

**Formulación de un plan para el control técnico de las llantas en operación del parque automotor de la empresa Ciudad Limpia Bogotá S.A. E.S.P., con el fin de contribuir a la reducción de residuos especiales**

Carlos Julio García Blanco

Universitaria Agustiniana  
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas  
Especialización en Gestión Ambiental  
Bogotá, D.C.  
2019

**Formulación de un plan para el control técnico de las llantas en operación del parque automotor de la empresa Ciudad Limpia Bogotá S.A. E.S.P, con el fin de contribuir a la reducción de residuos especiales**

Carlos Julio García Blanco

Director  
Natalia María Restrepo Sánchez

Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Gestión Ambiental

Universitaria Agustiniana  
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas  
Especialización en Gestión Ambiental  
Bogotá, D.C.  
2019

## **Dedicatoria**

A mis padres, con mucho amor y cariño  
les dedico todo mi esfuerzo y trabajo expuesto  
para la realización de este trabajo de grado.

A mis hijos, quienes han estado a mi lado  
todo este tiempo en que he realizado este trabajo

A mis amigos, a quienes me han apoyado  
y a todos quienes me prestaron su ayuda,

a todos ellos dedico este trabajo  
y mi más grande agradecimiento.

## **Agradecimientos**

En primer lugar quiero agradecer a la universidad Agustiniiana, donde me he formado y he recibido apoyo, particularmente agradezco a la doctora Natalia María Restrepo Sánchez, directora de este trabajo de grado, quien creyó en este proyecto de grado, me apoyo a título académico e hizo posible que concluyera esta investigación.

## Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad una descripción de las condiciones actuales de las llantas nuevas y usadas durante operación en la empresa Ciudad Limpia Bogotá S.A. E.S.P., la cual de manera progresiva se muestra un proceso permanente de mejora.

A fin de determinar el impacto ambiental y de mitigar este impacto, el problema de la investigación se basó en la cantidad de llantas usadas en la ciudad de Bogotá, llantas usadas sin ningún control, enfocando a las condiciones del manejo de llantas de una empresa a fin de generar y crear actividades de control y mejora que ayuden en la reducción de materiales especiales al ambiente logrando con esta actividad mejorar las condiciones actuales del ambiente y la calidad de vida al lograr disminuir los niveles de menor producción de CO<sub>2</sub>

Por lo anterior, la metodología usada para definir y ayudar a mejorar la problemática ambiental y social enunciada anteriormente se determina en la realización de una metodología que vamos a dividir en tres partes

La primera, es un diagnóstico general de la flota de vehículos y los tipos de llantas que se utilizan, la segunda es determinar las características físicas de las llantas en operación y por último definir o proponer diferentes formas de mejora para reducir el número de elementos inapropiados utilizados para la realización de estos productos creando impactos ambientales importantes

Finalmente, después de realizar un arduo estudio respecto al manejo y disposición de las llantas, se especifica que existen diferentes métodos que nos pueden ayudar para disminuir la cantidad de disposición final de estos residuos especiales como son las llantas, logrando así, a disminuir progresivamente con el calentamiento global, logrando el bienestar de toda una sociedad, desde una proporción muy pequeña pero eficaz.

*Palabras Clave:* impacto ambiental, residuos especiales, llantas usadas, calentamiento global.

## Tabla de contenido

Introducción .....	8
1. Planteamiento del problema.....	9
2. Justificación .....	12
3. Título del proyecto.....	13
3.1. Objetivo general .....	13
3.2. Objetivos específicos.....	13
4. Estado del arte.....	14
5. Antecedentes .....	17
6. Marco lógico .....	21
6.1 Análisis de involucrados.....	21
6.2 Árbol de problemas, causa – efecto.....	21
6.3 Árbol de objetivos, razón del árbol de problemas, causa - efecto .....	22
6.4 Análisis de alternativas .....	23
6.5 Matriz de marco lógico .....	24
7. Marco de referencia .....	26
7.1. Marco teórico conceptual .....	26
7.2 Marco normativo .....	39
7.3 Marco geográfico.....	40
7.4 Marco institucional .....	42
8. Marco metodológico .....	45
8.1 Diseño metodológico.....	45
8.2 Definición de las técnicas y diseño de instrumentos para acceder a los datos .....	48
8.2.1 Definición y selección de las fuentes.....	48
8.2.2 Definir la estrategia de análisis de datos.....	48
8.2.3 Definir las estrategias de validez del estudio de caso. ....	48
8.2.4 Definir la estrategia de triangulación de fuentes y resultados. ....	49
8.3 Presupuesto.....	49
9. Resultados y análisis .....	50
9.1 Resultados del objetivo específico número 1 (3.2.1).....	50
9.2 Resultados del objetivo específico número 2 (3.2.2).....	54
Conclusiones .....	66

Recomendaciones.....67

Referencias .....68

## **Introducción**

El siguiente proyecto de investigación es realizado con el fin de tener mayor información que permita entender, los procesos y sus requisitos en el manejo de llantas usadas con una participación de producción adecuada, logrando así mejorar los procesos operativos, observando los resultados que muestran las diferentes encuestas realizadas a los usuarios, para así conocer a profundidad las condiciones de las llantas. Adicionalmente, se puede determinar una opción en el mercado del reencauche de las llantas usadas con una tecnología innovadora que nos ayuda a minimizar los aspectos ambientales.

Por último, este trabajo contiene una serie de información que muestra la recopilación de diversos factores que nos ayudan a analizar más concreto y definido el uso de las llantas en su vida útil, desde el momento de su compra, su reutilización hasta su disposición final por ser un residuo especial, teniendo en cuenta que es un producto hecho a base de derivado de petróleo y ello es un factor determinante en la contaminación de la atmosfera y la afectación en la salud de las personas. Este es un tema bastante influyente a nivel de sobrepoblación, vida moderna y desarrollo industrial.



## 1. Planteamiento del problema

La contaminación tiene una larga historia. La producción de desechos y de diversas tecnologías han sido una de las características distintivas de la humanidad, es así como durante el siglo XX estos problemas se agudizaron a medida que aumentó el número de habitantes, surgiendo la vida urbana y con ella surgiendo de una manera incontrolable la denominada tecnología<sup>1</sup>, tecnología creada por diversos científicos con el objetivo de facilitar la vida en sociedad, permitiendo satisfacer necesidades individuales o colectivas ajustadas a los requerimientos de la época, es así como hoy tenemos diferentes tipos de medios de transporte cuyo fin es mejorar el desplazamiento y generar mayor comodidad de los ciudadanos, sin embargo, este tema es muy complejo, debido a que la contaminación ambiental se ha convertido en un problema de amplio espectro, ya que cuando la industria crea e implementa un medio de transporte con diferentes características como por ejemplo los carros creados con motores de combustión interna que emiten varios tipos de gases y partículas que contaminan el medio ambiente como son: óxidos nitrosos (NO<sub>x</sub>), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), compuestos orgánicos volátiles y también macropartículas, lo mismo ocurre con las llantas de estos medios de transporte, debido a que estas específicamente se encuentran compuestas de materiales como caucho y la parte interna de la llanta denominada aro rodante contiene materiales de azufre, selenio, cloruros, zinc, magnesio, alquitrán y arcillas, entre otros, materiales que contaminan significativamente nuestro medio ambiente.

Ahora bien, ni qué decir de la contaminación que genera a nuestro medio ambiente la disposición final de las llantas usadas de estos medios de transporte, debido a que cuando se queman estas llantas, producen grandes niveles de monóxido de carbono y dióxido de carbono. Y teniendo en cuenta que los costos de fabricación son muy elevados, debido a que la industria para fabricar este producto denominado llantas, requiere una cantidad considerable de barriles de petróleo crudo; según estadísticas se ha demostrado que el porcentaje de la masiva fabricación de

---

<sup>1</sup> Definición de Tecnología: Es la disciplina científica enfocada en el estudio, la investigación, el desarrollo y la innovación de las técnicas y procedimientos, aparatos y herramientas que son empleados para la transformación de materias primas en objetos o bienes de utilidad práctica.. En cuanto a su origen etimológico, la palabra tecnología significa "el estudio de la técnica". Proviene del griego *τεχνολογία* (*tecnología*), que se compone de *τέχνη* (*téjne*), que significa "técnica, arte, oficio", y *λόγος* (*lógos*), "estudio, tratado". Tecnología (2019). En *Significados.com*. Recuperado de: <https://www.significados.com/tecnologia/> Consultado.

llantas son superiores al porcentaje de llantas realmente recicladas, es así como en Estados Unidos, en el año 2003, 290 millones de llantas fueron desechadas, de las cuales 45 millones se reciclaron para hacer unas nuevas llantas para automóviles y camiones.<sup>2</sup> Y con respecto a los países de Norte América en el año 2003 se gastaron un promedio de 300 millones de llantas de las cuales 45 millones únicamente fueron utilizados en el proceso de reciclaje, finalmente una de las cifras que mayor impacto genera en el no reciclaje de llantas usadas son las de la ciudad de México, debido a que hay millones de llantas que se desechan anualmente en México y el 91% terminan en lotes baldíos ríos, carreteras<sup>3</sup>, por lo que dichas situaciones mundiales no solo arruinan nuestros países sino que se convierte en un importante factor generador de contaminación ambiental.

En este contexto, se observa que con la creación y el incremento de la producción de diferentes productos creados por los fabricantes y utilizados por el ser humano para facilitar su desplazamiento (medios de transporte) como son los repuestos, partes de la carrocería y por supuesto las llantas, que son el punto más importante para la movilización de los medios de transporte, están ocasionando un daño irremediable e irreversible para nuestro medio ambiente y este daño se llama contaminación, contaminación que día a día está generando una reducción bastante importante en nuestros recursos naturales, deteriorando nuestro ambiente natural y generando un ambiente que a futuro se convertirá en una nube negra afectando nuestra salud, el aire que respiramos, los alimentos que comemos, el agua que bebemos, etc.

Ahora bien, teniendo en cuenta que nuestra industria de producción de vehículos día a día aumenta y que uno de los mayores problemas planteados en líneas anteriores es el desecho sin control de las llantas usadas en la ciudad de Bogotá, existen diversas empresas de servicios públicos domiciliarios de aseo que se han propuesto a recolectar las llantas en desuso que se encuentren en diferentes lugares como calle, lotes baldíos, etc., tomado estas empresas las medidas adecuadas con el objeto de minimizar el daño que se le está ocasionando al medio ambiente.

Por lo antes expuesto, en este contexto, es necesario analizar cómo podemos lograr la disminución en la utilización de estos desechos especiales, denominados llantas, ya que al lograr disminuir el número de llantas usadas lograremos disminuir la disposición final de estos residuos

---

<sup>2</sup> Las imparables ruedas de la contaminación (s.f.)

<https://www.portafolio.co/economia/finanzas/imparables-ruedas-contaminacion-437016>. julio 16 de 2010

<sup>3</sup> Las llantas y su gran impacto ambiental (s.f.).<https://halosolar.mx/las-llantas-y-su-gran-impacto-ambiental/>

especiales y así lograr una mayor rentabilidad de la empresa a la cual se le realizará el presente estudio, empresa denominada Ciudad Limpia Bogotá S.A E.S.P.

## **2. Justificación**

El siguiente proyecto integrador es realizado con el fin de conocer los antecedentes, la evolución en Colombia, sus procesos y sus requisitos legales, en el manejo de llantas usadas con producción más efectiva, observando los resultados que muestran las diferentes estrategias de competitividad y las diversas encuestas realizadas en este tópico para recopilar una mayor información.

De igual manera, este trabajo contiene una serie de información que muestra la recopilación de diversos factores que ayudan a analizar concretamente el uso de las llantas en su vida útil, desde el momento de su compra, su reutilización hasta su disposición final por ser un residuo especial, teniendo en cuenta que es un producto hecho a base de derivados del petróleo y ello es un factor determinante en la contaminación de la atmósfera y la afectación en la salud de las personas, por lo que este es un tema bastante influyente a nivel de sobrepoblación, vida moderna y desarrollo industrial.

Finalmente, en el desarrollo del presente trabajo daremos a conocer el mercado del reencauche de las llantas usadas con una tecnología innovadora, la cual ayudará indudablemente a minimizar los problemas ambientales anteriormente descritos.

### **3. Título del proyecto**

Formulación de un plan para el control técnico de las llantas en operación del parque automotor de la empresa Ciudad Limpia Bogotá, con el fin de contribuir a la reducción de residuos especiales

#### **3.1. Objetivo general**

Formular un plan de mantenimiento para las llantas en uso de la flota de camiones recolectores de la Empresa de Servicios Públicos domiciliarios de aseo, Ciudad Limpia Bogotá S.A. E.S.P, como mecanismo de reducción de residuos especiales.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico técnico y operativo del uso que se le da a las llantas de los camiones recolectores en el proceso de transporte de residuos sólidos en la ciudad de Bogotá, localidades de Fontibón y Kennedy.
- Comparar los resultados obtenidos en el diagnóstico con prácticas alternativas que aumentan la vida útil de las llantas, con el fin de establecer la brecha entre la situación actual y la situación deseada.
- Proponer el plan operativo, para que la Empresa Ciudad Limpia Bogotá S.A. E.S.P. aumente la vida útil de las llantas y de esta forma reduzca los impactos ambientales producto de su operación.

#### 4. Estado del arte

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, después de conocer la problemática del aumento de las llantas como residuos especiales y el impacto ambiental que esta generando, expidió la Resolución 1326 del 6 de julio de 2017 la cual “*determinó unas prácticas ambientales que ayudan a mejorar el sistema de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas*”<sup>4</sup>, en su artículo 1 Objeto manifiesta la obligación de formular, presentar e implementar y mantener actualizados los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas con el fin de prevenir y controlar la degradación del ambiente, dicha obligación se la otorgó directamente a los productores de llantas quienes tendrán que formular, presentar e implementar su propio Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas anualmente ante el ANLA, entidad que aprobará y auditará a dichos productores con el fin de que cumplan con la normatividad antes enunciada y así lograr disminuir el impacto ambiental que ocasionan los residuos especiales.

De igual manera, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, ha determinado diferentes sitios con características especiales, como autorizados para el almacenamiento de las llantas usadas y ha obligado a las diferentes empresas a realizar un plan de pos consumo de llantas usadas, esto con el fin de que las empresas generen y utilicen la menor cantidad de llantas para proteger el medio ambiente y en caso de que las empresas sean grandes generadoras de llantas, deben de implementar y ejecutar un plan de mejora para disminuir el riesgo ambiental.

A continuación, se mencionan seis (06) tesis que hacen referencia a nuestro proyecto integrador, los cuales muestran el impacto ambiental que genera el desuso y no reciclaje adecuado de las llantas usadas y la forma de mitigar dicho riesgo:

(i) Investigación por observación de los casos presentado con características similares por diferentes universidades consultadas. Nombre de la publicación: Pirolisis de Llantas Usadas: Estudio Cinético e Influencia de Variables de operación Miranda, Rosa C, Segovia, Ciro C, Sosa, César A. Sácielo. La pirolisis de biomasa que es un proceso de conversión termodinámica que para esta investigación los realizaron en un automóvil de pasajeros usando llantas usadas, y bajo

---

<sup>4</sup> Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (6 de julio de 2017) Por el cual se establece el sistema de recolección y gestión ambiental de llantas usadas y se dictan otras disposiciones (Resolución 1326) Recuperado de: <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d9-res%201326%20de%202017.pdf>

condiciones de dinámica, usando velocidades de calentamiento desde 1 hasta 40 grados, cuando se aplica el intervalo de temperatura de 20 a 1000 en un ambiente de nitrógeno. y teniendo en cuenta que el proceso de descomposición se realiza después de 15 grados y 487 grados utilizando dos modelos en paralelo. Generando efecto importante en el tamaño de las partículas.

(ii) Manual de reciclaje y su plan de socialización para la disposición de llantas usadas en el sector del Siete de agosto. Ellos desarrollan un sistema de reciclaje el cual va relacionado con la disposición final de las llantas usadas en el barrio siete de agosto, se relaciona la correcta forma de utilización de las llantas usadas de tal manera que estos elementos se comercialicen con comerciantes del sector todo el objetivo de esta tarea en mitigar el impacto ambiental del sector, el cual tenía un desorden de la acumulación de llantas del siete de agosto. Mosquera Ferro, Rubén Universidad Católica de Colombia.

(iii) Diseño de un proceso logístico reversito de llantas usadas en la ciudad de Pereira año 2012 Quintero López, Alejandro, Ramírez Salgado, Jonatán, Universidad de Pereira, Presentan un proyecto con el fin de diseñar un proceso logístico de las llantas usadas en la ciudad de Pereira en la empresa Coexitos a con la posibilidad de crear un negocio que se dedique a transformar el caucho de las llantas como materia prima y luego generar un buen manejo de las llantas usadas para mitigar el impacto ambiental.

(iv) Estrategias de logística inversa que permitan la reutilización de llantas usadas, Ruiz Granados, Dolama Marian, Universidad del Rosario (Colombia).La investigación desde el punto de vista de logística muestra un producto implementado y desechado por la sociedad, el cual puede generar un nuevo uso Aplicando la integración de sus materia primas a la cadena de suministro utilizando la logística inversa en la reutilización de los productos. Práctica de la recolección de llantas y el libre desarrollo del proveedor

(v) Llantas del Norte S.A.C, Cruz Odar, Julio Enrique, Universidad\_ La investigación a una empresa de reencauche y el uso del flujo de efectivo con el fin de optimizar la correcta toma de oportunidades en la empresa llantas del norte en la ciudad de Trujillo. La forma de investigación fue realizad por tipo de encuestas dirigida el personal administrativo el tema principal es la actividad funcionalidad de flujo de efectivo con resultado obtenidas, con la oportunidad de tomar decisiones en la empresa que le generan mayor estabilidad.

