



ESCUELA DE POSGRADOS

**“Diseño de un plan de gestión de neumáticos fuera de uso en el
cantón de Santo Domingo de los Tsáchilas”**

Maestría en Gestión Integral de Residuos Solidos

Billy Alexander Celi Párraga

Director: Arévalo Durazno María Belén

Cuenca – Ecuador

2026

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación, en primer lugar, a Dios, por darme la vida, la fortaleza y la sabiduría para enfrentar cada desafío que se presentó a lo largo de mi formación académica. Su guía y bendición me permitieron mantener la esperanza y la perseverancia necesarias para alcanzar esta importante meta.

A mi familia, por ser el pilar fundamental de mi vida. Gracias por su amor incondicional, su apoyo constante, sus sacrificios y la confianza que siempre depositaron en mí. Cada palabra de aliento, cada consejo y cada muestra de cariño fueron una fuente de inspiración para seguir adelante y no rendirme ante las dificultades.

Asimismo, dedico este logro a mis docentes, quienes, con su dedicación y conocimientos, contribuyeron a mi formación profesional y personal. Sus enseñanzas dejaron valiosas lecciones que me acompañarán a lo largo de mi vida.

Finalmente, dedico este trabajo a todas aquellas personas que, de una u otra manera, estuvieron presentes durante este proceso, brindándome su apoyo, motivación y confianza. Este logro también les pertenece, porque su acompañamiento fue fundamental para hacer realidad este sueño.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios por brindarme la vida, la salud, la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar esta importante etapa de mi formación profesional. Su guía y bendición me permitieron afrontar cada desafío con perseverancia y mantener la confianza para alcanzar este objetivo.

A mi familia, le agradezco profundamente por su amor, apoyo incondicional, paciencia y comprensión durante todo este proceso. Su confianza en mí, sus consejos y su constante motivación fueron fundamentales para seguir adelante y convertir este sueño en una realidad.

Mi más sincero reconocimiento a mi director de tesis, por su orientación, compromiso y valiosos conocimientos compartidos a lo largo del desarrollo de esta investigación. Su acompañamiento y observaciones fueron esenciales para fortalecer este trabajo.

Asimismo, expreso mi gratitud a los docentes de la carrera, quienes, con su dedicación y profesionalismo, contribuyeron a mi formación académica y personal, transmitiendo conocimientos y valores que serán de gran importancia en mi vida profesional.

Finalmente, agradezco a la universidad y a todas las personas e instituciones que, de manera directa o indirecta, colaboraron con el desarrollo de esta investigación. Cada aporte, consejo y muestra de apoyo hicieron posible la culminación de este trabajo, el cual representa un logro significativo en mi crecimiento personal y profesional.

RESUMEN

Este estudio examina la gestión de neumáticos al final de su vida útil en el cantón Santo Domingo de los Tsáchilas. A medida que aumenta el tráfico vehicular, una infraestructura logística reducida agrava la situación. Se desarrolló un plan de gestión diseñado para combatir la contaminación y apoyar la economía circular. Una encuesta a 45 empresas determinó que se generan aproximadamente 1.905 unidades (75% almacenadas de manera inadecuada y 49% recolectadas de forma informal) mensualmente. El 84% de los generadores estaba dispuesto a colaborar con un sistema municipal técnico de recolección.

Palabras clave: Economía circular, Reciclaje de neumáticos, Gestión de residuos sólidos, Neumáticos fuera de uso (NFU)

ABSTRACT

This study examines the management of end-of-life tires in the Santo Domingo de los Tsáchilas canton. As vehicle traffic increases, limited logistics infrastructure exacerbates the situation. A management plan was developed to combat pollution and support the circular economy. A survey of 45 companies found that approximately 1,905 tires (75% of which are stored improperly and 49% collected informally) are generated each month. Eighty-four percent of the waste generators were willing to cooperate with a municipal technical collection system.

Keywords: Circular economy, Tire recycling, Solid waste management, End-of-life tires (NFU)

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Introducción	1
CAPÍTULO 2	4
2. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	4
2.1. Marco teórico	4
CAPÍTULO 3	8
3. METODOLOGÍA.....	8
3.1. Área de estudio.....	8
3.2. Población y muestra	9
3.3. Métodos y materiales.....	9
3.4. Procedimiento de la investigación	10
CAPÍTULO 4	11
4. DIAGNÓSTICO	11
4.1. Caso de estudio	11
4.2. Resultados	12
4.3. Discusión.....	19
4.3.1. Procesamiento, reciclaje y valorización	24
4.3.2. Normativas y ordenanzas	24
4.3.3. Análisis del procesamiento de datos	25
CAPÍTULO 5	26
5. ESTRATEGIAS	26
5.1. Estrategia de formalización y trazabilidad de la recolección	26
5.2. Estrategia de rutas de recolección programada y frecuencia fija	26
5.3. Estrategia de mitigación de riesgos sanitarios y almacenamiento técnico.....	26
5.4. Estrategia de fortalecimiento de capacidades y control ambiental.....	27
6. CONCLUSIÓN	27
REFERENCIAS.....	29
ANEXOS	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Acumulación de neumáticos fuera de uso en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas	3
Figura 2. Árbol de problemas	8
Figura 3. Árbol de objetivos.....	9
Figura 4. Ilustración de la clasificación de establecimiento y volumen de generación mensual	21
Figura 5. Puntos de recepción de neumáticos fuera de uso.....	23
Figura 6. Localización geográfica de los puntos de acopio temporales	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Volumen mensual de generación de NFU	13
Tabla 2. Condiciones de almacenamiento temporal de NFU.....	13
Tabla 3. Frecuencia de retiro de NFU en los establecimientos.....	14
Tabla 4. Agentes encargados de la recolección de NFU	14
Tabla 5. Nivel de conocimiento sobre la normativa Acuerdo 098-REP	15
Tabla 6. Capacitación e inspección ambiental recibida	16
Tabla 7. Percepción de los problemas derivados del mal manejo de NFU	16
Tabla 8. Disposición a colaborar con un sistema de recolección técnica	17
Tabla 9. Conocimiento sobre el potencial de valorización de los NFU	18
Tabla 10. Percepción sobre el destino final de los neumáticos entregados	18

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Llantas recolectadas dentro del complejo ambiental de Santo Domingo.....	35
Anexo 2. Centros de acopio temporales, ayuda de la ciudadanía	35
Anexo 3. Modelo de encuesta.....	36
Anexo 4. Guía de entrevista semiestructurada para informantes clave	38
Anexo 5. Evidencias del instrumento de investigación	39

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

La gestión de los residuos sólidos se ha vuelto más importante en los últimos años, no sólo por el crecimiento poblacional, sino por el crecimiento de la economía, que multiplica el consumo y, por ende, la generación de residuos, en particular los residuos industriales y de consumo masivo. Los neumáticos fuera de uso (NFU) se caracterizan por su complejidad de gestión, debido a su durabilidad, su volumen y la falta de infraestructura para su gestión (Dabic et al., 2021). En el cantón de Santo Domingo de los Tsáchilas, la acumulación de NFU se ha convertido en un grave problema. A pesar de ser un producto altamente reciclable, los NFU no reciben la gestión que requieren y, por lo tanto, afectan negativamente al medio ambiente, la salud de la población y el orden urbano. En el caso de Santo Domingo, la falta de un sistema de recolección de NFU y la inadecuada respuesta administrativa al problema ambiental, generan una situación que requiere atención y solución de manera estructurada.

