

GUÍA

para el manejo de llantas usadas

**Un sector transporte
con operación más limpia**

**¡Gana y hace ganar
al ambiente de la ciudad!**

© Reserva de derecho de autor
Guía para el manejo de llantas usadas
Primera edición

ISSN:
Septiembre de 2006

Cámara de Comercio de Bogotá
Avenida Eldorado 68D-35 • Apartado Aéreo 29824
Tel.: 594 1000
Bogotá, D.C., Colombia
Diseño e Impresión: Editorial Kimpres Ltda.

La información de este documento está protegida por la Ley 23 de 1982 de la República de Colombia y está sujeta a modificaciones sin preaviso alguno. Podrán reproducirse extractos y citas sin autorización previa, indicando la fuente. Su reproducción externa podrá hacerse previa autorización de la Cámara de Comercio de Bogotá. La Cámara de Comercio de Bogotá no asume responsabilidad alguna por los criterios u opiniones expresados por el autor.

Contenido

Introducción	5
Capítulo 1. Política ambiental distrital en materia de residuos	7
1.1 Ciclo de Materiales	7
Capítulo 2. Consumo sostenible	11
Capítulo 3. Ciclo de vida de las llantas.....	15
3.1 Fabricación de las llantas.....	11
3.2 Ciclo de vida de las llantas	20
3.3 Cadena de gestión	21
Capítulo 4. Buenas prácticas de operación	23
4.1 Conceptos básicos.....	23
4.2 Información suministrada en las llantas.....	24
4.3 Condiciones de almacenamiento	25
4.4 Verificación de la presión interna.....	26
4.5 Inspección periódica.....	27
4.6 Mantenimiento.....	27
4.7 Buenos hábitos de conducción.....	30
4.8 Reemplazo de llantas gastadas o averiadas	31
Capítulo 5. Reencauche	35
Capítulo 6. Aprovechamiento y disposición final	39
6.1 Coprocesamiento	39
6.2 Trituración.....	39
6.3 Uso en asfaltos modificados	40
6.4 Uso industrial.....	43
6.5 Uso artesanal	43
Capítulo 7. Impactos ambientales por manejo inadecuado.....	45
7.1 Quema a cielo abierto.....	45
7.2 Almacenamiento inadecuado.....	46

Capítulo 8. Situación actual en Bogotá	47
8.1 Generación de llantas usadas en el distrito	47
8.2 Cadena de gestión del residuo	48
Capítulo 9. Normatividad vigente para el manejo del residuo	51
Constitución Nacional	51
Resolución 1074 de 1997	52
Resolución 339 de 1999	52
Resolución 1596 de 2001	52
Resolución 1488 de 2003	52
Resolución 0970 de 2001	52
Resolución 0458 de 2002	52
Resolución 1488 de 2003	53
Resolución 601 de 2006	53

CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ-CCB

María Fernanda Campo Saavedra
Presidente Ejecutiva

María Eugenia Avendaño Mendoza
Vicepresidente Ejecutivo

Equipo de Trabajo Acercar Transporte

Fabiola Suárez Sanz
Corporación Ambiental Empresarial
Directora

Héctor Guzmán Luján
Coordinador Acercar Transporte

Leonardo Quiñones Cantor
Profesional Acercar Transporte

Juan Pablo Romero Rodríguez
Profesional Acercar Transporte

Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente - DAMA

Claudia Buitrago
Directora

Aymer Maturana
Subdirector ambiental

Ernesto Romero
Interventor del proyecto

Grupo de Residuos
Diana Mallarino Araoz
María Eugenia Archila

Diseño e Impresión

Editorial Kimpres Ltda.
PBX: 413 6884 • Fax: 290 7539
Bogotá, D.C., Colombia
Septiembre de 2006

Introducción

El sector transporte puede considerarse en la actualidad como uno de los ejes centrales de la economía a pequeña, mediana y gran escala, ya que a través de este medio se movilizan productos alimenticios, de primera necesidad, suntuarios y, naturalmente, pasajeros.

En nuestro país esta actividad económica, aparte de crear gran cantidad de empleos y ser el sustento de miles de familias, también ocasiona un grave impacto sobre los recursos naturales, ya que es el sector donde más se consumen derivados del petróleo como combustibles y lubricantes, se industrializan gran cantidad de residuos como baterías, aceites y llantas, además de generar –según estudios del DAMA– cerca del 80% de la contaminación atmosférica en ciudades como Bogotá.

Las llantas usadas, tema primordial de esta guía, como todo bien de consumo, requieren para su fabricación de materias primas y procesos industriales multitud de insumos de múltiples orígenes como agua, energía, hidrocarburos, textiles, acero, azufre, pigmentos entre otros, lo cual implica necesariamente un impacto sobre el medio ambiente.

La cantidad de recursos requeridos para la fabricación de las llantas y los impactos que generan su inadecuado manejo y disposición, hacen necesario revisar la manera como se emplean las mismas, con el propósito de maximizar su tiempo de vida útil, para beneficiar al usuario al permitirle recorrer más kilómetros por el mismo dinero, y al medio ambiente, al disminuir los requerimientos de materia prima y la cantidad de llantas en uso.

Esta guía se divide en diez capítulos en los cuales se le muestra al lector, en primer lugar, la Política Distrital Ambiental en Materia de Residuos, contenido en el escenario del ciclo de materiales; los procesos de producción y características de las llantas usadas; su ciclo de vida; las buenas prácticas de operación con la finalidad de extender su vida útil; la problemática ambiental asociada con la disposición inadecuada; la situación de las llantas usadas en el distrito capital y la normatividad vigente sobre la materia.

El propósito de la guía es concientizar a cada uno de los usuarios de llantas de su responsabilidad en la conservación de los recursos naturales, y lograr, a su vez, que incorporen en sus actividades cotidianas, sencillas prácticas de manipulación, como pueden ser: una adecuada operación de su vehículo, la aplicación de técnicas de mantenimiento preventivo para las llantas y la disminución de los impactos deteriorantes del ambiente con solo llevarlas a lugares donde se garantice su adecuada disposición desde el punto de vista ambiental.

Política ambiental distrital en materia de residuos

1.1 Ciclo de Materiales

La Gestión de residuos está integrada en el Ciclo de Materiales y por tanto, es necesario que a través de un manejo ambiental de los residuos se concluya apropiadamente el ciclo. Por ejemplo, debemos propender por que la materia orgánica sea recuperada y devuelta a los campos como abono para estimular el uso de escombros en recuperación geomorfológica.

El Plan de Gestión Ambiental del Distrito, adoptado mediante Decreto Distrital 061 de 2003, incluye entre sus estrategias el Manejo del Ciclo de Materiales, a partir del cual se desarrollan los lineamientos para la gestión ambiental de residuos urbanos.

El ciclo de materiales comprende, en términos generales, cuatro etapas principales:

- **Función fuente de recursos naturales:** Es la etapa en la que se tienen los recursos en su lugar de origen, sin haber sido extraídos aún. Es la oferta de recursos naturales.
- **Procesos productivos:** Son los realizados por los diversos sectores económicos: industria primaria o extractiva, manufacturera, de servicios, e institucionales. Producto de estos procesos se obtienen bienes y servicios que son usados por los consumidores.
- **Consumo de bienes y servicios:** En esta etapa, los consumidores usan los bienes y servicios producidos y obtienen de ellos un beneficio.
- **Función vertedero:** Luego de obtener el beneficio deseado y por tanto de perder el valor de uso, los materiales residuales, así como los provenientes de la etapa dos, deben ser reincorporados al ciclo natural de la mejor forma posible.



Figura 1. Ciclo de materiales.

Cada una de las etapas cumple una funcionalidad dentro del sistema y la gestión de los residuos; a pesar de ubicarse especialmente en las etapas dos, tres y cuatro del ciclo, se enmarca en el sistema que puede entenderse también como el ciclo de vida de los productos.

En la etapa dos del ciclo se generan residuos provenientes de los procesos productivos: de construcción, industriales, de actividades extractivas, de plazas de mercado y comerciales e institucionales. Estos residuos son en algunos casos de carácter peligroso y su manejo es responsabilidad de quien los genera.

En esta etapa, la implementación de sistemas de gestión integral de residuos que incluye técnicas de producción limpia, sustitución de materias primas, mejoramiento

de eficiencia de proceso, recirculación y agotamiento y ecodiseño, propende por reducir la cantidad y peligrosidad de los residuos.

En la tercera etapa del ciclo se generan residuos por el consumo de bienes y servicios. Estos son residuos domiciliarios y tienen carácter tanto de ordinario como de peligroso. El manejo de estos residuos está en cabeza del municipio y en el caso de los residuos domiciliarios peligrosos, los fabricantes de los productos que se vuelven residuos peligrosos juegan un papel preponderante, ya que deben establecer mecanismos para la recolección y tratamiento de estos residuos.

La cantidad de residuos generada en esta etapa puede reducirse a través de programas que induzcan cambios en los patrones de consumo, y que por tanto

disminuyan la presión sobre los recursos naturales no sólo por la demanda de materias primas para los procesos de la etapa dos sino por la reducción de la peligrosidad y cantidad de los residuos de las etapas dos y tres.

En algunos países cuya población tiene una gran conciencia ambiental, los consumidores han encontrado que son actores clave en el ciclo de materiales y actualmente, por la presión que ejercen, los fabricantes e importadores de productos deben, además de realizar procesos ambientalmente apropiados, proveer productos que no sean contaminantes o deben organizar su manejo posterior.

Los consumidores, especialmente europeos, han ejercido presión mediante la negación a comprar ciertos productos y lo hacen con tal decisión que las empresas fabricantes no tienen más remedio que ajustar sus procesos. Esto ha contribuido

a lograr avances extraordinarios en el desempeño ambiental de las industrias y países en donde ha sucedido.

En la cuarta etapa del ciclo se realiza el manejo de los residuos generados. El manejo comprende las operaciones de recolección, transporte, almacenamiento, aprovechamiento, tratamiento y disposición final. Cuando se habla de los residuos generados en la etapa dos, las operaciones pueden darse todas al interior de la empresa o ésta puede contratar algunas con un tercero autorizado.

En cuanto a los residuos de la etapa tres, generalmente la operación de almacenamiento es realizada por el generador, y el municipio presta el servicio de las demás operaciones. En algunos casos, la operación de aprovechamiento es realizada por terceros. La separación de los residuos en la fuente es crucial en esta etapa, ya que facilita el aprovechamiento.

Consumo sostenible

Tradicionalmente en nuestro medio se asocia el consumo sostenible con el ahorro de materias primas e insumos (agua, energía eléctrica, combustibles), tratamiento de efluentes líquidos y gaseosos en una planta manufacturera, y pocas veces se busca el consumo ambientalmente apropiado de productos o servicios.

Es necesario tener en cuenta que además de la cadena de valor involucrada en sacar un producto al mercado, entendida como el flujo entrante y saliente de materias y energía de un proceso, todo producto por el mismo hecho de ser utilizado para el fin diseñado, tiene un ciclo de vida e implícitamente tiene un fin, como desecho o subproducto.

Lo anterior significa que la duración o vida útil de los productos depende del manejo y el trato dado a los mismos, y es aquí donde entra el concepto de consumo sostenible relacionado con los productos, cuyo objetivo es generar herramientas concretas que permiten minimizar el desgaste, desperdicio y consumo innecesario de estos, y garantizar una adecuada disposición cuando finaliza su vida útil.

Estrategias

El modelo económico actual permite acceder cada vez más a múltiples productos y servicios que antes no existían o eran

innecesarios para la gran mayoría de las personas; hoy en día, las estrategias de mercadeo implementadas por las empresas fomentan el consumo desmedido de bienes con ciclos de vida muy cortos, o que realmente no son necesarios (se induce una necesidad), generando la llamada “sociedad consumista”.

Se ha demostrado que este modelo de consumo masivo que implica un alto nivel de uso de materias primas y un aumento en la cantidad de desechos, no es compatible con un modelo de desarrollo sostenible que permita tanto el progreso económico de las sociedades, como la conservación y protección de los recursos naturales^[2].

Los derechos de toda persona a un medio ambiente apropiado para su pleno bienestar, físico y espiritual, son derechos humanos de validez universal y constituyen expresiones del derecho fundamental a una calidad de vida donde se respete la dignidad de las personas. Estos derechos los encontramos consagrados en nuestra Constitución Nacional en su artículo 79 cuando hace referencia al derecho que nos atañe a todos los ciudadanos de gozar de un medio ambiente sano.

Sin embargo, no debe pensarse que la protección del medio ambiente (y por ende la conservación de nuestra salud y

bienestar], es un acto y deber exclusivo de gobernantes y autoridades. Es necesario tener en cuenta que somos parte activa dentro de la sociedad y por tanto consumimos materiales y producimos desechos, con lo cual generamos un impacto en medio ambiente en mayor o menor escala, dependiendo de nuestras actividades.