(vi) Emprendimiento Empresarial se desarrollará, Cepeda Franco, Sebastián, Universidad Autónoma de Occidente (Colombia). El proyecto es basado en una empresa de emprendimiento

con un plan de negocios enfocado en la recolección producción y comercialización de material de reciclaje en caucho para el sector industrial, la distribución del producto se realizará en zona relacionada con empresas del sector de calzado constructoras y otras más. Y catálogo de productos como son: granulo polvo de caucho, acero. Y fibra de textil.



## 5. Antecedentes

El calentamiento global es causa del aumento de los desechos y el mal manejo de residuos de productos especiales como las llantas usadas, por tal razón existen diversos estudios que relaciono a continuación y los cuales se han hecho énfasis en el proceso de manejo de llantas; es así como el repositorio de la universidad de Medellín en su monografía titulada aprovechamiento de llantas usadas para la fabricación de pisos decorativos, revela una actividad de control al manejo de las llantas, la cual consiste en una recopilación de información alrededor del tema de pisos y el de reciclaje de llantas para su utilización como materia prima para la elaboración de pisos decorativos de caucho. Inicialmente en el capítulo 1 se presentan los tipos de pisos y sus características de acuerdo al material que los compone, haciendo especial énfasis en los pisos fabricados a base de caucho, para conocer sus principales propiedades y los casos exitosos en su fabricación. En el capítulo 2 se habla de las generalidades de las llantas, de sus partes y componentes, de las características de los materiales que las componen. También se habla de cómo se comporta el mercado de llantas en Colombia el cual está directamente relacionado con la generación de este residuo. El capítulo 3 gira en torno de todo lo relacionado con los procesos utilizados para el reciclaje de llantas, seleccionando como el más apto para la fabricación de pisos decorativos el Reciclaje Mecánico del cual se obtiene la llamada “Arena Plástica”. Finalmente, en el capítulo 4 se realiza una prepuesta de un proceso industrial para la obtención de pisos decorativos a partir de llantas usadas, las cuales son convertidas en arena plástica mediante reciclaje mecánico.<sup>5</sup>

De igual manera, la Fundación Universitaria de América, realiza un estudio sobre el diseño y modelación por software de elementos finitos de un sistema primario en el proceso de trituración de llantas usadas desalabradas de automóvil desde rin 13 pulgadas hasta rin 19 pulgadas, con este estudio se espera que el sistema se obtenga partes de unos 5 a 7 cms aproximadamente; el cual tiene como objetivo recuperar los principales componentes de las llantas desechadas en la actualidad, reduciendo el daño ambiental que con esto se genera.<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> Sánchez L y Montoya L M (2010) *Actividad de manejo de llantas de livianas en mejoramiento del producto final* (Monografía). Universidad de Medellín, Medellín, Colombia.

<sup>6</sup> Murcia Correa, J C y Romero Mendoza, A.R. Diseño de un sistema primario en el proceso de trituración de llantas usadas desalabradas (estudio de investigación Fundación Universitaria de América). Recuperado de:<http://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/569>

De igual manera entre los antecedentes , existe un trabajo de grado de la Universidad Católica de Colombia sobre el manejo actual de llantas y neumáticos usados generados por el parque automotor de Santa Fe de Bogotá, en el cual se pretende con esta tesis, realizar un estudio de viabilidad financiera, para llevar a cabo un proyecto de inversión para el reciclaje de llantas usadas en la ciudad de Bogotá, debido a la problemática que se viene presentando en la ciudad por el mal manejo y disposición de este residuo. Para realizar este proyecto, los investigadores primero investigaron sobre los antecedentes del sector automotriz, el marco teórico que describe los procesos de fabricación, la estructura, componentes y reciclaje de las llantas.<sup>7</sup>

Finalmente, la alcaldía de Bogotá, ha venido adelantado proyectos que constituyen el componente ambiental de los programas relacionados con el Transporte Urbano. Uno de especial atención es el concerniente al manejo de las llantas usadas generadas por el Parque Automotor de Santa Fe de Bogotá, y sobre el cual la Unión Temporal OCADE LTDA CONTROL AMBIENTAL Y DESARROLLO EMPRESARIAL, de Colombia, SANIPLAN, de Brasil y AMBIENTAL S.A., de Argentina; en cumplimiento de los compromisos adquiridos con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), desarrolló el proyecto "Diagnóstico ambiental sobre el manejo actual de Llantas y neumáticos usados generados por el parque automotor de Bogotá".

---

<sup>7</sup>Bernal Pinzón, G.A., Ostos Medivelso Yenny Paola (2017). Viabilidad financiera del proyecto de inversión para el reciclaje de llantas usadas en la ciudad de Bogotá (Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia) Recuperado de: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/15438>

Tabla 1.

*Generación actual de las llantas usadas muestra la generación actual de llantas usadas por el parque automotor de Santafé de Bogotá, actualmente Bogotá, D.C., por tipo de vehículo.*

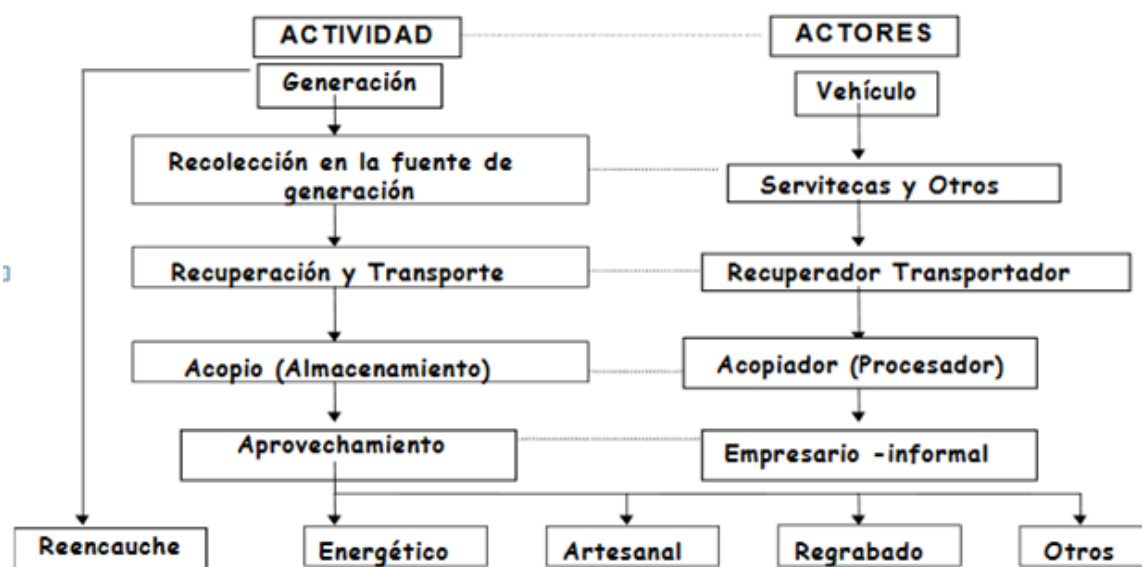
TIPO DE VEHÍCULO	A	B	C	D	E	F	G
PARTICULAR (91%)	Número de vehículos	Llantas / Vehículo <sup>1</sup>	A x B	I <sub>oLL</sub> <sup>2</sup>	A x D	C x 0.03	E - F
			Total llantas en uso		Llantas Generadas al año	Reencauche	Ajuste por Reencauche
Automóvil R-13	637,637	4	2,550,548	1.72	1,096,735		1,096,735
Automóvil R-14	63,063	4	252,252	1.72	108,468		108,468
Camión	18,200	6	109,200	4.50	81,900	31,121	50,779
Camioneta	81,900	4	327,600	2.60	212,940		212,940
Campero	72,800	4	291,200	1.68	122,304		122,304
Motos	36,400	2	72,800	1.32	48,048		48,048
<b>SUB - TOTAL</b>	<b>910,000</b>		<b>3,603,600</b>		<b>1,670,395</b>	<b>31,121</b>	<b>1,639,274</b>
PÚBLICO (9%)	Número	Llantas / Vehículo	Total llantas en uso	I <sub>oLL</sub>	Llantas Generadas al 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	11,700	6	70,200	7.20	84,240	32,011	52,229
Buseta	9,900	4	39,600	4.00	39,600	15,048	24,552
Camioneta	5,400	4	21,600	2.80	15,120		15,120
Campero	3,600	4	14,400	2.00	7,200		7,200
Microbus / Colectivo	4,500	4	18,000	5.20	23,400		23,400
<b>SUB - TOTAL</b>	<b>90,000</b>		<b>383,400</b>		<b>389,160</b>	<b>47,059</b>	<b>342,101</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1,000,000</b>		<b>3,987,000</b>		<b>2,059,555</b>	<b>78,180</b>	<b>1,981,375</b>

*Nota:* La presente tabla No. 1 es adaptada a partir de estudios realizados por la Unión Temporal OCADE LTDA/Saniplan/Ambiental S.A.

Las llantas usadas se recuperan en los sitios de cambio de las llantas, servitecas, talleres y estaciones de servicio, entre otros, desde donde se comienza a comercializar el residuo a través de los diferentes actores involucrados en la cadena de manejo. Posteriormente son compradas y transportadas hasta los sitios de acopio en volquetas, camiones, camionetas y en menor proporción vehículos de tracción animal. En los sitios de acopio se realiza la acumulación y comercialización del material para su aprovechamiento para todo tipo de compradores, incluido el reusó.

De igual manera este trabajo muestra como es la cadena de las llantas usadas en Santa Fe de Bogotá, hoy Bogotá, D.C. señalando que las tres primeras etapas las cuales constituyen una fase previa común para cualquier aprovechamiento que se realice con el residuo. En esa fase común descrita no se presentan implicaciones ambientales y sanitarias significativas y los mayores

impactos están asociados con la estética o impacto visual y a la salud ocupacional, tal y como se muestra en la ilustración.<sup>8</sup>



**Figura 1.** Manejo actual de llantas y neumáticos. Diagnóstico ambiental sobre el manejo actual de llantas y neumáticos usados generados por el parque automotor de Santa Fe de Bogotá. Unión Temporal OCADE LTDA CONTROL AMBIENTAL Y DESARROLLO EMPRESARIAL, de Colombia, SANIPLAN, de Brasil y AMBIENTAL S.A., de Argentina. Año 2003. Página 3

<sup>8</sup> Diagnóstico ambiental sobre el manejo actual de llantas y neumáticos usados generados por el parque automotor de Santa Fe de Bogotá (s.f) Recuperado de: <http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/0/Llantas.pdf>

## 6. Marco lógico

### 6.1 Análisis de involucrados

Tabla 2.

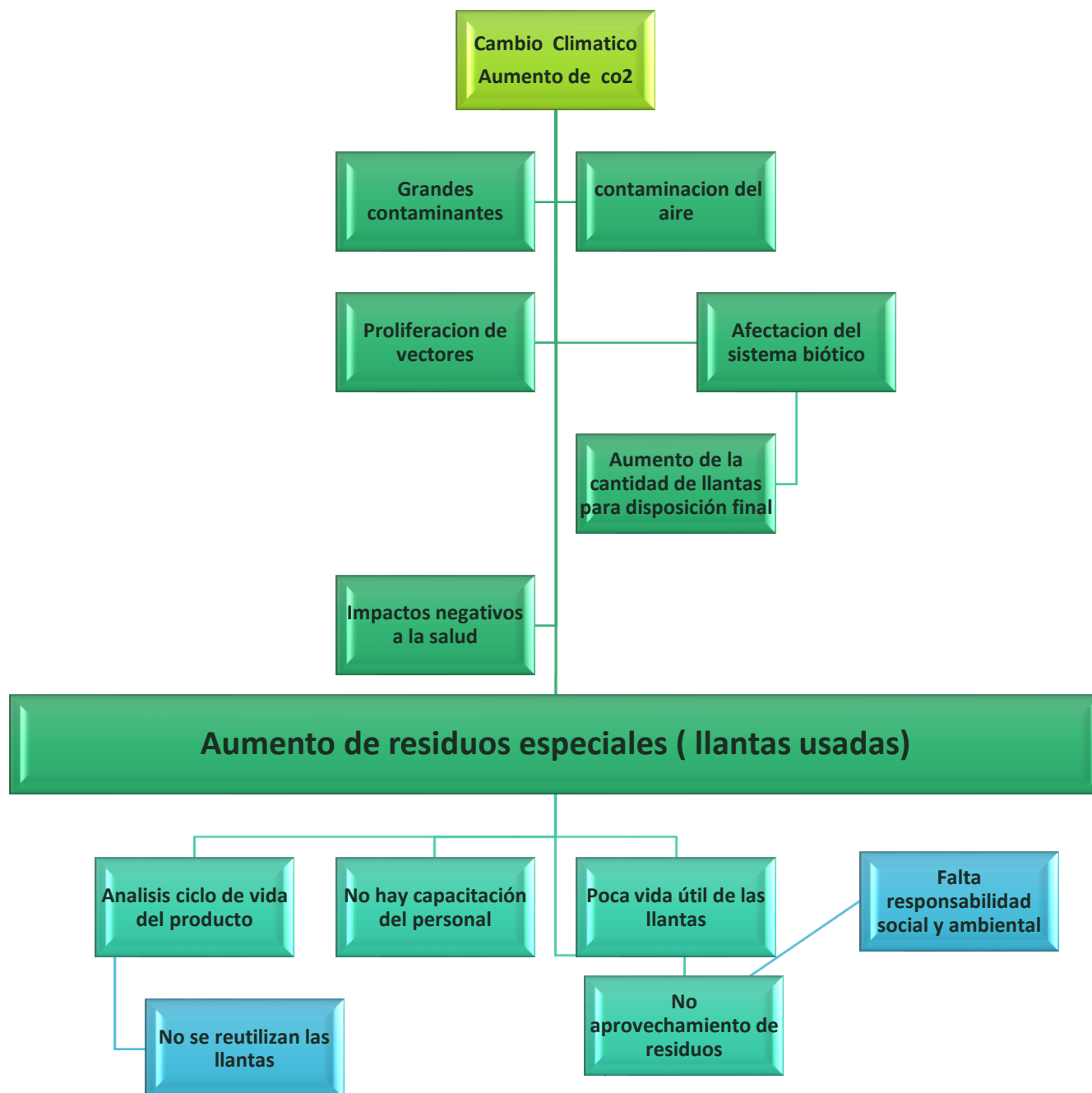
*Análisis de involucradas se señalan diferentes grupos los cuales se encuentran involucrados para el análisis del presente trabajo identificando los problemas y los posibles intereses.*

<b>Grupo</b>	<b>Problema identificado</b>	<b>Posible interés</b>
<b>Población</b>  Nivel nacional las empresas prestadoras de servicios en recolección domiciliar de residuos solidos	No se aprovechan los recursos generados en el uso de la operación de transporte	Encontrar un mejor manejo y mejor disposición final de las llantas usadas
<b>Sector publico</b>  <b>Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible</b>  <b>Alcaldía de Bogotá</b>	Se determina políticas, pero no se cumplen, por parte de sociedad y las empresas.  Existen políticas, pero no hay garantías y tampoco existe sitios especiales de disposición final de este elemento (llantas usadas)	Para disminuir los residuos contaminantes  Promover acciones de recolección controladas y disposición adecuada
<b>Sector privado</b>	No se cumplen las políticas y las regulaciones exigidas por la ley.	Promover mayor convenios financieros y operativos
<b>Ejecutoras del plan de acción</b>	Falta de actividades en razón de la disminución de los elementos	Obtener un Plan de acción de mejora para disminución del elemento.

*Nota:* En esta tabla No. 2. Fuente propia construida a partir de la investigación realizada

### 6.2 Árbol de problemas, causa – efecto

Este árbol de problemas señala cuales son los riesgos a que nuestro planeta se encuentra expuesto cuando se genera un incremento no controlado de residuos especiales, como son las llantas usadas para nuestro caso particular.



**Figura 2.** Árbol de problemas, causa – efecto. Autoría Propia.

### 6.3 Árbol de objetivos, razón del árbol de problemas, causa - efecto

En el árbol de problemas, causa – efecto, observamos que el aumento de residuos especiales (llantas usadas) , los cuales generan un mayor impacto en la afectación del proceso, son ocasionados generalmente por las siguientes causas: (i) falta de responsabilidad social y ambiental de los fabricantes, distribuidos, y ciudadanos, (ii) poca vida útil de las llantas, (iii) bajo

aprovechamiento de las llantas, (iv) desconocimiento y falta de análisis del ciclo de vida del producto, llevando a la no reutilización de llantas, al no reciclaje y al no control adecuado de llantas, aumentando el número de residuos especiales, es decir al aumento al uso no adecuado de las llantas usadas.

Y estas causas generan unos efectos y unos impactos negativos considerables en la contaminación del medio ambiente, y en la salud de los ciudadanos como: (i) afectación del sistema biótico, (ii) proliferación de vectores, (iii) cambios climáticos importantes por la eliminación de gases tóxicos como el Co<sub>2</sub>, entre otros.

Por lo anterior, podemos concluir que el aumento en el número de llantas y el no reciclaje adecuado de estos residuos especiales, causan daños importantes tanto a nivel ambiental como a nivel salud.

#### 6.4 Análisis de alternativas

Calificación de los criterios dependiendo de las alternativas. Presentación de valores, donde 1 es menos importante y 10 es de mayor importancia.

Tabla 3.

*Análisis de alternativas. Se plasma la calificación de los criterios dependiendo de las alternativas*

<b>CRITERIO</b>	<b>ALTERNATIVA 1 Beneficios económicos</b>	<b>ALTERNATIVA 2 Beneficios de operación</b>	<b>ALTERNATIVA 3 Menor cantidad de desechos especiales</b>	<b>ALTERNATIVA 4 Aumento del ciclo de vida del producto</b>
Ambiental	10	8	10	10
Social	8	7	10	10
Costo	10	10	9	10
Beneficios	10	9	8	10
viabilidad	7	9	7	8
Total, valores	45	43	44	48

*Nota:* Autoría propia.

## 6.5 Matriz de marco lógico

Tabla 4.