El problema se ha agravado debido al crecimiento del parque vehicular en Santo Domingo de los Tsáchilas. Con el desarrollo urbano e industrial en el cantón, se incrementa de forma proporcional la generación de NFU. Esta problemática no solo afecta de forma negativa el medio ambiente, también se convierte en un problema de salud pública, ya que los neumáticos se convierten en focos de contaminación y en criaderos de vectores, tales como mosquitos, roedores, y existe también el riesgo de que se produzcan incendios. Además, la acumulación de neumáticos en espacios públicos y terrenos baldíos afecta la estética de la zona y contribuye al deterioro de un paisaje urbano en la zona (La Hora, 2025).

La gestión de estos residuos presenta múltiples dificultades de orden normativo y operativo. Pese a los avances normativos que ha tenido Ecuador, como la adopción de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en la gestión de residuos (Ministerio del ambiente, 2022), la banca de normativa en la mayoría de los cantones es escasa por falta de recursos, infraestructura, y en algunos casos, falta de formación. Ante esta situación, la banca normativa es insuficiente, y el sector automotriz es clave porque es el principal generador de estos residuos. Por otro lado, muchos de los actores de esta industria han sido testigos de la falta de conciencia sobre la disposición adecuada de los neumáticos, lo que fomenta la presencia de estos residuos de forma incontrolada (Lugo, Molinas, & Gamarra, 2024).

Como apoyo a la solución, varios estudios previos resaltan la efectividad de la economía circular y la valorización de los residuos como estrategia para minimizar impacto y fomentar la

sostenibilidad (Dabic et al., 2021). En el caso de neumáticos, con tecnologías como la pirólisis y la trituración mecánica, se pueden recuperar materiales útiles como el caucho y el acero que se pueden volver a usar en la construcción de carreteras u otros productos industriales (Martínez & Herrera, 2018). La implementación de un modelo de gestión centrado en la valorización, busca, además de reducir el impacto, fomentar la economía de la región. A través del reciclaje y la reutilización, se podría contribuir a la creación a una economía circular que aumente la sostenibilidad ambiental y la rentabilidad económica, y en consecuencia, la calidad de vida de la población al reducir la contaminación (Dabic, Simic, & Karagoz, 2021).

Bajo este contexto, este estudio tiene como propósito abordar la falta de infraestructura y organización en la gestión de NFU, situación que se evidencia en la acumulación desmedida de estos residuos en diversos puntos de la provincia (ver Figura 1). Al ofrecer una propuesta que facilite la integración de las buenas prácticas de reciclaje y valorización, el objetivo principal de este estudio es diseñar un plan de gestión sostenible para los neumáticos fuera de uso en el cantón de Santo Domingo de los Tsáchilas, con la finalidad de mitigar los efectos negativos de la acumulación de estos residuos y fomentar una cultura de responsabilidad ambiental dentro del sector automotriz. A través de un análisis detallado de las prácticas actuales, las normativas vigentes y las buenas prácticas internacionales, se busca proponer soluciones que se alineen con las regulaciones nacionales y promuevan la economía circular (Ministerio del Ambiente, 2022).

Con este fin, los objetivos específicos de la investigación se orientan a diagnosticar la situación actual de los neumáticos fuera de uso en el cantón, evaluar los aspectos normativos y operativos que impidan una gestión eficiente, y formular un plan integral que contemple la recolección y disposición final de neumáticos, así como la educación y sensibilización al sector automotor y a la población. Se hipotetiza que la ausencia de un sistema de gestión operacional y la escasa aplicación de la normativa vigente son las principales causas que restringen una gestión adecuada. Según la literatura relevante, el establecimiento de un sistema operacional de recolección y la promoción de la educación ambiental son fundamentales para la solución del problema (Fullana & Puig, 1997).

Este estudio reconoce algunas limitaciones. La principal es la falta de datos actualizados y completos sobre la cantidad de NFU generados en el cantón, lo que puede afectar la precisión del diagnóstico. Adicionalmente, la generación de nuevas políticas es multisectorial. Es decir, el involucramiento de los gobiernos locales y la empresa privada es fundamental. De todas maneras, se espera que este trabajo sea el punto de partida para la elaboración de un plan de gestión integral que pueda replicarse en otras zonas con problemáticas similares.

Figura 1.

Acumulación de neumáticos fuera de uso en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas



Fuente: (ElVocero, 2022)

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

2.1. Marco teórico

La Gestión Integral de Residuos (GIR) se conceptualiza como un modelo administrativo y operativo que busca la minimización de la generación de desechos y la maximización de su aprovechamiento (Arce & Torres, 2024). En el caso de los neumáticos, su clasificación como "residuos especiales" obedece a que, si bien no son intrínsecamente tóxicos, su volumen y durabilidad exigen métodos de recolección y tratamiento diferenciados. La jerarquía de gestión establece que la disposición en rellenos sanitarios es el escenario menos deseable, impulsando en su lugar procesos de valorización que reintegran el caucho a la cadena de valor (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2024)

El neumático es un producto de ingeniería complejo compuesto por elastómeros naturales y sintéticos, reforzado con estructuras de acero y fibras de nailon. El proceso de vulcanización, que utiliza azufre para crear enlaces cruzados entre los polímeros, le otorga una resistencia térmica y mecánica extrema (Majchrowska et al., 2022). No obstante, esta misma propiedad lo hace biológicamente indestructible en escalas de tiempo humanas. Ambientalmente, los neumáticos fuera de uso (NFU) actúan como "trampas de calor" y reservorios de agua estancada, lo que facilita la incubación de patógenos y vectores, convirtiéndolos en un problema crítico de saneamiento ambiental en zonas tropicales (Vizuet et al., 2023).

La Logística inversa constituye el eje operativo para la recuperación de los NFU, definiéndose como el proceso de retorno de bienes desde el consumidor final hacia el fabricante o gestor para su recuperación de valor o eliminación adecuada (Brito & Dekker, 2004). Dentro de este flujo, la Valorización Energética destaca como una solución técnica viable; debido a su alto poder calorífico (superior al del carbón), los neumáticos triturados se emplean en hornos de clinkerización de cemento. Este proceso, conocido como coprocesamiento, permite la destrucción térmica completa sin dejar residuos cenizos, aprovechando la energía contenida en el polímero (Encarnación, Cerezo, & Urbina, 2021).