Infortunadamente en nuestro medio el concepto de respeto por nuestro entorno natural sólo lo aplicamos cuando nos vemos obligados a ello coercitivamente por la autoridad, situación que para el caso en estudio se dificulta teniendo en cuenta que para la mayoría de los bienes de consumo (incluidas las llantas), la normativa en cuanto a manejo y disposición es flexible y en algunos casos confusa^[3], situación que nos obliga a acudir a la conciencia y responsabilidad social y ambiental de los ciudadanos y empresas, con el fin de lograr un manejo adecuado de este tipo de residuos, mientras generamos cambios de conducta sociales y alternativas de disposición que mitiguen los daños causados.

En consecuencia, existen algunas metodologías que podemos aplicar como ciudadanos responsables de la protección de nuestro entorno natural, ya sea que utilicemos los bienes de consumo masivo para nuestro hogar, oficina o en el ámbito empresarial, estas son conocidas como las 4-R^[4,5]:

Rechazar. Antes de comprar un producto, detenernos y analizar si de verdad lo necesitamos, ya que los supermercados están llenos de productos que no son indispensables para la vida; a manera de ejemplo encontramos: ambientadores, adornos de plástico, espumas de afeitar, tintes de cabello, excesivos productos para limpieza, plantas artificiales, etc.

Es importante no adquirir productos en cuya elaboración, manejo o disposición

final se emplean insumos que impacten negativamente en los recursos naturales o que en su producción generan contaminantes que deterioran o alteran la calidad del aire, agua o suelos. De igual forma, es importante rechazar los productos que por su empaque dañan el medio ambiente, como las envolturas de plástico metalizadas, productos con demasiados envases o envolturas, o de materiales no reciclables.

En el caso de las llantas, las encontramos de varias marcas y de calidad diversa, poseen para su fabricación diversos procesos que pueden ser limpios o contaminantes. Por tal razón es importante que el consumidor sepa escoger cuál de las fábricas incorpora en sus procesos productivos prácticas de respeto por el entorno y políticas de responsabilidad ambiental.

Reducir. A menor consumo, generamos menos desechos, subproductos y menos sustancias contaminantes; además disminuimos el requerimiento de recursos naturales. Es necesario tener en cuenta que generalmente 1 kilo de residuos domésticos genera previamente 5 kilos de residuos industriales (durante la fabricación), y 20 kilos de residuos más durante la extracción de la materia prima. Es posible reducir el consumo de agua, electricidad, gas, papel, envolturas plásticas, ropa, CD's, juguetes, fotos, etc.

En relación con las llantas se debe tener presente que de acuerdo con la calidad en su fabricación poseen un tiempo de vida útil, que a su vez, también depende de los cuidados de operación y mantenimiento y por lo cual serán más o menos contaminantes.

Reutilizar. Consiste en utilizar al máximo los productos que se consumen en las dependencias y entidades, con el fin de

utilizarlos en otra función, Así evitamos consumir materiales nuevos. A manera de ejemplo encontramos:

- **Papel:** Hacer libretas de notas con la cara en blanco, hacer sobres, impresiones de prueba, entre otros.
- **Vidrio:** Frascos para guardar agua, condimentos o granos.
- **Orgánicos fácilmente biodegradables:** Fabricar abono vegetal o compostaje, alimento para animales (en zonas donde es posible).
- **Plásticos:** Reutilizar las bolsas para la basura, emplearlas nuevamente en el supermercado o plaza de mercado.
- **Ropa vieja:** Cortar para hacer trapeadores, limpiones, etc.

En relación con las llantas, existen múltiples opciones de reutilización entre las cuales se encuentran: base para taludes, bancas y cercas para parques, relleno interno de muros para mitigación de ruido en autopistas, entre otros.

Reciclar. Consiste en la recuperación del residuo mediante diversas técnicas, para la elaboración del mismo producto o de otros, a efectos de volverlo a introducir en la cadena de comercialización. Los principales productos que pueden reciclarse son: papel, cartón, vidrio, plástico y aluminio.

En el caso de las llantas existe gran variedad de técnicas para el reciclaje como son el uso como relleno o ligante en asfaltos, uso como combustible, obtención de hidrocarburos, obtención de materias primas para industria del caucho y derivados, entre otros.

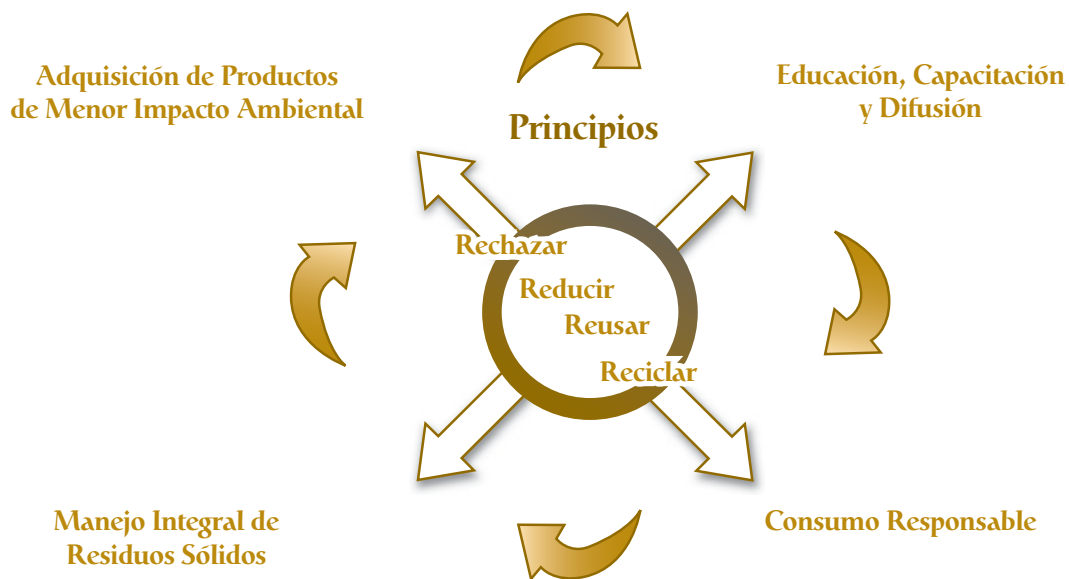


Figura 2. Estrategias de producción más limpia en los bienes de consumo.

Ciclo de vida de las llantas

3.1 Fabricación de las llantas

3.1.1 Materias primas

Las llantas están compuestas de una gran cantidad de materiales que les dan,

dependiendo del uso al cual se destinan, sus características especiales como resistencias a la carga, posibilidad de manejar alta presión, características de adherencia, entre otros. La tabla 1, nos enseña la composición típica de las llantas radiales^[6].

Tabla 1. Composición típica de las llantas radiales

Material	Composición (%)	
	Automóviles	Camiones
Caucho natural	14	27
Caucho sintético	27	14
Negro de humo	28	28
Acero	14	15
Antioxidantes y rellenos	17	16

Fuente: Referencia 6

Estos compuestos pueden subdividirse de la siguiente manera:

Caucho: caucho natural, caucho de butadieno estireno, caucho polibutadieno, caucho isobuteno-isopropeno y caucho de isobuteno-isopropeno halogenado, compuestos azufrados, resinas fenólicas, hidrocarburos aromáticos, nafténicos y parafínicos, crudos pesados.

Textiles: Poliéster, nylon, entre otros.

Pigmentos: Óxidos de zinc y titanio, negro de humo, entre otros.

Antioxidantes y rellenos: Ácidos grasos, sílica, otros materiales inertes.

Tenga en cuenta que

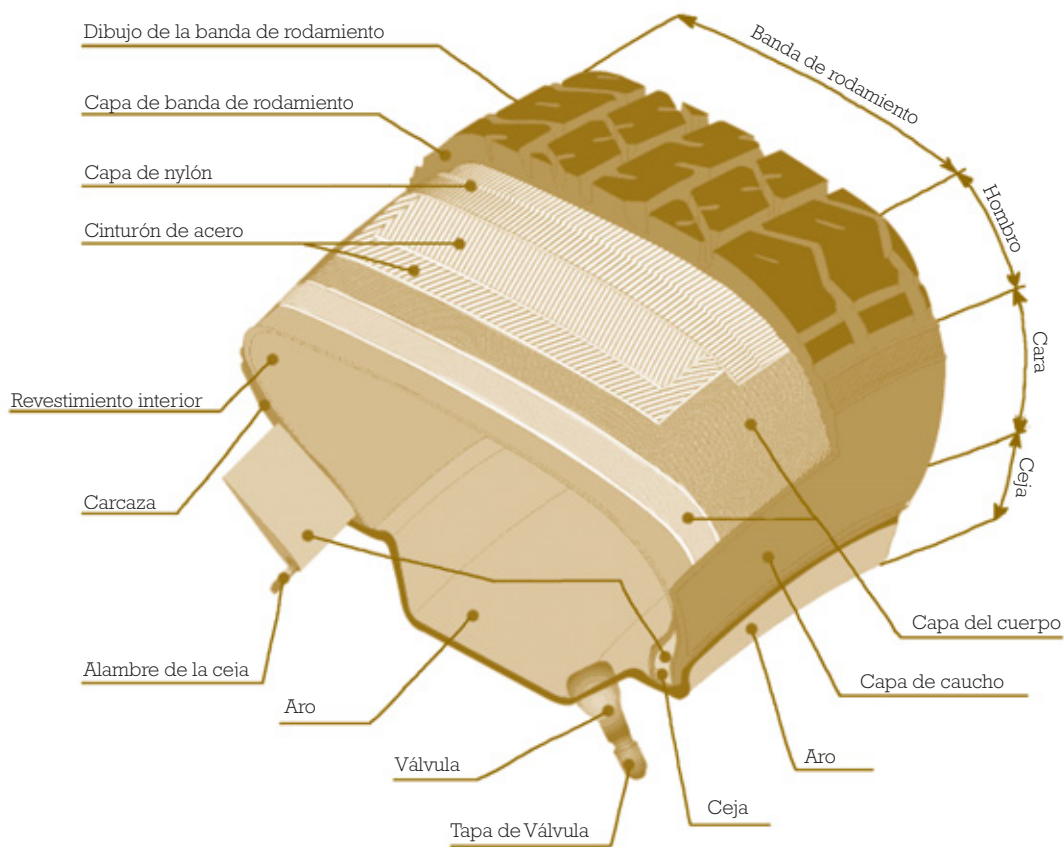
△ En promedio una llanta de automóvil pesa 11,5 kg cuando está nueva y 9,0 kg después de usada, lo que significa que se pierden por fricción cerca de 2,5 kg.

- △ En promedio una llanta de camión de carga pesa 54,5 kg cuando está nueva y 45,5 kg después de usada, lo que significa que se pierden por fricción cerca de 9,0 kg.
- △ Se requiere cerca de $\frac{1}{8}$ de barril de petróleo (20 litros), para fabricar una llanta de automóvil y de $\frac{1}{2}$ barril (80 litros) para una llanta de camión de carga.

3.1.2 Estructura de las llantas

La llanta es un conjunto de componentes que se fabrican y ensamblan con el fin de garantizar su correcto funcionamiento. Cada uno de los componentes posee una función específica y es constituido por una mezcla particular de materias primas.

Estructura típica de una llanta de automóvil



Estructura de las llantas radiales para automóvil

Fuente: Referencia 7

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

La 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, como podemos observar en la figura No. 3. Este tipo de estructura le da mucha rigidez al neumático, impidiendo que se adhiera bien al suelo, obteniendo menor agarre y estabilidad, mayor desgaste y más consumo de combustible para el vehículo, razones que han llevado a que este tipo de llanta sea reemplazada por la denominada estructura radial.

En la estructura **radial** 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. Este tipo de construcción necesita menos material para soportar la misma carga, produce menor fricción interna y más estabilidad, generando menor resistencia al desplazamiento, mejor adherencia y mayor duración de la banda de rodamiento, además, contribuye a un menor consumo de combustible (el cual se reduce entre 4 y 5% respecto a una llanta convencional).

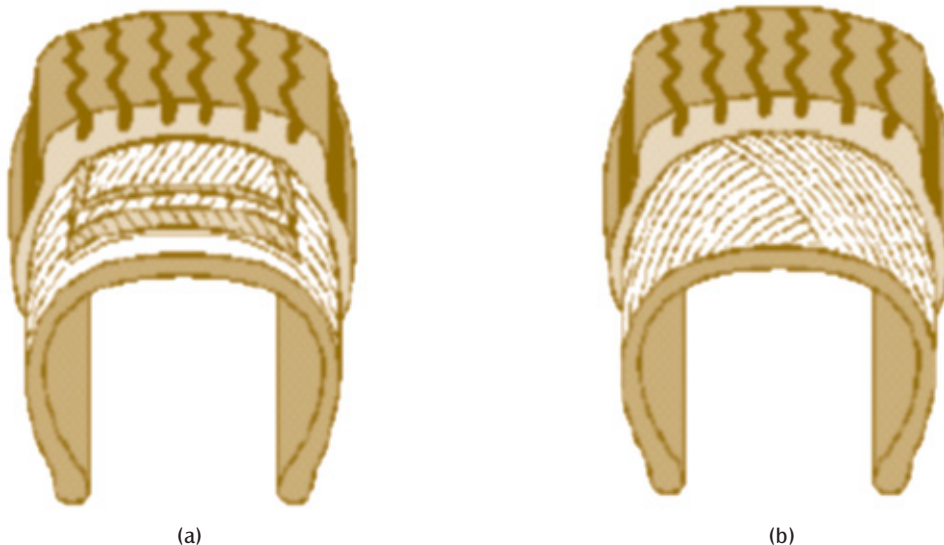


Figura 3. Tipos de llantas: a) llanta convencional, b) llanta radial

Fuente: referencia 8

También encontramos llantas con cámaras (neumáticos) y sin cámara denominadas en nuestro medio con el anglicismo (“se-lomatic”), estas últimas han tenido gran auge en los últimos años debido a las ventajas que ofrece al momento de sufrir un accidente, así como un menor peso por unidad, y menor consumo de combustible.

