

7-21-2021

Análisis del manejo de Residuos de Construcción y Demolición RCD y sostenibilidad en la construcción en Bogotá D.C.

Karen Lizeth Trujillo Vargas
Universidad de La Salle, Bogotá, ktrujillo01@unisalle.edu.co

Angie Paola Quintero Vargas
Universidad de La Salle, Bogotá, aquintero29@unisalle.edu.co

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil



Part of the [Civil Engineering Commons](#), [Construction Engineering and Management Commons](#), and the [Environmental Engineering Commons](#)

Citación recomendada

Trujillo, K. L., & Quintero, A. P. (2021). Análisis del manejo de Residuos de Construcción y Demolición RCD y sostenibilidad en la construcción en Bogotá D.C.. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/912

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Civil by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

**ANÁLISIS DEL MANEJO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y
DEMOLICIÓN (RCD) Y SOSTENIBILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN EN
BOGOTÁ D.C**

ANGIE PAOLA QUINTERO VARGAS

KAREN LIZETH TRUJILLO VARGAS

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ D.C.

2021

Análisis Del Manejo De Residuos De Construcción Y Demolición (RCD) y sostenibilidad
en la construcción en Bogotá D.C

Angie Paola Quintero Vargas

Karen Lizeth Trujillo Vargas

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de Ingeniero Civil.

Director Temático:

IC – MIC – Sandra Liliana Uribe Celis

Universidad de La Salle

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Civil

Bogotá D.C.

2021

Agradecimientos

Agradecemos todos los conocimientos aportados por cada uno de los ingenieros y compañeros presentes a lo largo de nuestros estudios universitarios, a la secretaria del programa Gloria Jeaneth Briñez Jiménez por estar siempre dispuesta a colaborar y a los Ingenieros Sandra Liliana Uribe Celis y Álvaro Enrique Páez, nuestra tutora y nuestro jurado de tesis respectivamente, las persona que nos acompañaron en estos últimos pasos, nos guiaron, enseñaron, corrigieron, dedicaron tiempo y conocimiento para este trabajo,

Dedicatoria

Quiero empezar esta dedicatoria dando gracias a Dios, por traerme hasta este punto de mi vida donde puedo escribir estas palabras y dedicarle este trabajo que me permite acceder al título de ingeniera civil, objetivo por el que he trabajado por 5 años, esto es por y para ellos.

Para mi familia que con su amor, su apoyo y su esfuerzo diario, han soñado con verme lograr mis sueños, esos que también son sus sueños, porque de la mano de ellos y de Dios estoy acá, cada sueño y cada meta cumplido es por ustedes, por su apoyo y amor incondicional, porque quiero hacerlos sentir tan orgullosos de mí, como yo lo estoy de ustedes, de todo lo que han logrado, de su lucha diaria, de su amor.

Para mis amigos que me acompañaron en todo este proceso y que me han visto crecer como persona, que me han permitido acompañarlos y verlos alcanzar sus metas y sueños.

Para esa persona que me acompañó día tras día, que aguanto mis cambios de humor, que trato de subirme el ánimo, que me lleno de sonrisas y lindos recuerdos y sobre todo que me apoyo y me brindo su cariño y paciencia y que no me dejó rendirme, también esto es para ti .

Y para Karen Lizeth Trujillo Vargas por ser mi compañera de carrera, de este trabajo y sobre todo por ser mi amiga, por su tiempo, por su apoyo, por su esfuerzo, por su cariño, porque gracias a ella y a su amistad estoy más cerca de alcanzar esta meta.

Angie Paola Quintero Vargas

Quiero dedicar este trabajo de grado especialmente a todos y cada uno de los miembros de mi familia, gracias por todo el apoyo brindado, los valores inculcados y sobre todo por sus palabras de amor y comprensión siempre que las necesitaba, por ser el pilar fundamental en mi vida y ser la brújula que siempre me guía. Este logro es por y para ellos.

A mis amigas incondicionales y colegas Angie Quintero y Betsy López quienes siempre me acompañaron en este proceso, por su paciencia, cariño, colaboración, apoyo y por todas las experiencias y gratas memorias compartidas.

A todos los compañeros y profesores que me ayudaron y brindaron los conocimientos necesarios para culminar con éxito esta carrera.

Karen Lizeth Trujillo Vargas

Contenido

Introducción	9
1. Objetivos	11
1.1. Objetivo general	11
1.2. Objetivos Específicos	11
2. Problemática.....	12
2.1. Descripción del problema.....	12
2.2. Justificación.....	13
2.3. Beneficios.....	15
2.3.1. Ambientales	15
2.3.2. Sociales	15
2.3.3. Beneficios Financieros:.....	15
3. Antecedentes	16
3.1. Generación de Residuos RCD mundialmente	16
3.2. Manejo de Residuos RCD en Estados Unidos	17
3.3. Sostenibilidad en la construcción – Protocolo de Kyoto en Colombia	17
3.4. Manejo y disposición de residuos de construcción en Colombia.....	17
4. Marco Teórico	21
4.1. Sostenibilidad en la construcción	21
4.2. Economía Circular.....	21
5. Marco Conceptual	24
6. Marco Legal	27
6.1. Gestión de los RCD en Colombia	27
6.2. Gestión de los RCD en España.....	30
6.3. Gestión de residuos RCD en Chile.....	31
6.4. Gestión de los residuos RCD en Brasil	36
6.5. Gestión de los RCD en México.....	37

7.	Metodología	37
7.1.	Tipo de Investigación	37
7.2.	Técnicas de recolección	38
7.3.	Clasificación.....	38
7.4.	Análisis de la información recopilada	38
7.5.	Redacción del documento final	39
8.	Resultados	39
8.1.	Manejo de RCD en Bogotá	39
8.2.	Construcción sostenible.....	46
8.2.1.	<i>Norma Técnica Colombiana en el Marco de construcciones Sostenibles.....</i>	47
8.2.2.	<i>Normatividad en la ciudad de Bogotá en el marco de construcción sostenible</i> 54	
8.2.3.	<i>Certificación LEED Bogotá.</i>	56
9.	Conclusiones	61
10.	Recomendaciones.....	65
11.	Referencias.....	67

Lista de Tablas

Tabla 1.	Clasificación de los residuos de demolición y construcción (RCD)	23
Tabla 2.	Normatividad vigente para el manejo de RCD en Colombia.....	28
Tabla 3.	Normatividad vigente en Chile	31
Tabla 4.	Lugares para disposición de los RCD en Bogotá y al rededores.....	32
Tabla 5.	Lugares para el tratamiento y aprovechamiento de los RCD	34
Tabla 6.	Normas Técnicas relativas a los RCD en Brasil.	36
Tabla 7.	Porcentaje de aprovechamiento de Residuos de Construcción y Demolición PARCD	41
Tabla 8.	Generación de residuos de construcción y demolición por parte de las entidades del sector público en Bogotá	44

Tabla 9. Normatividad para el sello ambiental colombiano (SAC)	47
Tabla 10. Certificaciones obtenidas a nivel nacional	51
Tabla 11. Niveles de certificación.....	53
Tabla 12. Distribución de puntos por sistema de certificación	53
Tabla 13. Estadísticas proyectos LEED año 2018	54
Tabla 14. Ahorro y reducción en obras sostenibles comparadas con obras convencionales.....	54
Tabla 15. Proyectos certificados LEED en Bogotá desde el año 2010 hasta el año 2017	58

Lista de Figuras

Figura 1. Toneladas diarias promedio por departamento	19
Figura 2. Etapas constructivas.....	25
Figura 3. Porcentaje de aprovechamiento de Residuos de Construcción y demolición – PARCD...	41
Figura 4. Comparativa de la Generación de residuos RCD en Bogotá D.C.....	43
Figura 5. Gráfico comparativo de generación de residuos de construcción y demolición por parte de las entidades del sector público en Bogotá.....	44
Figura 6. Volumen generado por cada actividad.....	46
Figura 7. Numero proyectos con certificación LEED en Bogotá por año.....	57
Figura 8. Niveles de certificación de proyectos certificados desde el año 2010 hasta el año 2017 ..	58

Introducción

Mundialmente el concepto de sostenibilidad ha tomado una gran importancia en el campo de ingeniería civil y en todos los sectores públicos o privados. Según la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE por sus siglas en inglés) “define la sostenibilidad como un conjunto de condiciones económicas, ambientales y sociales (también conocida como la triple línea de fondo) en la que toda la sociedad tiene la capacidad y la oportunidad de mantener y mejorar su calidad de vida indefinidamente sin degradar la cantidad, la calidad o la disponibilidad de recursos económicos, ambientales y sociales. El desarrollo sostenible es la aplicación de estos recursos para mejorar la seguridad, el bienestar y la calidad de vida de toda sociedad” (ASCE, 2018).

El sector de construcción además de ser uno de los principales generadores de residuos, contaminación, entre otros factores, es también uno de los actores primordiales en la reutilización y aprovechamiento de los Residuos de Construcción y Demolición, RCD. A través de los años, Colombia se ha visto beneficiada en el incremento del Producto Interno Bruto, PIB gracias a este sector y aunque en el año 2019 el índice de crecimiento de dicho grupo económico decreció en 1.3% con respecto al año 2018 y en 9.2% con respecto al 2019 para el primer trimestre del año 2020, sigue siendo un pilar fundamental en el desarrollo económico del país. (DANE, 2020).

En el área de la construcción se generan grandes cantidades de Residuos de Construcción y Demolición, RCD, los cuales generan un grave impacto medio ambiental si no se tratan de manera adecuada siguiendo la normatividad legal vigente para el territorio colombiano. Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, en Colombia los residuos de construcción y demolición (RCD), constituyen en promedio el 40% de los residuos sólidos, y la producción media de RCD es de 22'270.338 toneladas de los cuales entre el 60% y el 90% se disponen en lugares autorizados; y el restante es dispuesto en botaderos a cielo abierto. Para el año 2013 se producían en Bogotá, cerca de 15 millones de ton/año de RCD, aproximadamente 2000 kg/habitante/año.

Respondiendo a la generación de diferentes problemáticas medioambientales, se planteó el presente documento de investigación que busca complementar aplicando el concepto de economía circular, sostenibilidad en la construcción y por supuesto la clasificación de los residuos de construcción y demolición en la cual “propone un nuevo modelo de sociedad que utiliza y optimiza los flujos de materiales, energía y residuos” (Sirera, 2020).

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

Describir el escenario actual de la construcción sostenible y el manejo de RCD en la ciudad de Bogotá D.C., presentando de manera general los diferentes estudios de caso en las principales ciudades de Colombia y algunos países a nivel mundial.

1.2. Objetivos Específicos

Recopilar información de la última década sobre la generación y gestión de los residuos generados en las construcciones civiles que se llevan a cabo en Bogotá, tomando como escenario de apoyo estudios obtenidos de las distintas fuentes bibliográficas relacionadas con las principales ciudades de Colombia.

Presentación de las políticas públicas existentes en Bogotá para llevar a cabo la adecuada reutilización de los residuos RCD desde 2010 en adelante.

Analizar la información recopilada para determinar las ventajas y desventajas del manejo y aprovechamiento de los RCD presentes en la ciudad de Bogotá con respecto a otros países del mundo y a la legislación vigente bajo la premisa de la conservación del medio ambiente y el aprovechamiento adecuado de estos en las distintas ciudades de Colombia.

2. Problemática

2.1. Descripción del problema

Con el aumento considerablemente de la demografía alrededor del mundo, las necesidades de un progreso económico son cada vez más evidentes, como consecuencia de esto se presenta un alto nivel de modernización traducido en el aumento de procesos constructivos tales como la adecuación de edificaciones, mallas viales, entre muchos otros., que a su vez conllevan a la generación de una importante cantidad de residuos de construcción y demolición.

Los residuos de construcción y demolición, RCD, corresponde a todo residuo sólido resultante de las actividades de construcción, reparación o demolición, de las obras civiles o de otras actividades conexas, complementarias o análogas, anteriormente conocidos como escombros. (Secretaría Distrital de Ambiente , 2012). En la Ciudad de Bogotá, en el año 2017 el sector de la construcción generó el 8 % del PIB regional (Revista Portafolio , 2017). “Legalmente, en el país, los RCD tienen como sistema de gestión el vertido controlado y aprovechamiento de estos; pero los sitios autorizados para estos fines están totalmente dispersos, siendo insuficientes las alternativas de valorización, reciclaje o reutilización. En la actualidad, se estima que cerca al 20 % los residuos minerales son llevados a procesos de reciclaje y reutilización y un par de empresas una vez expiden el certificado de disposición legal de escombros comercializan los productos granulares para uso en el mismo sector de la construcción” (Lache, 2016). Mundialmente el sector de construcción representa una emisión de CO₂ equivalente al 36% de todos los factores contaminantes. (GlobalABC, 2019) es por esta razón que se debe considerar la reutilización apropiada de dichos residuos con el fin de disminuir el impacto ambiental que estos generan.

Colombia cuenta actualmente con una demografía total de 51.049.498 correspondiente a la cabecera municipal y los centros poblados y rural disperso, esto comparado con la demografía total que se presentó en el año 2020 equivalente a 50.372.424 y en el año 2019 igual a 49.395.678 se

estima un promedio de crecimiento respectivo a 826,910 habitantes por año lo cual indica un incremento total de residuos de construcción del 8.6% generada por los hogares correspondiente a 11.64 millones de toneladas. (DANE, 2020)

En la normatividad colombiana, específicamente en la sentencia T-740-15, la corte constitucional cambia el concepto de “basuras” o “desechos descartables” al concepto de “residuos sólidos potencialmente aprovechables” optando para que estos reingresaran al sistema productivo logrando así la contaminación sobre los ecosistemas y ahorrar los diferentes bienes ambientales. (Miranda, 2018).

La reutilización de desechos producidos en obra no eran una buena opción debido a que no se contaban con los recursos investigativos necesarios para poder conocer las diferentes propiedades mecánicas de dichos materiales, además también se presentaba una gran oferta de materias primas, sin embargo, con el paso de los años se han llevado a cabo diferentes estudios que han dado resultados óptimos para que dichos desechos puedan sustituir de forma adecuada ciertos agregados naturales. Es por esta razón que Colombia cuenta actualmente por ciertas normativas que rigen la reutilización, reducción y el reciclado de aquellos residuos o elementos que se encuentren en óptimas condiciones, además de los distintos depósitos adecuados para el procesamiento de aquellos residuos que no cumplan con las condiciones estipuladas.

