Propuesta de abastecimiento como fortalecimiento del proceso de logística inversa en la recepción de llantas usadas en la ciudad de Villavicencio

Diana Mayerli Jara Jiménez, Jose Alexander Otavo Rodríguez, Kevin Jael Garzón Casadiego

Administración logística – Administración de empresas, Fundación Universitaria Compensar

Informe de Semillero de Investigación

Manuel Alejandro Garzón Fontecha, Tutor

Noviembre de 2024

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Resumen

El presente trabajo busca una propuesta de fortalecimiento en logística inversa en un producto que se utiliza diariamente, pero que no se le da un uso adecuado debido a su tamaño y poca promoción para uso final: las llantas usadas. Este producto representa un nivel importante de residuos, y puede llegar a ser muy perjudicial para el ambiente y para la salud en general. Se busca diseñar un proceso de fortalecimiento de la logística inversa de este producto en la ciudad de Villavicencio, para lo cual se realizaron tres fases principales, divididas en la caracterización inicial de la logística inversa de las llantas usadas a nivel general, la identificación de cómo se lleva a cabo este proceso en la ciudad de Villavicencio, y finalmente una propuesta que permita fortalecer el proceso actual en la ciudad, con el fin de buscar la mejora continua y el desarrollo a futuro de éste.

Palabras clave: *Logística inversa, llantas, sostenibilidad, reciclaje, abastecimiento.*

Introducción

La economía circular representa hoy en día uno de los procesos más ambiciosos por el cuidado del medio ambiente; si se habla del reciclaje de productos de plástico, cartón o papel es relativamente sencillo de identificar su proceso de depósito, pero al evaluar un producto como las llantas usadas, se pone un poco más complejo.

Entidades como el Sistema Integrado de Gestión de Neumáticos Usados – SIGNUS, conformada por algunas de las empresas más representativas en la fábrica de neumáticos como Bridgestone, Goodyear, Michellin o Pirelli, ha logrado avances muy importantes en esta temática, ya que a través de SIGNUS el proceso de recogida, reciclado y gestión final de llantas se ha vuelto cada vez más eficiente, pues sólo por mencionar un dato relevante, en el 2017 esta entidad recolectó más de 177 mil toneladas de neumáticos usados, con el fin de que pueda tener una segunda vida, al convertirse en subproductos importantes para la industria como suelas para calzado, mezclas para carretera, relleno de césped artificial, o incluso revalorización energética (NatGeoES, 2018). Incluso a la llanta se le podría dar una segunda oportunidad como el mismo producto, ya que la empresa Bridgestone por ejemplo, ofrece el servicio de reencauche, que consiste básicamente en ponerle otra banda a la llanta, haciéndola nuevamente útil, y este proceso se puede realizar de tres a cuatro veces, en lugar de desechar toda la llanta luego de un primer uso, ayudando así a mitigar las emisiones de CO2, el consumo de agua y la contaminación atmosférica que generaría la producción de una llanta nueva para reemplazar la anterior (Heraldo, 2022).

Es de mencionar también que el proceso de economía circular de productos como las llantas usadas contribuye en gran manera a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que es básicamente el proyecto macro que tiene planteado la ONU para el año 2030; en este caso, este

proceso estaría apoyando directamente el cumplimiento del objetivo 12, producción y consumo responsables, y el objetivo 13, acción por el clima (Fundación Aquae, s. f.).

En Colombia, en materia de logística inversa, el gobierno nacional, a través del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha creado la Estrategia Nacional de Economía Circular – ENEC, con el lema de "producir conservando y conservar produciendo"; esta estrategia busca priorizar un total de 6 distintos flujos de materiales, entre ellos los materiales industriales y productos de consumo masivo, donde entrarían las actividades que favorezcan el reciclaje, reutilización y reducción de llantas para todo uso (Minambiente, s. f.). Es por esto que se hace necesario el desarrollar proyectos que aporten a la mejora en los procesos de economía circular y logística inversa de productos como las llantas usadas, los cuales son altamente contaminantes por su volumen y tamaño, y cuyo proceso de reciclaje puede llegar a ser algo complejo de manejar para las empresas.

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se realizó una búsqueda bibliográfica de otros proyectos ejecutados por diferentes autores a lo largo de estos últimos años, quienes presentaron propuestas interesantes para el manejo sostenible de un producto tan cotidiano como lo son las llantas usadas. Se presenta un proyecto internacional y uno nacional.

