reducción de RCD. En países como Dinamarca, Holanda, Suecia, Finlandia, Bélgica, Austria, Italia y Francia cobran impuestos por la disposición final de los RCD, esta misma medida se ha implementado en Hong Kong desde el año 2005. En Dinamarca y Gran Bretaña han promulgado un plan de impuestos hacia los materiales

naturales para reducir aún más la diferencia de costo entre reciclar materiales y usar materiales naturales. La concesión de subsidios, tales como la reducción de las medidas fiscales o recompensa por las actividades de reciclaje, es otra alter-

nativa aplicada por algunos países. En Holanda, si el contratista utiliza los materiales reciclables, el gobierno otorga un bono de seguro como un incentivo.¹⁵

Medidas como estas pueden llegar a ser mucho más eficientes que las mismas políticas, ya que el simple hecho de involucrar el bolsillo de las empresas hace que, por un lado, estas se vean obligadas a cumplir con la norma con el fin de evitar estos gastos, que se vería representado en el ahorro de una gran suma de dinero ya que no es poca la cantidad de RCD generado en una obra, además de que una empresa no tiene una sola obra en un lapso de tiempo determinado, pues estas son simultaneas. Por otro lado, el impuesto sobre los materiales sacados directamente de las canteras puede servir en cierta parte, ya que las empresas se inclinarán más hacia el precio más bajo de los materiales con un porcentaje de reciclaje, pero esto no significa que se anule el consumo de los materiales naturales, además de que se tiene la creencia de que estos materiales reciclados no cumplen con las especificaciones técnicas para ser usados directamente dentro de la construcción. Por último, el incentivo funcionaría igualmente ya que significa el ingreso o ahorro económico para la empresa además de beneficios externos. Estas medidas pueden empezar a introducir paulatinamente en el gremio de la construcción el interés y la preocupación por la sostenibilidad y las repercusiones que tiene este sector sobre el medio ambiente, ya que es uno de los que más contamina, puesto que es en donde más materia prima se explota y más residuos genera.

Como anteriormente se mencionaba, países como Holanda tienen políticas estrictas frente al manejo de los RCD, por lo que lo hace uno de los países que más residuos genera y más porcentaje de aprovechamiento tiene.¹⁶ En 2010 alrededor del 80% de los residuos se reciclaba, el 16% era incinerado y sólo una pequeña fracción del 3 a 4% de los desechos se depositan en rellenos sanitarios, en lo referente a residuos de construcción y demolición en la actualidad una gestión de aproximadamente el 90 %, para el logro de éstos resultados en la década de los 90 se estableció el Consejo Holandés de Manejo de Desechos (Waste Management Council). Este Consejo fue creado sobre la base de un acuerdo voluntario entre los tres niveles de gobierno para lograr un enfoque común y coherente para el desafiante manejo de residuos.¹⁷

Para lograr tener un avance significativo en la gestión de los RCD es importante que se establezcan políticas claras del manejo que se debe tener con estos residuos para que todos estos ciclos se den de manera correcta, lo que implica todo el proceso desde la generación de los residuos en cada una de las fuentes (obras o demolición), como en la separación, almacenamiento, transporte, reciclaje y reutilización de estos. Todo esto también se puede lograr tomando como referente aquellos países de la unión europea que presentan un avance significativo en este tema como lo son Dinamarca, Alemania, Irlanda y los Países Bajos, para lograr desarrollar un modelo de gestión y económico que gire en torno a la economía circular.

16 (Manejo de escombros, un reto para el Aburrá , 2019)

17 (Beltrán , 2017)

5. Marco metodológico.

Para este trabajo se busca realizar visitas a distintas obras en el valle de aburra, para hacer de cada una de ellas un informe sobre la gestión que se le da a los residuos generados.

Es necesario como primer paso tener los contactos de cada una de las obras que se van a visitar, las constructoras encargadas de las obras son:

1. San Blas
2. Arquitectura & Concreto
3. Convel

Para esto es necesario hablar con el/la ingeniero/a ambiental de cada una de las obras para saber información como: cuanto RCD se produjo durante la construcción y/o demolición, que materiales fueron aprovechados dentro o fuera de la obra, que se puede hacer con ellos, como son los acopios de almacenamiento de los residuos, a donde son transportados y quienes son los gestores, etc y así determinar también el cumplimiento de la resolución 472 de 2017 que establece como debe ser la gestión de estos residuos.

La primera visita se realizará a una obra en el corregimiento de San Sebastián de Palmitas de la ciudad de Medellín, en donde se tratará los residuos de demolición de un colegio. Esta construcción está a cargo de Constructora San Blas.

La segunda visita se realizará a una de las 3 obras que se está realizando en Ciudad Fabricato en el municipio de Bello en el Área Metropolitana del Valle de Aburra, siendo una unidad residencial llamada Mediterránea, en donde se tratará los residuos de construcción. Esta obra está a cargo de la constructora Arquitectura & Concreto.

La tercera visita se realizará a la obra del edificio de ciencias en la universidad de EAFIT en la ciudad de Medellín, en donde se tratará los residuos de construcción. Esta obra está a cargo de la constructora Arquitectura & Concreto.

La cuarta visita se realizará a una unidad residencial en la ciudad de Medellín en el barrio Los Colores, llamada Jazz Apartamentos, en donde se tratará los residuos de construcción. Esta obra está a cargo de la constructora Convel.

Además, se tendrá una reunión con la persona encargada del manejo de los RCD del Área Metropolitana del Valle de Aburra para conocer como es la gestión de estos ya que es a partir de la resolución 472 de 2017 que se plantea todo esto y es algo muy reciente.

5.1. Centro Educativo La Aldea.

El nuevo centro educativo la aldea se encuentra ubicado en el corregimiento de San Sebastián de Palmitas en Medellín. En la primera etapa de demolición del antiguo colegio se produjeron 229,4 m³ de residuos y en la segunda etapa 131,2 m³ para un total de 360,6 m³.

<i>ETAPA</i>	<i>VOLUMEN DE RCD</i>	<i>VOLUMEN TOTAL ACUMULADO</i>
1	229,4 m ³	229,4 m ³
2	131,2 m ³	360,6 m ³

Tabla 2. Cantidades de RCD en el Centro Educativo La Aldea

Las clasificaciones de los residuos se realizan de acuerdo al material que sea, por lo que antes de la demolición se hace la separación de estos, el primer paso es el desmonte de puertas y ventanas, tejas, aparatos sanitarios, griferías, cableado eléctrico y mesones, después de esto se procede a realizar la demolición del edificio para luego sacar el acero manualmente del concreto demolido.



Ilustración 11. Residuos de demolición
Fuente: Ingeniera ambiental obra La Aldea

En este caso como la obra es de pequeña escala y no se tiene suficiente disponibilidad de espacio para tener un correcto acopio de los residuos, estos se dejaron en el mismo lugar en donde se desmontaban y sin ninguna clase de identificación, para que luego de una semana se pudieran transportar cuando se alcanzara el volumen requerido por el vehículo que se encarga de hacer la disposición final. Después de esto, se hace el almacenamiento de los residuos peligrosos como químicos y combustibles que provengan de los equipos utilizados durante la demolición.

Por lo anterior es evidente que no se hace cumplimiento del artículo 7 de la resolución 472 de 2017, en donde se da a conocer como debe ser las condiciones de almacenamiento de los RCD en la obra (debidamente señalizados y establecer barreras visuales alrededor).

El transporte para los residuos aprovechables se hizo en camiones y de los escombros en volquetas. Los residuos susceptibles de aprovechamiento fueron la madera (largueros) 120 unidades, tejas de barro 3.000 unidades, puertas y ventanas 900 kilos y cable 15 kilos, la disposición final de estos residuos fue vendido por parte de la empresa Excedentes Industriales y Aseo San Fernando S.A.S a una persona natural para el mejoramiento de su propiedad.

El artículo 19 de la resolución 472 de 2017 dice que los grandes generadores de RCD deben aprovechar un porcentaje no inferior al 6%, y a pesar de ser un pequeño generador y no tener que cumplir con este porcentaje, hace un pequeño porcentaje de aprovechamiento con aquellos residuos que se reutilizaron para el mejoramiento de la vivienda. Para la obra se reciclaron elementos como postes, una malla y una teja de fibrocemento, estos elementos se utilizaron res-



Ilustración 12. Desmonte largueros
Fuente: Ingeniera ambiental obra La Aldea



Ilustración 13. Desmonte tejas de barro
Fuente: Ingeniera ambiental obra La Aldea



Ilustración 14. Acopio de aceros
Fuente: Ingeniera ambiental obra La Aldea

pectivamente para hacer una pequeña cubierta para cubrir unos barriles, para el cerramiento de uno de los linderos de la obra y para la cubierta de la caseta.