2.2. Justificación

En la ciudad de Bogotá se presenta la mayor generación de desechos RCD debido a la alta demanda de obras civiles que tiene, sin embargo, son muchos los agentes implicados tales como constructoras publica o privadas, Institutos de desarrollo de obras civiles manejadas por el Estado, entre otras, que optan por el método más sencillo de todos: deshacerse de los residuos generados en los vertederos dispuestos legalmente en lugares condicionados para dicho trabajo, dependiendo del manejo que cada gobernación local le brinde. No obstante, son muchos los vertederos que también funcionan, pero de manera ilegal, a manera de ejemplo se tiene que en los últimos años la

Corporación Autónoma Regional, CAR, ha detectado solamente en Bogotá, 94 sitios de esta índole, en los cuales, la mayoría han ido destruyendo los humedales y hasta han llegado a afectar algunos cascos urbanos de la ciudad.

Con la creación del documento final se busca dar una descripción del escenario actual de la construcción sostenible y del manejo de residuos de construcción y demolición (RCD), como se determinó en el objetivo general esto se logra presentado de manera general diferentes estudios de caso de la capital y de las principales ciudades del país. La meta principal es recopilar la información de la última década, poder condensar las políticas públicas y de esta manera analizar en que están fallando algunas de las construcciones que se llevan a cabo en las ciudades principales del país y en Bogotá, para de esa manera dar solución al manejo inapropiado de los RCD en las actividades propias de la construcción de obras civiles, buscando enseñar los errores más comunes en el manejo de los RCD y que las constructoras sepan reconocer que un proceso adecuado de disposición de residuos aparte de generar beneficios ambientales, puede generar beneficios económicos, poniendo en práctica el reciclar, reducir y el reutilizar, de este modo estos residuos tendrán otra vida útil y con esto se verá una reducción del volúmenes de residuos generados en obra.

Por esta razón es necesario implementar las practicas adecuadas para la manipulación, gestión y tratamiento de los residuos RCD susceptibles de aprovechamiento, tales como:

- Productos de excavación y sobrantes de la adecuación de terreno: coberturas vegetales, tierras, limos y materiales pétreos productos de la excavación, entre otros.
- Productos de cimentaciones y pilotajes: arcillas, bentonitas y demás.
- Pétreos: hormigón, arenas, gravas, gravillas, cantos, pétreos asfálticos, trozos de ladrillos y bloques, cerámicas, sobrantes de mezcla de cementos y concretos hidráulicos, entre otros.
- No pétreos: vidrio, metales como acero, hierro, cobre, aluminio, con o sin recubrimientos de zinc o estaño, plásticos tales como PVC, polietileno, policarbonato, acrílico, espumas de

polietileno y de poliuretano, gomas y cauchos, compuestos de madera o cartón-yeso (drywall), entre otros. (Contraloría de Cundinamarca , 2019).

2.3. Beneficios

2.3.1. Ambientales

Cuando los residuos de demolición y construcción tienen una buena gestión, llevando estos materiales a un lugar donde pueda ser reciclados, y en el caso de algunos materiales reutilizados se reducen la cantidad de estos en los vertederos. Lo cual, proporciona un beneficio al medio ambiente ya que disminuye la cantidad de estos desechos en sitios donde no hay autorización para depositar estos materiales. Así mismo como los beneficios que trae una buena gestión de los RCD, una construcción sostenible también genera beneficios para el ambiente tales como la reducción de la emisión de gases, protección de los ecosistemas y reducción de desechos.

2.3.2. Sociales

Una buena gestión de los RCD, de la mano de una construcción sostenible, trae beneficios en la sociedad tales como una mejora en la calidad de vida de las personas que viven alrededor de las obras de construcción, ya que una obra sostenible busca la reducción de estos residuos y a su vez tiene un buen manejo de los RCD, a su vez se genera una mejora en la salud y la comodidad de los habitantes cerca de este tipo de construcciones, a su vez genera en las personas un pensamiento de la importancia sobre el cuidado ambiental, lo que beneficia no solo a la sociedad si no a su vez es otro beneficio para el medio ambiente.

2.3.3. Beneficios Financieros:

Las construcciones sostenibles generar una reducción en los costos operativos, ya que estas construcciones buscan hacer más con menos, aplicando la técnica de la economía circular, de este modo logrando un buen resultado en las estructuras, generando menos costos, a su vez genera una mejora en la productividad de los residentes. Una buena gestión de los RCD, unido con las construcciones sostenibles crea mercados productivos, ya que los lugares donde se disponen los

residuos y se clasifican, miran como pueden reutilizarse en otras obras de construcción generando servicios y mercados más verdes.

3. Antecedentes

Con relación a las investigaciones previas acerca del tema de investigación propuesto, se evidenciaron distintas alternativas, usos, normatividad que proporcionan resultados confiables al hacer uso de estos residuos en las diferentes obras civiles. Los diferentes resultados fueron obtenidos de los diferentes estudios llevados a cabo alrededor de los diferentes países del mundo y evidentemente de Colombia. A continuación, se muestran los estudios más recientes:

3.1. Generación de Residuos RCD mundialmente

Mundialmente se producen cerca de 1.3 billones de toneladas de desechos sólidos de construcción por año y se prevé que esta cantidad aumente a 2.2. billones de toneladas para el año 2025. El manejo inadecuado de dichos residuos tiene un gran impacto en la salud, el ambiente local y global, y por supuesto la economía, además representa una enorme contribución de los gases de efecto invernadero a la capa de ozono. La cantidad de este tipo de residuos incrementa de manera rápida en países como China, diferentes partes del Este de Asia y otras en el Oriente de Europa y el Este Medio. Específicamente, en la parte oriental y central de Asia, los residuos generados por año son de al menos 93 millones de toneladas. En Latinoamérica y el Caribe, la generación de residuos por año corresponde a 160 millones de toneladas. Por otro lado, en la región del Este medio y del norte de África, los residuos sólidos son de 63 millones de toneladas por año. Finalmente, en el sur de Asia, se producen aproximadamente 70 millones de toneladas por año, generadas por el sector de construcción. (Hoornweg & Bhada-Tata, 2012)

3.2. Manejo de Residuos RCD en Estados Unidos

En el año 2017, se generaron 569 millones de toneladas de desechos RCD en este país. La demolición representa más del 90% de la generación total de RCD, mientras que la construcción representa menos del 10%. (United States Environmentak Protection Agency, s.f.).

3.3. Sostenibilidad en la construcción – Protocolo de Kyoto en Colombia

Con la ley 629 de diciembre de 2001, se aprobó la inclusión del protocolo en el país. Colombia se comprometió a reducir sus emisiones de gases generadores de calentamiento global en un 20% en el año 2030, respecto de la trayectoria proyectada para ese año, y a avanzar en su plan de adaptación a los impactos del cambio climático”.

En el año 2005 entro en vigor este protocolo, que busca una reducción del 5% de los gases que causan el calentamiento global a nivel mundial, inicialmente en un periodo comprendido entre el 2008 al 2012, el cual se extendió hasta el 2020. La industria de la construcción genera al redor del 50% de contaminación, de este porcentaje el 33% al 39% corresponden a las emisiones de gas como el dióxido de carbono (CO₂).

Para el año 2019 Colombia generaba 237 millones de toneladas de CO₂, de las cuales el 11% correspondía al sector de la construcción, alrededor de 26 millones de toneladas. Es evidente que la industria de la construcción en el país es uno de los principales emisores de gas contaminante, además de un gran generador de desechos sólidos, la construcción sostenible de la mano de la gestión de residuos puede contribuir a la disminución de la emisión de estos gases contaminantes. (Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible, 2016).

3.4. Manejo y disposición de residuos de construcción en Colombia

Colombia produce alrededor de 22 millones de residuos de construcción y demolición. De los cuales el 68% corresponde a la ciudad de Bogotá, es por este motivo que a nivel nacional en 1994 el ministerio de ambiente genero la resolución 541, en el cual se establece las normas de

conducta, manejo y sanciones por el incumplimiento del manejo de los RCD, dicha resolución exigía que la disposición se realice en las escombreras autorizadas, y con base a esta resolución el distrito capital expidió el decreto 357 de 1997.

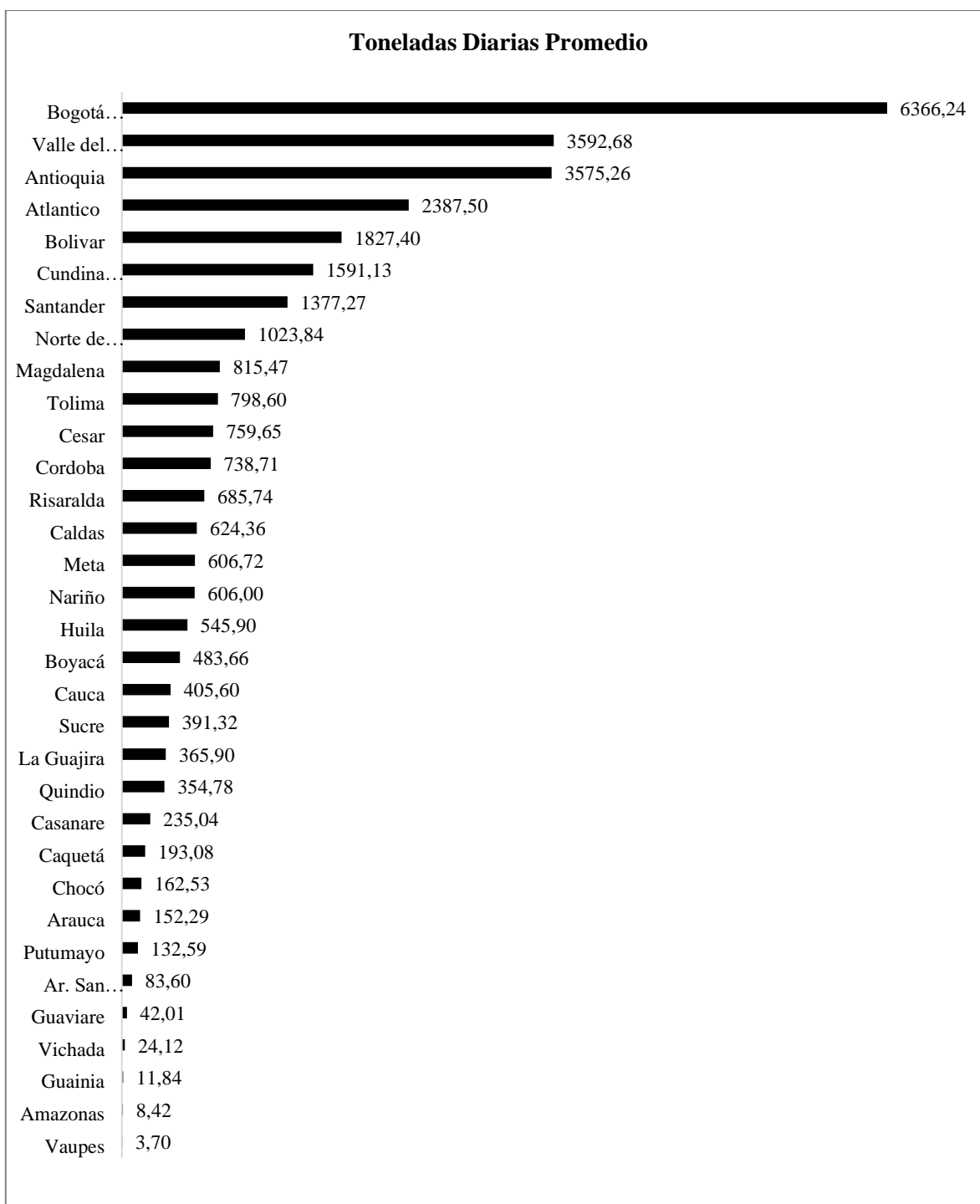
Posteriormente en el año 2006, a través del plan maestro de manejo integral de residuos sólidos en Bogotá, se expide el decreto distrital 312, la cual da vida al programa distrital de reciclaje y aprovechamiento de residuos, incluyendo materiales provenientes de las actividades de la construcción. Posteriormente se emite la Resolución 2397 del 25 de abril de 2011 la que regula técnicamente el tratamiento y/o aprovechamiento de escombros en el Distrito Capital, que es anulada por el Artículo 15 de la Resolución 115 del 2012.

En el 2017, el ministerio de ambiente emite la resolución 472, la cual aplica a todas las personas que ocasionen, recolecten, transporten, almacenen, aprovechen y dispongan RCD de las obras civiles o de otras actividades relacionadas en todo el territorio colombiano, “esta norma brinda lineamientos para el aprovechamiento y disposición final de los RCD, mediante la implementación de instrumentos y reglas para las instalaciones de gestión de RCD como los puntos limpios y plantas de aprovechamiento, en donde se llevarán a cabo la separación y el almacenamiento temporal con las condiciones mínimas de operación. Así mismo, se establecen los criterios ambientales para la localización y operación de los sitios de disposición final de RCD” (Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible, 2018)

Actualmente Colombia cuenta con un informe en donde se evidencian las cantidades de toneladas diarias promedio generadas por el sector de construcción para cada departamento de Colombia, obtenidos por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) para el año 2018. Para contextualizar el escenario actual de Colombia en cuanto a la generación promedio de toneladas diarias se presenta la Figura 1, en donde se presenta la información estadística de los datos relacionados.

Figura 1.

Toneladas diarias promedio por departamento



Fuente: Tomado y adaptado del Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2018)

Como se puede evidenciar en la gráfica anteriormente mostrada, la mayor presencia de residuos sólidos de construcción es Bogotá D.C con 6.366,24 Ton/día correspondiente al 20.55% de todos los residuos producidos en Colombia, seguido del Valle del Cauca con 3.592,68 Ton/día correspondiente al 11.60%, Antioquia con 3.575,26 Ton/día para un total de 11.54% y finalmente Atlántico con 2.387,50 Ton/día equivalente al 7.71% (DNP, 2018).

Bogotá D.C cuenta actualmente con una guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición – RCD en obra, en donde se encuentran especificados ciertos procesos de aprovechamiento para este tipo de residuos. La primera alternativa consiste en una demolición selectiva que “consiste en una separación cuidadosa, que busca obtener los materiales con potencial reciclable o de reutilización al momento de demolición, permitiendo aprovechar residuos y disminuir el volumen de residuos generados” (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2014). Otra alternativa es la reutilización, la cual como su nombre lo indica, consiste en volver a utilizar los materiales o residuos producidos en obra. Finalmente, se tiene la opción de reciclar, en este caso se debe llevar a cabo los diferentes procesos para recolectar y transformar los residuos de construcción en nuevos materiales que puedan ser utilizados como nuevas materias primas.