*Matriz de marco lógico, donde se muestran datos generados por la recopilación de evidencia manejada por el área de control de llantas.*

Jerarquía de objetivos	Indicador	Fuentes de verificación	Supuestos
<p><b>Objetivo General</b> Formular un plan de mantenimiento para las llantas en uso de la flota de camiones recolectores de la Empresa de Servicios Públicos domiciliarios de aseo, Ciudad Limpia Bogotá S.A. E.S.P, como mecanismo de reducción de residuos especiales.</p>	Verificación de cantidad de llantas hoy vs después del ejercicio	Informes mensuales de gasto de llantas	Información leal y segura Veracidad de los datos Información errónea
<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar un diagnóstico técnico y operativo del uso que se le da a las llantas de los camiones recolectores en el proceso de transporte de residuos sólidos en la ciudad de Bogotá, localidades de Fontibón y Kennedy.</li> <li>Comparar los resultados obtenidos en el diagnóstico con prácticas alternativas que aumentan la vida útil de las llantas, con el fin de establecer la brecha entre la situación actual y la situación deseada.</li> <li>Proponer el plan operativo, para que la Empresa Ciudad Limpia Bogotá S.A. E.S.P. aumente la vida útil de las llantas y de esta forma reduzca los impactos ambientales producto de su operación.</li> </ul>	<p>Comparación condiciones hoy vs condiciones futuras</p> <p>Residuos hoy vs residuos al final de la operación</p> <p>Comparación</p>	<p>Diagnostico ejecutado</p> <p>Diagnóstico realizado</p> <p>Evidencia física</p>	<p>Error en la información técnica</p> <p>Error en la información técnica</p> <p>Error en la información</p>
<p><b>Resultados Esperados</b></p>	Verificar datos antes	Evidencia de datos	Problemas de comunicación



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtener el conocimiento de las condiciones reales de la flota en llantas.</li> <li>• Determinar las posibilidades de cambio del producto.</li> <li>• Realizar balance costo vs beneficio.</li> </ul>	del proceso vs datos al final del proceso	físicos y de informes	y datos equívocos
<p><b>Acciones y/o Actividades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar segmentación del sistema de vehículos.</li> <li>• Realizar levantamiento de información de la llanta al piso.</li> <li>• Realizar levantamiento de tipología y tipos de llantas en los vehículos</li> <li>• Revisar los procesos de mantenimiento de los vehículos en el tema de las llantas en uso.</li> <li>• Realizar inventario de los proveedores que suministran las llantas.</li> <li>• Obtener información del área de taller del manejo de las llantas usadas.</li> <li>• Obtener información de cumplimiento de la compañía en el tema de las llantas.</li> <li>• Realizar análisis de viabilidad con las acciones propuestas.</li> </ul> <p>Determinar viabilidad del proyecto</p>	<p>Generar resultados</p> <p>Generar resultados por tipo de carro</p> <p>Información de procesos</p> <p>Identificación de cantidades de llantas</p> <p>Conocer los manuales de trabajo</p> <p>Registros legales Tabla costo beneficio</p>	<p>Tabla de valores</p> <p>Tabla de valores</p> <p>Matriz de gestión</p> <p>Tabla de valores por cantidad</p> <p>Conocer proceso</p> <p>Manuales y controles de información</p>	<p>Datos erróneos y la información no sea veraz</p> <p>Datos erróneos y la información no sea veraz</p> <p>Datos erróneos y la información no sea veraz</p> <p>Datos erróneos y la información no sea veraz</p> <p>Datos erróneos y la información no sea veraz</p> <p>Datos erróneos y la información no sea veraz</p>

Nota: Tabla No. 4 Autoría propia.

## 7. Marco de referencia

### 7.1. Marco teórico conceptual

En Colombia el sector transporte, es una de las actividades económicas las cuales aparte de generar un porcentaje importante 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 por ejemplo los combustibles y lubricantes, se industrializan gran cantidad de residuos como aceites y llantas, además de generar –según estudios del DAMA– cerca del 80% de la contaminación atmosférica en ciudades como Bogotá.<sup>9</sup>

Las llantas usadas catalogadas como un tipo de residuo especial y tema primordial de esta investigación, como todo bien de consumo, requiere para su fabricación de diferentes materias primas y procesos industriales como son: el agua, energía, hidrocarburos, textiles, acero, azufre, entre otros, productos y procesos que implican necesariamente un impacto ambiental.

Es por eso que este proyecto investigativo nos mostrara diferentes tópicos como son las características de las llantas usadas; su ciclo de vida; las buenas prácticas de operación que debemos de tener todos los ciudadanos, con la finalidad de extender su vida útil; la problemática ambiental asociada con la disposición inadecuada; la normatividad vigente sobre la materia y lo más importante lograr concientizar a cada uno de las empresas, usuarios, técnicos, ingenieros de su responsabilidad en la conservación de los recursos naturales, y lograr, a su vez, que realicen una adecuada operación de su vehículo, unas adecuadas prácticas de manipulación, incluyendo unas adecuadas prácticas en el mantenimiento preventivo, debido a que desafortunadamente en muchos países no existe un control de recolección y disposición final adecuado de llantas usadas, por tal razón una de las medidas más acertadas para controlar este problema es generar el mejor número de llantas usadas, disminuyendo así el impacto ambiental que las llantas generan cuando la disposición final de llantas como residuo especial no es el adecuado.

Entrando en materia definiremos que son las llantas, las llantas “*son piezas circulares, generalmente de metal, situadas en el centro de una rueda y sobre la que se coloca un neumático y que va unida al eje del vehículo. Este término se utiliza especialmente en España.*

---

<sup>9</sup> Cámara de Comercio de Bogotá (2006). Guía para el manejo de llantas usadas. Recuperado de: [file:///C:/Users/lilip/Desktop/guia\\_llantas.pdf](file:///C:/Users/lilip/Desktop/guia_llantas.pdf).

*En muchos países de América Latina como México o Colombia la palabra 'llanta' hace referencia al 'neumático', 'cubierta exterior' o 'cubierta de goma', mientras que para referirse a la pieza central y metálica de una rueda y se utiliza término 'rin'. Esta palabra procede del francés jante y originariamente se escribía 'yanta'.”<sup>10</sup>*

Las llantas se encuentran compuestas de gran cantidad de materiales, 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. En general las llantas están compuestas por caucho natural, caucho de butadieno estireno, caucho polibutadieno, caucho isobuteno-isopropeno y caucho de iso butenoisopropeno halogenado, en cuanto a los productos textiles están compuesta por poliéster, nylon, entre otros, Pigmentos como Óxidos de zinc y titanio, negro de humo, entre otros, antioxidantes y rellenos como ácidos grasos, sílica, otros materiales inertes.<sup>11</sup>

Por lo anterior, es importante tener en cuenta que en promedio se requiere cerca de 1/8 de barril de petróleo (20 litros), para fabricar una llanta de automóvil y de 1/2 barril (80 litros) para una llanta de camión de carga<sup>12</sup>.

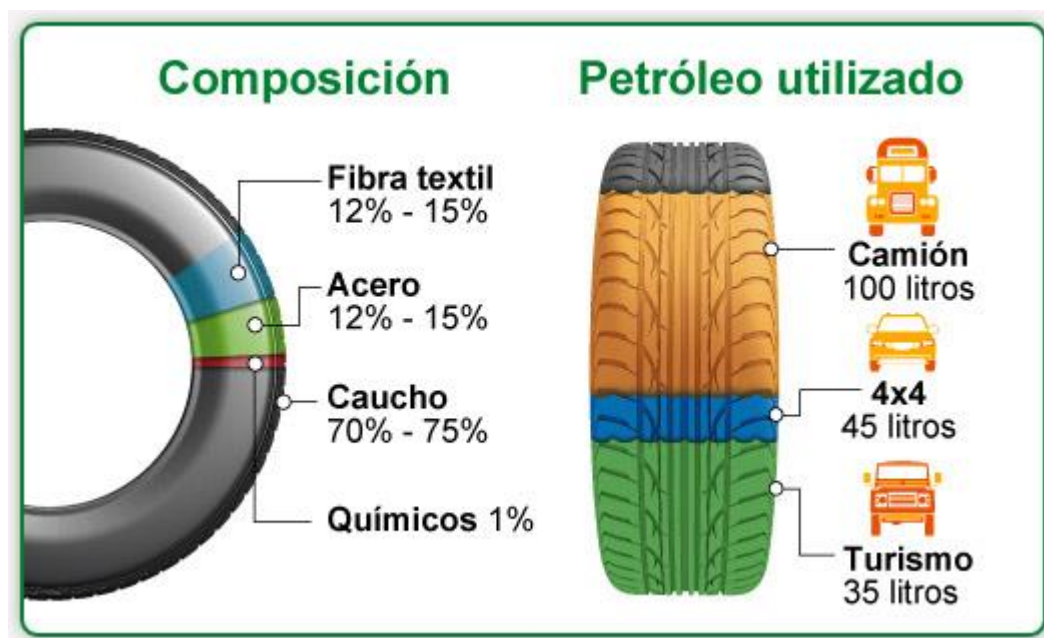
En conclusión y para mayor entendimiento, a continuación, un cuadro en el cual señala el porcentaje de cada producto en que está compuesta cada llanta y la cantidad de petróleo que debe de utilizar la industria dependiendo del vehículo y calibre de la llanta.

---

<sup>10</sup>Llanta (s.f) Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Llanta>

<sup>11</sup>Componentes de los neumáticos y negro de humo obtenido de su tratamiento por pirolisis. Recuperado de: <https://almacennuclear.wordpress.com/2010/10/15/componentes-de-los-neumaticos-y-negro-de-humo-obtenido-de-su-tratamiento-por-pirolisis/>.

<sup>12</sup> Guia de llantas (s.f) Recuperado de: [file:///C:/Users/lilip/Desktop/guia\\_llantas.pdf](file:///C:/Users/lilip/Desktop/guia_llantas.pdf)



**Figura 3.** Composición de llantas. Cámara de Comercio de Bogotá. Año 2006

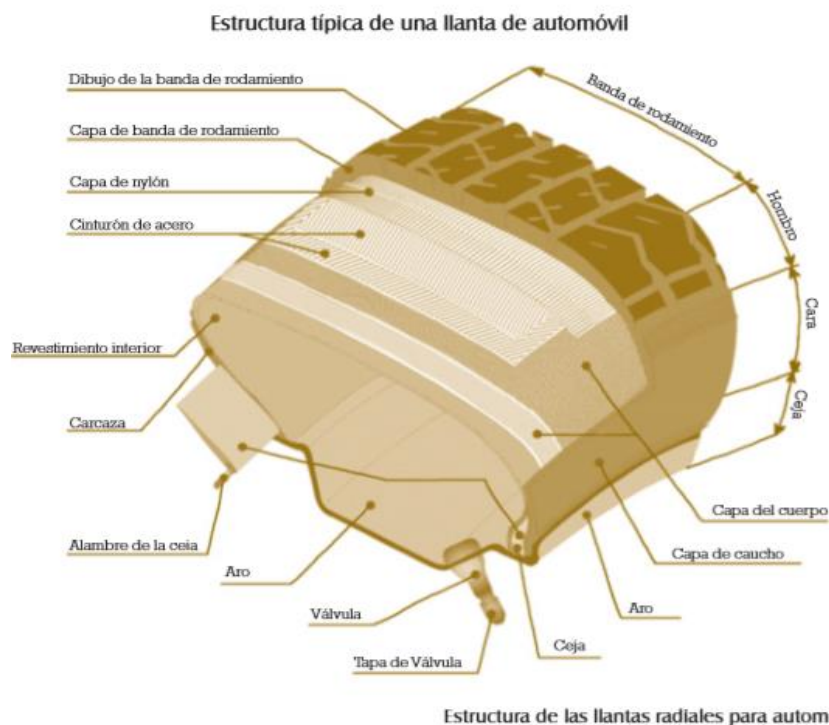
En la tabla No. 5 Datos técnicos de llantas y sus dimensiones, se señalan algunas de las dimensiones y calibres de las llantas, las cuales dependiendo de esta medida, la industria debe de utilizar más o menos productos para la fabricación y obtener el producto final que es la llanta.

DIMENSION LLANTA	DE	TIPO LABRADO DELANTERO / TRASERO
13R 22.5		M 840 / L 317
13R 22.5		XZY2 / XZH2R
13R 22.5		M 840 / L 317
13R 22.5		XZY2 / XZH2R
13R 22.5		M 840 / L 317
13R 22.5		XZY2 / XZH2R
295 / 80R22.5 artillero	Rin	XZY2 / XDY
295 / 80R22.5	Rin disco	XZY2 / XDY
295 / 80R22.5		XZY2 / XDY
215 / 75R14		SCORPION
215 / 75R14		LAREDO
195 R 14C		AGILIS 81
215 / 75R14		SCORPION
215 / 75R14		LAREDO
195 R 14C		AGILIS 81
235 / 75R-15		SCORPION

750 R 15	X-MINE / STABIL
12 R 16.5	X-MINE
10 * 16.5	STABIL
750 R 16	XZY2
195 / 70 R 15	AGILIS 81
145/ 80 R 13	ND
185 / 60 R 14	ND
205 / 75 R 15	ND
165 / 70 R 14	ND
295/80/22.5	X WORKS.XZY / XDY2
175/70R14	ENERGY

Nota: Fuente propia

De igual manera, teniendo en cuenta que este residuo especial es un conjunto de diferentes componentes que se fabrican y ensamblan con el fin de garantizar su correcto funcionamiento la estructura típica de una llanta de automóvil es la siguiente:



**Figura 4.** Estructura típica de una llanta. Diagnóstico ambiental sobre el manejo actual de llantas y neumáticos usados generados por el parque automotor de Santa Fe de Bogotá. Unión Temporal OCADE LTDA CONTROL AMBIENTAL Y DESARROLLO EMPRESARIAL, de Colombia, SANIPLAN, de Brasil y AMBIENTAL S.A., de Argentina. Año 2003. Página 10.

Con respecto a lo anteriormente señalado, es importante tener en cuenta que los vehículos de carga pesada tienen diferentes dimensiones de llantas y llantas con diferentes pesos, a esto se le

conoce como llantas direccionales, este tipo de vehículos para dar un adecuado manejo de las llantas se le pueden colocar llantas reencauchas en la parte de la dirección, las llantas de tracción las que van en la parte trasera del vehículo, cuando colocamos llantas nuevas y reencauchadas en un vehículo éstas se llaman llantas de tracción.

A continuación, y para mayor ilustración mostraremos dos fichas técnicas, la primera de una llanta 12 R y la segunda de una llanta 13R



**FICHA TÉCNICA LLANTA 12 R 22.5 X WORKS XZY**



<b>Descripción</b>	12 R 22.5 X WORKS XZY TL 152 / 149 K
<b>Marca</b>	Michelin
<b>Diseño</b>	X WORKS XZY
<b>Tipo</b>	Tubeless
<b>Índice de Carga Sencillo</b>	152 = 3.550 Kg. Por llanta
<b>Índice de Carga Gemelo</b>	149 = 3.250 Kg. Por llanta
<b>Código de Velocidad</b>	K = 110 Km/h
<b>Serie</b>	90
<b>Profundidad</b>	18,2 mm
<b>Circunferencia Rodamiento</b>	3.330 mm
<b>Diámetro Total</b>	1.092 mm
<b>Ancho de Rin</b>	8.25"
<b>Ancho de Sección</b>	291 mm
<b>Radio sin Carga</b>	546 mm
<b>Radio con Carga</b>	507 mm
<b>Distancia Mínima Gemelado</b>	329 mm

  
Giño Castelli.  
**MARKETING PRODUCTO PL**

INDUSTRIA COLOMBIANA DE LLANTAS S.A.-ICOLLANTAS S.A.  
NIT. 900.922.127-6

BOGOTÁ:  
8500- Autopista Norte (Cra.45) No. 136-27 508 Piso 1008  
Torneo 1 Cra. 1001 Telefónico: (571) 429-1300 Fax: (571) 429-1376  
Servicio al Cliente- Autopista Norte (Cra.45) No. 106-27 Telefónico: (571) 429-1023 Fax: (571) 429-1314

**Figura 5.** Ficha técnica de un tipo de llanta 12R. Ficha técnica suministrada por Icollantas Colombia al área de mantenimiento de Ciudad Limpia Bogotá. Año 2019.



**FICHA TÉCNICA LLANTA 13 R 22.5 X WORKS XZY**



<b>Descripción</b>	13 R 22.5 X WORKS XZY TL 156 / 150 K
<b>Marca</b>	Michelin
<b>Diseño</b>	X WORKS XZY
<b>Tipo</b>	Tubeless
<b>Índice de Carga Sencillo</b>	156 = 4.000 Kg. Por llanta
<b>Índice de Carga Gemelo</b>	150 = 3.350 Kg. Por llanta
<b>Código de Velocidad</b>	K = 110 Km/h
<b>Serie</b>	90
<b>Profundidad</b>	18,0 mm
<b>Circunferencia Rodamiento</b>	3.425 mm
<b>Diámetro Total</b>	1.122 mm
<b>Ancho de Rin</b>	9,00"
<b>Ancho de Sección</b>	309 mm
<b>Radio sin Carga</b>	561 mm
<b>Radio con Carga</b>	520 mm
<b>Distancia Mínima Gemelado</b>	349 mm
<b>Peso Real</b>	77,5 Kg

  
Gino Castelli.  
**MARKETING PRODUCTO PL**

INDUSTRIA COLOMBIANA DE LLANTAS S.A.-ICOLLANTAS S.A.  
NT.890.900.127-6

BOGOTÁ:  
MISD- Autopista Norte (Cra-45) No. 108-27 Edif. Pórtico 108  
Torre 1 Of. 1001 Teléfono: (571) 4291000 Fax:(571) 4291076  
Servicio al Cliente- Autopista Norte (Cra-45) No. 108-27 Teléfono: (571) 4291000 Fax (571) 4291074

**Figura 6.** Ficha técnica de un tipo de llanta 13R. Ficha técnica suministrada por lubrillantas Icollantas Colombia al área de mantenimiento de Ciudad Limpia Bogotá. Año 2019

### 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.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Ciclo de Vida de la llantas. Recuperado de:  
<http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/0/Llantas.pdf>

Específicamente, el ciclo de vida de las llantas requiere 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, sin embargo, todos los fabricantes, comercializadores, pequeños, medianos y grandes productores estamos en la obligación de influir positivamente en la etapa final del ciclo que es la disposición final de este desecho especial.

