



Gestión de Residuos y Responsabilidad Social Empresarial en el Reciclaje de Neumáticos en Ecuador: Un estudio de oportunidades y desafíos

Waste Management and Corporate Social Responsibility in Tire Recycling in Ecuador: A study of opportunities and challenges

Luis Tipán Tapia¹

latipan@espe.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-8235-634X>

Recibido: 20/10/2024; Aceptado: 8/1/2025

Resumen

Este estudio analiza las estrategias de gestión de residuos y las prácticas de Responsabilidad Social Empresarial (RSE) implementadas por tres empresas líderes en el reciclaje de neumáticos fuera de uso en el Ecuador. A través de un enfoque cualitativo a través de entrevistas cualitativas a expertos, se identifican las principales oportunidades y desafíos que enfrenta el sector, como el cumplimiento normativo, incorporación de la tecnología, desvulcanización química, y el rol de la formación profesional para garantizar la sostenibilidad ambiental. Los hallazgos revelan que el éxito de las empresas analizadas depende de su capacidad para integrar modelos de economía circular en sus operaciones, a la vez gestionan los altos costos de las tecnologías emergentes y superan barreras como la infraestructura. Además, se establece la importancia de las alianzas estratégicas y aprovechar incentivos gubernamentales para fortalecer la competitividad en un mercado en evolución. Esta investigación destaca como las prácticas de RSE mejoran no sólo la gestión de residuos, sino contribuyen a optimizar el bienestar social y económico de las comunidades locales. Finalmente, se concluye que, a pesar de las barreras regulatoria y tecnológicas existentes, las organizaciones que están comprometidas con prácticas de innovación y sostenibilidad.

¹ Doctor en Ciencias de la Administración en Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

Palabras clave: economía circular, reciclaje de neumáticos, innovación tecnológica, sostenibilidad.

Abstract

This study analyzes the waste management strategies and Corporate Social Responsibility (CSR) practices implemented by three leading companies in the recycling of out-of-use tires in Ecuador. Through a qualitative approach through qualitative interviews with experts, the main opportunities and challenges facing the sector are identified, such as regulatory compliance, technology incorporation, chemical devulcanization, and the role of professional training to guarantee sustainability. environmental. The findings reveal that the success of the companies analyzed depends on their ability to integrate circular economy models into their operations, while managing the high costs of emerging technologies and overcoming barriers such as infrastructure. Additionally, the importance of strategic alliances and taking advantage of government incentives to strengthen competitiveness in an evolving market is established. This research highlights how CSR practices not only improve waste management, but also contribute to optimizing the social and economic well-being of local communities. Finally, it is concluded that, despite the existing regulatory and technological barriers, organizations that are committed to innovation and sustainability practices.

Keywords: circular economy, tire recycling, technological innovation, sustainability.

▪ **Introducción**

Los materiales elastoméricos, comúnmente conocido como cauchos en la mayoría de los países latinoamericanos, o hules en otros, presentan una elasticidad y resistencia química excepcionales. Estas propiedades lo hacen indispensables para una amplia gama de aplicaciones industriales, incluyendo la fabricación de llantas, calzado, tuberías, correas de transmisión, y piezas de sellado de fluidos. En 2020, el consumo mundial de caucho alcanzó aproximadamente los 29 millones de toneladas, lo que refleja la creciente demanda continúe en aumento debido al crecimiento de la producción en varios productos industriales como el caso de las llantas, con una



proyección anual de crecimiento proyectada del 3,2 % hasta el 2025 (Global Rubber Markets, 2022).

El proceso de fabricación de productos de hules involucra la mezcla de elastómeros con agentes vulcanizantes y otros añadidos. La vulcanización, que resulta en una estructura entrecruzada con alta elasticidad, es un proceso irreversible, lo que plantea desafíos para el reciclaje del caucho (Alves et al., 2015). Debido a que es un material difícil de degradar, el caucho, especialmente el proveniente de llantas de uso (NFU), genera grandes problemas ambientales. Aproximadamente el 70% del caucho producido globalmente se destina a la fabricación de llantas, y cada año se generan entre 15 y 20 millones de toneladas de llantas fuera de uso (Sienkiewicz et al., 2017).

Así, en países en desarrollo como Colombia, la gestión de los residuos de caucho sigue siendo un desafío creciente. Para 2020, se estimaba que el país generaba más de 100 mil toneladas de residuos de caucho provenientes de NFU, lo que demuestra la magnitud del problema ambiental (Ministerio de Ambiente, 2020). Estos residuos al no ser biodegradables generan peligrosos riesgos para la salud pública y el medio ambiente, ya que contaminan los suelos, cuerpos de agua y el aire. Además, las llantas fuera de uso representan un ambiente adecuado para plagas y son altamente inflamables, convirtiéndolas en una fuente potencial de incendios de larga duración (AFP, 2019).