Los lugares de disposición final para RCD en Bogotá son insuficientes, esto si se considera el número de habitantes y por supuesto el número de obras civiles privadas y públicas que se adjudican mensualmente ante la Alcaldía Mayor de Bogotá. Algunos de estos lugares autorizados están ubicados en lugares aledaños al casco urbano de Bogotá, específicamente en los municipios de Chía, Cota, Funza, Guasca, Madrid, Mondoñedo, Mosquera, Sibaté, Soacha, Sopo, Tabio y Tocancipá, esto representa un problema directo, debido a que algunas constructoras que laboran en Bogotá optan por depositar los RCD en lugares no autorizados e incluso en humedales, ríos, entre otros, para evitar el coste del transporte del material hasta los diferentes municipios anteriormente mencionados.

4. Marco Teórico

4.1. Sostenibilidad en la construcción

La construcción sostenible abarca criterios que van desde la elección de los materiales y los procesos constructivos, incluyendo el entorno urbano y su desarrollo, hasta la gestión de los residuos generados. Este tipo de estructuras busca la adecuada gestión de los recursos naturales, tales como el suelo, el agua, y el ahorro de energía, cuando hablamos de construcciones sostenibles, hablamos de construcciones que generen un menor impacto negativo en el medio ambiente.

El concepto de sostenibilidad en la construcción está basado en el desarrollo de un modelo que permita a la construcción civil enfrentar y proponer soluciones a los problemas ambientales de la actualidad, sin retroceder en los avances tecnológicos que han facilitado los procesos constructivos y sin renunciar a la creación de estructuras que atiendan a las necesidades de los usuarios. (Araújo, 2015)

El consejo colombiano de construcción sostenible (CCCS) tiene una definición muy similar a la que tiene Araujo, pero el CCCS considera más factores al mencionar mejores prácticas durante todo el ciclo de vida de las estructuras (diseño, construcción y operación), las cuales aportan de manera efectiva a generar el mínimo impacto en este sector en el cambio climático, el consumo de recursos y la pérdida de biodiversidad, algunas implicaciones que abarcan serían: Gestión del ciclo de vida, energías limpias, materia prima derivada de producción limpia sostenible y generación de una cultura de personas que piensan más en el medio ambiente.

4.2. Economía Circular

Este concepto tiene como fundamento la transformación de materiales residuales, sea de naturaleza orgánica o de origen tecnológico en materias primas, consolidando así un modelo cíclico. (Braungart & McDonough , 2002) .

“El modelo de economía circular se dirige hacia un nuevo paradigma, implica una nueva modalidad de hacer productos desde su mismo origen, desde su diseño, y permite hacer negocios atendiendo al crecimiento económico de la sociedad, a la sustentabilidad ambiental y a la disminución de los riesgos por la volatilidad e incertidumbre de precios de las materias primas y recursos energéticos” (World Economic Forum, 2014)

En el 2014 la secretaria distrital de ambiente establece Guía para la elaboración del plan de Gestión Integral de residuos de Construcción y demolición (RCD) en obra, estableciendo en primera medida una clasificación de los residuos, teniendo en cuenta los decretos 838 y 4741 de 2005 de la secretaria distrital de ambiente y dividiendo los residuos en dos categorías, la primera categoría hace referencia los residuos aprovechables y esta categoría se divide en cinco grupos: la segunda categoría hace referencia los residuos no aprovechables que tiene un solo grupo denominado como residuos contaminantes y ese se divide en 3 clases, dicha clasificación se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1.*Clasificación de los residuos de demolición y construcción (RCD)*

Categoría	Grupo	Clase	Componentes
Residuos de construcción y demolición aprovechables	Residuos comunes inertes mezclados	Residuos pétreos	Concretos, cerámicos, ladrillos, arenas, gravas, cantos, bloques o fragmentos de roca, baldosín, mortero y materiales inertes que no sobrepasen el tamiz No 200 de granulometría.
	Residuos comunes inertes de material fino	Residuos finos no expansivos	Arcillas, limos y residuos inertes poco o no plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz No 200 de granulometría
		Residuos finos expansivos	Arcillas(montmorillonitas) y lodos inertes con gran cantidad de finos altamente plásticos y expansivos que sobrepasen el tamiz No 200 de granulometría
	Residuos comunes no inertes	Residuos no pétreos	Plásticos, vidrios, maderas, cartones, papel, cauchos, siliconas y PVC
	Residuos metálicos	Residuos de carácter metálico	Aluminio, acero, cobre, estaño, hierro y zinc
	Residuos orgánicos	Residuos de pedones	Residuos de tierra negra
		Residuos de cespedones	Residuos vegetales y otras especies bióticas

Categoría	Grupo	Clase	Componentes
Residuos de construcción y demolición no aprovechables	Residuos contaminantes	Residuos peligrosos	Desechos de productos químicos, alquitrán, punturas, emulsiones, aceites, disolventes orgánicos, asfaltos, resinas, plastificantes, betunes, tintas, barnices, tejas de asbesto, cenizas volantes, plomo, luminarias convencionales y fluorescentes, desechos explosivos y otros elementos peligrosos
		Residuos especiales	Poliestireno, icopor, cartón, yeso (drywall) y lodos residuales de compuestos
		Residuos contaminados	Materiales pertenecientes a los grupos anteriores que se encuentren contaminados con residuos especiales y peligrosos

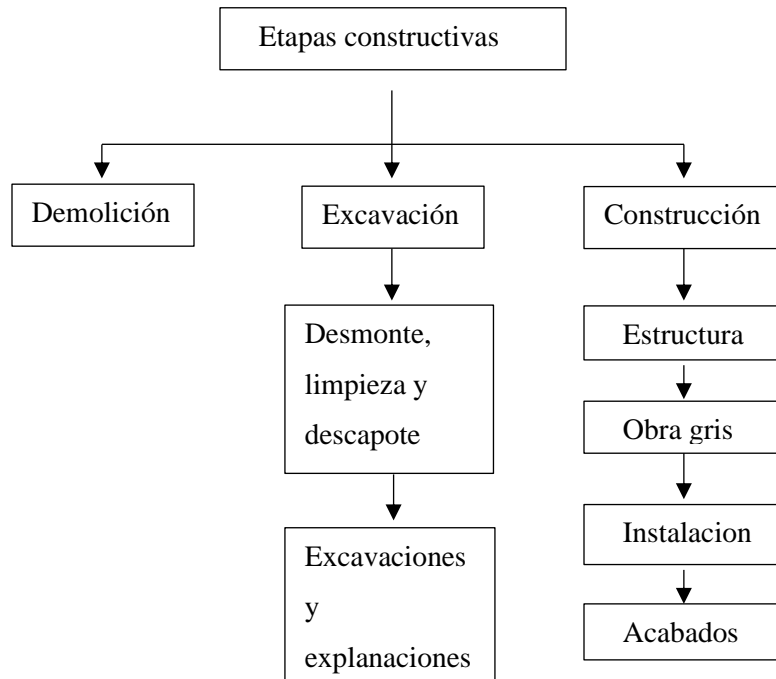
Fuente: Tomado y adaptado de: Decreto 838 de 2005 y Decreto 4741 de 2005 de la Secretaría Distrital de Ambiente

5. Marco Conceptual

Como es conocido, toda obra de ingeniería civil se divide por periodos o etapas, en dichas etapas es importante tener en cuenta los procesos de RCD, las etapas constructivas se dividen en periodos en estos se realizan diferentes actividades cuyo fin es llevar a término un diseño previamente planificado (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2014). Estas etapas se pueden ver en la Figura 2.

Figura 2.

Etapas constructivas



Fuente: Guía para la elaboración del plan de gestión integral de residuos de construcción y demolición (RCD) en obra.

Como se muestra en la Figura 2; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, la primera etapa de construcción en algunos casos es la demolición, en esta primera fase son derribadas las estructuras ya existentes que serán reemplazadas con la nueva obra. Teniendo en cuenta la Tabla 1 con los residuos generados en la demolición se debe hacer la respectiva clasificación de estos para reciclar la materia prima útil en la elaboración de nuevas mezclas y reducir los volúmenes de RCD para disposición final, ya que en esta etapa se genera un alto porcentaje de residuos.

La segunda etapa es la etapa de excavación consiste en retirar los volúmenes de suelo o de las estructuras viales existentes, en esta etapa se tiene en cuenta el proceso de descapote y remoción, que según la guía consiste en el desmonte y limpieza del terreno natural del área

intervenida por la obra. Se remueve el rastrojo, maleza, pastos, tocones, raíces y residuos ordinarios, de modo que el terreno quede limpio y su superficie resulte apta para iniciar los trabajos (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2014), la clasificación de estos residuos según lo recopilado en la Tabla 1, es de residuos aprovechables que se agrupan en residuos orgánicos de clase cespedones, en esta etapa también se considera la adecuada disposición de estos residuos generados, Para esto se deben utilizar predios que cuenten con la respectiva autorización por parte de las autoridades correspondientes.

En la etapa final, la etapa de construcción se refiere a todas las actividades relacionada con la construcción y/o montaje de estructuras, en las cuales se involucra el manejo de grandes volúmenes de concreto. Según la guía para elaboración del plan de gestión integral de residuos de construcción y demolición RCD en obra la estructura tiene como objetivo resistir cargas resultantes de su uso y de su peso propio y darle forma a un cuerpo, obra civil o máquina; la obra gris es la etapa en la que se realiza la construcción, colocación de soportes estructurales horizontales y verticales, losas, entresijos, paredes, escaleras, entre otros; las instalaciones se definen como el conjunto de aparatos y conducciones de los servicios (gas, electricidad, agua) u otros elementos destinados a complementar las condiciones de habitabilidad de un edificio o prestar un servicio. Durante el proceso constructivo las tareas de instalaciones se realizan en paralelo con otras del inicio de obra. Los trabajos de las instalaciones no se observan a simple vista, ya que muchas de ellas van ocultas o empotradas dentro de la edificación (por exigencia del reglamento, por motivos de seguridad o por ocultarlas según criterios estéticos; por último, en la etapa de construcción tenemos los acabados que son los materiales que se colocan sobre una superficie de obra negra para darle terminación a las obras, quedando ésta con un aspecto habitable. Es decir, son los materiales finales que se colocan sobre pisos, muros, plafones, azoteas, huecos o vanos como ventanas y puertas de una construcción. Tienen como función principal proteger todos los materiales bases o de obra negra, así como de proporcionar belleza, estética y

confort; estos materiales deben corresponder a funciones adecuadas con el uso destinado y en las zonas en donde la obra requiere su colocación, por lo que es importante conocer sus características y su procedimiento constructivo de colocación. (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2014)

6. Marco Legal

De acuerdo con lo enunciado por Forero, en la ciudad de Bogotá los dos entes controladores más importantes para el debido manejo de este tipo de residuos son: la Secretaría Distrital de Ambiente, SDA, y la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, UAESP. La referente a la SDA, se encarga de aquellas obras de construcción que generan más de 1 m³ de residuos RCD. Por otro lado, la UAESP, se enfoca en la recolección, disposición final, transporta y dispone volúmenes iguales o inferiores a 1 m³ de RCD los cuales son el resultado de trabajos menores de construcción que no requieren licencia.

6.1. Gestión de los RCD en Colombia

A nivel país rige la resolución 472 del 28 de febrero de 2017 que “aplica a todas las personas naturales y jurídicas que generen, recolecten, transporten, almacenen, aprovechen y dispongan RCD de las obras civiles o de otras actividades conexas en el territorio nacional”, bajo esta resolución se establece un Programa de Manejo Ambiental de RCD para el seguimiento al cumplimiento de dichos requerimientos. Con esta resolución se hace posible disminuir la demanda de materias primas, además de fomentar la generación de empresas gestoras de materiales de construcción y demolición (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017). Para la ciudad de Bogotá rigen las normas mostradas en la Tabla 2.

Tabla 2.

Normatividad vigente para el manejo de RCD en Colombia.

Resolución 541 de 1994	“Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción, demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación”.
Decreto 948 de 1995	“Reglamenta en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y protección de la calidad del aire”.
Ley 769 de 2009	“Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre”.
Decreto 4741 de 2005	“Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral”.
Ley 1259 de 2008	“Por medio de la cual se instaure en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros”.
Decreto 2981 de 2013	<p>“Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo”.</p> <p>Artículo 15. Costos asociados al servicio público de aseo. En el caso de los residuos de construcción y demolición, así como de otros residuos especiales, el usuario que solicite este servicio será quien asuma los costos asociados con el mismo.</p> <p>Artículo 45. La responsabilidad por el manejo y disposición de los residuos de construcción y demolición será del generador, con sujeción a las normas que regulen la materia.</p>

Decreto 357 de 1997	“Por el cual se regula el manejo, transporte y disposición final de escombros y materiales de construcción”.
Acuerdo 79 de 2003	Artículo 86 “Por el cual se expide el código de policía de Bogotá”.
Resolución 556 de 2003	“Por la cual se expiden normas para el control de las emisiones en fuentes móviles”.
Decreto 312 de 2006	“Por el cual se adopta el Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos para Bogotá Distrito Capital”
Decreto 620 de 2007	“Por medio del cual se complementa el Plan Maestro de Residuos Sólidos (Decreto 312 de 2006), mediante la adopción de las normas urbanísticas y arquitectónicas para la regularización y construcción de las infraestructuras y equipamientos del Sistema General de Residuos Sólidos, en Bogotá Distrito Capital”.
Decreto 034 de 2009	“Por el cual se establecen condiciones para el tránsito de vehículos de carga en el área urbana del Distrito Capital y se dictan otras disposiciones”
Acuerdo 417 de 2009	“Por medio del cual se reglamenta el comparendo ambiental en el Distrito Capital y se dictan otras disposiciones”
Acuerdo 515 de 2012	“Por medio del cual se modifica el Acuerdo 417 de 1009, que reglamenta el Comparendo Ambiental en el Distrito Capital”.
Resolución 01115 de 2012	“Por la cual se regula técnicamente el tratamiento y/o aprovechamiento de escombros en el Distrito Capital”.
Resolución 715 de 2013	“Por medio del cual se modifica la Resolución 1115 del 26 de septiembre de 2012”

**Resolución 01138 de
2013**

“Por la cual se adopta la Guía de Manejo Ambiental para el Sector de la Construcción y se toman otras determinaciones”

Decreto 364 de 2013

“Por el cual se modifican excepcionalmente las normas urbanísticas del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.”.

