

**PROPUESTA PARA INCORPORAR A LA CADENA PRODUCTIVA LAS  
LLANTAS USADAS GENERADAS EN CARTAGENA DE INDIAS**

**BELEDIS PADILLA LÓPEZ**



**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA  
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS  
PROGRAMA DE QUÍMICA FARMACÉUTICA  
CARTAGENA DE INDIAS D. T. H. Y C.**

**2020**

**PROPUESTA PARA INCORPORAR A LA CADENA PRODUCTIVA LAS  
LLANTAS USADAS GENERADAS EN CARTAGENA DE INDIAS**

**BELEDIS PADILLA LÓPEZ**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Químico

Farmacéutico

*L. Álvarez a*

**LUCÍA ÁLVAREZ ÁLVAREZ**

**Director**



**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA  
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS  
PROGRAMA DE QUÍMICA FARMACÉUTICA  
CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.**

**2020**

**Nota de aprobación del jurado**

---

---

---

---

**Presidente del jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

La Universidad de Cartagena ni el jurado examinador, se hacen responsables de los conceptos emitidos en el presente trabajo

CARTAGENA DE INDIAS, 2020

## AGRADECIMIENTOS

A Dios ante todo, por darme sabiduría para superar los obstáculos, fortaleza para seguir adelante y perseverancia para culminar mi proceso académico.

A la Universidad de Cartagena, a la Facultad de Ciencias Farmacéutica junto a su cuerpo docente y muy especial al Grupo Multidisciplinario El Buen Ciudadano, por el apoyo constante, a mi Directora, Profe y Amiga **Lucia Álvarez Álvarez** por su dedicación, paciencia y conocimiento para dirigir este proyecto, a ella, por brindarme la confianza, estímulo y cariño con sus palabras, y así llegar al desarrollo de la presente investigación.

Tu cariño, tu amor y tus grandes manifestaciones de afecto son una gran bendición de Dios, mis afectos son solo de agradecimientos hermano **Rafael Montes Vitar**, por haberme brindado tu apoyo incondicional, la motivación para seguir adelante y tu sacrificio económico.

A toda mi Familia, en especial a mis padres por darme la vida, a mis abuelos por su crianza y por ser partícipe de la persona que hoy en día soy.

A todas aquellas personas que han aportado su grano de arena en mi crecimiento personal y profesional, a mi grupo de estudio **BLEY** por su compañerismo y apoyo para que este sueño se haga realidad, a **Arnaldo Arnedo** por escucharme y alentarme siempre a seguir adelante.

## TABLA DE CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....   | 2  |
| <b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....  | 4  |
| 2.1 Riesgos del inadecuado almacenamiento de llantas usadas.....   | 7  |
| 2.2 Técnicas de aprovechamiento. ....  | 7  |
| 2.2.1 Reencauche.....  | 8  |
| 2.2.2 Uso artesanal.....   | 8  |
| 2.2.3 Utilización de la llanta usada como materia prima para producción de pavimento asfáltico. ....                               | 8  |
| 2.2.4 Aprovechamiento y valorización de llantas usadas.....  | 9  |
| 2.2.5 Reciclaje y economía circular. ....  | 10 |
| <b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....   | 11 |
| <b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....   | 13 |
| 4.1 Procesos técnicos operativos de Recepción, Transporte, Almacenamiento y Traslado de insumo al proceso de reciclaje. ....       | 20 |
| 4.2 Manejo y disposición final de llantas usadas en los establecimientos encuestados.....  | 22 |
| 4.3 Aportes académicos de soporte para construir una política pública .....  | 24 |
| <b>5. CONCLUSIONES</b> .....   | 27 |
| <b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....   | 28 |
| <b>7. ANEXOS</b> .....   | 32 |
| <b>Anexo 1:</b> Listado de las empresas registradas cámara de comercio Cartagena. ....   | 32 |
| <b>Anexo 2:</b> Encuesta No 1 realizada a servitecas y llanterías inscritas en la Cámara de Comercio Cartagena.....                | 35 |
| <b>Anexo 3.</b> Encuesta No 2 realizada vía telefónica a servitecas y llanterías inscritas en la Cámara de Comercio Cartagena..... | 37 |
| <b>Anexo 4.</b> Vehículos de recolección de llantas usadas, empleados por gestores. ....   | 38 |

## LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1.</b> Promedio mensual de llantas usadas generadas en Cartagena de Indias en Febrero del 2020.....   | 17 |
| <b>Tabla 2.</b> Balance estimado de costo inicial para los procesos de reciclaje, embalaje y transporte de llantas usadas.....                                   | 21 |
| <b>Figura 1.</b> Crecimiento del Parque automotor registrado en Cartagena de Indias hasta el año 2018.....   | 5  |
| <b>Figura 2.</b> Jerarquización de las estrategias para la gestión integral de residuos peligrosos. Botero (2018) .....  | 10 |
| <b>Figura 3.</b> Distribución geográfica de las servitecas y llanterías en la ciudad de Cartagena.....   | 14 |
| <b>Figura 4.</b> Relación entre la cantidad de llantas usadas almacenadas y venta de llantas diarias en las servitecas encuestadas.....                          | 15 |
| <b>Figura 5.</b> Acumulación de llantas al aire libre a la Fecha de Febrero del 2020, sector Avenida La Cordialidad. ....  | 16 |
| <b>Figura 6.</b> Relación de la vida útil o cambio de llantas según el tipo de vehículos. ....   | 19 |
| <b>Figura 7.</b> Procesos requeridos para el manejo de llantas usadas antes del envío a la planta de reciclaje de la Albania, Guajira.....                       | 20 |
| <b>Figura 8.</b> Distribución porcentual del proceso interno de cómo las Servitecas y/o llanterías almacenan las llantas, posterior al cambio de las mismas..... | 22 |
| <b>Figura 9.</b> Disposición final del uso de las llantas usadas en los establecimientos encuestados.....  | 23 |

## RESUMEN

A lo largo de la historia, con el aumento del parque automotor se ha venido incrementando a nivel mundial, una problemática asociada con la generación de llantas usadas y desechadas sin control, una inadecuada disposición final o causa del efecto múltiple, contaminación ambiental, afectación de la salud pública, dificultades técnicas y económicas. Diversos autores, reconocen la necesidad de cuantificar las cantidades de llantas desechadas, con el fin de plantear y ejecutar soluciones encaminadas a la gestión y disposición final adecuada. Es por ello, que esta investigación permitió conocer la dinámica, manejo y disposición final de este tipo de residuo sólido aprovechable en la ciudad de Cartagena de Indias, con el fin de plantear alternativas de manejo y aprovechamiento. En el desarrollo de este trabajo se realizaron encuestas a los diferentes actores que participan en el manejo y en la generación de este residuo; como lo son el personal de servitecas y llanterías inscritas en Cámara de Comercio Cartagena; los cuales, según sus procesos misionales, terminan siendo de manera indirecta, recolectores y almacenadores de llantas inservibles. Los resultados obtenidos permitieron contabilizar la generación de llantas usadas por clase de vehículo, transformar el dato en masa, determinar cuál es la cadena de manejo que se frecuentan en las servitecas encuestadas, así como, la realización de una proyección económica que permitió determinar si existe o no la probabilidad de incorporar a la cadena productiva de llantas usadas generadas en Cartagena de Indias a través de una solución ambiental sostenible para recoger, transportar y comercializarlas. Finalmente, dejar por escrito lineamientos de manejo para este tipo de residuo, visible en una política pública en materia ambiental positiva para llantas usadas que pueda visionarse en la adecuada disposición final y en el aspecto limpio de la ciudad.

**Palabras clave:** Llantas usadas, reciclaje, residuo solido aprovechable, política pública



## 1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, el parque automotor se ha venido incrementando a nivel mundial, generando una problemática asociada con la acumulación de llantas usadas y desechadas sin control debido a una inadecuada disposición final o causa del efecto múltiple, lo que conlleva a la afectación de la salud pública, contaminación ambiental, dificultades técnicas y económicas. Diversos autores, reconocen la necesidad de establecer las cantidades de llantas desechadas, con el fin de plantear y ejecutar soluciones encaminadas a la gestión y disposición final adecuada (Granada, et al., Cadavid, 2016).

En la actualidad, la dinámica económica correspondiente al sector de la industria automotriz y comercio de autopartes, a nivel nacional es uno de los sectores que más aporta en la producción de residuos, especialmente las llantas usadas, las cuales son todas aquellas que han finalizado su vida útil y se han convertido en un residuo sólido de carácter especial por su forma, durabilidad y tamaño. Estas, constituyen uno de los más graves problemas ambientales de los últimos años debido a la creciente cantidad de vehículos en las carreteras del mundo y de Colombia. Según el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial (MinAmbiente), en Colombia se generan cada año más de 5 millones de llantas usadas, el equivalente a 100,000 toneladas de residuos de este tipo, dentro de ellas, el 2% corresponde al aporte en Cartagena de Indias (Castillo & Simanca, 2017), un alto volumen de producción de residuos sólidos considerados especiales, debido a una serie de características propias que repercuten negativamente sobre el ambiente y la población (Arredondo, 2018).

La inadecuada disposición final de las llantas usadas se traduce en problemas de salud pública, ambiental y económica los cuales se agravan cuando hay falta de cultura ciudadana y de costumbres amigables con el ambiente. La no separación desde la fuente y el no aprovechamiento de los residuos sólidos recuperables conlleva a la proliferación de basureros satélites donde las llantas se convierten en depósitos de agua generadores de vectores transmisores de enfermedades, como

es el caso del *Aedes aegypti* (Malaver, et al., 2017, Marrugo y Álvarez, 2017).

Las llantas usadas son difíciles de compactar en un relleno sanitario, lo que hace que el proceso sea costoso y además el inconveniente de que ocupan gran espacio, lo que dificulta su almacenamiento en los establecimientos comerciales generadores. Estos inconvenientes influyen en que la disposición final se realice en lugares inadecuados para hacer quemas a cielo abierto generando diversos contaminantes producto de su combustión (Agudelo, et al., 2019). Además, su almacenamiento en grandes cantidades provoca problemas estéticos y riesgo de incendios difíciles de extinguir (Aguilera, 2010).