Dada la creciente preocupación por la disposición adecuada de los residuos de caucho, los gobiernos han comenzado a implementar regulaciones que buscan reducir el impacto ambiental. Países como Taiwán, Estados Unidos, Japón y los de la Unión Europea han sido pioneros en la creación de marcos normativos que incentivan el uso de caucho reciclado en la producción industrial (European Tyre & Rubber Manufacturers' Association (ETRMA), 2014). En 1999, la directiva 1000/31/EC de la UE prohibió la disposición de llantas enteras en los rellenos sanitarios, mientras que, en 2009 la regulación 1222/2009 introdujo etiquetados específicos para los neumáticos (European Tyre & Rubber Manufacturers' Association (ETRMA), 2010). Estas normativas han sido

fundamentales para impulsar el uso del caucho reciclado y minimizar su impacto ambiental.

Por lo anterior, el reciclaje y la reutilización del caucho se han convertido en soluciones ideales para mitigar el impacto ambiental de las llantas fuera de uso y otros productos fabricados con este tipo de materiales. Esta investigación tiene como objetivo analizar los desafíos y oportunidades de la gestión de residuos y reciclajes implementadas por tres empresas en Ecuador, consideradas como referentes, en relación con las teorías de Responsabilidad Social Empresarial (RSE) y economía circular.

▪ 2. Marco Teórico

2.1 Responsabilidad Social Empresarial (RSE)

La Responsabilidad Social Empresarial (RSE) es una estrategia que busca que las empresas contribuyan al bienestar social y ambiental y no se centren únicamente en la búsqueda de alcanzar el beneficio económico. Carroll (1991) soslaya que la RSE debe ser analizada en cuatro dimensiones: la responsabilidad económica, legal, ética y filantrópica. En ese sentido, las organizaciones que practican el RSE deben cumplir las normativas legales vigentes e implementar prácticas que mitiguen el impacto ambiental y mejoren la calidad de vida de las comunidades donde estas operan.

En el sector del reciclaje, la RSE es fundamental para garantizar que las operaciones de las empresas minimicen el daño ambiental, de ahí la importancia de apoyar a propuestas innovadoras que apunten a planes de mejoramiento. Las empresas de reciclaje que operan bajo estos principios buscan cerrar el ciclo de vida de los productos, mediante el uso de tecnologías limpias y el cumplimiento de estrictas normativas ambientales. Por ejemplo, las normativas que obligan a retirar las llantas de los automóviles antes de su disposición final, como ocurre en los países de la Unión Europea y Estados Unidos, han incentivado el reciclaje y la reutilización de los neumáticos fuera de uso (European Tyre & Rubber Manufacturers' Association (ETRMA), 2010).

En Venezuela, la gestión de residuos sigue siendo un desafío. En 2013, el Municipio de Baruta en el estado de Miranda generó 480,85 kilogramos diarios de basura. Con proyecciones de alcanzar los 505, 59 kilogramos por día en 2024 (Arborea Consultores Ambientales, 2013). Solo entre el 10% y el 15% de los residuos sólidos son reciclados, lo que refleja la importancia de políticas más estrictas y una mayor concienciación social en la gestión de residuos sólidos (Vitalis, 2012).

2.2 Economía Circular

La economía circular es un elemento indispensable en la gestión sostenible de recursos. A diferencia de la economía lineal que sigue el ciclo de "tomar, hacer y desechar" la economía circular recomienda la reutilización, reparación y reciclaje de los productos con la finalidad de minimizar la generación de residuos (Bocken, et al; 2016). El reciclaje de materiales como el caucho es una pieza principal en este modelo, ya que permite que los productos que han llegado al final de su vida útil puedan reincorporarse al ciclo productivo.

Los métodos más comunes utilizados en el caso del reciclaje del caucho incluyen la trituración mecánica, los procesos químicos y la recuperación energética. El proceso más utilizado para descomponer el caucho en pequeñas partículas que pueden ser reutilizadas en la fabricación de nuevos productos es la trituración mecánica. Por otra parte, es importante indicar que en contextos internacionales se está aplicando métodos más avanzados como alternativas eficientes y sostenibles como la desvulcanización química y el uso de tecnologías de microondas y ultrasonido (Sienkiewicz et al. 2012).