La vida útil de una llanta en promedio es entre 2 a 5 años o hasta que esta se encuentre desgastada. Después, el destino de la llanta pasa a ser desechada o reencauchada (alargar la vida útil de la llanta). En el caso de que la llanta pase a ser reencauchada esta debe cumplir ciertas características técnicas, tales como: (i) La llanta no se debe encontrar golpeada o tener impactos pronunciados en los laterales o bandas de rodamiento. (ii) La banda de rodamiento no debe estar muy desgastada. (iii) Que no se encuentre dañado el casco. (iv) Que exista oxidación interna por filtraciones debido a una mala reparación (parches). (v) Que no tenga muchas reparaciones porque también debilita el casco. (v) Que las pestañas no estén dañadas, cristalizadas, viradas o vulcanizados por el exceso de frenado. De no cumplir las características mencionadas, las llantas pasarían a ser desechadas<sup>14</sup>.

Para mayor ilustración a continuación, se muestra el proceso del ciclo de vida de la llanta:

---

<sup>14</sup> Llanos Pomaleque J.F. y Zubilaga N P Estudio de viabilidad de la creación de una empresa recicladora y trituradora de llantas en desuso para su comercialización en el mercado peruano. (estudio realizado por la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas)





**Figura 7.** Ciclo de vida de una llanta. Llanos Pomaleque J.F. y Zubilaga N P, 2016. Página 18.

En la imagen adjunta, se muestran dos etapas claves de donde se pueden obtener las llantas en desuso ya sea a través de las plantas reencachadoras como también las llantas del consumidor final.

En cuanto a las Empresas reencachadoras de llantas, las empresas reencachadoras a nivel mundial nacen por la necesidad que tienen los usuarios para alargar la vida de llantas y así ahorrar dinero. El reencache es un proceso por el cual a una llanta usada se le aplica una banda nueva de rodamiento con diseño labrado seleccionado por el cliente sin alterar las características físicas y el desempeño de la llanta original.<sup>15</sup>

Este proceso se realiza, mediante el raspado, en la cual la banda de rodamiento vieja y desgastada es reemplazada por una nueva, permitiendo aprovechar el armazón de una llanta hasta por cuatro veces. Con esto se reduce la cantidad de llantas enviadas a disposición final como desecho.

A continuación, mostraremos el proceso de reencache que tienen las llantas desgastadas:

<sup>15</sup> Llanos Pomaleque J.F. y Zubilaga N P Estudio de viabilidad de la creación de una empresa recicladora y trituradora de llantas en desuso para su comercialización en el mercado peruano. (estudio realizado por la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas)



**Figura 8.** Proceso de reencauche. Llanos Pomaleque J.F. y Zubilaga N P, 2016. Página 19.

Por otro lado, los beneficios de reencauchar llantas son los siguientes:

- a) El rendimiento kilométrico es similar a la llanta nueva.
- b) Menor costo por kilómetro, el costo de la llanta reencauchada es entre el 50 y el 60% menos que la nueva.
- c) El reencauche se puede hacer en diferentes diseños, sin tener en cuenta el diseño de la llanta original.
- d) Disminuye los desechos sólidos (impacto ambiental).
- e) Contribuye al ahorro de energía, pues reencauchar evita el consumo de cientos de galones de petróleo cada año. <sup>16</sup>

<sup>16</sup> Llanos Pomaleque J.F. y Zubilaga N P Estudio de viabilidad de la creación de una empresa recicladora y trituradora de llantas en desuso para su comercialización en el mercado peruano. (estudio realizado por la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas)

Ahora bien, una llanta reciclada y triturada adecuadamente permite generar caucho pulverizado, materia prima, para obtener distintos productos como:

- a) Asfalto o pavimento
- b) Césped sintético
- c) Suelas de zapatos
- d) Macetas
- e) Mouse pads
- f) Mangueras
- g) Alfombras de carros
- h) Aislamiento acústico
- i) Suelos antiderrapantes
- j) Rellenos decorativos
- k) Tapabarros de autos
- l) Alfombras industriales
- m) Tubería de aguas pluviales
- n) Muros de contención

Entonces son muchos los productos hechos con caucho, pero los dos productos más importantes y que han tenido una mayor acogida en el mercado son:

a) Asfalto: El asfalto proviene del residuo final del combustible. Solo en Europa actualmente existen más de 4.000 plantas de mezcla asfáltica alrededor de 16 países (España se encuentra entre los principales fabricantes), que producen aproximadamente 300 millones de toneladas al año.

El asfalto es totalmente reciclable y su reutilización ha aumentado considerablemente en los últimos años, aproximadamente en un 70%. Hoy en día, se produce asfalto a partir del residual de vacío, asfaltos líquidos, mezclando el cemento asfáltico con solventes y emulsiones asfálticas. El asfalto tradicional es insuficiente para satisfacer los requerimientos actuales, los cuales son cada vez más exigentes. Esto se debe al aumento del rigor al que es sometido: primero, el aumento paulatino de la carga vehicular, ya que se fabrican vehículos de carga cada vez con mayor capacidad; segundo, el incremento en el flujo de tránsito a nivel nacional, ello debido a una creciente demanda de compra de vehículos y, por ende, la exigencia cada vez mayor en la pavimentación; y, por último, las distintas condiciones climáticas que presenta nuestro país exige

no solo un buen desempeño de pavimentación, sino además mantener sus características a diferentes condiciones de temperatura.<sup>17</sup>

b) Césped sintético: el césped sintético este compuesto de hilado (fibrilado de polietileno y de fibra de polipropileno), sellado inferior (látex carboxilado de formulación especial para intemperie), arena (malla seca u horneada), caucho (granulometría producido como resultado de la molienda de sobrantes de recauchado de neumáticos).

El césped sintético en el que hoy los jugadores profesionales hacen sus prácticas diarias es fruto de un largo trabajo de investigación y de posteriores exámenes durante varios años. Eso hizo que la instalación de campos para futbol y para otros deportes tenga un gran desarrollo en Europa, Oriente y América Latina. A fines de los años 90, se produce el gran cambio lo que le dio al césped sintético gran altura, pues se relleno con un compuesto de gránulos de caucho. Con estas modificaciones, se consiguió un piso deportivo que imita las cualidades del césped natural. Los equipos de futbol más importantes del mundo cuentan con un campo de entrenamiento con este tipo de piso ya que demostró versatilidad y resistencia.

Además, la buena densidad hace que el piso deportivo sea más amortiguante y confortable, reduciendo el número de lesiones producidas por las desventajas del césped natural lo que es importante para la práctica deportiva al más alto nivel profesional y competitivo. Hoy todos los equipos importantes del mundo cuentan con una cancha sintética, incluso en algunas ciudades es obligatorio tener este tipo de piso deportivo, lo que esta nueva implementación nos ha ayudado a reducir los impactos ambientales generados por las malas prácticas en cuanto a la disposición final de las llantas usadas<sup>18</sup>.

Ahora bien, ¿otra forma de darle un manejo adecuado a las llantas es aplicando la metodología de las 4R<sup>19</sup> la cual consiste en reducir, reutilizar, reciclar y recuperar cualquier tipo de residuo y para nuestro caso particular los residuos especiales y como funciona lo anteriormente descrito?

a) Reducir: Intentando crear menos residuos de los que generamos, es decir dándole un uso adecuado a las llantas, para así evitar utilizar en mayor porcentaje este producto.

---

<sup>17</sup> Disposición final de las llantas usadas recuperado de:

<http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/0/Llantas.pdf>

<sup>18</sup> <http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/0/Llantas.pdf>

<sup>19</sup> Manejo adecuado de las llantas. Recuperado de:

<https://www.tirme.com/familiareciclan/blog.php?lng=es&i=268>

b) Reutilizar: Cuando algo ya no nos sirve podemos darle un nuevo uso ó cuando esta algo averiado lo podemos reparar y si está en buen estado por ejemplo la llanta buscamos el método del reencauche para así no tener que darle el tratamiento de disposición final.

c) Reciclar: Un residuo se puede convertir en un producto nuevo y diferente, como por ejemplo se puede convertir para realizar asfalto, césped sintético etc. Para eso es importante que las llantas sean entregadas a los concesionarios debidamente autorizados para la recolección, transporte y disposición final.

d) Recuperar: pero si las llantas no se pueden reutilizar o reciclar, se puede recuperar, como en por ejemplo en las plantas incineradoras que usan los residuos para generar electricidad.

Por lo anterior, está evidenciado que a nivel mundial podemos colaborar con la minimización en el uso de materias primas para la producción de llantas, extendiendo la vida útil de las llantas, evitando que estos productos sean desechados de forma inadecuada a que sean utilizados en actividades inadecuadas como quema al aire libre, uso como combustible, desechadas en lotes baldíos, en calles, etc.

En cuanto a la mitigación de las llantas y adaptación de este residuo especial en Colombia, falta compromiso por parte de la industria colombiana en el enfoque del ciclo de vida de los productos, ya que las empresas carecen de políticas firmes para lograr que la producción de llantas se mitigue y para lograr que el manejo de las llantas sea progresivo, transformando así las condiciones físicas de las llantas y ajustando el alcance del ciclo de vida del producto con las compañías que distribuyen las llantas para disminuir dicha producción.<sup>20</sup>

### **Las llantas como residuos especiales**

Las llantas no son residuos normales, no son residuos peligrosos, pero dentro del volumen de llantas en el mundo se vuelven residuos de manejo especial por su peligrosidad en el momento de llegar a quemarse y quedar en lugares no apropiados que pueden generar problemas de salud, contaminación y otros ocasionados por la disposición inadecuada de estos productos.

Por lo que las condiciones de desgaste y de desechos de las llantas causan diferentes fenómenos y uno de los más importantes es el cambio climático o su variabilidad, teniendo en cuenta que dentro de las condiciones del ciclo de vida de las llantas y por los desgastes en operación, esto genera un aumento de co<sub>2</sub>, aumento que hace que la atmósfera, la hidrosfera, la criosfera, la

---

<sup>20</sup> Adaptación y mitigación de llantas. Recuperado de:  
<https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=adaptacion+y+mitigacion>

litosfera y la biosfera, generen cambios importantes en el clima, incluyendo altas y bajas temperaturas, intensidad de las lluvias y eventos climáticos extremos como huracanes y olas de calor.<sup>21</sup>

Es por esto que como las llantas usadas no son consideradas en Colombia como un residuo peligroso, pero su disposición final inadecuada se vuelve un residuo peligroso por el alto impacto que causa en el medio ambiente, este producto debe ser devuelto a los productores para favorecer el reciclaje y el aprovechamiento, evitando así que sean quemadas en espacios a cielo abierto y como combustible en actividades informales.<sup>22</sup>

Por lo anterior y viendo el impacto ambiental la compañía Bridgestone y Versalis ha promovido el uso y desarrollo del guayule en el campo de la agricultura, debido a que este tipo de caucho es sostenible y los químicos con que se producen son renovables, disminuyendo de esta manera el impacto ambiental.

Este acuerdo entre la llantera y la compañía productora de polímeros y elastómeros han combinado la capacidad de cultivo y extracción del caucho del guayule con las tecnologías y procesos que permiten desarrollar un nuevo producto denominado guayule, el cual es un arbusto que crece en zonas semiáridas y a partir del cual se puede obtener hule para elaborar productos como guantes o neumáticos con la característica de ser sostenibles.

Desde 2015, Bridgestone ha utilizado el guayule para la producción de neumáticos y como alternativa al árbol Hevea brasilienses, esto para obtener una opción 100% natural y contrarrestar el hecho de que la producción de caucho genera un impacto ambiental y climático bastante grande para nuestro medio ambiente.<sup>23</sup>

---

<sup>21</sup>Concepto de adaptación y mitigación. Recuperado de: <http://unepmeba.org/definiciones/adaptacion-y-mitigacion/>

<sup>22</sup> Ministerio de Ambiente (19 de diciembre de 2003) Por la cual 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. Recuperado de: [https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion\\_minambientevd\\_1488\\_2003.htm](https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minambientevd_1488_2003.htm)

<sup>23</sup> Carillo, J (2018) desarrollo de llantas sustentables. Recuperado de: <https://www.revistaneos.com/articulos/2018/03/13/promueven-desarrollo-de-llantas-sustentables>.

De igual manera en la ciudad de Medellín, la industria está utilizando el aprovechamiento de llantas usadas como materia prima la cual es convertida en arena plástica para la elaboración de pisos decorativos de caucho.<sup>24</sup>

## 7.2 Marco normativo

Tabla 6.

*Matriz de legislación colombiana aplicada a llantas, construida a partir del resumen de toda la legislación colombiana que hace referencia a los residuos especiales, específicamente las llantas.*

ASPECTO AMBIENTAL, SERVICIO RELACIONADO CON EL REQUISITO LEGAL	ÁMBITO DE APLICACIÓN	ENTIDAD QUE EMANA EL REQUISITO LEGAL	TIPO DE REQUISITO LEGAL, NÚMERO Y FECHA DE EXPEDICIÓN
Funcionamiento de enfermería/mantenimiento de vehículos	Nacional	Ministerio de Salud	Resolución 2309 de 1986
Mantenimiento de vehículos	Nacional	Ministerio del Medio Ambiente	Resolución 415 de 1998
Mantenimiento de vehículos	Nacional	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial- Ministerio de Transporte	Resolución 2200 de 2006
Mantenimiento de vehículos/Mantenimientos locativos, eléctricas, sanitarias y de oficina	Nacional	Congreso de la República	Ley 1252 del 2008
Mantenimiento de Vehículos	Distrital	Departamento técnico Administrativo del Medio Ambiente Dagma	Resolución 1188 del 2003
Mantenimiento de jardines, zonas verdes, poda de arboles	Distrital	El Alcalde Mayor de Bogotá D.C	Decreto 472 de 2003
Mantenimiento de vehículos	Distrital	Secretaria del Medio Ambiente	Resolución 3957 de 2009
Mantenimiento de vehículos	Nacional	Ministerio de Transporte	Resolución 3768 de 2013

<sup>24</sup> Sánchez L y Montoya L M (2010) *Actividad de manejo de llantas de livianas en mejoramiento del producto final* (Monografía). Universidad de Medellín, Medellín, Colombia.

Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas	Nacional	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Resolución 1457 de 2010
Mantenimiento de Vehículos/planta eléctrica	Nacional	Presidencia de la República	Ley 1672 del 2013
Mantenimiento de Vehículos	Nacional	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Resolución 0631 de 2015
Servicio de combustible/mantenimiento locativo/funcionamiento restaurante	Nacional	Ministerio de minas y energía	Decreto único reglamentario 1073 del 2015
Sistemas de Recolección selectiva y gestión Ambiental de Llantas Usadas	Nacional	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Resolución 1326 de 2017

*Nota:* Fuente propia.

### 7.3 Marco geográfico

#### Descripción del entorno

Ciudad Limpia Bogotá S.A. E.S.P. se encuentra ubicada en la calle 59 C sur No. 51 – 50 barrio la Coruña, en la ciudad de Bogotá.

Las zonas en las que Ciudad Limpia Bogotá S.A. E.S.P. presta el servicio público domiciliario de aseo y sus actividades complementarias son: la zona de Fontibón y Kennedy de la ciudad de Bogotá.

Ubicación: Ciudad Limpia Bogotá S.A. E.S.P., se encuentra ubicada en un sector de transformación económica de industrial a residencial. Ciudad Limpia está ubicada en la Zona de Ciudad Bolívar, zona de operación, Kennedy y Fontibón de la ciudad de Bogotá (Colombia).

Tabla 7.