La gobernanza de los residuos en Ecuador se articula a través de instrumentos de comando y control. El Código Orgánico del Ambiente (COA) es el marco rector que define las competencias municipales y las responsabilidades de los generadores (Asamblea Nacional, 2026). Un pilar fundamental de esta normativa es la Responsabilidad Extendida del Productor (REP), que traslada el costo de la gestión ambiental desde los municipios hacia los importadores

y fabricantes, obligándolos a declarar metas de recuperación anuales ante la autoridad ambiental nacional (Talbott et al., 2022). Específicamente, el Acuerdo Ministerial 098 actúa como el reglamento técnico que norma el almacenamiento preventivo, prohibiendo el acopio a cielo abierto para mitigar riesgos de incendios y epidemias.

2.2. Estado del arte

La gestión de NFU se ha consolidado como un campo de estudio prioritario dentro de la investigación ambiental debido a los riesgos que estos residuos representan para los ecosistemas y la salud pública. Históricamente, la acumulación de neumáticos comenzó a identificarse como un problema a mediados del siglo XX con el aumento masivo del parque automotor y la ausencia de sistemas de reciclaje adecuados (Fullana & Puig, 1997). A nivel global, organismos como la Unión Europea han establecido directrices específicas para el manejo de NFU, promoviendo la economía circular y la responsabilidad extendida del productor (European Commission, 2018). Estas experiencias han evidenciado que la correcta planificación, combinada con innovación tecnológica, reduce significativamente los impactos ambientales.

En América Latina, la investigación sobre NFU ha cobrado relevancia en la última década. Países como Chile y Colombia han implementado normativas para regular la recolección y valorización de estos residuos, acompañadas de estudios técnicos que demuestran el potencial del caucho reciclado en infraestructura vial y productos industriales (Pérez & Muñoz, 2019). Según Morales (2020), la región enfrenta desafíos comunes: informalidad en la disposición, baja conciencia ambiental y limitada capacidad institucional. Esto es similar a lo observado por Fernández y Romero (2021), quienes señalan que la gestión de NFU depende no solo de marcos legales, sino de estrategias integrales que involucren a generadores, gobiernos locales y ciudadanía.

A nivel nacional, se estima que aproximadamente 240 000 neumáticos son desechados cada año debido al desgaste del caucho y la imposibilidad de volver a ser usados en condiciones seguras (García, Illicachi, & Cuarán, 2024). Esta cifra refleja la magnitud del problema a escala nacional y su probable correlación con cantones como Santo Domingo de los Tsáchilas, donde la actividad automotriz es intensa. En Santo Domingo, se han implementado campañas de recolección que han logrado recuperar cifras significativas de estos residuos: por ejemplo, se han entregado más de 13 000 llantas al gestor ambiental con un promedio de 1 000 llantas semanalmente. Además, cerca de 100 000 llantas han estado almacenadas o en proceso de disposición en instalaciones ambientales locales (Municipalidad de Santo Domingo, datos oficiales; (GAD Municipal Santo Domingo, 2017).

En el contexto ecuatoriano, la problemática ha sido analizada desde enfoques normativos y de gestión ambiental. El Ministerio del Ambiente (MAATE) ha establecido lineamientos para la gestión de residuos especiales, entre ellos los neumáticos, bajo el principio de minimización del impacto y recuperación de materiales (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2015). Estudios locales como el de Cedeño y Vargas (2020) destacan que la falta de infraestructura para el tratamiento y reciclaje limita la implementación efectiva de estas políticas, especialmente en cantones con alto crecimiento vehicular como Santo Domingo de los Tsáchilas. De manera similar, Zambrano (2022) sostiene que la gestión de NFU en el país requiere planes diferenciados acorde con la capacidad operativa de cada municipio.

Desde el punto de vista científico, la literatura muestra avances significativos en tecnologías para el reciclaje de neumáticos. La trituración mecánica y la pirólisis son las técnicas más estudiadas. Según Martínez y Herrera (2018), la pirólisis permite recuperar hidrocarburos y acero, mientras que la trituración genera granulado de caucho útil para asfalto, pisos deportivos y construcciones. Diversos autores coinciden en que la viabilidad de estas tecnologías depende de un flujo constante de NFU y de una adecuada logística de recolección (González & Rivas, 2019). Esta relación explica por qué muchos planes municipales en Latinoamérica fallan: carecen de sistemas organizados de acopio y transporte.

En el plano conceptual, la gestión integral de residuos se fundamenta en modelos como el de la economía circular, que promueve la reducción, reutilización y reciclaje de materiales para disminuir la presión sobre el ambiente. Kirchherr et al. (2017) describen la economía circular como un marco que busca mantener los recursos en el ciclo productivo mediante procesos técnicamente eficientes y ambientalmente responsables. Este principio se complementa con la responsabilidad extendida del productor, que obliga a los generadores y comercializadores de neumáticos a participar en su recuperación y tratamiento. Para Fullana y Puig (1997), este enfoque es clave para evitar que la carga operativa recaiga únicamente en los gobiernos locales.

La pertinencia de diseñar un plan de gestión para Santo Domingo de los Tsáchilas se sustenta en estudios que demuestran la influencia del contexto socio territorial en la efectividad de las estrategias ambientales. Burbano y Izurieta (2021) señalan que los cantones con rápido crecimiento urbano requieren instrumentos específicos que respondan a su dinámica poblacional, a sus capacidades logísticas y a sus actores económicos locales. En este sentido, el diseño de un plan de gestión se convierte en una herramienta que permite articular diagnóstico, normativas, infraestructura, educación ambiental y mecanismos de seguimiento.

Como síntesis del estado del arte, la literatura converge en que los NFU representan un desafío multidimensional que exige la integración de soluciones técnicas, marcos legales y

participación ciudadana. El análisis global, regional y local demuestra que la gestión adecuada de estos residuos no solo previene problemas ambientales, sino que abre oportunidades para el desarrollo sostenible mediante procesos de valorización.