A nivel internacional, en el año 2021, Lenin Torres presenta un proyecto enfocado en el manejo de residuos de llantas de automóviles en la ciudad de Ibarra, Ecuador, tomando este producto como materia prima para la creación de moquetas automotrices como nuevo producto, donde éstas se podrían crear con un 60% del material reciclado, y sólo un 40% de caucho virgen; para el diseño de las moquetas se utilizaron herramientas de modelado como Rhinocero y SketchUp, logrando así un diseño previo; mediante un análisis de viabilidad, se pudo determinar que el producto sería financieramente factible, al contener como materia prima más de la mitad

de producto reciclado, lo que disminuye su costo de fabricación, y a la par, ambientalmente se prolonga el ciclo de vida del caucho obtenido de las llantas usadas, obteniendo así una recuperación sostenible de este material (Torres, 2021).

A nivel nacional, en el año 2020, La entidad Logyca llevó a cabo un proyecto de logística inversa de llantas usadas en Colombia, cuya financiación estuvo a cargo del Departamento Nacional de Planeación; en este proyecto se obtuvieron principalmente dos grandes resultados: primero se pudo determinar una caracterización de la red de valor de las llantas usadas, donde gran parte de la responsabilidad de su disposición final es de las empresas productoras de llantas, debido al modelo de Responsabilidad Extendida del Productor; como segundo resultado se puede mencionar una estrategia que plantea la promoción y mejora de la logística inversa de llantas a nivel nacional, la cual plantea un total de 14 acciones estratégicas, enfocadas en mejorar las etapas de consumo, recolección, posconsumo, y etapas transversales relacionadas con el producto (León et al., 2021).

Método

Esta investigación se desarrolla bajo una metodología de tipo descriptiva, ya que se busca proporcionar una representación precisa y detallada de los hechos observados, en este caso, del proceso de logística inversa de las llantas usadas, pero sin buscar explicaciones causales. El enfoque de la investigación es mixto, tomando como aspectos cuantitativos datos relacionados con tiempos, recepción, almacenamiento y disposición de las llantas usadas, y como aspectos cualitativos el análisis general que permita la creación de la propuesta de mejoramiento en el proceso. La población seleccionada son los negocios encargados de recepcionar y disponer de llantas usadas según los procesos que manejen en la ciudad de Villavicencio, tomando como

muestra un número determinado de estos. Como muestra se tomó un total de 36 establecimientos.

Como técnicas de recolección de información, se optó por la encuesta estructurada como fuente primaria, así como una entrevista estructurada, que permitirán tener información más específica de los procesos a investigar, y como fuente secundaria se cuenta con la revisión de datos estadísticos, reportes, libros y documentos que permitan una búsqueda a fondo del proceso de logística inversa.

Tipo de investigación

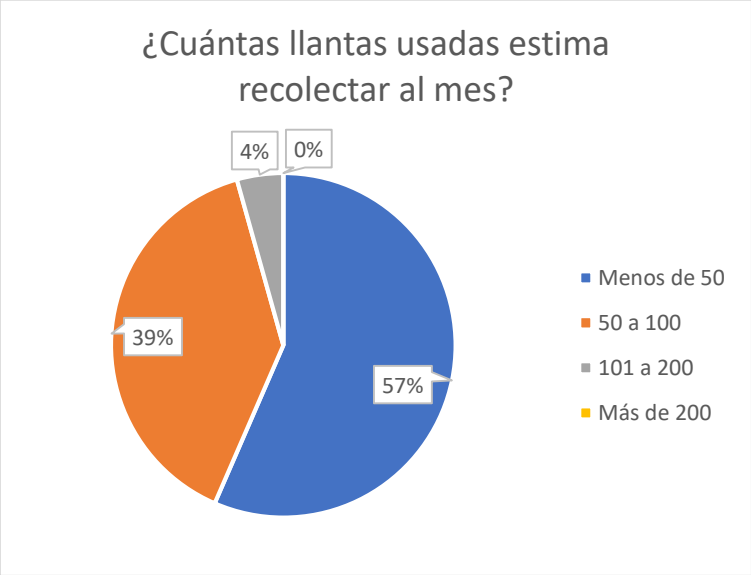
El tipo de investigación seleccionado para este proyecto es descriptivo, ya que se busca proporcionar una representación precisa y detallada de los hechos observados, en este caso, el proceso de recolección y disposición de llantas usadas en los montallantas de la ciudad de Villavicencio.

Resultados

Aplicación de encuesta

Se ha aplicado la encuesta cuantitativa a un total de 36 montallantas, donde se han podido analizar algunos datos puntuales, principalmente relacionados con el tema de la disposición de llantas de estos negocios, promedio de recolección y tipos de llantas que reciben.

