

MANUAL DE PROCESOS PARA REUTILIZACIÓN DEL DESPERDICIO DE
MADERA EN LA CONSTRUCCIÓN EN BOGOTÁ D.C.

LAURA CAROLINA ESTEBAN CANTILLO



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

ARQUITECTURA

ARQUITECTURA

BOGOTÁ D.C

31 DE MAYO 2019

**MANUAL DE PROCESOS PARA REUTILIZACIÓN DE DESPERDICIO DE
MADERA EN LA CONSTRUCCIÓN EN BOGOTÁ D.C**

Laura Carolina Esteban Cantillo

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Arquitecto

Arq. Manuel Fernando Martínez Forero



Universidad La Gran Colombia

Facultad Arquitectura

Programa académico Arquitectura

Bogotá D.C.

Dedicatoria

El presente trabajo de grado está dedicado a cada una de las personas que hizo parte de este proyecto y contribuyó a que el mismo se materializara en un insumo para el aprovechamiento de un material cuyas características y correcta gestión permiten su reutilización en el sector de la construcción trayendo consigo grandes beneficios.

Agradecimiento

De la forma más sincera agradezco a Dios por permitirme ejecutar un proyecto cuya funcionalidad contribuya a la construcción sustentable en la ciudad de Bogotá D.C., guiándome a lo largo del camino para no desfallecer y día a día luchar por culminar esto. Sin él no lo hubiera logrado.

Agradezco especialmente a la empresa Aceros Pensilvania S.A.S. por brindarme los medios para poder estudiar y culminar mi carrera profesional, gracias por cada uno de sus esfuerzos.

De igual forma agradezco a mis padres Gloria y Oscar por apoyarme incondicionalmente a lo largo de mi carrera profesional dándome la fortaleza necesaria para afrontar las dificultades vividas a lo largo de esta experiencia que ha sido totalmente enriquecedora gracias a lo más valioso que he podido recibir de ellos que es su fe y confianza. Ustedes siempre serán mi inspiración para crecer día a día.

También agradezco a mi esposo Julian por día a día creer en mí y ser mi apoyo en los momentos más difíciles, gracias por tu incondicionalidad y motivarme para ser mejor pues resaltas en mi todo lo bueno que pueda tener.

A mis hermanos Any, Aleja y Juanes porque son un claro ejemplo de que la diferencia es aquello que nos construye y hace crecer, espero poderles brindar todo mi aprendizaje, así como ustedes los han hecho conmigo.

Por último, pero no menos importante, a mi profesor y asesor de proyecto el Arquitecto Manual Martínez por ser una pieza clave en la definición de este trabajo y orientarme a lo largo del camino, realmente me ha motivado a materializar esta idea que surgió de un sueño.

Mil gracias a cada uno de ustedes por su incondicionalidad.

Tabla de contenido

Tabla de contenido	5
Resumen	6
Abstract	8
Introducción	9
Tabla 1: Alternativa de gestión de uso de residuos.	9
Justificación.....	11
1. Objetivo.....	14
1.1. Objetivo General	14
1.2. Objetivos Específicos.....	14
2. Marco de referencia.....	15
Figure 1: Consumo de madera en metros cúbicos de madera en troza por metros cuadrados de construcción de vivienda, por estrato socioeconómico.	16
Figure 2: Consumo de madera en metros cúbicos de troza por metros cuadrados de construcción de vivienda, por tipo de producto.....	16
2.1. Antecedentes	17
Figure 3: Flujo general del procesamiento de residuos de la construcción y demolición.	19
2.2. Marco Legal	20
2.3. Marco Conceptual	24
3. Aspectos metodológicos.....	25
4. Propuesta	28
Tabla 2. Resultados de las entrevistas actores directos de la construcción.	29
Tabla 3. Resultados de las entrevistas a carpinteros.	29
4.1. Análisis y Discusión de Resultados.....	37
4.2. Conclusiones	37
4.3. Recomendaciones.....	38
Anexos.....	39
Bibliografía	40

Resumen

El desarrollo de este proyecto de investigación generó una herramienta cuya implementación permita el cumplimiento de la normativa de Residuos de Construcción y Demolición -RCD publicada por la Secretaria Distrital de Medio Ambiente -SDA y decretado bajo la Resolución No 0472-2017 de febrero 28 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017); por medio de procesos que permitan la clasificación y caracterización de los desperdicios de madera en las obras de construcción, específicamente para la ciudad Bogotá D.C.

Bogotá D.C. es la ciudad con más alto consumo de madera para la construcción, en Colombia (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), es por esto que la madera: al ser un material de alto consumo en el sector constructivo, se tomó como base para este proceso de investigación, ya que es de fácil acceso y por consiguiente facilita una investigación más cercana para lograr el desarrollo del manual de procesos conforme a la normativa ambiental, basado en los usos de los desperdicios de madera como alternativa a la disposición final adecuada que actualmente se lleva.

Con respecto a la normativa para lograr aprovechar el 2% de la totalidad de residuos generados en la obra, se hace necesario, identificar los materiales y usos que se le pueden dar posteriormente a la culminación su vida útil. Por lo que se planteó complementarla normativa con un manual que permita identificar que usos podrían llegar a implementarse y como lograr que se pueda cumplir la normativa por medio de la reutilización y/o el aprovechamiento de los desperdicios de madera generados en las obras de construcción, partiendo de su adecuada gestión, facilitando determinar los sobrecostos de los desperdicios, y logrando así disminuir los residuos sin reaprovechar.

Palabras clave: Residuos de Construcción y Demolición, Madera, Construcción, Aprovechamiento, Disposición Final.

Abstract

The development of this research project generated a tool that allows compliance with the regulations of Construction Waste and Demolition -RCD published by the Secretaría Distrital de Medio Ambiente -SDA and decreed under Resolution No. 0472-2017 of February 28 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017) through processes that allow classification and characterization of the wood waste in the constructions, specific for the city Bogotá D.C.

Bogotá D.C. is the city with the highest consumption of wood for construction, in Colombia (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) , and wood is a high consumption material in the construction sector, because that it was selected for this research process, since this material is easily accessible and allows closer investigation to achieve the development of the processes manual in accordance with environmental regulations, based on the uses of wood waste as alternative to the final disposition that is currently present.

Taking in consideration the mentioned regulations, and in order to reuse 2% of the total waste generated in the construction site, it is necessary to identify the materials and uses that can be given after the end of its useful life. This regulation, among other aspects, gives us some guidelines for the proper disposal of these wastes, however it is important to complement with a processes manual that identifies which uses could be implemented and how to achieve the goals of the regulation integrating a proper management of wood waste generated in the construction works, determining the over costs of the wastes, and achieving to get less waste material without reuses.

Keywords: Waste from Construction and Demolition, Wood, Construction, Utilization, Final Disposition.

Introducción

La investigación se realiza con el fin de poder definir las características de los materiales de madera, que se pueden reutilizar de los desperdicios de las obras y su integración en la misma, para generar el manual de procesos de reutilización en obra como herramienta para cumplir con el porcentaje que exige la normativa; permitiendo por medio de esta herramienta determinar los sobrecostos de los desperdicios generados y pueda ser un facilitador en los procesos de certificación.

La normatividad referente a los RCD identifica las siguientes problemáticas a tratar para poder tener conciencia de daño ambiental y por ende proceder con el cumplimiento de la misma, a saber:

Tabla 1: Alternativa de gestión de uso de residuos.

