

**APROVECHAMIENTO DE LLANTAS USADAS PARA
EL DESARROLLO DE MOBILIARIO EN ESPACIOS DEPORTIVOS.**

Camilo Andrés Bedoya Álzate

Carné: 14122005

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL**

Asesor de Trabajo de Grado

Juan Diego Moreno - Mauricio Mesa Jaramillo



Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM

Facultad de Artes y Humanidad

Medellín

2017

AGRADECIMIENTOS A:

Mi Familia

Ya que ustedes hicieron que mis sueños se hagan realidad.

Lina Marcela Duque Alzate - Ingeniera Ambiental.

(Prima por toda tu paciencia)

Y a todos mis amigos que fueron un gran apoyo para mi formación.

Contenido

1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
2.	JUSTIFICACION.....	10
3.	OBJETIVOS	12
3.1	Objetivo General.	12
3.2	Objetivos Específicos.	12
4.	METODOLOGIA	13
4.1	Tipo De Investigación.	13
4.2	Ámbito y Sujeto	13
4.3	Herramientas de Recolección de Datos.	14
4.4	Herramientas de Análisis de datos.....	15
4.5	Desarrollo de diseño metodológico.	15
5.	MARCO.....	16
5.1	Contextualización Del Territorio	16
5.2	Contaminación Ambiental	17
5.2.1	Concepto de Llantas Usadas.....	17
5.2.2	Impactos Ambientales Generados por el Residuo de Llanta.....	17
5.2.3	Quema a Cielo Abierto.....	18
5.2.4	Almacenamiento Inadecuado de Llantas.....	19
5.2.5	Relleno Sanitario.....	20
5.2.6	Botadero a Cielo Abierto	20
5.2.7	Reúso.....	21
5.3	Descripción De Las Llantas.....	22
5.3.1	Componentes y Fabricación de las Llantas.	23
5.3.2	Partes de las Llantas	27
5.3.3	Ciclo De Vida de las Llantas.....	29
5.3.4	Producción de Residuos de Llantas.....	30
5.4	Disposición Y Tratamiento De Los Residuos De Llantas.....	32
5.5	Disposición de Residuos de Llantas en AMVA.....	33
5.6	Tratamientos de Llantas.....	34
5.6.1	Incineración o Coprocesamiento	34

5.6.2	Pirolisis - Termólisis	36
5.6.3	Trituración	37
5.7	Marco Normativo Ambiental.....	38
5.8	Antecedentes De Proyectos Y/O Empresas Con Llantas	41
5.8.1	Estudio Las Llantas De Desecho En La Construcción De Cimientos En Edificaciones De Bajo Porte.....	41
5.8.2	EKOGROUP	42
5.8.3	RuedaVerde	43
5.8.4	Reciclar	44
5.8.5	Ecocaribe	44
5.8.6	Aplicaciones De Los Neumáticos Enteros	45
5.8.7	Aplicaciones De Los Neumáticos Triturados	46
5.8.8	Aplicaciones En Materiales Bituminosos	49
5.9	La Importancia De La Construcción Sostenible	49
5.9.1	Estadios De Futbol Que Apuntan A Construcción Sostenibles	52
	• Nuevo San Mamés (Bilbao-España).....	52
	• Estadio Aviva (Dublín - Irlanda)	53
	• Morro da Mineira (Río de Janeiro - Brasil)	53
	• Signal Iduna Park (Dortmund - Alemania).....	53
	• Amsterdam Arena (Amsterdam).....	53
5.10	Unidad Deportiva Atanasio Girardot.....	54
5.10.1	Descripción Actual del Estadio Atanasio Girardot	55
5.10.2	Datos del Estadio	56
5.11	Estado del arte	56
6.	CRONOGRAMA	61
7.	PRESUPUESTO	61
8.	ALCANCES Y LIMITANTES.	62
8.1	Alcances	62
8.2	Limitaciones	62
9.	REQUERIMIENTOS DE DISEÑO	63
9.1	Materiales	63
9.3	Función: relación producto- usuario – condiciones climáticas.....	63
9.4	Comunicación – Acabados formales del producto:.....	64
9.5	Seguridad:	64

9.6	Mantenimiento:	64
9.7	Técnicos: Proceso de fabricación	64
10.	CONCIDERACIONES ÈTICAS.....	67
11.	CONCLUSIONES	67
12.	GLOSARIO.....	68
13.	BIBLIOGRAFIA.....	70

RESUMEN

En el siguiente trabajo de grado se examina de manera detallada el “aprovechamiento de las llantas usadas para el desarrollo de mobiliario en espacios deportivos”, por medio del diseño ergonómico del mobiliario del Estadio Atanasio Girardot de Medellín, usando como materia prima vital las llantas recicladas de las diversas empresas que se encargan de procesarla.

Esta investigación tiene como fin, dar a conocer los beneficios de un material poco aprovechado para la creación no solo de asientos, sino de diferentes artículos cotidianos; al mismo tiempo se pretende disminuir el impacto ambiental que genera este tipo de materiales, a través de la reutilización de los mismos. Se describen diferentes propiedades y características que facilitan el aprovechamiento de las llantas y el desarrollo de mobiliario.

ABSTRACT

In the following work of degree examines in detail the "use of tires used for the development of furniture in sports spaces", through the ergonomic design of the Atanasio Girardot Stadium furniture in Medellin, using as a vital raw material the recycled tires of the various companies that are responsible for processing it.

The purpose of this research is to make known the benefits of a little-used material for the creation not only of seats, but of different everyday items; At the same time, the aim is to reduce the environmental impact generated by this type of materials, through the reuse of them. Different properties and characteristics that facilitate the use of tires and the development of furniture are described.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional e industrial en Colombia ha generado un aumento en la demanda de alimentos y un mayor consumo de productos, que al finalizar su vida útil terminan produciendo toneladas de desechos al año.

El manejo de las llantas después de uso es uno de ellos y se ha convertido en una problemática en todo el mundo, sin importar que el porcentaje de producción de estos residuos sea muy bajo en comparación con la cantidad total de residuos generados, las materias primas usadas y su fabricación misma, las han convertido en un residuo de difícil manejo.

Se calcula que la producción mundial de llantas al 2011 era aproximadamente de 20 millones de toneladas; en países como Estados Unidos la cantidad de llantas desechadas durante el 2011 fue aproximadamente de 300 millones¹, mientras que países como México generaron 25 millones de llantas durante el 2002² en donde el 91 % fueron abandonadas o utilizadas sin control alguno. En Colombia la problemática es similar, ciudades como Bogotá producen 2,5 millones de llantas anualmente, de las cuales el 30% o 750.000 unidades terminan en calles, avenidas u otros espacios públicos³, lo cual no difiere de las demás ciudades del país.

La disposición de neumáticos en rellenos sanitarios fue prohibida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en la Resolución 1457 de 2010, cuando se comprobó que producían efectos desfavorables sobre el suelo y los recursos naturales. Además, también se estima que por su geometría y por efecto del metano dentro de la

¹ (Quintana, 2011)

² (México., 2002)

³ (V., 2014)

llanta, estas vuelven a la superficie, dicha resolución obliga a los productores de 200 o más unidades al año de llantas de automóviles, camiones, camionetas, buses, busetas y tractomulas hasta rin 22,5 pulgadas, y a los productores que importen al año 50 o más automóviles, camiones, camionetas, buses, busetas y tractomulas con sus respectivas llantas hasta rin 22,5 pulgadas; a formular, presentar e implementar los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En Medellín Antioquia, actualmente los hacinamientos de llantas usadas, presentan una problemática que vive la ciudad proveniente de industria automotriz. “Según cifras del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, en Medellín son utilizadas 800.000 llantas anualmente y, en Antioquia, 1`300.000”.⁴Y Según un estudio realizado por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo territorial durante el año 2007, la generación de llantas en Colombia por la región de Antioquia fue de 18.31% y 34.881 toneladas de llantas.⁵

En vista de que estas llantas después de su uso, ocasionan serios impactos de contaminación ambiental por su hacinamiento y esparcimiento en lugares no adecuados como en las aguas cuando son arrojadas a los ríos, quebradas o desagües, en los suelos donde son tiradas en lugares no autorizados, el aire en el instante que se calcinan a cielo abierto y dado de esta manera son expuestas a lluvias, los cuales serían sitios potenciales de reproducción de insectos transmisores de enfermedades como el dengue, el paludismo, la fiebre amarilla y la encefalitis equina, entre otros.⁶De esta manera afectando la salud de los ciudadanos del AMVA

En Julio del 2010 el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial expidió la Resolución 1457 de 2010, “Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas y se adoptan otras disposiciones”.

⁴ (TIEMPO, 2014)

⁵ (Ministerio de ambiente, 2007)

⁶ (MAVDT, 2010)

⁷Esta resolución establece que los productores e importadores de llantas deben disponer puntos autorizados para la recolección, acopio, transporte y disposición final de las llantas usadas donde el AMVA tiene posee lugares de disposiciones de llantas. Brindando así, grandes oportunidades para aprovechar este mercado de las llantas usadas, y proponer nuevos tratamiento, reutilización y reciclaje de estos residuos sólidos para lograr un mobiliario con mayor resistencia a la interacción con los usuarios en el Estadio Atanasio Girardot en los diferentes eventos deportivos que se presenten y por ende alargando la vida útil de su mobiliario, donde se tomara como punto de partida donde se podrá implementar en diferentes espacios deportivos, y disminuyendo de cierta forma los impactos de contaminaciones ambientales negativos generados por el hacinamiento de estas llantas y no reutilizadas en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá- AMVA.

2. JUSTIFICACION

Cambiar la percepción y crear conciencia ambiental en la ciudadanía del Área Metropolitana del Valle de Aburrá – AMVA, mediante la reutilización de llantas usadas es de una oportunidad potencial para el reciclaje y el aprovechamiento, ya que están compuestas por elementos como el caucho, el hierro y la fibra textil, entre otros los cuales son aptos para ser transformados y reincorporados a nuevos procesos productivos a través del reciclaje, donde el crecimiento significativo de consumo de estos productos lleva a que, al finalizar su vida útil terminen convirtiéndose en toneladas de desechos, en este sentido, el mal manejo de las llantas usadas producen

⁷ (MAVDT, Resolución 1457 de 2010 , 2010)

una contaminación ambiental y afectaciones en la salud de los ciudadanos del AMVA por el hacinamiento de llantas usadas, generando un represamiento de aguas, y por ende, causando enfermedades como el dengue, paludismo, fiebre amarilla y encefalitis equina, entre otros.

De acuerdo a lo anterior, el objetivo de este proyecto es brindar una oportunidad de diseño interviniendo el mobiliario en los espacios internos del Estadio Atanasio Girardot, ubicado dentro de la Unidad Deportiva Atanasio Girardot, el cual se toma como punto de referencia del proyecto, donde se podrá utilizar el aprovechamiento de llantas usadas como materia prima, ya que este mobiliario está expuesto a la manipulación de los usuarios y factores climáticos haciendo que el ciclo de vida de estos elementos sean muy corto, convirtiéndolo en un implemento inseguro, debido a que su diseño y materiales que no poseen características como la amortiguación, desagües de líquidos donde este aumenta la probabilidad de deslizamientos o caídas, produciendo incidentes o accidentes conlleva a posibles lesiones.

Debido a que en los estadios como el Estadio Atanasio Girardot no se ha implementado una propuesta como tal de un aprovechamiento de llantas usadas para el desarrollo de mobiliario, por esta razón sería una idea innovadora y por lo tanto permitirá la aplicación de los conocimientos académicos como la planimetría, materiales industriales, ergonomía, desarrollo de productos, investigación, metodologías, modelación en 2 y 3 dimensiones, entre otros más adquiridos durante la carrera de ingeniería en diseño industrial para llevar a cabo este proyecto.

En el que se presenta una oportunidad en el mercado para al sector productivo al generar empleos y beneficios económicos por medio del reciclaje y transformación de las llantas usadas, ofreciendo condiciones dignas de vida a la población del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, es así como se puede favorecer a los usuarios del

Estadio Atanasio Girardot brindando más seguridad y confiabilidad en un mejor diseño mobiliario y se estaría contribuyendo también al mejoramiento de las condiciones de conservación del medio ambiente y de esta manera se mostrara que se puede implementar este proyecto en otros espacios deportivos. .

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General.