Figura 1. Número de llantas recolectadas por mes



Fuente. (Elaboración propia, 2024)

Con los datos obtenidos, no se ha encontrado un montallantas en la ciudad que recepcione más de 200 llantas al mes, teniendo en cuenta que estos negocios son pequeños en su gran mayoría, por lo que su capacidad de almacenamiento no es muy amplia; aun así, más de la mitad de los negocios encuestados manifiestan recolectar entre 50 y 100 llantas mensualmente, lo que indica un nivel de recolección considerable. Estos establecimientos

tienen parte importante dentro del proceso de recolección y disposición de llantas usadas para un fin adecuado.

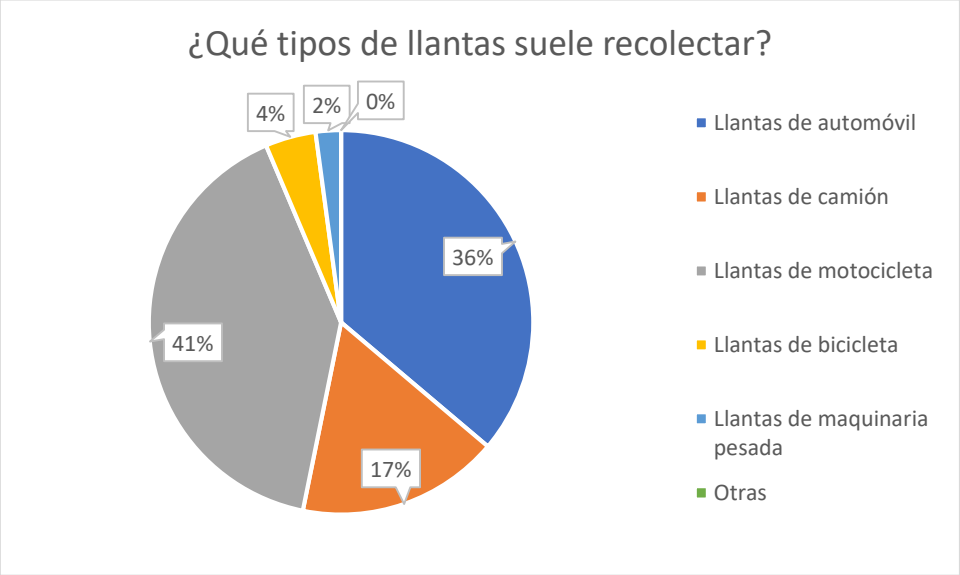
Figura 2. Disposición de las llantas recolectadas



Fuente. (Elaboración propia, 2024)

Una cantidad representativa de llantas usadas son recogidas de los montallantas por Cormacarena, que es la entidad que lidera el que actualmente es el único centro de acopio de llantas usadas de toda la región, o por lo menos el único formalizado en este proceso. Esta entidad recepciona el material para luego entregarlo a otras empresas que realizan procesos de transformación, o las dona a fundaciones de artesanos o colegios, para procesos de reutilización. Sin embargo, se observa también un porcentaje más alto que decide donar directamente las llantas usadas a otras entidades, las cuales realizarían también actividades similares de reutilización, bien sea para elaborar artesanías u otros productos cuyo insumo principal sean las llantas usadas. Sin embargo, no es posible confirmar la disposición que se le da al material, puesto que las donaciones se realizan de manera totalmente informal.

Figura 3. Tipos de llantas recolectadas



Fuente. (Elaboración propia, 2024)

Los tipos de llantas más recolectados por los montallantas son en su mayoría llantas de automóviles y motocicletas, teniendo en cuenta la cantidad de estos vehículos que circulan por la ciudad la respuesta es bastante lógica. En una menor medida se reciben llantas de camiones, y en un porcentaje muy pequeño, también en ocasiones llantas de bicicleta o de maquinaria pesada.

Aplicación de entrevista

Adicional a las encuestas, se han realizado algunas entrevistas a profundidad, con el fin de analizar el proceso de una forma un poco más detallada. Con los datos recopilados, se ha podido identificar que en Villavicencio existe un centro de acopio desarrollado por Cormacarena, dedicado a la recepción de llantas usadas, el cual recibe producto principalmente de montallantas, instituciones públicas, empresas privadas e incluso pequeños usuarios, recepcionando aproximadamente 15.000 llantas al año. Actualmente este centro de acopio no realiza ningún tipo de transformación al producto, su fin es solamente recolectar las

llantas entregadas por las empresas y usuarios, y posteriormente darles una disposición, donde principalmente son entregadas a la empresa 4R, que realiza procesos de transformación a material, o son también entregadas en donación a colegios para la creación de atracciones en parques infantiles, artesanos que utilizan este producto como materia prima, y ganaderos que usan el producto para la creación de corrales.