RESIDUO	ALTERNATIVA DE USO
CONCRETOS	Reutilizar como masa para rellenos
	Reutilizar como suelo en carreteras
	Reciclar como grava suelta
	Reciclar para producción de morteros y cemento.
	Reciclar como granulado
CERÁMICOS	Reciclar como adoquín
	Reciclar como fachada
	Reciclar para acabados
ASFALTO	Reutilizar como masa para rellenos
	Reciclar como asfalto
METALES	Reutilizar para aplicación en otros productos
	Reciclar como aleación
MADERA	Reutilizar para casetones, vallados y linderos
	Reciclar para tableros y aglomerados
VIDRIO	Reciclaje para vidrio
PÉTREOS	Reutilizar como áridos finos y gruesos
PLÁSTICOS	Reciclar como plásticos
TEJAS, BLOQUES, ENTRE OTROS	Reciclar como bases para nuevos productos
TIERRA DE EXCAVACIÓN	Reutilizar como relleno y recuperación de talud
	Estabilización de suelos
ELEMENTOS ARQUITECTONICOS	Reutilizar como nuevos productos

Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente –SDA.

En este sentido es importante tener en cuenta algunos datos que permitan contextualizar la problemática ocasionada por la generación de RCD y su disposición final inadecuada, a saber (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2014):

- En Colombia la industria de la construcción consume el 40% de la energía, genera el 30% del CO₂, y el 40% de los residuos.
- La construcción consume el 60% de los materiales extraídos de la tierra.
- En el país se producen más de 22 millones de toneladas de residuos de construcción.
- Según los estudios realizados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el 2011, se produjeron en las ciudades principales 22.270.338 toneladas de residuos de construcción y demolición -RCD.
- En la construcción se desperdicia el 20% de todos los materiales empleados en obra.
- Se pretende que los grandes generadores de residuos aprovechen un porcentaje no inferior al 2% del peso total de los materiales usados en una obra.

Justificación

En Colombia el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible decreta la normatividad referente a los Residuos de Construcción y Demolición -RDC, con el fin de reglamentar la reutilización de los materiales de obras para su mejor disposición, promoviendo el cumplimiento normativo y contribuir con el medio ambiente. En este sentido el decreto establece las siguientes generalidades (Secretaria Distrital de Medio Ambiente -SDA):

- La norma aplica para personas jurídicas y naturales que generen, recolecten, transporten o almacenen residuos de construcción y demolición.
- Los residuos peligrosos se regirán por la norma ambiental.
- Reutilización, tratamiento y reciclaje con el fin de su incorporación al ciclo económico.
- Menciona que es lo que se debe hacer como: transporte del material, puntos donde se debe llevar el material, programas donde está la información donde contiene las actividades que se deben hacer para garantizar la gestión; cuales son los residuos y tipos de residuos.
- Esta direccionado a la escombrera.
- La normativa hace referencia a las actividades como; prevención y reducción; recolección y transporte; almacenamiento; aprovechamiento; disposición final.
- Categorización según el impacto ambiental de los residuos.
- Determina que propósito y que significa; Reutilización, reciclaje, gestión de los residuos peligrosos.
- Da unas alternativas para uso de materiales.

De acuerdo a las investigaciones realizadas sobre la normatividad legal vigente para la reutilización de los Residuos de Construcción y Demolición, se identificó que en la mayoría los residuos son catalogados como si su proceso y procedencia fueran los mismas, lo cual no es cierto, ya que se encuentran diferentes características en cada proceso que resultan de vital importancia al momento de su reutilización. En este sentido la demolición es un proceso mediante el cual se procede a tirar abajo o destruir de manera planificada un edificio o construcción en pie (DEFINICION ABC, 2007); en el cual no es muy probable encontrar residuos de construcción que sean aprovechables y/o reutilizables debido a que todos se encuentran mezclados, caso contrario en los residuos de construcción, puesto que estos son el resultado del uso de los materiales y el excedente que no es usado, donde el día a día determina la cantidad de residuos y su acceso es directo, lo que permite una fácil manipulación para implementar buenas prácticas en las obras sobre la separación y clasificación de los materiales, en este caso la madera. (Recytrans S.L., 2013)

En la entrevista con el Arq. Walter Barreto (Barreto, 2018), se identificó problemáticas en la parte de patrimonio como:

- No existe una clasificación muy clara sobre los estados de la madera.
- No existe un manual sobre como separar la madera para reutilizarla en otras obras y/o en los mismos elementos de patrimonio.
- Algunas especies de madera ya no existen y es complejo la restauración cuando se tienen estas especies extintas.
- No existen procesos que dé a conocer como limpiar, clasificar y almacenar la madera para su reutilización.

El manual de procesos pretende ser una guía básica y eficaz, en la cual se diferencien que son residuos de construcción y de demolición que actualmente son interpretados con la misma caracterización, pero tienen usos y características diferentes.

Por las razones anteriores es indispensable la realización de esta investigación para el desarrollo de buenas y mejores prácticas en las obras de construcción.

1. Objetivo

1.1.Objetivo General

Desarrollar un manual procesos para la reutilización de los residuos de madera generados en las obras en la ciudad de Bogotá D.C. que permita cumplir con 2% que exige la normatividad ambiental vigente en cuanto a los Residuos de Construcción y Demolición.

1.2.Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de las obras y por qué no se hace posible cumplir con la normativa, con respecto a la reutilización de la madera.
- Identificar las características de los materiales de madera a reutilizar de los desperdicios de obras.
- Identificar los usos que se le pueden dar a los residuos de madera por medio de un adecuado manejo y clasificación de los desperdicios generados en las obras de construcción.
- Crear un manual de procesos para la reutilización de los desperdicios de madera.

2. Marco de referencia

Esta investigación, busca complementar con un manual de procesos el cual se planteada con el fin de mejorar y complementar la normativa residuos de construcción y demolición (RCD), caracterizando las diferentes fases de la construcción y desperdicios en la misma, con relación a la madera y sus usos; para mejorar las prácticas de manejo, adecuación y disposición de la madera; la importancia de la madera en las obras de patrimonio arquitectónico, puesto que algunas especies de madera ya no existen, o no se consiguen y en algunos casos su explotación es ilegal.

Se identifica que faltan mecanismos más contundentes y efectivos en cuanto a la disposición final de los residuos, puesto que es necesario y obligatorio reciclar y reutilizar en las obras de construcción, pero en lo establecido en la normativa solo da unos lineamientos generales, mas no un enfoque que integre o vincule de forma directa a las constructoras ya sean obras privadas o públicas; por lo cual se hace necesario la investigación y el análisis de los materiales más accesibles y que permitan una fácil reutilización, manejo y disposición en la obra de construcción, por medio de un manual de procesos que integre el paso a paso y la evaluación de costos y beneficios de los desperdicios generados en las construcciones que utilicen madera.

Según las estadísticas sobre el uso de la madera en la construcción encontramos las siguientes graficas que permite identificar el porcentaje que hace parte en la construcción y el uso en acabados.

Figure 1: Consumo de madera en metros cúbicos de madera en troza por metros cuadrados de construcción de vivienda, por estrato socioeconómico.

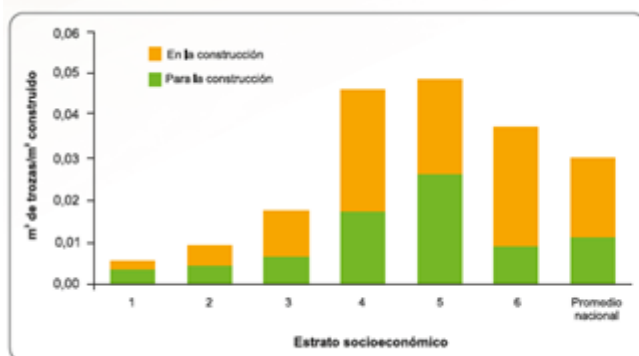


Figura 1. Consumo de madera en metros cúbicos de madera en troza por metros cuadrados de construcción de vivienda, por estrato socioeconómico (m³ de trozas/ m² construido)

Fuente: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016)

Figure 2: Consumo de madera en metros cúbicos de troza por metros cuadrados de construcción de vivienda, por tipo de producto.