En América Latina y Estados Unidos, se han desarrollado varias metodologías para el manejo de llantas usadas, apilamiento, entierro, reencauche, reciclaje (en Ingeniería civil, regeneración de caucho, generación de energía, producción de asfalto o fabricación de nuevos materiales); también se han desarrollado investigaciones experimentales que incluyen el uso de triturado de material de llantas para el manejo de expansión en arcillas (Cantanhede & Monge, 2002). En Colombia, el manejo de llantas usadas incluye apilamiento, entierro y reuso, pero no se ha desarrollado una metodología específica para la disposición final de este tipo de residuo (Barbosa, et al., 2016). A pesar que en Colombia, existe la Resolución de MinAmbiente 1457 de 2010, considerada la carta de navegación sobre el manejo y gestión de los residuos de llantas usadas, la normativa requiere de mayor énfasis en el tema de responsables y responsabilidades; el departamento de Bolívar no es ajeno a esta situación y a nivel local, en Cartagena de Indias, es una realidad el impacto negativo que generan este tipo de residuos por almacenamientos inadecuados, emisiones atmosféricas, vertimientos no controlados en caños y canales de aguas lluvias, afectando los ecosistemas y la salud de todos los habitantes de las zonas de influencia (Mendoza & Del Castillo, 2011).

En busca de soluciones y como una respuesta desde la Universidad, centro generador de conocimiento y motor para el desarrollo socioeconómico local,

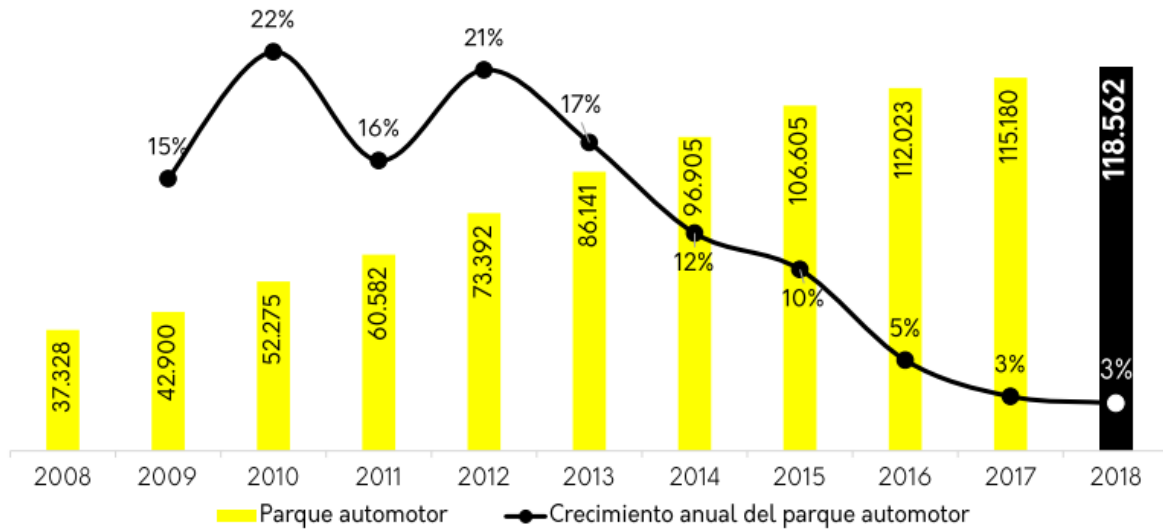
regional, nacional y coherentes con el apoyo al logro de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) liderados por las Naciones Unidas, el desarrollo del presente proyecto, *Propuesta para incorporar a la cadena productiva las llantas usadas generadas en Cartagena de Indias*, representa un aporte de elementos descriptivos que permitan proponer una solución con visión ambiental y social, de tal manera que el proceso de investigación, logre tributar en reflexiones de soporte para la búsqueda de voluntades, facilitando la gestión civil y gubernamental para generar una política pública que permita incorporar a la cadena productiva las llantas usadas generadas en las servitecas encuestadas. Se incluyeron como objetivos específicos: caracterizar el número de establecimientos comerciales formales que funcionan en la ciudad como potenciales receptores y generadores indirectos de este tipo de residuo sólido, estimar los costos por los procesos de recolección, embalaje y comercialización de las llantas de los establecimientos comerciales definitivos y finalmente, proponer argumentos desde el ámbito académico e investigativo, que favorezcan en la definición de una estrategia de política pública en el marco del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) para la disposición final adecuada.

## **2. MARCO TEÓRICO**

Con el avance tecnológico que ha logrado la sociedad, el uso del parque automotor ha tenido un desarrollo incontrolado a nivel mundial, incrementando una problemática de generación y manejo de llantas usadas con la consecuente inadecuada disposición final de este residuo. Cartagena por su parte, según los datos de Departamento de Tránsito y Transporte presentados en el informe del proyecto Cartagena Como Vamos (CCV) del año 2018, en el cual se ha evidenciado el incremento del parque automotor a través de los años lo que agudiza aún más la problemática de este residuo a nivel local.

**Figura 1.**

*Crecimiento del Parque automotor registrado en Cartagena de Indias hasta el año 2018.*



**Fuente: Informe de Calidad de Vida Cartagena Como Vamos, 2018**

La preocupación por este problema ha crecido como consecuencia de las afectaciones provocadas a la salud humana y al medio ambiente, generándose la necesidad de crear proyectos, programas y políticas en pro de la disminución y aprovechamiento de estos residuos (González & Meléndez, 2017). En Estados Unidos, hacia el año 1988, en el Estado de Minnesota se promulgó la *Ley para el reciclaje de Llantas Usadas*, creada por el aumento de la epidemia de encefalitis, “La Crosse”, enfermedad transmitida por los mosquitos que se reproducen en las aguas estancadas en el interior de las llantas apilonadas al aire libre (Botero, 2017). Uno de los problemas ambientales más relevantes a nivel internacional en relación a la generación y acumulación de llantas usadas, está situado justamente a lo largo de la región fronteriza de Estados Unidos y México, donde existe un gran número de tiradero de llantas. La acumulación de este residuo se deriva del comercio de neumáticos usados en esta zona, porque al ser más baratos que las llantas nuevas, se compran en mayores cantidades, pero por ser ya usados, van a tener una vida útil muy corta y como consecuencia se desecha un mayor número (Quinlan &

Foschi, 2012). Brasil ha sido uno de los países precursores en Suramérica en pro del aprovechamiento de las llantas usadas, donde en el año 2001 se creó la empresa Midas Elastómeros del Grupo Vibrapar en Sao Paulo, empleando una tecnología que permite separar el nylon, acero y caucho. Esta fábrica empezó con un trabajo a gran escala, reciclando de cinco a seis millones de llantas anuales y otros residuos de caucho. La capacidad instalada de la planta es para 20.000 toneladas por año, procesa 70% de caucho recuperado (en polvo), 20% de filamentos de acero y 10% de fibras de nylon. Otra compañía que se desarrolla en este sector económico es la Unidad de Negocios de Industrialización de la planta de Petrobras en Sao Mateus do Sul, realizando una extracción del mineral Pizarra Pirobituminosa, que genera Gas y combustibles de Petróleo. Se ha implantado desde el año 2001, permitiendo reciclar cerca de 1'502.000 llantas usadas ya trituradas (González & Meléndez, 2017).

En Colombia se tienen algunos avances sobre el tema, la elaboración de la Guía para el manejo de llantas usadas, publicada en el año 2006 en la ciudad de Bogotá, con relación a gestionar adecuadamente los neumáticos usados, estableciendo una serie de técnicas para el reciclaje de éstos, el ciclo de vida que experimentan y la problemática ambiental asociada a este residuo (Cámara de Comercio de Bogotá, 2006). También se cuenta con un sistema de recolección selectiva y de gestión ambiental de las llantas usadas desarrollado por la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI), consiste en exigirle a productores y distribuidores que permitan a los consumidores devolver estas llantas a través de unos sitios específicos de recolección, que no generen costos adicionales para el consumidor y tampoco obliguen a estos a comprar llantas nuevas (Muñoz M., 2015). Si bien la contaminación por las llantas es un acelerado proceso, se evidencia que a nivel mundial hay entidades y personas que se dedican a recoger, recolectar y acopiar las llantas para su posterior reutilización que adicionalmente trae consigo ventajas económicas y diversas ofertas que permiten ayudar al medio ambiente, a través del control de problemas asociados a su mala disposición final.

**2.1 Riesgos del inadecuado almacenamiento de llantas usadas.** El almacenamiento de llantas al aire libre, representa un riesgo de incendio y proliferación de fauna nociva. El incendio de llantas o quema a cielo abierto causa impactos adversos tanto en la salud pública como en el ambiente. Estos van desde irritación de las vías respiratorias hasta enfermedades pulmonares debido a que los compuestos que las conforman son transformados en gases tóxicos (Arredondo, 2018). Una vez que se están quemando las llantas a cielo abierto es difícil apagar el incendio, las emisiones al aire 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). Además de otros contaminantes peligrosos como Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (PAHs), dioxinas, furanos, cloruro de hidrógeno, benceno, Bifenilos Policlorados (PCBs) y metales pesados como arsénico, cadmio, níquel, zinc, mercurio, cromo y vanadio. Los compuestos volátiles más abundantes pertenecen a los aromáticos, así como los alifáticos, olefínicos, o acetílnicos-sustituidos (Torres & López, 2015).

De igual forma, la proliferación de fauna nociva en ambientes propicios para su reproducción pueden incrementar su población llegando a convertirse en plaga, vectores potenciales de enfermedades infecto-contagiosas o causantes de daños a las actividades o bienes humanos al no poder ser regulada por mecanismos naturales. Este tipo de fauna prolifera en lugares donde se han alterado ecosistemas y existen pocas o nulas condiciones de salud. La forma de las llantas les permite actuar como un depósito debido a que acumula el agua procedente de la lluvia y al absorber la luz solar se crea un ambiente propicio para la reproducción de mosquitos (Botero, 2017).

**2.2 Técnicas de aprovechamiento.** Existen diversas técnicas para la recuperación o eliminación controlada de llantas usadas, con el fin de minimizar impactos ambientales (Arredondo, 2018).

**2.2.1 Reencauche.** Permite reutilizar las llantas para el propósito que fueron creadas, renovando la banda de rodamiento de la llanta desgasta sobre la carcasa, cuando esta se encuentre en buen estado. La operación inicia con en la inspección de la carcasa de la llanta, si hay viabilidad se pasa a la etapa del raspado (pelar la carcasa inicial, repararlas y devolverle su resistencia inicial), cubrir todas las grietas para protegerlas de la oxidación con una banda nueva y como último paso, la vulcanización. Es importante destacar que esta técnica se puede aplicar máximo dos o tres veces a una llanta, pasando a una condición de desgaste que impide reutilizar (Cámara de Comercio de Bogotá, 2016). El primer beneficio es el costo, una llanta reencauchada cuesta entre 30 y 50% menos que el valor en condición de nueva, lo segundo y más importante, es la conservación ambiental, con una disminución cerca al 70% del consumo de petróleo para la fabricación de llantas nuevas (Calero, et al., 2015).