CAPÍTULO 3

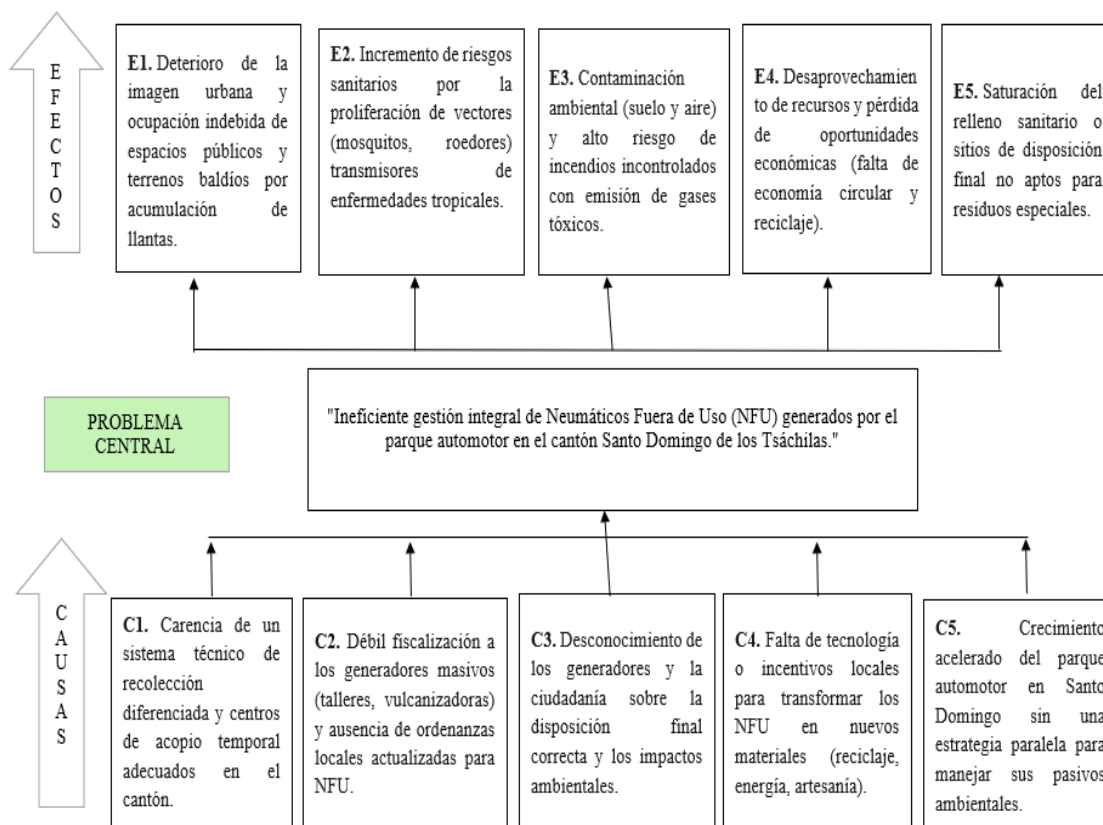
3. METODOLOGÍA

3.1. Área de estudio

La investigación se ejecutó en el cantón Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Se seleccionó esta ubicación por ser el nodo terrestre con mayor flujo logístico del país, lo que deriva en una alta tasa de recambio de neumáticos y, consecuentemente, en una generación masiva de residuos. Esta problemática se analiza en la Figura 2, donde se detalla el árbol de problemas que identifica las causas y efectos de la gestión ineficiente de neumáticos en la zona. Este análisis permitió establecer la base para la planificación de las visitas de campo. El estudio se delimitó a las parroquias urbanas de Santo Domingo y Río Verde, zonas que concentran el 85% de la actividad automotriz del cantón.

Figura 2.

Árbol de problemas



Elaborado por: Celi, B. (2026)

3.2. Población y muestra

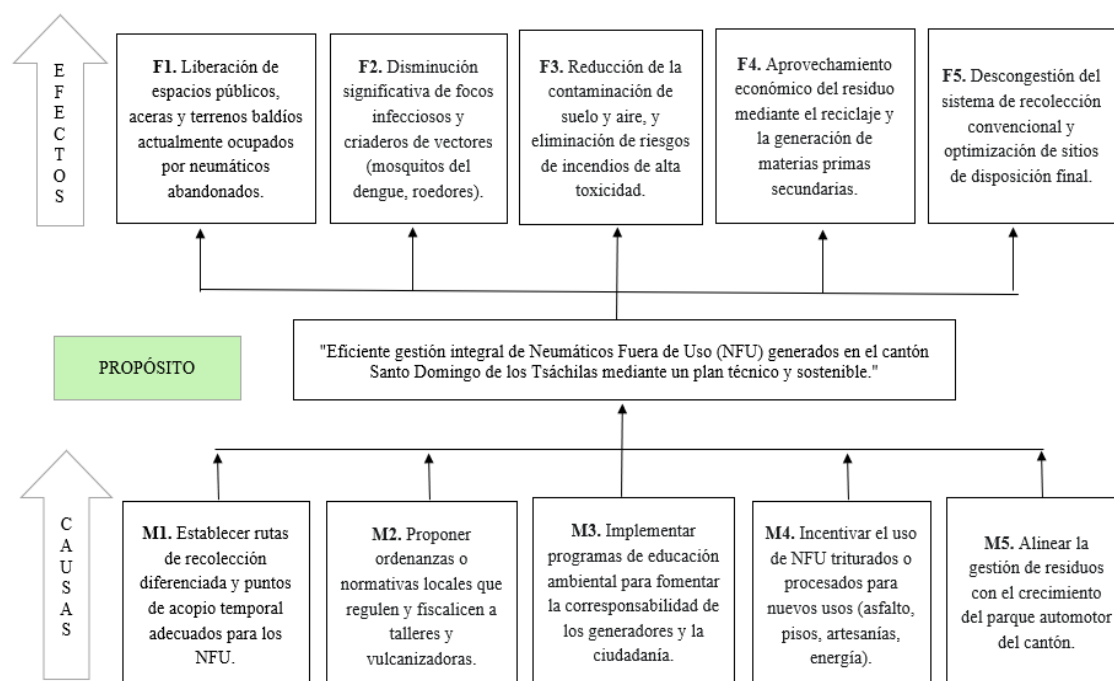
Se identificó un universo de 120 establecimientos relacionados con la gestión de neumáticos (vulcanizadoras, talleres mecánicos y comercializadoras) registrados en el catastro municipal y bases de datos gremiales. Se aplicó un muestreo aleatorio simple con un nivel de confianza del 95%, resultando en una muestra final de 45 establecimientos. Adicionalmente, se incluyeron como informantes clave a 2 técnicos del departamento de gestión ambiental del GAD Municipal y 1 representante zonal de SEGINUS.

3.3. Métodos y materiales

Para la obtención de resultados, se aplicó un enfoque mixto que permitió cuantificar volúmenes de generación y entender las percepciones de los actores involucrados. Este proceso se fundamentó en el esquema de flujo presentado en la Figura 3, donde se detallan las etapas de la logística inversa aplicadas al proyecto. Esta figura constituye la guía metodológica que permitió estructurar las fases de recolección de información y el posterior análisis de los canales de retorno de los neumáticos desde el generador hasta el gestor final.

Figura 3.

Árbol de objetivos



Elaborado por: Celi, B. (2026)

Para la obtención de los resultados se emplearon los siguientes recursos:

- **Investigación de Campo:** Las visitas técnicas se llevaron a cabo durante un período de cuatro semanas, desde el 23 de diciembre de 2025 hasta el 15 de enero de 2026. Durante este tiempo, se registraron evidencias mediante cámaras fotográficas y se georreferenciaron usando dispositivos GPS en puntos críticos de acumulación.
- **Encuestas:** Se aplicó un cuestionario de 15 preguntas a los administradores de los locales (Ver anexo 3), recolectando datos sobre el volumen de generación (unidades/mes) y el destino final de los residuos.
- **Entrevistas:** Se utilizaron guías de entrevista semiestructuradas (ver Anexo 4) aplicadas a informantes clave, específicamente a dos técnicos del departamento de gestión ambiental del GAD Municipal y a un representante zonal de SEGINUS. Estas guías permitieron recoger información detallada sobre las limitaciones logísticas reportadas por los gestores en el territorio.
- **Software:** El procesamiento estadístico se realizó en IBM SPSS Statistics v.25 para el análisis de frecuencias y Microsoft Excel para la generación de gráficas comparativas.