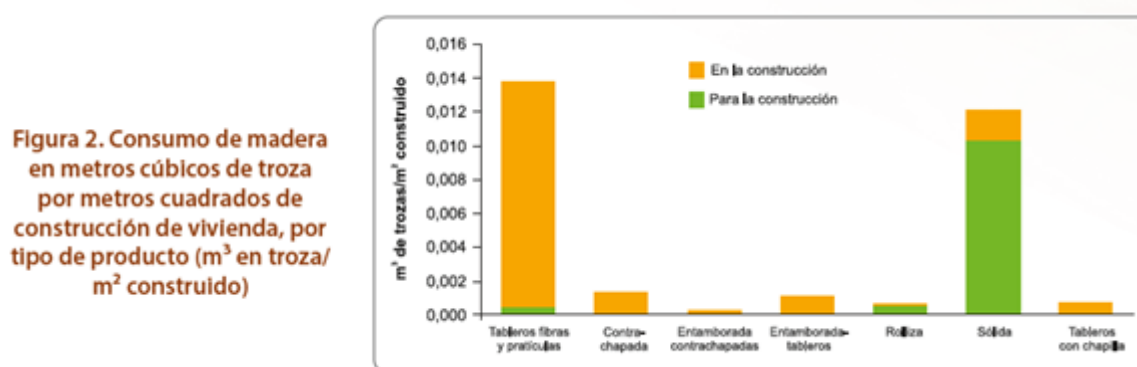


Figura 2. Consumo de madera en metros cúbicos de troza por metros cuadrados de construcción de vivienda, por tipo de producto (m³ en troza/ m² construido)

Fuente: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016)

De acuerdo a las anteriores ilustraciones se puede observar que existe un gran porcentaje del uso de la madera en los estratos 4, 5 y 6, adicional es posible identificar los materiales de los cuales salen los desperdicios y que podrían reutilizarse. Cabe anotar que en la presente investigación se realizaron consultas en las páginas oficiales de Camacol, al igual que en la Cámara de Comercio de Bogotá y otras entidades reconocidas, encontrando como resultados que no están establecidos los porcentaje del desperdicio de madera del gran total del 20% de los desperdicios generados a causa de la construcción; por lo cual es importante indagar sobre la madera, puesto que en la Guía para la elaboración del Plan Gestión Integral de Residuos

de Construcción y Demolición (RCD) en obra (Alcaldia Mayor de Bogota D.C. , 2014), no se encuentra caracterizado e identificado el manejo adecuado de la madera

2.1.Antecedentes

El presente trabajo analiza los desperdicios de madera ocasionados por la construcción y define cuáles son sus características. El porqué de la importancia de la madera en la construcción y su incidencia en el porcentaje total de desperdicios generados en Bogotá; se puede identificar en las construcciones cuanto es su consumo de madera y su desperdicio total y como es su proceso, para la implementación de buenas prácticas para el manejo y la disposición de los residuos. Como en algunos países si funcionan los centros de acopio cercanos a las obras y porque en Bogotá no se ha podido implementar que se cumpla con la normativa mínimo de reutilización de la madera de un total, poder reutilizar el 2%, cuales son los pros y los contras para implementar la normativa en la construcción.

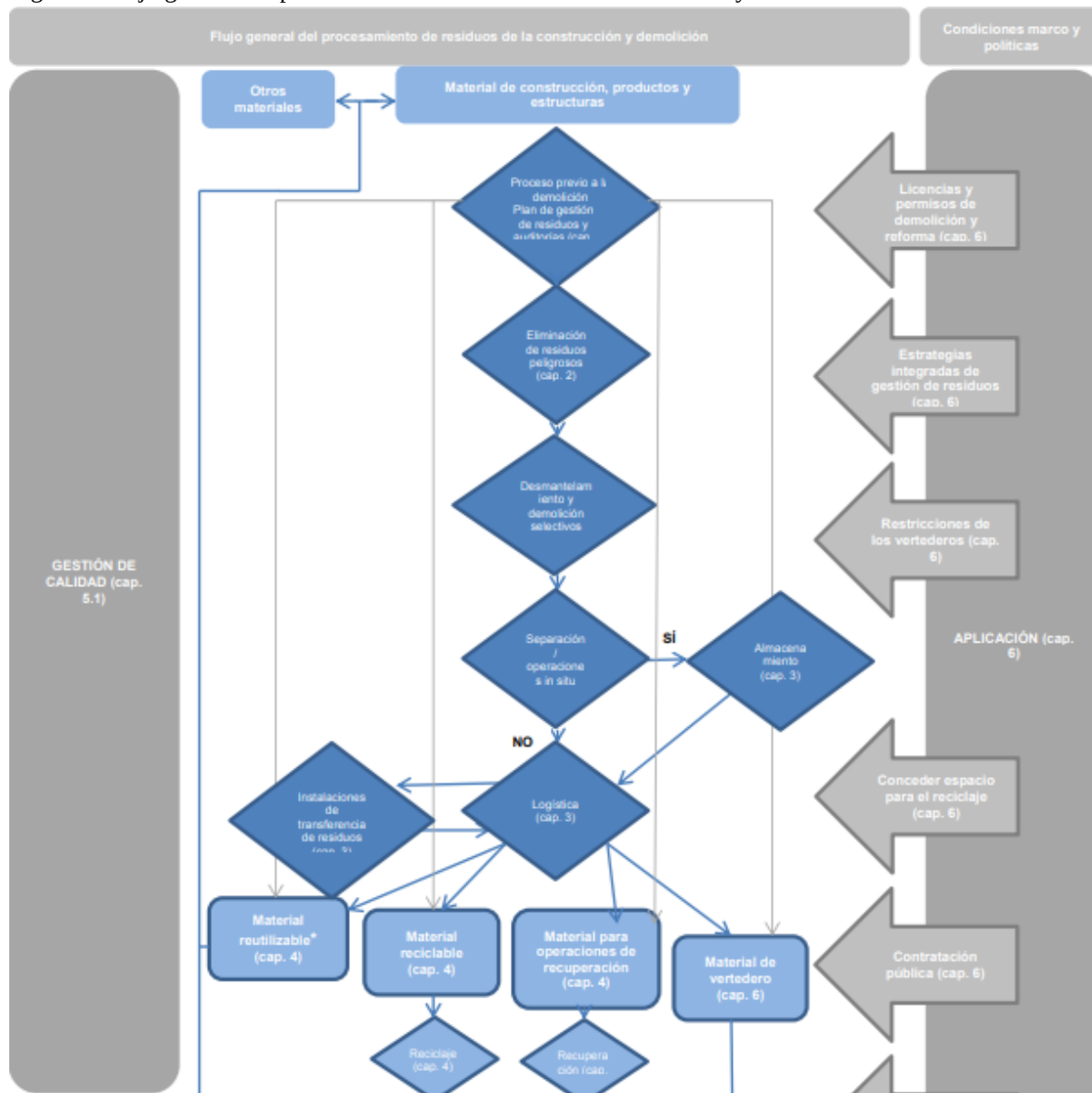
Que beneficios se podrían adquirir con la implementación de la norma, ya que según las estadísticas tenemos que la construcción consume el 60% de los materiales naturales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible); y de este porcentaje como contribuye la madera a su proceso de reutilización cuando se generan los desperdicios; al no existir una cifra que nos determine cuanto es su porcentaje de reutilización se hace necesario el desarrollo de mecanismos de medición para saber cuánto es porcentaje de reutilización y cumplimiento al igual que los costos indirectos de la obras y cuál es su solución para disminuir esta cantidad de residuos por construcción.