Fuente: Tomado y adaptado de Alcaldía Mayor de Bogotá (2015). *Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición – RCD en la obra.*

6.2. Gestión de los RCD en España

Para los españoles, el manejo de los residuos RCD es muy importante debido a su gran impacto social, ambiental y económica. El ámbito de la construcción es cada vez más grande ya que en la última década, España se ha dedicado al desarrollo y mejoramiento de infraestructura vial y urbano, esto a su vez conlleva a que de igual manera se incrementen los RCD.

La primera legislación de residuos implementada en ese país fue la correspondiente a la Ley 10 de 1998, la cual atribuía en primer lugar la gestión adecuada para los RCD procedentes de obras menores o reparaciones domiciliarias de entidades locales y en segundo lugar los RCD no procedentes de obras menores o reparaciones domiciliarias de poseedores. (BOE, 1998)

No fue hasta el año 2008 que se aprobó el real Decreto 105 de 2008:

Por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición que combina tres principios fundamentales: responsabilidad del productor, prevención de residuos y corresponsabilidad entre todos los agentes que intervienen en la cadena de producción y gestión de los RCD (promotor, proyectista, dirección facultativa, constructor, gestor). (BOE, 2008)

Posteriormente, España aprobó el II Plan Nacional Integral de Residuos – PNIR (2008-2015) cuyos principales objetivos iban orientados a la inclusión en los proyectos de obra de un estudio de gestión de RCD, separación en origen de los RCD peligrosos generados en obra y su

debida gestión de acuerdo con la legislación de residuos, separación en planta de tratamiento de los residuos peligrosos contenidos en los RCD recibidos, separación de los RCD en obra, por materiales.

6.3. Gestión de residuos RCD en Chile

Chile cuenta con una expansión poblacional creciente que para el año 2018 contaba con el 60% de residuos RCD dispuestos en instalaciones adecuadas. Desde el año 2005, Chile cuenta con una Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos evaluado y reformulado por la Secretaría Ejecutiva Nacional de Residuos, la cual está conformada por distintos organismos del Estado con competencias en la materia. (Hidalgo Urbina, 2018).

En el año 2009, el área metropolitana generó residuos RCD equivalentes a 2.8 millones de toneladas, lo que representó el 43% del total generado. Según las estadísticas brindadas por CONAMA en 2010, las materias orgánicas representaban el 48%, los plásticos 11%, papel y cartón 10%, vidrios 7%, voluminosos 7%, metales 3% y telas 3%. La normatividad vigente para dicho territorio se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3.

Normatividad vigente en Chile

Ley No. 19.300/97	Bases del medio Ambiente
Ley No. 20.920	Ley marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida al productor y fomento del reciclaje.
Proyecto de ley de Residuos y aplicación de la REP en Chile	
Decreto supremo No. 148 (2003)	Reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos.
Decreto supremo No. 298/94	Reglamento de transportes de carga peligrosas por calles y caminos.

Decreto supremo No. 594/99	Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.
Decreto supremo No. 78/2009	Reglamento de almacenamiento de sustancias peligrosas
Convenio de Basilea sobre el control de movimiento transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. Naciones Unidas, 1989.	

Fuente: Hidalgo Urbina, E. I. (2018). Universidad Técnica Federico Santa María. Obtenido de <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/45992/3560901543862UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

En junio de 2020 la secretaria distrital de ambiente y la subdirección de control ambiental, publicaron una actualización de los lugares autorizados por la secretaria distrital de ambiente (SDA), la corporación autónoma regional (CAR) y la autoridad nacional de licencias ambientales (ANLA), para la disposición de los RCD, en Bogotá y en los municipios aledaños. En la Tabla 4 se muestran los lugares reglamentados para el manejo y disposición de los residuos RCD.

Tabla 4.

Lugares para disposición de los RCD en Bogotá y al rededores

Empresa	Municipio	Entidad que autoriza
Sitios de disposición final		
MAGIR S.A.S-ESP	Soacha	CAR
EL VINCULO	Soacha	CAR
AGREGADOS Y RELLENOS	Mosquera	CAR
TERRENA S.A.S.- ESP		
Aprobados para adecuación de suelos		
SOCIEDAD PAISAJO S.A.S	Mosquera	CAR

Empresa	Municipio	Entidad que autoriza
Aprobados para adecuación de suelos		
PRACTICAS		
AMBIENTALES S.A.S	Mosquera – Madrid	CAR
TRANSPORTES		
LAMD	Mosquera	CAR
Sitios de disposición final de RCD bajo la resolución 0472 de 2017		
DIA AZUL FUTURO		
VERDE	Sóbate	CAR
Sitios de disposición final de RCD bajo la resolución 0472 de 2017		
MINERSA		
	La calera	CAR
LAGUNA BLANCA		
	Bojacá	CAR
SAN JOSE GREEN		
GROUP S.A.S	Soacha	CAR
PREDIO LA		
ESPERANZA	Ciudad Bolívar	CAR
CAMPO ALEGRE		
BAJO	Fusagasugá	CAR
LAS MANAS-		
maquinas amarillas	Bogotá	ANLA
SAN ANTONIO REX		
INGENIERIA	Bogotá	ANLA
CEMEX- LA		
FISCALIA	Bogotá	ANLA
CEMEX -TUNJUELO		
AERONAUTICA	Cerca de la cabecera	ANLA
CIVIL	1.3R pista sur sector	ANLA

Fuente: Directorio ambiental sitios de disposición final

A su vez también se realizó la publicación de los sitios autorizados para tratamiento y aprovechamientos de los RCD (Ver Tabla 5).

Tabla 5.*Lugares para el tratamiento y aprovechamiento de los RCD*

Empresa	Municipio	Entidad que autoriza
Centros de tratamiento y aprovechamiento		
C&D GREEN INVESTMENT SAS	Bogotá	SDA
MAQUINAS AMARILLAS SAS	Bogotá	SDA
AMCON COLOMBIA S.A.S	Bogotá	SDA
Ecoplanet soluciones AR SAS	Bogotá	SDA
SECAM JR	Bogotá	CAR
DROMOS	Mosquera	CAR
INCOMINERÍA	Mosquera	CAR
CICLOMAT	Cota	CAR
CICLOMAT- CODEOBRAS	Cota	CAR
AGRGADOS ARENAS Y GRAVAS S.A.S	Tenjo	CAR
CUNDICOAL	Cogua	CAR
UARMV	Bogotá	CAR
EL VÍNCULO	Soacha	CAR
PUENTE PIEDRA S.A.S	Madrid	CAR
TRANSFORMACIÓN NATURAL S.A.S	Mosquera	CAR

Empresa	Municipio	Entidad que autoriza
CMOP (centro de mantenimiento, operación y producción) MHC-MARIO HUERTAS CORTES	Madrid	CAR
Granulados reciclados de Colombia GRECO S.A.S	Cota	CAR
GRANJEROS S.A.S	Mosquera	CAR
RECICLADOS INDUSTRIALES	Cota	CAR
ALBORAL S. A	Mosquera	CAR
CONSORCIO DESARROLLOS ECO.AMBIENTALES	Soacha	CAR
LAMINADOS LAB S.A.S	Soacha	CAR
Centro de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición-CARCD	Mosquera	CAR
C.C.Q CONSTRUCCIONES S.A.S	Bojacá	CAR
RECICLADOS INDUSTRIALES	Mosquera	CAR
ASMINCOL	Sibaté	CAR
CORESA	Bojacá	CAR

Empresa	Municipio	Entidad que autoriza
AGENCIA NACIONAL DE RECUPERACIÓN Y RECICLAJE	Mosquera	CAR
AGREGADOS LA PUNTA S.A.S	Madrid	CAR
SAN JOSE GREEN GROUP	Soacha	CAR
COMINERALES SAS	Nemocón	CAR

Fuente: Directorio ambiental sitios de disposición final

6.4. Gestión de los residuos RCD en Brasil

En América Latina se implementó la primera planta de reciclaje de residuos de construcción y demolición gracias a la resolución No. 307/2002 emitida por CONAMA que entró en vigor en el año 2003 y en esta se establecen las directrices, criterios y procedimientos para la gestión de Residuos de la Construcción Civil, RCC. (Mercante, Bovea Edo, Arena, & Martinengo, 2009)

Ademas de la normativa anteriormente mencionada, tambien se estipularon normas tecnicas para establecer los requisitos basicos de utilizacion de agregados reciclados, mostrados en la Tabla 6.

Tabla 6.

Normas Técnicas relativas a los RCD en Brasil.

Norma	Título
NBR 15. 112/04	RCC y residuos voluminosos. Áreas de transferencia. Directrices para proyecto, implantación y operación.

NBR 15. 113/04	Residuos sólidos de la Construcción Civil, CC, y residuos inertes. Vertederos. Directrices para proyecto, implantación y operación.
NBR 15. 114/04	Residuos sólidos de la CC. Áreas de reciclaje. Directrices para proyecto, implantación y operación.
NBR 15. 115/04	Agregados reciclados de Residuos sólidos de la CC. Ejecución de base de pavimentos. Procedimientos.
NBR 15. 116/04	Agregados reciclados de Residuos sólidos de la CC. Utilización en pavimentos y preparación de hormigones sin función estructural.

Fuente: Tomado y adaptado de Mercante, I., Bovea Edo, M., Arena, P., & Martinengo, P. (25 de septiembre de 2009). *II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos*.

6.5. Gestión de los RCD en México

De acuerdo con lo planteado en La Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción bajo su Plan de Manejo para los Residuos de Construcción y Demolición, los residuos se deben manejar de manera especial dentro de la ciudad de México, por esta razón se decretó la Norma Ambiental del Distrito Federal NADF-007-RNAT-2013 publicada en febrero de 2015, mediante la cual se establece la clasificación y las especificaciones de manejo de los residuos de la construcción para optimizar su control, fomentar su aprovechamiento y minimizar su disposición final inadecuada. (Muñoz Socha, 2016)

7. Metodología

7.1. Tipo de Investigación

Esté trabajo se ha llevado a cabo mediante un tipo de investigación descriptivo para diagnosticar el estado actual de la gestión de los RCD y la sostenibilidad en las construcciones en el país, específicamente en la ciudad de Bogotá ya que este proyecto investigativo contiene la recopilación de información sobre la gestión de los residuos de construcción y demolición unificado con la sostenibilidad en las construcciones, lo cual es una fundamentación conceptual y teórica de

estos dos temas, en los que se abarca no solo sus conceptos si no que a su vez abarca el manejo de estos en el país y todas las normativas vigentes.

7.2. Técnicas de recolección

El estudio tuvo como base de información la búsqueda de documentos tales en los que se engloba el tema de investigación, con la recopilación de artículos publicados, cuya búsqueda se hizo a partir de las bases de datos electrónicas, realizando una búsqueda también de las normas vigentes expedidas por la secretaria de ambiente, posteriormente de realizar la búsqueda se revisa cada documento encontrado con detenimiento para poder unificar de mejor manera la información encontrada sobre los RCD con la sostenibilidad en las obras, seguido de esto se hace una clasificación para ver que documentos se adecuan mejor la investigación y de este modo analizar la perspectiva de los constructores con base en los posibles lineamientos ambientales y económicos utilizados en los proyectos de infraestructura.

7.3. Clasificación

Al revisar la información recopilada de la última década se procede a hacer una clasificación para verificar qué documentos se adecuan mejor a esta investigación, además de hacer una condensación de las políticas públicas existentes para el adecuado manejo de los RCD, desde el 2010 en adelante.

7.4. Análisis de la información recopilada

Con lo anterior se procede a analizar toda la información recopilada bajo la premisa de la conservación del medio ambiente y el aprovechamiento adecuado de los mismos para de esta manera proponer distintos métodos que sean beneficiosos para todos los agentes implicados, teniendo como base los lineamientos ambientales y económicos utilizados en los proyectos de infraestructura, con los que se puede determinar la perspectiva actual de los constructores.

7.5. Redacción del documento final

Se realiza el documento siguiendo los pasos anteriores de búsqueda, recolección, revisión y análisis.

8. Resultados

8.1. Manejo de RCD en Bogotá

La ciudad de Bogotá cuenta con una cartilla en donde se estipulan todos los lineamientos a seguir para que la disposición final de este tipo de residuos se efectúe de manera correcta, se especifica la debida clasificación, procesos de aprovechamiento, medidas de gestión en obra, alternativas de gestión de los RCD, entre otros. La primera edición publicada se llevó a cabo en el año 2014 bajo la alcaldía de Gustavo Francisco Petro Urrego y la dirección de la Secretaría Distrital De Ambiente – SDA, su segunda edición se efectuó en el año 2015 la cual se encuentra actualmente en vigencia.

De acuerdo con las políticas públicas brindadas y consolidadas en *el Informe de Disposición Final de Residuos Sólidos – 2019*, se deben establecer estrategias para los distintos municipios o regiones en donde el manejo de residuos RCD se lleve a cabo de manera inadecuada y/o debido a las bajas coberturas de sitios autorizados para la disposición final de dichos residuos.

Para el área urbana de Bogotá se presenta un déficit en la información suministrada a bases de datos gubernamentales como al Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios SUI, en donde menos del 60% de la ciudad reporta información relacionada al manejo, reutilización de Residuos de Construcción RCD para el periodo 2018-2019.

Bajo la aplicación del artículo 15 de la ley 1955 de 2019, por la cual se modifican el numeral 8 y se adicionan los numerales 34,35 y 36 al artículo 79 de la ley 142 de 1994, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, SSPD, puede sancionar a los prestadores

que no atiendan de manera oportuna y adecuada las solicitudes y requerimientos del manejo de los RCD en Bogotá. (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios , 2019)

El Consejo Nacional de Política Económica y Social – CONPES – enumera en su documento 3874: *Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos*, aprobada e implementada en noviembre de 2016, la normatividad vigente y que para la presente investigación sirve de apoyo para realizar el debido análisis, la disposición final se rige de conformidad con lo establecido en la Resolución 1890 de 2011, decreto 1784 de 2017 y la resolución 330 de 2017.

Otras normas aplicables son:

1. Decreto 838 de 2005 en donde se enfatiza en las condiciones técnicas de diseño, ubicación y operación de rellenos sanitarios.
2. Decreto 2981 de 2013 señala la obligatoriedad para los usuarios de realizar la separación en la fuente y para los municipios elaborar y mantener actualizados un Plan para la Gestión Integral de Residuos Sólidos
3. Decreto 1077 de 2015 específicamente el título 2, en donde se dictan medidas para la disposición final de residuos sólidos, se reglamenta la prestación del servicio público de aseo y se dictan otras disposiciones.