Diseñar una estratégica que permita aprovechar el caucho de las llantas usadas del Área Metropolitana del Valle de Aburrá- AMVA, donde se puede transformar en materia prima para el desarrollo de productos de mobiliario en los espacios deportivos.

3.2 Objetivos Específicos.

- 1.** Identificar los métodos actuales de reciclaje para la reincorporación de las llantas usadas a un proceso productivo.
- 2.** Reconocer las características del material de las llantas usadas con el material del mobiliario actual del Estadio Atanasio Girardot.
- 3.** Proponer una estrategia que permita usar el caucho de las llantas usadas como materia prima en la fabricación de productos mobiliarios para espacios deportivos.

4. METODOLOGIA

4.1 Tipo De Investigación.

Este es trabajo es una investigación cualitativa de tipo fenomenológica, donde el objetivo de la fenomenología es la investigación directa y descripción de los fenómenos que experimentan personas, una sociedad, un grupo o una comunidad constantemente; Donde el fenómeno presente es el hacinamiento de las llantas usadas, el cual afecta directamente en este caso es a la ciudadanía del Área Metropolitana del Valle de Aburrá - AMVA, en donde podemos llegar a intervenir y proponer una posible solución desde el punto de vista de la ingeniería en diseño industrial para aprovechar estos residuo sólidos, donde se convierten en insumos para la elaboración de productos de mobiliario para el Estadio Atanasio Girardot u otros espacios deportivos, brindando así una mejor resistencia a la interacción al mobiliario y experiencia con sus usuarios, por ende también ayudando de este modo al medio ambiente que se vive hoy por hoy en el AMVA.

4.2 Ámbito y Sujeto

El ámbito que se va a trabajar dentro del trabajo de grado como punto de referencia donde se podrá aplicar en otros espacios deportivos es el Estadio Atanasio Girardot se encuentra ubicado en una de las zonas residenciales más centrales el Barrio Estadio de la Zona Centro Occidental la Ciudad de Medellín, donde posee una capacidad para 53.000 espectadores que frecuentan y dan uso del mobiliario actual que se encuentra

dentro del estadio, en eventos deportivos de los equipos de fútbol Atlético Nacional e Independiente Medellín.

4.3 Herramientas de Recolección de Datos.

- Investigación documentada - Entrevistas estructurada (experto en medio ambiente). Observación (Directa y de campo).

Esto con el fin de recopilar información y saber sobre los procesos productivos y tecnológicos del reciclaje de las llantas usadas en el AMVA y saber que aplicaciones se han desarrollado para darle un uso al residuo de llantas usadas.

- Observación de campo - Investigación documentada - Encuestas.

A partir de estas herramientas de recolección de datos, permite identificar que productos existentes se encuentran en el mercado local, y que procesos productivos o tecnologías se puede implementar para la transformación las llantas usadas.

- Entrevistas semiestructuradas (usuarios del Estadio Atanasio Girardot y experto en materiales).

Donde conociendo las aplicaciones del aprovechamiento de las llantas usadas y las opiniones o experiencias de los usuarios en el Estadio

Atanasio Girardot y los expertos en materiales me pueden aportar sus opiniones o ideas sobre de lo que se quiere proponer en esta estrategia.

4.4 Herramientas de Análisis de datos

- Decodificación.

4.5 Desarrollo de diseño metodológico.

- Problema
- Definición del Problema
- Componentes del problema
- Recopilación y análisis de datos
- Idear – creatividad
- Prototipo
- Verificación de prototipo (selección de formas y función)
- Posible solución

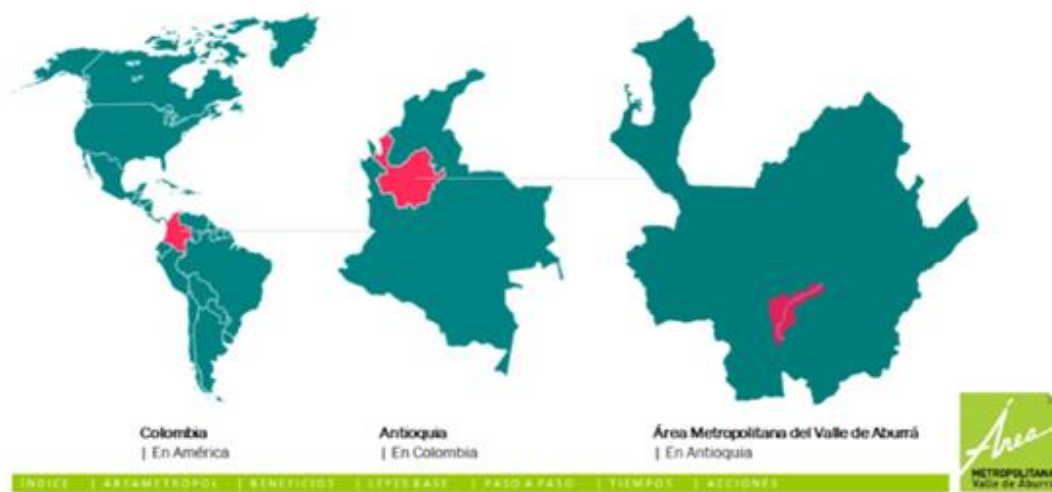
5. MARCO

5.1 Contextualización Del Territorio

En el contexto del Departamento de Antioquia, el Valle de Aburrá se considera como una subregión, la cual está localizada hacia el centro, y se encuentra de limitada con las subregiones: Norte, Nordeste, Oriente, Suroeste y Oriente. Además, desde el punto de vista ambiental su territorio rural y el municipio de Envigado hacen parte de la jurisdicción administrativa de la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (Corantioquia) y desde lo urbano lo gestiona el Área Metropolitana.

UBICACIÓN

Área Metropolitana del Valle de Aburrá



El área Metropolitana de Medellín se encuentra ubicada en el Valle de Aburrá a una altura de 1538 metros y es atravesando el río Medellín que corre hacia el norte. Donde al norte del Valle de Aburra se encuentran los municipios de Bello, Copacabana,

Girardota y Barbosa. Al sur se encuentra Itagüí, Envigado, la Estrella, Sabaneta y Caldas, además incluye el Oriente Antioqueño.⁸

5.2 Contaminación Ambiental

5.2.1 Concepto de Llantas Usadas.

LLANTA USADA: “toda llanta que ha finalizado su vida útil y se ha convertido en residuo sólido”. (MINISTERIO DE AMBIENTE, 2010).

5.2.2 Impactos Ambientales Generados por el Residuo de Llanta.

Los impactos ambientales que más se presentan, es por el manejo inadecuado de llantas usadas, donde se dan conocer las consecuencias de algunas prácticas de manejo inapropiadas que impactan sobre el medio ambiente y el saludo de las personas a su alrededor. Es decir, que las personas deben de tener conciencia ciudadana y cerciorarse que el lugar donde dejan las llantas garantiza su adecuada disposición, con el fin de prevenir los siguientes impactos:

⁸(Aburrá., 2008)

5.2.3 Quema a Cielo Abierto.

Las emisiones por la quema de llantas a cielo abierto representan un serio impacto negativo a la salud y el medio ambiente.

Las emisiones al aire que produce la quema de llantas a cielo abierto incluyen contaminantes de referencia, tales como material particulado, monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x), y compuestos orgánicos volátiles (COVs). Incluyen también contaminantes peligrosos tales como hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAHs), dioxinas, furanos, cloruro de hidrógeno, benceno, bifenilos policlorados (PCBs), y metales pesados como arsénico, cadmio, níquel, zinc, mercurio, cromo, y vanadio. Los compuestos volátiles más abundantes pertenecen a los aromáticos así como los alifáticos, olefínicos, o acetilnicos-sustituidos. Se presentan también compuestos cíclicos, alcanos, alquenos, y dienos.

La exposición de las personas a este tipo de emisiones genera impactos significativos a la salud, tanto agudos (de corta duración). Como crónicos (de larga duración). Estos efectos pueden incluir irritación de la piel, ojos, y membranas mucosas, depresión del sistema nervioso central, efectos respiratorios y cáncer (efectos mutagénicos). (Guía para el manejo de Llantas, Secretaria Distrital de Ambiente, 1996).

Quema de llantas a cielo abierto.



Fuente: Periódico EL TIEMPO. Punto noticias (Seminario).



Fuente: www.puntonoticias.blogspot.com

5.2.4 Almacenamiento Inadecuado de Llantas.

Existen básicamente cuatro impactos asociados con el inadecuado almacenamiento de este tipo de residuos:

- Proliferación de vectores como mosquitos y roedores debido al estancamiento de las aguas y la inaccesibilidad de zonas de almacenamiento (se recomienda perforar las llantas antes de almacenarlas a la intemperie).
- Riesgo de incendios incontrolables en lugares donde se apilan gran cantidad de llantas sin la apropiada distribución y medidas de control mínimas.
- Riesgos de derrumbe cuando se apilan gran cantidad de llantas de manera inadecuada. **4.** Deterioro del entorno y del paisaje debido al apilamiento inadecuado.

5.2.5 Relleno Sanitario

Práctica utilizada anteriormente, la cual daba inestabilidad a los rellenos donde se utilizaban, sin embargo es difícil afirmar que ya no se esté desarrollando.

Durante este proceso se ocupan grandes volúmenes y debido a la estructura de las llantas su compactación es complicada, lo que genera burbujas o sacos de aire en los rellenos que finalmente rompen las celdas de disposición de donde se emiten gases tóxicos.

5.2.6 Botadero a Cielo Abierto

Esta es la forma de disposición que más se utiliza, en gran parte por desconocimiento de otros métodos. La disposición de las llantas a cielo abierto tiene graves repercusiones ya que a partir de apilarlas o colocarlas de forma unitaria a cielo abierto se pueden desprender varias consecuencias, todas nocivas para el ambiente y el ser humano. La primera de ellas es la generación

de incendios, los cuales emiten diversos compuestos tóxicos al ambiente ya que se produce una combustión incompleta y no controlada de las llantas, que adicionalmente es difícil de apagar producto de los componentes altamente combustibles de las llantas.

Entre los gases que se emiten a la atmosfera durante la quema de llantas están el monóxido de carbono, bióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, metales pesados, compuestos orgánicos volátiles, entre otros. ⁹La segunda consecuencia que se da al disponer las llantas a cielo abierto es la proliferación de vectores, ya que en las llantas se acumula el agua lluvia y se produce un ambiente propicio para la reproducción de zancudos, mosca, cucaracha, roedores y otros animales transmisores de enfermedades. La tercera consecuencia que se da es igual de importante a las anteriores, ya que se afecta el ambiente o hábitat donde se hace el almacenamiento, deteriorando el paisaje y afectando los recursos naturales allí presentes por el mismo deterioro de las llantas en condiciones ambientales.

5.2.7 Reúso

Dentro de esta categoría se puede incluir diversas actividades que se realizan con llantas sin modificarlas una vez han terminado su vida útil, entre las que se encuentran: uso para barreras en pistas de carreras, señalizaciones, estabilización de taludes, uso como materas y variación de artesanías.¹⁰

⁹ (México., 2002)

¹⁰ (13 originales ideas para reutilizar llantas viejas., s.f.)

5.3 Descripción De Las Llantas

En la elaboración de productos mobiliarios para el estadio Atanasio Girardot por medio del aprovechamiento de residuos de llantas usadas es importante conocer los insumos y sus principales características de creación, es por esto que se enseña todo lo relacionado con las llantas en su ciclo de vida, desde los materiales hasta la disposición final y sus impactos en el ambiente, con el fin de tener un contexto general alrededor de las llantas usadas que serán utilizadas como materia prima en la elaboración de mobiliario.

Las llantas son piezas constitutivas de todos vehículos, conformadas por caucho, fibras textiles y acero. De acuerdo a la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONAE)¹¹ de México, las llantas tienen dentro de sus principales funciones:

- Proveer tracción.
- Asegurar el frenado seguro del vehículo.
- Cargar el peso total del vehículo
- Absorben los impactos del camino (sobresaltos, huecos, etc.).
- Representan el paso final en la conversión de la energía del combustible en movimiento del vehículo.

¹¹ (CONAE, s.f.)