En Colombia se tiene establecido un manual sobre la madera en general y su caracterización (WWF, 2013), el cual nos da unos lineamientos sobre las maderas que se utilizan en la

construcción y su uso; con esta información podemos caracterizar los tipos de madera que quedan en obra como parte de residuos, lo que no es claro que proceso se debe hacer para que la madera pueda continuar su ciclo y completar toda la cadena de vida; esto con el propósito de determinar en qué momento se está desperdiciando la madera y si sus causas para no reutilizar depende de la manipulación o del estado en general de la obra, a lo que se refiere esta temática, en algunos casos cuando la madera es utilizada en obra para encofrar, fundir y como vigas, columnas y demás, si al finalizar con la labor establecida se arroja o se almacena de forma inadecuada, la madera pierde la posibilidad de ser reutilizada ya sea en la misma obra, para la industria o en otras obras para poder continuar con su ciclo, ya sea en otras funciones y no directamente en la construcción. (Recytrans S.L., 2013). Si no se realiza una buena práctica en los procesos los residuos de madera en general van a las escombreras en el mejor de los casos y en otros los arrojan a los botaderos y/o a las periferias de la ciudad, ocasionando contaminación y deterioro del paisaje urbano.

De acuerdo a la investigación realizada, se encontró un manual de la unión europea, Protocolo de gestión de residuos de construcción y demolición en la UE (Comision Europea, 2016), en el cual están establecidos unos parámetros para la caracterización de los residuos de demolición y construcción; también se evidencia un orden de logística y programación para su debido uso, como se puede observar en el siguiente cuadro.

Figure 3: Flujo general del procesamiento de residuos de la construcción y demolición.



Fuente: (Universidad Nacional del Nordeste, 2004)

Para la proyección de la transformación del material de desperdicio por demolición y construcción, en este caso la madera la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE, realizó una investigación sobre el proceso de la madera en la fase de reutilización y su debido proceso para a adecuada reutilización, tal como lo podemos ver en la siguiente imagen (Universidad Nacional del Nordeste, 2004).

2.2.Marco Legal

Normativas aplicadas para la construcción en Madera; reutilización y aprovechamiento de los desperdicios.

Normatividad en otros países:

En países más desarrollados que tienen una política implementada a nivel mundial y al traerla a Colombia no fue interesante y por ende no la aplicaron, algo que es un poco perjudicial para el medio de ambiente, puesto que en los programas de reciclaje en Brasil, estados unidos, Japón y Alemania, ya está el sistema de Gestión urbana de las naciones unidas PGU (CEPAL, 2003).

Si se crearan políticas bien claras y definidas sobre la importancia del medio ambiente en la construcción desde su inicio y se determinara ha cuanto equivale este porcentaje de desperdicio en su totalidad se podría crear conciencia de la importancia de reutilizar los desperdicios.

Según los estudios realizado en Sao Paulo - Brasil por el Arq. Pinto, se pueden reciclar 300 toneladas diarias en promedio si se tienen más cerca los centros de recolección a las obras de construcción. (WIEGO, 2011)

En Colombia existen centros de acopio que cumplen con la normativa, en algunos casos quedan a recorridos entre 2 horas a 2 horas y media de las obras de construcción y en otros casos los centros especializados están ubicados en otras ciudades como Eco ingeniería ubicado en la ciudad de Cali, es un centro de acopio muy tecnificado y utiliza los escombros para generar nuevos productos, como todas las empresas encargadas de los escombros

pueden ser públicas o privadas, al final en general todas deben cumplir con la normativa, en alguna de ellas podemos ver todo el proceso, como en otras simplemente no se sabe en que terminan los escombros así la normativa tenga las directrices de la finalidad, para estos casos cobra gran importancia que en las obras de construcción se pudiera realizar procesos de reutilización con el fin de ahorrar costos y dar un manejo real a estos residuos y/o escombros. (ECOINGENIERIA S.A.S.)

Normativa de construcción Colombiana de diseño y construcción sismo resistente NSR-10.

- El título G: “Edificaciones en madera” NSR 98, paso a llamarse “Estructuras de madera y estructuras de guadua” en la versión de la NRS 10. Dentro de esta normativa encontramos los capítulos desde el G.1 hasta el G.12; las generalidades presentadas en la normativa están dadas al capítulo 1 en relación con:
- G.1.1.3 — Esta norma se puede complementar con la Norma Técnica Colombiana NTC 2500 Uso de la Madera en la construcción, publicada por el ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, la cual se ocupa de la madera como material de construcción y de los procesos industriales y tratamientos, así como de los requisitos de fabricación, montaje, transporte y mantenimiento de elementos de madera. (Construdata-LEGIS, 2010)

Esto nos da un punto de partida sobre la utilización de la madera en Colombia y la normativa NSR10 con respecto a si son estructurales o no y ciertas características, puesto que la madera en las construcción está caracterizada por los usos, para ello es determinante conocer en qué proceso constructivo la estamos utilizando y si es la forma adecuada; con relación a que

desperdicios estamos generando dependiendo del sistema constructivo, lo cual es de gran apoyo para poder clasificarlos en las obras de construcción que utilice la madera..

Normatividad ambiental de Orden Nacional:

- Resolución 541 de 1994: “Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación”.
- Decreto 948 de 1995: “Reglamenta la prevención y control de la contaminación atmosférica y protección de la calidad del aire”.
- Decreto 1713 de 2002: Artículo 44 “Recolección de escombros. Es responsabilidad de los productores de escombros su recolección, transporte y disposición en las escombreras autorizadas. El Municipio o Distrito y las personas prestadoras del servicio de aseo son responsables de coordinar estas actividades en el marco de los programas establecidos para el desarrollo del respectivo Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS”.
- Ley 1259 de 2008: “Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros”.
- Resolución del 3 de marzo 2017, en la cual reglamenta la gestión integral de los residuos de construcción y demolición o escombros en el país, para disminuir las afectaciones en el ambiente como la contaminación del aire, el agua, el suelo y el paisaje”. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible).

En la normatividad no es clara la información sobre el aprovechamiento o no están definidos los parámetros que se deben generar para que sean eficientes y eficaces en aprovechar, reciclar y reutilizar los materiales de construcción.