*Informe consolidado de la localización del predio. Ubicación Geográfica de la Empresa Ciudad Limpia Bogotá S.A. E.S.P,*

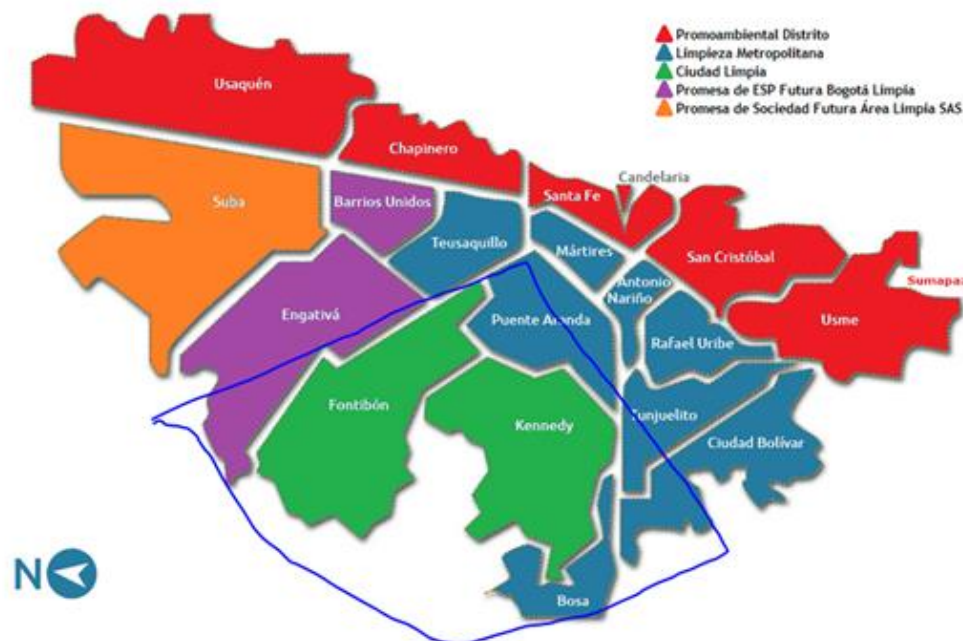
<b>Informe consolidado de la localización del predio Calle 59 C sur No. 51 - 50</b>	
Localidad	19 - CIUDAD BOLIVAR
Barrio Catastral	002422-ATLANTA
Manzana Catastral	242223
Lote Catastral	24222303



UPZ	65-ARBORIZADOR
<b>Norma Urbana</b>	
Sector Normativo	Código Sector: 4 Sector Demanda: D Decreto: 241-19/07/2005 (Gaceta 375/2005); Res 1265-28/10/2015
Acuerdo 6 de 1990	Actividad6: ZID Tratamiento6: D Decretos: 734 y 737 de 1993 Tipología:
Subsector Uso	I
Excepciones de Norma	El predio no se encuentra en esta zona.
Subsector Edificabilidad	A
<b>Inmuebles de Interés Cultural</b>	
El predio no se encuentra en esta zona.	Inmueble de Interés
<b>Plan Parcial</b>	
El predio no se encuentra en esta zona.	Plan Parcial
<b>Legalización</b>	
Legalización	El predio no se encuentra en esta zona.
<b>Urbanismo</b>	
Urbanístico	Código: 190122B001 Tipo plano: 1
Topográfico	Código: 190003A001
<b>Zonas Antiguas y Consolidadas</b>	
Sector Consolidado	El predio no se encuentra en esta zona.
<b>Amenazas</b>	
Amenaza masa Remoción	El predio no se encuentra en esta zona.
Amenaza Inundación	El predio no se encuentra en esta zona.
<b>Sistema de Áreas Protegidas</b>	
Reserva Nacional Forestal	El predio no se encuentra en esta zona.
Área Distrital Forestal	El predio no se encuentra en esta zona.
<b>Reserva Vial</b>	
Reserva Vial	El predio no se encuentra en esta zona.
<b>Estratificación</b>	
Atípicos	El predio no se encuentra en esta zona.
Estrato	0 acto Administrativo: DEC394 de 28-JUL-17

Nota: Tomada de Google Maps.

**Bogotá Limpia en el noroccidente y Ciudad Limpia en el suroccidente.**



**Figura 9.** Ubicación Geográfica de la Empresa Ciudad Limpia Bogotá S.A. E.S.P. Google Maps.

#### 7.4 Marco institucional

Ciudad Limpia Bogotá S.A. E.S.P. fue constituida por Escritura Pública No. 0001340 del 28 de julio de 1998 en la Notaría 16 De Bogotá D.C. e inscrita el 5 de agosto de 1998 bajo el número 00644350 del libro IX, y efectivamente se constituyó la sociedad comercial bajo el nombre de Ciudad Limpia Bogotá S.A. E.S.P.<sup>25</sup>

En cuanto a su Objeto Social, la sociedad tiene como objeto social principal el desarrollo de todas las actividades relacionadas con el conjunto del servicio público domiciliario de aseo y de sus actividades complementarias. En desarrollo de su objeto social principal, la sociedad podrá realizar las siguientes actividades: I ) Recolección domiciliaria, II) Transporte, III ) Vertido, IV ) Tratamiento, V) Eliminación y/o rectificación de los residuos sólidos urbanos, VI) Limpieza diaria, VII) limpieza de edificios públicos y/ o privados, VIII ) Recolección en el lugar de producción de residuos patógenos, IX ) Recolección, manejo y tratamiento de lodos y X ) En general todas las actividades relacionadas directa o indirectamente con este objeto social.

<sup>25</sup> Cámara de Comercio de Bogotá. Certificado de existencia y representación legal

Dentro de este objeto social se incluyen las actividades complementarias de I ) Transporte, II ) Tratamiento, III ) Aprovechamiento y IV) Disposición final de residuos sólidos, V ) Corte de césped y poda de árboles ubicados en las vías y parques públicos, y en general, en todas las áreas verdes públicas, incluidas la recolección y transporte hasta el sitio de disposición final de los residuos generados por estas actividades, VI) Lavado de dichas áreas, VII ) Transferencia, VIII) Tratamiento, IX) Aprovechamiento, X ) Barrido y limpieza integral de vías y áreas públicas y de elementos que compongan el amoblamiento urbano público, incluyendo la recolección y el transporte hasta el sitio de disposición final de los residuos generados por estas actividades. Para efectos del cumplimiento de su objeto social, la sociedad podrá realizar la prestación de todos los servicios y de todas las actividades que estén relacionadas con el mismo, incluidas pero sin limitarse a ellas, la gestión comercial y financiera del servicio de aseo, la participación en otras sociedades de objeto similar o complementario al de sus actividades industriales y comerciales, y en general ejecutar todo acto y celebrar todo acto o contrato civil, administrativo, laboral o de comercio que tenga relación con el giro de sus actividades sociales o el ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones que se originen o deriven de cualquier contrato que la sociedad tenga suscrito o suscriba en el futuro con la nación o con cualquier entidad del orden territorial, así como con cualquier entidad descentralizada de cualquier orden<sup>26</sup>.

La Misión de Ciudad Limpia Bogotá S.A. E.S.P. es prestar a la comunidad un servicio de aseo integral con calidad, oportunidad y eficiencia utilizando equipos de alta tecnología y un excelente recurso humano que trabaja con esfuerzo y dedicación, para satisfacer las necesidades de sus clientes.

Esta Compañía promueve permanentemente una cultura de aseo que contribuye al mejoramiento de la calidad de vida de sus usuarios sin afectar ni crear impacto alguno al medio ambiente.

En cuanto al tema operacional, Ciudad Limpia Bogotá S.A E.S.P. es una empresa que presta actualmente el servicio del aseo en Bogotá en las localidades de Fontibón y Kennedy, en Cali en 5 comunas y 10 corregimientos que comprenden el centro y oeste del municipio, los servicios que

---

<sup>26</sup> Cámara de Comercio de Bogotá. Certificado de existencia y representación legal

prestación de recolección, barrido y limpieza manual, barrido mecánico, recolección de escombros, servicios especiales, poda y corte de césped, limpieza y lavado de muros, monumentos y áreas públicas.

Ciudad Limpia Bogotá S.A. E.S.P en la actualidad ha desarrollado como innovación una nueva forma de prestar la actividad de barrido, sin utilizar la bolsa plástica, mejorando la calidad del servicio y cuidando el medio ambiente.

Es por eso que este trabajo está enfocado en el mejoramiento, implementación y, o actualización, de los procesos de control operacional con el fin de generar menor cantidad de residuos especiales (llantas usadas) generados por la operación de transporte de residuos sólidos por parte de la empresa y así seguir contribuyendo con la protección de nuestro medio ambiente.

## 8. Marco metodológico

### 8.1 Diseño mitológico

#### Objetivo general

Tabla 8.

#### *Diseño mitológico*

Formulación de un plan para el control técnico de las llantas en operación del parque automotor de la empresa Ciudad Limpia Bogotá, con el fin de contribuir a la reducción de residuos especiales				
Objetivo específico	Actividad	Técnica	Instrumento	Resultado
Realizar un diagnóstico técnico y operativo del uso que se le da a las llantas de los camiones recolectores en el proceso de transporte de residuos sólidos en la ciudad de Bogotá, localidades de Fontibón y Kennedy.	Realizar un plan de investigación en las actividades de llantas  Recolección de información en campo	Observación y encuestas	Ficha de registro	Generar información general de que llantas tiene la flota de ciudad limpia características y tipologías de vehículos y llantas
Comparar los resultados obtenidos en el diagnóstico con prácticas alternativas que aumentan la vida útil de las llantas, con el fin de establecer la brecha entre la situación actual y la situación deseada.	Realizar un inventario de las llantas y sus usos  Realizar una comparación entre las llantas hoy utilizadas y las que tiene el mercado	Observación y registro de tabla de contenido del control	Ficha técnica  Cuadro de control de llantas por tipología	Conocer las cantidad y estado de los productos  Identificar las llantas usadas a nivel regional y por tipo de operación
Proponer el plan operativo, para que la Empresa Ciudad Limpia Bogotá S.A. E.S.P. aumente la vida útil de las llantas y de esta forma reduzca la generación de residuos especiales ayudando a mejorar las condiciones ambientales.	Informe de gestión las actividades	Observación y control	Ficha técnica	Evaluar la viabilidad de las acciones

*Nota:* Fuente Propia

A continuación, se adjunta el cronograma operativo de la investigación cual tiene como objetivo mostrar las actividades con el seguimiento

Tabla 9.

*Cronograma de seguimiento*

Cuadro de seguimiento del cronograma de actividades				
N° de actividad	Actividad	Área	Fecha de inicio	SEMANA 14
5. Marco lógico	investigacion	procesos	AGOSTO,2019	
5.1 Análisis de involucrados	investigacion	procesos	AGOSTO,2019	
5.2 Árbol de problemas	creacion	Administrativa	AGOSTO,2019	
5.3 Árbol de objetivos	creacion	Administrativa	AGOSTO,2019	
5.4 Análisis de alternativas	investigacion	procesos	SEPTIEMBRE,2019	
5.5 Matriz de marco lógico	investigacion	procesos	SEPTIEMBRE,2019	
6. Marco de referencia	investigacion	procesos	SEPTIEMBRE,2019	
6.1 Marco teórico conceptual	investigacion	procesos	SEPTIEMBRE,2019	
6.2 Marco legal y normativo	investigacion	procesos	SEPTIEMBRE,2019	
6.3 Marco geográfico	investigacion	procesos	SEPTIEMBRE,2019	
6.4 Marco institucional	investigacion	procesos	SEPTIEMBRE,2019	
7. Marco metodológico	creacion	Administrativa	SEPTIEMBRE,2019	
7.1 Cronograma	creacion	Administrativa	SEPTIEMBRE,2019	
7.2 Presupuesto	creacion	Administrativa	SEPTIEMBRE,2019	
Cronograma de actividades	creacion	Administrativa	OCTUBRE,2019	
realizar investigacion en campo	creacion	operativa	OCTUBRE,2019	
realizar levantamiento de la informacion	levantamiento de informacion	operativa	OCTUBRE,2019	
realizar inventario de tablas y datos del llantas	levantamiento de informacion	operativa	OCTUBRE,2019	
realizar cruce de tablas de datos	levantamiento de informacion	procesos	OCTUBRE,2019	
realizar identificacion inicial de la flota	levantamiento de informacion	procesos	OCTUBRE,2019	
determinar las fichas tecnicas de las llantas	creacion	procesos	OCTUBRE,2019	
determinar las tipologia de las llantas	levantamiento de informacion	procesos	NOVIEMBRE,2019	
revisar los manuales de gestion de llantas	levantamiento de informacion	procesos	NOVIEMBRE,2019	
determinar costo y kilometrajes	creacion	procesos	NOVIEMBRE,2019	
determinar viabilidad del proyecto	presentacion	Administrativa	NOVIEMBRE,2019	

*Nota:* Fuente Propia



## **8.2 Definición de las técnicas y diseño de instrumentos para acceder a los datos**

Para el acceso a los datos en la unidad de análisis, utilizamos la entrevista personal, indagando las formas y diferentes actividades de operación en las diferentes áreas del proceso del cuidado de las llantas.

De igual manera realizamos la revisión documental, por que con esta herramienta verificamos las normas, acuerdos, procesos y demás registros que se requieran para el conocimiento general de las llantas.

Se utilizaron listas de chequeo, cronogramas, verificación de documentos y el método de observación teniendo en cuenta que es una actividad visual y es un producto físico que genera diferentes condiciones finales.

### **8.2.1 Definición y selección de las fuentes.**

- **Fuentes Primarias:** Información brindada por el personal del área ambiental y recursos humanos y mantenimiento, como lista de chequeo.

- **Fuentes Secundarias:** Encuestas directamente con el personal de la empresa encargado del área ambiental, entrevistas y recolección de información por medio de la página web de la empresa.

### **8.2.2 Definir la estrategia de análisis de datos.**

El propósito para la realización de esta investigación, es recopilar información que nos ayude abordar el problema del presente trabajo; usando técnicas como visitas a la empresa y encuestas a las personas encargadas del proceso ambiental, para establecer la actividad que realizan con los residuos sólidos especiales y su disposición final. Y así obtener una serie de datos cualitativos y cuantitativos de esta manera aprovecharlos. Por último, realizamos la clasificación y tabulación de la información, para comparar los resultados.

### **8.2.3 Definir las estrategias de validez del estudio de caso.**

La validez de la información está basada en fuentes solidas en la recolección la información pasando por etapas de cadena de evidencia.

La información recopilada está tomada de fuentes de información en datos históricos dentro de la compañía. y la información externa.



La fiabilidad de los datos es extraída de seguimiento paso a paso de la operación en relación al manejo en las llantas en los vehículos y luego en su disposición final primaria, generando historia de los datos con el fin de volverlos información para estudio.

#### 8.2.4 Definir la estrategia de triangulación de fuentes y resultados.

Se Triangulará fuentes primarias y secundarias con la matriz legal y con la observación de acuerdo con la recolección y revisión de procesos por parte del personal Administrativo y operativa para llegar a obtener unos resultados finales.

### 8.3 Presupuesto

Para la crear el presupuesto se establecen varias alternativas que pueden ser por actividad y por tiempo generado

Tabla 10.

*Cuadro de presupuesto de las actividades del proyecto*

Cuadro de presupuesto de las actividades del proyecto						
ACTIVIDA D	CATEGORI A	DESCRIPCION	TIEMP O	UNID AD	VALOR UNIDAD	VALOR TOTAL
visita base de operaciones	visitas	visita al sitio de trabajo	mes	5	\$ 100.000	\$ 400.000
Elementos y equipo	materiales	compra de papelería y elementos de uso	elemento s	20	\$ 5.000	\$ 100.000
trabajo practico	transporte	movilización de ubicaciones	días	20	\$ 5.000	\$ 100.000
tiempo de producción	tiempo	tiempo de tareas	días	20	\$ 50.000	\$ 1.000.000
dotación y equipo de epp	epp	compra de dotación	cantidad	por equipo	\$ 250.000	\$ 250.000
<b>total, gasto</b>						<b>\$ 1.850.000</b>

*Nota:* Fuente Propia

## 9. Resultados y análisis

### 9.1 Resultados del objetivo específico número 1 (3.2.1)

“Realizar un diagnóstico técnico y operativo del uso que se le da a las llantas de los camiones recolectores en el proceso de transporte de residuos sólidos en la ciudad de Bogotá, localidades de Fontibón y Kennedy.”

Para dar los resultados del presente objetivo se definió dentro de la metodología construir fichas de registro las cuales serían diligenciadas a través de la observación y encuestas.

Las actividades se realizaron de la siguiente manera, se crearon unas fichas técnicas y un formulario de encuesta donde se plasmó la información de la composición organizacional de la empresa desde el punto de vista operativo, y la clasificación de los grupos misionales.

Por lo que al recolectar toda esta información, se observan las siguientes fichas, con los respectivos resultados:

La presente ficha inicial muestra que la empresa Ciudad Limpia Bogotá S.A. E.S.P., es una empresa de tipo comercial que presta los servicios de barrido manual, barrido mecánico, recolección domiciliaria, escombros, corta y poda de árboles entre otros.

Tabla 11.

#### *Ficha técnica inicial*

Ficha técnica inicial									
CARACTERÍSTICAS DE LA OPERACIÓN DE LA COMPAÑÍA									
Nombre de la empresa	Ciudad Limpia Bogota S.A. E.S.P.								
				Ubicación de la empresa	Bogota				
Ciudad de operación	Bogota	Calli	Neiva	Zona de operación	Kennedy y Fontibon				
Tipo de empresa	Comercial	Aplica		Características del servicio	Transporte de residuos solidos				
	Industrial	No aplica							
	Transporte	Aplica							
	Servicios	Aplica							
Procesos operativos existen	Barrido manual	Barrido mecanico	Recoleccion mecanica	lavado de contenedores	Recoleccion domiciliari	Recoleccion de escombros	Corte de cesped	Poda de arboles	lavado de cestas publicas
Procesos operativos	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica	Aplica

*Nota:* Fuente propia

La ficha técnica dos a continuación muestra la cantidad de vehículos por tipología, también se relaciona la cantidad de ejes por vehículo y el tiempo de operación diario promedio, relacionados con el proceso de recolección de residuos.

Las llantas direccionales van en los ejes delanteros. Las llantas de la parte trasera (tracción) cuenta con uno o dos ejes y van dos llantas por cada punta de eje, en total cuatro por cada eje de tracción, el tiempo de recorrido en horas diario promedio son 24 horas repartidos en tres turnos, los kilómetros recorridos promedio por vehículo 250 km diarios. Al final de la operación al año recorren aproximadamente 84.000 kilómetros y 8.064 hora por vehículo, la cantidad de vehículos utilizados para esta muestra son 77.

Tabla 12.

*Ficha técnica dos. Datos Suministrados durante el desarrollo del proceso, donde se utiliza método de encuesta*

Ficha técnica dos									
Objetivo de la ficha de información, conocer las clase de tipología de los vehículo									
Tipología de vehículos	Recolectores	Recolectores	Recolectores	Ampliroles	Barredoras	Camiones	Camionetas	levanta contenedores	lava contenedores
Numero de ejes	2	3	4	3	2	3	2	3	3
Marca de vehículos	volvo	volvo	volvo	volvo	volvo	volvo	volvo	volvo	volvo
Tiempo de operación por día/ horas	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Modelo	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019
<b>Cantidad de vehículos</b>	<b>77</b>								
<b>Tiempo de operación total</b>	<b>diario</b>	<b>semana</b>	<b>mensual</b>	<b>anual</b>	valores tomados por promedio, debido a la diferentes tareas del proceso por vehículo				
Horas	24	168	672	8064					
Kilometros	250	1750	7000	84000					

*Nota:* Fuente Propia

La siguiente ficha número tres muestra la cantidad de llantas por tipo, característica y dimensión utilizadas por los vehículos en los procesos nombrados con anterioridad y las llantas almacenadas en base de operaciones lista para montar a los vehículos.