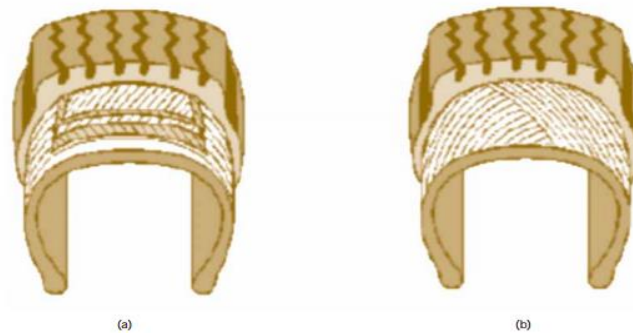
5.3.1 Componentes y Fabricación de las Llantas.

En el mercado encontramos llantas convencionales y radiales, cada una con sus características y ventajas respecto al desempeño y facilidad de disposición.

Las llanta convencional se caracteriza por tener una construcción diagonal que consiste en que las fibras de la primera capa del cinturón quedan inclinadas con respecto al centro.

En la estructura de las llantas radial en las fibras de la primera capa van dirigidas hacia el centro, formando una especie de óvalos. Sobre éstas, se montan las fibras de la capa estabilizadora que van dirigidas en forma diagonal y se encargan de proporcionar la estabilidad requerida en la llanta, ¹²donde encontramos 2 tipos de llantas:

Tipos de llantas: a) llanta convencional, b) llanta radial



Fuente: Guía Para el manejo de llantas Usadas. Secretaria de Ambiente de

Bogotá. http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/pdf/residuos/guia_llantas.pdf

¹² (Bogotá.)

Y según los estudios que se realizaron en Valorización Material y Energética de Neumáticos Fuera de Uso las llantas se componen esencialmente de caucho sintético o natural, negro de carbono, óxido de Zinc, acero, material textil y otros aditivos¹³. Demostrando una proporción en un listado de las sustancias contenidas en las llantas en diferentes vehículos.

Composición de las llantas.

<i>Material</i>	<i>Turismo %</i>	<i>Camión/autobús %</i>
Caucho/Elastómero	48	43
Negro de carbono	22	21
Metal	15	27
Textil	5	-
Oxido de Zinc	1	2
Azufre	1	1
Aditivos	8	6

Fuente: 1.2 Los neumáticos usados. <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001755.pdf>

Fabricación de las llantas

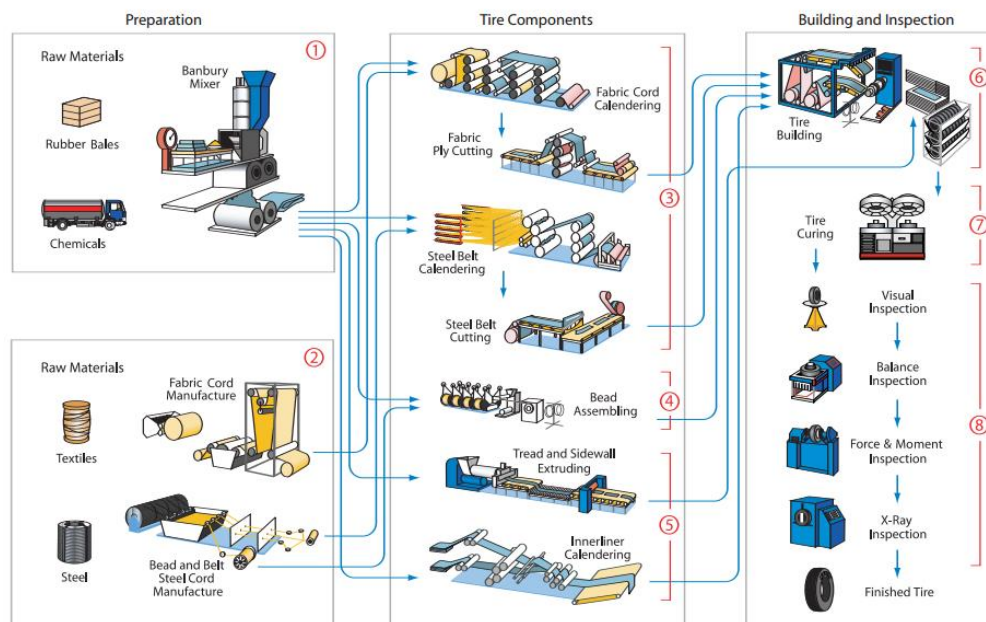
De acuerdo con la Guía Para el manejo de llantas Usadas de la secretaria de ambiente de Bogotá, “la llanta es un producto de alta ingeniería y está hecha de mucho más que caucho; además de éste, fibras, telas y cables de acero son algunos de los componentes que integran el revestimiento interior, las capas del cuerpo, los cinturones, las caras y la banda de rodamiento, razón por la cual la fabricación de este producto requiere de tecnología de punta, equipos pesados, equipos especializados, instrumentos de precisión y por lo tanto mano de obra calificada.

¹³ (Madrid.)

La fabricación de llantas involucra muchos pasos y un alto consumo tanto de materias primas como agua y energía; por esto es importante conocer el proceso con el fin de crear conciencia de los que involucra tanto obtenerlas como desecharlas”.¹⁴

El proceso de fabricación está compuesto por varias etapas donde se muestran las principales etapas de fabricación de llantas como:

Diagrama de flujo del proceso de fabricación de llantas



Fuente: ¿cómo se hace un neumático?- Diagrama de flujo de fabricación-MAXXIS

<http://www.maxxis.com/media/420097/flowchart.pdf>

A. Formulación de los compuestos de Caucho: En esta etapa se determina la cantidad de los diversos tipos de caucho y elementos de relleno a utilizar con el fin de obtener la fórmula adecuada para el servicio.

B. Elaboración de los cinturones de textil y acero: Teniendo en cuenta que las llantas de ben soportar grandes esfuerzos, algunas vienen con un refuerzo textil y metálico.

¹⁴ (Bogotá.)

C. Operación de calandrado: El calandrado puede entenderse como la formación de láminas de caucho, textil-caucho y acero-caucho.

D. Fabricación de la ceja: La ceja es un anillo no extensible compuesto que ancla las capas del cuerpo y asegura el neumático a la llanta de modo que no se deslice o dañe el aro, por lo cual está compuesto por el caucho más duro de toda la pieza y acero en su interior.

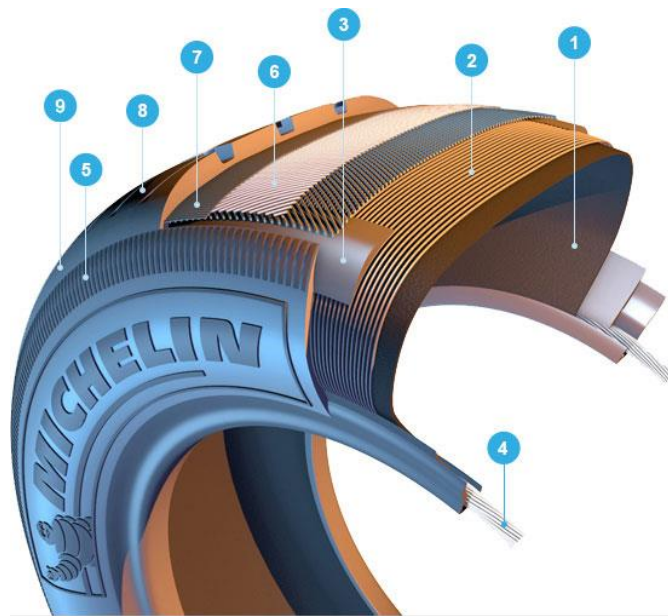
E. Operación de extracción: La extrusión es básicamente el proceso de forzar una sustancia con ayuda de presión y temperatura, a través de una geometría determinada para darles forma a las piezas.

F. Montaje de la llanta: El montaje de una llanta es un proceso por etapas donde se ensambla cada una de las partes fabricadas.

G. Curado o vulcanización: En la prensa de vulcanización es donde la llanta adquiere su forma y patrón de banda de rodamiento final. Aquí, los moldes dan forma y vulcanizan la llanta. Los moldes tienen grabados los patrones de banda de rodamiento, las marcas de banda del fabricante y aquellas exigidas por la ley. Las llantas se vulcanizan a más de 300 grados de 12 a 25 minutos y se suceden una serie de reacciones químicas (donde Intervienen compuestos azufrados) que le dan características de resistencia, flexibilidad y baja degradabilidad.

H. Inspección final: Después del proceso de elaboración, las llantas son sometidas a una rigurosa inspección de calidad.

5.3.2 Partes de las Llantas



Fuente: <http://www.michelin.com.mx/MX/es/ayuda/como-se-hace-una-llanta.html>

- 1. Revestimiento interior:** Una capa hermética de caucho sintético (el equivalente moderno a una cámara neumática).
- 2. Capa de la carcasa:** La capa sobre el revestimiento interior, que consiste de cuerdas de fibra textil delgada (o cables) pegadas al caucho. Estos cables en gran parte determinan la fuerza de la llanta y ayudan a que resista la presión. Las llantas estándares contienen alrededor de 1,400 cuerdas, cada una con una capacidad de resistencia de 15 kg.
- 3. Área de ceja inferior:** Es aquí donde la llanta de caucho se agarra al rin metálico. La fuerza del motor y el esfuerzo del frenado se transmiten desde el rin de la llanta hasta el área de contacto con la superficie del camino.
- 4. Cejas:** Se sujetan firmemente contra el rin de la llanta para asegurar un calce hermético y mantener la llanta adecuadamente acomodada en el rin. Cada

cable puede soportar una carga de hasta 1,800 kg sin correr riesgo de romperse. Hay ocho de estos cables en tu auto: dos por llanta. Eso significa una enorme capacidad de resistencia de 14,400 kg. Un auto promedio pesa alrededor de 1,500 kg.

5. Costado: Protege el costado de la llanta de impactos y bordes en el camino. En el costado de la llanta, se encuentran escritos detalles importantes de esta, tal como su medida y rango de velocidad.

6. Capa de conformación: En gran parte determina la fuerza de la llanta. Consiste en cuerdas de acero resistente muy finas pegadas al caucho. Esto significa que la llanta puede resistir el esfuerzo de los giros y no se expande a causa de la rotación de la llanta. También es lo suficientemente flexible como para absorber las deformaciones causadas por los baches, badenes y otros obstáculos del camino.

7. Capa de refuerzo (o cinturón "grado cero"): Esta importante capa de seguridad reduce el calor de la fricción y ayuda a mantener la forma de la llanta cuando se conduce a alta velocidad. Para evitar el estiramiento centrífugo de la llanta, las cuerdas a base de nailon reforzado están incorporadas a una capa de caucho y se colocan alrededor de la circunferencia de la llanta.

8. Capas de la corona (o cinturones): Proporcionan una base rígida para la banda de rodamiento.

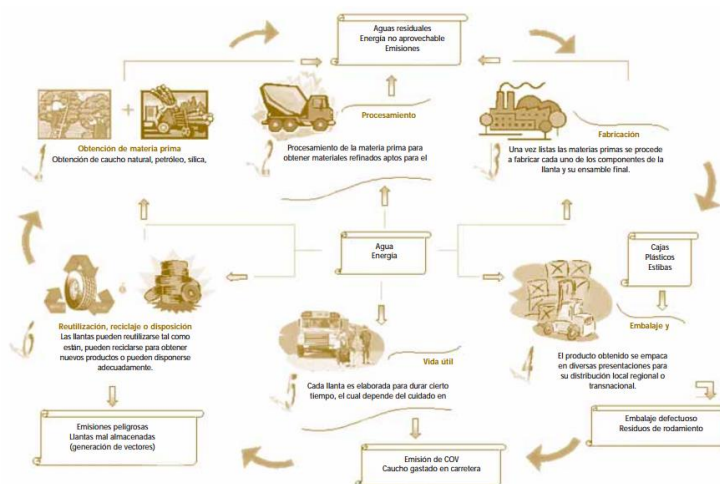
9. Banda de rodamiento: Proporciona tracción y agarre en los giros para la llanta y está diseñada para resistir el desgaste, la abrasión y el calor.

5.3.3 Ciclo De Vida de las Llantas.

El ciclo de vida de los productos puede entenderse como cada una de las etapas por las cuales pasa un producto desde su concepción hasta su disposición final.

Todas las etapas del ciclo de vida de las llantas requieren del uso de materias primas e insumos; del mismo modo, en todas se generan residuos, desechos o sub-productos que pueden afectar negativamente el medio ambiente. La figura también nos enseña que la aplicación de metodologías de producción más limpia en las cuatro primeras etapas del ciclo de vida de las llantas está limitado exclusivamente a los proveedores de materias primas y fabricantes de las mismas; sin embargo, nosotros como ciudadanos respetuosos con el entorno estamos en la obligación de influir positivamente en las dos últimas etapas de esta ciclo.¹⁵

Ciclo de vida de las llantas.