**2.2.2 Uso artesanal.** Dentro del mercado de las artesanías, existe una variedad de productos ofrecidos cuya producción utiliza llantas en desuso como materia prima. En este campo el aprovechamiento artesanal de llantas se puede evidenciar en materas, bebederos para ganado, muebles para el hogar, soportes para carrocería, juegos en parques infantiles (Cámara de Comercio de Bogotá, 2016).

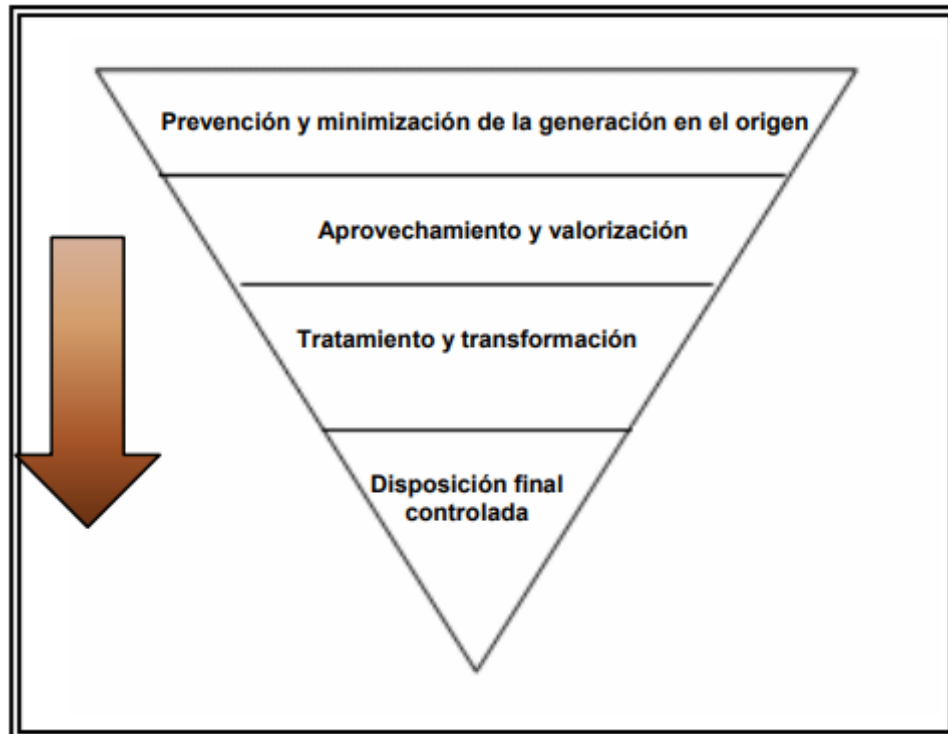
**2.2.3 Utilización de la llanta usada como materia prima para producción de pavimento asfáltico.** Fundamentada en el reconocido éxito de su aplicación en países como Canadá, Estados Unidos y España, entre otros, con base en la adición de caucho pulverizado durante la fabricación de pavimento asfáltico (Agudelo et al., 2019). El caucho de llanta pulverizado le proporciona al pavimento características de flexibilidad y elasticidad que aumentan su vida útil por lo menos en un 50%, a un costo efectivo menor que el pavimento convencional. Su aplicación en la malla vial del distrito generaría ahorros importantes en el desarrollo de estos programas, sin embargo, al ser una tecnología sin desarrollo en el país, se requiere de estudios piloto y su validación para las condiciones locales (Castillo & Simancas, 2017).

**2.2.4 Aprovechamiento y valorización de llantas usadas.** Es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la combustión con fines de generación de energía, o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales o económicos (Botero, 2018). El conjunto de estrategias tendientes a reducir el volumen de los mismos y el aprovechamiento de sus valores potenciales en forma de materiales recuperables, integran su valorización ya sea económica o energéticamente, lo que implica en forma directa la minimización (Hernández, 2015). La gestión integral de residuos peligrosos facilita el manejo y administración de los mismos respetando el medio ambiente y la salud de la población que pueda verse afectada. Dicha gestión consiste en varias etapas, como se muestra en la figura 1, en donde es notorio que tras la prevención y minimización de la generación en el origen, las alternativas de reciclaje y reutilización de residuos dentro de la estrategia de aprovechamiento y valorización son mucho más viables económica y ambientalmente que el tratamiento y la disposición final, estrategias que han sido utilizadas comúnmente en Colombia, ocasionando grandes impactos a los diferentes componente ambientales, mientras que en la actualidad se busca ante todo la prevención más que la corrección o compensación (Botero, 2018).



**Figura 2.**

*Jerarquización de las estrategias para la gestión integral de residuos peligrosos.  
Botero (2018)*



**2.2.5 Reciclaje y economía circular.** La economía circular es una estrategia económica y productiva, su objetivo es reducir al máximo posible el uso de materias primas en el tejido productivo y minimizar la generación de desechos no reciclables (Saldaña de Andrés, 2019). En 2015, la Unión Europea adoptó un plan para acelerar la transición hacia una economía circular, definido como un modelo en el que, “el valor de los productos, materiales y recursos se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y en la que se reduzca al mínimo la generación de residuos”. En otras palabras, la economía circular pretende superar el modelo económico tradicional, basado en el uso de grandes cantidades de recursos, por una alternativa viable y eficiente que minimice el impacto medioambiental (Arias & Aristizabal, 2011). El concepto de economía circular se apoya en los fundamentos de la escuela ecologista, y propone un cambio al paradigma “reducir, reutilizar y

reciclar” por una transformación más profunda y duradera, que permita disminuir el impacto causado por las actividades humanas sobre el medio ambiente. Permite hacer negocios atendiendo al crecimiento económico de la sociedad, a la sustentabilidad ambiental y a la disminución de los riesgos por la volatilidad e incertidumbre de precios de las materias primas y recursos energéticos (Lett, 2014). Dentro de los subtemas abordados de la economía circular, se encuentra el reciclaje, la reutilización, la gestión de residuos, y la eco eficiencia, todo ello con el fin de llevar y mantener los productos, componentes y materiales a su más alto grado valor y utilidad (Geissdoerfer, et al., 2017). Existe una visión general de similitud entre la sostenibilidad y la economía circular, ambas nociones enfatizan los compromisos intra e inter generacionales motivados por los riesgos ambientales, señalando la importancia de aumentar la agencia y la deliberación pública sobre la coexistencia de múltiples vías para el desarrollo (Buckland, H., & Murillo, D. 2013). También comparten una perspectiva esencialmente global, haciendo hincapié en los problemas a escala planetaria que dan lugar a las responsabilidades compartidas y de la relevancia de la coordinación entre múltiples factores. De igual forma, también describen no sólo los costos y riesgos potenciales, sino también la importancia de la diversificación en el aprovechamiento de las oportunidades de creación de valor diferenciado (Geissdoerfer, et al., 2017)

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

Con el fin de determinar los puntos de generación y disposición final de llantas usadas, específicamente los establecimientos que funcionan en el distrito y que, dentro de su actividad económica generan llantas usadas, se identificaron los códigos arancelarios relacionados con productos de caucho y llantas, mediante los cuales se solicitó a Cámara de Comercio de Cartagena la Información de las personas o empresas relacionadas con movimientos de importación de los mismos. Para la obtención de los datos de comercializadores y consumidores, se escogió el código CIU (clasificación Internacional Industrial Uniforme de las actividades

económicas por procesos productivos) **4520**, el cual lista e informa un total de 438 empresas y/o personas con actividades comerciales relacionadas con llantas, venta de repuestos, mantenimiento y reparación de vehículos. Dentro de las cuales solo 32 trabajan con llantas usadas según lo contrastado en la base de datos suministrada, de las empresas registradas, información contemplada en el Anexo 1. De acuerdo con el tamaño de la población resultante, es decir 32 empresas, se consideró que no ameritaba hacer ningún tipo de muestreo de diseño probabilístico o no probabilístico, por tanto, se decidió aplicar censo a toda la población.

En cuanto al instrumento de recolección, se tomó como elemento principal la encuesta, diseñada por los autores y soportada en la Resolución 1457 de 2010 del MinAmbiente. La encuesta se estructuró en fases, en la primera se realizó una serie de preguntas filtro a las 438 empresas por medios telefónicos, con el fin de determinar cuál de las empresas proporcionadas por Cámara de Comercio, correspondían a negocios tipo servitecas u organizaciones con actividad generadora de llantas usadas, debido a que no existe un código exclusivo arancelario para este tipo de actividad. De ahí, se listaron los 32 establecimientos objeto de estudio, que si cumplían con dicha actividad. Posteriormente mediante un 85% de salidas de campo en la ciudad de Cartagena y un 15% mediante medios virtuales debido al confinamiento por pandemia COVID-19, se realizaron preguntas a los 32 establecimientos, con el fin de identificar si se conoce o no, el manejo que da a las llantas usadas (Anexo 2 y 3). Dicho instrumento fue diseñado para ser procesado por medios manuales. De igual forma, a través de la encuesta se pudo proyectar la cantidad de llantas usadas que se generan mensualmente y la disposición final que se les aplica.