3.1.3 Manufactura

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.

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^[7, 9,10].

- **Formulación de los compuestos de caucho** (A)

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 (optimizar el desempeño, aumentar la tracción en condiciones tanto de suelo seco como de suelo mojado u obtener una resistencia superior al desgaste).

Posteriormente se mezclan cada una de los compuestos en mezcladores dotados con agitadores especializados para materiales sólidos. Esta operación se realiza entre 160 y 170 °C. Posteriormente se elaboran láminas prensadas con la mezcla de los materiales.

- **Elaboración de los cinturones de textil y acero** (B)

Teniendo en cuenta que las llantas deben soportar grandes esfuerzos, algunas vienen con un refuerzo textil y metálico (llantas radiales),

El refuerzo textil consiste en una lona de alta resistencia fabricada mediante el hilado de diferentes materiales.

El refuerzo metálico es fabricado mediante el trenzado e hilado de múltiples cordones de acero con alto contenido de carbono y recubiertos por cobre y zinc (latón), para evitar la corrosión prematura.

- **Operaciones de calandrado** (C)

El calandrado puede entenderse como la formación de láminas de caucho, textil-caucho y acero-caucho. Esta operación se lleva a cabo sometiendo el caucho proveniente de la operación de mezclado (B), a condiciones de presión y alta temperatura durante su paso a través de un juego de rodillos de superficies calentadas con vapor. Durante esta operación se lamina el caucho y se insertan los cinturones de textil o acero según necesidad de cada uno de los componentes de la llanta.

- **Fabricación de la ceja** (D)

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. Para su elaboración se emplea el método de extrusión.

- **Operaciones de extrusión** (E)

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. Es uno de los procesos más importantes y muchos de los componentes de los neumáticos, tales como la banda de rodamiento, cara y vértice se preparan mediante

el forzado del compuesto de caucho sin curar a través de un extrusor para darles forma a los perfiles de la banda de rodamiento o las caras del neumático.

- **Montaje de la llanta** (F)

El montaje de una llanta es un proceso por etapas donde se ensambla cada una de las partes fabricadas. Se montan todos los componentes como los conjuntos de cejas, cinturones para capas y revestimiento interno calandrados, secciones de banda de rodamiento y cara entre otros. Este proceso tiende a ser altamente automatizado.

- **Curado o vulcanización** (G)

En la prensa de vulcanización es donde la llanta adquiere su forma y patrón de banda de rodamiento finales. 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.

- **Inspección final** (H)

Después del proceso de elaboración, las llantas son sometidas a una rigurosa inspección donde se realizan entre otros: Recorte de la rebaba del molde, inspección visual del aspecto y para la detección de defectos obvios, radiografía para verificar la estructura interna y determinar la presencia de defectos, inspección de la durabilidad, uniformidad y equilibrio de peso de la llanta; adicionalmente se toman llantas al azar con el fin de realizar pruebas de resistencia y estructura interna que garantice su calidad. Es así como una llanta está lista para salir al mercado.

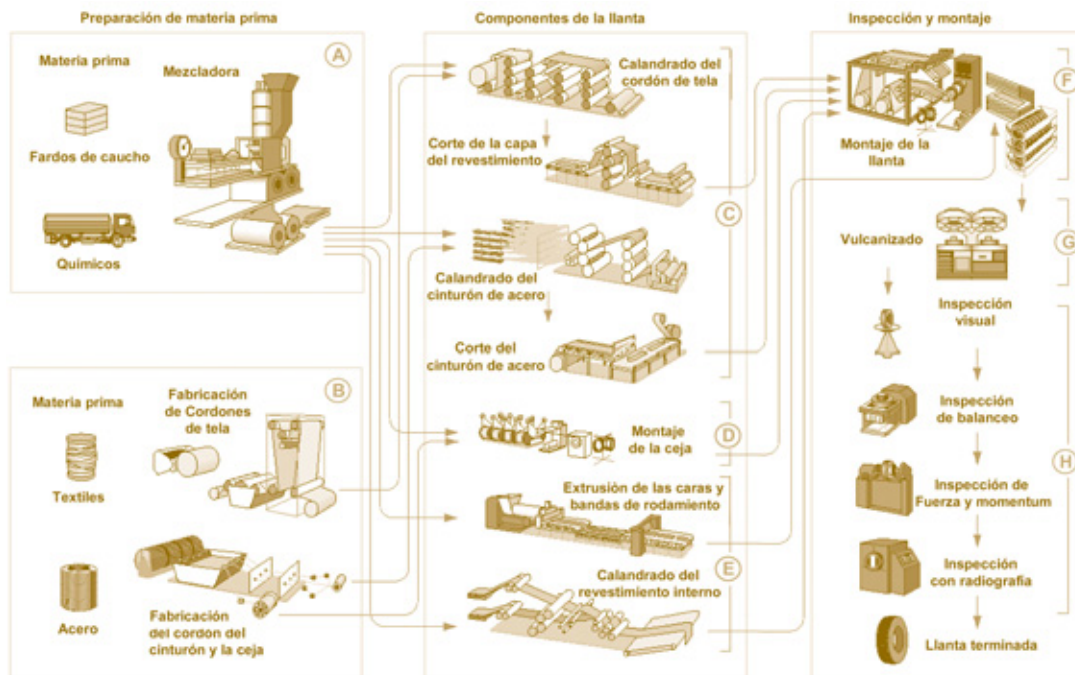


Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de fabricación de llantas

3.2 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.

El ciclo de vida de los productos está enfocado en los procesos del sistema de producción entero, desde extraer y procesar las materias primas, hasta el uso final del producto por las personas que lo consumen, reciclan y desechan. Al aprender acerca de los ciclos de vida de productos, es posible determinar dónde y cómo se pueden reducir los impactos ambientales y el uso de recursos naturales asociados con cada etapa.

Como podemos observar en la figura 5, 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 subproductos 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 este ciclo.

¿Pero qué puedo hacer para darles un manejo apropiado a las llantas?

La respuesta es sencilla; aplicando la metodología de las 4R podemos colaborar con la minimización en el uso de materias primas, y economizar teniendo en cuenta que si extendemos la vida útil de las llantas evitamos que se desechen productos que aún pueden tener un importante grado de valorización.

Es importante hacer énfasis en que el manejo adecuado a las llantas, implica su reintegro a una cadena de gestión, con el fin de evitar que se utilicen en actividades inadecuadas como quema al aire libre, uso como combustible.

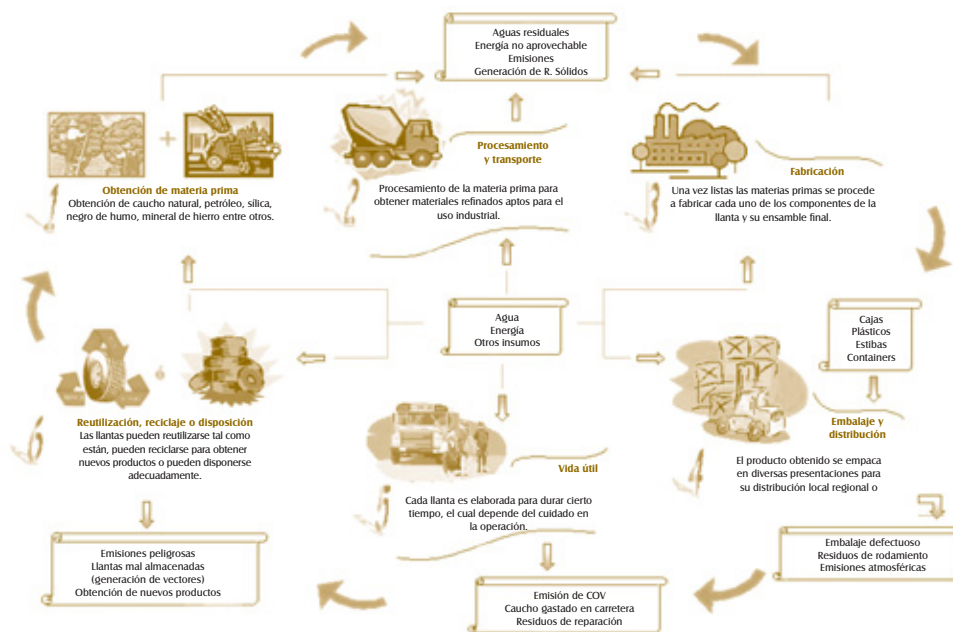


Figura 5. Ciclo de vida de la llanta

3.3 Cadena de gestión

La cadena de gestión de un bien de consumo como las llantas puede definirse como la estructura que posibilita la fabricación, distribución a mayoristas y usuarios y del producto y también la recuperación del residuo al final de su vida útil.

Es necesario tener en cuenta que para poder recuperar y reaprovechar un producto, cada uno de los actores de la cadena tiene una función específica y de su correcta actuación depende el éxito de la misma. La figura 6 nos indica un esquema general para el manejo de las llantas usadas.

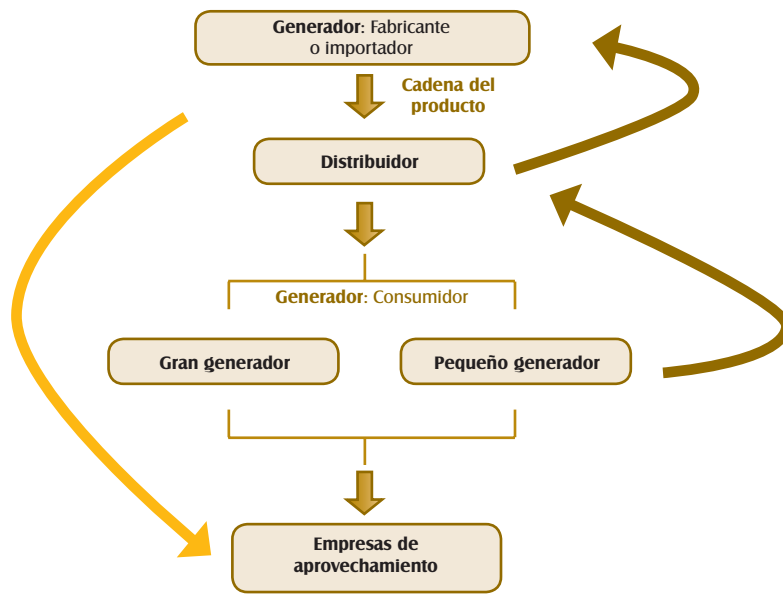


Figura 6. Modelo para la cadena de gestión de las llantas

Fuente: Referencia 11

En principio lo que el esquema propone es una “responsabilidad compartida” donde cada actor de la cadena es una pieza del proceso de gestión del producto y del residuo:

- El fabricante como encargado de la elaboración del producto desde una óptica de responsabilidad ambiental instaurada al interior de las empresas, propende por adecuar los medios e implementar las estrategias necesarias para la recolección, almacenamiento y procesamiento final del residuo.
- Los distribuidores, además de entregar el producto, colaboran en la recepción y almacenamiento temporal del residuo mientras se entrega al fabricante o a una empresa aprovechadora.
- También están involucrados los generadores ya sean grandes transportadores (Transporte Público Colectivo, Individual, Carga, Turismo y Especiales) o pequeños (particular), los cuales dentro del marco de responsabilidad ambiental entregan las llantas usadas a los distribuidores o las empresas

que les den una adecuada disposición final.

- Por último, están las empresas de aprovechamiento que pueden ser los mismos fabricantes que empleen el residuo para elaboración de nuevos productos ó empresas independientes que reciben las llantas ya sea de fabricantes o generadores y que realizan

un aprovechamiento adecuado de las mismas.

Adicional a la cadena de gestión del producto se debe tener en cuenta que debe existir una cadena o estructura para el aprovechamiento de llantas usadas, la cual parte desde que los grandes y pequeños generadores deciden que ha terminado el tiempo de vida útil del producto. Esto se muestra en la figura 7.