Además de reducir la cantidad de residuos destinados a rellenos sanitarios, el reciclaje de caucho presenta otras ventajas, como la reducción de la contaminación, el ahorro de energía y la creación de empleo en sectores emergentes (Ruston Denisson, 1995). En países en desarrollo, la falta de infraestructura adecuada y la concienciación limitada sobre las bondades del reciclaje representan barreras, pero la adopción de normativas más estrictas, como la resolución 1457 de 2010 en Colombia, está contribuyendo a mitigar estos problemas.

La Industria de reciclaje de caucho está vinculada a la gestión de neumáticos fuera de uso (LLFU), que representa una gran parte de los residuos sólidos que están generando en el mundo. Según las proyecciones realizadas por expertos internacionales, la cantidad de residuos LLFU seguirá en aumento. Por tanto, es necesario contar con políticas ambientales más estrictas y de inversiones en tecnologías más eficientes para el reciclaje de este tipo de residuos.

▪ Metodología

Este estudio emplea un enfoque cualitativo basado en entrevistas semiestructuradas con expertos de tres empresas líderes en el reciclaje de neumáticos y la gestión de residuos peligrosos en Ecuador; PRONEUMACOSA, GADERE e INCINEROX. Este método permite obtener una comprensión profunda de las estrategias de gestión, los desafíos enfrentados y las oportunidades de innovación dentro del sector. Además, las entrevistas proporcionan una visión detallada de cómo estas empresas integran los principios de la RSE y la economía circular en sus operaciones.

3.1 Selección de los Participantes

Los participantes fueron seleccionados estratégicamente según su rol dentro de las empresas y su experiencia en la gestión medioambiental y el reciclaje de neumáticos fuera de uso (NFU). Los entrevistados incluyeron gerentes, especialistas en sostenibilidad y expertos en normativas ambientales, todos con un profundo conocimiento de los procesos de políticas internas. La selección de los perfiles garantiza que la información recabada cubra una amplia gama de perspectivas sobre la gestión de residuos y la adopción de tecnologías avanzadas.

3.2 Proceso de Recolección de Datos

Las entrevistas se realizaron utilizando un formato semiestructurado, que permitió a los entrevistados abordar aspectos destacados del reciclaje de neumáticos, como la adopción de innovaciones tecnológicas, el cumplimiento de normativas y la implementación de políticas de RSE. Este enfoque también permitió flexibilidad para explorar temas emergentes que surgieron de las conversaciones, enriqueciendo la calidad de la información obtenida.

Las preguntas principales se centraron en:

Estrategias de reciclaje: Métodos utilizados para el reciclaje de neumáticos y la incorporación de tecnologías emergentes como la devulcanización química y los procesos criogénicos.

Cumplimiento normativo: Desafíos y esfuerzos en el cumplimiento de regulaciones locales y globales, como las normas emitidas por el Ministerio del Ambiente de Ecuador y directivas internacionales.

Responsabilidad Social Empresarial (RSE): Prácticas de RSE implementadas y su impacto en la sostenibilidad empresarial y el bienestar comunitario.

Barreras y oportunidades: Identificación de obstáculos en la implementación de nuevas tecnologías y la percepción de oportunidades dentro del mercado de la economía circular.

3.3 Análisis de Datos

Para el análisis de las entrevistas, se utilizó un enfoque de codificación temática. Los datos fueron organizados en categorías relacionadas con las áreas del estudio, como la sostenibilidad, la innovación tecnológica y el cumplimiento normativo. Este proceso permitió identificar patrones recurrentes y obtener una visión clara de cómo las empresas ecuatorianas están gestionando el reciclaje de neumáticos, los desafíos que enfrentan y las oportunidades de mejora.

3.4 Limitaciones del Estudio

Las entrevistas proporcionaron información valiosa, una limitación de esta investigación es la dependencia de la perspectiva de los expertos entrevistados. Sin embargo, el enfoque en múltiples empresas y la diversidad de roles de los participantes mitigó en parte este riesgo. Futuras investigaciones podrían ampliar el

espectro de participantes y complementarlo con datos cuantitativos para obtener una visión más equilibrada del sector.

▪ **Resultados y discusión**

El análisis de las entrevistas realizadas a las tres empresas recicladoras de neumáticos en Ecuador PRONEUMACOSA, GADERE e INCINEROX muestra cómo las estrategias de gestión de residuos y reciclaje están profundamente vinculadas con las teorías de RSE y los principios de la economía circular. Continuación, se destacan los aspectos identificados en la investigación, comparando sus enfoques en términos de motivaciones, cumplimiento normativo, innovación tecnológica, y aplicación de prácticas de RSE.