Para conocer el impacto ambiental por la inadecuada disposición de llantas usadas, establecer la cadena de manejo y la gestión de éstas, se les preguntó a los establecimientos implicados en la generación de este residuo, por el tipo de gestión que emplean, donde las desechan y los actores que actúan en la recolección, mediante preguntas incorporadas en la encuesta 1 (Anexo 2). Luego de diagnosticar

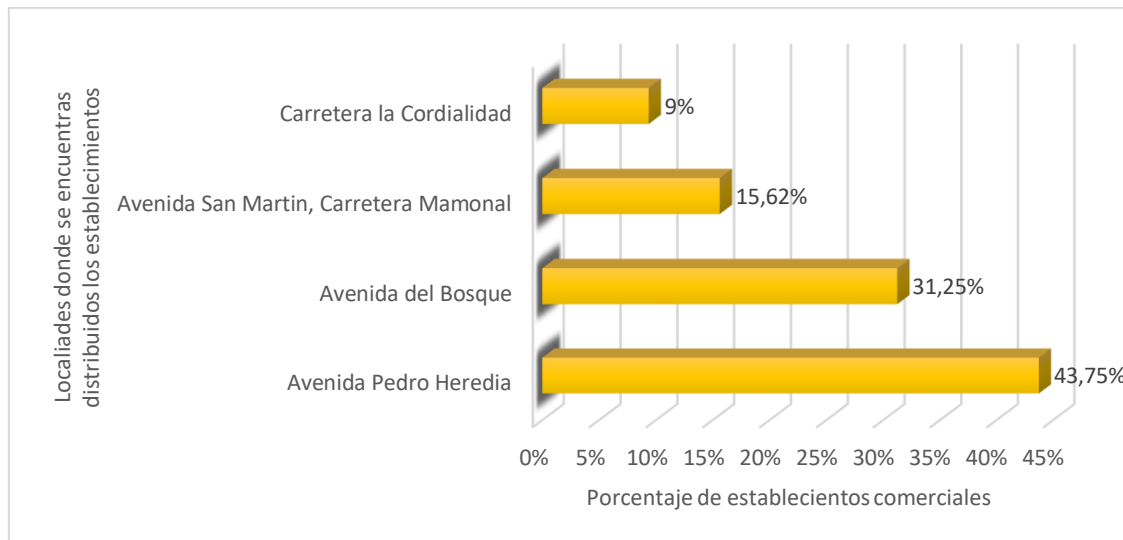
la gestión actual de este residuo en la ciudad, se plantearon lineamientos para el manejo de llantas usadas a nivel distrital, integrando propuestas y estrategias encaminadas a resolver los riesgos y al mismo tiempo las oportunidades, encontrados en esta problemática. Como bases para estructurar una política pública en el marco de la gestión adecuada de las llantas usadas en el distrito Cartagena de Indias.

#### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se lograron identificar 32 establecimientos registrados que ejercen actividades relacionadas con la generación de llantas usadas y cuyo listado se encuentra en el Anexo 1. Con relación a la localización geográfica de los puntos de generación de llantas usadas, tipo servitecas y llanterías, se presentó una concentración alta en las Avenidas, Pedro de Heredia y del Bosque, según lo muestra la figura No.2, observando que estas concentran el 75%, de hecho, representan las vías de mayor afluencia vehicular en Cartagena de Indias. De igual forma, el 15,62% de los servicios en mención se prestan en las carreteras de Mamonal y Bocagrande, mientras en la carretera La Cordialidad, se ubica en 9.38%, lo que puede ser atribuido a la poca demanda de usuarios en la zona y a la gran informalidad de los sitios de cambio de llantas y manipulación de residuos (Mendoza & Del Castillo, 2011).

### Figura 3.

*Distribución geográfica de las servitecas y llanterías en la ciudad de Cartagena.*

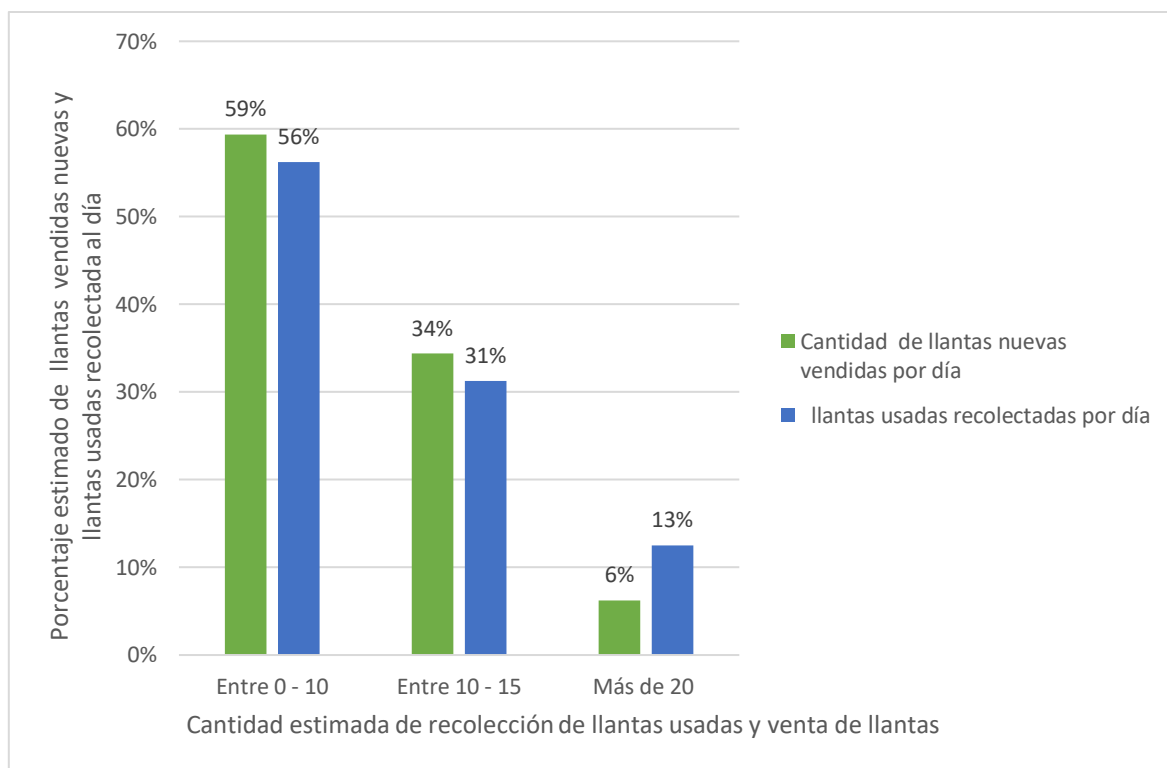


**Fuente:** Construida por los autores a partir de datos de la Cámara de Comercio de Cartagena

La figura No. 3, muestra que existe una relación directa entre la cantidad de llantas nuevas vendidas y la cantidad de llantas usadas que se recolectan o se quedan en los establecimientos, como efecto del cambio de las llantas del vehículo, mostrando que el 56% de las servitecas y llanterías encuestadas, recolectan entre 0 a 10 llantas usadas al día, lo que a su vez se relaciona con la cantidad de llantas que venden, el 31% de los establecimientos indica que se recolectan entre 10 a 15 llantas usadas al día existiendo el mismo comportamiento en la venta diaria de llantas nuevas y el 13% de estos recolectan más de 20 llantas usadas al día. Visualizando la relación de la gráfica se establece que hay una relación directa, por cada llanta vendida en la servitecas, se recoge al menos una llanta usada, lo que permite proyectar, que a medida que se incrementa el parque automotor a nivel distrital, la venta de neumáticos y la dinámica en la generación de llantas usadas también se incrementará.

**Figura 4.**

*Relación entre la cantidad de llantas usadas almacenadas y venta de llantas diarias en las servitecas encuestadas.*



**Fuente: Construida por los autores a partir de las encuestas realizadas en servitecas**

En Cartagena de Indias, las llantas usadas en su gran mayoría son dejadas en los establecimientos donde se hace el cambio y montaje de la nueva llanta; debido a su gran volumen y forma los propietarios de las servitecas tienen dificultades para el almacenamiento lo que genera amontonamiento y casi siempre terminan dispersas por los alrededores de los establecimientos, como lo muestra la figura número 4. A lo anterior, se suman otros factores como el uso de estos residuos para ser quemados a cielo abierto durante la jornada de protestas o para colocarlas en parques, como lo muestran calles y avenidas de la ciudad, lo que compromete y exige una cultura ciudadana, basada en costumbres responsables y amigables con el ambiente.

## Figura 5.

*Acumulación de llantas al aire libre a la Fecha de Febrero del 2020, sector Avenida La Cordialidad.*



**Fuente: Para los autores, fotografía tomada por Leonardo Mena el 15 de febrero de 2020**

Para calcular la cantidad estimada de llantas usadas, se tuvo en cuenta dos fuentes, una a partir de los datos proporcionados mediante la encuesta 1 y mostrados en la figura No. 4, la segunda fuente es un indicador estimado de generación de llantas usadas a partir de la información resultante de la encuesta 2, la cual se encuentra en el anexo 3, la cual incluye la percepción de los propietarios de las servitecas y llanterías, según su actividad diaria. En la tabla No. 1, se muestran las cantidades obtenidas de llantas usadas, según el tipo de vehículo, con el fin de plantear una estimación mensual de cuántas llantas usadas se están generando en los establecimientos encuestados en la ciudad, a la fecha febrero del 2020.

**Tabla 1.**

*Promedio mensual de llantas usadas generadas en Cartagena de Indias en Febrero del 2020.*

| <b>Tipo de vehículo</b> | <b>Cantidad de llantas usadas generadas</b> | <b>Porcentaje de llantas usadas generadas</b> |
|-------------------------|---|---|
| Automóvil               | 4,531                                       | 32,65%  |
| Camión                  | 2,265                                       | 16,32%  |
| Camioneta               | 1,132                                       | 8,17%   |
| Bus/Buseta              | 316   | 2,28%   |
| Moto                    | 5,632                                       | 40,58%  |
| <b>Total</b>            | <b>13,876</b>                               | <b>100%</b>                                   |

El total de llantas usadas generadas por mes en los establecimientos encuestados e inscritos en Cámara de Comercio Cartagena, es de 13.876 unidades, siendo los automóviles y las motos los vehículos que más aportan, sin embargo, aunque no se tuvo en cuenta, también está la masa de los residuos por efecto de las diferencias de tamaño, para el caso, por lo regular, las superiores corresponden al vehículo tipo camión, de ahí que se agudiza la problemática de este residuo sólido, la gran ocupación de espacio por su volumen y el aumento del parque automotor, lo que sugiere la necesidad de aprovecharlas bajo la visión de unidad de negocio, una solución sostenible que puede contribuir en apoyar la economía formal y generación de empleo a nivel distrital, con un valor agregado diferenciador, porque una solución con visión de negocio tributa en una solución ambiental. De hecho, en Colombia existen actualmente cuatro plantas de trituración de llantas usadas, ubicadas en los siguientes sitios, Madrid (Cundinamarca), Yumbo (Valle), Rio Claro (Antioquia) y Albania, Guajira (RuedaVerde, 2016, Albañil & Ortega, 2019).

De estas solo se requiere conocer el costo por recolección y transporte en Cartagena al destino de la planta ubicada en Albania, Guajira. Tomando esta como punto de partida para conocer los procesos que se requieren para el envío de la



llantas usadas a la planta de procesamiento. Lo anterior requiere de una proyección económica como la muestra tabla No. 2 permitiendo responder a la pregunta si es rentable o no, la puesta en marcha de un negocio formal de reciclaje y venta de llantas usadas que disminuya la problemática social, ambiental y económica generadas por esta.