Las llantas en la parte direccional por vehículo son dos, las llantas en la parte trasera (tracción) son ocho, la gráfica muestra la cantidad de llantas utilizadas por direccional son 154 y las llantas tracción equivale a 616 total rodando son 770 llantas, adiciona en almacén se encuentran 56 llantas de base, en taller 20 de auxilio y con el proveedor que las repara o reencaucha son 30 el total general de las llantas utilizadas en la operación es de 876 unidades.

Tabla 13.

*Ficha técnica tres*

Ficha técnica tres									
objetivo conocer las diferentes clase de llantas utilizadas en el proceso									
	Recolectores	Recolectores	Recolectores	Barredoras	Recolectores	Ampliroles	Camionetas	Camionetas	Barredoras
Tipo de llantas	13R22.5	12R22.5	315/8022.5	11R 22.5	385/50R22.5	295/8022.5	175.R14	185.R15	9.5R22.5
Cantidad de llantas	30	320	50	6	32	60	80	2	2
Tipología de ubicación en el vehículo									
Tipo de llantas	13R22.5	12R22.5	315/8022.5	11R 22.5	385/50R22.5	295/8022.5	175.R14	185.R15	9.5R22.5
llantas en la posición direccional	2	2	2	2	4	2	2	2	2
llantas en la posición trasera( tracción)	8	8	8	2	8	8	2	2	2
cantidad de vehículos por tipo de llanta	8	22	4	2	8	6	23	2	2
Total	cantidad por unidad operacional	cantidad total	total de vh	Llantas de reserva		total base	total operación		
total llantas direccional	20	154	77	Almacen	56	106			876
total llantas tracción	48	616	77	Taller	20				
total	68	770	77	Reencauche	30				

Nota: Fuente Propia

A continuación, se realiza cuadro de datos por tipo de vehículo de las llantas en uso, donde muestra el tipo de vehículo, la marca de las llantas utilizada, la dimensión por cada vehículo, el labrado y la dimensión adicional, se muestra la presión de las llantas en las posiciones delanteras y tracción.

Tabla 14.

*Precisiones de aire recomendadas para las llantas de los vehículos y tuercas de apriete.*

PRESIONES DE AIRE RECOMENDADAS PARA LAS LLANTAS DE LOS VEHÍCULOS Y TORQUES DE APRIETE					
TIPO DE VEHÍCULO	MARCA DE LA LLANTA	DIMENSION DE LLANTA	TIPO LABRADO DELANTERO / TRASERO	PRESIÓN DELANTERA	PRESIÓN TRASERA
COMPACTADOR MERCEDES BENZ ACTROS	BRIDGESTONE	13R 22.5	M 840 / L 317	100	90
	MICHELIN	13R 22.5	XZY2 / XZH2R	90	90
AMPLIROLL MERCEDES BENZ ACTROS	BRIDGESTONE	13R 22.5	M 840 / L 317	110	90
	MICHELIN	13R 22.5	XZY2 / XZH2R	105	90
VOLQUETA MERCEDES BENZ ACTROS	BRIDGESTONE	13R 22.5	M 840 / L 317	100	90
	MICHELIN	13R 22.5	XZY2 / XZH2R	90	70
COMPACTADOR CHEVROLET KODIAK	MICHELIN	295 / 80R22.5 Rin artillero	XZY2 / XDY	70	100
		295 / 80R22.5 Rin disco	XZY2 / XDY	70	100
AMPLIROLL CHEVROLET KODIAK	MICHELIN	295 / 80R22.5 Rin artillero	XZY2 / XDY	70	90
		295 / 80R22.5 Rin disco	XZY2 / XDY	70	90
CARRO TANQUE CHEVROLET KODIAK	MICHELIN	295 / 80R22.5	XZY2 / XDY	80	90
CHEVROLET LUV TFR DOBLE CABINA	PIRELLI	215 / 75R14	SCORPION	40	40
	UNIROYAL	215 / 75R14	LAREDO	40	40
	MICHELIN	195 R 14C	AGILIS 81	40	40
CHEVROLET LUV CABINA SENCILLA	PIRELLI	215 / 75R14	SCORPION	32	32
	UNIROYAL	215 / 75R14	LAREDO	32	32
	MICHELIN	195 R 14C	AGILIS 81	32	32
CHEVROLET LUV DOBLE CABINA N° INTERNO 2933	PIRELLI	235 / 75R-15	SCORPION	40	40
MINICARGADOR CASE 60XT	MICHELIN	750 R 15	X-MINE / STABIL	60	60
MINICARGADOR CASE 1845C	MICHELIN	12 R 16.5	X-MINE	60	60
MINICARGADOR BOBCAT S 185	MICHELIN	10 * 16.5	STABIL	60	60
CHEVROLET NPR	MICHELIN	750 R 16	XZY2	90	90
MERCEDES BENZ SPRINTER	MICHELIN	195 / 70 R 15	AGILIS 81	50	50
CHEVROLET SPRINT	ND	145/ 80 R 13	ND	30	30
CHEVROLET AVEO	ND	185 / 60 R 14	ND	32	32
CHEVROLET VITARA	ND	205 / 75 R 15	ND	35	35
RENAULT KANGOO	ND	165 / 70 R 14	ND	35	35
FREIGHTLINER	MICHELIN	295/80/22.5	X WORKS.XZY / XDY2	90	85
GRUA BRIGADIER L10	MICHELIN	295/80/22.5	X WORKS.XZY / XDY2	100	90
FREIGHTLINER 4*2	MICHELIN	295/80/22.5	X WORKS.XZY / XDY2	70	100
CHANGAN CON VOLCO	ND	175/70R14	ENERGY	35	35
FOTON MINI TRUCK	ND	175/70R14	ENERGY	35	35
CHEVROLET PICK UP	ND	175/70R14	ENERGY	35	35

*Nota:* Fuente Propia

Finalmente, el cuadro muestra la cantidad de llantas mensual para disposición final por condiciones alternas ordenado mes a mes por tipo de dimensión.

Se relaciona mes a mes la cantidad por dimensión y tipo de rin., las características de daño y las condiciones de desgaste.

Tabla 15.

*Seguimiento al reporte de llantas almacenadas para disposición.*

SEGUIMIENTO AL REPORTE DE LLANTAS ALMACENADAS PARA DISPOSICIÓN																				
MES DE REPORTE	FECHA	TIPO DE LLANTA																		TOTAL
		Bicicleta	Motocicleta	Rin 12	Rin 13	Rin 14	Rin 15	Rin 16	Rin 16,5	Rin 17	Rin 17,5	Rin 18	Rin 19	Rin 19,5	Rin 20	Rin 21	Rin 22	Rin 22,5	Rin 24	
OCTUBRE	2/11/2018	0	0	0	0	1	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	19
NOVIEMBRE	3/12/2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DICIEMBRE	27/12/2018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SEGUIMIENTO AL REPORTE DE LLANTAS ALMACENADAS PARA DISPOSICIÓN																				
MES DE REPORTE	FECHA	TIPO DE LLANTA																		TOTAL
		Bicicleta	Motocicleta	Rin 12	Rin 13	Rin 14	Rin 15	Rin 16	Rin 16,5	Rin 17	Rin 17,5	Rin 18	Rin 19	Rin 19,5	Rin 20	Rin 21	Rin 22	Rin 22,5	Rin 24	
ENERO	30/01/2019	0	0	0	0	1	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	21
FEBRERO	26/02/2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	27/03/2019	0	0	0	0	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	24
ABRIL	29/04/2019	0	0	0	0	8	0	0	11	0	1	0	0	0	0	0	0	17	0	37
MAYO	18/06/2019	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	12
JUNIO	19/07/2019	0	0	0	0	3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	25
JULIO	8/08/2019	0	0	0	0	22	0	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	22	0	50
AGOSTO	30/08/2019	0	0	0	0	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	42
SEPTIEMBRE	7/10/2019	0	0	0	0	9	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	27	0	39
OCTUBRE																				0
NOVIEMBRE																				0
DICIEMBRE																				0
																			TOTAL ANUAL	250

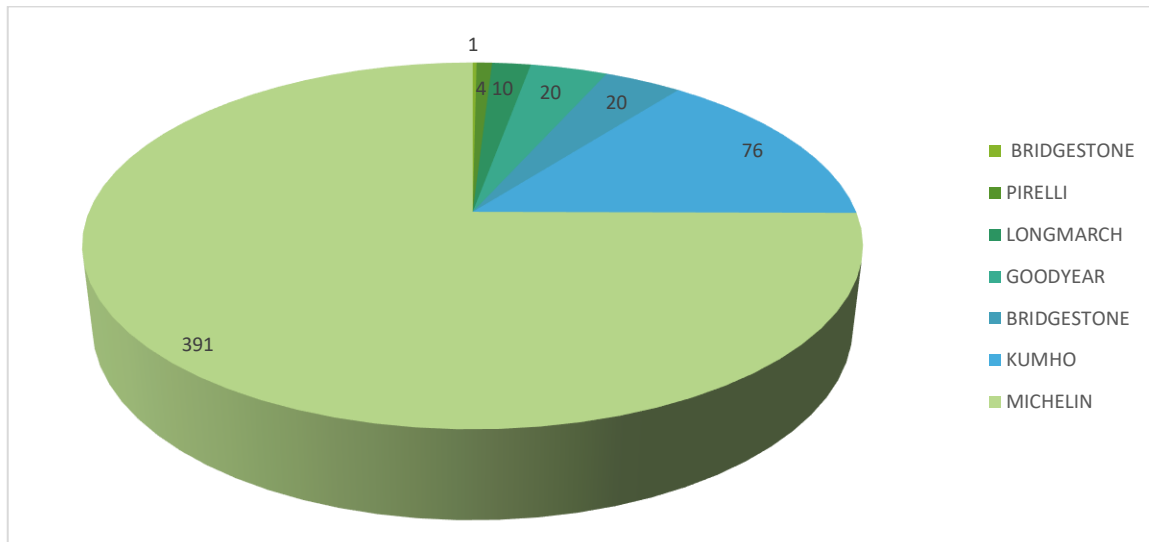
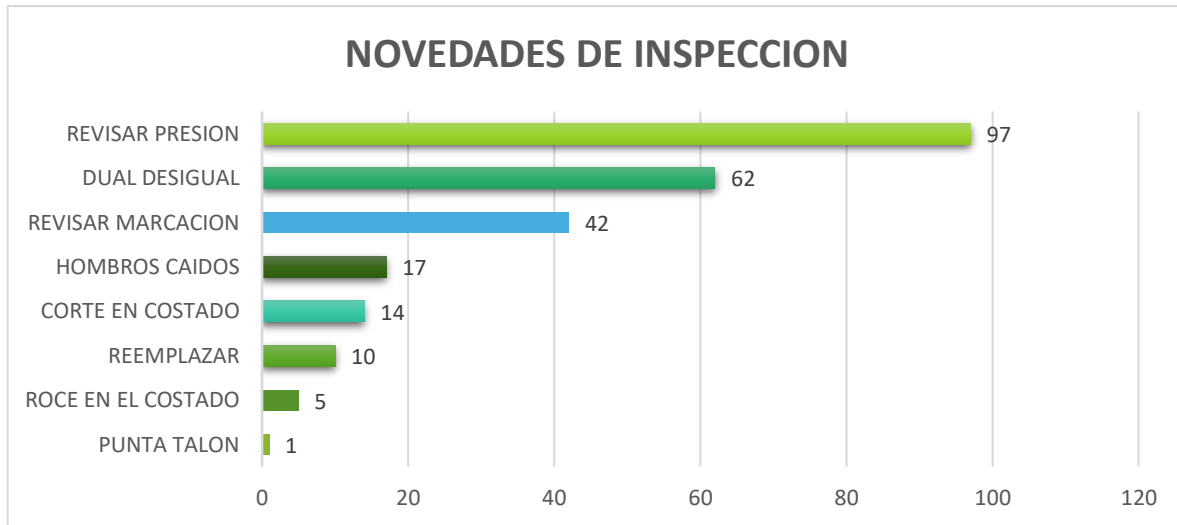
Nota: Fuente Propia

## 9.2 Resultados del objetivo específico número 2 (3.2.2)

“Comparar los resultados obtenidos en el diagnóstico con prácticas alternativas que aumentan la vida útil de las llantas, con el fin de establecer la brecha entre la situación actual y la situación deseada.”

Con el fin de dar a conocer los resultados obtenidos definidos para el seguimiento de las llantas, se crearán las tablas de información que se realizarán por el método de observación y encuestas en el área que le corresponde este proceso.

La gráfica muestra las condiciones en las cuales se encuentra las llantas en la última inspección.



**Figura 10.** La grafica muestra la cantidad de llantas por marca utilizadas en la operación. Fuente propia.

PLACA MOVIL	TIPOLOGIA	POSICION	EJE	N° INTERNO	FECHA DE INS	MARCA	DISEÑO. ORIG.	DIMENSION	DISEÑO REENC..	PROVEEDOR	NR	EXTERNO	CENTRAL	INTERNO	PROFUNDIDAD MINIMA
3002	COMPACTADOR	1	3	CL6681	23/09/2019	KUMHO	KMA22	12R22.5	ORIGINAL	ORIGINAL	ORIGINAL	13,0	11,0	12,0	11,0
3002	COMPACTADOR	2	1	CL6681	23/09/2019	KUMHO	KMA22	12R22.5	ORIGINAL	ORIGINAL	ORIGINAL	13,0	12,0	12,0	12,0
3002	COMPACTADOR	3	2	CL5703CCC	23/09/2019	MICHELIN	XZY2	295/80R22.5	VT510	VPAL	REENCAUCHE	19,0	19,0	18,0	18,0
3002	COMPACTADOR	4	2	CL5780CC	23/09/2019	MICHELIN	XDY+	295/80R22.5	VT510	VPAL	REENCAUCHE	19,0	19,0	19,0	19,0
3002	COMPACTADOR	5	2	CL5512CC	23/09/2019	MICHELIN	XZY2	295/80R22.5	VT510	VPAL	REENCAUCHE	19,0	19,0	18,0	18,0
3002	COMPACTADOR	6	2	CL6100	23/09/2019	BRIDGESTONE	L320	295/80R22.5	VT510	VPAL	REENCAUCHE	19,0	17,0	18,0	17,0
3002	COMPACTADOR	7	3	CL6496	23/09/2019	MICHELIN	XZY2	295/80R22.5	VT510	VPAL	REENCAUCHE	18,0	18,0	19,0	18,0
3002	COMPACTADOR	8	3	SM	23/09/2019	MICHELIN	XMULTI Z	295/80R22.5	VT510	VPAL	REENCAUCHE	19,0	19,0	18,0	18,0
3002	COMPACTADOR	9	3	CL6368C	23/09/2019	MICHELIN	XDY+	295/80R22.5	VT510	VPAL	REENCAUCHE	18,0	18,0	18,0	18,0
3002	COMPACTADOR	10	3	CL6311	23/09/2019	MICHELIN	XZY2	295/80R22.5	VT510	VPAL	REENCAUCHE	18,0	18,0	19,0	18,0

**Figura 11.** Inventario de llantas de Ciudad Limpia Bogotá S.A E.S.P. Fuente propia.

El cuadro muestra un ejercicio de seguimiento de las llantas, queda a condición de desgaste en la operación con el fin de verificar en un mayor kilometraje recorrido y queda como tarea de seguimiento por tardarse más o menos cuatro meses en generar un resultado.

Tabla 16.

*Información ciclos Ciudad Limpia Bogotá*

INFORMACION CICLOS CIUDAD LIMPIA BOGOTA									
# LLANTA	1er Ciclo De Reencauche Banda (...)			2ndo Ciclo De Reencauche Banda (...)			3er Ciclo De Reencauche Banda (...)		
	Fecha De Mont	Km De Mont	Km De Desmont	Fecha De Mont	Km De Mont	Km De Desmont	Fecha De Mont	Km De Mont	Km De Desmont
CL0051	23/09/2019	45692							
CL0052	23/09/2019	45692							
CL0053	23/09/2019	45692							
CL0054	23/09/2019	45692							
CL0055	23/09/2019	45692							
CL0056	23/09/2019	45692							
CL0057	23/09/2019	45692							
CL0058	23/09/2019	45692							
CL0059	23/09/2019	45692							
CL0060	23/09/2019	45692							
vehículo 3005 volvo									
se presenta el montaje de los primeros datos queda a futuro su comportamiento según las consumiciones externas y de mantenimiento									

Nota: Fuente Propia

Se realiza seguimiento a un vehículo con el fin de verificar la duración, los kilómetros recorridos sin realizar ningún cambio en las condiciones operativas y se determina la duración de 25000 kilómetros recorridos y de este proceso solo se aprovechan 5 llantas para otro reencauche los 3 restantes se van a disposición final por no tener las condiciones físicas adecuadas.

Se realiza un ejercicio de comparación entre dos marcas de llantas (Kummo VS Bridgestone) con las similares condiciones de uso, manejo y características en el terreno con el fin de determinar cuál es la mejor opción en condiciones similares.