Fuente: Guía para el manejo de Llantas Usadas, Cámara de Comercio de Bogotá. 2006.

¹⁵ Ciclo de vida de la llanta. Fuente: Guía para el manejo de Llantas Usadas, Cámara de Comercio de Bogotá. 2006.

5.3.4 Producción de Residuos de Llantas

De acuerdo con investigación que se realizó por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios para el 2008, en Colombia se generó diariamente 25.079 toneladas de residuos sólidos urbanos, en el país la gestión de los residuos, en general, se dirige a la disposición final de los mismos en rellenos sanitarios; según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible tan sólo un 2.4% es destinado al aprovechamiento y valorización.

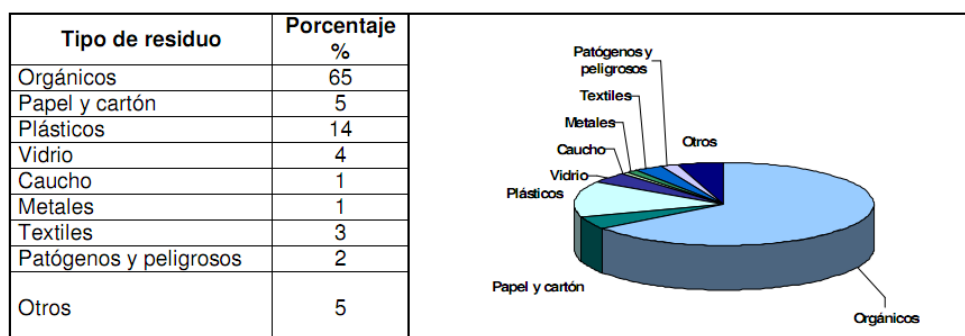
Volumen de generación de residuos en Colombia

TIPO DE DISPOSICIÓN	TON/DIA	%	MUNICIPIOS
Relleno Sanitario	22.204	88,5	653
Botadero a cielo abierto	2.185	8,7	297
Planta de Aprovechamiento	615	2,4	98
Enterramiento	75	0,3	19
A fuentes de agua		<0,1	10
Quema a cielo abierto		<0,1	11
TOTAL	25.079	100	1.088

Fuente: Superintendencia de servicios Públicos Domuniliarios.2008

Donde la composición de todos los residuos generados en Colombia se puede observar que el caucho representa al 1% de la generación.

Composición de los residuos generados en Colombia.



Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Las llantas usadas estarían dentro del porcentaje de caucho generado a nivel nacional, y su generación se ve afectada directamente por el sector automotriz.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible estimó para el año 2008 un consumo de 4.493.092 llantas discriminadas así:

- 1.067.072 Llantas de camiones y busetas
- 3.426.020 Llantas de automóviles y camionetas.

Considerando un promedio de recambio de 18 meses y unos pesos promedio para carcasas usadas de 7 Kg por llanta de auto; de 15 Kg para camioneta y de 50 Kg para camión, la generación de residuos de llantas de automóvil, camioneta, camión y buseta se estima en 61.000 toneladas al año.¹⁶

Y según el estudio Flujo de residuos: Elemento base para la sostenibilidad del aprovechamiento de residuos sólidos municipales “El material no aprovechable generado en los predios, que corresponde a 5.28 t/semana (16.4% del total de RSM (*Residuos Sólidos Municipales*)) incluye materiales como caucho, cuero, textiles, madera, cerámicos, que tienen pocas posibilidades de comercialización en la zona y las categorías de higiénicos, plástico no aprovechable y otros. De otro lado, las condiciones inadecuadas de separación, recolección y proceso en la PMRS hacen que el 60.9% del material con potencial de aprovechamiento se convierta en rechazo, disminuyendo sustancialmente la vida útil del sitio de disposición final y haciendo más complejo el manejo de éste”.¹⁷ El cual se muestra en el siguiente cuadro.

¹⁶ (Territorial., 2010)

¹⁷ (Marmolejo, 2009)

Cantidades de materiales reciclables comercializados en la PMRS (*Plantas*

<i>de</i>			<i>Manejo de</i>
	Materiales	Kg/semana	
<i>Sólidos)</i>	Plástico Soplado	187.1	<i>Residuos</i>
	Plástico Inyección	50.6	
	PP rígido	36.6	
	PET rígido	80.7	
	Plástico Película	891.3	
	Cartón	103.8	
	Chatarra	170.1	
	Aluminio	9.3	
	Caucho	16.1	
	Papel archivo	83.1	
	Vidrio	224.0	
	Bronce	1.6	
	Cobre	1.2	
Hueso	30.8		

Fuente: Ingeniería y Competitividad, Volumen 11, No. 2, p. 79 - 93 (2009)

https://www.researchgate.net/profile/Ricardo_Oviedo_Ocana/publication/235910651_Flujo_de_Residuos_Elemento_Base_para_la_Sostenibilidad_del_Aprovechamiento_de_Residuos_Solidos_Municipales_Waste_flow_a_fundamental_element_for_the_sustainability_of_resource_recovery_from_municipal_s/links/5632900d08ae584878092542.pdf

5.4 Disposición Y Tratamiento De Los Residuos De Llantas.

La ANDI (Asociación Nacional de Industriales) creó el Programa pos consumo de llantas liderado por la mismo comité de pos consumo con el apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. En un principio el programa inició con el establecimiento de 20 puntos de recolección en la ciudad de Medellín, 80 puntos en la ciudad de Bogotá y 20 puntos en la ciudad de Cali,

actualmente se cuenta con 92 puntos en la ciudad de Bogotá, además de realizar jornadas periódicas de recolección en varias ciudades del país.¹⁸

5.5 Disposición de Residuos de Llantas en AMVA.

Puntos de Recolección – Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

1	Multicentro de servicios -Envigado, Calle 33sur # 43 - 33
2	Autollantas Nutibara. Cra 43A # 31 - 84
3	Autollantas Nutibara Calle 33 # 63b - 251
4	Autollantas Nutibara Calle 61sur # cra 49 - esquina
5	Macrollantas S.A. Cra. 48 # 7 Sur 111
6	Macrollantas Rionegro. Cra. 50 No 43 a -47 Rionegro
7	Comercial Internacional de llantas. Cra. 25 # 1 - 31
8	Auto Palacio S.A. Calle 24 # 48 - 28
9	Marllantas s.a. Cra. 63 A # 44 - 125
10	Coexito Guayabal. Carrera 52 # 1 - 185
11	Coexito Calle 33. Carrera 52 # 36 - 80
12	Somos llantas Cra. 59 # 45 - 7
13	Todollantas del Valle s.a. calle 24 # 43 G- 56
14	Macrollantas La 33. Texaco la 33 Calle 33 No. 63B-315, Esquina

¹⁸ (Periodico-ELTIEMPO, 2010)

15	Macrollantas San Juan. Calle 44 No. 65-83
16	Roldan Llantas - Expollantas. Calle 36 # 53 - 40
17	Inversiones Velásquez Restrepo S.A.S. Calle 44 # 64 - 37
18	Coexito Itagüí. Carrera 42 # 46 - 17
19	Coexito Palace. Carrera 50 # 39 - 54
20	Dural Limitada Sabaneta. Cra. 48 A # 60 A sur - 151

5.6 Tratamientos de Llantas.

5.6.1 Incineración o Coprocesamiento

La incineración se puede definir como el procesamiento térmico de residuos mediante oxidación química con cantidades estequiométricas o en exceso de oxígeno. Los productos finales incluyen gases caliente de combustión, compuestos principalmente de nitrógeno, dióxido de carbono, vapor de agua y rechazos no combustibles (ceniza)¹⁹. A la incineración de llantas se le denomina también coprocesamiento debido a que se realiza mediante la utilización de los hornos cementeros, en donde el poder calorífico de la llanta se aprovecha para producir energía y en la incorporación del acero en el Clinker obtenido, controlando debidamente las emisiones atmosféricas²⁰. En

¹⁹ (Tchobanoglous, 1994)

²⁰ (Bogotá, 2006)

este proceso se utiliza como combustible derivado de las llantas (CDL o TDF en inglés), debido a que las llantas actúan como un combustible auxiliar para los hornos cementeros, en donde debido a las altas temperaturas en las que opera el horno, se realiza una combustión completa de las llantas y el acero de las mismas se convierte en óxido de hierro, proporcionando hierro adicional al cemento

En este proceso se pueden usar las llantas de forma completa o previamente trituradas, se reduce la producción de NOx y de otras emisiones atmosféricas en comparación con el uso del carbón debido al menor contenido de nitrógeno y azufre en el CDL²¹, y se tiene un valor calorífico mayor al del carbón y menor contenido de agua (una llanta equivale a 20 libras de carbón)²². Sin embargo para que estas condiciones se cumplan, se debe tener un gran control sobre los hornos utilizados, ya que en combustiones incompletas se generan grandes cantidades de emisiones atmosféricas nocivas para al ambiente y la salud además de residuos sólidos no aprovechables. Actualmente la polémica sobre la seguridad del proceso sigue en discusión, en España donde ha sido ampliamente utilizado, existen diversos grupos en contra del proceso en donde aseguran que la calidad del aire en las zonas aledañas a las cementeras ha empeorado por la incineración de las llantas, creando un proceso sin control. En estos documentos aseguran que las primicias de que se disminuye el consumo de combustibles fósiles, que las dioxinas se destruyen en altas temperaturas, que se disminuyen las emisiones contaminantes y que se aprovecha la energía en los neumáticos son falsas²³. Por otro lado se

²¹ (EPA, 1997)

²² (México, 2002)

²³ (Acción., 2007)

encuentran informes de la EPA y la convención de Basilea, ambos de la década de los noventa, en donde se valida la práctica de la incineración y se promueve para evitar la problemática de las llantas usadas. Como conclusión la incineración de llantas tiene la ventaja de ser un proceso de generación de energía con grandes posibilidades de aprovechamiento, sin embargo se debe de contar con hornos de gran calidad y alto costo, que realicen la operación con gran eficiencia y con un sistema de tratamiento de gases que asegure la captura de las emisiones generadas ya que algunos son tóxicos.

5.6.2 Pirolisis - Termólisis

Como se mencionó anteriormente, la pirolisis y la termólisis son procesos en donde se da la transformación del caucho de la llanta en productos primarios o en distintas cadenas de hidrocarburos, ambos procesos desarrollados en ausencia de oxígeno con temperaturas superiores a los 600°C. Para que ambos procesos se puedan llevar a cabo se necesita que el caucho de las llantas sea triturado previamente. En ambos procesos los productos generados son de gran utilidad, y se pueden clasificar en 3 categorías: el gas de proceso, el hidrocarburo líquido y el negro de humo. En la termólisis no se genera una combustión o quema directa del material base o caucho, al contrario que en la pirolisis donde sus productos en vez de ser cadenas de hidrocarburos, se generan aceites que pueden ser utilizados nuevamente en otros procesos productivos. El residuo de carbono generado o negro de humo producto del proceso de pirolisis es utilizado nuevamente en el proceso de fabricación de llantas.

En la termólisis se dice que se recupera de forma integral los compuestos originales de las llantas, lo que lo hace un proceso de alta eficiencia, en algunos casos se asegura que con mayor eficiencia que la pirolisis ya que esta última puede producir problemas de contaminación. En este proceso los productos son de alto poder calorífico ya que son combustibles que son aprovechados en generación energética, adicionalmente los metales no sufren alteraciones lo que permite recuperarlos para su uso posterior. Se dice que este proceso de rápida amortización debido al bajo costo de la instalación, la capacidad de cada planta es de 10000 a 20000 toneladas anuales, consiguiendo una producción eléctrica de 2.5 a 5 MW, respectivamente²⁴ Ambos procesos requieren de unas instalaciones especiales donde las condiciones sean controladas para tener los resultados esperados, lo que implica un alto costo de arranque del proyecto y a su vez de funcionamiento, costo que se ve amortizado por los productos generados, los cuales son altamente comerciales y remunerados. Al contrario de la incineración, estos procesos no son tan implementados en América Latina; en países como España son donde tienen mayor desarrollo, haciendo que su ejecución sea más reservada y los resultados en cuanto a efectos sobre el ambiente sean menos estudiados.