4.1 Origen y Motivaciones Empresariales

A través de las entrevistas realizadas a tres empresas del sector reciclaje en Ecuador: PRONEUMACOSA, GADERE e INCINEROX, se identificaron motivaciones similares en cuanto a la creación de estas empresas. Los resultados coinciden en un propósito común que es el hecho de mitigar los efectos ambientales negativos de los residuos industriales en los neumáticos fuera de uso (NFU). Así, por ejemplo, la empresa PRONEUMACOSA manifiesta que la idea surgió por el impacto ambiental y los riesgos para la salud que representan los residuos institucionales reducir la contaminación ambiental mediante el reciclaje de metales y la incineración controlada de los residuos.

Estos hallazgos están alineados con la teoría de Responsabilidad Social Empresarial que sostiene que el papel de las empresas debe ir más allá de la obtención de los recursos económicos y asumir un rol activo en la protección del medio ambiente y mejora de la sociedad (Carroll, 1991). Por otra parte, se evidencia una tendencia hacia la creación de empresa de reciclaje como una respuesta creciente a la demanda global de soluciones económicas sostenibles, motivadas por regulaciones más estrictas en países de la Unión Europea y en otras partes del mundo (Vitalisis, 2012).

4.2 Cumplimiento Normativo y Gestión de Residuos

Conforme a las entrevistas realizadas a las empresas PRONEUMACOSA Y GADERE el cumplimiento de la normativa ambiental es un aspecto central en sus operaciones, conforme a la legislación ecuatoriana las organizaciones deben seguir los lineamientos establecidos por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), respetando regulaciones como el Acuerdo Ministerial No. 098 y las Normas INEN para la gestión de desechos peligrosos.

Por su parte, INCINEROX ha sido pionera en el cumplimiento normativo, con más de 19 años de experiencia en la aplicación de innovaciones tecnológicas para la correcta disposición de neumáticos y residuos metálicos (Sienkiewicz et al., 2012).

Esta tendencia no es exclusiva del Ecuador. A nivel internacional, la Unión Europea y países como Japón y Estados Unidos han implementado normativas rigurosas, como la Directiva 200/53/EC que establece requisitos específicos para la recolección de neumáticos antes de su disposición final (European Tyre & Rubber Manufacturers's Association, 2010). Estas regulaciones fomentan el reciclaje y contribuyen al desarrollo de tecnologías más avanzadas en el tratamiento de residuos.

4.3 Métodos de reciclaje y Sostenibilidad

Las empresas entrevistadas consideran que la trituración mecánica es un método frecuentemente utilizado para el reciclaje de neumáticos debido a su simplicidad, bajo costo y menor impacto ambiental. Este proceso es una técnica estándar en la industria global, permitiendo la recuperación de caucho y otros materiales como el acero y las fibras textiles, No obstante, el reciclaje de neumáticos a través de la trituración mecánica presenta limitaciones en cuanto a la restauración de las propiedades originales del caucho (Forrest, 2014).

Una diferencia importante se observa en las innovaciones adoptadas por cada empresa. GADERE, por ejemplo, combina la trituración mecánica con el co-procesamiento, utilizando fósiles y maximiza la reutilización de materiales. Por otro lado, INCINEROX ha desarrollado técnicas de tratamiento avanzado, incluyendo el compostaje de residuos orgánicos provenientes de productos desechados, lo que demuestra un enfoque innovador en la gestión de residuos (Gupta et al., 2012). Esta estrategia reduce la huella de carbono de la empresa

y contribuye a la creación de un ciclo de gestión de 360 grados, acorde con los principios de la economía circular (Bocken et al.,2016).

Tabla 1: Comparación de Métodos de Reciclaje Implementados

Empresa	Método Principal Innovaciones Tecnológicas	Ventajas Sostenibles
<i>PRONEUMACOSA</i>	Trituración Mecánica	Sin innovaciones adicionales Bajo costo, reutilización de materiales
<i>GADERE</i>	Trituración mecánica y procesamiento	Uso de residuos como combustibles en cementeras Reducción de dependencia de combustibles fósiles
<i>INCINEROX</i>	Clasificación y tratamiento previo	Compostaje de residuos orgánicos Enfoque de gestión circular de 360 grados

4.4 Innovación y Barreras Tecnológicas

A pesar de las ventajas de los métodos actuales, las empresas también mencionaron varios desafíos tecnológicos. Si bien la trituración mecánica es eficiente, hay una creciente preocupación en explorar métodos de mayor valor agregado, como la desvulcanización química y los procesos criogénicos. Estos métodos, aunque más costosos ofrecen la posibilidad de devolver al caucho reciclado parte de sus propiedades originales, lo que ampliaría su aplicación en productos de alta calidad (Adhikari, De, & Maiti, 2000).