Tabla 17

*Control de llantas de Ciudad Limpia Bogotá*

CONTROL DE LLANTAS EN PRUEBA INSTALACION NUEVAS												
FECHA	tiempo transcurrido	VEHICULO	POSICION	SERIE S	MARCA	DISEÑO	KILOMETROS DE INSTALACION	SUMATORIA	ALTURA DE LA LABRADO	SUMATORIA	ORDEN TRABAJO	COSTO UNIDAD
26/01/2019	0,00	2055	3--8	6120-6127	KHUMMO	KMD41	227.922,00		20		183670	1.172.843,00
26/01/2019	0,97	2055	3--8	6120-6127	KHUMMO	KMD41	231.283,00	3.361,00	20	0	183670	1.172.843,00
26/01/2019	1,33	2055	3--8	6120-6127	KHUMMO	KMD41	232.827,00	1.544,00	19	1	183670	1.172.843,00
26/01/2019	2,27	2055	3--8	6120-6127	KHUMMO	KMD41	236.466,00	3.639,00	17	3	183670	1.172.843,00
26/01/2019	2,87	2055	3--8	6120-6127	KHUMMO	KMD41	238.411,00	1.945,00	16	4	183670	1.172.843,00
26/01/2019	3,90	2055	3--8	6120-6127	KHUMMO	KMD41	242.470,00	4.059,00	13	7	183670	1.172.843,00
26/01/2019	4,73	2055	3--8	6120-6127	KHUMMO	KMD41	244.761,00	2.291,00	12	8	183670	1.172.843,00
26/01/2019	6,00	2055	3--8	6120-6127	KHUMMO	KMD41	251.214,00	6.453,00	10	10	183670	1.172.843,00
	-1433,47	2055	3--8	6120-6127	KHUMMO	KMD41		- 251.214,00		20	183670	1.172.843,00
	-1433,47	2055	3--8	6120-6127	KHUMMO	KMD41		-		20	183670	1.172.843,00
	-1433,47	2055	3--8	6120-6127	KHUMMO	KMD41		-		20	183670	1.172.843,00
	-1433,47	2056	3--8	6120-6127	KHUMMO	KMD42		-		20	183670	1.172.843,00
AL RECORRIDO							23.292,00					



INSTALACION NUEVAS												
FECHA	SUMATORIA	VEHICULO	POSICION	SERIE S	MARCA	DISEÑO	KILOMETROS DE INSTALACION	SUMATORIA	ALTURA DE LA LABRADO	SUMATORIA	ORDEN TRABAJO	COSTO UNIDAD
26-09/2018	0,00	2052	3--8	6434--6441	BRIDGESTONE	L320	207.307,00		22,5		183370	1.395.250,00
25/10/2018	0,97	2052	3--8	6434--6441	BRIDGESTONE	L320	210.556,00	3.249,00	21	-1	183370	1.395.250,00
5/11/2018	1,33	2052	3--8	6434--6441	BRIDGESTONE	L320	211.889,00	1.333,00	19,5	0,5	183370	1.395.250,00
15/11/2018	1,67	2052	3--8	6434--6441	BRIDGESTONE	L320	215.366,00	3.477,00	18	2	183370	1.395.250,00
21/12/2018	2,87	2052	3--8	6434--6441	BRIDGESTONE	L320	217.429,00	2.063,00	16	4	183370	1.395.250,00
21/01/2019	3,90	2052	3--8	6434--6441	BRIDGESTONE	L320	221.523,00	4.094,00	13,5	6,5	183370	1.395.250,00
15/02/2019	4,73	2052	3--8	6434--6441	BRIDGESTONE	L320	224.882,00	3.359,00	10	10	183370	1.395.250,00
25/03/2019	6,00	2052	3--8	6434--6441	BRIDGESTONE	L320	230.589,00	5.707,00	6	14	183370	1.395.250,00
31/03/2018	6,20	2052	3--8	6434--6441	BRIDGESTONE	L320	231.431,00	842,00	4	16	183370	1.395.250,00
	-1433,47	2052	3--8	6434--6441	BRIDGESTONE	L320		- 231.431,00			183370	1.395.250,00
	-1433,47	2052	3--8	6434--6441	BRIDGESTONE	L320		-		20	183370	1.395.250,00
	-1433,47	2052	3--8	6434--6441	BRIDGESTONE	L320		-		20	183370	1.395.250,00
<b>TAL RECORRIDO</b>								<b>24.124,00</b>				

Nota: Fuente Propia

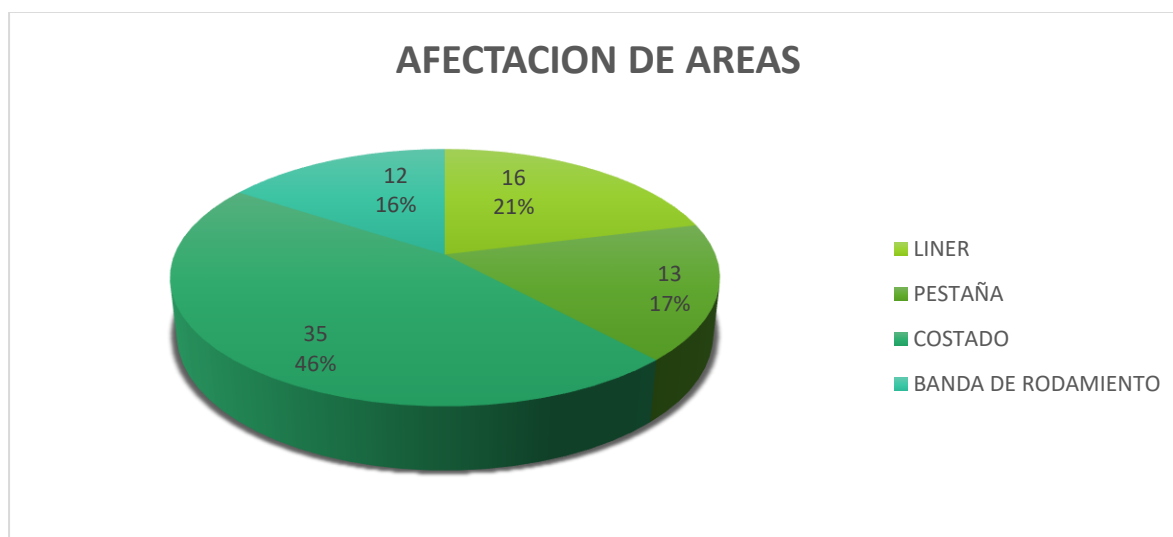
Varios estudios señalan que la marca KHUMMO en 295/80r22.5 tiene una duración de 26547 kilómetros y la marca con menor rendimiento en este ejercicio es la LONGMARCH con 18016 kilómetros de recorrido.

Tabla 18

*Rendimiento de llantas. La tabla muestra las partes con mayor afectación por la operación esto es ocasionado por realizar poco control operacional de los vehículos en las llantas.*

RENDIMIENTO LLANTAS										
DIMENSION	MARCA	TIPO	DISEÑO	DURACION EN TIEMPO MES	KILOMETROS RECORRIDOS	COSTO UNIDAD	KM/\$	COSTO KHUMMO	COSTO MICHELLIN	COSTO BANDTEK
13R22.5	LONGMARCH	NUEVA	LM328	4.83	18,016	1,000,000.00	55.506			
	KHUMMO	REENCAUCHE	VT510(XDY)	5.4	22,500	510,000.00	22.667			510,000.00
	MICHELLIN	REENCAUCHE	VT510(XDY)	6.0	23,000	510,000.00	22.174		761,752.00	
	KHUMMO	REENCAUCHE	IZHL	5.20	24,397	540,000.00	22.134			
295/80R22.5	LONGMARCH	NUEVA	LM328	4.67	18,900	1,000,000.00	52.910			
	KHUMMO	REENCAUCHE	VT510(XDY)	5.4	21,200	470,000.00	22.170			470,000.00
	MICHELLIN	REENCAUCHE	IZHL	5.27	21,465	470,000.00	21.896			
	MICHELLIN	REENCAUCHE	VT510(XDY)	5.4	22,100	470,000.00	21.267		661,640.00	
	KHUMMO	NUEVA	KMD41	7.00	26,547	1,103,500.00	41.568	1,103,500.00		

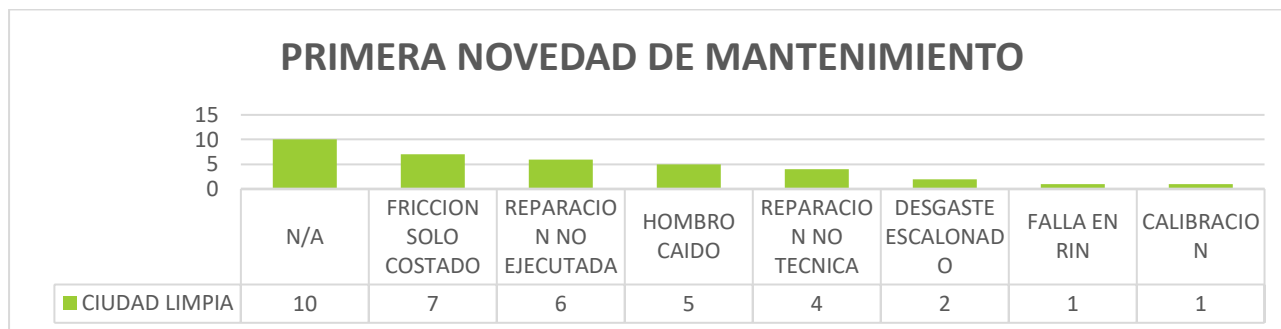
Nota: Fuente Propia.



**Figura 12.** Afectación de áreas. Fuente Propia

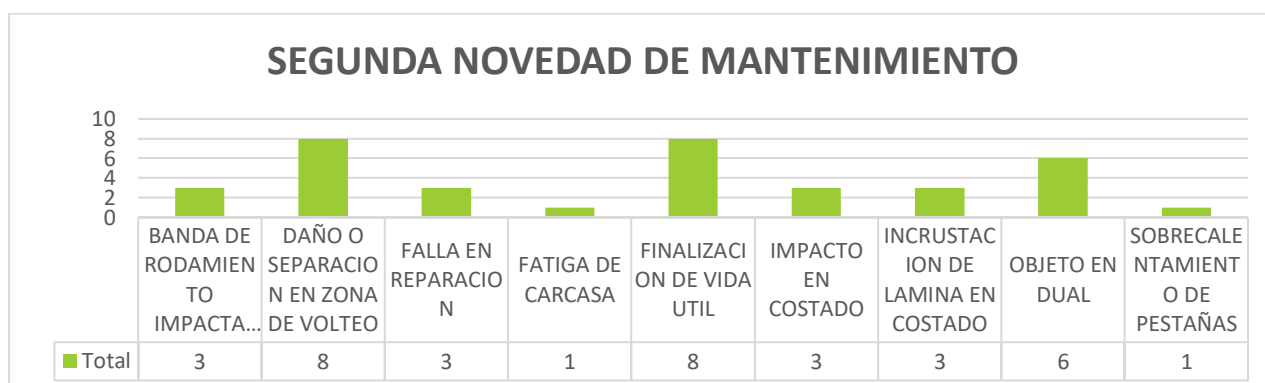
La grafica muestra los problemas más frecuentes en las llantas inspeccionadas siendo la fricción una de los mayores efectos a controlar, otro gran ejemplo es los hombros caídos por falta de rotación en tiempos justos.

Tabla 19.

*Primera novedad de mantenimiento*

Nota: Fuente Propia

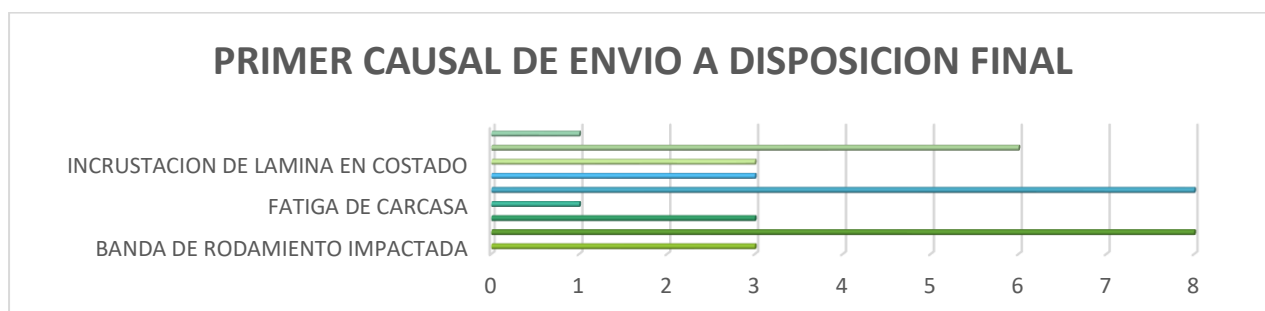
Tabla 20.

*Segunda novedad de mantenimiento*

Nota: Fuente Propia

Estas son las fallas en las cuales se debe trabajar con el fin de mejorar la vida de las llantas

Tabla 21.

*Primera causal de envío a disposición final*

Nota: Fuente Propia

Estas son las características más frecuentes en las condiciones operacionales de las llantas por diferentes razones y a las cuales hay que atender con el fin de mejorar la duración de la llanta.

### 8.3 Resultados del objetivo específico número 3 (3.2.3)

“Proponer el plan operativo, para que la Empresa Ciudad Limpia Bogotá S.A. E.S.P. que aumente la vida útil de las llantas y de esta forma reduzca los impactos ambientales producto de su operación.”

Con el fin de proponer actividades de mejoren con un plan de mantenimiento, que ayude aumentando la vida útil de las llantas a fin de reducir la disposición final de elementos espaciales (llantas usadas). Se plantea así.

Tabla 22.

#### Propuesta plan operativo de mejora

Propuesta del plan operativo de mejora										
Actividad	Estrategia	Prioridad	Actividad asociada	Responsable	Fecha de inicio	Fecha de terminación	Seguimiento	Presupuesto		Indicador
								dias	costo	
Crear una serie de actividades para la mejora de las llantas	con un nuevo plan de trabajo y coordinado con mantenimiento se debe crear los protocolo de mejora del proceso.	ALTA	manual de taller	coordinador de taller area llantas	1-oct-19	1-nov-19	nov-19	60	5000000	tarea propuestas . Vs. Tareas ejecutadas
Crear metodo de control las llantas por inspeccion preventiva cada tiempo determinado	Se crea un plan de trabajo donde los vehiculos se dejan en taller para la inspeccion , o mejora de cada llanta	BAJA	proceso operacional	montallantas y jefe de taller	1-oct-19	1-nov-19	noviembre 10 2	30	1200000	vehiculos programados .vs. Vehiculos ejecutados
Crear un modelo de rotacion según consiciones de la flota	se crea un a tabla donde se realiza seguimiento y se deja contemplado que por cada 6000 kilometros se debe realizar la rotacion de los vehiculos.	ALTA	proceso operacional	montallantas y jefe de taller	1-oct-19	1-nov-19	noviembre 10 2	30	1200000	vehiculos programados .vs. Vehiculos ejecutados teniendo en cuanta los kilometros de
crear una estrategia de cambio de llantas	Se crea un modelo donde de programacion semanal donde se cambia las llantas se envia a los vehiculos de la flota.	ALTA	proceso operacional	montallantas y jefe de taller	1-oct-19	1-nov-19	noviembre 10 2	3	1200000	cantidad de llantas a reencache .Vs. Cantidad de llantas para uso.
crear programacion de rotacion de las llantas	se crea el conograma de rotacion de llantas cada tiempo determinado de 6000 o 7000 kilometros recorridos de cada vehiculo.	ALTA	proceso operacional	montallantas y jefe de taller	1-oct-19	1-nov-19	noviembre 10 2		3000000	indicador de conocimiento, de seguimiento no de
crear un programa de inspeccion preventiva y no correctiva	Se crea un formato y una tarea semanal para inspeccion preventiva no correctiva	BAJA	proceso operacional	montallantas y jefe de taller	1-oct-19	1-nov-19	noviembre 10 2		3000000	indicador de conocimiento, de seguimiento no de
Dar a conocer los costo generados por perdida de llantas	mostrar los costos generados por el deterioro de las llantas a disposicion final, que no se recuperan desde su retiro.	BAJA	proceso administrativo	jefe de taller	1-oct-19	1-nov-19	noviembre 10 2		3000000	indicador de conocimiento, de seguimiento no de
Dar a conocer los problemas que genera las llantas usadas por mala disposicion	mostrar ejemplos de las mala practica ambientales de las llantas en desuso	ALTA	proceso administrativo	jefe de taller	1-oct-19	1-nov-19	noviembre 10 2		3000000	indicador de conocimiento, de seguimiento no de
Dara a conocer otras alternativas de la disposicion final de la llantas	otros modelos de uso a fin de mejora y disminucion de elementos espaciales	ALTA	proceso administrativo	jefe de taller	1-oct-19	1-nov-19	noviembre 10 2		3000000	indicador de conocimiento, de seguimiento no de

Nota: Fuente Propia

El cuadro muestra un plan de operativo. Donde se debe programar los vehículos por semana, esta programación queda sujeta al plan de mantenimiento general del taller.

Muestra número del carro, la tipología la semana que se debe dejar en taller y se actualiza el cuadro cuando se realice la tarea.

Tabla 23.

*Cronograma de cambios*

PROPUESTA DE ROTACION LLANTAS CADA 5000 M/MS 6000																					
N° Interno	Área operativa	Tipología	SEMANA 01	SEMANA 02	SEMANA 03	SEMANA 04	SEMANA 05	SEMANA 06	SEMANA 07	SEMANA 08	SEMANA 09	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16	SEMANA 17	SEMANA 18	SEMANA 19
3002	Recolección domiciliaria	Compactador					P						P						P		
3003	Recolección domiciliaria	Compactador					P						P						P		
3004	Recolección domiciliaria	Compactador					P						P						P		
3005	Recolección domiciliaria	Compactador					P						P						P		
3006	Recolección domiciliaria	Compactador					P						P						P		
3007	Recolección domiciliaria	Compactador					P						P						P		
3008	Recolección domiciliaria	Compactador					P						P						P		
3009	Recolección domiciliaria	Compactador					P						P						P		
3010	Recolección domiciliaria	Compactador					P						P						P		
3011	Recolección domiciliaria	Compactador					P						P						P		
3012	Recolección domiciliaria	Compactador					P						P						P		
3013	Recolección domiciliaria	Compactador						P					P						P		
3014	Recolección domiciliaria	Compactador						P					P						P		
3015	Recolección domiciliaria	Compactador						P					P						P		
3016	Recolección domiciliaria	Compactador						P					P						P		
3017	Recolección domiciliaria	Compactador						P					P						P		
3018	Corte de césped	Compactador						P					P						P		
3019	Corte de césped	Compactador						P					P						P		
3020	Recolección Bolsa de barrido	Compactador						P					P						P		
3021	Recolección Bolsa de barrido	Compactador			R			P					P						P		
3022	Recolección Bolsa de barrido	Compactador						P					P						P		
3023	Recolección domiciliaria	Compactador	P						P					P						P	
3040	Recolección domiciliaria	Compactador																			
3041	Recolección domiciliaria	Compactador																			
3042	Recolección domiciliaria	Compactador																			
3043	Recolección domiciliaria	Compactador																			
3044	Recolección domiciliaria	Compactador																			

Nota: Fuente Propia

## Ejemplo de un vehículo para rotación de llantas

Rotación por Desgastes y teniendo en cuenta el histórico de las inspecciones podemos hacer unas anotaciones a este proceso:

En el caso de los vehículos con 3 ejes.