En los informes del proyecto, Cartagena Como Vamos (CCV), según datos del Departamento Administrativo de Tránsito y Transporte (DATT) del año 2018, se tiene que en Cartagena por cada seis vehículos matriculados 10 son motos, lo que resulta coherente con los datos registrados en la tabla No. 1, donde se evidencia que son la clase de vehículo que más aporta este residuo para la ciudad. Desafortunadamente, no tienen una regulación legal a nivel nacional, porque no hacen parte de lo establecido es decir, este tipo de vehículo no hace parte de lo que establece la Resolución 1457 de 2010 de MinAmbiente, sobre la recolección selectiva de este residuo, generando aún más vacío en la gestión correcta de estos desechos (González & Meléndez, 2017).

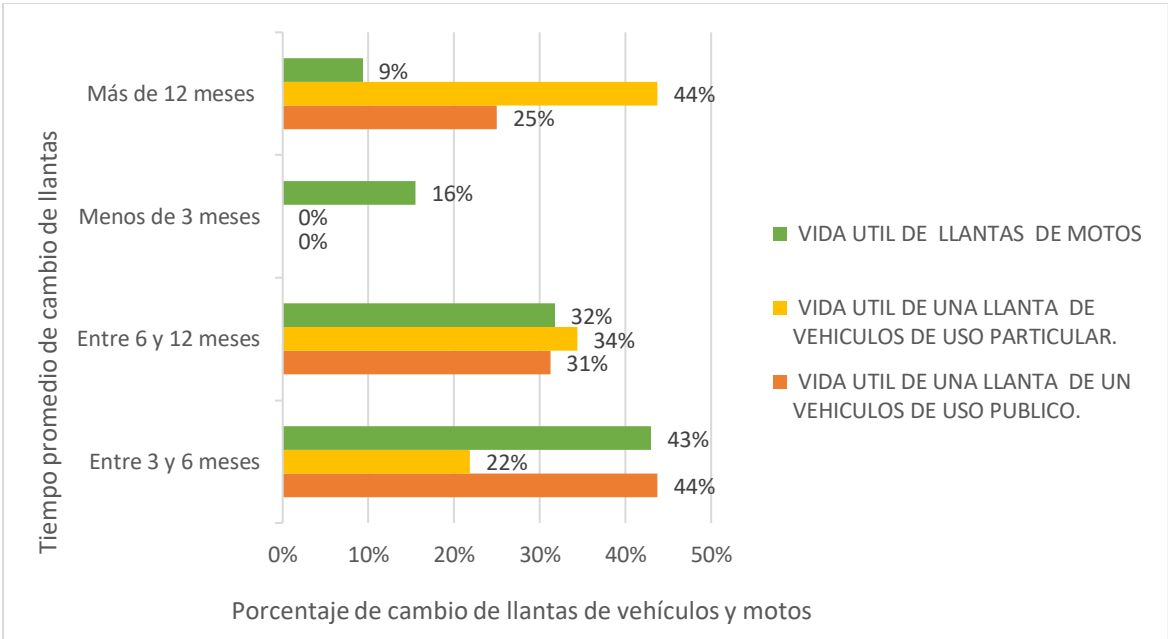
Lo anterior maximiza el problema desde la visión ambiental con afectación incluso de la salud, agravado por el aumento progresivo del parque automotor anual, tal y como se muestra en la figura No. 1, donde se evidencia que del año 2017 al 2018 hubo un incremento del 3% del parque automotor, lo que indica que la generación de llantas usadas es una problemática que puede llegar a salirse aún más de control.

De acuerdo con la percepción del personal de los establecimientos encuestados, en la figura No. 6, se evidencia la relación de la vida útil o tiempo de cambio de las llantas de vehículos de transporte público, particular y motos, donde estas últimas y los vehículos de uso público tienen un porcentaje similar correspondiente al 44% y 43%, con respecto a un tiempo de cambio de llantas de tres y seis meses respectivamente, lo que guarda relación con el hecho de que, estos vehículos son los que tienen el índice más alto de generación de llantas usadas tal y como lo indica la tabla No. 1, debido, a que estos recorren mayores distancias que los

vehículos particulares y de uso oficial. Otro factor que puede influir en el desgaste de las llantas es el estado de las vías y el clima. En cuanto a vehículos de uso particular se muestra que el porcentaje más alto radica en un tiempo de cambio de llantas de más de 12 meses; esto puede ser atribuido a menor frecuencia de rodamiento de la llanta y por consecuente menor desgaste.

**Figura 6.**

*Relación de la vida útil o cambio de llantas según el tipo de vehículos.*

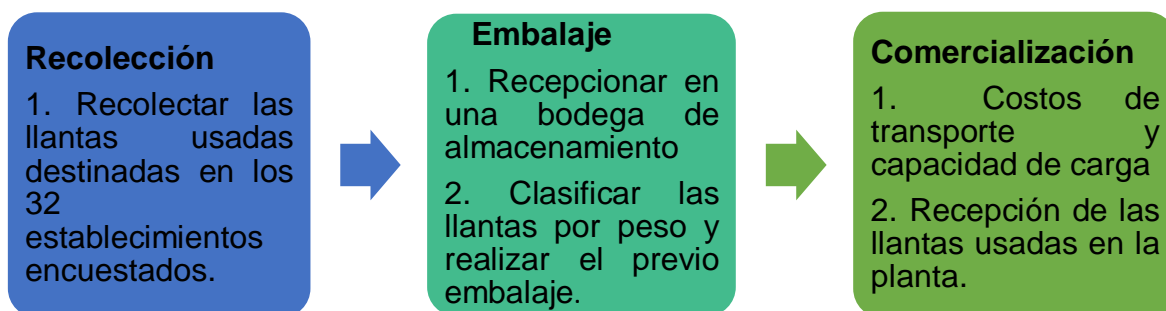


**Fuente: Construida por los autores a partir de la información obtenida en las encuestas**

Se ha mencionado la planta de Albania, Guajira dedicada al reciclaje de llantas usadas, generando materia prima para la construcción y pavimentación de las vías en el país, bajo la gestión del Cerrejón e Indutrade Recycling, demostrando que el negocio del aprovechamiento de esos residuos es una oportunidad desde una visión ambiental, económica y sostenible. Tomando como base la localización de la planta en la Guajira, se estiman los costos para los procesos de recolección, embalaje y comercialización (Transporte) de llantas usadas en los establecimientos comerciales encuestados según se muestra a continuación, en la figura No. 7.

**Figura 7.**

*Procesos requeridos para el manejo de llantas usadas antes del envío a la planta de reciclaje de la Albania, Guajira.*



Fuente: Elaborado por el autor

**4.1 Procesos técnicos operativos de recepción, transporte, almacenamiento y traslado de insumo al proceso de reciclaje.** La recolección de las llantas usadas en las servitecas objeto de estudio, su peso y tamaño define el tipo de vehículo a utilizar.

La garantía del residuo se ajusta al marco normativo y aplicación de la Resolución 1326 del 6 de Julio del 2017 la cual establece y permite desarrollar alianzas estratégicas con comercializadores de llantas usadas (talleres, Servitecas, Transporte de Carga y pasajeros) y de esta forma acceder a la materia prima económica (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017), como dato adicional se tiene que, el costo por Kg de llantas usadas en Colombia es de 850 a 950 pesos teniendo en cuenta el crecimiento anual de esta oferta, la cual es del 7% con inflación y aumento de precio real, con un estimado de peso de 6.4 Kg en llantas de vehículo tipo automóvil sencillo. Según la masa de llantas usadas generadas mensualmente en Cartagena de Indias, detallado en la Tabla 1, el vehículo que cumple con la mejores especificaciones para el transporte y recolección es el vehículo JAC JHR-B power modelo 2015 (Anexo 4), el cual tiene una capacidad de segunda de 2840 kg, lo que incluye un costo de compra estimado en 50.000.000 COP, con opción de contrato de prestación del servicio. El almacenamiento antes del envío, requiere de un área apropiada como centro de acopio, según requisitos

técnicos y de seguridad, cubierto para evitar almacenamientos de agua que pueden ocasionar contaminación y roedores, así como evitar fallas eléctricas que favorezcan incendios; de acuerdo con los datos de las servitecas objeto de estudio, el sitio de almacenamiento se estima en área de 860 m<sup>2</sup>.

El transporte terrestre de las llantas usadas hasta la recepción en la planta de la Guajira, es de 13,876 llantas usadas mensuales, según establecimientos objeto de estudio, requiere vehículo cerrado para poder ubicar las llantas dentro de este y evitar su caída (Ver ilustración en el anexo 4). Para darle finalidad a los procesos de reciclaje, embalaje y transporte en la tabla 2, se muestra un balance de costos de los procesos descritos según la figura No. 7.

**Tabla 2.**

*Balance estimado de costo inicial para los procesos de reciclaje, embalaje y transporte de llantas usadas.*

| <b>Balance estimado de costos general inicial de los procesos</b> |  |                           |                             |                       |                    |
|---|--|---------------------------|-----------------------------|-----------------------|--------------------|
| <b>Ítem</b>   | <b>Concepto</b>  |                           | <b>cantidad</b>             | <b>Valor Unitario</b> | <b>Valor total</b> |
| 1   | Talento Humano   | Conductor                 | 4                           | \$ 1,200,000          | \$ 4,800,000       |
|   |  | Auxiliares                | 4                           | \$ 877,803            | \$ 3,511,212       |
|   |  | Secretaria                | 1                           | \$ 877,803            | \$ 877,803         |
|   |  | Vigilancia                | 1                           | \$ 1,200,000          | \$ 1.200.000       |
| 2   | Vehículos de Transporte local                              |                           | 2                           | \$50,000,000          | \$100,000,000      |
| 3   | Soportes Vehicular   | Gasolina<br>Mantenimiento | Especificación del vehículo | \$ 1,500,000          | \$ 1,500,000       |
| 4   | Bodega 860 m <sup>2</sup> (Arriendo)                       |                           | 1                           | \$ 7,000,000          | \$ 7,000,000       |
| 5   | Gastos de uniformes y bioseguridad.<br>Computador y otros. |                           | _____                       | \$ 1,200,000          | \$ 1,200,000       |
| 6   | Rubro adicional (Caja menor)                               |                           | _____                       | \$3,000,000           | \$3,000,000        |
| 7   | <b>Valor Total</b>   |                           |                             | \$66,855,606          | \$123,089,015      |

**Fuente:** Elaborado por el autor con recopilación de información secundaria

Ya que no existe un análisis costo-beneficio detallado de un plan de negocio tras el reciclaje de llantas usadas en la ciudad de Cartagena de Cartagena de Indias, se abre el espacio para dar origen a un estudio desde la visión económica y viabilidad financiera para la puesta en marcha del negocio formal del reciclaje de llantas usadas.