El personal encargado de Cormacarena indica también que la empresa 4R recoge aproximadamente 1000 llantas cada 15 días, sin embargo, se ha buscado la posibilidad de realizar una recolección similar pero semanalmente, pero esto no ha sido posible, debido a la falta de un mejor plan de recolección, ya que los vehículos que transportan las llantas tienen que pasar por cada establecimiento, lo que conlleva demasiado tiempo.

De acuerdo con la investigación, a la fecha, en la ciudad de Villavicencio actualmente no existe una empresa que se dedique a realizar procesos de transformación de llantas usadas, de hecho, no se ha encontrado información de otro centro de acopio de este material, o al menos uno que recopile llantas usadas de distintas entidades.

Se ha notado una necesidad latente por parte de los propietarios o trabajadores de los montallantas en cuanto a recibir capacitaciones o charlas orientadoras sobre los procesos que se deben realizar para la correcta recepción y disposición de llantas usadas, ya que algunos negocios se han mostrado bastante discretos al momento de compartir información sobre los procesos de disposición principalmente, pues en ocasiones, cuando el establecimiento no cuenta con más capacidad para almacenar llantas, se deben entregar a recicladores informales, quienes se llevan el material, donde se desconoce la disposición final que estos le dan.

Propuesta para el abastecimiento de llantas usadas en la ciudad de Villavicencio

Se presenta esta propuesta con el fin de dar solución a una problemática que se ha venido presentando con la recolección de llantas y neumáticos usados; ya existe un centro de recolección del material, el cual pertenece a Cormacarena, sin embargo, la investigación hecha arrojó una oportunidad de mejora para su proceso de abastecimiento, tomando como punto de partida la recolección de 1000 llantas semanales. Se propone un proceso de recolección en 4 puntos estratégicos, ubicados en la ciudad de Villavicencio, donde los montallantas entregarán el material. Para lograr este cometido, será esencial contar con el apoyo de Cormacarena y otras entidades públicas y privadas, quienes tendrán a su cargo la promoción y comunicación de la creación de estos puntos, brindando beneficios u oportunidades a los montallantas que realicen esta entrega.

La propuesta se basa en la cantidad de llantas que se desechan en la ciudad de Villavicencio, creando actividades de mejoren las prácticas de reciclaje y reutilización para generar un impacto positivo en el medio ambiente.

Para definir lo anteriormente expuesto se definirá una metodología que determine el impacto ambiental y social.

La metodología para desarrollar será establecer cuantas llantas y neumáticos se cambian mensualmente; realizando la recolección de cantidades; esto con la ayuda de los sitios que realizan el cambio de llantas y neumáticos en Villavicencio.

A continuación, se presentan algunas estrategias de recolección de llantas usadas que podrían contribuir a mitigar un poco el impacto ambiental:

- **Puntos de Recolección:** Se refiere a que se deben establecer y ubicar los puntos estratégicos de más capacidad y reconocimiento con el fin de que la disposición de las llantas sea más confiable y efectiva.
- **Eventos Masivo de Recolección:** Seguir con la participación y promoción de eventos de recolección en ferias ambientales y eventos de carácter público; como la llantatón o la reciclatón.
- **Campañas de Recolección:** Es casi parecido al punto inmediatamente anterior, solamente que la diferencia es llegar mas a las comunidades y a los barrios concientizándolos de la correcta disposición de las llantas
- **Redes Sociales:** Hacer uso de las redes sociales para incentivar y promocionar la iniciativa.

Vehículos

Para este caso las especificaciones de los vehículos a utilizar dependen de algunos factores como la capacidad de carga, teniendo en cuenta la cantidad de llantas a transportar, las distancias que se van a recorrer o desplazamientos y los costos.

El transporte de llantas usadas debe realizarse con todas las normas de seguridad necesarias y cumpliendo con las normas ambientales.

Camiones de Carga:

Si se realizase el transporte de grandes volúmenes de carga, el camión ideal será uno que tenga 10 toneladas de capacidad de carga.

Figura 4. Camión de carga



Fuente: Elaboración propia (2024)

Furgones

Estos furgones deben ser totalmente cerrados y esto tiene que ver mas que todo con la seguridad en el transporte ya que no permite las llantas se caigan. La capacidad de carga es 3 toneladas.