RESIDUO	CANTIDAD	UNIDAD	DISPOSICIÓN FINAL
<i>Madera</i>	60,00	Kg	Mejoramiento de vivienda
<i>Tejas de barro</i>	660,00	Kg	Mejoramiento de vivienda
<i>Chatarra (puertas y ventanas)</i>	900,00	Kg	Mejoramiento de vivienda
<i>Cable</i>	15,00	Kg	Mejoramiento de vivienda
<i>Escombros</i>	316,60	m ³	Botadero Relleno estructural de Occidente
<i>Escombros</i>	44,00	m ³	Acción comunal para lleno de vía

Tabla 3. Disposición final de residuos Centro Educativo La Aldea

La disposición final de los escombros de la demolición se hizo en el botadero Relleno estructural de occidente en el municipio de San Jerónimo. Una pequeña parte de estos escombros (44 m³) fue vendida a la acción comunal de la vereda La Aldea para hacer un lleno no estructural en una vía que se encontraba en mal estado. Para este proceso solo es necesario el uso de una retroexcavadora y un rodillo compactador.

Según el artículo 15 de la resolución 472 de 2017 los pequeños generadores de RCD deben de entregar los RCD a gestores que se encargaran de la debida recolección y transporte de los residuos a su punto de disposición final según sea el caso, en esta obra se ve implementado con las dos empresas.



Ilustración 15. Cerramiento



Ilustración 16. Postes



Ilustración 17. Cubierta caseta

GESTOR	DISPOSICIÓN FINAL
<i>Excedentes Industriales y Aseo San Fernando S.A.S</i>	Aprovechamiento
<i>Relleno estructural de occidente</i>	Botadero

Tabla 4. Gestores en Centro Educativo La Aldea

5.2. Mediterránea.

Mediterránea es una nueva obra residencial a cargo de la constructora Arquitectura y Concreto, ubicada en el municipio de Bello en el Área Metropolitana del Valle de Aburra. Hasta la fecha esta obra tiene un área construida de 30.563 m² por lo que según el artículo 2 de la resolución 472 de 2017 la hace un gran generador de RCD ya que supera los 2.000 m² de área construida.



Ilustración 18. Sep. de madera



Ilustración 19. Sep. de plástico



Ilustración 20. Sep. de metal

En esta obra la separación de los residuos se hace insitu de acuerdo a la actividad que se esté realizando para garantizar la correcta separación y evitar la mezcla de estos, así el encargado de cada actividad es el responsable de recolectar todos los residuos generados y depositarlos en bolsas de costales, lo que también garantiza un espacio limpio para los próximos en el lugar de trabajo.

Los residuos separados en el sitio y depositados en costales son madera (20.010 kg), metal (900 kg) y plástico (276 kg), estos son transportados verticalmente por un malacate que al llegar al primer piso hay un encargado de transportarlos en carretilla hasta el punto de almacenamiento.



Ilustración 21. Transp. costales por ascensor



Ilustración 22. Transporte costales por malacate

RESIDUO	CANTIDAD	UNIDAD	DISPOSICIÓN FINAL
<i>Madera</i>	20.010,00	Kg	Planta de aprovechamiento
<i>Plástico</i>	276,00	Kg	Planta de aprovechamiento
<i>Chatarra</i>	900,00	Kg	Planta de aprovechamiento
<i>Cartón</i>	76,00	Kg	Planta de aprovechamiento
<i>Escombros</i>	261,00	m ³	Planta de aprovechamiento
<i>Escombros</i>	2,85	m ³	Aprovechamiento interno
<i>Residuos peligrosos</i>	108,00	Kg	Planta de disposición final
<i>Bolsas de cemento</i>	114,00	Kg	Planta de aprovechamiento

Tabla 5. Cantidades RCD en Mediterránea

Los escombros generados a partir de la mampostería como los bloques y ladrillos son utilizados en un lleno de vía de la obra, estos son arrojados desde cada nivel a través de un ducto de plástico desde el cual se recogen los escombros con una retroexcavadora y se depositan en el punto de almacenamiento.



Ilustración 23. Ducto

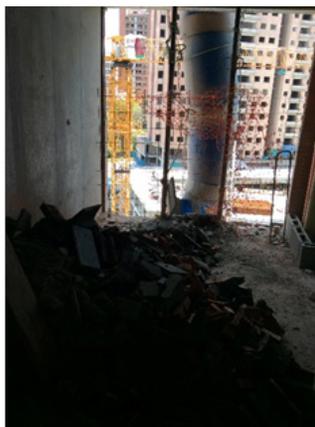


Ilustración 24. Disposición de escombros en el lugar



Ilustración 25. Cortadora de ladrillos

En cada nivel se encuentran puntos ecológicos para la recolección de los residuos ordinarios con la intención de evitar la contaminación de los demás residuos de construcción.

RESIDUO	GESTOR	ACTIVIDAD
<i>Madera</i>	Santa Cecilia	Producción ladrillos
<i>Plástico</i>	BEN YA	Reproceso de materia
<i>Chatarra</i>	BEN YA	Reproceso de materia
<i>Cartón</i>	BEN YA	Reproceso de materia
<i>Escombros</i>	SINESCO	Agregados
<i>Escombros</i>	Arquitectura y Concreto	Lleno vía y tope llantas
<i>Residuos peligrosos</i>	Myv	Sin pretratamiento
<i>Bolsas de cemento</i>	Argos	Reproceso

Tabla 6. Gestores de la obra Mediterránea

Los residuos de estructura son transportados verticalmente con la torre grúa. Después de todo el proceso de clasificación de los residuos de construcción, se hace el almacenamiento de estos debidamente señalizados y con las barreras de impacto visual para que después gestores como SINESCO, Argos, BEN YA, Santa Cecilia, myv, INTERASEO, hagan la debida recolección y transporte hasta las plantas de aprovechamiento o puntos de disposición final.

DISPOSICIÓN	CANTIDAD TOTAL (Kg)	PORCENTAJE
<i>Aprovechamiento interno</i>	199.624	0,74%
<i>Planta de aprovechamiento</i>	556.989	2,08%
<i>Planta de disposición final</i>	2.537.697	9,51%

Tabla 7. Aprovechamiento RCD en Mediterránea

Los residuos almacenados en estos acopios son residuos peligrosos, residuos ordinarios, cartón, madera, metal, bolsas de cemento y plástico. Según el artículo 19 de la resolución 472 de 2017 los grandes generadores de RCD deben aprovechar un porcentaje no inferior al 6%, esta obra presenta un aprovechamiento del 2,84% con un total de 199.624 kg al interior de la obra, 556.989 kg en planta de aprovechamiento y 2.537.697 kg en planta de disposición final.



Ilustración 26. Almacenamiento residuos peligrosos



Ilustración 27. Almacenamiento cartón



Ilustración 28. Almacenamiento plástico



Ilustración 29. Almacenamiento bolsas cemento



Ilustración 30. Almacenamiento residuos ordinarios



Ilustración 31. Almacenamiento metal

5.3. Edificio de Ciencias EAFIT.

El nuevo edificio de ciencias de la universidad EAFIT es una obra a cargo de la constructora Arquitectura y Concreto, ubicada en la ciudad de Medellín. En un principio se realizó una demolición en la cual se produjo un total de 8.000 m³ de residuos. La obra tiene un total de área construida de 13.526 m² por lo que según el artículo 2 de la resolución 472 de 2017 la hace un gran generador de RCD ya que supera los 2.000 m² de área construida.

Esta obra le apuesta a la sostenibilidad durante y después de la construcción (vida útil del edificio), ya que busca la certificación LEED en la modalidad de platino.

Según el artículo 19 de la resolución 472 del 2017 los grandes generadores de RCD deben cumplir con una meta de aprovechamiento del 6% de los residuos. El peso total del edificio es de 31.364 Ton por lo que 1.881,44 Ton corresponden al 6% exigido por la norma. Desde un principio en la obra se planteó cumplir esta norma lo más rápido posible, lo cual consiguieron en el primer mes a través de los materiales de excavación con un peso de más de 2.800 Ton.

<i>m² construidos</i>	<i>Peso total del Ed. (Ton)</i>	<i>Porcentaje de aprovechamiento</i>	<i>Meta de aprovechamiento (Ton)</i>	<i>Total aprovechamiento (Ton)</i>
13.526	31.364	6%	1.881,44	12.076

Tabla 8. Aprovechamiento en Ed. ciencias EAFIT

La separación de los residuos se da en fuente generadora, en donde después de depositar cada uno de los residuos en costales, un grupo de 6 ayudantes se encarga de transportarlos y depositarlos en el punto de almacenamiento.



Ilustración 32. Puntos de almacenamiento Ed. Ciencias EAFIT

Los puntos de almacenamiento de residuos son para los peligrosos, madera, chatarra y residuos reciclables como cartón, papel, plástico y PVC, además posee otro punto en donde se separa todos los residuos que no se pudieron separar en la fuente. Estos puntos cumplen con lo establecido en el artículo 7 de la resolución 472 del 2017.



Ilustración 33. Almacenamiento residuos peligrosos



Ilustración 34. Almacenamiento madera



Ilustración 35. Almacenamiento residuos reciclables



Ilustración 36. Almacenamiento metal

Esta obra además de entregar los residuos a gestores certificados por alguna autoridad ambiental también compra material a empresas que utilizan un porcentaje de reciclaje en ellos, es así como el vidrio posee un 25%, el acero un 70% y el bloque un 12%.

En total se han generado 43.549 Ton de residuos de los cuales se han aprovechado 12.076 Ton, en escombros se han generado 7.000 Ton, madera 28.119 kg, cartón 384 kg, chatarra 4.530 kg y PVC 250 kg.