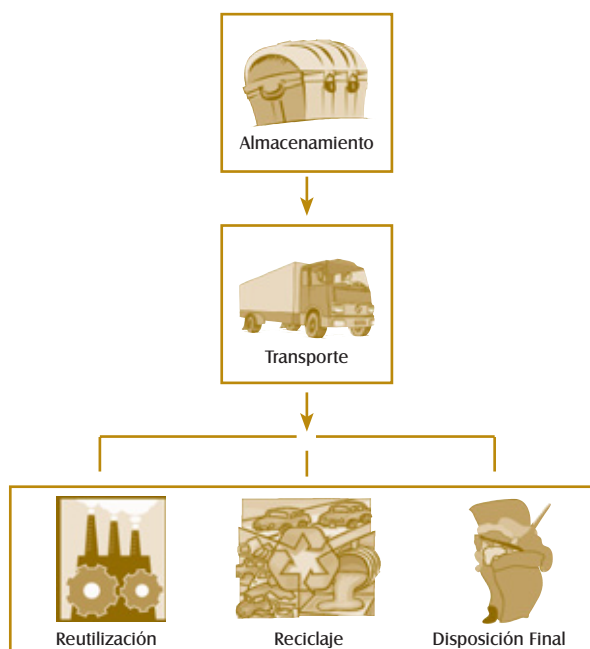


Figura 7. Cadena para el manejo de llantas usadas

Debemos comenzar a trabajar en este tipo de esquemas ya que son incipientes en el país.

El Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente DAMA, como entidad competente dentro del perímetro urbano de la Ciudad de Bogotá, ha comenzado a trabajar en este tipo de esquemas con la finalidad de afrontar la problemática generada por las llantas usadas.

Es importante resaltar que para estructurar estos esquemas de trabajo se hace indispensable establecer claramente los costos y su financiamiento. En países como Estados Unidos, Canadá y los de la Unión Europea, una porción del valor de la llanta es destinada a cubrir los costos de tratamiento y disposición final del residuo.

Buenas prácticas de operación

En este capítulo se pretende dar una serie de pautas y recomendaciones relacionadas con el manejo apropiado de las llantas, ya sea en el almacenamiento, uso cotidiano y reemplazo de las mismas. Sin embargo, es conveniente que al momento de revisar o hacer mantenimiento a las llantas, los propietarios sigan las instrucciones específicas de cada fabricante, y las estipuladas en el manual del usuario que viene con cada vehículo.

4.1 Conceptos básicos

Como se explicó en el capítulo anterior, una llanta está compuesta por una serie de materiales con propiedades diferentes y que en su conjunto, dan las características propias para la aplicación deseada. Las llantas son el único contacto de los vehículos con el suelo y por ende deben cumplir ciertas funciones específicas como son^[12]:

- **Guiar.** sin importar las condiciones del terreno y las condiciones climáticas, soportando los esfuerzos transversales al cambiar la trayectoria.
- **Dar soporte.** Las llantas soportan el vehículo y resisten las transferencias de movimiento al momento de acelerar y frenar. Como ejemplo se pueden citar las

llantas de un automóvil que pueden resistir hasta 180 kg sin sufrir ningún daño.

- **Amortiguar.** Las llantas absorben las irregularidades del terreno, con lo cual se aumenta la comodidad del conductor, se hace más seguro el vehículo y se aumenta el tiempo de vida de sus partes.
- **Rodar.** El vehículo debe rodar con la mayor suavidad posible y las llantas deben estar diseñadas para minimizar la resistencia al giro, con lo cual se aumenta su tiempo de vida y se disminuye el consumo de combustible.
- **Ser confiable.** Las llantas deben ser confiables y esta característica se obtiene al adquirir llantas de excelente calidad y de fabricantes reconocidos, quienes han invertido tiempo y realizado investigaciones con el fin de mejorar las cualidades y durabilidad de sus productos; también es posible mantener la confiabilidad mediante un manejo y mantenimiento adecuados.

Tenga en cuenta que

- △ Es posible encontrar llantas económicas pero menos confiables, con una durabilidad limitada y que no es posible reencaucharlas para extender su tiempo de vida útil, por lo cual el impacto económico y ambiental es mayor.

4.2 Información suministrada en las llantas

Por norma, los fabricantes colocan información estandarizada sobre la cara de todas las

llantas. Esta información identifica y describe las características fundamentales de éstas, y proporciona un número de identificación conforme a las normas de seguridad e identificación por parte de la compañía^[17,19].



Aplicación de la llanta. Define el uso apropiado de la llanta. La “P” indica que el neumático es para vehículos de pasajeros; también existe para camiones ligeros, camiones de carga, entre otras.

Ancho nominal de la llanta. Es el ancho de la llanta medido en milímetros u otra unidad de banda a banda. La llanta de la figura es de 225 milímetros.

Relación de Forma. Este número de dos dígitos, conocido como relación de forma, informa la relación de la altura del neumático con el ancho del mismo en porcentaje. Los números 70 o menores indican una cara

más pequeña para una respuesta mejorada de maniobrabilidad y un mejor manejo total sobre pavimento seco.

Tipo de llanta. Le indica cómo se armó la llanta. La “R” significa radial, lo cual quiere decir que el cuerpo está formado de cuerdas plegadas, las cuales son capas de tejido que componen el cuerpo de la llanta y que corren transversalmente en la llanta de talón a talón. Una “B” indica que la llanta cuenta con una construcción convencional, lo cual significa que las cuerdas plegadas del cuerpo corren diagonalmente a través de la llanta de talón a talón, con las capas plegadas alternándose en una dirección que las haga reforzarse una a la otra.

Diámetro de la llanta o aro. Este número de dos dígitos es el diámetro de la llanta o del aro, generalmente en pulgadas. Si cambiamos el tamaño de las llantas, será necesario comprar nuevos neumáticos que se ajusten al nuevo diámetro.

Índice de Carga. Es un número de dos o tres dígitos que indica cuánto peso puede soportar cada llanta; generalmente se expresa en libras.

Intervalo de velocidad. Establece la velocidad para la cual se diseñó un neumático para ser usado durante períodos extensos de tiempo. Los intervalos van desde 50 km/h a 300km/h.

Identificación del departamento de tránsito de los E.U.A. En general se encuentra en llantas fabricadas en ese país. Significa que la llanta cumple con todas las normas de seguridad aplicables o establecidas por el Departamento de Transporte de E.U.A. (DOT).

Fango y Nieve (M+S). La leyenda “M+S” o “M/S” indica que la llanta posee algún tipo de capacidad de manejo en fango y nieve. La mayoría de las llantas radiales posee estas marcas; por lo tanto, poseen algún tipo de capacidad M+S (aplicable por lo general a países con estaciones).

Construcción de la banda de rodamiento y capas inferiores. Indica la cantidad de capas de tela revestida en caucho o cordones de acero en el neumático. Por lo general, cuanto mayor es el número de capas, más peso puede soportar una llanta.

Intervalo Permitido de Carga. Este número indica la carga máxima en kilogramos o libras que puede ser transportada por cada llanta.

Presión máxima permitida para el inflado. Este número es la cantidad máxima de

presión de aire que deberá ser colocada en la llanta bajo condiciones de manejo normales.

Desgaste de la banda de rodamiento. Proporciona las pautas para la realización de comparaciones relativas de desgaste entre diferentes marcas de llantas, cuando se adquieren nuevas. También puede utilizar esta información para consultar sobre la calidad de las llantas colocados en vehículos nuevos aunque no es garantía de calidad.

4.3 Condiciones de almacenamiento

Las llantas, como cualquier otro producto, requieren de condiciones especiales para su almacenamiento con la finalidad de preservar sus características iniciales y evitar daños o pérdidas^[13,14].

¿Cómo debo almacenar mis llantas?

- En un lugar con buena ventilación, seco, con una temperatura templada, evitando la luz directa del sol y alejadas de la intemperie con el fin de evitar su deterioro prematuro.
- Alejadas de cualquier sustancia química, disolvente o hidrocarburo susceptible de alterar el caucho.
- Lejos de cualquier objeto que pudiera penetrar en el caucho (puntas o salientes de metal, madera, etc.).
- Se debe evitar el apilamiento excesivo, ya que puede deformar las llantas que están en la base.
- Si se almacenan fuera de bodega, es recomendable poner las llantas sobre estibas para evitar el contacto con la humedad; así mismo se recomienda cubrirlas con un material impermeable.

- Las llantas contienen ceras y emolientes que evitan que se deterioren con las condiciones ambientales y el uso cotidiano; sin embargo, se ha comprobado que al no emplearse por más de un mes aumenta la probabilidad de resquebrajamiento y deformación de sus partes; por esto, en caso tal que las llantas estén instaladas en el vehículo y éste deje de ser utilizado por un largo tiempo, se recomienda eliminar el peso que deben soportar las llantas elevando el vehículo ó retirandolas para darle un almacenamiento adecuado.

¿Qué no debo hacer al almacenar mis llantas?

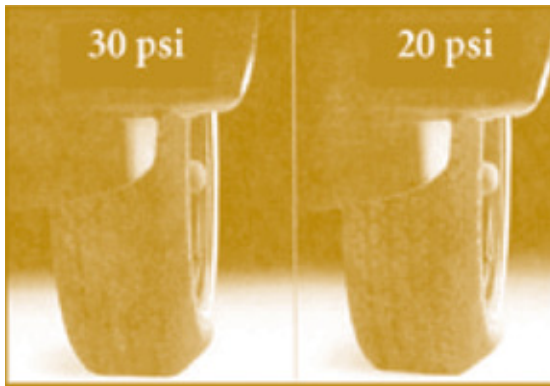
- Apilar las llantas durante un largo periodo; esto solo debe hacerse si se trata de conjuntos montados e inflados.
- Almacenarlas cerca de las fuentes de calor y de equipos que puedan provocar chispas o descargas eléctricas (cargador de batería, aparatos de soldar), ya que supone un alto riesgo de incendio.
- Ubicarlas en lugares donde haya motores eléctricos y otras fuentes que generan ozono, ya que se favorece el deterioro de los materiales.
- Almacenar las llantas a la intemperie y sobre superficies que absorben calor como el asfalto ó superficies reflectivas como arena.

4.4 Verificación de la presión interna

Por el simple transcurrir del tiempo las llantas pierden aire de una manera natural. Es

importante revisar la presión interna una vez al mes; esto asegura que las llantas tendrán un mejor desempeño, mayor durabilidad y disminuirá el consumo de combustible; se debe tener en cuenta^[14,15,16,17]:

- La presión del aire para cada una de las llantas debe estar acorde con lo establecido por el fabricante del vehículo y las recomendaciones dadas por el fabricante de las llantas. Por lo general la presión recomendada para cada vehículo se puede encontrar en los laterales de las puertas delanteras, la guantera, y se indica en el manual del vehículo.
- La revisión de la presión debe realizarse cuando las llantas estén frías, es decir cuando el vehículo ha estado quieto por más de dos horas ó tiene un recorrido inferior a 3 km a baja velocidad; si lo anterior no es posible debe sumarse a la presión recomendada por el fabricante 4,5 psi ("libras").
- Es necesario que revise todas las llantas para asegurar que tengan la misma presión, a excepción de los casos donde las llantas delanteras están especificadas para tener una presión diferente de las traseras.
- En caso de pérdida anormal de presión, verifique el estado general de la llanta, el neumático y la válvula de admisión de aire.
- Las llantas varían de presión de acuerdo con la temperatura ambiente; un cambio en la temperatura de 1°C provoca un cambio en 1-2 psi.
- Asegúrese que las válvulas de las llantas tengan sus tapas.



Tenga en cuenta que:

- △ Aumentar la presión de la llanta por encima de los límites permisibles y sobrecargar el vehículo (exceso de peso), puede causar que éstas estallen o se deterioren con gran rapidez.
- △ Una llanta puede haber perdido hasta la mitad de su presión de aire sin que parezca estar desinflada, y es muy difícil determinar a simple vista este fenómeno, por lo cual se recomienda emplear un manómetro (“calibrador”) para establecer los requerimientos reales de aire para las llantas.

4.5 Inspección periódica

Es necesario realizar una inspección periódica del estado general de las llantas verificando si se presenta desgaste irregular, arañazos, deterioro de las caras, objetos incrustados, entre otros que pueden ir en detrimento de la seguridad.

Los desgastes en la mayoría de los casos se deben a una incorrecta presión de aire, ejes desalineados, llantas desbalanceadas y problemas de fácil solución que pueden llevarse a cabo en talleres. La figura 9 muestra algunos de los diferentes tipos de desgaste que sufren las llantas por un nulo o inadecuado mantenimiento^[14].