**4.2 Manejo y disposición final de llantas usadas en los establecimientos encuestados.** De acuerdo con las opiniones de los encuestados, la cadena de manejo de llantas usadas empieza con el cambio de llantas en los vehículos, por lo cual las servitecas representan la fuente primaria de generación de este residuo sólido. A partir de esta etapa, los residuos son distribuidos por varios rumbos para ser recuperados, entre los que se destaca la participación de pequeños recicladores informales en la cadena o el abandono del residuo en la calle sin ningún tipo de control. En Cartagena de Indias, no existe un centro de acopio oficial y permanente de llantas usadas, sin embargo, sí se han realizado varias campañas de recolección mediante el programa llamado *Llantatón*, liderado desde el año 2016, por la empresa de aseo Promoambiental Caribe (Pacaribe). A continuación, se muestra la forma de almacenamiento y aparente disposición de las llantas usadas en los establecimientos encuestados.

**Figura 8.**

*Distribución porcentual del proceso interno de cómo las Servitecas y/o llanterías almacenan las llantas, posterior al cambio de las mismas.*



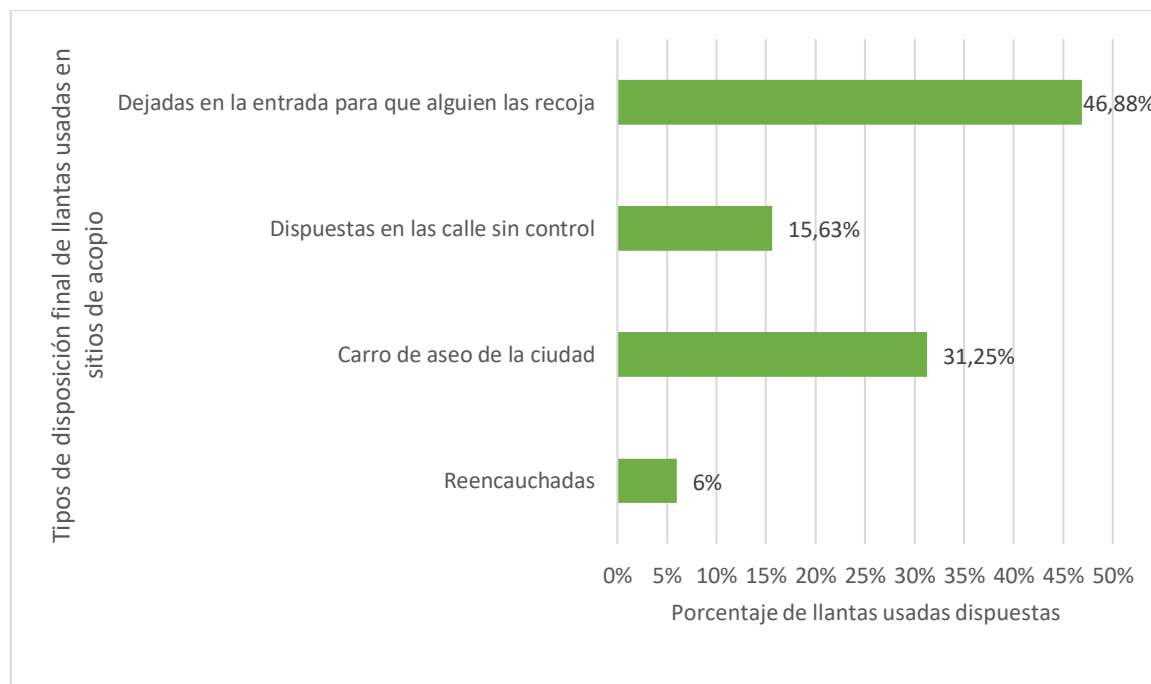
**Fuente:** Elaborada por los autores a partir de información basada en las encuestas

De acuerdo con la información suministrada en los sitios de acopio, el 31% del almacenamiento de las llantas usadas se hacen en espacios cerrados, demuestra que algunas servitecas presentan sitios amplios para guardar estos residuos. Mientras que el 60% de las servitecas almacenan el residuo al aire libre, por falta de espacio y dado el gran volumen del residuo que además no se puede compactar; la disposición al aire libre representa un riesgo ambiental, según consideraciones antes expuestas. De manera general el almacenamiento de llantas al aire libre o espacios cerrados implica peligro potencial significativo de incendio, los cuales son muy difíciles de extinguir y producen una gran cantidad de humo y contenido de materiales tóxicos para la salud (Torres & López, 2015).

La información suministrada por las encuestas realizadas, con relación a la disposición final de las llantas usadas, es percibida de manera diferente por el personal de las servitecas, tal como se muestra en la **Figura No 9**.

**Figura 9.**

*Disposición final del uso de las llantas usadas en los establecimientos encuestados.*



**Fuente:** Construida por los autores a partir de los datos obtenidos.

El 46,88% de las llantas usadas son dejadas en la entrada para que alguien las recoja, mientras que el 31,25% de estas son recogidas por el carro de aseo en los días estipulados para la recolección de basura en la ciudad, se observan también establecimientos que depositan un 15,63% de llantas usadas dispuestas en la calle sin ningún tipo de control, en cuanto a la gestión menos realizada con un 6% se encuentra el reencauche, proceso mediante el cual se recicla la llanta para su posterior reparación, este proceso podría funcionar como una estrategia para el problema de afectación ambiental aunque no es el más adecuado, pero, como ya se ha evidenciado es el tipo de gestión menos realizada y que de manera informal según percepción de los encuestados, una camioneta pasa, recoge las llantas para su posterior reencauche en la ciudad de Medellín (La empresa no fue especificada). Se evidencia en la ciudad, una desventaja de este tipo de gestión al compararse con Bogotá, en la cual un 17,2% de llantas usadas son destinadas a reencauche, en complemento, los municipios de Montería (capital) y Ocaña, las llantas destinadas al reencauche corresponden a 1,26% y 5% respectivamente (Gonzales & Meléndez, 2017, Velazco, & Coronel, 2015). El 100% de los establecimientos encuestados, consideran que el proceso de reutilización y reciclaje de llantas usadas es un método poco utilizado como trabajo formal en la ciudad, muy a pesar de los diversos problemas que enfrenta y la diversidad de soluciones, desde lo estético, ambiental y económico.

**4.3 Aportes académicos de soporte para construir una política pública.** En el marco del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) a nivel distrital, la respuesta de manejo a los residuos sólidos recuperables mediante unidades transformadoras de residuos sólidos, visionadas como negocios formales con procesos destinados a la recolección, transporte, clasificación, transformación en materia prima y comercialización, representan soluciones de triple beneficio social, económico y ambiental (Marrugo y Álvarez, 2017), y en atención a la necesidad de participación ciudadana, en una gestión articulada desde lo gubernamental y lo civil, la construcción colectiva e implementación de políticas públicas es una solución

sostenible, las cuales deben tener garantía de continuidad en todos los planes de desarrollo de la ciudad, sin afectación en consecuencia de los cambios políticos de gobernantes.

En cuanto al residuo sólido recuperable, en Cartagena de Indias, las llantas usadas responden a un incremento similar al del parque vehicular, y dado los problemas de gestión inadecuada y afectación ambiental identificados, se hace necesario planificar las actuaciones concretas que permitan una gestión integral y controlada de los mismos (Bohórquez & Ballesteros, 2019). El reciclaje es el método más adecuado para la gestión formal de las llantas usadas, un riesgo ambiental que representa una oportunidad para crear organizaciones productivas, y eso es generar nuevos empleos e inversiones formales que permitan la reactivación de la economía de muchas familias y por ende mejoras en la calidad de vida de la ciudadanía, una línea estratégica clave cuando se trata de combatir la pobreza y que resulta una respuesta a la ley sancionada en 2020 y cuyo proyecto presentado al Senado de la República desde el año 2018, busca: *crear el fondo de sustentabilidad procartagena 500 años para la erradicación de la pobreza extrema en el distrito turístico y cultural de Cartagena de Indias para el año 2033, por lo cual la construcción colectiva de una política pública para la ciudad*; el proyecto de ley fue liderado por el Senador cartagenero Fernando Nicolás Araújo quien en sus argumentos de justificación, hizo énfasis en que, *el éxito del Fondo, un instrumento para canalizar recursos e invertirlos focalizadamente en Cartagena, dependerá de que todos trabajemos unidos*.

Adicionalmente, pensar en una política pública para el manejo de llantas usadas, también resulta igualmente coherente con Ayala García y Meisel Roca, reconocen que para diseñar políticas y estrategias que le permitan a Cartagena reducir sus elevados niveles relativos de pobreza y pobreza extrema, son necesarias medidas de corto, mediano y largo plazo, en un estudio incluido en la serie Documentos de Trabajo sobre Economía Regional, una publicación del Banco de la República, sucursal Cartagena, (2017).



De hecho, desde la Universidad de Cartagena, varios de sus grupos de investigación, han generado productos académicos de soporte, los cuales permiten su transformación en programas de apoyo a lograr una Cartagena sin pobreza (Álvarez y Marrugo, 2018).

El aprovechamiento y oportunidad como negocio formal, se hace más evidente con la existencia de diferentes empresas y tecnologías en el país que ofrecen el servicio de procesamiento, transformación o reciclaje de llantas usadas convirtiéndolas en materia prima tipo asfalto, un material necesario para diseñar y soportar un plan de recuperación no solo de la malla vial de la ciudad, sino de todo el departamento de Bolívar, lo que indirectamente también comenzaría a solucionar el acceso al sur del mismo con el fin de facilitar el transporte de los productos de la actividad agrícola de la región. De manera tangencial el proyecto de construcción de calles y carreteras, también representa empleo, reactivación de la economía, desarrollo y para la ciudadanía, un aumento en su calidad de vida.

La generación de empleo formal es una respuesta a los procesos de recolección, transporte y procesamiento de las llantas usadas. Una nueva oportunidad de Unidad Transformadora de Residuos Sólidos (UTRS) en el distrito, (Marrugo y Álvarez, 2017), y de esta forma, disponer en la ciudad de una planta de reciclaje con aseguramiento del uso de la materia prima producida, es oportunidad de crecimiento social, económico y sostenible, en un ambiente sano y limpio para todos, condicionado a la necesidad de participación ciudadana integrada en una política pública, donde la identidad del trabajo colectivo, tribute en beneficios colectivos cuidadosamente calculados en términos de ganancias (Álvarez y Marrugo, 2019).