3.4. Procedimiento de la investigación

Esta investigación se desarrolló en tres fases consecutivas. La primera fase, la Fase de Diagnóstico, incluyó una revisión bibliográfica y documental de la gestión de residuos en Santo Domingo desde el año 2020 hasta la actualidad, acompañada de una encuesta de información técnica en 45 puntos de la muestra. Para ello, se utilizó GPS para la georreferenciación de los puntos críticos y para las herramientas de recolección de datos, se emplearon los formatos de los cuestionarios y guías de las entrevistas, que se explican en los Anexos 3 Y 4.

Luego, en la fase de análisis técnico-normativo, los hallazgos del campo se compararon con las disposiciones del Acuerdo Ministerial 098 para identificar las brechas en el cumplimiento legal. Finalmente, en la fase de Diseño Propositivo, se utilizaron los cuellos de botella identificados, especialmente la ausencia de transporte y centros temporales de recolección, para delinear las rutas de la logística inversa, que constituyen la propuesta técnica de esta tesis.

CAPÍTULO 4

4. DIAGNÓSTICO

4.1. Caso de estudio

Según datos oficiales, la ciudad tiene más de 330 000 habitantes y forma un área metropolitana significativa, lo que implica una alta demanda de servicios, movilidad urbana y generación de residuos (INEC, 2022). Este crecimiento demográfico ha generado, de manera paralela, un incremento considerable del parque vehicular, compuesto por automóviles particulares, motocicletas y transporte de carga. Con un parque automotor creciente se produce, de forma proporcional, un volumen elevado de NFU.

Un hito importante en la gestión de Llantas usadas en esta zona fue la campaña “Ecuador libre de llantas usadas”, realizada en conjunto entre el Ministerio de Ambiente y la entidad Seginus (Sistema Ecuatoriano de Gestión Integral de Neumáticos Usados). Como resultado de esta iniciativa, se recolectaron alrededor de 65 000 neumáticos usados en Santo Domingo, logrando que la provincia fuera declarada en ese momento como “libre de neumáticos usados”, si bien fue un avance, no implicó una solución permanente sino temporal al problema de acumulación (El Telégrafo, 2020)

A pesar de estas acciones, el problema persiste de manera estructural y se presenta de forma compleja en el cantón por varias razones:

- **Volumen acumulado de NFU sin gestionar adecuadamente:** Las cifras de neumáticos recolectados y almacenados muestran que aún hay un volumen considerable en proceso de gestión, lo que revela la limitación de los sistemas actuales para procesar o valorizar todos los residuos generados (Municipalidad de Santo Domingo, 2017).
- **Impacto ambiental y social:** La acumulación inadecuada de NFU ha generado denuncias comunitarias sobre contaminación de espacios públicos y cuerpos de agua como el río Pove, donde se ha observado basura y llantas utilizadas como desechos, afectando la calidad ambiental y la salud local (Acosta & Montalvo, 2020).
- **Participación del sector comercial:** En el cantón operan numerosos talleres mecánicos, vulcanizadoras y centros de venta de neumáticos que generan NFU como residuo inevitable de su actividad comercial. Si bien no existe una cifra oficial

pública consolidada de cuántos establecimientos hay, la cantidad de generadores directos de NFU indica que la gestión debe articularse con este sector productivo para ser efectiva.

- **Proyectos municipales de valorización:** A partir de 2022, la empresa pública municipal EP-Const inició un proceso de reciclaje donde se han retirado más de 300 000 neumáticos, transformándolos en caucho granular para uso en parques, áreas recreativas y superficies deportivas, así como bloques modulares para construcciones, incorporando maquinaria que permite convertir los residuos en materiales útiles para la comunidad (La Hora, 2025). Esto demuestra avances en la valoración de NFU como recurso reciclable, pero también expone que la gestión ha estado orientada más a proyectos específicos que a un sistema sostenible permanente.

4.2. Resultados

Independientemente de estas mejoras a nivel institucional, la evaluación de las realidades operativas en los puntos de generación del cantón sigue siendo una prioridad. La cadena de generación de la NFU incluye talleres de vulcanización, talleres y centros de servicio y, por lo tanto, para los fines de esta evaluación operativa, se realizó un sondeo técnico en un total de 45 puntos que fueron clasificados como de alta prioridad para la cadena de generación de la NFU. El trabajo de campo, realizado del 23 de diciembre de 2025 al 15 de enero de 2026, facilitó la comparación de la teoría normativa y las condiciones existentes de almacenamiento y eliminación dentro del área geográfica estudiada.

A continuación, se presenta los resultados de este análisis situacional. Contiene el análisis y la tabulación de los resultados de las encuestas a los gerentes de los establecimientos, junto con la georreferenciación de los puntos de acumulación crítica que se identificaron. Esta investigación identifica las brechas logísticas existentes y sirve como referencia para el diseño del marco de logística inversa que se presenta en los siguientes capítulos de esta investigación.

En la Tabla 1 se observa el volumen mensual de generación de NFU. El porcentaje más significativo de generadores (40 %) informan desechar entre 21 y 50 neumáticos, seguido por un 27 % que informa hasta 100 unidades. Como tal, los datos muestran que el 78 % de las empresas en Santo Domingo gestionan un flujo continuo y significativo de residuos. Este volumen demuestra la urgencia de diseñar una ruta de logística inversa funcional, ya que el potencial operativo de los puntos de venta pronto es superado por la tasa de generación de residuos.

Tabla 1.

Volumen mensual de generación de NFU

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Menos de 20 unidades	10	22%
b) De 21 a 50 unidades	18	40%
c) De 51 a 100 unidades	12	27%
d) Más de 100 unidades	5	11%
TOTAL	45	100%

Elaborado por: Celi, B. (2026)

Como se puede observar en la Tabla 1, se presenta un patrón preocupante sobre las prácticas de almacenamiento de neumáticos al aire libre de los encuestados: el 55% de los encuestados almacenan los neumáticos en sus patios, y el 20% en calles públicas o en aceras. Solo el 18% de los encuestados tiene las condiciones necesarias para la correcta cubierta y cerramiento de su almacenamiento de neumáticos. Las malas condiciones de almacenamiento (que el 75% de la muestra demuestra) van en contra de la higiene ambiental, ya que los neumáticos expuestos a los elementos recogerán agua estancada y se convertirán en sitios de anidación para vectores de enfermedades, agravando los problemas de salud pública en el área, incluyendo el dengue.

Tabla 2.