INCINEROX en cambio, ha mostrado el interés en adoptar tecnologías emergentes como el uso de microondas y ultrasonido, que permiten romper los enlaces químicos en el caucho sin el uso de productos químicos agresivos (Gupta et al., 2012). Sin embargo, estos métodos aún no están implementados a gran escala en Ecuador debido a los altos costos iniciales de inversión y a la necesidad de infraestructura especializada.

Tabla 1: Comparación de Métodos de Reciclaje Implementados

Método	Eficiencia	Costo operativo	Impacto Ambiental	Estado en Ecuador
<i>Trituración mecánica</i>	Alta	Bajo	Bajo	Implementado
<i>Desvulcanización Química</i>	Media	Alto	Medio	En exploración
<i>Procesos Criogénicos</i>	Alta	Alto	Bajo	En exploración
<i>Microondas Ultrasonido</i>	Alta	Muy Alto	Muy Bajo	No implementado

4.5 responsabilidad Social Empresarial (RSE)

Un aspecto destacado en las entrevistas es el fuerte compromiso de las empresas con la RSE. En armonía con las cuatro dimensiones de la RSE de la RSE propuestas por Carroll (1991) económica, legal, ética y filantrópica, las empresas cumplen con las normativas ambientales e invierten en prácticas que fomentan la sostenibilidad a largo plazo. INCINEROX, por ejemplo, implementó un ciclo de revalorización de residuos de 360 grados asegurando que el impacto ambiental sea mínimo y que los productos reciclados encuentren un nuevo uso en la economía local (Vitalis, 2012).

Además, todas las empresas entrevistadas destacaron la importancia de la formación profesional en sus operaciones. La educación de los empleados y directivos es vista como inversión para garantizar la eficiencia en la gestión de residuos, o que se alinea con los principios de la RSE que promueven el desarrollo del capital humano (Ruston&Denisson, 1995), Esta estrategia mejora la calidad del reciclaje y crea oportunidades económicas en las comunidades locales, impulsando el empleo y reduciendo los niveles de pobreza.

4.6 Desafíos y Oportunidades en el Reciclaje de Neumáticos en Ecuador

El reciclaje de neumáticos fuera de uso (NFU) representa una oportunidad para las empresas que operan en esta línea en Ecuador. A lo largo de las entrevistas realizadas a expertos de tres empresas líderes en reciclaje de neumáticos, se han identificado varios desafíos que enfrentan, junto con oportunidades emergentes que podrían ser aprovechadas para fortalecer la sostenibilidad y la competitividad del sector.

4.6. 1 Principales Desafíos Identificados

El reciclaje de neumáticos en Ecuador enfrenta barreras, especialmente en lo que respecta a la infraestructura tecnológica y el cumplimiento de normativas medioambientales. Los desafíos se categorizan en las siguientes áreas:

1. Altos costos tecnológicos: Las nuevas tecnologías del reciclaje como des

vulcanización o los procesos criogénicos, tienen un costo de implementación alto dificultando su adopción a gran escala. Aunque este tipo de tecnologías cuenta con una mayor eficiencia en el proceso de reciclaje, las empresas prefieren métodos tradicionales como la trituración mecánica por ser más asequible económicamente hablando, aunque menos eficiente en la reutilización del caucho.

2. Cumplimiento normativo y su impacto en la competitividad: a pesar del compromiso de las empresas con el cumplimiento de las regulaciones nacionales emitidas por el Ministerio de ambiente del Ecuador (MAE), las exigencias de normativas más estrictas suponen un reto constante para mantenerse competitivos. Las empresas están obligadas a realizar inversiones para cumplir con regulaciones cada vez más rigurosas, como el Acuerdo Ministerial No. 098 y las Normas INEN.
3. Falta de infraestructura y acceso a mercados: Las empresas mencionaron la falta de infraestructura adecuada, especialmente en áreas rurales, donde la recolección y transporte de neumáticos fuera de uso es limitada. Además, existe una barrera en la creación de un mercado robusto para los productos derivados del caucho reciclado, como pavimentos o productos industriales.