Figura 5. Camioneta tipo furgón



Fuente: Elaboración propia (2024)

Camionetas Pick – Up

Este tipo de vehiculos se utilizan para todo tipo de trabajos, para el caso del transporte de llantas lo ideal es que tengan algun tipo de estaca o reja que no permita que las llantas se caigan.

Figura 6. Camioneta Pick up



Fuente: Elaboración propia (2024)

Se debe tener muy en cuenta que los vehículos utilizados para la recolección y transporte de las llantas cumpla con todas las normativas para su tránsito.

Cálculos técnicos

Camión 10 toneladas

Para saber cuántas llantas puede cargar un camión de 10 toneladas se deben tener en cuenta varios aspectos como el tamaño o volumen de las llantas que se van a transportar, para este caso y poder tener un cálculo aproximado se tomara una llanta de camión grande.

Tamaño de las llantas: Una llanta de camión puede pesar entre 20 y 40 kg. Suponiendo un peso promedio de 30 kg por llanta.

Capacidad de carga: Un camión de 10 toneladas tiene una capacidad de carga de 10,000 kg.

Teniendo en cuenta la anterior información se podría calcular la cantidad de llantas que se podrían transportar, de la siguiente forma:

CANTIDAD LLANTAS = CAP CARGA / PESO PROM LLANTA.

CANTIDAD LLANTAS = 10.000KG / 30KG = 334 llantas

Este resultado nos muestra que un camión de 10 toneladas podría almacenar aproximadamente **334 llantas** de 30 kg cada una. Sin embargo, es un cálculo aproximado de cantidad teniendo en cuenta que el tamaño y tipo de llantas tiene sus variaciones y además se debe contar con la disposición de las llantas a la hora de la carga.

Consumo Combustible: Para realizar el cálculo aproximado de consumo de combustible se debe tener en cuenta el rendimiento según la distancia aproximada que se va a recorrer; en consecuencia, se tienen los siguientes datos:

Rendimiento: Un camión de 10 toneladas en promedio tiene un consumo de combustible aproximado de 4 galones por cada 100 km recorridos, entonces si el camión alcanza a recorrer 500 km el calculo de consumo seria de la siguiente manera:

CONSUMO = 4 gls / 100 km x 500 = 20 gls.

Esto quiere decir que un camión de 10 toneladas consumiría 20 gls en un recorrido de 500 kilómetros aproximadamente; pero se debe tener en cuenta las variaciones del recorrido como el terreno, incidentes de transito y el volumen de la carga.

Tiempo carga y Descarga: Para realizar la carga y descarga de un camión de 10 toneladas se deben tener en cuenta diferentes variables, por ejemplo:

- Cuántas llantas o cantidad de llantas se cargarán y a partir de esa cantidad que tiempo tomara la carga y la descarga.
- Se debe tener en cuenta el método a utilizar de carga y descarga si se utilizaran herramientas o ayudas mecánicas (grúas, gatos hidráulicos, montacargas) y si se realizara manualmente ósea mano de obra humana; esto hace referencia a que

posiblemente si se cuenta mas personas o trabajadores involucrados más rápido será la carga y la descarga.

Teniendo en consideración lo mencionado la estimación del tiempo para este tipo de camión sugiere dos aspectos a tener en cuenta:

- Si la carga y descarga se realiza de forma manual de un numero aproximado de 400 llantas y teniendo en cuenta que el peso de cada llanta en promedio es de 30kg, se tiene que al momento de levantar una sola llanta podría tomar entre 1 y 2 minutos desplazarla y colocarla de forma organizada dentro del camión, se podría tener que el tiempo de carga y descarga tomaría entre 3 y 6 horas aproximadamente.
- Si la carga y descarga se realiza con equipos y herramientas mecánicas de ayuda el tiempo se reduce significativamente y este tiempo se reduciría de 1 a 3 horas.

Furgón 3 toneladas

Capacidad Carga: Se manejan los mismos conceptos que con el tipo de camión anterior, la diferencia es en capacidad de carga y cantidad de llantas; entonces se tiene a consideración lo siguiente:

Entonces partimos del promedio de peso de una llanta que en este caso es el mismo 30kg y se divide frente a la capacidad de carga entonces la operación seria

CANTIDAD LLANTAS = CAP CARGA / PESO PROM LLANTA.

CANTIDAD LLANTAS = 3.000KG / 30KG = 100 llantas

El resultado nos indica que un furgón de 3 toneladas podría almacenar aproximadamente **100 llantas** de 30 kg cada una. Nuevamente se debe mencionar que, es un cálculo aproximado de

la cantidad teniendo en cuenta que el tamaño y tipo de llantas tiene sus variaciones y además se debe contar con la disposición de las llantas a la hora de la carga.