Para el año en curso, en el periodo comprendido entre enero y febrero, Bogotá ha dispuesto 353486.14 toneladas en el relleno sanitario de Doña Juana. Los datos estadísticos correspondientes al Porcentaje de aprovechamiento de Residuos de Construcción y demolición - PARCD-PACA obtenidos de años anteriores y su comparación con el porcentaje brindado en la normatividad vigente, se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7.

Porcentaje de aprovechamiento de Residuos de Construcción y Demolición PARCD

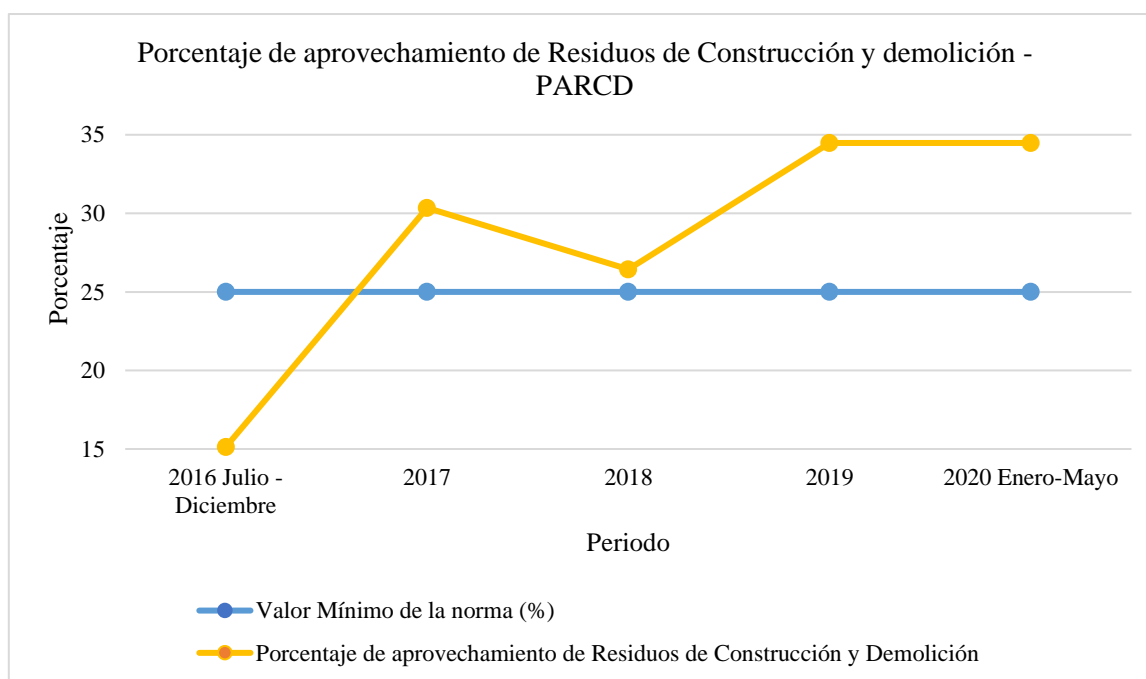
Periodo	Valor mínimo de la norma (%)	Porcentaje de aprovechamiento de Residuos de Construcción y Demolición – PARCD (%)
2016 Julio – Diciembre	25	15.13
2017	25	30.34
2018	25	26.43
2019	25	34.48
2020 Enero- Mayo	25	34.48

Fuente: Observatorio Ambiental de Bogotá, 2020

Lo anteriormente mostrado en la Tabla 7 se evidencia de manera gráfica en la Figura 3.

Figura 3.

Porcentaje de aprovechamiento de Residuos de Construcción y demolición - PARCD-



Fuente: Tomado y adaptado de: Observatorio Ambiental de Bogotá, 2020

Estos indicadores se calculan a partir de la Resolución Nacional 1115 de 2012 “por medio de la cual se adoptan los lineamientos técnico – ambientales para las actividades de

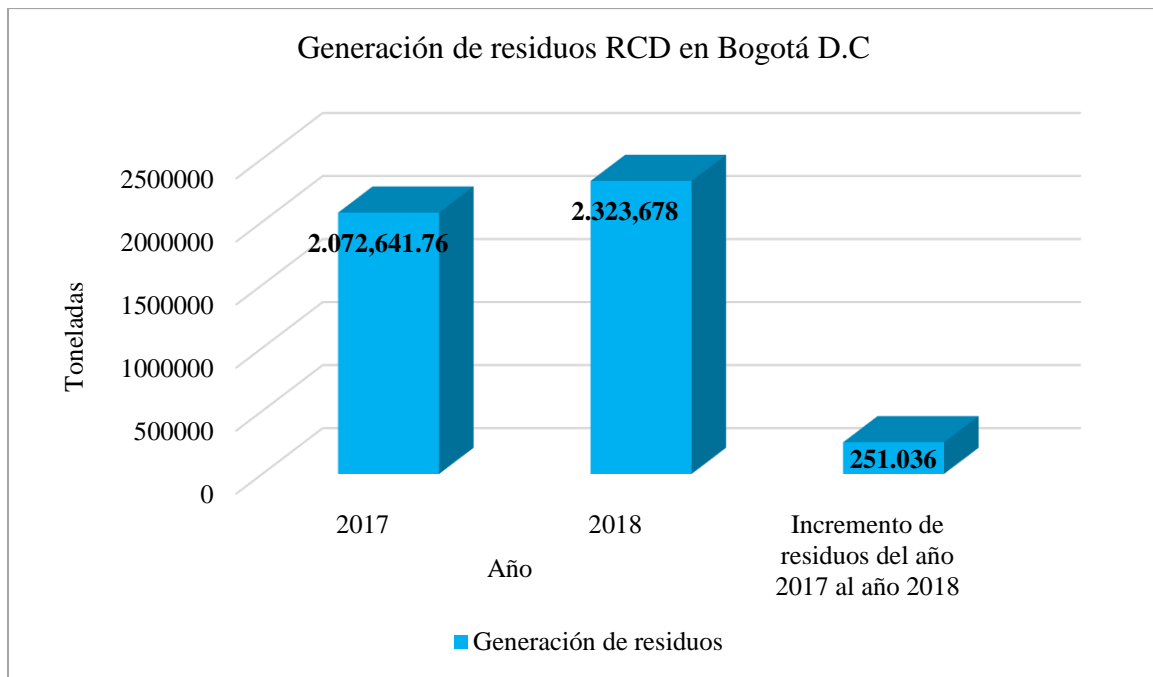
aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el Distrito Capital” artículo 5 y de la Resolución local 01115 de 2012 “por medio de la cual se adoptan los lineamientos técnico – ambientales para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el distrito capital. (Observatorio Ambiental de Bogotá, 2020).

De acuerdo con la Resolución 938 de 2015 los RCD se reutilizarán siempre y cuando estos no se encuentren mezclados con materia orgánica, plástico, sustancias peligrosas, entre otros. La mayor producción de este tipo de residuos se presenta en construcciones y/o mejoramientos viales y cada constructora generadora de estos se deben regir por la resolución 01115 de 2012m presentando el Plan de Gestión Integral de RCD en la obra para posteriormente ser aprobado por la Secretaría Distrital de Ambiente. (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, 2018)

En la Figura 4 se muestran las variaciones gráficas de la generación de residuos sólidos del 2017 y 2018 de acuerdo con el Decreto distrital 652 de 2018 en el que se plantea los lineamientos básicos para el desarrollo del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Figura 4.

Comparativa de la Generación de residuos RCD en Bogotá D.C



Fuente: Tomado y adaptado de Veeduría Distrital, 2020

Según lo observado en la Figura 4, el incremento para el año 2018 de acuerdo con los residuos generados en el año 2017 corresponde a 251.036 toneladas, lo cual representa un aumento significativo y de gran impacto ambiental negativo si no se trata bajo los lineamientos estipulados y anteriormente mencionados.

La estimación de residuos se realiza en unidades de metros cúbicos (m^3), dado que la Resolución 1482 de 2017 pedirá el reporte de los RCD en unidades de volumen. (Páez Jimenez & Pacheco Bustos, 2019)

Los principales generadores de estos residuos en la ciudad de Bogotá son los contratistas públicos, que en conjunto alcanzan poco más del 50% de la producción de RCD para el año 2012, en especial el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado

de Bogotá (EAAB) (Rodríguez Lozano & Terán Castro, 2018). Los datos estadísticos se observan a continuación en la Tabla 8 y gráficamente se observa la

Figura 5.

Tabla 8.

Generación de residuos de construcción y demolición por parte de las entidades del sector público en Bogotá

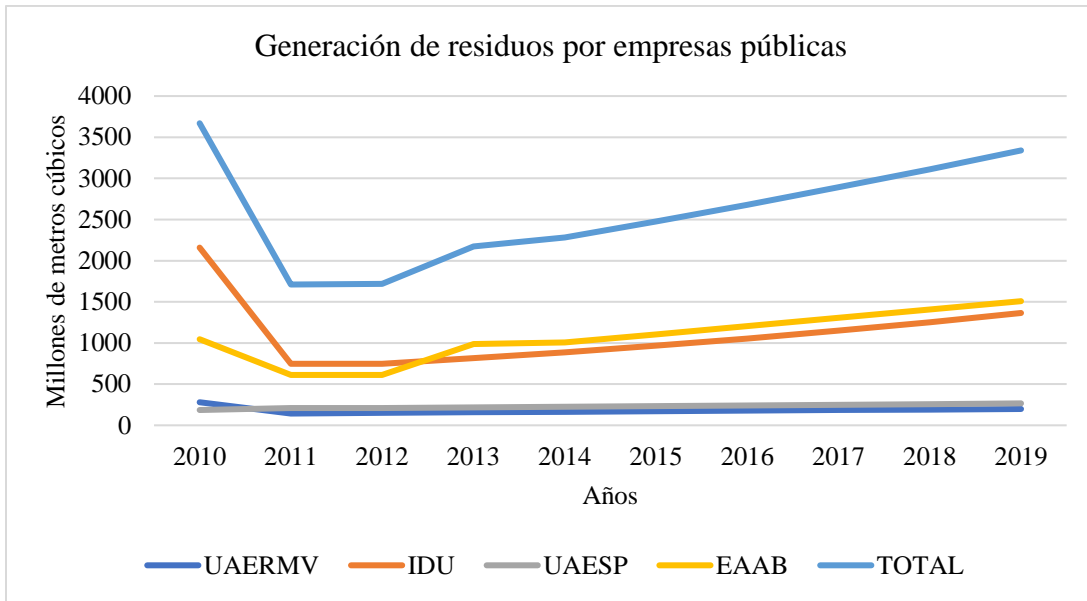
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
UAERMV	280.4	142.9	152	158.1	164.4	171	177.8	185	192.4	200.1
IDU	2159	747.4	747.4	814.6	888	967.9	1055	1150	1253	1366
UAESP	186	208.2	208.2	216.5	224.9	233.2	241.5	249.8	258.2	266.5
EAAB	1044	612.1	612.1	985.7	1005	1105	1206	1307	1407	1508
TOTAL	3669.4	1710.6	1719.7	2174.9	2282.3	2477.1	2680.3	2891.8	3110.6	3340.6

Nota: **UAERMV:** Unidad Administrativa Especial de Rehabilitación y Mantenimiento Vial. **IDU:** Instituto de Desarrollo Urbano. **UAESP:** Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos. **EAAB:** Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.

Tomado y adaptado de: (Rodríguez Lozano & Terán Castro, 2018)

Figura 5.

Gráfico comparativo de generación de residuos de construcción y demolición por parte de las entidades del sector público en Bogotá



Fuente: Tomado y adaptado de (Rodríguez Lozano & Terán Castro, 2018)

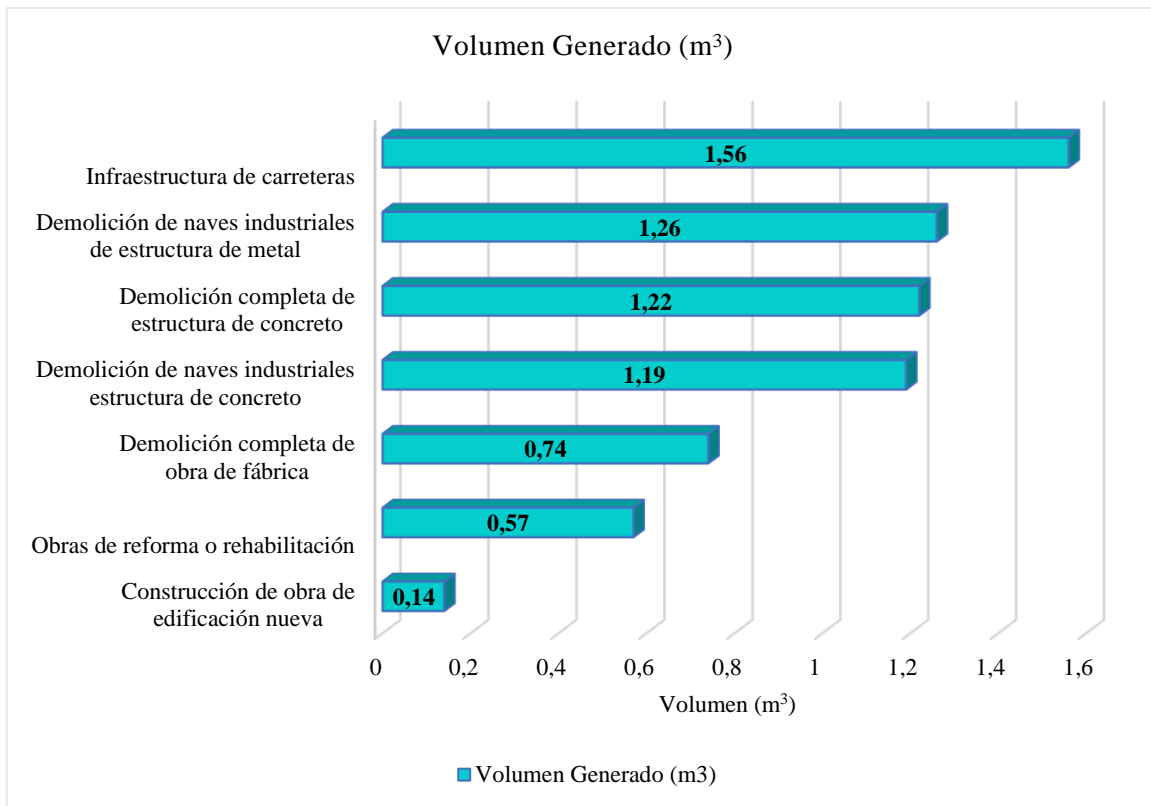
Para el año 2020 las localidades de la ciudad de Bogotá que producen un alto número de residuos de construcción y demolición fueron: Fontibón, con una cantidad de 491.250 toneladas, Kennedy, con 442.593 toneladas y Usaquén con 392.777 toneladas, y los RCD que se presentan en mayor cantidad son el concreto, la tierra, el ladrillo y la cerámica. (Sierra Perdomo, 2020). En lo corrido de 2020, profesionales de la entidad han logrado controlar la disposición de 3.930.380 toneladas de Residuos de Construcción y Demolición, RCD, de una manera adecuada y sin afectar los ecosistemas naturales y/o espacios públicos en la capital. (Bogotá, 2020).