4. 6. 2 Oportunidades Emergentes

A pesar de los desafíos, el sector del reciclaje de neumáticos en Ecuador ofrece varias oportunidades que pueden impulsar su crecimiento y sostenibilidad a largo plazo:

1. Innovación tecnológica y diversificación de productos: La adopción de tecnologías más avanzadas como la desvulcanización química y los procesos de reciclaje criogénico, aunque costosas inicialmente, representan una oportunidad para producir materiales de mayor calidad que puedan ser utilizados en sectores industriales de alto valor. Empresas como INCINEROX ya han comenzado a implementar estas tecnologías obteniendo productos de mayor valor agregado.
2. Crecimiento del mercado de la economía circular: La creciente demanda de productos fabricados a partir de materiales reciclados, tanto a nivel nacional como internacional, crea una oportunidad para las empresas que logren posicionar sus productos dentro del marco de la economía circular, Se pueden dar un sinnúmero de usos al caucho reciclado por ejemplo para la fabricación de pavimentos, productos de aislamiento acústico y piezas

industriales.

3. Incentivos gubernamentales y búsqueda de alianzas estratégicas: el gobierno ecuatoriano a través de programas de sostenibilidad y proyectos de responsabilidad ambiental ofrecen oportunidades para que las empresas colaboren en proyectos más amplios proporcionando incentivos. Además, promulgan alianzas estratégicas entre las empresas de reciclaje y sectores industriales a fin de mejorar la eficiencia de la cadena de valor.

4.7 Análisis FODA del Reciclaje de Neumáticos en Ecuador

En la tabla No.3 se presenta un análisis FODA elaborado en función de las respuestas de los expertos entrevistados. Este análisis refleja una visión estructurada de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del sector. A fin de brindar un marco para diseñar estrategias de mejora.

Tabla 3: Análisis FODA

ANÁLISIS FODA	DESCRIPCIÓN
FORTALEZAS	<ul style="list-style-type: none">- Compromiso con el cumplimiento normativo ambiental.- Implementación de innovaciones tecnológicas en algunas empresas.- Fuerte enfoque en la economía circular.
OPORTUNIDADES	<ul style="list-style-type: none">- Creciente demanda de productos reciclados en el mercado internacional.- Posibilidad de recibir incentivos gubernamentales para proyectos sostenibles.- Innovación en procesos como la desvulcanización química.

DEBILIDADES

- Altos costos de inversión inicial en tecnologías avanzadas.
- Falta de infraestructura adecuada para recolección en áreas rurales.
- Mercado local limitado para productos de

AMENAZAS

- Normativas ambientales cada vez más estrictas que requieren mayores inversiones.
- Competencias de empresas internacionales con mayor acceso y tecnología avanzada.
- Fluctuaciones en los precios de materias primas recicladas.

Fuente. Elaboración propia

4.8 Reflexiones sobre los hallazgos

El análisis de los resultados obtenidos a partir de las entrevistas demuestra un compromiso firme por parte de las empresas participantes en esta investigación con la sostenibilidad y la mitigación del impacto ambiental. Sin embargo, persisten barreras que dificultan la implementación de estrategias avanzadas. La adopción de innovaciones tecnológicas como la desvulcanización química y los procesos criogénicos ofrece oportunidades claras de crecimiento y diferenciación en el mercado, aunque requieren de inversiones considerables que no todas las empresas están en condiciones de asumir. Este escenario refleja una tendencia global en la industrial del reciclaje de neumáticos, donde las organizaciones más competitivas son aquellas que han logrado sortear los altos costos iniciales y han integrado la economía circular como un componente central de su operación.

En términos de Responsabilidad Social Empresarial (RSE), las empresas entrevistadas evidencian un enfoque equilibrado en las dimensiones económica, social y ambiental. Este compromiso con el cumplimiento de normativas y la adopción de prácticas sostenibles está alineado con el modelo de Carroll (1991), que destaca la necesidad de que las empresas asuman responsabilidades que van allá de lo económico, buscando también el bienestar de las comunidades donde operan.

El éxito de estas empresas dependerá en gran medida de su capacidad para identificar y aprovechar las oportunidades emergentes, así como de su habilidad para gestionar los desafíos enfrentados. La formación de alianzas estratégicas, tanto con el gobierno como con otras entidades del sector es vital para mejorar la infraestructura, compartir costos de inversión y / o desarrollo y fortalecer el mercado de productos reciclados. La colaboración facilita el acceso a tecnologías avanzadas, logrando que empresas más pequeñas puedan competir en el mercado de reciclaje de neumáticos con mayor eficiencia.