Consumo Combustible: El consumo de combustible de un furgón con capacidad de carga de 3 toneladas podría tener variaciones teniendo en cuenta aspectos técnicos y de configuración del propio vehículo como el tipo de motor y combustible, en este sentido se tendría que hacer un cálculo más específico, pero en términos generales se puede decir que:

- **Furgón Diesel:** Consume 3 galones por cada 100km
- **Furgón a Gasolina:** Consume 4 galones por cada 100km

Tiempo Carga y Descarga: De igual manera los tiempos de carga y descarga de este tipo de vehículo depende de variables que se deben tener en cuenta:

Tipo de llantas, se refiere a su tamaño y peso, en este caso si son llantas grandes de 30kg el tiempo de carga y descarga de 100 llantas esta entre 2 o 3 horas.

Es de aclarar que estos tiempos son estimados y siempre van a sufrir variaciones porque depende de condiciones de carga, ayudas mecánicas y cantidad de apoyo humano.

Si se realiza la carga y descarga de llantas solamente con personal humano una cantidad grande de llantas entre 50 y 100 llantas necesitaría entre 4 y 6 personas para que el tiempo de acción sea el menor posible.

Pero como se mencionó, si se llega a utilizar ayudas mecánicas (gatos hidráulicos, Montacargas, etc.) ya la cantidad de personas se reduce podría estar entre 2 y 4 personas.

Camioneta Pick – Up

Capacidad Carga: La capacidad de carga de llantas para este tipo de vehículo en términos generales el cálculo funcionaría de la misma forma como se ha hecho en los casos

anteriores, sin embargo, para conseguir un resultado estimado se consideran la diferencia de peso y cantidad de llantas frente a los tipos de vehículo mencionados anteriormente.

La mayoría de este tipo de camionetas tienen una capacidad de carga de entre 500 y 1500kg y para realizar un cálculo estimado se tomará de ejemplo un tipo de llanta de automóvil estándar que tiene un peso promedio de 30kg entonces:

CANTIDAD LLANTAS = CAP CARGA / PESO PROM LLANTA.

CANTIDAD LLANTAS = 1500KG / 30KG = 50 llantas

Teniendo en cuenta el resultado arrojado se puede decir que una pick – up podría cargar hasta 150 llantas, pero se debe tener en cuenta que debido a el espacio de almacenamiento del vehículo se debe contar con un espacio para realizar la actividad de apilamiento y en este sentido teniendo en cuenta el tipo de llanta de ejemplo se podría decir que este vehículo podría cargar en promedio de 50 a 60 llantas.

Consumo Combustible: De igual forma se deben tener en cuenta las especificaciones de motor, cilindraje y tipo de combustible; pero en términos generales si la camioneta es de motor a gasolina tiene un consumo aproximado de 2 galones y medio por cada 100km recorridos.

Si el motor es de diésel tiene un consumo en promedio de 2 galones por cada 100km recorridos.

Es de resaltar que en la actualidad ya existen vehículos amigables con el ambiente como camionetas hibridas y eléctricas, y su consumo está ajustado a el tiempo y distancia recorrida.

Tiempo Carga y Descarga: Al ser un vehículo más pequeño respecto a los anteriores se tomará como ejemplo una carga y descarga de 20 llantas, en este punto el tiempo estimado de carga y descarga es de 3 a 40 minutos y este tiempo incluye la organización, el apilamiento y asegurar las llantas en el platón o caja.

De igual forma y como se menciono con el tipo de vehículos mencionados anteriormente el tiempo de carga y descarga puede variar dependiendo de la cantidad de personas involucradas en la actividad y si se utilizan ayudas mecánicas.

El factor humano para realizar esta actividad siempre va a ser importante y en este punto se diría que para cargar y descargar 20 llantas se requieren de 2 a 3 personas para cumplir con el tiempo de 40 minutos, nuevamente se reitera que si se utilizan ayudas mecánicas y ergonómicas la cantidad de personas y tiempo se reduciría.