Condiciones de almacenamiento temporal de NFU

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) En un área techada y cerrada	8	18%
b) En el patio a la intemperie	25	56%
c) En la vía pública/vereda	9	20%
d) No se almacenan, se retiran de inmediato	3	7%
TOTAL	45	100%

Elaborado por: Celi, B. (2026)

Al analizar la realidad de los establecimientos en el sector, los datos de la Tabla 2 nos muestran un panorama preocupante sobre cómo se están guardando los neumáticos usados. No se trata solo de números, sino de un problema que afecta nuestras calles: la gran mayoría de los locales (un 56%) deja las llantas en patios al aire libre, y un 20% llega a acumularlas en plena vía pública o en las veredas por donde caminamos. Esto significa que, lamentablemente, 3 de cada 4 negocios no cuentan con la infraestructura básica para proteger estos residuos, dejando en evidencia que las normas actuales aún no se aplican de forma real en el día a día.

Este descuido va mucho más allá de lo estético; al estar amontonadas sin control, las llantas se convierten en "trampas de calor" y nidos de mosquitos, transformándose en focos peligrosos para la propagación de enfermedades como el dengue. Además de ser un riesgo constante de incendios, el hecho de que estén expuestas al sol y la lluvia no solo ensucia nuestra ciudad, sino que degrada el material, lo que echa a perder la oportunidad de reciclarlas o darles un nuevo uso útil para la comunidad.

Tabla 3.

Frecuencia de retiro de NFU en los establecimientos

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Gestores autorizados por el Ministerio del Ambiente	9	20%
b) Recolectores informales / Terceros	22	49%
c) Servicio de recolección municipal	4	9%
d) El cliente se lleva el neumático viejo	10	22%
TOTAL	45	100%

Elaborado por: Celi, B. (2026)

Al mirar de cerca quiénes se llevan los neumáticos de los locales, los datos de la Tabla 4 nos muestran una realidad preocupante: la gestión de estos residuos en nuestra ciudad depende en gran medida de la informalidad. Casi la mitad de los encuestados (49%) entrega sus llantas usadas a recolectores informales o terceros, lo que significa que perdemos el rastro de esos materiales. Sin la intervención de gestores autorizados, no hay ninguna garantía de que reciban un tratamiento adecuado, lo que aumenta el peligro de que terminen quemadas al aire libre o abandonadas en nuestras laderas y ríos, como el Pove.

Es inquietante notar que solo un 20% de los establecimientos logra completar el circuito legal trabajando con profesionales avalados por el Ministerio del Ambiente. Por otro lado, surge un dato que nos toca directamente como ciudadanos: en el 22% de los casos, somos nosotros, los clientes, quienes nos llevamos el neumático viejo a casa. Al hacerlo, asumimos una responsabilidad ambiental para la cual la mayoría no estamos preparados, pues desconocemos cómo manejar este tipo de residuos especiales.

Tabla 4.

Agentes encargados de la recolección de NFU

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Semanalmente	4	9%

b) Cada 15 días	7	16%
c) Mensualmente (aprox. 21 días)	11	24%
d) Solo cuando el espacio está lleno	23	51%
TOTAL	45	100%

Elaborado por: Celi, B. (2026)

La realidad en nuestras calles muestra una recolección que actúa tarde, solo cuando el problema ya es evidente. Los datos son claros: más de la mitad de los establecimientos (51%) se ven obligados a acumular neumáticos hasta que ya no cabe uno más, simplemente porque no existe un servicio que pase a retirarlos de forma regular. Esta espera indefinida no es solo un inconveniente de espacio; es una amenaza directa para la salud de todos, ya que esas pilas de llantas se convierten en el refugio perfecto para los mosquitos que transmiten el dengue, una preocupación que hoy angustia a casi la mitad de los encuestados.

Es preocupante notar que apenas un 9% de los locales cuenta con el respaldo de una ruta semanal organizada. Para el resto, que suma un 75% de los negocios, el día a día es trabajar al límite de su capacidad, conviviendo con residuos que se amontonan por semanas o meses. Esta saturación nos confirma que no podemos seguir operando bajo la improvisación. Santo Domingo necesita con urgencia un plan de gestión con horarios y rutas fijas que nos permita pasar de una reacción desesperada a una prevención real, protegiendo así el bienestar de las familias y la seguridad ambiental de nuestra provincia.

Tabla 5.

Nivel de conocimiento sobre la normativa Acuerdo 098-REP

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Sí, la conozco en detalle	5	11%
b) He escuchado de ella, pero no conozco los detalles	12	27%
c) No tengo conocimiento de esta normativa	28	62%
TOTAL	45	100%

Elaborado por: Celi, B. (2026)

Al observar el conocimiento sobre las leyes actuales, los datos de la Tabla 5 nos muestran una desconexión preocupante en nuestro sector automotriz. Es impactante notar que casi 9 de cada 10 dueños de negocios (el 89%) trabajan sin conocer realmente sus responsabilidades legales; de hecho, un 62% nunca ha oído hablar del Acuerdo 098-REP y otro 27% solo conoce el nombre, pero no el contenido. Esta falta de información no es un simple descuido, sino el factor determinante detrás del manejo inadecuado de las llantas que vemos en la ciudad.

Esto nos confirma que el reto en Santo Domingo no es solo logístico, sino profundamente educativo. Si un alarmante 80% de nuestros locales no ha recibido ni una sola capacitación o inspección ambiental en el último año, es comprensible que no se apliquen las normas correctamente. Para que los talleres se integren con convicción a un sistema sostenible, no basta con que existan leyes en el papel; necesitamos acercar el conocimiento a las personas mediante programas de capacitación y socialización. Solo cerrando esta "brecha cognitiva" podremos transformar la idea de que el neumático es solo basura en una visión de recurso útil para la economía circular de nuestra provincia.

Tabla 6.

Capacitación e inspección ambiental recibida

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Si	9	20%
b) No	36	80%
TOTAL	45	100%

Elaborado por: Celi, B. (2026)

Los resultados de la Tabla 6 ponen de manifiesto un sentimiento de abandono institucional en la gestión de estos residuos. Es impactante que 8 de cada 10 establecimientos (80%) jamás hayan recibido una capacitación o una visita técnica por parte de las autoridades municipales. Esta falta de guía explica por qué persisten conductas de riesgo: ante la ausencia de alguien que enseñe o supervise, los dueños de los locales operan haciendo lo mejor que pueden bajo su propio criterio, lo cual no siempre es suficiente para proteger el entorno. El hecho de que apenas un 20% haya tenido algún contacto con programas de formación nos dice que los esfuerzos actuales no alcanzan para cubrir la realidad de nuestro sector automotriz.

Tabla 7.

Percepción de los problemas derivados del mal manejo de NFU

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Proliferación de vectores (mosquitos/dengue)	22	49%
b) Riesgo de incendios	4	9%
c) Mala imagen urbana y contaminación visual	12	27%
d) Contaminación del suelo y agua	7	16%
TOTAL	45	100%

Elaborado por: Celi, B. (2026)

Al conversar con quienes trabajan día a día en el sector, es evidente que existe un temor

compartido por el bienestar de las familias y la comunidad. Los datos de la Tabla 7 muestran que la mayor preocupación, señalada por casi la mitad de los encuestados (49%), es que las llantas acumuladas se conviertan en criaderos de mosquitos que transmiten enfermedades como el dengue. Esta no es una preocupación menor, ya que, en zonas tropicales como la nuestra, una llanta abandonada se transforma rápidamente en una "trampa" de agua estancada ideal para la reproducción de estos insectos.