Los gestores de esta obra son Metro Áridos y Conconcreto para los escombros, Metalrec y Ternium para la chatarra, Santa Cecilia y Focolsa para la madera,

Tierra Limpia para el PVC y Corporación Aburra para el plástico y el cartón. Además de los aprovechamientos externos, la obra reutiliza los porones como un lleno para realizar unas gradas, de forma que recubren los porones con un refuerzo y después lo recubren con concreto.

<i>RESIDUO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>GESTOR</i>
<i>Escombros</i>	4.774,5	m ³	Concreto
<i>Madera</i>	28.119,0	Kg	Metalrec
<i>Cartón</i>	384,0	Kg	Corporación Aburra
<i>Chatarra</i>	4.530,0	kg	Santa Cecilia
<i>Plástico</i>	836,0	Kg	Corporación Aburra

Tabla 9. Cantidades RCD en Ed. EAFIT



Ilustración 37. Elemento reutilización de porones

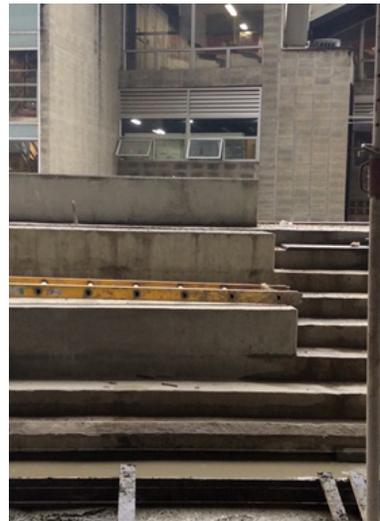


Ilustración 38. Deposito Porones

<i>DISPOSICIÓN FINAL</i>	<i>CANTIDAD TOTAL (Ton)</i>
<i>Planta de aprovechamiento</i>	12.076
<i>Planta de disposición final</i>	7.000

Tabla 10. Disposición final de RCD en Ed. Ciencias EAFIT

5.4. Jazz Apartamentos.

Jazz apartamentos es una obra residencial a cargo de la constructora Convel, ubicada en la ciudad de Medellín en el barrio Los Colores. La obra lleva un 40% de avance tiene un total de área construida de 49.268,3 m² por lo que según el artículo 2 de la resolución 472 de 2017 la hace un gran generador de RCD ya que supera los 2.000 m² de área construida. En esta obra la separación de los residuos se hace en distintos lugares debido a que las fuentes generadoras están en puntos específicos de la obra.



Ilustración 39. Generación de escombros en el lugar



Ilustración 40. Ducto transporte vertical



Ilustración 41. Separación de plásticos en bolsas

Residuos como PVC, chatarra, plástico y madera se generan en cada uno de los niveles del edificio, en este caso después de la generación se separan cada uno de los residuos, el PVC lo depositan en cajas de cartón, las bolsas plásticas las depositan todas en una bolsa plástica más grande, la madera la reutilizan una y otra vez hasta que se dañe o queden trozos muy pequeños, esto junto con la chatarra los arrojan por un ducto que baja por todo el



Ilustración 42. Cortadora: fuente generadora



Ilustración 43. Escombros de mampostería por cortadora



Ilustración 44. Disposición de escombros

edificio o lo transportan por el malacate hasta el punto de almacenamiento. Residuos como escombros de mampostería y bloque se generan tanto al interior y exterior del edificio, específicamente donde se encuentra la cortadora. Al interior del edificio estos se arrojan igualmente por el ducto donde después son transportados en carretilla hasta el acopio, que se encuentra al aire libre sin ningún tipo de protección, donde después son mezclados con los que se generan en la cortadora y con el sobrante de concretos y morteros. El sobrante del concreto se genera al exterior, donde se encuentra la planta y bomba, después de que se seca y se hace la limpieza de las tuberías de



Ilustración 45. Planta de concreto



Ilustración 46. Bomba de concreto



Ilustración 47. Bolsas de concreto



Ilustración 48. Puntos ecológicos residuos ordinarios

la bomba, estos residuos se depositan junto con los escombros de mampostería. La limpieza de las tuberías de la bomba se realiza con la reutilización de las bolsas de cemento que se mojan para posteriormente meterse en las tuberías y por presión ir sacando todo el sobrante ya seco para luego depositar estas bolsas como residuos no aprovechables. Además de esto en cada nivel se encuentran puntos ecológicos donde se depositan todos los residuos ordinarios para evitar la contaminación de los residuos de construcción.

Hasta el momento en la obra se han generado 1.701,24 m³ de escombros, 122,4 m³ de madera, 15.108,72 m³ de material de excavación, 100 kg de cartón, 60 kg de plástico y 5.500 kg de chatarra; para un total aproximado de 17.000 m³ generados y 16.768,89 m³ aprovechados.

<i>RESIDUO</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>GESTOR</i>
<i>Escombros</i>	1.701,24	m ³	SINESCO
<i>Madera</i>	122,40	Kg	Santa Cecilia
<i>Material de excavación</i>	15.108,72	m ³	Conasfalto
<i>Cartón</i>	100,00	Kg	Excedentes El Desvare
<i>Plástico</i>	60,00	Kg	Excedentes El Desvare
<i>Chatarra</i>	5.500,00	Kg	Excedentes El Desvare

Tabla 11. RCD y gestores de Jazz apartamentos

Algunos de los gestores fueron Sinesco, Conconcreto, Gardens y cia S.A.S, Santa Cecilia, Conasfaltos, Mincivil, Excedentes el desvare, etc; todos son certificados por alguna autoridad ambiental por lo que se cumple con lo establecido en el artículo 15 de la resolución 472 del 2017, además de que cumple con la meta establecida del 6% de aprovechamiento de residuos establecida en el artículo 19 de la misma resolución.

<i>m² construidos</i>	<i>Peso total del Ed. (Ton)</i>	<i>Porcentaje de aprovechamiento</i>	<i>Meta de aprovechamiento (Ton)</i>	<i>Total aprovechamiento (Ton)</i>
49.268,30	58.000	6%	3.480	16.760

Tabla 12. Aprovechamiento en Jazz apartamentos

<i>DISPOSICIÓN FINAL</i>	<i>CANTIDAD TOTAL (Ton)</i>
<i>Planta de aprovechamiento</i>	16.768,89
<i>Planta de disposición final</i>	231,11

Tabla 13. Disposición final de RCD en Jazz apartamentos

Los residuos que poseen un punto de almacenamiento son los peligrosos, reciclables, ordinarios y chatarra, todos debidamente señalizados y protegidos con barreras visuales como lo establece el artículo 7 de la resolución 472 del 6.1. Comparación de los resultados de las obras.



Ilustración 49. Almacenamiento residuos ordinarios



Ilustración 50. Almacenamiento residuos reciclables



Ilustración 51. Almacenamiento metal



Ilustración 52. Almacenamiento residuos peligrosos



Ilustración 53. Almacenamiento madera

6.Resultados de las obras.

6.1.Comparación de los resultados de las obras.

Obra	m ² construido	Peso total Ed. (Ton)	Porcentaje de aprov.	Meta de aprov. (Ton)	Total aprov. (Ton)	Porcentaje aprov.
Institución Educativa La Aldea	620	722	N/A	N/A	73,30	10,11%
Mediterránea	30.563,0	26.669	6%	1.600	756,61	2,84%
Ed. Ciencias EAFIT	13.526,0	31.364	6%	1.881	12.076	38,5%
Jazz Apartamentos	49.268,3	58.000	6%	3.480	16.760	28,89%

Tabla 14. Aprovechamiento RCD en obras

La meta de aprovechamiento se debe cumplir en 3 de las 4 obras y hasta la fecha se cumple en 3 obras, de las cuales en 2 es obligación, esta es de fácil cumplimiento, ya que según lo visto con el aprovechamiento de residuos de escombros que son los más generados en las 4 obras se cubre gran porcentaje de ese aprovechamiento. Además, se espera que al finalizar la obra que aún no cumple la meta pueda lograrlo teniendo en cuenta que va en un avance de obra del 30-40% y su aprovechamiento representa casi el 50% del 6%.