En la ciudad se realiza un aprovechamiento de los RCD del 37% de lo generado y estos materiales aprovechables se aplican mayormente para materiales como el concreto, cerámica, asfalto, metales, madera, entre otros que presentan una utilidad importante como masa para rellenos o como suelos en carretera, grava suelta o como cemento granulado para el caso específico del concreto reutilizado. El sector privado en Bogotá genera este tipo de residuos RCD con un porcentaje del 65% sobre el otro 35% generado por el sector público. (Rodríguez Lozano & Terán Castro, 2018)

En el año 2018, Bogotá generó una serie de volúmenes de residuos RCD correspondiente a diferentes actividades relacionadas al sector de la construcción, estos valores se pueden observar en la Figura 6.

Figura 6.

Volumen generado por cada actividad.



Fuente: Tomado y adaptado de Sierra Perdomo, 2020

8.2. Construcción sostenible

Las construcciones sostenibles como se vio en el marco teórico de este documento generan múltiples beneficios, para todas las personas implicadas. Cuando se crearon los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), el tema de las construcciones sostenibles empezó a generar mayor impacto e importancia a nivel nacional, es por este motivo que la mayoría de las normativas existentes son en el marco Colombia y muy pocas en algún departamento o ciudad en específico, es por ello que, para poder ver, analizar y desarrollar un plan de construcción sostenible para la ciudad de Bogotá se deben tener en cuenta estas normativas colombianas.

8.2.1. Norma Técnica Colombiana en el Marco de construcciones Sostenibles

El ministerio de ambiente, junto con los organismos de certificación de construcciones sostenibles (LEED, CASA Colombia, HQE, BREAM y EDGE), desarrollaron normas que tienen una relación bien sea directa o indirecta con el proceso de desarrollo de construcciones sostenibles, creando instrumentos que busca brindar a los consumidores información verificable, precisa y no engañosa sobre los aspectos ambientales de los productos empleados para tal fin, estimular el mejoramiento ambiental de los procesos productivos y alentar la demanda y el suministro de productos (bienes y servicios) que afecten en menor medida el ambiente (MinAmbiente, 2010). Todo esto bajo el “*SELLO AMBIENTAL COLOMBIANO*” (“SAC)

Las normas relacionadas bajo este sello ambiental se muestran en la Tabla 9; **Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 9.

Normatividad para el sello ambiental colombiano

Resolución 1555 de 2005	Crea el Sello Ambiental Colombiano y reglamentó su uso juntamente con el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.
Decreto 1594 de 1984	Por el cual se reglamenta el uso de agua y residuos líquidos.
NTC 920-1/2007 Numerales 5 y 6	Define aparatos de bajo consumo: inodoros: 6 lpf, y ahorradores hasta 13,2 lpf; orinales de bajo consumo: 3,8 lpf.
NTC 1500	Código Colombiano de Fontanería.
Resolución 1096 de 2000	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico del Sector del Agua Potable y de Saneamiento Básico. (RAS-2000)
Ley 388 de 1997	Por la cual se actualizan y se establecen las disposiciones para el ordenamiento territorial municipal.
Decreto 1469 de 2010	Por el cual se reglamentan las disposiciones relativas a las licencias urbanísticas; al reconocimiento de edificaciones; a la función pública que desempeñan los curadores urbanos y se expiden otras disposiciones.
Decreto 2809 de 2000	Por el cual se modifican parcialmente los Decretos 33 de 1998 y 34 de 1999. En temas como reparación refuerzo y rehabilitación de edificaciones y también en lo referente a estudios microzonificación sísmica.
Decreto – Ley 2811 de 1974	Código de recursos naturales no renovables
Ley 99 de 1993	Ley Ambiental.
Decreto 1504 de 1998	Por el cual se reglamenta el manejo del espacio público en los planes de ordenamiento territorial.

Decretos 1713/2002 y 838/2005	Definen las condiciones de recolección y tratamiento de residuos sólidos, y las características de las personas (naturales o jurídicas) prestadoras del servicio.
Decreto 1259/2008 y Decreto 3695/2009	Reglamentan la aplicación de infracciones sobre aseo, limpieza y recolección de escombros.
Decreto Distrital 357 de 1997	Reglamenta el transporte y disposición de escombros y materiales de construcción en Bogotá.
Ley 1259 de 2008	Establece las infracciones y comparendo ambientales en el manejo de residuos sólidos para la implementación del reciclaje.
Decreto 1713/2002	Define las condiciones de recolección y tratamiento de residuos sólidos, y las características de las personas

Fuente: Tomado y adaptado de MinAmbiente. (2010). *Edificaciones Sostenibles*.

Este sello ambiental no solo se crea para validar y certificar construcciones sostenibles, si no para identificar los productos (construcciones) que cumplen con características de sostenibilidad, algunas de estas características según (MinAmbiente, 2010) son:

1. Usos sostenibles de los recursos empleados como insumos y materia prima, lo que conecta con la segunda característica.
2. Utilizar materias primas que no son nocivas para el medio ambiente
3. Emplear procesos de producción que involucran menos energía y/o uso de fuentes de energía renovables.
4. Considerar aspectos de reciclaje, reutilización o biodegradabilidad
5. Usar materiales de empaque preferiblemente reutilizables o biodegradables y en cantidades mínimas

6. Emplear tecnologías limpias o que generen menor impacto relativo sobre el ambiente
7. Indicar al consumidor la mejor forma para la disposición final
8. Actualmente se encuentran en proceso de normalización por parte del organismo competente, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) las siguientes normas técnicas:
 9. Edificaciones sostenibles para uso diferente a vivienda
 10. Productos de guadua
 11. Prefabricados en concreto

Si bien la mayoría de las características son muy similares la una de la otra y habla de una implicación ambiental, recordemos que como se dijo en el marco teórico el objetivo de las construcciones sostenibles es hacer más con menos, generando no solo beneficios ambientales si no económicos y es por ello que las construcciones con este sello ambiental tienen estas características.

Ya que se habló de algunas de las normas y del sello SAC, es importante abarcar el tema del certificado CASA COLOMBIA, al que se le hace mención al inicio de este título, ya que hace parte de los resultados de la búsqueda de como esta Colombia en términos de construcción sostenible y como esto puede aplicar a la ciudad de Bogotá, según (CCCS, s.f.): “Es el sistema de certificación en construcción sostenible para la vivienda adaptado al contexto colombiano, que se enfoca en las personas y su calidad de vida, generando entornos prósperos y saludables que respetan el medio ambiente”. Cuenta con 5 niveles que se representan en estrellas indicando el desempeño en las categorías de evaluación, siendo 1 estrella bueno, dos estrellas muy bueno, tres estrellas sobresalientes, cuatro estrellas excelentes y 5 estrellas excepcional, son siete categorías de evaluación: Sostenibilidad en el entorno, sostenibilidad en obra, eficiencia de agua, eficiencia de energía, eficiencia de materiales, bienestar y por último responsabilidad social.

Según (CCCS, s.f.) el proceso de certificación para cada proyecto se lleva a cabo en 7 pasos, teniendo una metodología rigurosa, ágil y transparente que invita a la adopción de mejores prácticas y al constante desafío de las suposiciones típicas de los desarrollos de vivienda, los pasos son:

- Paso 1. Registro del proyecto
- Paso 2. Precertificación
- Paso 3. Revisión del diseño
- Paso 4. Capacitación al equipo comercial del proyecto
- Paso 5. Revisión de construcción
- Paso 6. Auditoria
- Paso 7. Certificación

Ya que se habló a profundidad del certificado CASA, se crea la Tabla 10 en donde se muestran los certificados más importantes a nivel nacional, presentando diferentes parámetros entre ellos normatividad, entidad reguladora y observaciones.

Tabla 10.

Certificaciones obtenidas a nivel nacional

Certificación	Entidad	Normativa	Obligatoriedad	Criterios	Observaciones
CASA	CCCS	El proyecto debe cumplir la normativa colombiana	Voluntario	7 requisitos	Certificación basada en el decreto 549, en donde su medición es sostenible, sobresaliente y excepcional

LEED	Green Building Colombia	El proyecto debe cumplir la normativa colombiana y de estados unidos	Voluntario	7 requisitos	Consta de certificaciones LEED BD+C, LEED ID+C, LEED O+M, LEED ND, LEED Homes
BEA	Gobierno de Bogotá	Debe cumplir con la normatividad de Bogotá	Obligatorio	7 requisitos	Es una certificación que se firmó en el año 2017 y empezó a regir en el 2018
BREEAM	BREEAM	Cuenta con sus propias normas	Voluntario	10 categorías	
HQE	Haute Quelite Environnementable	Cuenta con sus propias normas	Voluntario	14 categorías, 3 niveles	Es un certificado similar al que se aplica en Francia, pero se tienen en junta las normas Colombianas

EDGE	Excellence in Design for Great Efficiencias	Cuenta con sus propias normas	Voluntario	Software de uso gratuito que ayuda a diseñar edificios verdes en más de 100 países
------	---	-------------------------------	------------	--

Fuente: Tomado de González Lizcano, K. L. (2017)

De la certificación BEA se hablará en el siguiente título, donde se abarcan los resultados encontrados relacionados con la normativa de sostenibilidad en la ciudad de Bogotá.

El consejo colombiano de construcción sostenible nos proporciona las siguientes tablas para entender los niveles de certificación (ver Tabla 11) y la distribución de los puntos por sistema de certificación (ver Tabla 12).

Tabla 11.

Niveles de certificación

Certificación	LEED	HQE	BREEAM	EDGE	CASA
Niveles	Platino	Excepcional	Sobresaliente	Cumple	Excepcional
	Oro	Excelente	Excelente	No cumple	Sobresaliente
	Plata	Muy bueno	Muy bueno		Sostenible
	Certificado	Bueno	Bueno		
		Pasa	Pasa		
				Sin calificar	

Fuente: CCCS. (2016)

Tabla 12.*Distribución de puntos por sistema de certificación*

Indicador	LEED	HQE	BREEAM	CASA	EDGE
Proceso integrativo	2	1	12	2	N/A
Salud y productividad	14	7	15	18	N/A
Energía	32	1	19	23	Modelo
Transporte	26	0	8	0	N/A
Agua	9	1	6	15	Modelo
Materiales	13	1	12.5	11	Aporte energía
Residuos	2	1	7.5	2	N/A
Uso del suelo y ecología	13	1	10	23	N/A
Polución	0	0	10	2	N/A
Innovación	5	1	10	0	N/A
Prioridad regional	4	0	0	0	LB Consumo
Responsabilidad social	0	0	0	6	N/A
Puntos posibles	110	14	10	102	N/A

Fuente: CCCS. (2016)

Los resultados a nivel nacional en el año 2018 Colombia era el cuarto país de Latinoamérica en construcción sostenible con 3.3 millones de m² certificados y distribuidos en 52 ciudades. Los resultados se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13.*Estadísticas proyectos LEED año 2018*

Nivel de certificación	Número de proyectos	m²
Certificado	22	192211
Plata	41	661889
Oro	72	1162237
Platino	16	298079

Fuente: CCCS. (s.f.)

Para finalizar con los resultados de sostenibilidad en Colombia en los últimos 10 años (Rosero Altamar, 2020) hace una comparación de una construcción sostenible con una construcción convencional, en su comparación se puede encontrar lo mostrado en la Tabla 14.

Tabla 14.

Ahorro y reducción en obras sostenibles comparadas con obras convencionales

Variable	Ahorro
Agua potable	30% - 50%
Consumo energético	20% - 55%
Iluminación	30% - 90%
Costos operativos	13% - 30%
Reducción	
Impacto ambiental	50% - 100%
RCD	30%

Fuente: Tomado y adaptado de Resero Altamar 2020

8.2.2. Normatividad en la ciudad de Bogotá en el marco de construcción sostenible

La ciudad de Bogotá cuenta con el programa:” Bogotá Construcción Sostenible”, este se diseñó para tener en cuenta el cuidado hacia el medio ambiente, bajo la política pública de Eco urbanismo y Construcción Sostenible del Distrito Capital que comprende un periodo de duración de 10 años, que inician en el 2014 y finalizan el año 2024, la cual se adoptó mediante el Decreto 566 de 2014 , cuyo objetivo es “reorientar las actuaciones de urbanismo y construcción de Bogotá D.C., hacia un enfoque de desarrollo sostenible, contribuyendo con la transformación de un territorio resiliente que mitiga y se adapta al cambio climático” (Planeación, 2014)

Este programa se encarga de dar capacitaciones por medio de un acompañamiento y seguimiento técnico en todas las etapas de construcción desde la planeación de la obra, hasta la construcción y operación de la infraestructura, buscando identificar e integrar los sistemas que componen la ciudad, procurando su protección, mejoramiento y/o revitalización.

Para la implementación de este programa se adoptan dos instrumentos (Planeación, 2014):

1. Resolución 1319 de 2015, adopta el plan de acción PPECS (Política Pública de Ecourbanismo y Construcción Sostenible de Bogotá, Distrito Capital 2014-2024), El Plan de Acción se enmarca en los objetivos generales y específicos de la y sus ejes y líneas de Acción. Tiene 11 Componentes Estratégicos, los cuales a su vez contienen trece (13) Metas de Impacto, cada una con su respectiva meta de resultado (indicadores).
2. Decreto distrital 613 del 2015, reglamenta tres aspectos acorde con *el Artículo 1(objeto)*. Dicho decreto tiene como objeto establecer incentivos para adoptar las medidas de construcción sostenible y eco urbanística en ahorro de agua y energía en viviendas nuevas de interés social (VIS) e intereses prioritarios (VIP), que se encuentran en el territorio de Bogotá; como documento que orienta las buenas prácticas sostenibles busca adoptar las "*Guías de lineamientos sostenibles para los ámbitos edificatorio, urbano y rural*", estableciendo el programa *Bogotá construcción sostenible* bajo el artículo 11 de la resolución distrital 03654 de 2014.