5.6.3 Trituración

La trituración de las llantas se puede dar por dos procesos, mecánico o criogénico, sin embargo para el presente caso se analizara la trituración mecánica. La trituración mecánica emplea diversos tipos de cuchillas para

²⁴ (B., 2008)

conseguir el Granulo de caucho reciclado (GCR) de diferentes tamaños, lo cual depende de las etapas a las que se haya sometido la llanta. Durante este proceso se puede recuperar el acero y los textiles que conforman la llanta, la eficacia de la separación de los componentes depende del grado de molienda. Este proceso es enteramente mecánico lo cual no genera grandes cantidades de emisiones atmosféricas en comparación de los procesos anteriores, solo las que generan las maquinas empleadas. Con el fin de recuperar los metales utilizados en la fabricación de las llantas se emplean discos magnéticos. El éxito de la operación del proceso depende también de la etapa previa a la trituración en donde se hace una selección de las llantas a triturar. El GCR tiene una amplia gama de usos en la industria, el cual depende del grosor del mismo; en caso de requerir un granulo más fino, tipo polvo, es mayor la inversión en la instalación por la maquinaria a implementar, pero así a su vez, es mayor el costo del producto. Para este proceso se debe tener en cuenta el sitio de almacenamiento del GCR y las condiciones del mismo, ya que de esto depende su calidad.

5.7 Marco Normativo Ambiental.

Normatividad	Entidad que la Expide	Objetivo
Decreto -Ley 2811 de 1974	Presidente de la Republica	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Regula el aprovechamiento de las aguas no marítimas en todos sus estados y formas, como las meteóricas, es decir las que

		están en la atmósfera; las provenientes de lluvia natural o artificial; las corrientes superficiales que vayan por cauces naturales o artificiales; las de los lagos, ciénagas, lagunas y embalses de formación natural o artificial; las edáficas; las subterráneas; las subálveas; las de los nevados y glaciares; las ya utilizadas, servidas o negras.
Decreto 948 DE 1995	Presidente de la Republica	Por el cual se reglamentan, parcialmente la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 75 del Decreto-Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire
Decreto número 1504 del 4 de agosto de 1998	Alcaldía de Medellín	Por el cual se reglamenta el manejo del espacio público en los planes de ordenamiento territorial son de componentes de la vegetación natural y componentes de mobiliario urbano que son los que se mencionarán y aclararán, que es el mobiliario en la Ciudad de Medellín.
Resolución 1457 de 2010	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo	“La presente resolución tiene por objeto establecer a cargo de los productores de llantas que se comercializan en el país, la obligación de formular, presentar e implementar los Sistemas

	Territorial	de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas, con el propósito de prevenir y controlar la degradación del ambiente.”
Resolución 6981 de 2011	Secretarías Distritales de Movilidad y Ambiente	“La presenta Resolución establece los lineamientos para el aprovechamiento de llantas y neumáticos usados y de llantas no conforme en obras de infraestructura del transporte urbano: vías vehiculares, peatonales, ciclo vías, puentes, túneles, etc., del Distrito Capital.”
Decreto 442 de 2015	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C	Por medio del cual se crea el Programa de aprovechamiento y/o valorización de llantas usadas en el Distrito Capital y se adoptan otras disposiciones.
Decreto 1077 de 2015	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	“Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible” ARTÍCULO 2.2.5.1.3.10. Prohibición de incineración de llantas, baterías y otros elementos que produzcan tóxicos al aire
Decreto 265 DE 2016	Alcaldía Mayor de Bogotá D.C	“Por medio del cual se modifica el Decreto Distrital 442 de 2015 y se adoptan otras disposiciones”
Ley 1801 del	Congreso de	Por la cual se expide el código nacional de

2016	Colombia	policía y convivencia.
Decreto 285 del 2015	Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio	Por el cual se modifica el Decreto 1075 del 2015, Decreto único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio. En lo relacionado con los lineamientos de construcción sostenible para edificaciones.
Decreto 1382 de 2014	Alcaldía de Medellín	Guía de manejo Social-Ambiental para la construcción de obras infraestructuras pública.

5.8 Antecedentes De Proyectos Y/O Empresas Con Llantas

5.8.1 Estudio Las Llantas De Desecho En La Construcción De Cimientos En Edificaciones De Bajo Porte.²⁵

El estudio publicado en la revista Tecnociencia de la Universidad UPB, plantea reutilizar las llantas en desuso en la construcción de viviendas pequeñas o medianas con no más de dos plantas. La investigación consistió en utilizar los neumáticos en lugar de fierro como refuerzo de las bases (zapatas), para las columnas que sostienen las viviendas. El estudio concluye que dichas zapatas con refuerzo de llantas, pueden soportar hasta 18 toneladas (superior al peso de una vivienda pequeña); se pretende ofrecer soluciones al problema de salud pública y medioambiental (acumulación de llantas y la alternativa económica, para la construcción de edificaciones pequeñas)

²⁵([revistasbolivianas, 1991](#))

5.8.2 EKOGROUP²⁶

Empresa ubicada en Copacabana, vereda Alvarado – Antioquia, transforma Neumáticos Fuera de Uso – NFU-, en productos amigables para el planeta, mediante procesos, personas, recursos, tecnología, conocimiento e infraestructura enfocada en brindar resultados satisfactorios para los interesados.

La Política de Recepción de Neumáticos Fuera de Uso (NFU) es acepta neumáticos de camión, bus, automóviles y camionetas hasta de 1.2 metros de altura, que cumplan con las normas de seguridad industrial para la descarga y acopio en nuestra bodega, resaltando que es importante detallar que los neumáticos deben venir sin tierra, ni agua o algún objeto dentro de sus espacios, no se reciben neumáticos con acero a la vista, quemados, pintados o con su banda de caucho visiblemente extraída.

Los productos y/o servicios son:

- Disposición adecuada de llantas
- Corte de Llantas LLFU
- Trituración de Llantas LLFU
- Pulverización de Llantas LLFU
- Extracción del metal de las Llantas LLFU
- Extracción del Nylon de las Llantas LLFU
- Empaque de Materia Prima Final Obtenida
- Capacitación en Manejo Integral de Residuos

²⁶ (<http://www.ekogroup.co/>, s.f.)

5.8.3 RuedaVerde²⁷

Es un programa que aplica la responsabilidad extendida del productor, el cual establece canales con los consumidores para la devolución de las llantas después de su uso y posterior gestión y reincorporación como nuevo insumo.- Reciclaje de Llantas, son un colectivo de 92 empresas cuya actividad principal es la fabricación y/o importación de llantas, así como la importación o ensamble de automotores, unidos por la responsabilidad ambiental y social para la gestión ambiental de las llantas usadas.-Reciclaje de Llantas

PUNTOS DE USUARIO FINAL	
Coexito Palace	Carrera 50 # 39 - 64
Colormatic S.A	Carrera 52 # 1-185
Coexito la 33	Carrera 52 # 36 - 80
Coexito guayabal	Carrera 52 # 1 - 185 Avenida Guayabal
Coexito san diego	Carrera 43 A # 30-84
Coexito la chimenea	Carrera 52 # 14 Sur 14
Autollantas nutibara	Carrera 43A No 31 - 84
Autollantas nutibara	Calle 33 # 63 b 251
Jarbet S.A.S	Carrera 59 No 45 - 07
Macrollantas	Carrera 48 # 49 sur 45
Roldan llantas	Calle 36 # 53 - 40
Dural S.A.S	Carrera 48a # 60a sur 171
Marllantas	Carrera 63a # 44 - 125
Inversiones velazques restrepo S.A.S	Calle 44 # 64 - 37
Servireencauche de colombia	Carrera 57 # 62 - 3 0
Comercializadora internacional de llantas	Carrera 39 # 38 sur 36
Mundial llantas	Carrera 43a # 25a 66
Llantas y tires	Carrera 43 f # 17 - 419
Llantar	Carrera 43 A 19 a 87 L 26
Multillantas	Carrera 43a # 45 b sur 03
Coopobombas	Carrera 51 d # 58-79
Acostallantas	Carrera 42 # 24 a 25
Acostallantas	Carrera 42 # 54 a 71 bg 118
Chaneme comercial	Carrera 48 # 16 - 45
Lafe sierra S.A.S	Transversal 78 # 65 - 346
Pricesmart Colombia S.A.S	Carrera 70 No 1 - 120
Almacen susllantas SAS	Carrera 59 # 48-20
Tiremaxx colibri SAS	Calle 36 # 53-55
Makro supermayoristas S.A.S.	Calle 44 # 65-50
AllMark Comercial De Colombia S.A.	Carrera 51 # 39-67
Alda lubricante S.A.S	Calle 10 # 43c - 12

²⁷ (ruedaverde, s.f.)

5.8.4 Reciclar²⁸

Es una empresa ubicada en Mosquera – Colombia, que proporciona un servicio de reciclaje de llantas, para brindar al país y sus habitantes un medio ambiente más saludable y seguro, de esta manera se reduce el impacto ambiental causado por los tóxicos que se expulsan al aire por la quema de llantas, generando una cultura de reciclaje y aprovechando el desecho de las llantas para ser transformado en materias primas utilizadas en diferentes aplicaciones en el mercado, produce una variedad de gránulos de caucho con diferentes granulometrías. Estos gránulos se usan en diferentes productos en industrias varias como la ingeniería civil, las superficies de asfalto/carreteras, zonas de recreación, campos de atletismo y otras aplicaciones en áreas exteriores, plantas y jardinería.

5.8.5 Ecocaribe ²⁹

Empresa con sistema de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas, va dirigido a los productores distribuidores y comercializadores, ubicada en la Zona Industrial de Mamonal Cartagena, donde triturar mecánicamente, en partículas pequeñas 50x50mm. La trituración mecánica es un método que no genera contaminación, el mapa de recolección de llantas es en

- Cartagena – Bolívar

²⁸ (reciclaire, s.f.)

²⁹ (ecocaribe, s.f.)

- Barranquilla – Atlántico
- Sincelejo – Sucre
- Montería – Córdoba
- Santa Marta – Magdalena
- Valledupar – Cesar
- Riohacha – Guajira
- Archipiélago de San Andrés y Providencia

5.8.6 Aplicaciones De Los Neumáticos Enteros³⁰

- **Arrecifes Artificiales:** se espera que los neumáticos usados en la creación de arrecifes artificiales puedan perdurar más de 30 años porque los neumáticos sumergidos en agua marina se encuentran en un medio estable químicamente y protegidos de la radiación ultravioleta, lo que limita la cantidad de lixiviados contaminantes.

Balas de Neumáticos, Las balas prismáticas de 1 tonelada de peso se fabrican con prensas hidráulicas, que compactan entre 100 y 125 neumáticos por unidad. Las dimensiones habituales son 75 cm x 150cm x 135 cm. Son una buena alternativa a los gaviones metálicos en la construcción de estructuras de contención y presas. Se han utilizado con éxito en la estabilización de márgenes fluviales degradados por la erosión del agua. Por su forma geométrica e instalación modular se adaptan muy bien a ser recubiertas con hormigón o fábrica para la formación de muros.

³⁰ (Madrid)

- **Barreras Acústicas**, los neumáticos constituyen la base de la estructura y se recubren con tierra, de esta forma no les afecta la luz. Como la estructura es inmóvil, el desgaste del material es mínimo.
- **Pistas Provisionales**, para la circulación de vehículos sobre terrenos poco estables en explotaciones forestales, accesos a canteras, etc.
- **Macizos de suelo reforzado**, los NFU agrupados en sistemas de tipo geomalla permiten la formación de macizos de suelo reforzado mediante la interposición de capas superpuestas de neumáticos enteros rellenos de material granular compactado. Las estructuras neumático-suelo muestran propiedades mecánicas superiores a los suelos de origen y pueden presentar diferentes aplicaciones específicas: como muros de sostenimiento de tierras, muros de estabilización en pie de taludes, muros anti erosión en márgenes de cauces fluviales, rellenos ligeros en terraplenes, decoración y elementos de recreo en parques infantiles, ferias, etc.