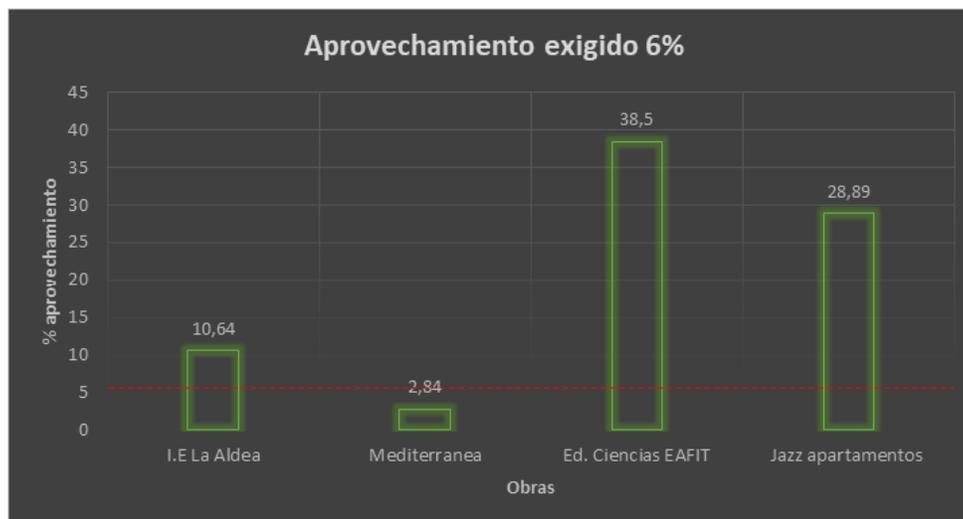


Ilustración 54. Porcentaje RCD aprovechado en obras

Se puede evidenciar que el cumplimiento del 6% de aprovechamiento de residuos para los grandes e incluso pequeños generadores es fácil, por lo tanto, se puede llegar a pensar que esta meta se puede aplicar y mantener para los pequeños generadores e incrementar mucho más que el 2% anual para los grandes generadores ya que actualmente se ve reflejado que se supera casi 6 veces el porcentaje requerido (6% vs. 38.5%). Entonces teniendo en cuenta que 66.66% de los grandes generadores superan la meta, esta se podría aumentar al 15-22% de una sola vez hasta el año 2027.

Aunque la norma es muy reciente (2017), se puede evidenciar que a pesar del tiempo que lleva vigente, ha tenido muy buenos resultados, ya que, hasta la fecha de la recolección de los datos, el 75% de las obras logran sobrepasar la meta de aprovechamiento del 6%, lo que indica que las obras tienen conocimiento de esta norma y están comprometidas con la correcta gestión de los residuos y el cumplimiento de esta.

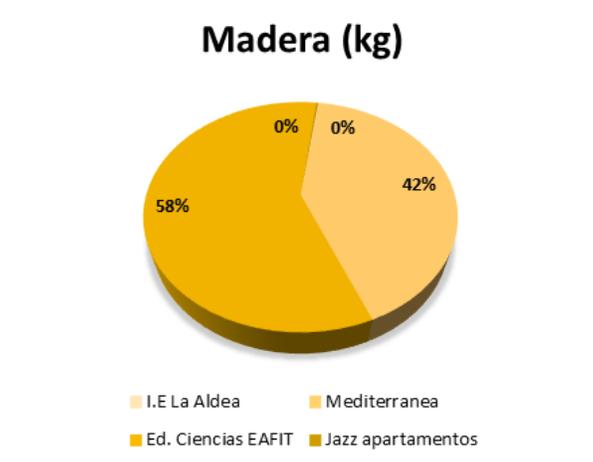


Ilustración 55. Porcentaje generación madera

Kilos generados MADERA	
Institución Educativa La Aldea	60,0
Mediterránea	20.010,0
Ed. Ciencias EAFIT	28.119,0
Jazz Apartamentos	122,4
TOTAL	48.311,4

Tabla 15. Kilos generación madera

La madera fue el segundo residuo más generado en la totalidad de las obras, esto se debe a que es de los materiales más utilizados en la construcción para acabados (pisos, puertas, ventanas, muebles de cocina), encofrados y estructura (columnas, vigas, cerchas). Al ser un material orgánico se puede aprovechar como combustible para la incineración, aglomerados y triturados para la jardinería.

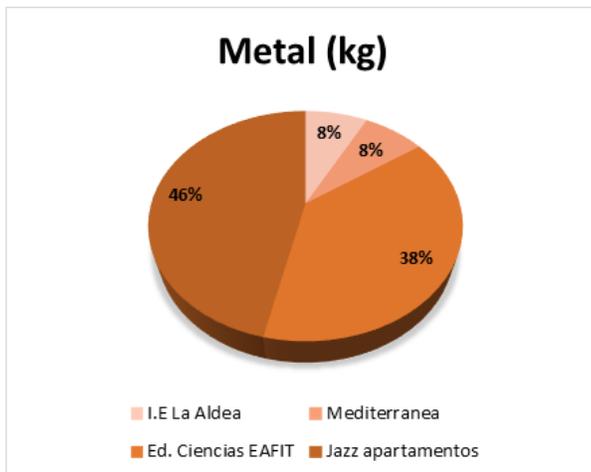


Ilustración 56. Porcentaje generación metal

Institución Educativa	
La Aldea	915
Mediterránea	900
Ed. Ciencias EAFIT	4.530
Jazz Apartamentos	5.500
TOTAL	11.845

Tabla 16. Kilos generación metal

El metal fue el tercer residuo más generado en la totalidad de las obras, y aunque es uno de los materiales más utilizados en la construcción para el tema estructural (columnas, vigas) y de refuerzo, en este estudio no se ve tan reflejado debido a que es un material muy costoso y se trata de optimizar mucho, por lo tanto, en estas obras solo fue utilizado como refuerzo lo que dio como resultado que se generaran muy pocos residuos.

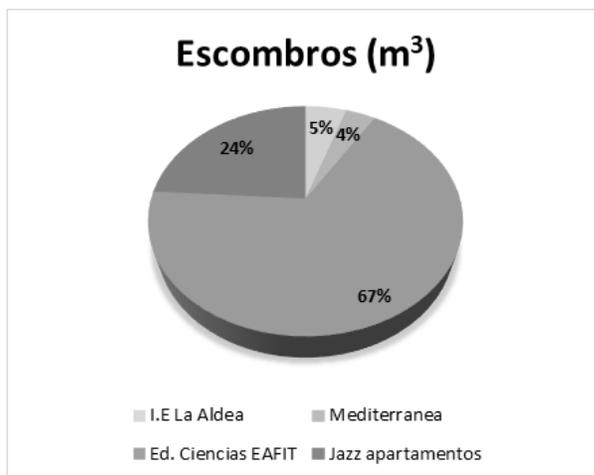


Ilustración 57. Porcentaje generación escombros

Institución Educativa	
La Aldea	360,60
Mediterránea	263,85
Ed. Ciencias EAFIT	4.774,50
Jazz Apartamentos	1.701,24
TOTAL	7.100,19

Tabla 17. Kilos generación escombros

Los escombros fue el residuo más generado en la totalidad de las obras y en cada una de ellas, este implica el uso de materiales como cemento, concreto, mortero, mampostería y cerámica, lo que lo convierte en los materiales más utilizados en la construcción y por ende el residuo más generado. Además, es un residuo que se puede reciclar fácilmente en las obras como llenos y elementos no estructurales.

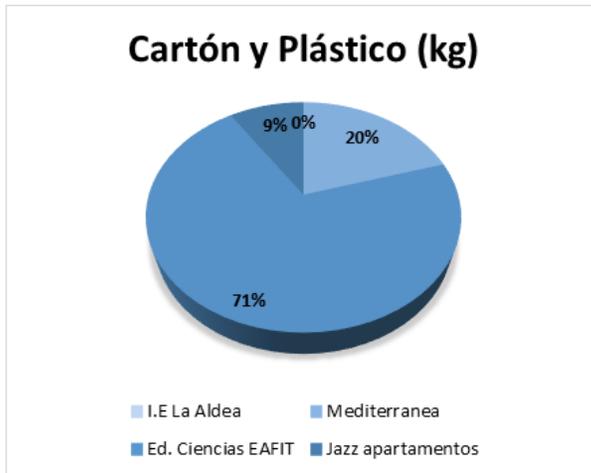


Ilustración 58. Porcentaje generación cartón y plástico

Kilos generados CARTON Y PLASTICO

Institución Educativa	Kilos generados
La Aldea	352
Mediterránea	1.220
Ed. Ciencias EAFIT	160
Jazz Apartamentos	1.732
TOTAL	1.732

Tabla 18. Kilos generación cartón y plástico

El cartón y el plástico fueron los residuos menos generados en la totalidad de las obras, estos son utilizados como empaques, envoltorios y protectores. Es un residuo que, aunque está presente en muchas de las presentaciones de los materiales (bolsas plásticas y de papel, costales, cajas) y tiene un uso excesivo, por su densidad y tamaño representa un porcentaje muy bajo el cual se pueda aprovechar.