Además de la salud, a un 27% de los ciudadanos le entristece ver cómo estas pilas de caucho deterioran la imagen de nuestra ciudad, creando un paisaje de descuido que nos afecta a todos. Aunque se mencionan con menos frecuencia, también hay una conciencia clara sobre los peligros invisibles: el 16% teme la contaminación de nuestra tierra y ríos, como el Pove, y un 9% vive con el miedo a los incendios que estos depósitos improvisados podrían provocar.

En definitiva, esta percepción de riesgo nos demuestra que los habitantes de Santo Domingo no ven las llantas solo como basura, sino como una amenaza real para su calidad de vida. Esto valida la urgencia de poner en marcha un plan de gestión que no solo limpie las calles, sino que devuelva la tranquilidad y la seguridad sanitaria a cada barrio.

Tabla 8.

Disposición a colaborar con un sistema de recolección técnica

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Totalmente de acuerdo	15	33%
b) De acuerdo, si el servicio es eficiente	23	51%
c) En desacuerdo	5	11%
d) Indiferente	2	4%
TOTAL	45	100%

Elaborado por: Celi, B. (2026)

Al analizar la actitud de quienes trabajan en el sector automotor, los resultados de la Tabla 8 nos regalan un panorama lleno de esperanza y una oportunidad real de cambio. Es muy alentador notar que la gran mayoría de los dueños de talleres y vulcanizadoras tienen el firme deseo de ser parte de la solución: 8 de cada 10 encuestados (84%) están dispuestos a colaborar con un sistema de recolección técnica organizado, incluso aportando una tasa mínima, con tal de ver sus calles libres de residuos.

Este apoyo masivo viene con un mensaje claro: el 51% de ellos está listo para sumarse siempre y cuando el servicio sea eficiente. Esto nos recuerda que no podemos fallarles; su

participación depende de que cumplamos con rutas puntuales y profesionales que realmente les faciliten el trabajo diario. Con apenas un 11% de personas que aún dudan, queda claro que existe una voluntad colectiva por transformar a Santo Domingo. Los vecinos y trabajadores del sector están listos para dejar atrás la informalidad, entendiendo que el beneficio de una ciudad sana y ordenada es un objetivo que todos compartimos.

Tabla 9.

Conocimiento sobre el potencial de valorización de los NFU

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Sí	14	31%
b) No	31	69%
TOTAL	45	100%

Elaborado por: Celi, B. (2026)

Cuando nos detenemos a pensar en qué pasa con una llanta después de su uso, los datos de la Tabla 9 nos revelan un desafío muy humano: la mayoría de nosotros solo vemos en ella un estorbo. Es impactante notar que el 69% de las personas en el sector automotor no conoce el valor que aún tiene un neumático viejo. Para 7 de cada 10 trabajadores, la llanta es simplemente un desecho sin valor, lo que genera una especie de "ceguera de recursos" que nos impide ver las oportunidades económicas e industriales que tenemos frente a nosotros.

Por otro lado, existe un 31% que sí sueña con darle una segunda vida a este material, pero se siente frenado por la falta de tecnología o de apoyo para lograrlo. Esta brecha de conocimiento es, en realidad, una gran oportunidad para nuestra comunidad. Nos invita a dejar de ver el problema como algo logístico y empezar a verlo como una misión educativa.

Tabla 10.

Percepción sobre el destino final de los neumáticos entregados

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) 0% - 25%	3	7%
b) 26% - 50%	8	18%
c) 51% - 75%	13	29%
d) 76% - 100%	21	47%
TOTAL	45	100%

Elaborado por: Celi, B. (2026)

Al evaluar qué sucede con los neumáticos una vez que salen de los locales, los datos de la Tabla 10 revelan una profunda falta de confianza en el sistema que tenemos hoy. Es muy

revelador que casi la mitad de los encuestados (47%) sospeche que prácticamente todas sus llantas (entre el 76% y el 100%) terminan en botaderos clandestinos o son manejadas de forma irresponsable. Cuando sumamos estas percepciones, descubrimos que 3 de cada 4 personas en el sector (76%) sienten que el destino de sus residuos es ineficiente.

Esta sensación de "destino incierto" no es gratuita; es la consecuencia directa de no tener un rastro claro de lo que sucede y de la enorme dependencia que existe hoy de recolectores informales. Para los trabajadores del sector, ver cómo las llantas se pierden de vista sin garantías genera el temor de que terminen contaminando nuestros ríos, como el Pove, o alimentando quemas ilegales.

4.3. Discusión

El 78% de los establecimientos manejan un flujo constante y sustancial de residuos. Esto está alineado con la observación del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito (2022) de que, en los municipios intermedios ecuatorianos, la flota de vehículos en expansión supera la capacidad del sistema de recolección convencional. Aquí, Palacios, Izurieta & Vega (2025) señalan que el exceso de acumulación en el punto de generación es la primera falla en la cadena de suministro inversa. Cuando el espacio físico está demasiado concurrido, el propietario del espacio se ve obligado a encontrar métodos expedientes y, a menudo, informales para mantener el negocio en funcionamiento.

La encuesta reveló que tres cuartas partes de las tiendas de la muestra almacenan neumáticos en un entorno público expuesto. Este hallazgo se mantiene coherente con los estudios de Castejón et al., (2023) en la cuenca del río Pove, donde el neumático era el sitio reproductivo más prominente para el *Aedes aegypti*. Justificar la percepción de los encuestados en Santo Domingo, donde el 49% ubica la proliferación de vectores como el problema más problemático, respalda la hipótesis de Navarro y Vincenzo (2019) de que en la gestión de Neumáticos Desechados (NFU) en países tropicales y subtropicales, la problemática de salud pública subyacente debe ser priorizada sobre la trivialización del problema como una preocupación ornamental o ecológica.

La pérdida de dependencia de los recolectores informales en un 49% indica una ruptura significativa en la cadena de custodia de los residuos. El Acuerdo Ministerial 098 considera una brecha en la trazabilidad como una pérdida de custodia, lo que viola la responsabilidad del productor en la periferia. Los datos, sin embargo, sugieren una 'fuga de residuos', que Vizuite (2023) atribuye a una situación de mercado donde el recolector informal ofrecía una recogida inmediata de residuos (sin garantías ambientales) mientras eludía la respuesta controlada del recolector de residuos autorizado. Esto confirma la observación de Zafar (2024) sobre el sector

informal en la gestión de neumáticos como el principal impulsor del vertido ilícito y la quema descontrolada en países en desarrollo.