Ahora bien, teniendo en cuenta el programa y su normatividad, se habla de la certificación BEA (Building Efficiency Accelerator), basándose en la resolución 549 de 2015, la certificación BEA busca:

1. Revisar el potencial de ahorro de agua y energía de la Resolución No. 549 de 2015 en 10 tipologías para Bogotá
2. Determinar un camino para la verificación del cumplimiento de los ahorros obligatorios y voluntarios de agua y energía a través del camino demostrativo
3. Promover, a través del camino del desempeño, la sostenibilidad integral de los proyectos de la ciudad y potencializar el uso de procesos integrativos en la etapa de diseño

El programa de certificación BEA cuenta con 6 fases, la segunda fase de estas según el (CCCS, Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, s.f.) se encuentra en proceso de iniciar la segunda fase. “El proyecto ofrece la oportunidad de aprender y de hacer sinergias con la política ya que involucra edificaciones de diferentes usos y tiene un programa social que involucra a los actuales y futuros ocupantes; y, finalmente, el proyecto es icónico, visible y accesible al público lo que permitirá demostrar los impactos positivos de la eficiencia energética en las edificaciones”. (CCCS, Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, s.f.). Lo que quiere decir que actualmente no hay datos de certificación del programa BEA. Ya que se encuentra en proceso de desarrollo.

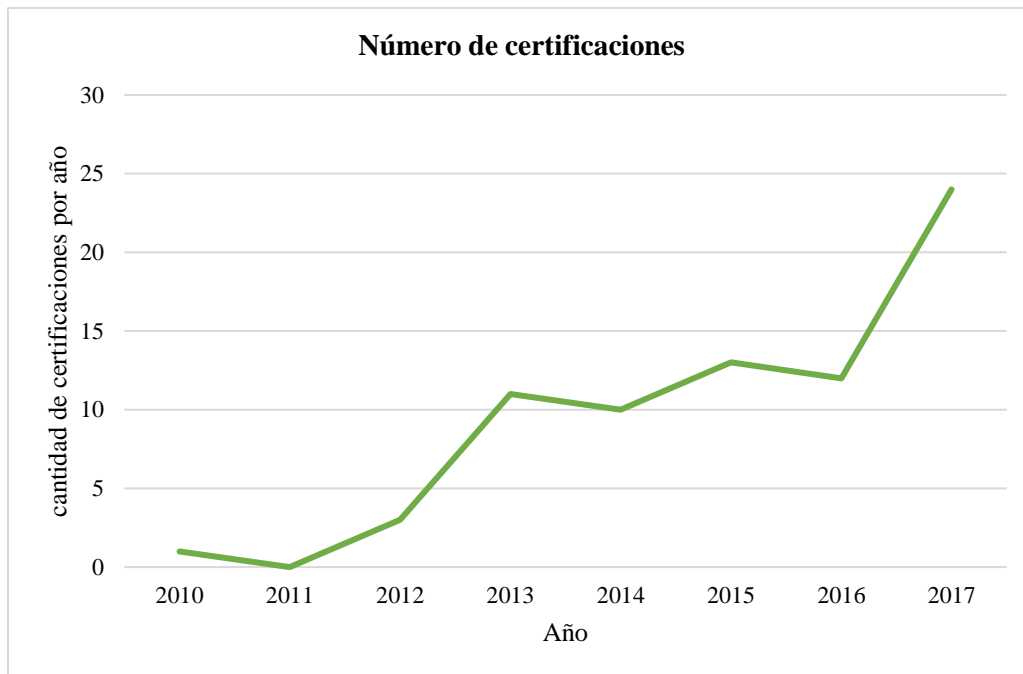
8.2.3. Certificación LEED Bogotá.

La grafica que se muestra acontinuacion, contiene los datos promedios de la cantidad de proyectos que cuentan con certidicación LEED en la ciudad de Bogotá, desde el año 2010 hasta el año 2017, como se puede observar en la .

Figura 7, la cantidad de proyectos cerificados como sostenibles, en este tipo de certificación ha ido aumentantando, contando con 24 proyectos certificados para el año 2017.

Figura 7.

Número proyectos con certificación LEED en Bogotá por año

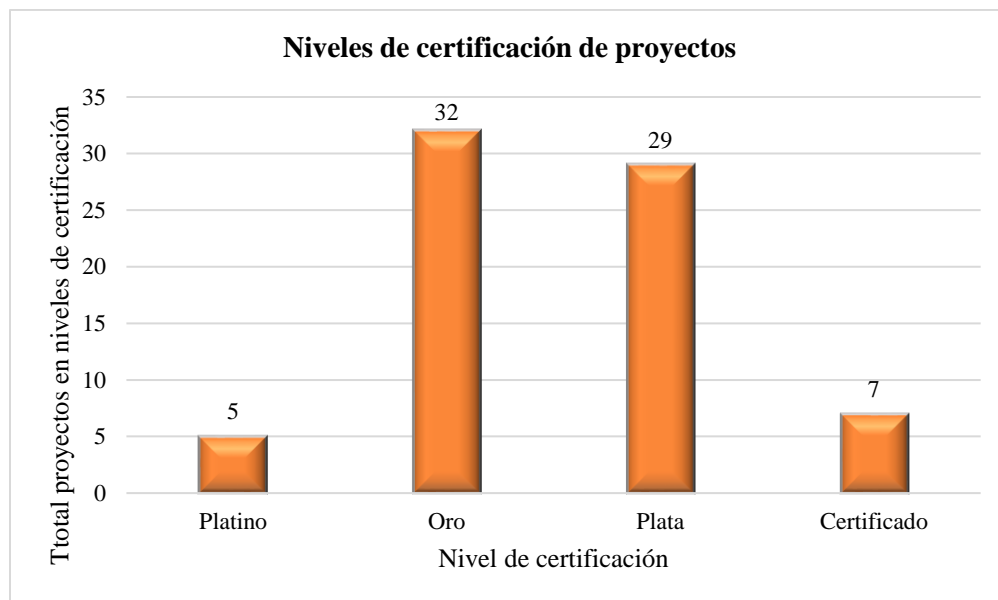


Fuente: Datos tomados de Torres Castañeda, C. A. (2017).

La Figura 8 totaliza los proyectos de certificación LEED en Bogotá, de acuerdo a su nivel de certificación encontrando que en 7 años que comprenden a los datos, solo 5 proyectos alcanzaron la certificación máxima en LEED, la certificación platino.

Figura 8.

Niveles de certificación de proyectos certificados desde el año 2010 hasta el año 2017



Fuente: Datos tomados de Torres Castañeda, C. A. (2017).

En la Tabla 15 se pueden visualizar todos los proyectos con certificación LEED en el lapso 2010-2017, en el que se especifica el puntaje obtenido, el año de certificación y el nivel, de dicha tabla se condensaron los datos para generar la .

Figura 7 y Figura 8.

Tabla 15.

Proyectos certificados LEED en Bogotá desde el año 2010 hasta el año 2017

Proyecto	Certificación	Puntaje	Año de certificación
Novartis New Building Bogotá	Plata	34	2010
DAVINCI Parque 105	Plata	Pre Certificado	2012
Ecotower 100	Certificado	48	2012
Panoramic eco Business Club Tower 1	Plata	54	2012
Naos 101	Oro	Pre Certificado	2013
Complejo logístico san cayetano T2	Plata	54	2013
T3 Ciudad Empresarial Sarmiento Angulo	Plata	30	2013

Panoramic eco Business Club Tower 2	Plata	55	2013
World business center	Oro	73	2013
Centro Empresarial y deportivo calle 53	Oro	41	2013
GNB Sudameris	Oro	43	2013
Connecta Módulos A y B	Oro	66	2013
Agencia nacional de hidrocarburos	Certificado	26	2013
Positiva SA Headquarters	Oro	66	2013
Arquitectura e interiores Oficina Bogotá	Plata	27	2013
Centro Comercial Plaza Central	Certificado	Pre Certificado	2014
Centro Empresarial Colpatria Torre 4	Oro	Pre Certificado	2014
Bavaria Administrative Building	Oro	65	2014
Urban Plaza	Oro	61	2014
Connecta Plaza	Certificado	45	2014
Bacata Express Hotel	Certificado	48	2014
Connecta BTS 2	Plata	51	2014
Estación Sophia- Teatro Publico Martínez	Plata	56	2014
Argos Oficina Bogotá	Oro	60	2014
Homecenter Cedritos Bogotá	Plata	55	2014
Paralelo 26	Platino	84	2015
Alpaso Plaza	Oro	65	2015
Proyecto Evolución	Oro	72	2015
Multiplaza La Felicidad	Oro	Pre Certificado	2015
EcoTower 93	Oro	68	2015
Gradeco Business Plaza	Oro	Pre Certificado	2015
OXO 69 Centro Empresarial Hotelero	Platino	82	2015
Centro Empresarial Colpatria Torre 2	Oro	64	2015
Connecta Módulos G 3 4 Y 5	Oro	70	2015
Oficinas Terranum	Oro	70	2015

Tierra Firme	Oro	71	2015
Oficinas Coca- Cola Bogotá	Plata	54	2015
Hotel Terra 100 Royal	Plata	55	2015
Green Loop Headquarters Bogotá	Platino	82	2016
Google Bogotá	Platino	85	2016
Citi Midtown Calle 92 New Branch	Oro	61	2016
BMW Plaza	Oro	66	2016
Midpoint 19	Oro	71	2016
W Hotel Bogotá	Oro	71	2016
Connecta BTS 5 y 6	Plata	57	2016
Connecta BTS 3 y 4	Plata	55	2016
Torre 75 Invernac	Platino	82	2016
Oficinas Chico 92-11	Oro	64	2016
Meridiano 116	Oro	Pre Certificado	2016
ZF TOWERS Services and Technology Park	Oro	70	2016
T7T8 Ciudad Empresarial Sarmiento Angulo	Oro	61	2017
Ampliación Centro Comercial Plaza de las Américas	Oro	Pre certificado	2017
M001	Oro	Pre Certificado	2017
Centro Empresarial Colpatria Torre 3	Oro	68	2017
Edificio de transición ciudad CAN	Plata	Pre Certificado	2017
Edificio C26	Plata	Certificación en Progreso	2017
Torre 97	Plata	Certificación en Progreso	2017
Torres 90	Plata	Certificación en Progreso	2017
Johnson & Johnson	Plata	Certificación en Progreso	2017
Hotel Zona Franca	Plata	Certificación en Progreso	2017
WPP	Plata	Certificación en Progreso	2017
Torre Aconstruir	Plata	Certificación en Progreso	2017
90.16	Plata	Certificación en Progreso	2017
14-97 PARK	Plata	Certificación en Progreso	2017

Éxito La Felicidad	Plata	Certificación en Progreso	2017
Establecimiento de Sanidad Militar	Certificado	Certificación en Progreso	2017
AK 11.79	Plata	Certificación en Progreso	2017
Atrio Torre Sur	Plata	Certificación en Progreso	2017
Grupo Éxito VIVA Suba	Oro	Certificación en Progreso	2017
72 HUB	Plata	Certificación en Progreso	2017
Citi CPC Center Retiro	Oro	Certificación en Progreso	2017
Oficina Setri	Plata	Certificación en Progreso	2017
Connecta Módulos G6 y G7	Certificado	Certificación en Progreso	2017

Fuente: Datos tomados de Torres Castañeda, C. A. (2017).

9. Conclusiones

De acuerdo con lo mostrado en la Figura 6 y en la Tabla 8, Bogotá presenta una alta generación de residuos RCD por lo tanto la propuesta de un plan de manejo integral de este tipo de residuos es parte fundamental para reducir el impacto en el medio ambiente.

La reutilización de este tipo de residuos significa una alta reducción en el ámbito económico de cualquier obra civil que se esté ejecutando, además de que algunos de estos RCD ya cuentan con investigaciones técnicas en donde se presentan de manera satisfactoria todas sus propiedades mecánicas y sus aplicaciones en obra.

Bogotá al ser un área urbana con 7.181.569 habitantes y debido a que es ciudad capital genera una gran cantidad de residuos de toda índole, un ejemplo claro es lo que se observa en la Figura 4, en donde se evidencia que entre los años 2017 y 2018 la cantidad de residuos RCD aumentó 251,036 toneladas, pasando de 2.072.641.76 para el 2017 a 2.323.678 en 2018 y es por esto que su principal falencia está en los lugares de disposición final, las grandes bases de datos de la capital solo presentan un pequeño porcentaje de los datos que las empresas legales y consolidadas para llevar a cabo esta labor y omiten todos los residuos que se arrojan de manera ilegal en sitios no autorizados que lo único que producen es un impacto negativo en el medio

ambiente convirtiéndose en una importante fuente de generación de gases de efecto invernadero y por supuesto, en la calidad de vida de los habitantes de las zonas aledañas.

En la presente investigación se mostró de manera clara y concisa todas las normas aplicables en Bogotá para llevar a cabo un adecuado plan de gestión de los RCD, mostrando todas las ventajas de maximizar la reutilización, reciclaje y aprovechamiento de los RCD teniendo en cuenta los lineamientos técnicos y legalmente constituidos hasta la fecha.

Bogotá sigue estando atrasada con respecto a los demás países del mundo, en temas de manejo y disposición de residuos de construcción y demolición, esto debido a que son muy pocas las constructoras y entidades gubernamentales que presentan un diseño de economía circular y dejan a un lado la tradicional economía lineal, provocando el atraso en los métodos de tratamiento y aprovechamiento de los RCD.

Los datos suministrados por la secretaria Distrital de Ambiente, la alcaldía mayor de Bogotá y demás bases de datos relacionados con datos estadísticos sobre la generación de Residuos de Demolición y Construcción RCD se encuentran actualizados hasta la fecha mediante diferentes encuestas realizadas y los debidos seguimientos que se han llevado a cabo en los distintos lugares autorizados para la disposición final de los RCD.

Como se observó en los resultados, al hablar de construcciones sostenibles se pudo encontrar que Colombia ocupaba el cuarto lugar de países latinoamericanos con mayor número de construcciones sostenibles, este lugar lo ocupa desde el año 2016 hasta la actualidad. Desde el punto de la normatividad vigente, cada norma es clara y cumple con la función de regular este tipo de construcciones, a pesar de que la mayoría de estas normas no son recientes, ya que la más reciente es del año 2010.