4.6 Mantenimiento

Un buen mantenimiento de sus llantas le otorga un manejo más cómodo a su vehículo, prolonga la vida útil de la banda de rodadura y demás componentes; de igual manera, asegura el correcto funcionamiento de ejes y suspensión, reduciéndose los costos por mantenimiento correctivo en el vehículo y reemplazo prematuro de llantas^[17,18,19,20]:

4.6.1 Rotación

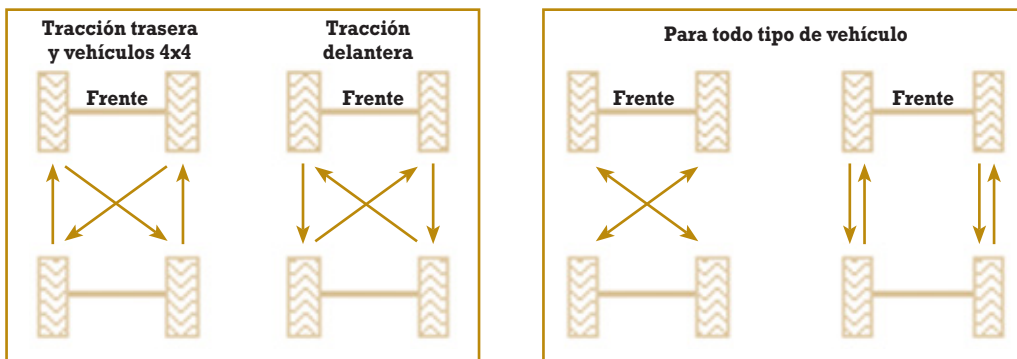
El desgaste irregular de las llantas se evita mediante la simple rotación de las llantas. La rotación adecuada y con regularidad de las llantas hace que el desgaste de todas las llantas del vehículo sea uniforme.

Es necesario consultar el manual del usuario del vehículo y las recomendaciones del fabricante de las llantas para establecer un cronograma de rotación y el arreglo apropiado. Sin embargo, como recomendación se establece realizar la rotación cada 9.000 km a fin de evitar un desgaste irregular y economizar dinero minimizando los reemplazos.

Para vehículos de 4 ruedas se recomienda que la rotación de las llantas se haga en un patrón de modificado X, es decir que sólo las llantas que se pasen al eje impulsor (tracción), se cruzan al lado opuesto del vehículo; las llantas restantes se mueven del eje impulsor al eje de rotación libre, manteniéndose en el mismo lado del vehículo como se señala en la figura 10.

Se debe tener presente que la anterior afirmación implica algunas excepciones teniendo en cuenta que si se utilizan llantas con diseño de banda “unidireccional”, éstas permanecerían en el mismo lado del vehículo y se rotarían directamente hacia adelante y hacia atrás. Igualmente debe tenerse en cuenta que al momento de rotar las llantas debe ajustarse la presión de aire de acuerdo con la nueva ubicación de las mismas.

Rotaciones comunes para vehículos de cuatro ruedas

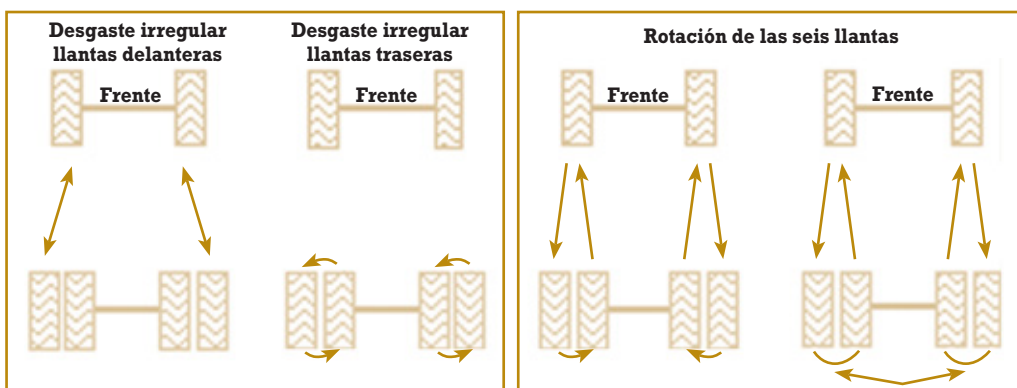


Fuente: Referencia 14

Estos arreglos no aplican para las llantas de repuesto, ya que generalmente están diseñadas con una configuración diferente al resto de llantas y por tanto la distribución

no es homogénea. En el caso de vehículos con doble llanta en el eje trasero se recomiendan los siguientes arreglos para rotación:

Rotaciones en vehículos con doble llanta trasera



Fuente: Referencia 14

4.6.2 Balanceo

Cuando hablamos de balancear una llanta nos referimos a compensar el peso de ésta y el neumático después de incorporados al vehículo, y se dice que una llanta está desbalanceada cuando tiene una parte más pesada o más liviana que el resto. Esto puede provocar un desgaste

irregular de la banda de rodadura y vibraciones. A su vez, aumenta la tensión sobre las partes delanteras y hace que se desgasten antes de tiempo.

Cuando las llantas se encuentran desbalanceadas, la calidad del manejo y la duración de la misma se ven afectados significativamente. Una llanta desbalanceada puede detectarse

con frecuencia mediante vibraciones a ciertas velocidades. Típicamente, la vibración se siente a través del volante, especialmente a altas velocidades.



Golpear el vehículo contra andenes, baches y otros obstáculos en vía puede desbalancear las llantas, razón por la cual deben ser inspeccionados por un profesional tan pronto como sea posible para evitar daños en el vehículo y las llantas y evitar así su prematuro desgaste.

4.6.3 Alineación

La alineación de las llantas asegura que todas se encuentren ajustados para viajar en la misma dirección. La alineación inadecuada afecta el desgaste del neumático, el consumo de combustible, la estabilidad y el desempeño total de su vehículo.

Un vehículo se encuentra adecuadamente alineado cuando todos los componentes de la suspensión y la dirección están bien, y cuando los conjuntos de las llantas y el volante funcionan derechos y correctamente. La alineación apropiada es necesaria para que haya un desgaste parejo de la banda de rodamiento y una dirección precisa. Las razones para sospechar que su vehículo necesita alineación son:

- Desgaste excesivo o no uniforme de la llanta.
- El volante tira hacia la izquierda o la derecha.

- Sensación de soltura o descontrol.
- Vibración del volante.
- El volante no está centrado cuando el auto se moviliza en línea recta hacia adelante.

Actualmente, muchos vehículos están equipados con suspensión trasera que se puede ajustar para establecer una apropiada alineación. Por esta razón se hace indispensable consultar el manual del usuario del vehículo a su taller de confianza con el fin de establecer los parámetros relevantes en esta operación, ya que puede necesitarse una alineación “delantera-trasera” o una alineación de “todas las ruedas”, según el estado del vehículo.

La alineación debe hacerse por lo general una vez al año; sin embargo, el golpe con un bache u obstáculo puede desalinear las llantas y será necesario inspeccionar el estado de los ejes del vehículo y realizar su alineación tan pronto como sea posible.

Tenga en cuenta que:

- △ El bajo costo de una alineación compensa ampliamente el costo total de las llantas y los daños causados por la falta de mantenimiento del vehículo.

4.6.4 Limpieza de las llantas

Con el fin de asegurar que las llantas conserven el mejor aspecto posible, las caras se construyen para defenderse de algunos elementos climáticos para lo cual se adicionan emolientes y sustancias protectoras.

Tenga en cuenta que:

- △ Para lograr una buena apariencia en sus llantas, utilice un jabón medio o detergente y un cepillo de cerdas medianamente suaves, para lavar, utilice agua corriente limpia; nunca use solventes o

sustancias a base de hidrocarburos, ya que pueden afectar la estructura de la llanta.

4.7 Buenos hábitos de conducción

Indiscutiblemente la forma como conducimos nuestro vehículo incide directamente en la duración de las llantas. Y por lo tanto en la operación económica y en la seguridad propia, de las personas que viajan con nosotros y las personas que se encuentran en vía^[12,18,20,21].

4.7.1 Cuando cargue su vehículo

Es necesario revisar el manual del usuario de su vehículo para determinar cuál es su carga máxima permitida; así mismo, es necesario contar con las llantas apropiadas para el peso adecuado.

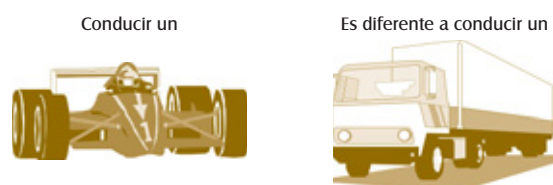


Operar un vehículo con sobrecarga hace que se ejerzan fuerzas de tensión sobre las llantas y otros componentes críticos del vehículo; de la misma manera, incre-

menta el consumo de combustible y el riesgo de accidentes.

4.7.2 Cuando conduzca

Conducir un vehículo puede parecer una tarea sencilla y corriente común; sin embargo es algo más que acelerar, frenar y dirigir el volante ya que según conduzcamos podemos disminuir las emisiones atmosféricas (hasta un 30%) y ahorrar en llantas y combustible.



- Siempre conduzca tranquilo; esto le garantiza mayor seguridad y menor nivel de estrés.
- Evite las frenadas y aceleraciones bruscas, que además de afectar a su vehículo favorecen el desgaste prematuro de las llantas.
- Tome las curvas despacio y evite derrapar, ya que esto favorece el desgaste irregular de la banda de rodamiento.

Hábitos inadecuados de conducción



Fuente: Tomada de la referencia 14

4.7.3 Cuando transite a alta velocidad

El manejo de vehículos a alta velocidad reduce el tiempo de reacción disponible para maniobrar en caso de imprevistos y

esto además de afectar la seguridad personal, afecta necesariamente a las llantas, dado que están expuestas a golpes por piedras, baches, entre otros, que no pueden ser evitados.

La clasificación de velocidades que se incorporan en las llantas y que establece el límite para una conducción segura debe ser respetado. Esto no significa que se considere apropiado conducir hasta el tope de velocidad, porque se debe obedecer la normativa urbana relacionada con los límites máximos de velocidad para ciertas zonas de la ciudad.

Quando las llantas sean sometidas a golpes en baches, andenes u otros obstáculos, es necesario detener el vehículo e inspeccionarlo minuciosamente; en caso de encontrar protuberancias o rasguños, cámbiela inmediatamente ya que de continuar a alta velocidad puede causar la explosión de la llanta y la pérdida de control del vehículo.



Tenga en cuenta que:

- ⚠ El uso de las llantas en malas condiciones, a velocidades superiores a lo permitido por el fabricante y la ausencia de revisión después de incidentes y maltrato a las llantas, puede causar la explosión de la llanta y la pérdida de control del vehículo.

4.7.4 Cuando transite sobre superficies peligrosas...

La conducción sobre superficies con gran cantidad de baches, cristales, restos de metal, piedras, troncos, ramas y otros obstáculos irregulares, afecta de manera considerable la vida útil y seguridad de las llantas, por lo cual debe evitarse. De igual manera el tomar vías en mal estado a alta velocidad o ser descuidado cuando se transita afecta la durabilidad del vehículo y aumenta la probabilidad de accidentes y reemplazos prematuros de las llantas.



Quando el tránsito por estas superficies sea inevitable, inspeccione detalladamente el estado de cada llanta; en caso de encontrar defectos graves reemplácela de inmediato por la rueda de repuesto y lleve su vehículo inmediatamente a revisión.

4.7.5 Cuando se encuentre atascado en superficies resbalosas

No gire las llantas a una velocidad superior a los 55 km/h según indica el velocímetro, ya que la velocidad excesiva de una llanta sin carga en giro libre puede provocar su "explosión" debido a la fuerza centrífuga. La energía que se libera con esta explosión es lo suficientemente fuerte como para causar lesiones físicas graves o incluso la muerte. Nunca deje que nadie permanezca de pie junto o detrás de una llanta que está girando.

Quando el vehículo se encuentre en barro, arena u otras condiciones resbalosas, no es conveniente girar en exceso las llantas, pues la aceleración excesiva del motor, sobre todo en vehículos con transmisión automática, puede provocar que una llanta motriz que ha perdido tracción gire por encima de su capacidad de velocidad. Esto también se aplica en el caso del balanceo de las llantas.

Quando se encuentre atascado es conveniente que acelere de manera suave el motor y realice marchas hacia atrás y adelante hasta sacar el vehículo, posteriormente realice una revisión exhaustiva del estado general de las llantas.

4.8 Reemplazo de llantas gastadas o averiadas

4.8.1 Cuando deba reemplazar las llantas

Las llantas, como todo producto, tienen una vida útil, la cual depende de la calidad y el manejo que se les haya dado.

Procederemos a indicar los consejos para el momento en que requiera cambiar las llantas de su vehículo ya sea por desgaste o daños.



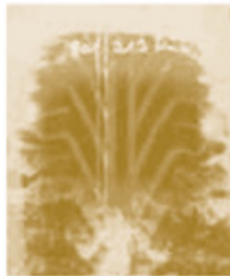
Se recomienda que las llantas sean reemplazadas cuando los surcos de la banda de rodamiento tienen una profundidad igual o inferior a 1,6mm ($\frac{2}{32}$ pulg). Por lo general las llantas poseen un indicador de desgaste de la banda de rodamiento moldeado dentro del dibujo de la banda de rodamiento; éste parece como un puente entre dos surcos del neumático y solo aparece cuando es hora de realizar el reemplazo.

4.8.2 Por qué debe reemplazar las llantas

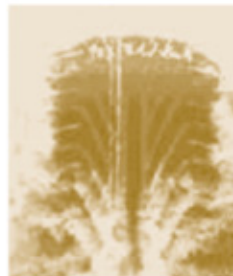
Los surcos de la banda de rodamiento de cada tipo de llanta están diseñados para dar la mayor eficiencia en cuanto a adherencia y resistencia al desgaste, ya sea en superficies secas, mojadas ó fangosas.