5.8.7 Aplicaciones De Los Neumáticos Triturados³¹

- **Rellenos ligeros**, empleados como relleno de terraplenes se utilizan fundamentalmente sobre cimientos compresibles o de baja capacidad portante para limitar las cargas transmitidas al cimiento y los asentamientos totales. Pueden realizar también mezclas de suelo o material granular con neumáticos troceados en aquellas situaciones donde la necesidad de una menor compresibilidad del relleno compense el aumento de peso frente al uso de

³¹(Madrid)

neumáticos troceados en exclusiva. Los rellenos ligeros también pueden utilizarse sobre estructuras o tuberías enterradas, para limitar las cargas sobre la estructura y la concentración de tensiones por consolidación diferencial, ya que su deformabilidad permite la generación de un efecto bóveda sobre la estructura. En zonas con problemas de inestabilidad, su baja densidad y suficiente resistencia al corte permite su empleo para la formación de taludes o bermas. Resulta un material especialmente adecuado como relleno ligero en trasdós de muros (estribos de puentes, muros de sostenimiento...).

- **Pistas de atletismo**, los gránulos de caucho procedentes de NFU son una materia prima básica en la composición de los distintos revestimientos sintéticos, que podemos clasificarlos en revestimientos realizados “in situ”, mixtos y prefabricados, atendiendo a su puesta en obra, que a su vez pueden ser compactos o multicapas si el tipo de mezclas que lo componen es homogéneo o compuesto por capas de distintas calidades. En la construcción de una pista de atletismo se emplean aproximadamente de setenta a ochenta toneladas de gránulos de caucho, según el sistema que se instale y de la superficie de la pista, siendo las partículas de caucho de un tamaño comprendido entre 1 y 4 mm.

- **Aislamiento térmico**, los neumáticos triturados son materiales física y químicamente resistentes. Se puede considerar que presentan una capacidad de aislamiento térmico 8 veces superior a la de un suelo. La utilización de rellenos de NFU en terraplenes de carreteras proporciona una protección eficaz frente a la penetración de la helada en el suelo subyacente. El problema de la pérdida de capacidad portante de los suelos durante el deshielo primaveral es un factor primordial de diseño de carreteras en zonas frías. Las propiedades de

protección frente a la penetración de la helada pueden aplicarse también a otras situaciones tales como la construcción de vertedero, de zanjas drenantes, etc.

- **Aislamiento acústico**, el caucho es un material con buena absorción acústica, por lo que resulta adecuado para la fabricación de pantallas anti ruido en carreteras. Los NFU troceados, así como enteros o embalados, han sido utilizados como material de relleno de terraplenes longitudinales utilizados como barreras anti ruido. Paneles de caucho granulados, aglomerado con resinas de poliuretano, se ha utilizado como capa de aislamiento en barreras acústicas prefabricadas.

- **Pistas multiuso**, las características generales que deben cumplir todos los pavimentos deportivos son: elasticidad, resistencia al deslizamiento y durabilidad. La elasticidad permite que el pavimento juegue un papel importante absorbiendo parte de la energía que el deportista transmite en sus impactos con el pavimento evitando así lesiones en sus articulaciones y en sus caídas. Las capas elásticas de mejor calidad se fabrican con gránulos de caucho procedentes de la trituración de neumáticos usados, utilizando generalmente como aglomerante una resina de poliuretano, se fabrican en distintos espesores a pie de obra o se suministran prefabricadas en forma de rollos. La capa final de acabado debe garantizar la correcta estabilidad del deportista en contacto con el pavimento así como el bote de la pelota por lo que la textura y calidad de ésta capa varía en función de distintos factores como son, la ubicación de la pista, en interior o al aire libre y el tipo de deporte.

- **Campos de hierba artificial**, existen en el mercado alfombras de hierba artificial, iniciadas para los campos de jockey, para la práctica del fútbol que

consisten en una base asfáltica, seguidas de una capa de arena y otra de gránulos de caucho de NFU y por último las fibras.

- **Colchonetas para animales**, recubiertas por 2 capas de tela sintética la cual protege al granulado contra los rayos ultravioleta. La capa interior es impermeable y puede lavarse y desinfectarse fácilmente.
- **Pavimentos de seguridad**, se utilizan principalmente en parques infantiles, guarderías y residencias de ancianos para evitar posibles lesiones por caídas al resultar un pavimento elástico. Su composición es a base de gránulos de caucho aglomerados con resinas de poliuretano. Una variante puede ser como protector de guardarrailes.

5.8.8 Aplicaciones En Materiales Bituminosos³²

- **En carreteras:** una de las aplicaciones de los NFU es en la red vial, lo que supone un gran mercado potencial capaz de consumir por sí solo todo el neumático que se recicle. Las exigencias actuales en las carreteras hacen que sustituyamos el betún convencional por betunes modificados con polímeros, los más actualizados SBS (estireno-butadieno estireno), EVA (acetato de vinilo-etileno), polietileno, EPDM (monómero dienoetileno-propileno), etc.

5.9 La Importancia De La Construcción Sostenible ³³

Globalmente las edificaciones usan una gran cantidad de recursos y emiten diferentes tipos de material contaminante. Más de la mitad de los recursos consumidos globalmente son usados en construcción. Hay poca duda de que para

³² (Madrid)

³³(Colombia, 2013)

reducir las emisiones de carbono es crucial ocuparse de la sostenibilidad ambiental a largo plazo de la industria de la construcción y de la subsecuente ocupación de las edificaciones. Se entiende por construcción sostenible el conjunto de medidas pasivas y activas, en diseño y construcción de edificaciones, que permiten alcanzar los porcentajes mínimos de ahorro de agua y energía señalados en la presente resolución, encaminadas al mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes y al ejercicio de actuaciones con responsabilidad ambiental y social.

Construcción sostenible³⁴

Una construcción sostenible es aquella que está en sincronía con el sitio, hace uso de energía, agua y materiales de un modo eficiente y provee confort y salud a sus usuarios. Todo esto es alcanzado gracias a un proceso de diseño consciente del clima y la ecología del entorno donde se construye la edificación.

Mobiliario³⁵

Conjunto de elementos que no son de carácter fijo y permanente, tales como: muebles, tabiques interiores desmontables, elementos metálicos o de madera que al retirarse no afectan el uso de la edificación, cielorrasos descolgados desmontables, elementos livianos para el control del paso de la luz, elementos de iluminación y otros similares.

³⁴ (Colombia, 2013)

³⁵ (Ecoesmás., s.f.)

Mobiliario urbano³⁶

Conjunto de elementos instalados en ambientes de uso público, destinados al uso de las personas.

Mobiliario urbano sostenible³⁷

El mobiliario urbano sostenible es aquel que está pensado para ser útil y duradero, concebido para todos, hecho con materiales reciclados y reciclables, y además, está fabricado por industrias cercanas y comprometidas con el medio ambiente. Es aquel que incorpora la aplicación de nuevas tecnologías y materiales para mejorar la eficiencia, potenciar el ahorro energético y minimizar la contaminación. Y por supuesto, todo ello sin merma estética, ni perjuicio de su calidad ambiental o lumínica. A la fecha se desconoce estudios realizados incorporando como materia prima las llantas usadas (previo un proceso productivo y de diseño) en los inmobiliarios internos de los estadios deportivos.

Identidad urbana³⁸

La identidad es lo que distingue a cualquier tipo entre personas, animales o cosas y sus semejantes. La identidad envuelve conjunto de valores, tradicionales, símbolo, creencias y comportamientos, que funcionan como elementos cohesionadores dentro de un grupo social y desarrollan en este un sentido de pertenencia. También está relacionado directamente con el legado de nuestros antepasados y lo que tenemos en nuestro presente y lo urbano hace referencia a la población y su extensión tanto de territorio como de sus servicios, conectando con

³⁶ (Ecoesmás., s.f.)

³⁷ (Ecoesmás., s.f.)

³⁸ (YULIANA MILENA MENESES ROLDAN, 2010)

su infraestructura, sus núcleos urbanos, hablando propiamente de donde hay ciudades.

Identidad urbana como concepto se observa la ciudad desde diferentes puntos de vista tanto geográficos, etnográficos, ambientales, urbanismo, medios de transporte, entre otros, con la finalidad de abarcar plenamente todo lo que diferencia y hace singular la ciudad de Medellín³⁹ y de la Unidad Deportiva Atanasio Girardot., donde muestra la referencia del diseño de la infra estructura fueron las montañas que rodean a la ciudad.

5.9.1 Estadios De Futbol Que Apuntan A Construcción Sostenibles⁴⁰

Los estadios de fútbol más modernos también están pensados para ser sostenibles. De hecho, la sociedad está cada vez más concienciada con el respeto al entorno y en un campo de fútbol se puede contribuir mediante el uso de energías renovables. Estos son los estadios de fútbol más sostenibles.

- Nuevo San Mamés (Bilbao-España)

El estadio de San Mamés de Bilbao fue galardonado con la certificación LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), la certificación de edificación sostenible más importante a nivel internacional, convirtiéndolo en el primer campo de fútbol europeo en lograrla

³⁹ (YULIANA MILENA MENESES ROLDAN, 2010)

⁴⁰ (eltiempo, s.f.)

Para recibir este galardón se ha tenido en cuenta el uso de materiales de bajo impacto ambiental, el ahorro de energía y agua, o el fomento de uso del transporte público. Además, cuenta con un sistema de ahorro de energía de más de un 40% respecto a otros estadios

- Estadio Aviva (Dublín - Irlanda)

El recinto deportivo recoge el agua de la lluvia y la reutiliza para regar el campo. Además, han reducido su consumo eléctrico gracias a su estructura externa transparente, que permite el paso de la luz solar. También han reducido el gasto de carbón en casi 2.000 toneladas anuales.

- Morro da Mineira (Río de Janeiro - Brasil)

Este estadio construido en 2014, es el primero en el mundo que recoge la energía de la gente. En el suelo tiene más de 200 azulejos con tecnología kinetic, que convierte el movimiento de los jugadores en energía para alimentar los focos. Cuanto más corran los jugadores, más luz tendrán los focos.

- Signal Iduna Park (Dortmund - Alemania)

Este estadio alemán cuenta con un sistema que es capaz de convertir la energía solar en electricidad. Conocido como “fotovoltaico“, toda la energía es limpia. Aunque en la Bundesliga hay muchos estadios sostenibles, el del Borussia Dortmund es todo un ejemplo.

- Amsterdam Arena (Amsterdam)

El estadio donde juega el AJAX cuenta con energía zen gracias a sus 4.200 paneles solares en el techo. Construido en 1996, destaca también por reutilizar

el agua de la lluvia. Si no fuera poco, para enfriar el estadio se usa agua de un lago cercano, además de contar con turbinas eólicas distribuidas por todo el estadio.

5.10 Unidad Deportiva Atanasio Girardot.⁴¹

El estadio Atanasio Girardot se convirtió en el primero del país y uno de los pocos en Latinoamérica en contar con un sistema de energía solar, en el marco de una estrategia de sostenibilidad que busca reducir el consumo de energía eléctrica y ser más amigable con el medio ambiente.

Con una inversión de 142 millones de pesos se instalaron 80 paneles solares, 40 en techo de la tribuna occidental del Estadio y 40 en la sede administrativa del Inder.

El sistema instalado servirá para reducir hasta un 20% el consumo de energía en cada uno de los puntos, lo que equivale a la luz que necesitan 20 casas en un día, pero además, se deja de emitir más de 80 toneladas de CO₂ a la atmósfera.

Este proyecto hace parte de todas las acciones que emprende el Inder Alcaldía de Medellín en buenas prácticas ambientales y por las que cuenta con la certificación ISO 14001 del Icontec.

Entre las acciones que se destacan están la instalación de sensores de movimiento para ahorro de energía, el compostaje de residuos orgánicos, la instalación de puntos ecológicos, el reciclaje de basuras, la implementación de programas de uso

⁴¹ (caracol, 2015)

racional y eficiente de la energía y el agua y la realización de campañas educativas.

5.10.1 Descripción Actual del Estadio Atanasio Girardot 42

El Estadio y la Unidad Deportiva Atanasio Girardot se encuentran ubicados en una de las zonas residenciales más centrales de la ciudad, el Barrio Estadio de la Zona Centro Occidental, en la confluencia de dos de las arterias viales principales del distrito: la Avenida 70 que corre de sur a norte y la Avenida Colombia que corre de oriente a occidente. Contiguo al Estadio están otros centros de primer orden como todo un complejo educativo en su parte este conformado por el Colegio Nacional Marco Fidel Suárez y el Colegio San Ignacio. Al oeste del complejo deportivo se encuentra una exclusiva zona comercial en la cual se encuentra el centro comercial "El Obelisco", en el cual son proyectados en pantallas gigantes los juegos que ocurren en el interior del estadio cada semana. Al sur la Estación Estadio que permite un estratégico acceso a otras latitudes del Área Metropolitana de Medellín y al noroeste la IV Brigada del Ejército de Colombia.