En cuanto a los asuntos legales en materia tributaria, en Colombia los vehículos deben pagar un impuesto por rodar en las calles del municipio por donde transitan, probablemente la distribución de este recurso podría revisarse, de esta manera generar aportes para la gestión adecuada de las llantas usadas, con visión de

solución a la problemática ambiental, la cual se agrava con la emisión de gases por la combustión y operación del motor vehicular, lo que a su vez, impacta de manera negativa en la salud, de ahí que también está la herramienta de Responsabilidad Social Empresarial (RSE) desde los productores y comercializadores de vehículos, autopartes y llantas.

Una política pública para gestionar las llantas usadas, un residuo sólido recuperable, es también una oportunidad de integración de los cartageneros, a través de un dirigido ejercicio de participación ciudadana, para la sensibilización en materia de educación ambiental, en un trabajo colectivo para beneficio colectivo.

## **5. CONCLUSIONES**

En Cartagena de Indias se observó que los 32 establecimientos encuestados inscritos en Cámara de Comercio Cartagena ejercen una gran influencia en la dinámica de llantas usadas, sin embargo, no poseen conocimiento sobre la adecuada gestión de este residuo, por lo cual realizan un manejo inadecuado. Se identificó que la generación de llantas usadas se concentra en las principales avenidas de la ciudad, y a partir de la actividad diaria se generan 13,876 llantas usadas mensualmente. En las servitecas encuestas el personal involucrado, no realizan un adecuado manejo final de este residuo, y que, de manera inconsciente como resultado para deshacerse de las llantas usadas de sus instalaciones, son arrojadas en Avenidas y parques, generando contaminación paisajística.

Las llantas usadas representan un residuo aprovechable con proyección de aumento, como efecto del aumento anual del parque automotor en la ciudad de Cartagena de Indias, por lo cual su aprovechamiento a través de una adecuada gestión de disposición y reciclaje, representa una visión de negocio con beneficios de orden económico y ambiental, una oportunidad de integración de los cartageneros, a través de un dirigido ejercicio de participación ciudadana, para la sensibilización en materia de educación ambiental, en un trabajo colectivo para

beneficio colectivo, el cual podría agregar valor en el control de la salud, programas sociales y sostenibilidad, traducido al mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos.

Los resultados y argumentos académicos generados en el presente trabajo, cuentan con el apoyo de una legislación aprobada en el año 2020, la cual pretende crear un fondo de sustentabilidad procartagena 500 años, cuyo fin es la erradicación de la pobreza extrema en el distrito turístico y cultural de Cartagena de Indias para el año 2033, en coherencia, el presente trabajo representa un apoyo para la construcción colectiva de una política pública para la ciudad con énfasis en el aprovechamiento de las llantas usadas, con posibilidad de extensión al aprovechamiento de todos los residuos sólidos recuperables generados en esta ciudad.

El presente trabajo será entregado en formato de Resumen ejecutivo a los establecimientos, EPA, CARDIQUE, MinAmbiente y al señor senador Fernando Araujo, con el fin de que los resultados académicos faciliten la toma de decisiones, así como la articulación de voluntades, desde lo político, gubernamental y civil, con el fin de pasar de las propuestas a la planeación e implementación de programas de gestión en el manejo de los residuos sólidos aprovechables, como apoyo a la materialización de la ley con tributo en soluciones reales, desde lo económico, ambiental y social.

## **6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Agudelo, G., Cifuentes, S., & Colorado, H. (2019). Ground tire rubber and bitumen with wax and its application in a real highway. *Journal of Cleaner Production*, 228, pp. 1048–1061. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.353>

Aguilera F, T. (2010). Propuesta de un plan de comunicación para la problemática del manejo de desperdicios sólidos peligrosos (NFU) de la empresa CEPESA SA, en

la ciudad de Quito, en el año 2010 (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2010).

Albañil Villalba, J. S., & Ortega Rodriguez, C. A. (2019). *Evaluación del aprovechamiento de caucho de neumáticos reciclados para la fabricación de mampuestos Termo-Acústicos* (Doctoral dissertation).

Álvarez, A. L. & Marrugo, P. A., (2018). Desde uncartagena se generan propuestas de apoyo para Cartagena 2033 sin pobreza. *Revista Unicarta No. 121*, pp. 30-37

Arias, J., & Aristizábal, C. (2011). Transferencia de conocimiento orientada a la innovación social en la relación ciencia-tecnología y sociedad. *Pensamiento & Gestión*, (31), pp. 137–166.

Arredondo, K. (2018). Estudio de la cadena de disposición final de llantas en desuso para determinar el impacto medio ambiental que más afecta la ciudad de Cali.

Barbosa, Y. E., Rincón, K. J., & Sánchez, Y. E. (2016). Beneficios tributarios para empresas recicladoras de neumáticos en la ciudad de Bogotá y que realizan inversiones para el control y mejoramiento del medio ambiente (Bachelor's thesis, Universidad Piloto de Colombia).

Botero, H. A. (2017). Diseño de una guía ambiental para la correcta disposición de las llantas usadas, dirigida a las microempresas y montallantas del sector de Salamanca de la localidad de Fontibón de Bogotá.

Botero, H. A. R. (2018). Una mirada hacia el conocimiento que poseen “los involucrados” acerca de la correcta disposición de las llantas usadas en una localidad de la ciudad de Bogotá. *Ingenio Libre*, 6(16), pp. 22-33.

Buckland, H., & Murillo, D. (2013). Antena de Innovación Social: Vías hacia el

cambio sistémico. Ejemplos y variables para la innovación social. Barcelona: Universidad Ramón Llull.

Bohórquez Quintero, C., & Ballesteros Bejarano, M. Á. (2016). Reutilización y transformación de llantas usadas como alternativa de mitigación del problema de contaminación ambiental en Bogotá.

Cámara de Comercio de Bogotá, (2006). Guía para el manejo de las Llantas Usadas. Editorial Kimpres Ltda, Bogotá D.C.

Cámara de Comercio de Bogotá, (2016). Guía para el manejo de las Llantas Usadas. Editorial Kimpres Ltda, Bogotá D.C.

Cantanhede, A., & Monge, G. (2002). Estado del Arte del Manejo de Llantas Usadas en las Américas.[en línea].

Castillo, E., & Simancas, M. (2017). Estudio de prefactibilidad para la recolección y aprovechamiento de llantas en desuso en la ciudad de Bogotá.

Carrillo Flor, K. G., & Córdova Tafur, S. S. (2012). *Propuesta de gestión de llantas usadas en el cantón Rumiñahui* (Bachelor's thesis, Quito, 2012.).

de Colombia, P. N. N. (2015). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Consultado en: <http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN>.

Granada, D., & Cadavid, J. (2016). Caracterización de la generación de neumáticos y manejo de sus desechos en el departamento del Quindío. *Revista Aletheia de La Corporación Universitaria Empresarial Alexander Von Humboldt vol. 6*, año 2016, 31.

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, NM y Hultink, EJ (2017). La Economía

Circular: ¿Un nuevo paradigma de sostenibilidad? *Revista de producción más limpia*, 143, 757-768.

González Ballesta, J. D., & Meléndez Fernández, D.L. (2017). Determinación de la dinámica de generación, manejo y disposición final de las llantas usadas en el casco urbano de la ciudad de Montería.

Hernández Agudelo, S. M. (2015). *Plan de Aprovechamiento de Residuos Reciclables en la Zona Urbana del Municipio de Tarazá (Antioquia) 2016* (Doctoral dissertation, Posgrado).

Jhorland Ayala-García & Adolfo Meisel-Roca (2017). Cartagena libre de pobreza extrema en 2033. *Serie Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional*, No. 257. Banco de la República – Sucursal Cartagena.

Lett, L. A. (2014). Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. *Revista argentina de microbiología*, 46(1), pp. 1-2.

Malaver, C., Trullo Guerrero, R., Caicedo, J., & Mosquera, J. (2017). Enfoque para el manejo de residuos no peligrosos aprovechables empleando una estación ecológica. *Ingeniería Solidaria*, 12(20), 107–120. Disponible en <https://doi.org/10.16925/in.v12i20.1547>

Marrugo, P. A., & Álvarez, A. L. (2017). ¿Y por qué no lo hacemos en Cartagena? Editorial Redipe Bower - Books In Print, Estados Unidos.

Mendoza, D., Del Castillo, J., (2011). Problemática del manejo de llantas usadas generadas por el parque automotor en la ciudad de Cartagena. *Desarrollo regional y competitividad*, pp. 60-61.

Muñoz Montana, A. M (2015). Análisis del sistema de recolección selectiva y

gestión ambiental de las llantas usadas desarrollado por la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI).

Morales G, A. (2008). Innovación social: una realidad emergente en los procesos de desarrollo. *Revista de Fomento Social*, 63(251), pp. 411–442.

Quinlan, BL y Foschi, PG (2012). Identificación de neumáticos de desecho mediante imágenes de satélite multiespectrales de alta resolución. *Ingeniería fotogramétrica y teledetección*, 78 (5), pp. 463-471.

RuedaVerde (2016). Reciclaje de llantas usadas, un mercado que todavía falta por explotar. Disponible en: <https://www.ruedaverde.com.co/el-reciclaje-de-llantas-un-mercado-que-todavia-falta-por-explorar>. 2020/06/15

Saldaña De Andrés, M. (2019). El reciclaje y la gestión de los residuos como fuente de actividad económica.

Torres T. J., & López J. D. (2015) Alternativas para el Manejo de Llantas Usadas en la Ciudad de Bogotá DC.