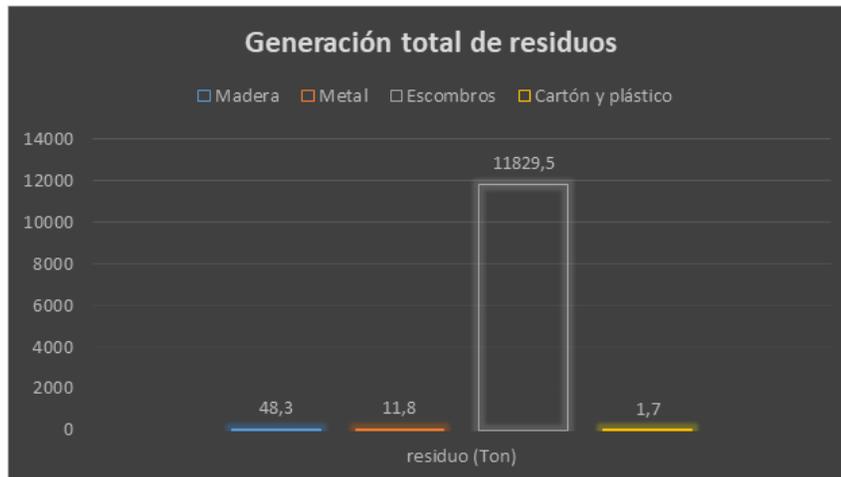


Ilustración 59. Total residuos generados

Generación total de residuos	por Tonelada	Porcentaje
Madera	48,3	0,41%
Metal	11,8	0,10%
Escombros	11.829,5	99,48%
Cartón y plástico	1,7	0,01%

Tabla 19. Porcentajes residuos generados

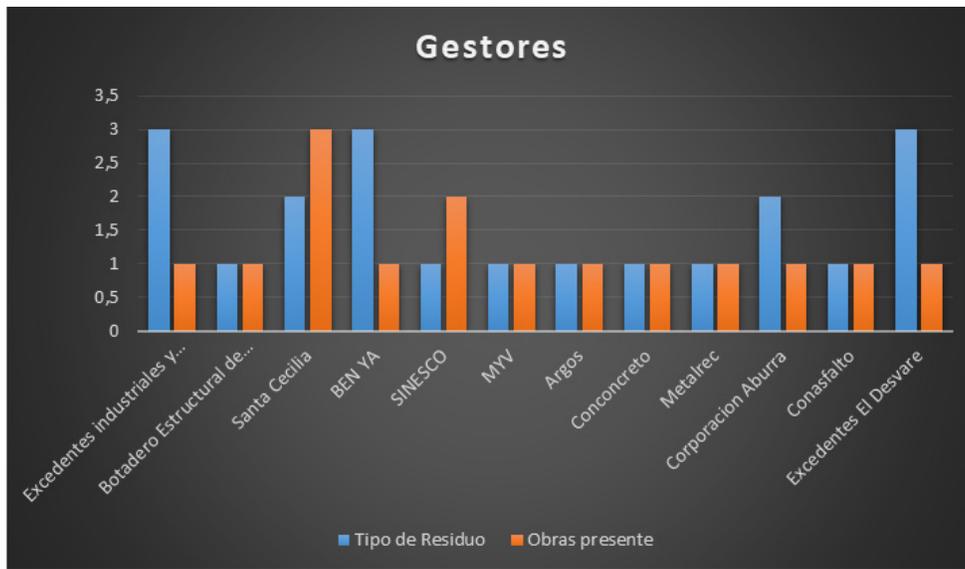


Ilustración 60. Gestores y residuos en las obras

Se encuentran 3 situaciones, la primera es, un gestor maneja un tipo de residuo en una obra, la segunda es un gestor presente en una obra maneja varios (3) residuos, la tercera es un gestor presente en varias obras maneja varios residuos. Teniendo en cuenta esto se podría decir que es más eficiente tener en cada obra un solo gestor que maneje todos los residuos generados, esto optimizaría procesos de administración, gestión, transporte y costos.

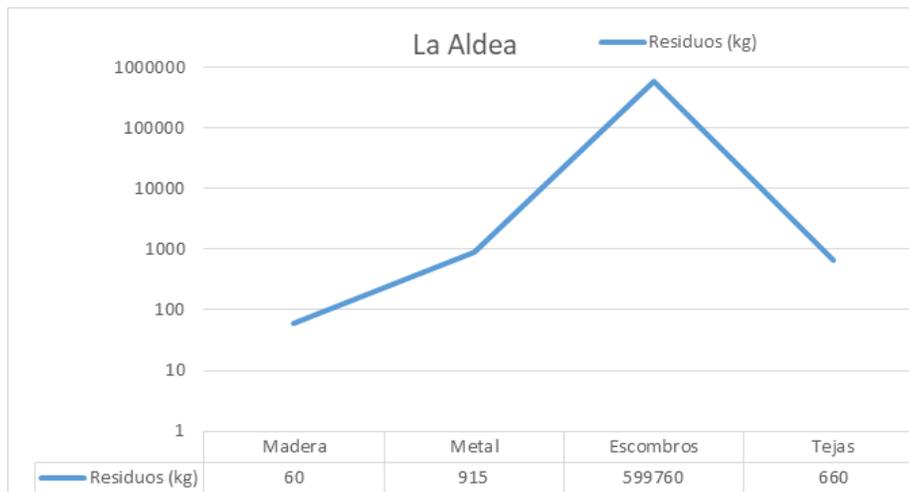


Ilustración 61. Residuos en la obra Institución Educativa La Aldea

Se evidencia en la imagen 61 y 62 que los índices de generación de escombros superan ampliamente los demás residuos, por lo que lo hace el residuo más generado entre las 4 obras.

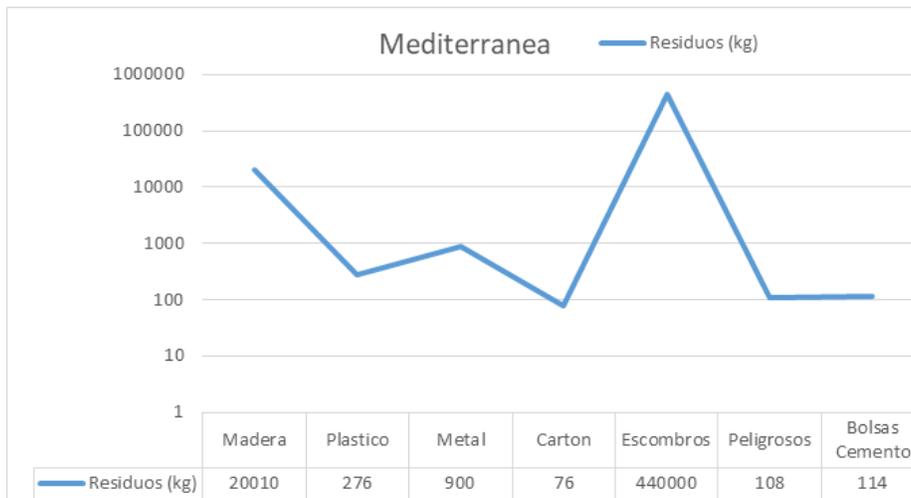


Ilustración 62. Residuos en la obra Mediterránea

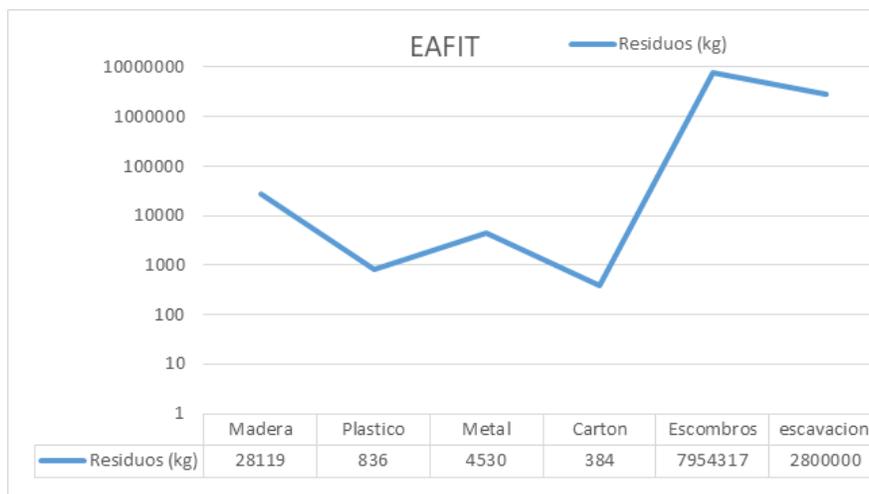


Ilustración 63. Residuos en la obra de EAFIT Edificio de Ciencias

Se puede observar que en estas dos obras (EAFIT y Jazz apartamentos), los residuos más generados son los escombros junto con el material de excavación. Aunque los escombros son el residuo más generado, estos se van generando paulatinamente durante el transcurso de la obra, al contrario del material de excavación que también representa un gran porcentaje ya que generalmente son movimientos de masas muy grandes los que se realizan en las obras, pero estos son en un periodo de tiempo muy corto en el que se genera.