Este estadio es el más grande de toda la región y un ícono de todos los antioqueños, puesto que Medellín es una ciudad con una amplia tradición futbolera, fama bien ganada a través del tiempo gracias a los altos promedios de asistencia que tienen los dos equipos que ofician de local en este estadio: Atlético Nacional y Deportivo Independiente Medellín. En ocasiones este

⁴² (UNIDAD DEPORTIVA ATANASIO GIRARDOT, s.f.)

estadio también alberga los juegos del Envigado FC y de la Selección Colombia.

5.10.2 Datos del Estadio

- Inauguración: 18 de marzo de 1953 (64 años)
- Dirección: Entre las carreras 70 y 74 (Avenida Centenario, en honor a los 100 años del DIM) y las calles 48 y 50.
- Medidas del campo de juego: 110 m de largo por 73,5 m de ancho.
- Capacidad: 53.000 espectadores

5.11 Estado del arte

Se toma como referente de inicio el convenio que se tiene entre INDUSTRIAS IDEAL y SEATING CONCEPTS ya que se encargan de desarrollar proyectos de mobiliarios con un estilo vanguardista en espacios deportivos, teatros, escuelas, iglesias y otros para todo el mundo, donde llama mi atención por haber diseñado el mobiliario interno del estadio Atanacio Girardot para los juegos suramericanos del 2010, el cual se encuentra fabricado en polipropileno con una película protectora contra los rayos UV ubicados tanto para interiores o exteriores y retardante a la flamas; donde se denotan 3 estilos de sillas con formas orgánicas, robustas y duraderas en todos sus diseños para espacios deportivos .



Butaca S150 Europa



Butaca S150 Profile



Butaca S150 AE001

Fuente: <http://industriasideal.com/interiores/butaca-categoria.php?sec=5>

Para estas empresas es importante las innovaciones de características permiten una gran versatilidad con la apariencia y funcionalidad de la silla. Donde estas se pueden instalar en la parte superior del sustrato del piso del lugar o puede donde se desean ubicar, el cual podemos encontrar diversos tipos en otras empresas.



Fuente: METAL MUEBBLES
<http://metalmuebles.com.co/producto/silla-estadio-espaldar-bajo/>



Fuente: FIGURAS, Asiento deportivo de una sola pieza – referencia 200 STADIUM
http://www.figueras.com/es/asientos/asientos-deportivos/31_200-stadium.html



Fuente: **Dac - Diseño Arquitectura** - Butaca para estadios Omega High Back /
Sillas y Sillas. <http://www.disenoarquitectura.cl/butaca-para-estadios-omega-high-back-sillas-y-sillas/>

Donde es importante en el análisis del estado del arte identificar algunos materiales alternos y estructuras que posiblemente pueden contribuir un gran aporte en diversos sistemas de fijación y fabricación del producto para al desarrollo de la problemática contemplada.



Losetas de caucho protector



Losetas de caucho ENGARZABLES

Fuente: **Construcciones Deportivas. Pavimentos Deportivos**

<http://www.pavimentosdeportivos.com/pavimentos-de-caucho/suelos-para-parques-infantiles/caucho-madrid.htm>

Como lo es utilización de pellet de caucho de llantas usadas para decorar jardines o parques infantiles como pavimento deportivo, losetas de caucho protector, gimnasios, pistas atléticas, canchas sintéticas entre otros, donde se puede destacar a una de las empresas más destacadas en esta actividad como lo es Regupol Abzorb, la cual se encargan de hacer rellenos de caucho prefabricados para césped proporcionando una amortiguación superior de todos los sistemas de césped artificial. El cual se fabrica usando un proceso patentado que asegura la consistencia para la absorción uniforme del choque, la elasticidad, y la seguridad realizada del atleta, en el cual cabe destacar algunas características para implementar pellet de caucho de llantas usadas en espacios deportivos, máximo el confort de los pies, mejora la movilidad en el campo, mantiene el rendimiento a largo plazo de los espacios, excelente atenuación de choque, uniformidad, no compromete el drenaje, resistente al clima entre otros.



6. CRONOGRAMA

		CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																												
Objetivos		Actividades	Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre							
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Identificar los métodos actuales de reciclaje para la reincorporación de las llantas usadas a un proceso productivo.	Investigación documental (Recolección de información)	■	■	■	■																								
		Formulación de entrevistas					■	■	■	■																				
		Determinar los expertos a entrevistar									■	■	■	■																
		Entrevistas estructurada (experto en medio ambiente)													■	■	■	■												
		Observación Directa y de campo (Salidas a empresas)																	■	■	■	■								
2	Comparar las propiedades mecánicas del material del mobiliario actual del Estadio Atanasio Girardot con el material de las llantas recicladas.	Análisis los procesos productivos para la transformación de llantas usadas													■	■	■	■												
		Observación de campo (Salidas de campo al Estadio)													■	■	■	■												
		Investigación documental (Recolección de información)													■	■	■	■												
		Formulación de encuesta para usuarios del estadio y empresarios													■	■	■	■												
		Encuesta a usuarios del estadio y empresarios													■	■	■	■												
3	Proponer una estrategia que permita usar el caucho de las llantas usadas como materia prima en la fabricación de productos mobiliarios para el estadio.	Análisis de información y alternativas existentes																	■	■	■	■								
		Entrevistas semiestructuradas - usuarios del Estadio y experto en materiales																	■	■	■	■								
		Elaboración de alternativas de Diseño																	■	■	■	■								
		Modelación en tres dimensiones de la Alternativa solución																					■	■	■	■				
		Elaboración de planos																					■	■	■	■				
		Redacción y sustentación																					■	■	■	■				

7. PRESUPUESTO

PROYECTO DE GRADO							
	TAREAS DE OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HORAS MANO OBRA	COSTO MANO OBRA (\$)	COSTO MATERIAL (\$)	COSTO VIAJES (\$)	OTROS COSTOS (\$)	TOTAL POR TAREA
ACTIVIDADES	Investigación documentada	0,0	\$ -	\$ 20.000	\$ -	\$ 10.000	\$ 30.000
	Análisis de investigación documentada	0,0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 10.000	\$ 10.000
	Observación salidas de campo (transporte)	0,0	\$ -	\$ 30.000	\$ 150.000	\$ 120.000	\$ 300.000
	Entrevista y en cuentas (Expertos y Usuarios del estadio)	0,0	\$ -	\$ 20.000	\$ 150.000	\$ 120.000	\$ 290.000
	Planos	0,0	\$ -	\$ 10.000	\$ -	\$ 20.000	\$ 30.000
	Redacción sustentación	0,0	\$ -	\$ 20.000	\$ -	\$ 10.000	\$ 30.000
	Subtotal	0,0	\$ -	\$ 100.000	\$ 300.000	\$ 290.000	\$ 690.000

8. ALCANCES Y LIMITANTES.

8.1 Alcances

Este proyecto investigación tiene como alcance cumplir con las entregas actividades en los tiempos expuestos en el cronograma, con la finalidad de que el proyecto finalice según las fechas programadas.

Se entregará una modelación en 3D, planos de taller y un informe escrito de acuerdo a las normas APA, que sustenten el procedimiento del desarrollo del proyecto.

Se pretende implementar la metodología proyectual de Bruno Munari exceptuando las etapas de experimentación y verificación, por motivos de tiempo y recursos.

8.2 Limitaciones

El factor del tiempo no es el óptimo para lograr albergar un estudio de investigación tan complejo, el cual está propenso a no cumplir con algunas actividades.

Las industrias donde se realizarán vistas, es una limitante donde no todas pueden estar dispuestas para brindar una información clara y confiable.

Con respecto a los antecedentes se desconoce información de estudios de investigación que incorporen llantas usadas a un proceso de reciclaje para la elaboración de mobiliario en espacios internos de los estadios o espacios deportivos.

Se debe contemplar que no se tengan los recursos económicos suficientes para desarrollar los trabajos de campo.

9. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

9.1 Materiales

- Caucho En Pellet De Llauntas Usadas
- **EPDM** (Etileno-propileno dieno monómero.) aglomerado con poliuretano de alta densidad
- Película protectora contra los rayos UV.
- Aditivos resistentes a incendios.
- Lámina HR cal. 1/4" procesada.
- Pernos de 5/16" para fijación o anclaje.

9.2 Tecnología

- Moldes para compresión y vulcanización
- Horno (para precalentamiento de materia prima)
- Dobladoras
- Cortadora laser

9.3 **Función:** relación producto- usuario – condiciones climáticas.

- **Resistencia:** compresión, tensión, fricción, deformación.
- **Numero de componentes:** la cantidad mínima requerida para disminuir los procesos de producción del mobiliario.
- **Unión:** proceso de vulcanización para la integración entre los diferentes componentes: asiento (formado con pellet de llantas trituradas) - estructura de soporte y fijación a concreto o superficie (lámina HR cal. 1/4").

- **Estructurabilidad:** elementos que componen el producto

Asiento - Estructura de soporte y fijación – pernos de anclaje

9.4 Comunicación – Acabados formales del producto:

- **Color:** diversos tonos.
- **Textura:** granulada – lisa.
- **Comodidad:** netamente ergonómica y semirrígido.

9.5 Seguridad: Ausencia de riesgos, reducción de accidentes, propiedades antideslizantes, cuidados a tener: no perforar con artefactos corto punzantes.

9.6 Mantenimiento: pintura y limpieza de sistema de soporte y fijación.

9.7 Técnicos: Proceso de fabricación

Proceso de reciclaje por molienda:

El proceso comienza con el corte de los neumáticos de llantas usadas. Dónde se depositan en cintas transportadoras que trasladan los trozos por distintas etapas y fases de trituración de mayor a menor.

En este proceso se extraen también:

- El acero mediante electro imanes que los atraen.
- La tela que se separa por aspiración.

Finalmente el caucho triturado se separa en sacos según el tamaño de los gránulos, dependiendo del uso que se le dará.

Cada material queda separado en diferentes sacos, listos para ser reutilizados.⁴³

Convirtiendo así al caucho como materia prima para empezar a realizar el proyecto

Trozado de neumático



Paso por imanes y aspiración



Separación medida y uso



Fuente: <https://www.polambiente.com/proceso>

Proceso de homogenización o mezcla:

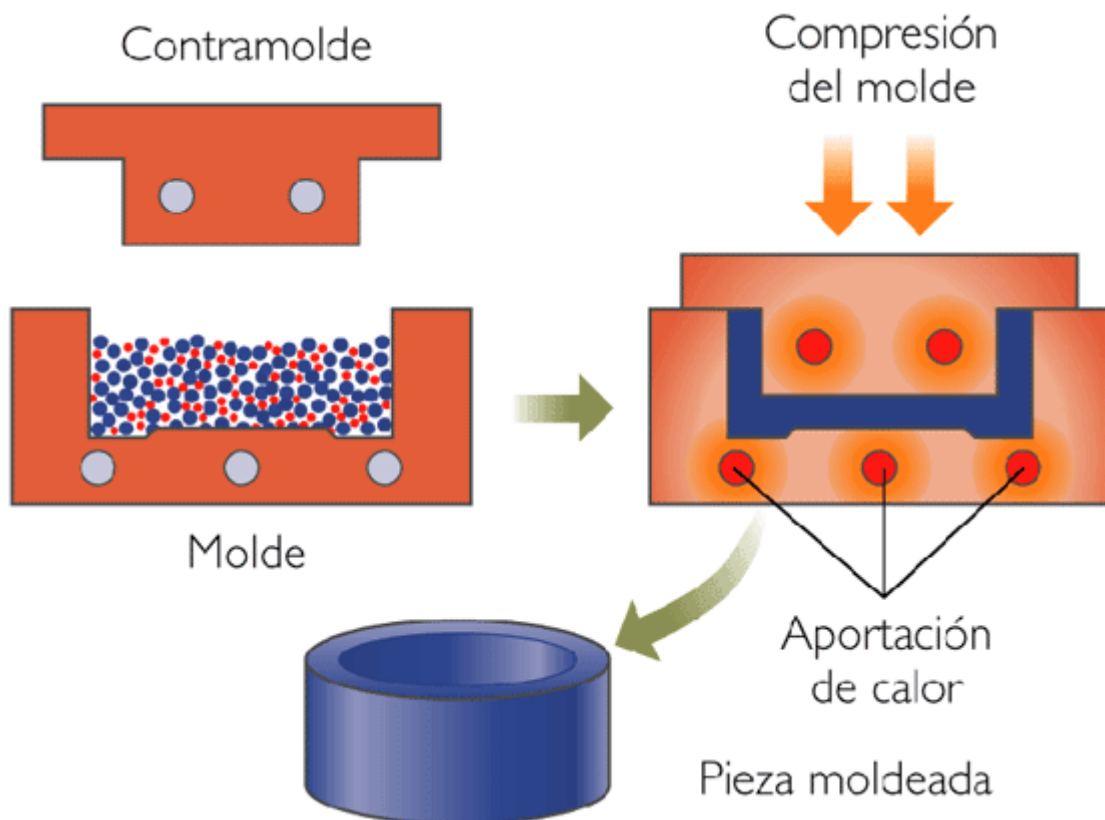
Es aquí donde una vez se encuentre triturado el caucho en pellet, se procede a mezclar los pellets con el **EPDM** (Etileno-propileno dieno monómero.) como aglomerado con poliuretano de alta densidad, más aditivos que generen la resistencia a incendios, y aditivos para dar le pigmentación a la mezcla, luego se procede a precalentar el material en un horno, permitiendo para llevar al siguiente proceso.