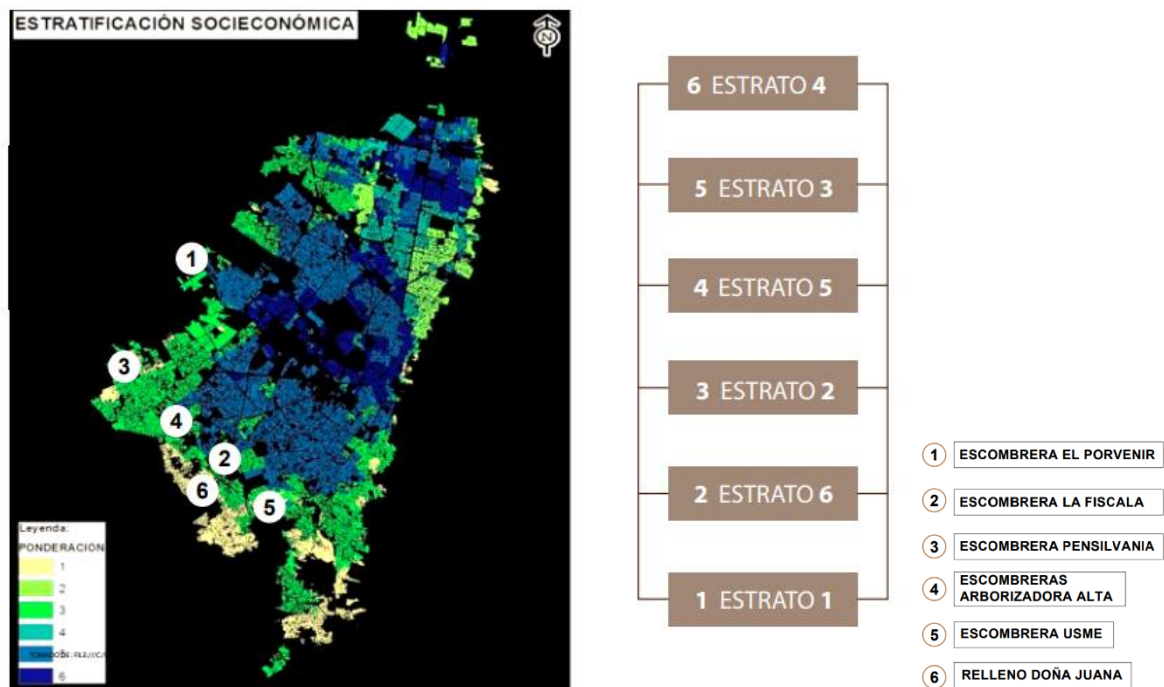
Normatividad ambiental de Orden Distrital:

- 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 85 “Por el cual se expide el Código de Policía de Bogotá”. Guía para la elaboración del Plan Gestión Integral de Residuos 10 de Construcción y Demolición (RCD) en obra.
- 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”.
- Acuerdo 417 de 2009: “Por medio del cual se reglamenta el comparendo ambiental en el Distrito Capital y se dictan otras disposiciones”.
- Resolución 01115 de 2012: “Por la cual se regula técnicamente el tratamiento y/o aprovechamiento de escombros en el Distrito Capital”.
- Resolución 1138 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.” (Alcaldia Mayor de Bogota D.C. , 2014)

2.3.Marco Conceptual

Ubicación de las escombreras.



Fuente: (Alcaldia Mayor de Bogota, 2015) y (Ramirez Salgado, 2009)

3. Aspectos metodológicos

Se realizó investigaciones sobre las normas a nivel internacional sobre el manejo ambiental de los residuos ocasionados por la construcción y su normativa con respecto a los RCD; lo que permitió identificar la estructura funcional y de documentación que manejan estas normativas que les permite controlar los residuos generados por medio de decretos y multas a nivel de cada territorio.

Se realizó investigaciones en fuentes especializadas en Colombia en el campo de la construcción, para identificar la cantidad de desperdicios generados por cada material usado en construcción, lo cual solo arrojó sobre ciertos elementos como lo es el vidrio, el hierro, el concreto y no se encontraron datos específicos sobre la madera; así mismo se investigó sobre la normativa RCD y sus directrices para el manejo de la madera, encontrándose en la misma una carencia de procesos para el tratamiento de este material, por lo tanto se hizo necesario realizar un levantamiento de información en campo enfocándose en el gremio de la construcción, mediante entrevistas que evidenciaron el desconocimiento de la norma.

De estas entrevistas también se encontró que no se realizan procesos adecuados ni documentados, en lo referente a la reutilización de los desperdicios generados. Para poder identificar el uso que se le puede dar a los desperdicios de madera, se realizaron entrevistas a otros gremios que utilizan madera y/o actores secundarios de la construcción, como son los carpinteros.

Se analizó la información encontrada para poder determinar cuáles son las características de la estructura general de la herramienta que permita cumplir con la norma.

Finalmente se diseñó la herramienta que permita facilitar los procesos para la reutilización de los residuos de madera en obra consolidándose en un manual.

Formulación de preguntas para la entrevista.

Entrevistas para constructores y/o directores de proyectos:

Preguntas a constructores (tipo A):

1. ¿Utiliza la madera? ¿En que la utiliza?
2. ¿Tiene un plan o programa para la separación de los residuos de madera?
3. Si la anterior pregunta es positiva, describa en que consiste.
4. ¿Conoce la normativa residuos de construcción y demolición RCD?
5. Si la respuesta anterior fue positiva, describa su aplicación en los proyectos desarrollados. ¿Qué problemas ha tenido?
6. ¿Sabe cuánto es el desperdicio de madera en las construcciones realizadas?
7. Si la respuesta anterior fue positiva, de un aproximado en volumen / cantidad.

Preguntas a residentes de obra (tipo B):

1. Años de experiencia en la construcción.
2. ¿Maneja o ha manejado madera en la construcción?
3. Si la anterior respuesta fue positiva, describa en que fases de la obra la utiliza y su uso.
4. ¿Sabe de algún programa o normativa sobre el manejo de los residuos de madera? Si la respuesta fue positiva mencione el nombre de la norma o el programa que maneja.
5. ¿Tiene alguna información o clasificación sobre la madera?

6. ¿Sabe sobre el proceso de recolección de residuos de madera y su finalidad?
7. Si la anterior respuesta fue positiva describa su proceso.
8. ¿Qué tipos de madera conoce?

Para conocer las respuestas de cada una de las entrevistas dirigirse al Anexo 1.

4. Propuesta

De acuerdo a los análisis realizados a las normas a nivel internacional se encuentra que en la actualidad se piensa en la construcción como un todo lo que ha llevado a regular e implementar normas que permitan mitigar la problemática ambiental, con base a una adecuada reutilización de los materiales se puede contribuir con el medio ambiente, para esto es necesario conocer sus propiedades y características, las posibles uniones y combinaciones entre ellas, el concepto estructural y la tecnología constructiva, sin dejar de lado el factor económico, considerando que el costo de los materiales en una obra representa el 50% del costo total de un proyecto. Los materiales con menor impacto ambiental, para su empleo en construcción, deben incorporar criterios de sostenibilidad ambiental, como alta eficiencia energética, durabilidad, recuperabilidad, recursos renovables, empleo de tecnología limpia y valorización de residuos (Pertuz, Construcción y medio ambiente, 2010).

En los resultados encontrados al analizar la norma actual que rige para Colombia mediante Resolución del 3 de marzo 20177, que determina que las construcciones deben reutilizar un porcentaje no inferior al 2% del desperdicio total generado (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017), busca dar solución a la problemática ocasionada por los desperdicios que genera la construcción, encontrándose en la misma una ausencia del detalle en los procesos para la caracterización y documentación que permita cumplir con la normativa actual; esto está sujeto a las respuestas dadas en las entrevistas realizadas a 57 personas que están directamente relacionadas con el gremio de la construcción como lo son los constructores, contratistas y residentes de obra según Tabla 2.