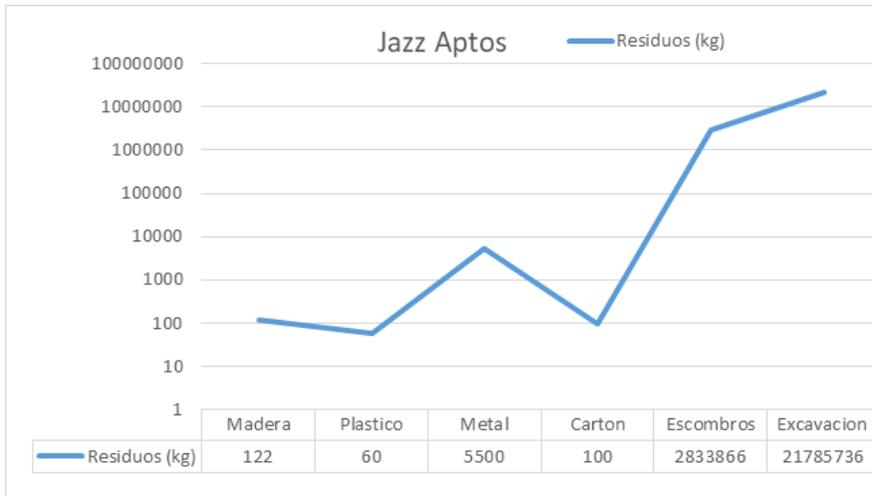


Ilustración 64. Residuos en la obra Jazz Apartamentos

6.2. Expectativa de las Entidades Ambientales.

Como entidades ambientales en Antioquia se encuentran las siguientes:

1. Área Metropolitana del Valle de Aburra
2. CORANTIOQUIA
3. CORNARE
4. CORPOURABA

En el Área Metropolitana del Valle de Aburra la autoridad ambiental presente es el AMVA (Área Metropolitana del Valle de Aburra). Esta se encarga de la gestión y control de todos los elementos como aire, agua, fauna, flora y residuos sólidos, entre los que también se encuentran los RCD. Para el año 2030 se ha proyectado un programa con proyectos estratégicos en el valle de aburra que permitan dar solución a ciertos problemas de la gestión de los residuos sólidos y RCD.¹⁸

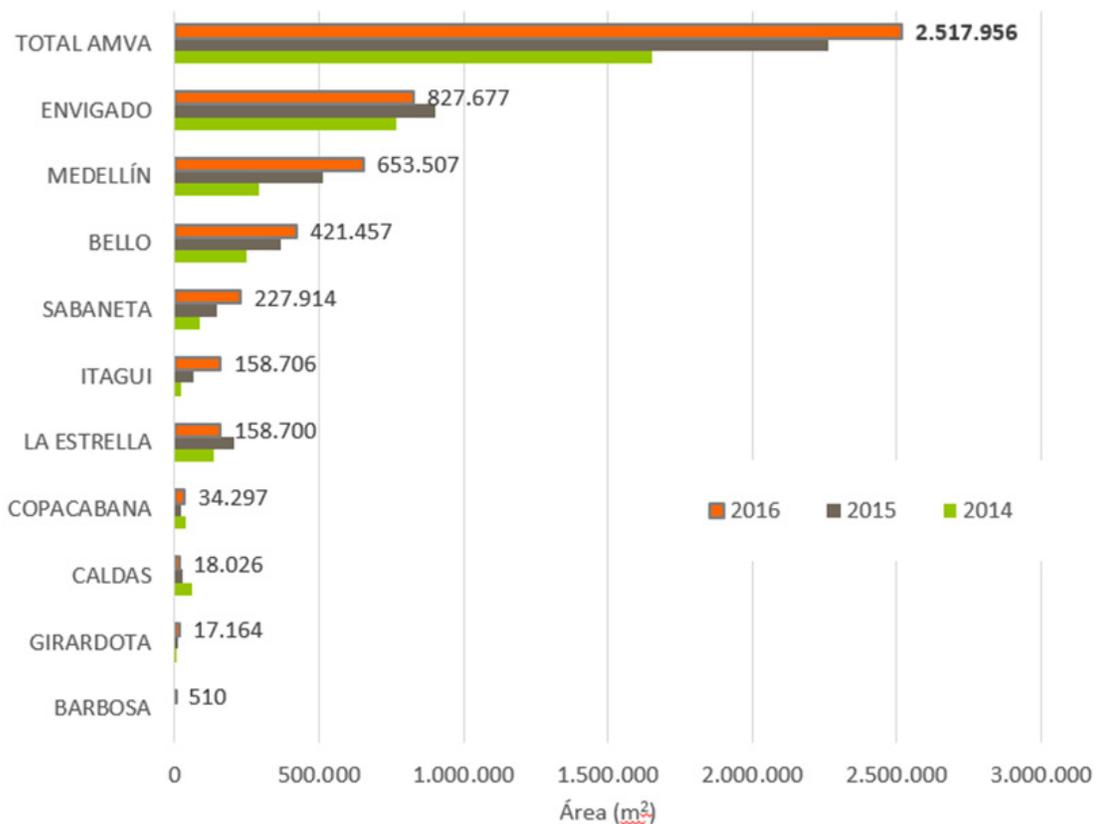


Ilustración 65. Área construida y en construcción en el Valle de Aburrá según Coordenada Urbana - Camacol (2014-2016)

Fuente: Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2017). Programa y proyectos estratégicos del pgirs regional del Valle de Aburrá 2017 - 2030.

18 (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2017)

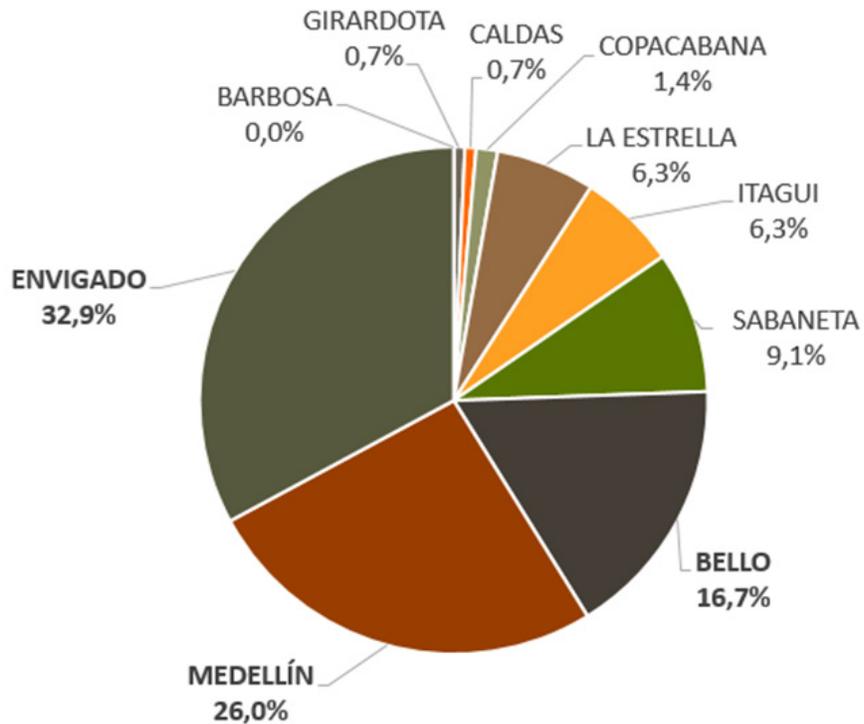


Ilustración 66. Generación de RCD Con base en estadísticas de la construcción legal en el Valle de Aburra
 Fuente: Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2017). Programa y proyectos estratégicos del pgirs regional del Valle de Aburrá 2017 - 2030.

El programa de RCD consta de 4 objetivos con los que se busca generar nuevas infraestructuras tales como puntos limpios para el almacenamiento y aprovechamiento de los RCD.



Ilustración 67. Render fachada punto limpio tipo 1.
 Fuente: Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2017). Programa y proyectos estratégicos del pgirs regional del Valle de Aburrá 2017 - 2030.

Se trata de 2 tipos distintos de puntos limpios los cuales estarán distribuidos a lo largo del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. El tipo 1 tendría un área de entre 500-1.500 m², su capacidad sería de 80-320 Ton por día y se encargaría de la recepción, registro, almacenamiento y despacho de los RCD.



Ilustración 68. Interior punto limpio tipo 1
Fuente: Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2017). Programa y proyectos estratégicos del pgirs regional del Valle de Aburrá 2017 - 2030.



Ilustración 69. Rrender general punto limpio tipo 1
Fuente: Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2017). Programa y proyectos estratégicos del pgirs regional del Valle de Aburrá 2017 - 2030.

El tipo 2 tendría un área de 1.500-3.000 m², además del almacenamiento que tendría una capacidad de 320-960 Ton/día, se encargaría del aprovechamiento de los RCD con una capacidad de 80-200 Ton/día haciendo los debidos procesos que se necesitan para ello como lo es la separación, clasificación, trituración y producción de agregados.



Ilustración 70. Render fachada punto limpio tipo 2
 Fuente: Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2017). Programa y proyectos estratégicos del pgirs regional del Valle de Aburrá 2017 - 2030.



Ilustración 71. Render general punto limpio tipo 2
 Fuente: Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2017). Programa y proyectos estratégicos del pgirs regional del Valle de Aburrá 2017 - 2030.

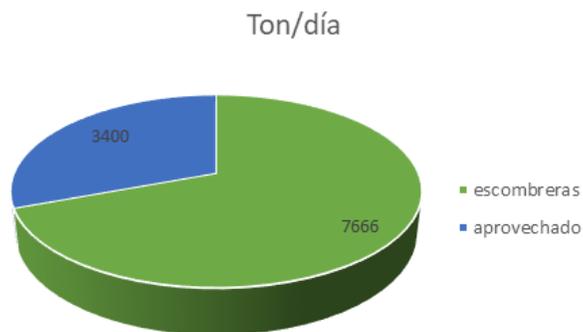


Ilustración 72. Disposición final de RCD

Actualmente solo hay 4 centros de acopio municipales de RCD y 1 planta de aprovechamiento, Con este proyecto se proponen 17 posibles sitios de ubicación de estos puntos limpios con los que se busca no solo el aprovechamiento de los RCD, sino también ampliar la vida útil de las escombreras ya que se reduciría en un 30.7% la disposición final en estas.