Se evidencia que en Colombia se han desarrollado alternativas viables que promueven soluciones no solo siguiendo las tendencias de construcción sostenible a nivel mundial, si no a su

vez ofreciendo alternativas como racionalización en el uso de los materiales, sustitución de algunos de los materiales de construcción, y disminuyendo el impacto ambiental, todo esto asociándolo a las técnicas de manejo de los RCD.

El consejo colombiano de construcción sostenible (CCCS), ofrece información básica sobre certificación en construcción sostenible, por cualquier método de certificaciones existente y validado en el país como: LEED, HQE, BREEAM, CASA Colombia, EDGE, y en proceso de creación validación para la ciudad de Bogotá certificación BEA; el CCCS enseña cómo lograr cada certificación, capacitando a las constructoras o personas que desean conocer como una construcción puede ser sostenible y certificada, sin embargo la página del consejo colombiano de construcción sostenible es un poco pobre en cuanto a datos, que permiten generar una comparación de cómo está el país en cuanto construcción sostenible comparado con otros países de Latinoamérica o como va cada ciudad, no posee información actualizada.

Para los resultados obtenidos en Bogotá se puede observar que la información más actualizada de construcciones sostenible en la ciudad se encuentra hasta el año 2017, estos resultados fueron tomados del trabajo realizado por Torres Castañeda en el 2017, dónde muestra cómo se encuentra Colombia en términos de construcción sostenible basándose en la certificación LEED de cada ciudad del país, es por ello que esos resultados evidencian que la información de construcción sostenible de cada ciudad es escasa, ya que solo para la ciudad de Bogotá en un periodo de 7 años (2010-2017) se encontró que la capital tenía 73 construcciones con certificación de sostenibilidad LEED, solo información de un tipo de certificaciones de los 5 que existen y que se ejecutan y validan en el país.

El programa de Bogotá: **“Bogotá construcción sostenible”** no solo busca alcanza los objetivos propuestos de los ODS (objetivos de desarrollo sostenible) en el tiempo estipulado, si no que a su vez busca regular las construcciones sostenibles de la capital desde la etapa más reciente de la obra hasta la etapa final y actúa como un ente regulador de estas obras.

En la .

Figura 7 la gráfica muestra el aumento gradual que han tenido las construcciones sostenibles en la ciudad de Bogotá con certificación LEED, dos años después de la implementación del programa “**Bogotá construcción sostenible**”, se empezó a ver un aumento en el número de construcciones con certificación LEED, ya que como se dijo anteriormente este programa no solo regula y apoya desde la etapa más reciente de la obra si no que capacita y da seguimiento en cada etapa, para que la construcción decida qué tipo de certificación quiere para su obra y poderse ayudar también de estas entidades.

En términos de niveles certificación LEED para la ciudad de Bogotá en el lapso 2010-2017, la Figura 8 evidencia que el nivel de certificación oro y el nivel de certificación plata son los que predominan en las construcciones sostenibles de la capital, lo que quiere decir que estos proyectos se encuentran en un rango medio, obteniendo de 50 a 79 puntos de los 110 posibles (para comprender la distribución de estos puntos, ver Tabla 12).

El consejo de construcción sostenible desarrollo la certificación CASA a nivel nacional. Impulsando de esta manera el cuidado ambiental teniendo en cuenta la normatividad ambiental nacional vigente, a su vez el CCCS impulso el proceso de certificación BEA, para la ciudad de Bogotá, incluyendo la normatividad vigente de la capital, teniendo como bases los diferentes tipos de certificación.

Este proyecto en términos específicos de construcción sostenible para la ciudad de Bogotá demuestra la importancia de mantener datos e información actualizada disponible, no solo de la capital, ya que como se evidenció en los resultados mostrados, la información es muy reducida; por lo que es de vital importancia que cada ciudad cuente con información y datos actualizados correspondientes a las obras de construcción sostenible y que cuenten con el debido manejo y aprovechamiento de los RCD.

La información más reciente del país en términos de construcción sostenible, la brinda el consejo colombiano de construcción sostenible con datos de certificaciones LEED nacionales para el año 2018 y para la ciudad de Bogotá en el año 2017. Pese a esto se puede observar que la capital poco a poco se ha ido comprometiendo con la construcción sostenible, como se evidencia en los resultados.

10. Recomendaciones

Bogotá cuenta con regulaciones que hablan únicamente del manejo de los residuos, más no se refieren a profundidad en su aprovechamiento, por esta razón es necesario implementar nueva normatividad que brinde metas claras y definiciones pertinentes para que toda la ciudadanía tenga ideas claras sobre el aprovechamiento, manejo y disposición final de los Residuos de Construcción y Disposición, RCD, generados en obra.

Es necesario que los ciudadanos y las compañías constructoras en Bogotá, a través de un modelo de cultura ciudadana brindada por medio de campañas educativas para que se logre la toma de conciencia y se pueda entender el significado de reutilizar “materiales desechables” para convertirlos en materias primas y poder utilizar el método de recuperación y reciclaje en futuras obras civiles.

Bogotá debería de dejar de utilizar solo el método de relleno sanitario y empezar a utilizar nuevas alternativas tecnológicas, aprovechar al máximo los estudios de diferentes pilotos que se realizan a nivel mundial e iniciar a invertir en un método menos destructivo para el medio ambiente.

El consejo colombiano de construcción sostenible debería brindar datos actualizados de cómo se encuentra el país en materia de construcción sostenible. Una base de datos actualizada, aplicando tecnologías y diseños actuales, implementando parámetros de construcción sostenible, es un aporte importante para el sector de la construcción y para los interesados en el tema.

En Bogotá deberían realizarse estudios en zonas donde se considere que una construcción sostenible es necesaria, creando un programa de capacitación de construcción sostenible para la comunidad de las zonas identificadas, para de esta manera generar un aumento en las cifras de construcciones sostenibles y que se vuelva un tema de interés no solo para las empresas constructoras si no para la comunidad en general

El proceso de certificación BEA, si bien es un avance en materia de construcción sostenible en la ciudad de Bogotá, al buscar su propio programa de certificación, no se tiene claridad de la cantidad de fases o etapas por las que va a pasar, su desarrollo ha sido muy lento y aun así el consejo colombiano de construcción sostenible ya lo cuenta como una certificación a pesar de apenas llegar a la segunda fase de desarrollo en noviembre de este año.

11. Referencias

Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (s.f.). Obtenido de Programa LEED en Colombia:

<https://www.cccs.org.co/wp/>

- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2018). *Plan de Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición*. Obtenido de https://www.umv.gov.co/sisgestion2019/Documentos/APOYO/GEAM/GAM-PL-003-V1_Plan_de_gestion_de_RCD.docx
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2014). Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición - RCD en la obra. Obtenido de [http://www.minvivienda.gov.co/Documents/Gu%C3%ADa%20para%20la%20elaboraci%C3%B3n%20del%20plan%20de%20gesti%C3%B3n%20integral%20de%20residuos%20de%20construcci%C3%B3n%20y%20demolici%C3%B3n%20\(RCD\)%20en%20obra.pdf](http://www.minvivienda.gov.co/Documents/Gu%C3%ADa%20para%20la%20elaboraci%C3%B3n%20del%20plan%20de%20gesti%C3%B3n%20integral%20de%20residuos%20de%20construcci%C3%B3n%20y%20demolici%C3%B3n%20(RCD)%20en%20obra.pdf)
- Araújo, M. (2015). Diez pasos para la construcción sostenible. *o'r sustainable strategies*.
- ASCE. (13 de 07 de 2018). ASCE. Obtenido de <https://www.asce.org/issues-and-advocacy/public-policy/policy-statement-418---the-role-of-the-civil-engineer-in-sustainable-development/>
- BOE. (22 de Abril de 1998). Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos. España.
- BOE. (13 de Febrero de 2008). Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. España.
- Bogotá. (2020). *Así avanza Bogotá en control ambiental de residuos de construcción y demolición*. Obtenido de <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/ambiente/control-ambiental-de-residuos-de-construccion-y-demolicion-en-bogota>
- Braungart, M., & McDonough, W. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. United States: North Point Press.
- CCCS. (2016). *Sistemas de Certificación en Construcción Sostenible en Colombia*. Obtenido de Consejo Colombiano de Construcción Sostenible: <https://www.cccs.org.co/wp/haga-parte-del-cccs/comparativo-sistemas-de-certificacion-en-construccion-sostenible-en-colombia/>

CCCS. (s.f.). *Consejo Colombiano de Construcción Sostenible*. Obtenido de Programa LEED en Colombia: <https://www.cccs.org.co/wp/>

Contraloría de Cundinamarca . (2019). *Gestión Integral de los residuos sólidos en el departamento de Cundinamarca*. Obtenido de <http://www.contraloriadecundinamarca.gov.co/images/INFORME%20RESIDUOS%20SOLIDOS.pdf>

DANE. (05 de Junio de 2020). *Boletín Técnico* . Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib_const/Bol_ieac_Itrim20.pdf

DANE. (9 de Octubre de 2020). *Estimaciones de población con base en la conciliación de los censos*. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/censo2018/proyecciones-de-poblacion/Nacional/anexo-proyecciones-poblacion-NacionalArea2018_2070.xlsx

DANE. (10 de Marzo de 2021). *Información IV trimestre 2020*. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/Bogota/Bol_PIB_Bta_IV_trim_20.pdf

DNP. (2018). *Informe de Disposición Final de Residuos Sólidos - 2018*. Bogotá D.C.

González Lizcano, K. L. (2017). *EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS Y CERTIFICACIONES EN CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE ENTRE LAS CIUDADES DE SAO PAULO, BRASIL, Y BOGOTÁ, COLOMBIA*. Bogotá : Universidad Catolica de Colombia. Obtenido de <file:///C:/Users/hp/Desktop/angi%202/tesis/EVALUACION%20DE%20LA%20IMPLEMENTACION%20DE%20TECNOLOGIAS%20Y%20CERTIFICACIONES%20EN%20CONSTRUCCION%20SOSTENIBLE%20%20FINA.pdf>

- Hidalgo Urbina, E. (2018). *Residuos generados en la construcción de viviendas*. Obtenido de <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/45992/3560901543862UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hoornweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). *What a Waste : A Global Review of Solid Waste Management. Urban development series*. Obtenido de World Bank, Washington, DC: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17388>
- Lache, D. F. (2016). *Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en Bogotá (2013 – 2014): LINEAMIENTOS DE GESTIÓN URBANA SUSTENTABLE*. Obtenido de <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00003519.pdf>
- Mercante, I., Bovea Edo, M., Arena, P., & Martinengo, P. (25 de Septiembre de 2009). *II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos* . Obtenido de <http://www.redisa.net/doc/artSim2009/GestionYPoliticaAmbiental/Estudio%20comparativo%20de%20los%20aspectos%20t%C3%A9cnicos%20entre%20la%20legislaci%C3%B3n%20de%20RCD%20en%20Espa%C3%B1a%20y%20Am%C3%A9rica%20Latina.pdf>
- MinAmbiente. (2010). *Edificaciones Sostenibles*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/2054-plantilla>
- Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible. (2016). *Colombia hace parte de los países que se comprometen a frenar el cambio climático* . Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-asuntos-cambio-climatico/2275-colombia-hace-parte-de-los-paises-que-se-comprometen-a-frenar-el-cambio-climatico>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (3 de Marzo de 2017). *Noticias Minambiente*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/2681-minambiente-reglamenta-manejo-y-disposicion-de-residuos-de-construccion-y-escombros>

- Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible. (2018). *Minambiente reglamenta manejo y disposición de residuos de construcción y escombros*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/2681-minambiente-reglamenta-manejo-y-disposicion-de-residuos-de-construccion-y-escombros>
- Miranda, M. O. (2018). *Gestión integral de residuos: Análisis normativo y herramientas para su implementación*. Bogotá: Universidad del Rosario .
- Muñoz Socha, M. M. (Noviembre de 2016). *Universidad Autónoma de México*. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/11334/tesis.pdf?sequence=1>
- Observatorio Ambiental de Bogotá. (2020). *Porcentaje de Aprovechamiento de Residuos de Construcción y Demolición - PARCD* . Obtenido de <https://oab.ambientebogota.gov.co/indicadores/?id=1055&v=l#info>
- Páez Jimenez, C., & Pacheco Bustos, C. (2019). *Guía para el manejo integral de los residuos de construcción y demolición en la ciudad de Barranquilla*. Obtenido de <https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/8725/9789587891232%20eGuia%20para%20manejo%20de%20residuos%20de%20construccion.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Planeación, S. D. (2014). *Política Pública de Ecourbanismo y Construcción Sostenible -PPECS*. Obtenido de Alcaldía de Bogotá: <http://www.sdp.gov.co/gestion-territorial/ambiente-y-ruralidad/politicas/politica-publica-de-ecourbanismo-y-construccion-sostenible-ppecs#:~:text=La%20Pol%C3%ADtica%20P%C3%ABblica%20de%20Ecourbanismo,con%20la%20transformaci%C3%B3n%20de%20un>
- Revista Portafolio . (06 de Agosto de 2017). *Bogotá celebra hoy 479 años. Vea cuál es su aporte a la economía nacional*. Bogotá D.C., Colombia.

- Rodríguez Lozano, F., & Terán Castro, C. (2018). *Formulación de un plan de gestión para el uso de agregados de concreto reciclado en concretos hidráulicos para una empresa constructora en la ciudad de Bogotá*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22581/1/FMRL%20CLTC%20REV%20%2011%2011%202018%20%281%29.pdf>
- Rosero Altamar, A. J. (2020). *La sostenibilidad un camino seguro para la industria de la construcción en Colombia*. Cartagena: Universidad de San Buenaventura.
- Secretaría Distrital de Ambiente . (Septiembre de 2012). *Resolución 1115*. Obtenido de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=49822>
- Sierra Perdomo, N. (Octubre de 2020). *Residuos de construcción y demolición (RCD), construcción en la ciudad de Bogotá y la metodología PMBOK*. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/38030/SierraPerdomoNicol%c3%a1s2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sirera, L. M. (2020). *Economía 4° E.S.O* (José Sande ed.). México D.F: José Sande.
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios . (2019). *Disposición Final de Residuos Sólidos. Informe nacional 2019*. Obtenido de https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2020/Ene/informe_nacional_disposicion_final_2019_1.pdf
- Torres Castañeda, C. A. (2017). *Construcción sostenible y certificación LEED en Colombia*. Obtenido de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7034/1/465230-2017-I-GA.pdf>
- United States Environmental Protection Agency. (s.f.). *EPA*. Obtenido de <https://www.epa.gov/smm/sustainable-management-construction-and-demolition->