RESULTADOS DE LAS ENTREVISTAS

ENTREVISTAS A CONSTRUCTORES, CONTRATISTAS Y RESIDENTES DE OBRA

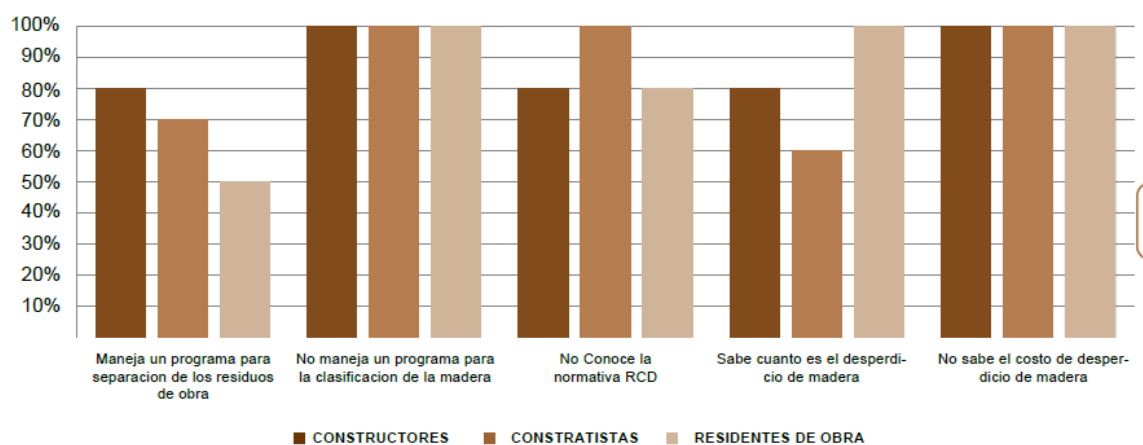


Tabla 2. Resultados de las entrevistas actores directos de la construcción.

Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS ENTREVISTAS A CARPINTEROS

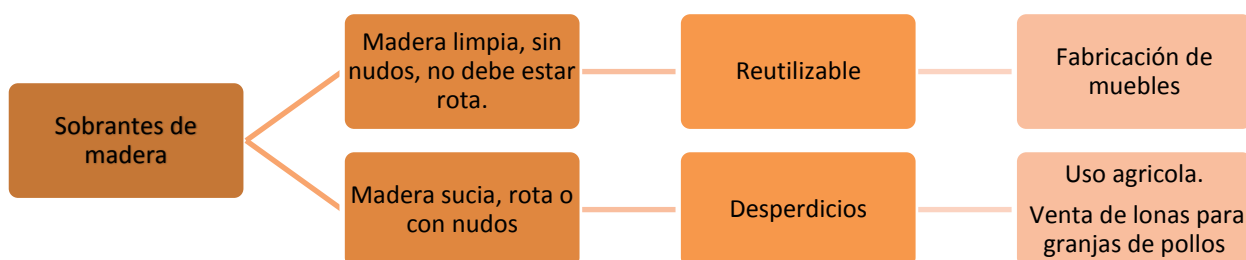


Tabla 3. Resultados de las entrevistas a carpinteros.

Fuente: Elaboración propia

Al realizar las entrevistas al gremio que utiliza la madera, como los carpinteros se identificaron unas características y condiciones particulares para que la madera pueda ser reutilizada, reincorporada y recuperando así el mayor porcentaje de los residuos generados, con un proceso de reciclaje y reutilización de la madera que ha terminado una vida útil.

Por la falta de un proceso que hagan posible cuantificar y tipificar los desperdicios generados, no es medible cuanto material está siendo reutilizado; sin embargo si se descubre que si se contará con una herramienta adecuada sería posible cuantificarlo, documentarlo y realizar seguimiento de estos procesos, buscando generar un vínculo entre la fuente de retal de madera (obra) y un segundo uso, esto responde a que la construcción maneja diferentes capítulos de obra, en la mayoría de estos capítulos se utiliza madera, este recurso con un adecuado manejo y clasificación puede ser reutilizado en la misma obra, en otras obras o como insumo en la industria, materia prima para derivados de la madera, agroindustria (caballerizas, galpones entre otros) y material combustible, lo que genere un ahorro por compra y venta del material, evita sobre costos de transportes para el envío a las escombreras, con la implementación de buenas prácticas y su registrado pueden ser presentadas como prueba al cumplimiento de la norma, obtención de puntos verdes y/o como apoyo para la obtención de certificaciones que les permitan cumplir con la norma actual y beneficiarse mediante la determinación de los costos de los desperdicios y su disminución.

Para por lograr el desarrollo de la herramienta y que quedé documentado de forma clara y concisa se realizaron las siguientes directrices para su manejo y control así:

Se dan las definiciones correspondientes; esto con el fin de aclarar que los residuos de construcción deben tener otro manejo a los residuos de demolición y complementando con la parte patrimonial, ya que por ser una herramienta que está enfocada a la reutilización de los desperdicios de madera y para poder ser más concreto a la hora de medir el desperdicios y su reutilización se propone la siguiente clasificación:

- Obra Nueva:

La madera usada en esta fase de la obra puede estar en acabados, estructura o como obra falsa, al contar con cualidades como; color, forma, textura y dureza, por lo que permite que en esta fase de la construcción se encuentre variedad y cuyos desperdicios puedan ser reutilizados en otras fases de la misma obra, en otras obras o en otros aspectos que no sean necesariamente la construcción.

- Patrimonio:

En los Bienes de Interés Cultural (BIC), las maderas encontradas obtienen un valor determinado por su antigüedad, en algunos casos inexistentes o en vía de extinción, lo que hace que al ser encontradas en estas construcciones sea más complejo su manejo y manipulación.

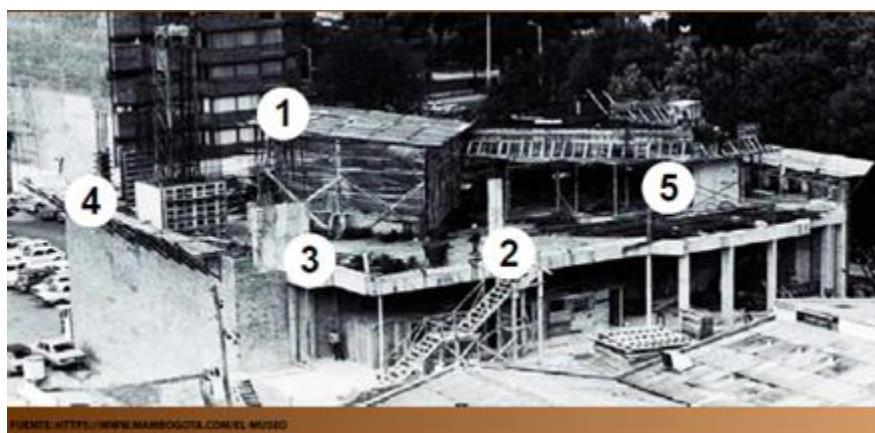
- Demolición:

Desmantelamiento de la edificación antes de su demolición; esto con el fin de poder reutilizar elementos que aun sirven para nuevas construcción, o para remodelación.

Para lograr unas buenas prácticas se deben tener en cuentas unos procesos específicos que sean claros y de fácil interpretación para lograr consolidar el manual, se propone unos lineamientos así:

1. Disposición Específica: por cada capítulo de obra se identifica en que se usa la madera y como se puede aprovechar los desperdicios generados.
2. Manejo: Paso a paso de acuerdo a la actividad realizada.
3. Clasificación: Ordenamiento según los desperdicios generados, según la fase de obra de cada capítulo.
4. Re-utilización: Aprovechamiento de los residuos ya clasificados.
5. Sub capítulos: Sujeto a la fase de obra ejecutada, la cual en algunos casos requiere se completada para un adecuado desarrollo en obra.