## 7. ANEXOS

**Anexo 1:** Listado de las empresas registradas cámara de comercio Cartagena.

| Nombre comercial o Natural del establecimiento | Teléfono               | Dirección  |
|--|------------------------|--|
| 1. Mendoza Banda Jorge Luis                    | 3215728556/<br>6481816 | Mz 57 Lt 20 7a etapa Barrio Nuevo Bosque                           |
| 2. Martínez Diazgranados Jacinto de Dios.      | 3164779849/<br>6632019 | Av de las Flores frente al Estadio 11 de Nov # 54-45 Olaya Herrera |
| 3. Torres García Oscar Andrés                  | 3218955880             | Tv. 73 I Mz k-28 Porvenir, Cerezos                                 |
| 4. Cjs Equipos Electrónicos s.a.s              | 6566164                | Calle 30 no 21-111 Br Pie de la Popa                               |

|                                       |                          |   |
|---------------------------------------|--------------------------|---|
| 5. Gaviria Marrugo Deyver             | 3205710284               | Barrio Olaya sector Estela d32 69a-07                       |
| 6. Ramos mostacilla diego Fernando    | 3162072131               | Conj. Alameda del Jardín ap 1 23 to 3 Barrio La Carolina    |
| 7. Majana Jamette William             | 3157453033               | Pie de la Popa av. Pedro de Heredia no 19-114               |
| 8. Ropero Ortega Leonardo             | 3042929558               | Avenida La Cordialidad                                      |
| 9. Granados Ramírez Sandra Milena     | 3004333811               | Diagonal 21 no. 53 85 Barrio Bosque                         |
| 10. Vásquez Tovar Norma               | 6690227                  | Bosque Avenida Crisanto Luque # 38-90                       |
| 11. Cortes Hernandez Johanna Patricia | 3225540382               | Avenida Crisanto Luque cl. Cauca 53 84, Barrio Bosque       |
| 12. Bongautos y Compañía Limitada     | 6677826                  | Cr 56 b no. 56 71 Mamonal, urb. Club Campestre              |
| 13. Varela Restrepo Mariana           | 3174019108               | Av. Pedro de Heredia 18b 166 Br Pie del Cerro               |
| 14. Fajardo Sanjuán Fredy             | 3215207374               | Carrera 2 15 306 Estación de Servicio el Limbo, Bocagrande. |
| 15. Ayus Vargas Mayra Patricia        | 3176357366               | Transversal 45 no. 21 49 Br. Bosque                         |
| 16. Berbesi Amaris Daniel             | 3012344226<br>3015643027 | Escallon Villa Kr 53 # 30f-36                               |
| 17. Girado Fortich Roberto Carlos     | 3205491543<br>3003606988 | Lo Amador Calle Real 34-25                                  |
| 18. Hernández Munera Orlando          | 3225220183<br>3178050725 | Bosque transv. 52 # 20-56                                   |
| 19. Montero Guzmán Bleidy Paola       | 3016891057<br>6427102    | Barrio lo Amador cra 20 b n° 36-52                          |
| 20. Martínez Miller Heber Manuel      | 3205525599               | Bosque dg 21 # 55d 16 sector C/genita                       |
| 21. Larrea Murillo Oscar              | 3205506523<br>6742033    | Av. Crisanto Luque n° 38-30,                                |
| 22. Álvarez Lopez Martha Ligia        | 3008156360<br>6561614    | Pie del Cerro carrera 14 31 a 31                            |



|  |                          |   |
|--|--------------------------|---|
| 23. Ruiz Canoles Jose Milton             | 3206359902               | Carrera 48 no. 41 43 Av. Crisanto Luque, Barrio Bosque      |
| 24. Amaris Borja Omaira                  | 3008233102               | Calle 30 21 59 Pie de la Popa                               |
| 25. González Gallardo Linberto           | 6461086<br>3042105780    | Carrera 34 20 a - 15 Br Lo Amador                           |
| 26. Tecni-reparaciones Diésel trd s.a.s. | 6572696                  | Bellavista, cr 57 no 5a 19                                  |
| 27. Guerrero Mejía Nilson                | 3186440290               | Cr 32 50 5 sec Rafael Núñez Br. Olaya Herrera               |
| 28. León Fajardo Gilberto                | 3172447769<br>3126959920 | Avenida Pedro de Heredia, sector María Auxiliadora # 39-118 |
| 29. Soluhrf s.a.s.                       | 3016062750<br>3017169780 | Avenida 1 7 152 Br. Bocagrande                              |
| 30. Suarez Páez Yesid Hernán             | 3164490875<br>3113071590 | Vía Mamonal Punta Cana kilómetro 2 Policarpa                |
| 31. Torres Zabala Carlos Eduardo         | 3126700042<br>6902083    | Nuevo Bosque Mz 52 lote 15 etapa 6                          |
| 32. García Barrios Oscar Israel          | 3145244004 / 6698032     | Av. Pedro de Heredia # 55-108 Br. Escallon Villa            |

**Anexo 2:** Encuesta No 1 realizada a servitecas y llanterías inscritas en la Cámara de Comercio Cartagena.



**Universidad de Cartagena**

**Grupo Multidisciplinario El Buen Ciudadano**

**Propuesta para incorporar a la cadena productiva la llantas usadas generadas en  
Cartagena de Indias.**

**Proyecto para optar el título de Química**

### **Encuesta**

**Objetivo:** Estimar los acopios formales de almacenamiento, cantidad y manejo de llantas usadas con el fin de plantear la rentabilidad de su incorporación a la cadena productiva y su impacto desde lo ambiental y social en el marco del desarrollo sostenible.

**¿Cuál es el número promedio (aproximado) de llantas usadas que se recolectan por día?**

Entre 0-10       Entre 10-15       Más de 20       No se recolectan llantas

**¿Cuál es el número de llantas vendidas por día?**

Entre 0-10       Entre 10-15       Entre 20-25       Más de 30

**¿Cuál es la frecuencia de cambio de una llanta con respecto a su vida útil?**

Menos de 3 meses       Entre 3 y 6 meses       Entre 6 meses y 1 año       Más de año

**¿Cuál es el lugar que dispone la servitecas para el almacenamiento de las llantas usadas?**

Al aire libre       Lugares cerrados       No se hace almacenamiento de llantas usadas.

**¿Cuál es la disposición final de las llantas usadas una vez pierden su vida útil?**

O Recauchadas

O Carro de aseo de la ciudad

O Dispuestas en la calle sin ningún control.

O Dejadas en la entrada para que alguien las recoja

Otro,

¿cuál?:

\_\_\_\_\_

**¿Se reutilizan las llantas?**

Sí \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

Si su respuesta fue negativa diga ¿por qué? \_\_\_\_\_

**¿Diga cuál es el valor promedio por el cual se puede comprar una llanta usada para su posterior uso?**

Rta/ \_\_\_\_\_

**¿Piensa usted que se les podría dar una solución rentable al problema de las llantas usadas en el Distrito?**

Sí \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

Si su respuesta es positiva, ¿diga cuál? \_\_\_\_\_

**¿Conoce usted sobre los problemas ambientales y de salud pública generados por el mal almacenamiento de llantas usadas?**

Sí \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

Otro, ¿cuál? \_\_\_\_\_

**¿Cree usted que la quema de llantas es una práctica usual en la ciudad?**

Sí \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

**¿Podría usted decir en que barrios de Cartagena se presentan estos comportamientos?**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Cuál cree usted que es la solución que debería instaurar el distrito para erradicar dicho problema?

---

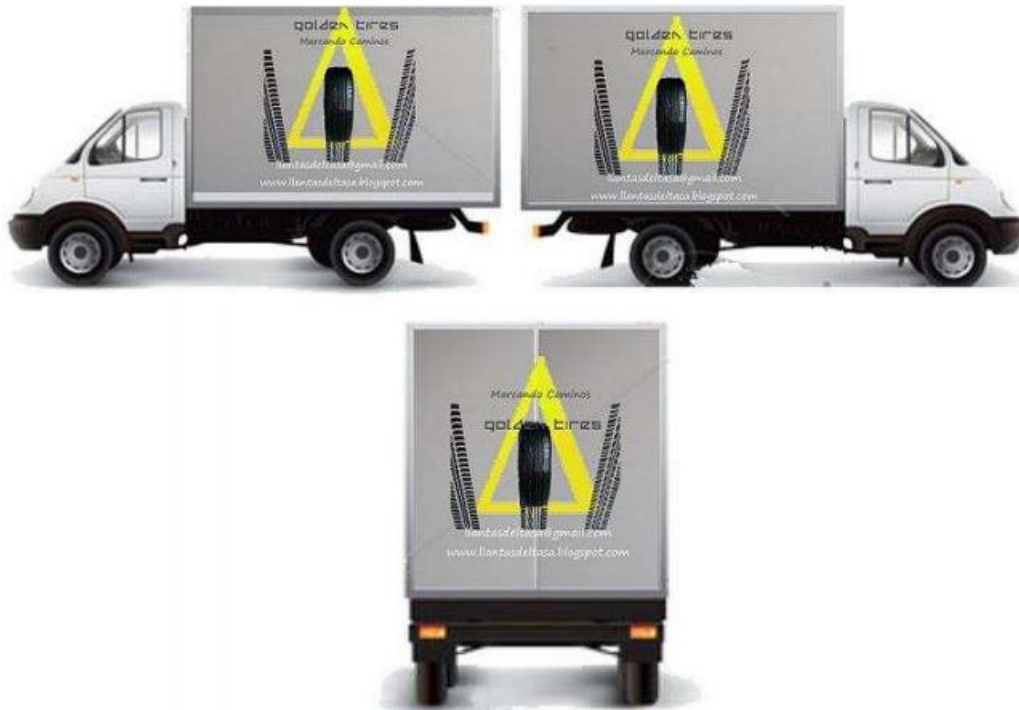


---

**Anexo 3.** Encuesta No 2 realizada vía telefónica a servitecas y llanterías inscritas en la Cámara de Comercio Cartagena.

| Formato de Caracterización de llantas Usadas          |                 |                |              |                  |                       |                |              |
|---|-----------------|----------------|--------------|------------------|-----------------------|----------------|--------------|
| Fecha   |                 |                |              |                  | No de establecimiento |                |              |
| Día   |                 | Me<br>s        |              | Añ<br>o          |                       |                |              |
| <b>Comercio de llantas (X)</b>                        |                 |                |              |                  |                       |                |              |
| Nuevas  |                 |                |              |                  | De segunda            |                |              |
| Cantidad de llantas por tipo de vehículo mensualmente |                 |                |              |                  |                       |                |              |
| Tipo de Vehículo                                      | Und             |                |              | Tipo de Vehículo | Und                   |                |              |
| Automóvil   | <b>comprada</b> | <b>Vendida</b> | <b>Usada</b> | Bus/Buseta       | <b>Comprada</b>       | <b>Vendida</b> | <b>Usada</b> |
| Camión  |                 |                |              | Microbús         |                       |                |              |
| Camioneta   |                 |                |              | Motos            |                       |                |              |
| Total   |                 |                |              |                  |                       |                |              |
| Observaciones   |                 |                |              |                  |                       |                |              |

**Anexo 4.** Vehículos de recolección de llantas usadas, empleados por gestores.



**Fuente.** Carrillo, F., & Córdova, S. (2012) Propuesta de gestión de llantas usadas en el cantón Rumiñahui, Tomado de, <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4432>