Sin embargo, cuando la profundidad de los surcos de la banda son inferiores a 1,6 mm ($\frac{2}{32}$ pulg), se experimenta una pérdida apreciable de adherencia y una frenada más larga incluso a velocidades moderadas; este efecto es más notorio en suelos fangosos o con lluvia, lo cual puede desembocar en un accidente debido a la pérdida de control del vehículo.

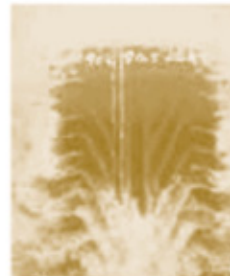
Acción de los surcos (llanta en contacto con agua coloreada)



Neumático desplazándose a 31,2 km/h



Neumático desplazándose a 71,1 km/h



Neumático desplazándose a 80,5 km/h



Neumático desplazándose a 90,7 km/h

Fuente: Tomado de la referencia 12

En suelo mojado o fangoso, los surcos son especialmente útiles debido a que evacúan el agua presente en la vía, lo cual permite un contacto más eficiente entre la llanta y el suelo rugoso; cuando los surcos disminuyen, la capacidad de evacuar el agua también se ve afectada y tiende a formarse capas de agua bajo la llanta que disminuyen su maniobrabilidad y causar movimientos irregulares (“coleteo” e inestabilidad).

4.8.3 Elija las llantas apropiadas

Para la elección de las llantas de reemplazo de un vehículo deben tenerse en cuenta estos sencillos consejos:

Verifique que:

Sean del mismo fabricante y ojalá éste sea reconocido ya que así, se garantiza la calidad de la llanta y su tiempo de vida útil.

Sean de la misma referencia.
Sean del mismo tamaño.

Deben ser:

Para la misma aplicación (Automóvil, camión).
Para la misma Categoría (fango, nieve).
De la misma estructura (radial, convencional).
Del mismo código de velocidad.
Del mismo intervalo de velocidad.
De la misma capacidad de carga.

Si se incorporan llantas de diferentes intervalos de velocidad (cuando se compra solo un par, por ejemplo), es recomendable que los de velocidades más lentas vayan en el eje delantero. Esto evitará cualquier inestabilidad. Además, hay que tener en cuenta que es posible que se vea afectada la maniobrabilidad y que la velocidad del vehículo se limite a la velocidad indicada por la llanta de menor clasificación.

Tenga en cuenta que:

⚠ En caso de cambiar las llantas por una de repuesto, es necesario verificar que esta tenga las mismas características del resto del juego. En caso contrario se recomienda viajar a baja velocidad y reparar la llanta original en el menor tiempo posible.

4.8.4 Cómo montar las llantas

El montaje de las llantas es un trabajo que deben realizar las personas que cuentan

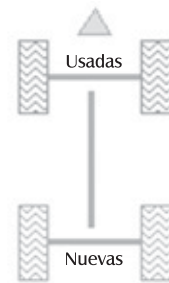
con el equipo adecuado y la experiencia necesaria. Si trata de hacerlo usted solo, corre el riesgo de sufrir lesiones personales graves, así como posibles daños a la llanta y al rin.

Tenga en cuenta que:

⚠ Las llantas montadas incorrectamente o dañadas pueden fallar de improviso y causar graves accidentes

Cómo montar las llantas nuevas o menos gastadas

Tanto para los vehículos con tracción delantera como para los vehículos con tracción trasera, es recomendable montar las llantas nuevas o menos gastadas en el eje trasero, para evitar vibraciones y disminución de la maniobrabilidad. Si compra una sola llanta, móntela en el eje trasero junto a aquella cuya banda de rodadura tenga mayor profundidad (menos gastada).



Cuando se hace inevitable utilizar llantas radiales junto con llantas diagonales o convencionales (combinación no recomendada), siempre hay que ubicar los neumáticos radiales en el eje trasero; nunca mezcle llantas radiales y diagonales en un mismo eje.

Reencauche

El reencauche es una fase importante para extender la vida de una llanta y se aplica por lo general a las llantas de tamaño mediano para camión o buses, debido a que no es un procedimiento rentable para las llantas nuevas de automóviles y camionetas.

Consiste en renovar la banda de rodamiento de las llantas gastadas y con la carcasa en buen estado, con el fin de permitir su uso en aplicaciones normales por dos o tres veces como máximo, lo cual mejora los costos de movilización. Es utilizado como un procedimiento idóneo para extender la vida de una llanta. Aplicable de manera general a las de tamaño mediano para camión o buses debido a que no es rentable frente a las llantas nuevas de automóviles y camionetas.

Las operaciones que se llevan a cabo son^[8]:

- Inspección inicial.
- Pelado de la carcasa.
- Preparación de carcasa.
- Reparación de carcasa.
- Relleno de carcasa.
- Corte y cementado de banda.
- Cementado de carcasa.
- Embandado.
- Vulcanización.
- Inspección final y terminado.

Los beneficios de la actividad de reencauche y el empleo de llantas reencauchadas son los siguientes:

- Rendimiento similar en cuanto a kilómetros recorridos frente a las llantas nuevas.
- Menor costo por kilómetro recorrido.
- El costo de la llanta reencauchada es entre 30 y 50% menor que la nueva.
- El reencauche se puede hacer en diferentes diseños, sin tener en cuenta el diseño de la llanta original.
- Disminuye los residuos líquidos y sólidos e igualmente se conservan cientos de millones de galones de petróleo cada año, pues hay un ahorro de cerca del 70% del uso de este recurso.

Tenga en cuenta que:

- △ Aproximadamente el 70% del costo de una llanta nueva está en el cuerpo de la llanta (Carcasa). Con un mantenimiento adecuado al vehículo, el reencauche permite darle varias vidas a la llanta.
- △ Algunos fabricantes de llantas originales (OEM), reencauchan o apoyan tecnológicamente a empresas dedicadas a esta actividad, por lo cual las llantas prestan un servicio muy similar a las llantas nuevas.

5.1.1 Ejemplo de Empresa Dedicada al Reencauche en Bogotá

Grupo Guerrero González S.A

La empresa “Grupo Guerrero González S.A.” es una empresa dedicada a la actividad de reencauche de llantas de automóviles y vehículos pesados. A través de sus procesos internos se dedican a colocar una banda de rodamiento a una carcasa usada, generando su reutilización por una o más veces y mejorando los costos de movilización y disminuyendo los niveles de contaminación.

Producción año de 2004: El promedio mensual de producción es de 2.500 llantas, de las cuales el 45% corresponde a vehículos livianos y el 55% a vehículos pesados (camiones, tractocamiones, remolques, etc.).

Las operaciones que se llevan a cabo son:

1. Inspección inicial: revisar la totalidad de la carcasa para establecer si es apta o no para reencauche, es decir, que la carcasa se encuentre en condiciones seguras de operación luego del reencauche.



2. Pelado de la carcaza: tiene como objetivo retirar el remanente de caucho de las carcazas. Es en esta operación donde se produce el principal desecho del proceso, el ripio, que es recolectado y posteriormente vendido a empresas procesadoras de este material.



3. Preparación de carcaza: su finalidad es devolver la resistencia e integridad a una carcasa dañada o maltratada garantizando que vuelva a servicio con todos los parámetros de seguridad. Todo daño es eliminado utilizando diversas herramientas y métodos para proporcionar una base sólida para la reparación.



4. Preparación de carcaza: su finalidad es devolver la resistencia e integridad a una carcaza dañada o maltratada garantizando que vuelva a servicio con todos los parámetros de seguridad. Todo daño es eliminado utilizando diversas herramientas y métodos para proporcionar una base sólida para la reparación.
5. Reparación de carcaza: en esta etapa se restituye el esfuerzo de las lonas afectadas, utilizando parches.
6. Relleno de carcaza: busca reponer el caucho retirado de las heridas de la carcaza en las etapas de preparación y reparación.



10. Vulcanización: Aplicar calor por un período de tiempo a las presiones adecuadas al caucho crudo de tal manera que se vulcanice al punto óptimo de sus propiedades físicas y se obtenga la máxima adhesión del cojín con la banda y la carcaza.



7. Corte y cementado de banda: Preparar la banda de acuerdo con el diseño escogido por el cliente y la longitud equivalente al perímetro de la carcaza.
8. Cementado de carcaza: Proteger la carcaza de la oxidación e incrementar la unión de los componentes en el embandado.
9. Embandado: Aplicar una banda de rodamiento nueva a una carcaza pelada y preparada.



11. Inspección final y terminado: Asegurar la calidad del reencauche por medio de una detallada inspección interna y externa de la carcaza, y mejorar la presentación de las carcazas reencauchadas.



Guía para el manejo de llantas usadas

Las materias primas utilizadas durante los procesos son:

1. Carcaza: llanta usada.
2. Cemento: caucho líquido utilizado para proteger de la oxidación a la carcaza y a la banda de rodamiento.
3. Parches: elemento compuesto por lonas y caucho, utilizados en los procesos de reparación de llantas.
4. Cojines: caucho laminado en estado crudo que se utiliza para la vulcanización.
5. Banda de rodamiento: cinta de caucho exterior de la llanta con un diseño pregrabado, objeto de reposición cuando la llanta se ha desgastado.
6. Etiquetas: marquillas utilizadas para identificar cada llanta.
7. Hilo de algodón: utilizado en reparación de llantas convencionales como ventilo.

Para esta empresa, el manejo de llantas usadas es el eje del proceso de producción, aunque es importante señalar que entre el

10% y el 17% de las llantas que ingresan a la planta no pueden ser reencauchadas, debido al mal estado en que se encuentran en el momento de la inspección. Esta situación es generada por la no cultura de reencauche.



Aprovechamiento y Disposición Final

En esta sección se presentan diferentes alternativas de Aprovechamiento y Disposición Final de las llantas usadas, mediante las cuales se puede lograr un manejo adecuado del residuo minimizando los impactos ambientales. El aprovechamiento implica procesos de transformación que permiten fabricar productos similares o totalmente diferentes, tomando como materia prima las llantas usadas.

Procesamiento de llantas usadas

En la actualidad se pueden utilizar diversos métodos para la recuperación de llantas y/o su eliminación controlada con el propósito de minimizar los impactos ambientales asociados con su inadecuada disposición. Entre ellos se encuentran:

6.1 Coprocesamiento

El coprocesamiento de las llantas es un proceso de aprovechamiento que consiste en utilizar en los hornos cementeros el poder calorífico de la llanta para producir energía y en la incorporación del acero en el clinker obtenido, controlando debidamente las emisiones atmosféricas.

6.2 Trituración

Consiste en reducir el tamaño de las llantas a través de diferentes técnicas con el fin de separar el caucho de elementos como el acero y los textiles. El caucho obtenido puede emplearse para la fabricación de nuevos productos y diversas aplicaciones civiles e industriales, como canchas de tenis sintéticas, tapetes, entre otros.

Actualmente existen dos tipos de trituración empleadas a nivel piloto e industrial:

6.2.1 Trituración mecánica

La trituración mecánica emplea cuchillas para desmenuzar las llantas; por lo general este tipo de trituración se realiza en cascada, es decir, se trituran paulatinamente las llantas hasta alcanzar el tamaño mínimo requerido y luego se emplean clasificadores neumáticos y magnéticos para separar el textil y el acero presentes.

La mayor ventaja de este proceso es que se obtienen productos de buena calidad con un reducido número de etapas de proceso; adicionalmente no requiere de etapas de purificación ya que no se emplean sustancias ajenas a las llantas.

6.2.2 Trituración Criogénica

La trituración criogénica consiste en congelar con nitrógeno líquido llantas enteras, las cuales son golpeadas para obtener el caucho en forma de polvo, con liberación de nitrógeno gaseoso.

Este proceso tiene como ventaja el reducido tamaño de las partículas obtenidas, y como desventaja el hecho de que las partículas de acero y caucho se encuentran mezcladas; adicional a esto, requiere instalaciones con altos costos de inversión y mantenimiento, así como maquinaria altamente especializada.

6.3 Uso en asfaltos modificados

Uno de los mayores usos que actualmente se les está dando a las llantas usadas trituradas provenientes de procesos mecánicos o criogénicos es su adición al pavimen-

to asfáltico tradicional. La incorporación del grano de caucho reciclado (GCR) en las mezclas asfálticas ha sido de buena aceptabilidad desde hace algunas décadas en muchos países por los buenos resultados en el desempeño de los pavimentos asfálticos y otras obras civiles.

Existen tres maneras básicas de emplear las llantas trituradas libres de acero y textiles en asfaltos modificados:

6.3.1 Asfalto modificado convencional

La fabricación de este tipo de asfalto consiste en mezclar el caucho con el tamaño de partícula apropiado junto con los demás agregados antes de adicionar el asfalto, y se conoce tradicionalmente como asfalto modificado por vía seca^[26]; en este proceso se puede incluir entre un 2-15% de caucho con respecto a los agregados. La figura 16 muestra el diagrama de flujo del proceso.