1- Las llantas con mejores características y profundidades deben ir en el tercer eje y en posiciones 9-10, esto obedece a que en este eje se genera la mayoría de la tracción y se refleja la mayor parte del peso.

2- Las llantas en posiciones internas (4,5,8 y 9) deben usarse con la mayor profundidad al costado interno del vehículo teniendo en cuenta que allí soporta la mayoría del peso.

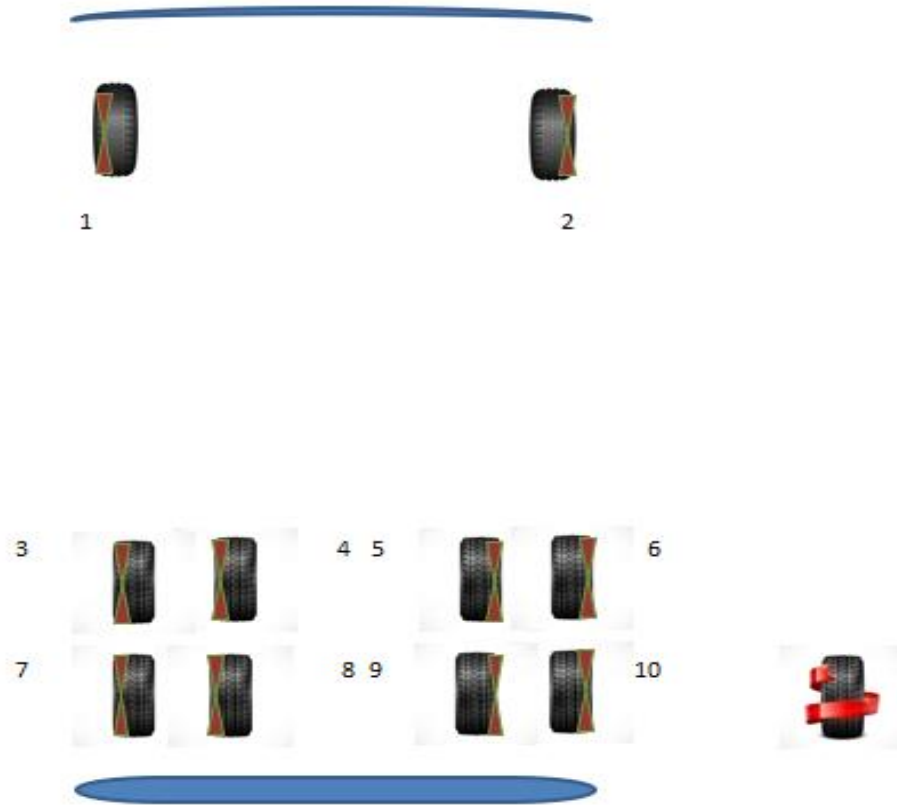
3- Las llantas en posiciones externas ( 3,6,7 y 10 ) deben usarse con la mayor profundidad al costado externo del vehículo teniendo en cuenta que allí se genera la mayor porción del arrastre lateral.

En el caso de los vehículos con 2 ejes.

1- Las llantas con mejores características y profundidades deben ir en el segundo eje y en posiciones 5-6, esto obedece a que en este eje se genera la mayoría de la tracción y se refleja la mayor parte del peso.

2- Las llantas en posiciones internas (4,5) deben usarse con la mayor profundidad al costado interno del vehículo teniendo en cuenta que allí soporta la mayoría del peso.

3- Las llantas en posiciones externas (3,6) deben usarse con la mayor profundidad al costado externo del vehículo teniendo en cuenta que allí se genera la mayor porción del arrastre lateral.



**Figura 13.** Vehículo para rotación de llantas. Fuente propia

La figura muestra los cambios que se deben realizar para obtener mayor aprovechamiento de las llantas de una forma cronológica. Los kilómetros y las fechas están puestas como ejemplo en la creación de un cronograma de cambio en los kilómetros reales de cada vehículo.

cronograma de cambios											
N° Interno	TIPO DE EJE	MES	KMS								
3002	DIRECCIONAL									agosto	
3002	TRACCION									septiembre	
3003	DIRECCIONAL	15/01/2019	20.000,00							octubre	
3003	TRACCION			20/01/2019	21.000,00					noviembre	
3004	DIRECCIONAL	16/01/2019	20.000,00							diciembre	
3004	TRACCION			25/01/2019	22.000					enero	
3005	DIRECCIONAL	17/01/2019	20.000,00							febrero	
3005	TRACCION				25/01/2019	21.000,00				marzo	
3006	DIRECCIONAL	18/01/2019	20.000,00							abril	
3006	TRACCION						25/01/2019	21.000,00		mayo	
3007	DIRECCIONAL	20/01/2019	21.000,00							junio	
3007	TRACCION								25/01/2019	agosto	
3008	DIRECCIONAL	20/01/2019	21.000,00							septiembre	
3008	TRACCION									octubre	
3009	DIRECCIONAL	20/01/2019	21.000,00							noviembre	
3009	TRACCION									diciembre	
3010	DIRECCIONAL	20/01/2019	21.000,00								

**Figura 14.** Cronograma de cambios. Fuente Propia

Las llantas direccionales se bajan del vehículo y se envían a reencauche, cuando llegan las de 4 vehículos es decir 8 llantas reencauchadas esta se instala en un vehículo para la parte de tracción, y las llantas que se bajan también se envía a reencauche, y solo se compran llantas nuevas para la parte delantera o direccional.

La tabla muestra que la alineación no se debe hacer por condición, se debe realizar cada 5000 kilómetros recorridos esto con el fin de mejorar las condiciones duales de las llantas y su menor desgaste.

Tabla 24.

### *Alineación de llantas*

ALINEACION LLANTAS CADA 5000 M/MS 6000										
N° Interno	Área operativa	Tipología	KMS DE INICIO	1,00	2,00	3,00	Diferencia		Promedio	
3002	Recolección domiciliaria	Compactador	45125	6000	15200	25000	-39125	9200	9800	-6708,33
3003	Recolección domiciliaria	Compactador								
3004	Recolección domiciliaria	Compactador								
3005	Recolección domiciliaria	Compactador								
3006	Recolección domiciliaria	Compactador								
3007	Recolección domiciliaria	Compactador								
3008	Recolección domiciliaria	Compactador								
3009	Recolección domiciliaria	Compactador								
3010	Recolección domiciliaria	Compactador								
3011	Recolección domiciliaria	Compactador								
3012	Recolección domiciliaria	Compactador								
3013	Recolección domiciliaria	Compactador								
3014	Recolección domiciliaria	Compactador								
3015	Recolección domiciliaria	Compactador								
3016	Recolección domiciliaria	Compactador								
3017	Recolección domiciliaria	Compactador								
3018	Corte de césped	Compactador								
3019	Corte de césped	Compactador								
3020	Recolección Bolsa de barrido	Compactador								
3021	Recolección Bolsa de barrido	Compactador								
3022	Recolección Bolsa de barrido	Compactador								
3023	Recolección domiciliaria	Compactador								
3040	Recolección domiciliaria	Compactador								
3041	Recolección domiciliaria	Compactador								

*Nota:* Fuente Propia

La tabla muestra el formato donde se debe realizar la inspección semanal de la totalidad de las llantas a fin de determinar su comportamiento y ajustar las tareas programadas.

Se debe registrar así:

M= llanta para cambio.

B= llanta en buen estado.

R= llanta en estado regular que dura aproximadamente 15 días en uso.

V= llanta para rotar según posición de la tabla de inspección.

Tabla 25.

*Formato de inspección de llantas*

FORMATO DE INSPECCIÓN DE LLANTAS													
FECHA DE INSPECCIÓN: Día: _____ Mes _____ Año _____													
SISTEMA	Pos. 1	Pos. 2	Pos. 3	Pos. 4	Pos. 5	Pos. 6	Pos. 7	Pos. 8	Pos. 9	Pos. 10	Pos. 11	Pos. 12	Observaciones
3002													
3003													
3004													
3005													
3006													
3007													
3008													
3009													
3010													
3011													
3012													
3013													
3014													
3015													
3016													
3017													
3018													
3019													
3020													
3021													
3022													

Nota: Fuente Propia

La tabla muestra el plan operativo que se debe llevar a fin de controlar con las actividades nombradas con anterioridad.

Tabla 26.

*Presupuesto consumo de llantas por año. La tabla muestra el costo de perdida por llanta no controladas.*

presupuestos consumo de llantas por año							
CANTIDAD DE VEHICULOS	CANTIDAD LLANTAS FIN DE VIDA UTIL POR CUATRIMESTRE	CANTIDAD DE PERIODOS	CANTIDAD DE LLANTAS CADA 4 MESE	CANTIDAD DE LLANTAS AL AÑO	COSTO LLANTA NUEVA	COSTO LLANTRA REENCAUCHADA	AÑO
77	10	3	770	2310	3.003.000.000	1.247.400.000	DIS FINAL AÑO 1
77	5	3	385	1155	1.501.500.000	623.700.000	DIS FINAL AÑO 2
77	3	3	231	693	900.900.000	374.220.000	DIS FINAL AÑO 3
77	2	3	154	462	600.600.000	249.480.000	DIS FINAL AÑO 4
77	1	3	77	231	300.300.000	124.740.000	DIS FINAL AÑO 5
LLANTA NUEVA	LLANTA REENCAUCHADA	AHORRO EN COSTO DE LLANTAS AL AÑO					
1300000	540000						

Nota: Fuente Propia



Siendo en Bogotá un nuevo problema ambiental porque desecha alrededor de 2.5 millones de llantas usadas.

Las emisiones al aire que produce la quema de llantas a cielo abierto incluyen los contaminantes “criterio”, tales como partículas, monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SO), óxidos de nitrógeno (NO), y compuestos orgánicos volátiles (COVs). Incluyen también los contaminantes peligrosos “no criterio” (HAPs), tales como hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAHs), dioxinas, furanos, cloruro de hidrógeno, benceno, bifenilos policlorados (PCBs); y metales como arsénico, cadmio, níquel, zinc, mercurio, cromo, y vanadio. Cuando se habla de incendios a cielo abierto, estas emisiones pueden representar peligros significativos a la salud de los bomberos y la gente que vive cerca, tanto peligros agudos (de corta duración) y peligros crónicos (de larga duración). Estos efectos saludables pueden incluir irritación de la piel, ojos, y membranas mucosas, depresión del sistema nervioso central, efectos respiratorios, y cáncer.<sup>27</sup>

---

<sup>27</sup> Emisiones de aire de la combustión de llantas usadas-EPA. Recuperado de: Tomado de: [https://www3.epa.gov/ttnca1/cica/files/tire\\_esp.pdf](https://www3.epa.gov/ttnca1/cica/files/tire_esp.pdf)

## Conclusiones

1. Después de realizar el desarrollo y análisis del presente trabajo con la metodología descrita se concluye que es viable la creación de nuevos planes de control operacional y técnico del uso de las llantas, aplicado a cada uno de los modelos anteriormente propuestos.
2. Realizar un diagnóstico técnico y operativo del uso que se le da a las llantas de los camiones recolectores en el proceso de transporte de residuos sólidos en la ciudad de Bogotá, localidades de Fontibón y Kennedy.
3. Se realiza un diagnóstico técnico y operativo donde se determinaron las condiciones reales de las llantas en el proceso operativo de la empresa ciudad limpia Bogotá S.A.E.S.P. Determinando la cantidad de llantas y la cantidad de vehículos en operación y se muestra las diferentes clases de llantas utilizadas.
4. Comparar los resultados obtenidos en el diagnóstico con prácticas alternativas que aumentan la vida útil de las llantas, con el fin de establecer la brecha entre la situación actual y la situación deseada.
5. Se Muestra las condiciones reales de las llantas por tipología, por marcas kilómetros y duración en algunos casos se deja solo evidencia del montaje puesto que el seguimiento dura aproximadamente cuatro meses para realizar un diagnóstico más preciso.
6. Proponer el plan operativo, para que la Empresa Ciudad Limpia Bogotá S.A. E.S.P. aumente la vida útil de las llantas y de esta forma reduzca los impactos ambientales producto de su operación.
7. Se muestra y se deja determinado un plan de trabajo con el fin de mejorar todas las condiciones operativas y administrativas a la mejora y la reducción de desechos especiales
8. Las políticas ambientales y las políticas comerciales deberían ser más justas con los productores de estos elementos donde se deje definido asegurar el verdadero ciclo de vida del producto, desde su fabricación hasta su disposición final, después del uso así generaría un mejor manejo de residuos sólidos como las llantas.

### **Recomendaciones**

El costo de las llantas de disposición final sin control adecuado es muy alto para las compañías.

El cual se debe crear un modelo de mejora con el fin de reducir la cantidad de llantas y generar menor costo que ayuda a aumentar la utilidad operacional de las compañías.

El rubro de llantas está muy ligado a los sectores: automotriz, al agro y la minería; ya que es usado para autos, camionetas, camiones, equipos de puerto, maquinaria agrícola, forestal e industrial, estos sectores tiene gran desarrollo y están creciendo paulatinamente. Por ello es un buen mercado para concientizar de la recolección, transporte y disposición final adecuada de llantas usadas para la conservación de nuestro medio ambiente evitando impactos ambientales mayores.

Concientizar y promover el reciclaje de llantas a través de campañas o medios de comunicación para ayudar a preservar nuestro medio ambiente.

Debemos de crear la cultura de que las personas reencauchen sus llantas debido a que este método extiende la vida de la llanta reduciendo el desecho especial y generando un menor uso de materias primas que causan impactos ambientales importantes en nuestro medio ambiente.

Las llantas en desuso en el país pueden ser comercializadas por una empresa que genere un negocio alternativo y así satisfacer la demanda de diversos productos hechos contribuyendo económica y ambientalmente a nuestro país.

## Referencias

1. Tecnología (2019). En *Significados.com*. Recuperado de: <https://www.significados.com/tecnologia/> Consultado.
2. Las imparables ruedas de la contaminación (s.f.) <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/imparables-ruedas-contaminacion-437016>. julio 16 de 2010.
3. Las llantas y su gran impacto ambiental (s.f.). <https://halosolar.mx/las-llantas-y-su-gran-impacto-ambiental/>.
4. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (6 de julio de 2017) Por el cual se establece el sistema de recolección y gestión ambiental de llantas usadas y se dictan otras disposiciones (Resolución 1326) Recuperado de: <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d9-res%201326%20de%202017.pdf>
5. Sánchez L y Montoya L M (2010) *Actividad de manejo de llantas de livianas en mejoramiento del producto final* (Monografía). Universidad de Medellín, Medellín, Colombia.
6. Murcia Correa, J C y Romero Mendoza, A.R. Diseño de un sistema primario en el proceso de trituración de llantas usadas desalambradas (estudio de investigación Fundación Universitaria de América). Recuperado de: <http://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/569>.
7. Bernal Pinzón, G.A., Ostos Medivelso Yenny Paola (2017). Viabilidad financiera del proyecto de inversión para el reciclaje de llantas usadas en la ciudad de Bogotá (Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia) Recuperado de: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/15438>.
8. Diagnóstico ambiental sobre el manejo actual de llantas y neumáticos usados generados por el parque automotor de Santa Fe de Bogotá (s.f) Recuperado de: <http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/0/Llantas.pdf>
9. Cámara de Comercio de Bogotá (2006). Guía para el manejo de llantas usadas. Recuperado de: [file:///C:/Users/lilip/Desktop/guia\\_llantas.pdf](file:///C:/Users/lilip/Desktop/guia_llantas.pdf) .
10. Llanta (s.f) Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Llanta>.

11. Componentes de los neumáticos y negro de humo obtenido de su tratamiento por pirolisis. Recuperado de: <https://almacennuclear.wordpress.com/2010/10/15/componentes-de-los-neumaticos-y-negro-de-humo-obtenido-de-su-tratamiento-por-pirolisis/>.
12. Guia de llantas (s.f) Recuperado de: [file:///C:/Users/lilip/Desktop/guia\\_llantas.pdf](file:///C:/Users/lilip/Desktop/guia_llantas.pdf).
13. Llanos Pomaleque J.F. y Zubilaga N P Estudio de viabilidad de la creación de una empresa recicladora y trituradora de llantas en desuso para su comercialización en el mercado peruano. (estudio realizado por la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas).
14. Disposición final de las llantas usadas recuperado de: <http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/0/Llantas.pdf>
15. Ministerio de Ambiente (19 de diciembre de 2003) Por la cual 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. Recuperado de: [https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion\\_minambientevdt\\_1488\\_2003.htm](https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minambientevdt_1488_2003.htm).
16. Carillo, J (2018) desarrollo de llantas sustentables. Recuperado de: <https://www.revistaneo.com/articles/2018/03/13/promueven-desarrollo-de-llantas-sustentables>.
17. Sánchez L y Montoya L M (2010) *Actividad de manejo de llantas de livianas en mejoramiento del producto final* (Monografía). Universidad de Medellín, Medellín, Colombia.