Costos

Teniendo en cuenta que se tomaron como referencias para el transporte de las llantas solo 3 tipos de vehículos que a consideración serían los óptimos para la operación, se tomaron algunos valores que se tendrían en consideración:

Tabla 1. Costos asociados al transporte de llantas usadas para furgón de 10 toneladas

FURGON 10 TONELADAS			
CONCEPTO	**CANTIDAD**	**COSTO UNITARIO**	**COSTO TOTAL**
CANTIDAD DE LLANTAS POR VIAJE	334		
NUMERO DE VIAJES	4		
PRECIO COMBUSTIBLE/GALON	1	$ 10.156,00	
CANTIDAD GALONES x 160KM	6	$ 10.156,00	$ 60.936,00
PRECIO HORA x TRABAJADOR/DURACION CARGA Y DESCARGA	8	$ 5.532,00	$ 44.256,00
TOTAL PAGO A TRABAJADORES	5	$ 27.660,00	$ 221.280,00
TOTALES			**$ 282.216**

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 2. Gastos adicionales asociados al proceso de transporte para furgón de 10 toneladas

OTROS GASTOS RELACIONADOS			
CONCEPTO	**CANTIDAD**	**COSTO UNITARIO**	**COSTO TOTAL**
SEGUROS (soat)	1	$ 1.768.000,00	$ 1.768.000,00
MANTENIMIENTO VEHICULO (cambio de aceite $200.000) (sistema de transmisión $300.000) (sistema de suspensión $250.000) (sistema de frenos $320.000)	1	$ 780.000,00	$ 780.000,00
IMPUESTO (anual)	1	$ 6.500.000,00	$ 6.500.000,00
TOTALES			**$ 9.048.000,00**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Costos asociados al transporte de llantas usadas para furgón de 3 toneladas

FURGON 3 TONELADAS			
CONCEPTO	**CANTIDAD**	**COSTO UNITARIO**	**COSTO TOTAL**
CANTIDAD DE LLANTAS POR VIAJE	100		
NUMERO DE VIAJES	10		
PRECIO COMBUSTIBLE/GALON	1	$ 10.156,00	
CANTIDAD GALONES x 400KM	12	$ 10.156,00	$ 121.872,00
PRECIO HORA x TRABAJADOR/DURACION CARGA Y DESCARGA	8	$ 5.532,00	$ 44.256,00
TRABAJADORES	3 trabajadores por 4 días	$ 16.596,00	$ 531.072
TOTALES			**$ 652.944**

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 4. Gastos adicionales asociados al proceso de transporte para furgón de 3 toneladas

OTROS GASTOS RELACIONADOS			
CONCEPTO	**CANTIDAD**	**COSTO UNITARIO**	**COSTO TOTAL**
SEGUROS (soat)	1	$ 1.398.900,00	$ 1.398.900,00
MANTENIMIENTO VEHICULO (cambio de aceite $150000) (sistema de transmision $250000) (sistema de suspension $200000) (sistema de frenos $180000)	1	$ 780.000,00	$ 780.000,00
IMPUESTO (anual)	1	$ 2.450.000,00	$ 2.450.000,00
TOTALES		$ 4.628.900,00	$ 4.628.900,00

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 5. Costos asociados al transporte de llantas usadas para camioneta Pick Up

PICK - UP			
CONCEPTO	**CANTIDAD**	**COSTO UNITARIO**	**COSTO TOTAL**
CANTIDAD DE LLANTAS POR VIAJE	50		
NUMERO DE VIAJES	20		
PRECIO CONBUSTIBLE/GALON	1	$ 10.156,00	
CANTIDAD GALONES x 800KM	16	$ 10.156,00	$ 162.496,00
PRECIO HORA x TRABAJADOR/DURACION CARGA Y DESCARGA	8	$ 5.532,00	$ 44.256,00
TRABAJADORES	2 trabajadores por 8 días	$ 11.064,00	$ 708.096
TOTALES			$ 870.592

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 6. Gastos adicionales asociados al proceso de transporte para camioneta Pick Up

OTROS GASTOS RELACIONADOS			
CONCEPTO	**CANTIDAD**	**COSTO UNITARIO**	**COSTO TOTAL**
SEGUROS (soat)	1	$ 1.398.900,00	$ 1.398.900,00
MANTENIMIENTO VEHICULO (cambio de aceite $130000) (sistema de transmisión $200000) (sistema de suspensión $180000) (sistema de frenos $150000)	1	$ 660.000,00	$ 660.000,00
IMPUESTO (anual)	1	$ 1.550.000,00	$ 1.550.000,00
TOTALES		$ 3.608.900,00	$ 3.608.900,00

Fuente: Elaboración propia (2024)

Los costos adicionales no se contemplan dentro del costo en sí de los trayectos para la recolección de llantas, ya que los vehículos son utilizados por Cormacarena y otras entidades para actividades adicionales, por lo que no es posible calcular un rubro exacto, sin embargo, se podría determinar una vez se tenga claridad en el número de viajes promedio que se utilizan en todas las actividades.