Proceso para la obtención de pavimento modificado convencional



Fuente: Tomado de la referencia 27

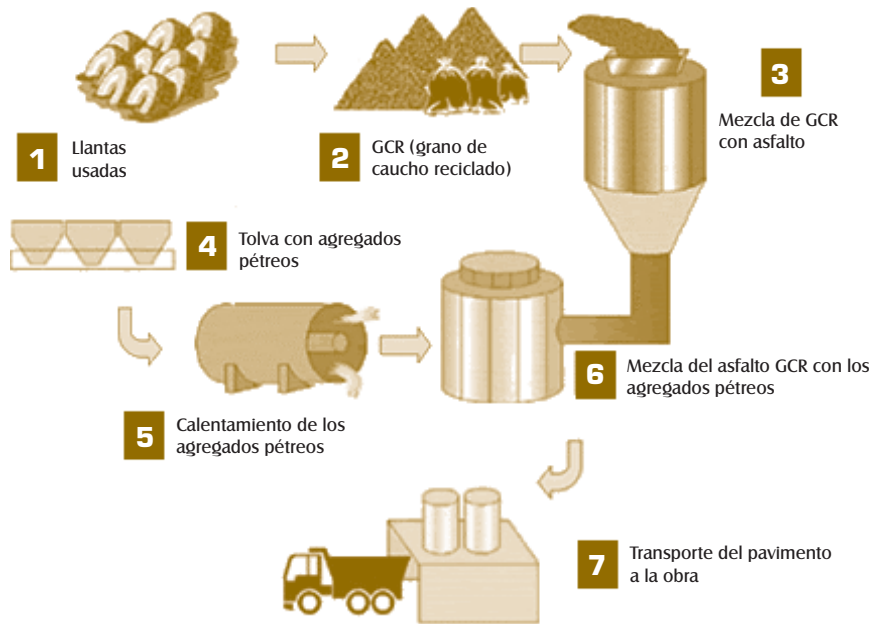
Las principales ventajas de este proceso son: I) No requiere de maquinaria especializada ya que el caucho se mezcla de manera simple con los demás agregados, II) Se aumenta la impermeabilidad del asfalto final, III) Mejora las características geológicas del asfalto a diferentes temperaturas.

La principal desventaja de esta mezcla radica en la tendencia que tienen los agregados a separarse del asfalto durante el almacenamiento; en el asfalto tradicional la separación es de un 2-4%, pero con la

adición de caucho esta puede llegar hasta un 25%, lo cual repercute en la calidad y homogeneidad del producto y reduce su tiempo de vida en almacenamiento^[22].

6.3.2 Asfalto químicamente modificado

El asfalto químicamente modificado consiste en mezclar el caucho directamente con el pavimento (ligante), con lo cual se consigue una mayor homogeneidad. La figura 17 muestra el proceso de obtención de este producto.



Fuente: Tomado de la referencia 27

Las mejoras en las propiedades mecánicas y el incremento de la vida útil del mismo (entre 58 y 230%), hace que la relación beneficio-costos sea mayor comparada con la de un pavimento con una mezcla asfáltica convencional. Adicionalmente se reducen los problemas de separación de agregados, la cual llega a valores entre el 2 y 4%.

La utilización del GCR, además de ayudar a solucionar la problemática ambiental generada por las llantas usadas, proporciona

en sus compuestos caucho natural y cauchos sintéticos que le brindan al pavimento elasticidad y mayor resistencia a la fatiga. Por otro lado, el negro de humo que estas contienen actúa como antioxidante en el ligante, atenuando su envejecimiento y por ende prolongando la capacidad cohesiva del mismo en el tiempo.

Se ha demostrado en estudios del departamento nacional de vías de Estados Unidos que adicional al aumento de vida útil, se pro-

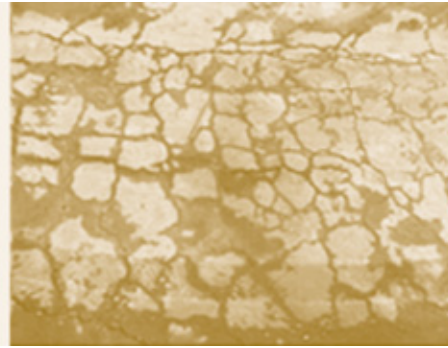
duce una disminución en los niveles de ruido generados por la fricción al agregar caucho de llanta triturada a las mezclas asfálticas, sea de manera convencional o modificado

químicamente. La figura 18 muestra el comportamiento de las capas asfálticas con y sin caucho después de someterla a un uso intensivo mediante un carrusel de fatiga.

Efecto de la adición de caucho al pavimento



Capa asfáltica con mezcla de caucho reciclado



Capa asfáltica sin mezcla de caucho reciclado

6.3.3 Uso como relleno de la capa asfáltica

El uso de las llantas trituradas como relleno en la capa asfáltica junto con el “recebo”, es una aplicación ampliamente extendida ya que mejora las propiedades de flexibilidad de la capa al impedir agrietamiento prematuro por sobrepeso en las vías; de la misma manera, actúa como capa impermeable que impide la afectación de la humedad a la base por acción del agua.



Como ventaja tiene que los trozos de caucho pueden emplearse con las capas de acero y el relleno textil, por lo cual se requiere un mínimo procesamiento de la

llanta usada. Suelen emplearse trozos de 5-8 cm en capas de 8-30 cm cubiertas por grava en capas de 30- 50 cm.

6.3.4 Uso como insonorizante en autopistas

Otra aplicación importante y que se utiliza en los Estados Unidos de Norteamérica es el uso de llantas como sistemas insonorizantes en carreteras o autopistas que limitan con viviendas o complejos residenciales. Se ha demostrado que las llantas proveen un excelente aislamiento contra ruidos generados en carretera, y para su uso, se trituran y se empaican en láminas ya sea de polímeros reciclados o nuevos o láminas metálicas para instalar las barreras según la geometría y distribución requeridas^[29].

Como ventaja principal, además de reducir las molestias a los residentes aledaños a las autopistas, está el que no se requiere un procesamiento mínimo ya que pueden emplearse llantas trituradas sin retirar el acero o la capa textil, lo cual supone una

economía al momento de poner en práctica la opción.

6.4 Uso industrial

Existen gran cantidad de productos que pueden ser fabricados a partir de llantas usadas; los productos elaborados en el ámbito industrial como antideslizantes, superficies de tráfico pesado y soportes requieren de una inversión moderada en equipos e instalaciones. A continuación se describen algunos de ellos:

6.4.1 Fabricación de baldosas y pistas deportivas



Esta es una opción muy atractiva dado que las baldosas de caucho y pistas deportivas proporcionan seguridad al ser empleadas en parques recreacionales y tienen una vida útil muy prolongada. Para su fabricación se parte del caucho triturado, el cual se pulveriza de acuerdo con la calidad requerida, se mezcla con otros polímeros como polietileno y pigmentos y se procesa de acuerdo con la técnica establecida. Vale la pena anotar que este tipo de superficies absorbe gran cantidad de radiación solar, razón por la cual es conveniente que las instalaciones estén acompañadas por cobertura vegetal abundante^[8,30].

Es preciso anotar que en este proceso sólo se deben utilizar llantas Convencionales,

teniendo en cuenta que la utilización de llantas radiales implica riesgos por su estructura metálica.

6.4.2 Fabricación de recubrimientos antideslizantes

Para el proceso de aplicación de antideslizantes se emplea caucho pulverizado, el cual se emulsiona con otros compuestos y se aplica sobre el revés de la alfombra por medio de rodillos para dar uniformidad; luego se da una textura corrugada a la capa de caucho con el propósito de aumentar la acción antideslizante, la cual finalmente es secada por medio de aire caliente en un horno o estufa diseñados para tal fin.

6.5 Uso artesanal

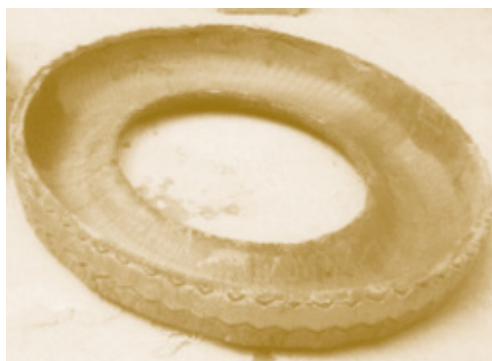
Los productos artesanales pueden ser elaborados con una reducida inversión en instalaciones y equipos poco especializados. Entre los diferentes productos que se pueden obtener del aprovechamiento artesanal de una llanta se encuentran soportes para carrocería y maquinaria, protectores para llantas, materas, bebederos para ganado, suelas, tacones y tapas para calzado, y tiras de amarre, entre otros.

Debido al tamaño de estos productos y a la resistencia que muchos de ellos exigen, las llantas que se usan más frecuentemente para su fabricación son las llantas de mayor tamaño, como las de camiones, buses y busetas. A continuación se describen algunos de los productos mencionados anteriormente:

6.5.1 Bebederos

Los bebederos son fabricados a partir de la llanta entera, en especial la de camiones y buses debido a su mayor tamaño, las cuales son cortadas por la mitad, obteniéndose

así dos bebederos por cada llanta. Estos son lijados y pintados para darles el acabado final; pueden emplearse llantas convencionales y radiales^[6]. Se destinan generalmente para bebederos de ganado o para adición de sal.



6.5.2 Materas

Es posible fabricar diversas formas de materas a partir de llantas, ya sean radia-

les o convencionales de automóviles, camiones o buses. Se estima que de una llanta grande pueden obtenerse dos materas, por lo cual se aprovecha casi todo el residuo con una baja inversión en equipos, pues solo se requiere de cuchillos o cortadoras eléctricas, grapadoras y adhesivos.



Impactos ambientales por manejo inadecuado

El manejo inadecuado de cualquier tipo de residuo genera impactos ambientales que están acordes con la naturaleza del mismo (residuo peligroso, residuo convencional). Actualmente en Colombia las llantas no están consideradas como residuo peligroso; sin embargo, éstas se componen de un gran número de sustancias con connotaciones peligrosas, las cuales tienen un impacto en la salud si no se da el manejo apropiado.

En esta sección presentamos las consecuencias de algunas prácticas de manejo inapropiadas que impactan sobre el medio ambiente, no sin antes resaltar nuestra responsabilidad como ciudadanos respetuosos con el entorno en la disposición adecuada al momento de reemplazarlas; es decir, cada uno de nosotros debe cerciorarse que el lugar donde dejamos las llantas garantiza su adecuada disposición con el fin de prevenir los siguientes impactos.

7.1 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 (SOx), óxidos de nitrógeno (NOx), 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, olefinicos, 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).

El factor mutagénico para las emisiones provenientes de la quema de llantas a cielo

abierto es mayor al de cualquier otro tipo de combustión; por ejemplo, es 3-4 grados de magnitud más grande que los factores de mutagenicidad para la combustión de petróleo, carbón, o leña en las calderas de centrales térmicas. Se debe resaltar que un compuesto mutagénico es una sustancia que ocasiona un cambio en el material genético de una célula del cuerpo humano.

Estas mutaciones pueden encaminarse a defectos al nacer, abortos espontáneos, cáncer, o podrían causar un incremento en la incidencia de enfermedades genéticas en las generaciones futuras y contribuir a enfermedades somáticas de células. ^[31]

Estos efectos también se producen en sistemas artesanales donde la llanta se emplea como combustible alternativo, debido a que se trata de emisiones no controladas en ambientes con escasa ventilación y con exposición continua como el caso de las hornillas paneleras en la región andina colombiana, donde la llanta resulta un energético atractivo debido a su bajo costo y alto poder calorífico.

El uso de llantas como energético tiene un agravante adicional y sobre el cual no se tienen estudios concretos, y es el efecto de

la transferencia de componentes gaseosos a alimentos como la panela y su posterior absorción en los consumidores habituales del producto. Las razones antes expuestas obligan a que se elaboren NORMAS más estrictas que regulen la quema de llantas a cielo abierto y en especial para la elaboración de alimentos o bebidas.

7.2 Almacenamiento inadecuado

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.
- Deterioro del entorno y del paisaje debido al apilamiento inadecuado.

Situación actual en Bogotá

8.1 Generación de llantas usadas en el distrito

En la actualidad se presenta en la ciudad de Bogotá una seria problemática ambiental causada por la generación de más de 18.000 toneladas de llantas usadas al año.

La tabla 2 presenta los datos de las llantas generadas en Bogotá durante 1999. La columna D indica la cantidad de llantas que se cambian al año para cada tipo de vehículo. Adicionalmente se muestra cuántas de estas llantas y cuáles son destinadas al reencauche, con el fin de no contemplarlas entre el residuo, puesto que su vida útil continúa.