Algunos de los criterios para la localización de estos puntos serán los siguientes:

- Movilidad, accesibilidad y conectividad.
- Contaminación auditiva, por emisiones, vertimientos líquidos y esparcimiento de materiales.
- Acceso a servicios.
- Uso del suelo.

Y los principios de diseño:

- Principio de Flexibilidad.
- Principio de Replicabilidad.
- Principio de Sostenibilidad.
- Principio de Ecología.
- Principio de Humanización.
- Principio de Pedagogía.

Estos prototipos de puntos limpios y plantas de aprovechamiento distribuidas a lo largo del valle de aburra además de contribuir con el reciclaje y aprovechamiento de los RCD, también ayuda con la disminución de la explotación de materia prima de las canteras, la contaminación del aire por la reducción de emisiones en las empresas que procesan la materia para la producción de materiales y el transporte, además de traer beneficios económicos como disminución de costos de disposición final. En esta iniciativa se evidencia los conceptos de negocio verde, junto con la economía circular y principalmente la sostenibilidad, donde se empieza a tener una concientización de los recursos naturales que hay en la actualidad y una preocupación por lo que realmente la tierra puede brindar.

6.3. Análisis de los resultados.

	Madera	Plástico	Cartón	Chatarra	Escombros	Excavación	Aprov.	Disp. Final
<i>I.E La Aldea</i>	0,01%	-	-	0,15%	99,73%	-	12,46%	87,54%
<i>Mediterránea</i>	4,34%	0,06%	0,02%	0,2%	95,34%	-	22,97%	77,03%
<i>Ed. Ciencias</i>	0,26%	0,01%	0,003%	0,04%	73,73%	25,95%	27,73%	16,03%
<i>Jazz Aptos.</i>	0,004%	0,002%	0,003%	0,19%	99,8%	-	98%	2%

Tabla 20. Comparación generación de RCD

6.3.1. Institución educativa La Aldea.

- En esta obra el principal residuo de demolición generado fue escombros con un total de 360 m³ lo que representa un 99,73%. Aunque se generaron otros residuos, estos representan menos del 1% generado debido a que la obra era de escala pequeña y en su mayoría estaba construido por ladrillos y hormigón.
- Del 100% de los residuos generados, la madera representa un 0,01%, las tejas de barro un 0,11% y la chatarra un 0,15%.
- Debido a que no tenían espacio para tener el debido punto de almacenamiento de los residuos, en esta obra no se cumplían con las características descritas en el artículo 7 de la resolución 472 del 2017. Ya que la clasificación de los residuos se hizo y dispuso en el mismo lugar de donde eran desmontados.
- Como la obra tiene un área construida inferior a los 2.000 m² no debe cumplir con el porcentaje de aprovechamiento establecido en el artículo 19 de la resolución 472, por lo cual lo clasifica como un pequeño generador. Sin embargo, del total de residuos generados logra aprovechar el 12,46%.
- Una de las formas en que se reutilizaron los residuos, en beneficio tanto de la obra como de la comunidad, fue en llenos de vías del corregimiento. Esto representa un ahorro económico tanto para la obra como para la comunidad lo que significa que es una ayuda mutua entre ambos y el medio ambiente, ya que se estaría poniendo en práctica la economía circular.
- Con los gestores trabajados en esta obra, teniendo en cuenta el tipo de residuo que trabajan, se observa que se puede tener una mejor gestión de estos debido a que en el caso de los escombros, la mayoría se dirigen a una planta de disposición final, cuando estos pueden ser tratados para reutilizarlos en otros productos.

6.3.2.Mediterránea.

- En esta obra hasta el momento, (debido a la emergencia sanitaria por el COVID-19, se suspendieron todos los proyectos de construcción desde el 25 de marzo de 2020, y continuaban así hasta la terminación de esta investigación) el principal residuo generado es escombros con un total de 263.85 m³ lo que representa un 95,34%. Teniendo en cuenta que la obra es de 30.563 m² y en comparación con lo generado en la obra anterior se puede decir que, a lo largo del proceso constructivo se ha tenido una gestión de los residuos mucho más eficiente, ya que, en una escala mucho más grande, se ha generado menor cantidad de escombros. Esto también implica la planeación desde un principio de la obra en donde se pensó como debía ser todo el proceso de gestión de los residuos para minimizar el desperdicio lo máximo posible.
- Del 100% de los residuos generados, la madera representa un 4,34%, el plástico un 0,06%, la chatarra un 0,2%, el cartón, los residuos peligrosos y las bolsas de cemento cada uno un 0,02%.
- El almacenamiento cumple con lo establecido en el artículo 7 de la resolución 472.
- Los métodos de separación utilizados en esta obra fue insitu, ya que es un método que permite un seguimiento y control más detallado de los residuos que se generan, pues es más fácil corroborar en la misma fuente que los residuos no estén mezclados unos con otros y hacer una medición de cuanto se va generando.
- Esta obra al tener un área construida mayor a los 2.000 m² lo hace un gran generador por lo cual debe cumplir con el aprovechamiento del 6% establecido en el artículo 19 de la resolución 472. Este porcentaje aún no se logra debido a que el avance de obra es de más o menos el 30% por lo cual el porcentaje de aprovechamiento es del 2,84%, este se ha logrado con el aprovechamiento interno y la disposición en plantas de aprovechamiento.
- De la totalidad de residuos generados en obra, el 77,03% fue depositado en plantas de disposición final, y el 22,97% aprovechado.
- De los gestores de la obra, aunque BEN YA aprovecha 3 tipos de residuos distintos, del 100% de residuos dispuestos en plantas de aprovechamiento, este solo logra aprovechar aproximadamente 1 Ton que representa menos del 1%, esto debido a que son los residuos de cartón, chatarra y plástico.
- Se puede observar que esta obra tiene una buena gestión de todos sus residuos ya que esto se ve reflejado en que los gestores contratados Santa Cecilia, BEN YA, SINESCO, Arquitectura y Concreto, Myv y Argos presentan la actividad de aprovechamiento de distintas formas de estos residuos.

6.3.3. Edificio de Ciencias EAFIT.

- En esta obra hasta el momento, (debido a la emergencia sanitaria por el COVID-19, se suspendieron todos los proyectos de construcción desde el 25 de marzo de 2020, y continuaban así hasta la terminación de esta investigación) el principal residuo generado es escombros con un total de 4.774,5 m³ lo que representa un 73,73%. Teniendo en cuenta que la obra es 13.526 m² y en comparación con lo generado en la obra anterior se puede decir que, siendo casi la mitad de m² construidos del anterior, hay mucha más generación de escombros, siendo casi 18 veces mayor. Esto puede representar un problema en la planeación de la obra, ya que se está desperdiciando mucho material.
- Del 100% de los residuos generados la madera representa un 0,26%, el plástico un 0,01%, la chatarra un 0,04%, el cartón un 0,003% y el material de excavación un 25,95%.
- El almacenamiento cumple con lo establecido en el artículo 7 de la resolución 472.
- Presenta el mismo método de separación insitu de los residuos que la obra anterior al tratarse de la misma constructora.
- Esta obra al tener un área construida mayor a los 2.000 m² lo hace un gran generador por lo cual debe cumplir con el aprovechamiento del 6% establecido en el artículo 19 de la resolución 472 que es superado con más del 38%, esto se logra gracias a que, desde un principio con las actividades de excavación, todo este material fue aprovechado de manera que se pudiera cumplir con esta meta utilizando únicamente este tipo de residuo, por lo que el aprovechamiento de los demás residuos es ganancia. Este material representa el 9% del total aprovechado y el 6,43% de los residuos generados.
- De la totalidad de residuos generados en obra, el 16,07% de estos fue depositado en plantas de disposición final, y 27,73% en plantas de aprovechamiento.
- Entre los gestores se encuentra 1 en común con la obra anterior, el cual es Santa Cecilia, pero a diferencia del anterior en esta obra hace la gestión de la chatarra en vez de la madera lo que indica que es un gestor que puede procesar varios tipos de residuos.
- A pesar de que es una obra que en su mayor parte trata de hacer el aprovechamiento de los residuos tanto al interior como al exterior de la obra, presenta un problema y es que, para ser una obra de una escala mediana, tiene una generación de residuos excesiva.
- Es la obra que mayor porcentaje de aprovechamiento de residuos presenta.