De acuerdo a los lineamientos anteriores se propone un análisis grafico sobre el uso de la madera en Obra Nueva así:



1. Campamento temporal: Madera aserrada.
2. Camillas para fundición de placa.

3. Tablas como testeros para fundición de escaleras.

4. Tablas como barrera de protección temporal.

5. Planchones para andamios temporales.

Al momento de tener los desperdicios generados en esta fase de la obra es indispensable realizar unas buenas prácticas para su posterior aprovechamiento y/o reutilización, se propone el siguiente modelo de clasificación así:

CLASIFICACION MADERA												
# ID	MEDIDA			COLOR	ESTADO DE LA MADERA			ORIGEN				UTILIZADA
	BASE	ALTO	LONGITUD		BUENA	REGULAR	DESCARTADA	OBRA FALSA	ESTRUCTURAL	ACABADOS	CERRAMIENTO	
C.M # 1												
C.M # 2												
CANTIDAD					VER CAPITULO 2.1.1 MANEJO			REVISAR DE QUE PARTE DE LA OBRA ES LA MADERA 				EN QUE FUE USADO EL DESPERDICIO

El cuadro anterior nos permite:

1. Identificar el trozo de madera, con un # de clasificando por medio de una identificación específica para esta fase de obra.

2. Según las medidas puede identificar con rapidez su posterior uso.

3. De acuerdo al manejo se pudo determinar con anticipación cual se puede usar.

4. Se puede determinar su dureza y posterior re-utilización.

Para hacer más eficaz y eficiente el proceso de clasificación se realizan teniendo en cuenta la etapa de la obra un sub capítulo que permite caracterizar de la madera más al detalle de la

pieza, para lograr este detalle de tipificación se propone el siguiente método de clasificación para acabados:

CLASIFICACION DESPERDICIOS								
# ID	MEDIDA			COLOR	ESTADO DE LA MADERA		REUTILIZA	
	BASE	ALTO	LONGITUD		BUENA	REGULAR	SI /USO	NO
C.D # 1								
C.D # 2								
IDENTIFI- CACION					REVISAR SEGUN LA CARACTERISTICA		EN QUE FUE USADO EL DESPERDICIO	

Con el cuadro anterior se puede determinar su reutilización, ya sea en la misma obra, en otras obras y/o en la industria.

Para documentar el proceso de reutilización y cumplimiento de la norma se requieren tablas de procesos que permita cuantificar los desperdicios; para lograr que se lleve a cabo este registro se debe tener una planilla de seguimiento que contenga:

1. Diagnóstico de la madera usada en obra.
2. Medición de desperdicios en volumen y cantidades.
3. Facilitar y mejorar las buenas prácticas en obra.
4. Tener conocimiento de los costos de desperdicio y sus beneficios en cuanto a la reutilización.

Para que todo lo anterior se consolide se propone utilizar las siguientes plantillas según la fase de obra, teniendo en cuenta estos formatos propuestos que se integren y documenten el debido proceso cumpliendo con las características anteriormente mencionadas:

- Clasificación de la madera de y para Obras Patrimoniales:

# ID	CLASIFICACION MADERA EN PATRIMONIO										
	CALIDAD			ELEMENTO ENCONTRADO			ESTADO DE LA MADERA			EN DONDE SE REMPLAZO	
	COLOR	ESTRUCTURAL	ACABADOS	TECHOS	VENTANAS	PUERTAS	BUENA	REGULAR	DESCARTADA	REUTILIZADA DE LA MISMA OBRA	REUTILIZADA OTRA OBRA
C.P # 1		X							X	X	
C.P # 2			X						X		X
C.P # 3			X					X		X	
C.P # 4		X					X				X
C.P # 5		X					X			X	
C.P # 6			X				X				X
C.P # 7		X					X			X	
C.P # 8			X					X		X	
C.P # 9											

1. Reutilizada de la misma obra: Son otros elementos que no ya no cumplen con su función estructura pero se usa en la Misma obra ya sea para restauración y/o obra falsa.

2. Reutilizada otra obra: Son elementos que fueron traídos de otras construcciones.

En esta calificación se destaca que al ser maderas casi inexistentes y que por medio de un buen proceso de manejo y clasificación pudieron ser encontradas para su posterior uso.

- Clasificación de la madera para Demolición:

# ID	MADERA EN DEMOLICION										
	ESTADO DE LA MADERA			ELEMENTO ENCONTRADO						TIPO DE ELEMENTO REUTILIZADO	
	BUENA	REGULAR	DESCARTADA	PISO	TECHOS	VENTANAS	PUERTAS	BARANDAS	OTRAS	DE OTRAS OBRAS	DE LA MISMA OBRA
M.D # 1	X									X	
M.D # 2		X								X	
M.D # 3			X								X
M.D # 4			X								X
M.D # 5	X										X

1. Revisar los elementos de madera e identificar los que estén en buen estado y clasificarlo según tipo.

2. Recogerlos y/o retirar los elementos de madera en buen estado antes de realizar la

Demolición.

- Clasificación de la madera en Demolición:

Para poder documentar la información es necesario tener un cuadro general que agrupe todos los elementos para así saber su costo, se propone de forma opcional la siguiente planilla.

CLASIFICACION MADERA												
# ID	MEDIDA			COLOR	ESTADO DE LA MADERA			ORIGEN				
	BASE	ALTO	LONGITUD		BUENA	REGULAR	DESCARTADA	OBRA FALSA	ESTRUCTURAL	ACABADOS	CERRAMIENTO	UTILIZADA
C.M # 1												
C.M # 2												
C.M # 3												
C.M # 4												
C.M # 5												
C.M # 6												
C.M # 7												
C.M # 8												
C.M # 9												
C.M # 10												
C.M # 11												
C.M # 12												
C.M # 13												
C.M # 14												
C.M # 15												

Como conclusión del proceso investigativo se identifica que se hace necesario implementar un manual de procesos de fácil manipulación, interpretación y aplicabilidad que permita clasificar, medir y cuantificar los desperdicios generados en la construcción, para el caso específico de la madera por intervenir en diferentes fases de la obra. El manual debe ser un elemento de soporte para el cumplimiento de la normativa y aporta varios beneficios tanto económicos como ambientales. Para consultarlo diríjase al Anexo 3.

4.1. Análisis y Discusión de Resultados

Al proponer una herramienta que complemente la práctica que no tiene la norma actual, se realizó con base a las investigaciones y entrevistas realizadas, las cuales determino que el incumplimiento de la norma está determinado por la carencia de procesos documentados que puedan ser de fácil aplicabilidad en las construcciones, de acuerdo a unos parámetros de calificación y su debida reutilización, a causa de esta falta de información, el manual para la reutilización de desperdicios de madera, suple y unifica todo el paso a paso, con su debido proceso de fácil manejo, acceso y distinción en cada capítulo o fase de obra que se esté realizando, propendiendo al cumplimiento de la norma con unos mecanismo de control que se pueden registrar en cada proceso realizado. .

Estos procesos de manejo, clasificación, reutilización y como adicional la evaluación de costos y beneficios, se realizó con base a las investigaciones presentadas que determino las base fundamental para el desarrollo de herramientas medibles propuestas en el Manual de procesos para la clasificación de la madera.

4.2. Conclusiones

Debido a la falta de difusión de la norma actual se presenta un desconocimiento, lo que dificulta su aplicabilidad de una forma eficiente, de igual forma es fundamental que se propongan herramientas si no se realizan capacitaciones, medios de difusión masiva y campañas enfocadas a los constructores o en general al gremio de la construcción, que permita tener un acceso real a la norma para su posterior aplicación.

Se hace necesario complementar la norma, puesto que en la misma faltan mecanismo de control y gestión, por la falta de un componente práctico que permita la documentación del proceso realizado de reutilización y/o aprovechamiento en las construcciones.