Tabla 2. Llantas generadas en Bogotá en 1999

Vehículo particular (81%)	A	B	C (A x B)	D	E (A x D)	F (C x 0,03)	G (E-F)
	Número	Llantas/Vehículo	Llantas en uso		Llantas/año	Reencauche	Ajuste por reencauche
Automóvil R-13	637,637	4	2,550,548	1.72	1,096,735		1,096,735
Automóvil R-14	63,063	4	252,252	1.72	108,468		108,468
Camión	18,2	6	109,2	4.50	81,9	31,121	50,779
Camioneta	81,9	4	327,6	2.60	212,94		212,94
Campero	72,8	4	291,2	1.68	122,304		122,304
Motos	36,4	2	72,8	1.32	48,048		48,048
Subtotal	910		3,603,600		1,670,395	31,121	1,639,274
Vehículo particular (81%)	A	B	C (A x B)	D	E (A x D)	F (C x 0,03)	G (E-F)
	Número	Llantas/Vehículo	Llantas en uso		Llantas/año	Reencauche	Ajuste por reencauche
Taxi R-13	49,959	4	199,836	4.00	199,836		199,836
Taxi R-14	4,941	4	19,764	4.00	19,764		19,764
Bus	11,7	6	70,2	7.20	84,24	32,011	52,229
Buseta	9,9	4	39,6	4.00	39,6	15,048	24,552
Camioneta	5,4	4	21,6	2.80	15,12		7,2
Campero	3,6	4	14,4	2.00	7,2		7,2
Microbus/Colectivo	4,5	4	18	5.20	23,4		23,4
Subtotal	90		383,4		389,16	47,059	342,101
TOTAL	1,000,000		3,987,000		2,059,555	78,18	1,981,375

Fuente: Referencia 32

Se puede observar que más del 50% de las llantas son generadas por automóviles particulares de tipo R-14 o R-13. Es posible identificar, que a pesar de que los vehículos de servicio público representan menos del 10% del total de vehículos que circulan en la ciudad, éstos tienen la tendencia a cambiar de llantas con mayor frecuencia. En el caso específico de los automóviles se aprecia que los taxis tienden a cambiar casi el doble de llantas que los carros particulares en un mismo periodo de tiempo.

En general se puede ordenar la generación del residuo por categorías de la siguiente forma: Automóvil particular tipo R-13 (53%), Camioneta Particular (10%), Taxi R-13 (10%), Campero particular (6%), Automóvil particular R-14 (5%), Bus público (4%), Camión particular (4%), moto particular (2%), Busetta pública (2%), Colectivo público (1%), Taxi R-14 (1%), Camioneta pública (1%), Campero público (0.3%).

Es previsible que la problemática en Bogotá siga en aumento ya que la cantidad de vehículos particulares y de servicio público se incrementa todos los años.

Tabla 3. Proyección de las llantas usadas generadas en Bogotá (número/año y peso (ton/año))

Año	Particular	Público	Total
2006	1,777,684 13,093	370,987 3,838	2,148,671 16,93
2007	1,801,508 13,27	375,957 3,891	2,177,465 17,161
2008	1,826,079 13,451	381,085 3,943	2,207,164 17,394
2009	1,851,603 13,639	378,336 3,999	2,229,939 17,638
2010	1,878,082 13,834	391,938 4,056	2,270,020 17,89

Fuente: Referencia 32

8.2 Cadena de gestión del residuo

La cadena de gestión de un residuo es aquella que involucra los diferentes actores relacionados con la generación, manejo, tratamiento y disposición final del residuo. En Bogotá, aunque no se encuentra formalizada, se cuenta con la siguiente cadena de gestión^[8]:

8.2.1 Generación

Se distinguen como grandes generadores el servicio de transporte público y particular; la tabla 4 muestra los lugares más comunes donde se deja la llanta después del reemplazo de la misma.

Tabla 4. Manejo de llantas usadas en Bogotá

Acción	Servicio		Total
	Particular	Público	
Deja en el sitio de cambio	72.4%	67.8%	72.0%
Los saca a la basura	12.1%	11.6%	12.0%
Reencauche, reconstruida	3.3%	9.4%	3.8%
Los vende	0.6%	1.3%	0.7%
Se los lleva y los guarda	3.2%	5.7%	3.4%
Regala a recicladores	3.9%	2.3%	3.7%
Sin información	4.5%	1.9%	4.3%

Fuente: Referencia 8

Según las estadísticas, en el caso de los vehículos de servicio particular el 72% abandona los residuos en los sitios donde realiza el cambio de las llantas, y solo el 3% los reintegra al proceso de reencauche. Para los vehículos de servicio público, el mayor porcentaje (68%) deja los residuos en el sitio de cambio y el 9.4% los utilizan para reencauche.

Las servitecas y los montallantas son los lugares comúnmente utilizados para realizar el cambio de las llantas, razón por la cual se convierten en puntos clave en la cadena de gestión del residuo.

8.2.2 Recuperación

La recuperación del residuo hace relación a la forma en que el residuo es sacado de los sitios de generación y es transportado bien sea a un sitio de acopio o directamente al sitio donde se hará el aprovechamiento o disposición final.

En este procedimiento se usan indistintamente volquetas, camiones, camionetas o el automóvil familiar. En menor volumen, la recuperación de este material es realizada por los recuperadores que utilizan el vehículo de tracción animal; actividad que realizan ocasionalmente, a la par con la recuperación de otros residuos.

Los recuperadores se pueden dividir en dos clases: los diversificados y los especializados. Los diversificados, como su nombre lo indica, se dedican a recuperar todo tipo de residuos, mientras que el especializado, recupera únicamente llantas, neumáticos y protectores.

8.2.3 Acopio

El acopio hace referencia al almacenamiento del residuo. Los acopiadores son las personas encargadas de la recepción del residuo proveniente del circuito de recuperación. De igual forma, son responsables

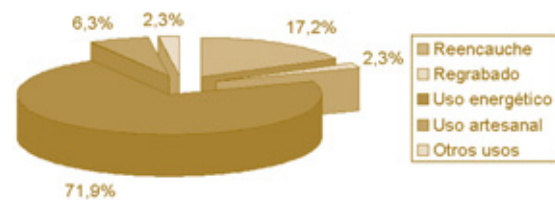
de los lugares donde se almacena el residuo y además deben entregarlo a quienes harán el aprovechamiento de éste, o hacerlo ellos mismos en algunos casos, según el tipo de acopiador.

En la ciudad de Bogotá, el acopio es desarrollado por tres tipos de actores: I) El acopiador diversificado, que recupera directamente de las fuentes generadoras diversidad de materiales incluyendo la llanta y los comercializa a todo tipo de comprador; II) el acopiador especializado, que se dedica exclusivamente a la comercialización de las llantas y neumáticos usados; III) el acopiador y procesador directo, que además de comercializar las llantas y neumáticos usados, realiza despiece de los residuos o reencauche de las llantas.

8.2.4 Aprovechamiento

En la ciudad de Bogotá existen tres cadenas generales de aprovechamiento final del residuo, a saber: Reencauche, uso como energético, y uso de la llanta como materia prima para la fabricación de artículos de caucho. El aprovechamiento térmico es la cadena de mayor demanda del residuo, con una utilización del residuo de un 71,9% aproximadamente.

El uso dado a la llanta como energético se dirige especialmente para los hornos de producción de panela en el nor-occidente de Cundinamarca, actividad que genera impactos ambientales y de salud pública relacionados con las emisiones de COV y HAP, contaminantes carcinogénicos, mutagénicos y otros que causan afecciones al sistema respiratorio y circulatorio.



Distribución del uso de las llantas usadas en Bogotá

Normatividad vigente para el manejo del residuo

En este capítulo presentamos el marco jurídico relacionado con los diversos impactos que causan a los recursos naturales el inadecuado manejo y disposición final de las llantas usadas.

Aunque nuestra premisa fundamental como programa Acercar Transporte es trabajar en conceptos de autogestión ambiental, políticas de sensibilización y responsabilidad social del sector transportador, consideramos importante propender por una reglamentación clara dirigida a minimizar el grave impacto no sólo ambiental sino de salubridad pública que causa

el inadecuado manejo y disposición de las llantas usadas.

Somos conscientes de que en la actualidad existe una abrumadora normativa en el campo ambiental, pero en determinadas circunstancias el derecho como instrumento de movilidad y progreso social debe entrar a normalizar ciertas conductas que resultan nocivas para el cuerpo social. Para el caso en estudio, aunque la llanta usada no es considerada un residuo peligroso, estimamos pertinente que se le dé un tratamiento especial teniendo en cuenta su magnitud.

LEGISLACIÓN MARCO

Constitución Nacional	
Ley 23 de 1973	Mediante la cual se faculta al Gobierno Nacional para expedir el CRN
Decreto Ley 2811 de 1975	Código de Recursos Naturales
Ley 9 de 1979	Código Único Sanitario Nacional
Ley 99 de 1993	Ley del Medio Ambiente
Ley 142 de 1994	Servicios Públicos Domiciliarios
Decreto 948 de 1995	Marco de las acciones y mecanismos administrativos de las autoridades ambientales para preservar el Aire
Decreto 979 de 2006	Norma de Calidad del Aire

COMPONENTE HÍDRICO

NORMATIVA NACIONAL

Decreto 1541 de 1978	Establece las normas para el acceso y el uso de las corrientes de aguas
Decreto 1594 de 1984	Por medio del cual se reglamenta el uso del agua y el manejo de los residuos líquidos
Ley 373 de 1997	Por medio de la cual se instaura el programa de ahorro y uso eficiente del agua
Resolución 273 de 1997	Tasas retributivas por vertimientos líquidos
Decreto 901 de 1997	Tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua

NORMATIVA DISTRITAL

Resolución 1074 de 1997	Estándares ambientales en materia de vertimientos
Resolución 339 de 1999	Por medio de la cual se establecen las unidades de contaminación
Resolución 1596 de 2001	Modifica la Resolución 1074 con relación a los estándares

COMPONENTE ATMOSFÉRICO

NORMATIVA NACIONAL

Decreto 948 de 1995	Calidad del Aire
Resolución 619 de 1997	Se establecen parcialmente los factores a partir de los cuales se requiere permiso de emisión atmosférica para fuentes fijas
Resolución 0058 de 2002	Se establecen normas y límites máximos permisibles de emisión para incineradores y hornos crematorios de residuos sólidos y líquidos
Resolución 1488 de 2003	Requisitos, condiciones y límites máximos permisibles de emisión para la disposición final de llantas usadas en hornos de producción de clinker
Resolución 0970 de 2001	Se establecen los límites máximos permisibles de emisión, bajo las cuales se debe realizar la eliminación de plásticos contaminados con plaguicidas en hornos de producción de clinker de plantas cementeras
Resolución 0458 de 2002	Se establecen los requisitos, las condiciones y los límites máximos permisibles de emisión, bajo los cuales se debe realizar la disposición final de llantas usadas y nuevas con desviación de calidad, en hornos de producción de clinker de plantas cementeras

Resolución 1488 de 2003	Se establecen los requisitos, las condiciones y los límites máximos permisibles de emisión, bajo los cuales se debe realizar la disposición final de llantas usadas y nuevas con desviación de calidad, en hornos de producción de clinker de plantas cementeras
Decreto 979 de 2006	Por el cual se modifican los artículos 7, 10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995. Relacionados con las normas de calidad del aire (niveles máximos permisibles y períodos de exposición), niveles de prevención, alerta y emergencia por contaminación del aire, medidas para la atención de episodios, planes de contingencia para la atención de episodios, programas de reducción de la contaminación
Resolución 601 de 2006	Por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia

NORMATIVA DISTRITAL

Resolución 391 de 2001	Establece normas técnicas y estándares ambientales para la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire en el perímetro urbano de la Ciudad de Bogotá
Acuerdo Distrital 19 de 1996	Por el cual se adopta el Estatuto General de Protección Ambiental del Distrito Capital de Bogotá y se dictan normas básicas necesarias para garantizar la preservación y defensa del patrimonio ecológico, los recursos naturales y el medio ambiente
Acuerdo Distrital 79 de 2003	Por el cual el Concejo Distrital expide el Código de Policía de Bogotá
Resolución 1208 de 2003	Por medio de la cual se dictan las normas técnicas y estándares ambientales para la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire en el perímetro urbano de la ciudad de Bogotá, D.C.
Resolución 618 de 2003	Por medio de la cual se reglamentan las condiciones ambientales para declarar los Estados de Alarma Ambiental
Decreto 174 de 2006	Por medio del cual se adoptan medidas para reducir la contaminación y mejorar la calidad del aire en el distrito capital
Resolución 1689 de 2006	Por medio de la cual se adoptan los términos de referencia del programa de autorregulación ambiental aplicable dentro del perímetro urbano del Distrito Capital

RESIDUOS SÓLIDOS

Resolución 2309 de 1986	Se regula lo relacionado con el manejo, uso, disposición y transporte de los residuos sólidos con características especiales
Ley 142 de 1994	Establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios, entre los que se encuentran los servicios de aseo y reglamenta su administración a cargo de los municipios
Decreto 1713 de 2002	Reglamenta la Ley 142 de 1994 y otras disposiciones en relación con la prestación del servicio público de aseo
Decreto 1505 de 2003	Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002 en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos
Resolución 1045 de 2003	Por medio de la cual se adopta la metodología para la elaboración de los planes de gestión integral de residuos PGIRS