6.3.4. Jazz Apartamentos.

- En esta obra hasta el momento, (debido a la emergencia sanitaria por el COVID-19, se suspendieron todos los proyectos de construcción desde el 25 de marzo de 2020, y continuaban así hasta la terminación de esta investigación) el principal residuo generado es el material de excavación con un total de 15.108 m³ lo que representa un 88,47%. Esto lo hace el residuo con mayor generación de las 4 obras estudiadas siendo casi 3 veces mayor que el anterior. Sin embargo, dejando de lado este residuo los escombros representarían un 99,8%, la madera un 0,004%, el plástico un 0,002%, la chatarra un 0,19% y el cartón un 0,003%.
- Teniendo en cuenta que la obra es 49.268 m² y con un total de 1.701 m³ de escombros generados que representa un 99,8%, en comparación con las 2 obras anteriores, la hace la de mayor área y cantidad de escombros producidos. Relacionando estos datos, se puede decir que la obra es directamente proporcional con el área construida y los residuos generados.
- Aunque el almacenamiento de los residuos cumple con lo establecido en el artículo 7 de la resolución 472, puede presentarse un problema y es que los distintos lugares de almacenamiento no están concentrados en un mismo punto de acopio, sino que están distribuidos en distintas partes de la obra, por lo que el transporte de estos se puede dificultar un poco.
- Esta obra presenta el mismo método de separación insitu de los residuos que las 2 obras anteriores, pero no es la misma constructora. Esto da a entender que es un método efectivo y ágil para la gestión de los residuos.
- De la totalidad de residuos generados en obra, menos del 2% fue dispuesto en una planta de disposición final.
- Esta obra al tener un área construida mayor a los 2.000 m² lo hace un gran generador por lo cual debe cumplir con el aprovechamiento del 6% establecido en el artículo 19 de la resolución 472 que es superado con más del 28%, esto se logra gracias a que de los 17.000 m³ generados se aprovechó 16.768,89 m³ lo que representa casi el 99%.
- En los gestores se encuentra nuevamente Santa Cecilia, lo que nos indica que este gestor tiene una gran presencia y cobertura en las obras del área metropolitana.
- Aunque no es la obra que mayor porcentaje de aprovechamiento presenta, es la obra que más porcentaje de aprovechamiento tiene en relación con lo generado dentro de ella.

7. Conclusiones.

- La separación de los residuos que se evidencio en las 4 obras fue insitu, es decir que se hace la clasificación y separación en la fuente generadora y se puede hacer mediante bolsas, cajas y costales, y el método de transporte interno puede ser por carretilla, malacate, torre grúa o ducto. Este método implica una planeación previa que permita llevar un mejor control sobre los residuos, desde la clasificación y separación en la fuente, el transporte más adecuado para cada tipo y el almacenamiento de cada uno. Este proceso evita que los residuos se mezclen y después sea más difícil su separación, además de que aumenta demasiado el porcentaje de aprovechamiento de estos.

- Del total de residuos generados en todas las obras, el correspondiente a los escombros es el más elevado, superando el 90% en 3 de las obras. Esto se debe a que el cemento, concreto, mortero, mampostería y la cerámica son de los materiales más utilizados en la construcción, además de que estos residuos se pueden aprovechar fácilmente al interior de las obras, siendo utilizados en llenos y elementos no estructurales, ya que solo se requiere de un rodillo compactador y una trituradora como herramientas para poder hacer el proceso. Estos altos índices de desperdicio nos pueden indicar la falta de planeación en temas de tiempos, calidad del material y modulación ya que por esto se pueden presentar problemas que sin dudas llevan a que haya un mayor desperdicio. Teniendo en cuenta esto, sería más eficiente tener una programación en la que se especifique detalladamente cuando y como se deben realizar las actividades, teniendo estricto control sobre ellas para así evitar cambios en el presupuesto por una actividad mal realizada en la que se generen grandes desperdicios de material y por lo tanto económicos. (tener muy buena administración).

- Debido a que la resolución 472 de 2017 es tan reciente, aun no se logra que las obras implementen el aprovechamiento interno, a pesar de esto, deben cumplir con un aprovechamiento del 6% que son entregados a gestores certificados por una autoridad ambiental, y son ellos quienes en plantas de aprovechamiento hacen los procesos requeridos para el reprocesamiento de los residuos y se logra identificar que las 4 obras lo realizan aunque hasta el momento solo 3 de ellas superan la meta.

- De los gestores encontrados en las 4 obras, Santa Cecilia hace gestión en 3 de las obras y BENYA junto con Excedentes El Desvare y Excedentes Industriales y Aseo San Fernando S.A.S son quienes más tipos de residuos aprovechan. Por lo tanto, se podría decir que es más eficiente tener en cada obra un solo gestor que maneje todos los residuos generados, ya que esto optimizaría procesos de administración, gestión, transporte y costos.

- Para disminuir la disposición de RCD en escombreras, el Área Metropolitana ha diseñado un proyecto en el que se implementan pequeñas plantas de aprovechamiento en todo el Valle de Aburra, haciendo frente al hecho de que estos procesos no se pueden hacer al interior de las obras.

- Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la obra del Edificio de Ciencias de EAFIT y Jazz Apartamentos, se puede concluir que a partir de los residuos de excavación se puede cumplir fácilmente con la meta de porcentaje de aprovechamiento establecido por la resolución 472 en tema de tiempo, pero es verdaderamente con el porcentaje de escombros que se logra superar esta meta, ya que estos superan el 90% de la totalidad de residuos generados entre metal, madera, cartón y plástico.

- El concepto de economía circular es el pilar fundamental en el que se apoya la gestión de los RCD ya que se vuelve un ciclo la actividad de dar a los gestores estos residuos para el aprovechamiento en materiales que se reincorporaran a la construcción.

- A partir de los resultados obtenidos de las 4 obras estudiadas, el porcentaje de aprovechamiento del 6% establecido para los grandes generadores es una meta que, aunque exponencialmente ira creciendo, hoy en día es fácil de cumplir, ya que de las 3 obras estudiadas que debían cumplir con esta meta, 2 obras la superan sin ningún problema, y aunque 1 de ellas no la cumple, se puede proyectar que cuando se finalice la obra superara la meta ya que estando en un avance de obra de más o menos el 30% va en el 3% y además teniendo en cuenta que aunque el pequeño generador no debe cumplir con este aspecto de la norma hace un esfuerzo por implementar una correcta gestión de los RCD superando igualmente este porcentaje; por lo tanto, se puede llegar a pensar que esta meta del 6% se puede aplicar y mantener para los pequeños generadores e incrementar hasta el 15-22% de manera inmediata hasta el año 2027 para los grandes generadores.

8.Referencias.

- 1.ACODAL. (10 de abril de 2019). Recuperado el 10 de abril de 2019, de <http://www.acodal.org.co/manejo-de-escombros-un-reto-para-el-aburra/>
2. Área Metropolitana del valle de Aburrá. (2015). Política publica de construcción sostenible. Recuperado el 2019, de https://www.metropol.gov.co/ambiental/Documents/Construccion_sostenible/PPCSILineaBase27112015.pdf
3. Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2017). Programa y proyectos estratégicos del pgirs regional del Valle de Aburrá 2017 - 2030.
4. Beltrán , J. W. (2017). Análisis de alternativas para la gestión ambiental de los residuos de demolición y construcción (RCD), en la ciudad de Bogotá a partir del ciclo de vida y la economía circular. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/16981>
5. Borrás, C. (2019). ecologia verde. Recuperado el 1 de agosto de 2019, de <https://www.ecologiaverde.com/las-3r-de-la-ecologia-reducir-reutilizar-y-reciclar-315.html>
Cerdá, E., & Khalilova, A. (2016). Economía circular. Obtenido de <https://www.min-cotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/401/CERD%C3%81%20y%20KHALILOVA.pdf>
6. Dinero. (2017). Recuperado el 4 de septiembre de 2019, de <https://www.dinero.com/edicion-impresa/pais/articulo/cuanta-basura-genera-colombia-y-cuanta-recicla/249270>
7. Jiménez, J. (14 de junio de 2019). Antioquia firma pacto de economía circular. El colombiano. Recuperado el 4 de septiembre de 2019, de <https://www.elcolombiano.com/antioquia/antioquia-firma-pacto-de-economia-circular-GA10983665>
8. Medina Martínez, C., Frías Rojas, M., & Sánchez de Rojas Gómez, M. I. (2018). Valorización de los residuos de construcción y demolición (rcd) como puzolanas alternativas en la fabricación de cementos eco-eficientes. (Eloy Asensio de Lucas). Madrid, España: Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Recuperado el 2019, de <http://editorial.csic.es/publicaciones/libros/13087/978-84-00-10367-5/valorizacion-de-los-residuos-de-construccion-y-dem.html>
9. Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2017). Resolución 0472.
10. Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). Plan Nacional de Negocios Verdes.

11. Suárez Silgado, S. S., Molina, J. D., Mahecha, L., & Calderón, L. (2018). Diagnóstico y propuestas para la gestión de los residuos de construcción y demolición en la ciudad de Ibagué (Colombia).
12. Susunaga Monroy, J. M. (2014). CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE, UNA ALTERNATIVA PARA LA EDIFICACIÓN DE INTERES PRIORITARIO. Bogota . Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1727/1/CONSTRUCCI%C3%93N%20SOSTENIBLE%2C%20UNA%20ALTERNATIVA%20PARA%20LA%20EDIFICACI%C3%93N%20DE%20VIVIENDAS%20DE%20INTERES%20SOCIAL%20Y%20PRIORITARIO.pdf>
13. Varón Jiménez, L. M., Sierra Tobón , D. C., & Bedoya, L. Y. (2011). INDURAL un aporte significativo a la producción más limpia y la construcción sostenible. 6. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-04552011000100011&script=sci_abstract&tlng=es
14. Vilches, A., Gil Pérez, D., Toscano, J. C., & Macías, O. (2014). oei. Recuperado el 27 de agosto de 2019, de <http://www.oei.es/decada/accion.php?accion=1>