Se debe desarrolló el manual particular para la madera, con el fin que sea integrado a la norma actual, para documentar el reaprovechamiento de los material, en este caso específico la madera, la cual no cuenta con un manejo adecuado ni cuantificado de los desperdicios generados, para lograr este soporte de validación y complemento de la norma se desarrolló un Manual el cual puede ser consultado en el Anexo 2.

Es importante el cumplimiento con la normativa actual, puesto que al realizar el debido proceso se puede generar ahorros en la reutilización de los desperdicios de madera, ya sea en la obra o en el sector productivo como: industria agrícola y/o en la producción de tableros MSF, entre otros.

4.3.Recomendaciones

Dar mayor difusión a la normativa mediante campañas prácticas donde el gremio de la construcción pueda participar de forma activa sobre los procesos que han realizado durante su vida profesional en el campo de la madera, para que con base a las experiencias tenidas poder capacitar de una forma eficaz en las buenas prácticas.

Socializar herramientas como el manual propuesto a constructores, sector industrial que transforme la madera y los entes de regulación y control; desde el productor de madera, el fabricante y el usuario final, esto con el fin de crear una red donde se pueda tener todo el ciclo de madera propendiendo a un ciclo de vida útil, donde se pueda mitigar el impacto de desperdicios a un 0%.

Continuar con el desarrollo y mejora del Manual, complementando con nuevas tecnologías como apps o páginas web, que permitan su retroalimentación de su uso en obra; que fuera complementado por medio de una red que integre a los productores de residuos de madera con acopios de material aprovechable, recicladores y consumidores de material (constructores, carpinteros, industria agrícola, e industria de productos derivados de la madera).

Anexos

1. Entrevistas.
2. Manual de procesos para reutilización del desperdicio de madera en la construcción en Bogotá D.C.
3. Tabla dinámica de Excel para registro, seguimiento y documentación de desperdicios y sus costos.

Bibliografía

- Acosta, D. (2009). Arquitectura y construccion sostenible. *Revista UNIANDES*, 10.
- Alcaldia Mayor de Bogota. (2015). *Unidad Administrativa Especial de Catastro*. Obtenido de <https://www.catastrobogota.gov.co/sites/default/files/files/AREASDEINFLUENCIAYPOTENCIALDEEDIFICABILIDAD.pdf>
- Alcaldia Mayor de Bogota D.C. . (2014). Guía para la elaboración del Plan Gestión Integral de Residuos RCD en obra. Bogota D.C, Bogota D.C, Colombia.
- Alcaldia Mayor de Bogotá D.C. (2014). Guía para la elaboración del Plan Gestión Integral de Residuos RCD en obra. Bogota D.C, Bogota D.C, Colombia.
- Ambiente, M. d. (2015). *MINIAMBIENTE*. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Gobernanza_forestal_2/11._Estudio_de_Estimacion_y_caracterizacion_del_consumo_de_madera.pdf
- Barreto, W. (10 de septiembre de 2018). Arquitecto. (C. Esteban, Entrevistador)
- Brandi, C. (s.f.). *Teoria de la restauracion*. Obtenido de https://www.maarquitectura.com/uploads/1/5/9/6/15961640/cesare_brandi.pdf
- CAMACOL. (2018). En modo sostenible. *Razon de ser*, 90.
- CEPAL. (JUNIO de 2003). *Gestión urbana para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe*. Obtenido de Gestión urbana para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe: <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/2381/S2003000.pdf?sequence=1>
- Comision Europea. (SEPTIEMBRE de 2016). Obtenido de file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/ES-TRA-01.pdf
- Comision Europea. (Septiembre de 2016). Protocolo de gestión de residuos de construccion y demolicion. Europa.
- Construdata-LEGIS. (25 de 11 de 2010). *CONSTRUDATA*. Obtenido de <http://ugc.elogim.com:2094/BancoConocimiento/M/madera/madera.asp>
- DEFINICION ABC. (2007). *DEFINICION ABC*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/tecnologia/demolicion.php>
- Desarrollo, M. d. (26 de Julio de 2018). *ANDI - Asociación Nacional de Empresarios de Colombia*. Obtenido de Asociación Nacional de Empresarios de Colombia: <http://www.andi.com.co/Uploads/RES%201407%20DE%202018.pdf>

- ECOINGENIERIA S.A.S. (s.f.). *ECOINGENIERIA SAS*. Obtenido de ECOINGENIERIA SAS:
<http://www.ecoingenieria.org/docs/presentacioncorporativa.pdf>
- El Tiempo. (05 de Noviembre de 2008). Arquitectura basada en el reciclaje, la nueva tendencia de Europa y E.U. Bogota D.C, Bogota D.C, Colombia.
- Minicultura. (2018). *Ministerio de Cultura*. Obtenido de Ministerio de Cultura:
<http://www.mincultura.gov.co/areas/patrimonio/patrimonio-cultural-inmuelle/patrimonio-arquitectonico/Paginas/default.aspx>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.f.). Obtenido de
<http://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. (s.f.). Obtenido de
<http://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. (2016). Estudio de estimación y caracterización del consumo de madera en la construcción. Bogota D.C, Bogota D.C, Colombia.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible. (28 de Febrero de 2017). Resolución 0472. Bogota D.C, Bogota D.C, Colombia.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (28 de Febrero de 2017). Resolución 0472. Bogota D.C, Bogota D.C, Colombia.
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. (28 de Febrero de 2017). Resolución 0472. Bogota D.C, Bogota D.C, Colombia.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.f.). *MINIAMBIENTE*. Obtenido de MINIAMBIENTE: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/2681-minambiente-reglamenta-manejo-y-disposicion-de-residuos-de-construccion-y-escombros>
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (10 de Julio de 2015). Resolución 0549. Bogota D.C, Bogota D.C, Colombia.
- Monografías plus. (s.f.). *Monografías plus*. Obtenido de
<https://www.monografias.com/docs/Acabados-Arquitectonicos-FK2DB4JMZ>
- National Geographic. (5 de Septiembre de 2010). Deforestación.
- ONU. (4 de Diciembre de 2017). Asamblea de las Naciones Unidas. *Hacia un planeta sin contaminación* (pág. 29). Nairobi: UNEP.
- Pertuz, A. M. (2010). Construcción y medio ambiente. *Modulo*, 10.

- Pertuz, A. M. (2010). Construcción y medio ambiente. *Modulo*, 10.
- Ramirez Salgado, C. (2009). Obtenido de
file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/diagnostico_escombros.pdf
- Recytrans S.L. (2013). *RECYTRANS SOLUCIONES GLOBALES PARA EL RECICLAJE*. Obtenido de
<https://www.recytrans.com/blog/reciclaje-de-madera/>
- Secretaria Distrital de Medio Ambiente -SDA. (s.f.). *Secretaria Distrital de Medio Ambiente -SDA*.
Obtenido de Secretaria Distrital de Medio Ambiente -SDA:
<http://www.ambientebogota.gov.co/web/publicaciones-sda/cartilla-rcd>
- Stroeter, J. R. (2004). *Arquitectura y Forma*. Mexico: Trillas.
- Trazas y construcciones. (2015). *Trazas*. Obtenido de <http://www.trazas.net/obra-nueva/>
- Universidad Nacional del Nordeste. (2004). *Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano (ITDAHu)*. Obtenido de
<http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2004/7-Tecnologia/T-077.pdf>
- Werzalit. (s.f.). Madera en la construcción: Estética y sostenibilidad en un único material. 106.
- WIEGO. (2011). MUJERES EN EMPLEO INFORMAL. *WIEGO (Políticas urbanas) No 3*.
- WWF. (2013). *MADERAS DE COLOMBIA*. Obtenido de
file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/maderas_de_colombia_15_version_aprobada.pdf