El análisis de las entrevistas revela temas destacados, evidenciados en la nube de palabras generada a partir de las conversaciones con los representantes de PRONEUMACOSA, GADERE e INCENEROX. Conceptos como sostenibilidad, reciclaje, economía circular, normativa, innovación tecnológica y desvulcanización resaltan como elementos centrales en la gestión de los residuos y el reciclaje de neumáticos fuera de uso en Ecuador.

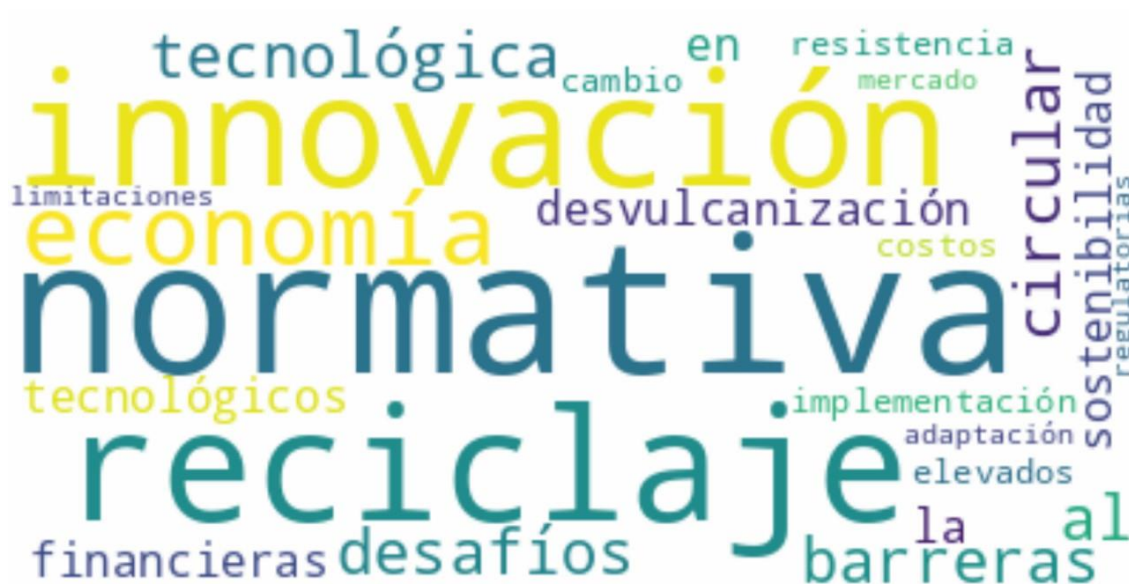


Figura 1: Nube de palabras, entrevistas a expertos

Fuente: Elaboración propia

La recurrencia de términos como sostenibilidad y economía circular reflejan un compromiso con el cumplimiento de la normativa ambiental, y la adopción de modelo de negocio orientados a maximizar el uso eficiente de los recursos. No obstante, las palabras barreras y desafíos soslayan los obstáculos que las empresas recicladoras enfrentan al implementar nuevas tecnologías como la falta de infraestructura especialmente en zonas rurales.

Por ello, la innovación tecnológica ocupa un lugar prioritario, como lo señala los términos de desvulcanización y procesos criogénicos, estas técnicas representan para el Ecuador y sus empresas fronteras tecnológicas a las que deben dirigir sus esfuerzos en la búsqueda de mejorar la calidad del reciclaje del caucho y minimizar el impacto ambiental. Sin embargo, los altos costos asociados a estos procesos limitan su implementación a gran escala.

Finalmente, el término RSE aparece como un concepto crucial, reafirmando que las empresas están alineando sus estrategias de reciclaje con los principios de la responsabilidad social empresarial, para proteger el medio ambiente, y fomentar el desarrollo social y económico de las comunidades donde operan.

▪ Conclusiones

- Los resultados obtenidos confirman que el éxito de las empresas recicladoras en Ecuador radica en su capacidad para alinear sus prácticas con los principios de Responsabilidad Social Empresarial (RSE) y la economía circular. Aquellas que logran integrar de manera efectiva estos principios en su modelo de gestión cumplen con las normativas ambientales, y generan un valor económico y social duradero, lo que les permite diferenciarse en un mercado competitivo.
- El análisis muestra que la adopción de tecnologías avanzadas de reciclaje, como la desvulcanización química, junto con la inversión en la formación técnica de los empleados, son elementos cruciales para aumentar la competitividad y mejorar la eficiencia operativa. La capacitación continua del personal eleva la calidad del reciclaje, y asegura la sostenibilidad de las operaciones a largo plazo.
- A pesar de los avances, las empresas enfrentan importantes desafíos, especialmente en términos de costos tecnológicos y barreras para implementar innovaciones a gran escala. Sin embargo, aquellas que continúan explorando nuevas tecnologías y estrategias colaborativas para compartir los costos y mejorar la infraestructura están mejor posicionadas para aprovechar las oportunidades que ofrece la economía circular.