Discusión

La ciudad de Villavicencio genera una cantidad bastante considerable de llantas usadas, de las cuales los montallantas tienen una representación importante, debido a que son estos negocios en donde muchos propietarios de vehículos entregan sus llantas, una vez han cumplido con su ciclo de vida útil, dejando a libre disposición del montallantas el qué hacer con este material.

Con los resultados arrojados por la encuesta aplicada, se tiene un estimado de más de 3.000 llantas recolectadas por mes en estos negocios, y si se tuviera un dato real del total de montallantas en la ciudad, sería un número muy superior, pudiendo superar incluso las 5.000 llantas, pero si sólo se tuviera este valor de la muestra, sigue siendo una cantidad muy alta, más cuando estos negocios no cuentan con la tecnología o proceso formal de disposición, por lo que se hace indispensable desarrollar proyectos como la presente investigación. En esta ocasión se busca presentar un modelo que permita integrar de una forma un poco más eficiente la relación que existe entre los montallantas de la ciudad y el centro de acopio de llantas usadas de Cormacarena, diseñando una cadena de abastecimiento con el uso de vehículos adecuados para la recolección de llantas de los establecimientos, programación de posibles rutas y costos

principales asociados. Se realiza la propuesta principalmente para apoyo a las actividades de Cormacarena, ya que dirige el único centro de acopio de llantas usadas, el cual lleva más de tres años en funcionamiento, y su compromiso ha sido bastante notable con la sostenibilidad. Una vez finalizada la propuesta, se plantea lograr una mayor disposición del material por parte de Cormacarena, abasteciéndose de las llantas usadas de los montallantas de una manera un poco más eficiente.

Referencias

Barraza Cantillo, G. M., Fuentes Guevara, P. A., Guarín Durán, A. P., & Silvera Marañón, A. M. (2016). *Diseño de una red de logística inversa de llantas residuales para el abastecimiento de una planta productora de energía*. https://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/11030

Frend Barbosa, J. A. (2022). *Reciclaje de llantas y su trituración: Solución a una problemática*. https://bonga.unisimon.edu.co/handle/20.500.12442/11125

Fundación Aquae. (s. f.). *El reciclaje de neumáticos potencia la economía circular*. Fundación Aquae. Recuperado 8 de noviembre de 2023, de https://www.fundacionaquae.org/wiki/reciclaje-neumaticos-potencia-economia-circular/

Heraldo, E. (2022, mayo 29). *Reencauche de llantas, una apuesta por la economía circular*. EL HERALDO. https://www.elheraldo.co/economia/reencauche-de-llantas-una-apuesta-por-la-economia-circular-912207

León, R., Correcha, J., Torres, L. A., Plata, C. S., Téllez, H. C. H., & Riaño, V. (2021). Logística inversa de llantas usadas en Colombia. *Revista de Investigación*, *14*(1), Article 1. https://doi.org/10.29097/2011639X.348

López, A. I. (2018). *Manual de logística inversa*. ESIC Editorial.

Minambiente. (s. f.). Estrategia Nacional de Economía Circular. *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Recuperado 8 de noviembre de 2023, de https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/estrategia-nacional-de-economia-circular/

@NatGeoES. (2018, mayo 17). *El reciclaje de neumáticos marca el camino de la economía circular en España*. National Geographic. https://www.nationalgeographic.es/medio-

ambiente/2018/05/el-reciclaje-de-neumaticos-marca-el-camino-de-la-economia-circular-en-espana

Organización de las Naciones Unidas. (s. f.). *Objetivos y metas de desarrollo sostenible*. Desarrollo Sostenible. Recuperado 16 de noviembre de 2023, de https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/

RUNT. (2022). *Balance de cifras RUNT 2022* (Boletín de Prensa 01 de 2023; p. 7). Reginstro Único Nacional de Turismo. https://www.runt.com.co/sites/default/files/Bolet%C3%ADn%20de%20Prensa%2001%20de%202023.pdf

Tiempo, C. E. E. (2016, octubre 21). *El reciclaje de llantas, un mercado que todavía falta por explorar*. El Tiempo. https://www.eltiempo.com/vida/ciencia/reciclaje-de-llantas-en-colombia-52722

Torres Tuquerres, L. P. (2021). *Manejo de residuos en llantas automotrices a través de una logística inversa para mejorar su disposición final en la elaboración de moquetas y soportes tipo bujes* [bachelorThesis]. http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11299

Wulandari, P. S., & Tjandra, D. (2017). Use of Crumb Rubber as an Additive in Asphalt Concrete Mixture. *Procedia Engineering*, *171*, 1384-1389. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.451