Antes de este proceso se debe de tener realizada la pieza en lámina HR cal. 1/4"(con los cortes y dobleces) obteniendo la forma establecida para hacer parte del siguiente paso.

⁴³ <https://www.polambiente.com/proceso>

Proceso de compresión:

Este es el proceso que se conforma de piezas en las que el material es introducido en un molde (2 o más piezas) al que luego se le aplicara presión para que adopte la forma definitivamente deseada,⁴⁴ uniéndose de esta manera el caucho en pellet con los aditivos, más la estructura metálica la cual mejorara las propiedades de resistencia y fijación, formando así una sola pieza, donde al asiento se le aplicara una película que protegerá contra los rayos UV. Dejándola lista para fijarla o anclarla en los diferentes espacios deportivos por medio de pernos.



Fuente: Tecnología de los Plásticos

<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.co/2011/10/moldeo-por-compresion.html>

⁴⁴ Moldeo por compresión (por MIGUEL MAYÉN) <https://es.scribd.com/doc/95090532/PROCESO-DE-COMPRESION>

10. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Este proyecto de investigación se realiza con fines académicos, en el que se generara una codificación de la información suministrada por las diferentes participantes, y se presentara un informe de trabajo de grado a la universidad y una copia para el Estadio Atanasio Girardot donde las personas puedan acceder a los resultados obtenidos, y también se pedirá el consentimiento verbal de profesionales y usuarios del Estadio Atanasio Girardot garantizando el carácter voluntario de los cuestionarios y entrevistas en todo momento.

11. CONCLUSIONES

- Se tendrá un impacto positivo siendo este un producto amigable con el medio ambiente, ya que se utilizarán materiales reciclados mitigando los impactos de contaminación que se generan al desechar las llantas al desuso.
- El mejoramiento del mobiliario del estadio Atanasio Girardot es una solución que permite intervenir en la forma, ergonomía, materiales e innovación permitiendo obtener una aceptación de los usuarios.
- Los mobiliarios hechos con llantas recicladas, poseen características como: antideslizantes, permeabilidad, aptos para exteriores, resistentes al impacto, alta resistencia a la fricción, resistentes al tránsito, durables, higiénicos, elásticos, y son fáciles de limpiar.
- El reciclaje de llantas usadas por medio del proceso de trituración mecánica es una de las mejores alternativas, ya que permite la obtención de pellet de caucho

como materia prima, la cual podrá ser usada en diversas aplicaciones industriales aumentando su demanda en el mercado.

12. GLOSARIO

Para el presente documento se tomarán como referencia las definiciones establecidas en el Artículo Tercero de la Resolución 1457 de 2010.

- ✓ **Almacenamiento de llantas usadas.** Es el depósito temporal de llantas usadas desechadas por el consumidor, cuya recolección y gestión se encuentren enmarcado en un Sistema de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas, en un lugar acondicionado para tal fin, de manera segura y ambientalmente adecuada, con el objeto de facilitar su recolección, clasificación y cualquier actividad de preparación previa a una posterior gestión y manejo ambiental.
- ✓ **Aprovechamiento y/o valorización de llantas usadas.** Es la recuperación y el procesamiento de llantas usadas, con el objeto de destinarlas a los mismos fines a los que se destinaban originalmente mediante el reencauche o a otros procesos como el reciclaje.
- ✓ **Distribuidor y comercializado.** Toda persona natural o jurídica que comercializa o distribuye llantas al por mayor o al detal.
- ✓ **Llanta usada.** Toda llanta que ha finalizado su vida útil y se ha convertido en residuos sólido.
- ✓ **Llanta no conforme.** La llanta que no cumple con los requisitos técnicos o presenta defectos de fabricación impidiendo su uso en vehículos automotores.

- ✓ **Productor de llantas.** Persona natural o jurídica que, con independencia de la técnica de venta utilizada:
 - a) Fabrique llantas que sean puestas en el mercado nacional con marca propia.
 - b) Ponga en el mercado con marca propia, llantas fabricadas por terceros.
 - c) Importe llantas para poner en el mercado nacional.
 - d) Importe automóviles, camiones, camionetas, buses, busetas y tractomulas con sus llantas hasta rin 22,5 pulgadas, para poner en el mercado nacional.
 - e) Ensamble automóviles, camiones, camionetas, buses, busetas y tractomulas en el país, siempre y cuando importe las llantas hasta rin 22,5 pulgadas para los mismos.

- ✓ **Punto de Recolección.** Sitio o lugar acondicionado y destinado a ofrecer a los consumidores la posibilidad de devolver las llantas usadas para su posterior gestión y manejo ambiental.

- ✓ **Reciclaje de Llantas.** Es el proceso mediante el cual se aprovechan y transforman las llantas usadas recuperadas y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos.

- ✓ **Recolección selectiva.** La recolección de llantas usadas, de forma diferenciada de otros flujos de residuos de manera que facilite su posterior gestión y manejo ambiental.

- ✓ **Sistema de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas.** Instrumentos de control y manejo ambiental que contiene los requisitos y

condiciones para garantizar la recolección selectiva y gestión ambiental de las llantas usadas por parte de los productores.

- ✓ **Valorización energética.** Es el uso del potencial de aprovechamiento de las llantas usadas como fuente alterna de energía, con el cumplimiento de la legislación ambiental vigente.

13. BIBLIOGRAFIA.

13 originales ideas para reutilizar llantas viejas. (s.f.). Obtenido de 13 originales ideas para <http://www.upsocl.com/creatividad/13-originales-ideas-para-reutilizar-llantasviejas/>

Aburrá., Á. M. (2008). *Metrópoli, 2008-2020, hacia la integración regional sostenible.* MEDELLÍN .

Acción., E. e. (2007). *Riesgos y alternativas a la incineración de neumáticos y residuos en cementeras. La Robla un caso concreto.* Obtenido de Ecologistas en Acción. (2007) Riesgos y alternativas a la incineración de neumáticos y residuos en cementeras. La Robla <http://www.bierzoairelimpio.org/imagenes/descargas/riesgosyalternativasincineracionneumaticoscement.pdf>

B., A. O. (2008). Fundamentos teóricos de la termólisis aplicada al tratamiento de desechos sólidos. *Universidad de San Carlos de Guatemala.*, 138.

Bogotá, C. d. (2006). *Guía para el Manejo de Llantas Usadas.* Bogotá: Kimpres Ltda.

Bogotá., S. d. (s.f.). *Guía Para el manejo de llantas Usadas. Estructura de las llantas Pág. 18-19.* Obtenido de *Guía Para el manejo de llantas Usadas.* Secretaria de Ambiente

de

Bogotá.http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/pdf/residuos/guia_llantas.pdf

caracol. (2015). Obtenido de http://caracol.com.co/emisora/2015/12/18/medellin/1450435614_938112.html

Colombia, c. s. (2013). *Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones*. Colombia: Anexo Técnico Código de construcción sostenible en Colombia .

CONAE, D. d. (s.f.). *Manual de información técnica de neumáticos*. . Obtenido de http://www.fivi.cat/archivos_fivi/manual_llantas.pdf

ecocaribe. (s.f.). Obtenido de <http://www.ecocaribe.co/>

Ecoesmás. (s.f.). Obtenido de <http://ecoemas.com/mobiliario-urbano-sostenible/>

eltiempo. (s.f.). *los-5-estadios-de-futbol-mas-sostenibles*. Obtenido de <https://noticias.eltiempo.es/los-5-estadios-de-futbol-mas-sostenibles/>

EPA. (1997). *Emisiones al Aire de la Combustión de Llantas Usadas, Washington D.C., 124p*. . Obtenido de http://www.epa.gov/ttn/catc/dir1/tire_esp.pdf

<http://www.ekogroup.co/>. (s.f.). *Ekogroup*. Obtenido de <http://www.ekogroup.co/>

Madrid, C. d. (s.f.). *valorización material y energética de neumáticos fuera de uso, Capitulo4,Aplicaciones.pag.38-44*. Obtenido de Comunidad de Madrid, valorización material y energética d<http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001755.pdf>

Madrid., C. d. (s.f.). *valorización material y energética de neumáticos fuera de uso, capítulo 1,1.2 Los neumáticos usados. pag.11.* . Obtenido de <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001755.pdf>

Marmolejo, L. F. (2009). Flujo de residuos. Elemento base para la sostenibilidad del aprovechamiento de residuos sólidos municipales. Ingeniería y Competitividad, .

MAVDT. (2010). Medellín .

MAVDT. (2010). Resolución 1457 de 2010 . BOGOTA, COLOMBIA.

México, G. d. (2002). La Ciudad de la Esperanza. . *Secretaría del Medio Ambiente, Llantas Usadas Diagnóstico de la Situación Actual en el Distrito Federal (p.31).* . Mexico .

México., G. d. (2002). *La Ciudad de la Esperanza. Secretaría del Medio Ambiente, Llantas Usadas Diagnóstico de la Situación Actual en el Distrito Federal (p.31).*

Ministerio de ambiente, v. y. (2007). *Gestión diferencial de llantas post-consumo.*

Ministerio de Ambiente, V. y.-M. (3 de agosto de 2010). CVNE. Obtenido de centro virtual de noticias de la educación: <http://www.mineduacion.gov.co/cvn/1665/w3-article-241763.html>

Periodico-ELTIEMPO. (3 de Agosto de 2010). *RedaccionVidadeHoy.* .

Quintana, R. (2011). *DisDiseños Técnico, legal y financiero para implementación de un plan de gestión integral de aceites usados, llantas, neumáticos y baterías en el D.C.* Recuperado el Mayo de 2015, de <http://es.slideshare.net/alexa842003/presentacin-asfalto-caucho>

recicclair. (s.f.). Obtenido de <http://www.recicclair.com/>

revistasbolivianas. (1991). Obtenido de http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S199164692009000200008&script=sci_arttext&tlng=es

ruedaverde. (s.f.). Obtenido de <http://www.ruedaverde.com.co/>

Tchobanoglous, G. (1994). *Gestión Integral de Residuos Sólidos Volumen II*, . España, : McGraw Hill, 496p.

Territorial., M. d. (2010). Resolución 1457 de 2010. *Resolución 1457 de 2010*. Bogota, Colombia.

TIEMPO, E. (6 de septiembre de 2014). Medellín son utilizadas 800.000 llantas anualmente y, en Antioquia, un millón 300.000.

UNIDAD DEPORTIVA ATANASIO GIRARDOT. (s.f.). Obtenido de <http://atanasiogirardo777.blogspot.com.co/p/caraxc.html>

V., P. D. (2014). *La ANDI prevé recolectar este año un millón de llantas con Corporación rueda Verde*. Obtenido de www.larepublica.co/la-andi-prev%C3%A9-recolectar-este-a%C3%B1o-1-mill%C3%B3n-de-llanras-con-corporaci%C3%B3n-ruedaverde_191316

YULIANA MILENA MENESES ROLDAN. (2010). *MEMORIAS DEL MOBILIARIO URBANO EN MEDELLIN Y UNA PROPUESTA NUEVA*. Medellín .