▪ Si bien este estudio resalta el compromiso de las empresas con la sostenibilidad y la RSE, investigaciones futuras deberían ahondar en las barreras tecnológicas y financieras que impiden una adopción más amplia de tecnologías avanzadas. Además, es crucial explorar cómo las políticas públicas pueden apoyar más eficazmente a las empresas recicladoras para que sigan innovando y cumpliendo con los cada vez más estrictos requisitos generales.

▪ Referencias bibliográficas

- Adhikari, B., De, D., & Maiti, S. (2000). Reclamation and recycling of waste rubber. *Progress in Polymer Science*, 25(7), 909-948. [https://doi.org/10.1016/S0079-6700\(00\)00020-4](https://doi.org/10.1016/S0079-6700(00)00020-4)
- Alves, A., Sousa, L., & Gil, M. H. (2015). Rubber recycling: Chemical modification of ground tyre rubber. *Waste and Biomass Valorization*, 6(1), 9-21. <https://doi.org/10.1007/s12649-014-9327-1>
- Arbórea Consultores Ambientales. (2013). Evaluación de la gestión de residuos sólidos en el municipio de Baruta, estado Miranda, Venezuela. Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. <https://www.minambiente.gob.ve>
- Bocken, N. M. P., de Pauw, I., Bakker, C., & van der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5), 308-320. <https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124>
- Carroll, A. B. (1991). The pyramid of corporate social responsibility: Toward the moral management of organizational stakeholders. *Business Horizons*, 34(4), 39-48. [https://doi.org/10.1016/0007-6813\(91\)90005-G](https://doi.org/10.1016/0007-6813(91)90005-G)
- European Tyre & Rubber Manufacturers' Association [ETRMA]. (2010). Used tyres management: EU legal framework. ETRMA Report. <https://www.etrma.org/>

- European Tyre & Rubber Manufacturers' Association [ETRMA]. (2014). EU tyre labelling regulation: ETRMA report. ETRMA Report. <https://www.etrma.org/>
- Fang, Y., Zhang, Y., Yang, X., & Wu, H. (2001). Rubber consumption and market trends: Global perspectives. *Journal of Rubber Industry Research*, 12(3), 22-29. <https://doi.org/10.1007/s11229-001-9207-1>
- Forrest, M. J. (2014). Recycling and reuse of waste rubber. Rapra Technology Ltd. <https://doi.org/10.1533/9780857098848>
- Global Rubber Markets. (2022). Rubber demand trends and forecast to 2025. Global Rubber Markets. <https://www.globalrubbermarkets.com>
- Gupta, B. R., Singh, M., & Choudhury, S. K. (2012). Waste tyre recycling technology: Case studies in India. *Journal of Environmental Science and Technology*, 45(6), 178-189. <https://doi.org/10.1016/j.enveng.2012.06.004>
- Malaysian Rubber Board. (2020). Global rubber demand forecast 2020-2024: Implications for sustainable production. Malaysian Rubber Board. <https://www.lgm.gov.my>
- Ministerio de Ambiente. (2020). Política nacional de residuos sólidos de Colombia. Ministerio de Ambiente. <https://www.minambiente.gov.co/>
- Ruston, C. T., & Denisson, T. (1995). Circular economy and employment creation in emerging sectors. *Journal of Sustainable Industry Studies*, 5(3), 147-162. <https://doi.org/10.1016/j.jsust.1995.07.003>
- Sienkiewicz, M., Janik, H., Borzędowska-Labuda, K., & Kucińska-Lipka, J. (2017). Progress in used tyres management in the European Union: A review. *Waste Management*, 32(10), 1742-1751. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.05.010>
- Statista. (2021). Rubber consumption worldwide 2020. Statista. <https://www.statista.com>
- Vitalis, A. (2012). Environmental policies and their impact on waste management systems in the European Union. *Journal of Environmental*

Revista Ciencia & Tecnología



ISSN impreso: 1390 - 6321
ISSN online: 2661 - 6734

Policy and Law, 40(2), 139-150.
<https://doi.org/10.1108/10.0163/jel447429>