La ausencia de buenas prácticas puede atribuirse al hecho de que, como señalaron Guerra et al. (2025), las regulaciones de REP no se han comunicado de manera efectiva, y, de hecho, existe una "brecha de supervisión" en América Latina. Las ciudades periféricas no supervisadas tienen regulaciones menos desarrolladas respecto a generadores pequeños de residuos y/o reciclaje. La regulación centralizada y el contacto mínimo en la regulación subordinada crean áreas grises. Sin embargo, un 84% de aceptación de una tarifa por un servicio eficiente está pagando por una expectativa, y en este sentido, va en contra de los argumentos de Pozo (2023) de que existe un fenómeno de resistencia económica general del sector comercial.

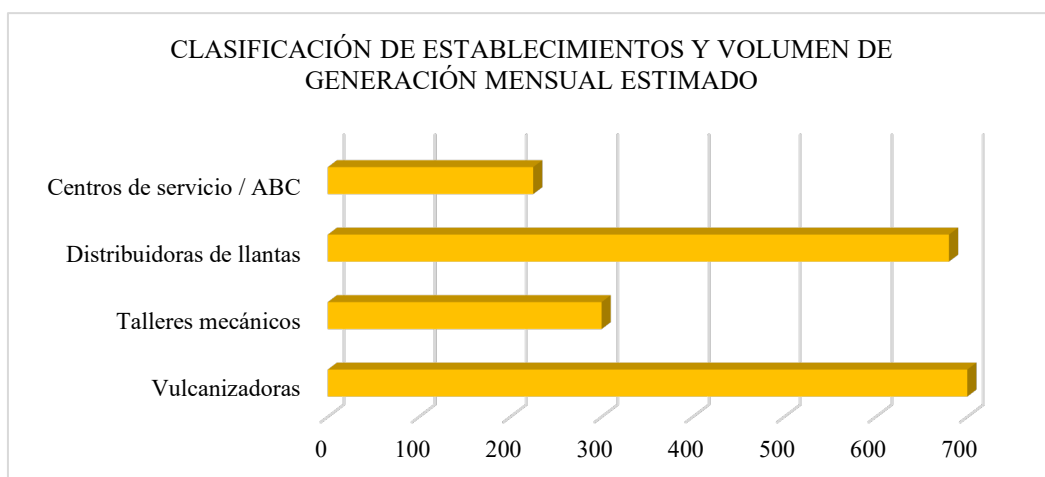
La percepción negativa del destino final junto con el bajo conocimiento sobre la valorización (el 69% permanece ajeno) refleja una comprensión incompleta del modelo de economía circular por parte de los generadores en la base. Como indica CEPAL (2021), "ceguera de recursos" (el neumático se ve solo como basura) refleja el comportamiento pasivo de las partes interesadas respecto a la logística inversa. Por lo tanto, es imprescindible, como resultado de este estudio, abordar no solo la brecha logística, sino también la cognitiva, y convertir el 75% de desconfianza de los generadores en una resolución comprometida proporcionando claridad sobre la trazabilidad final de los residuos.

De octubre de 2025 a enero de 2026, NFU en el cantón Santo Domingo fueron, de mayor a menor contribución, talleres de vulcanización, distribuidores de neumáticos, talleres de mantenimiento automotriz y mecánicos especializados. En cuanto al nivel del cantón, la primera y más importante ausencia en relación con la disponibilidad de información estadística oficial ha sido, y sigue siendo, una barrera para el establecimiento de un plan estratégico sobre residuos especiales.

Sin embargo, a partir de la campaña de investigación de divulgación realizada en 45 establecimientos seleccionados, se establecieron los primeros y únicos valores relacionados con la generación y la tipología de los puntos de origen. Los resultados indican que la muestra tiene, en primer lugar, talleres de vulcanización con un 44%, y talleres mecánicos con un 27%, seguidos por distribuidores y centros de servicio especializados.

Figura 4.

Ilustración de la clasificación de establecimiento y volumen de generación mensual



Elaborado por: Celi, B. (2026)

Al observar el movimiento diario en Santo Domingo, la Figura 14 (basada en los datos de la Figura 4) nos muestra que el reto de gestionar las llantas usadas no es igual para todos los negocios. Son las vulcanizadoras y las distribuidoras de llantas las que están en el "corazón" de este problema; debido a su gran flujo de clientes, se han convertido en los puntos donde más neumáticos se acumulan. Al cruzar el número de locales registrados con lo que nos contaron en las encuestas, descubrimos una realidad impactante: solo en un pequeño grupo de 45 negocios ya se generan casi 2,000 llantas cada mes.

Esta cifra nos permite dimensionar la verdadera magnitud de la montaña de caucho que se produce en todo el cantón y nos deja un mensaje muy claro: si queremos un Santo Domingo limpio y sano, nuestra prioridad debe ser apoyar directamente a estos dos grupos de trabajadores. Intervenir en estos puntos críticos no es solo una medida técnica, es la acción más urgente y efectiva para evitar que los residuos desborden la capacidad de los talleres y terminen afectando el bienestar de nuestros barrios.

En comparación con los datos nacionales, se ha determinado que Ecuador desecha anualmente cerca de 5 millones de neumáticos, de los cuales 1.2 millones fueron procesados por el sistema SEGINUS en 2023 (SEGINUS, 2024). Por lo tanto, en el ejemplo de SEGINUS, 5 millones de neumáticos representan una tasa de recuperación nacional del 24 %, y una tasa de recuperación del 76 % en nodos logísticos, como Santo Domingo de los Tsáchilas.

En este sentido, de los 1,905 neumáticos producidos cada mes por la muestra de 45 establecimientos (que equivalen aproximadamente a 22,860 neumáticos al año solo para ese

grupo), se estima que la generación total para el cantón supera, con gran margen, la capacidad de recolección disponible. Dado que en Santo Domingo hay más de 200 establecimientos de este tipo, incluyendo vulcanizadoras y talleres, la brecha de recuperación local es, en efecto, crítica. La ausencia de un sistema de recolección municipal con rutas de logística inversa establecidas deja una parte significativa de la generación del cantón fuera del circuito formal de SEGINUS, agravando los puntos críticos de acumulación identificados en este diagnóstico. El cantón, por su alta circulación vehicular y su función como punto focal del transporte terrestre, presenta un problema de gestión que se ve agravado por la necesidad de desplegar sistemas de logística inversa más avanzados, que estén estrechamente coordinados con la empresa pública municipal.

El sistema de gestión de residuos sólidos del cantón incluye la recolección de residuos domésticos y no peligrosos, el barrido de vías públicas, transporte hasta el complejo ambiental y la disposición final en sitios autorizados. El servicio municipal, generalmente prestado por la empresa contratada o por brigadas municipales, realiza recorridos periódicos de recolección de desechos orgánicos, inorgánicos y algunos residuos especiales con protocolos diferenciados. El proceso inicia con la segregación en origen, donde los ciudadanos colocan los residuos en puntos y contenedores dispuestos en las calles para su posterior retiro. Posteriormente, el material se traslada a las instalaciones del complejo ambiental ubicado en la vía Santo Domingo – Quevedo para su tratamiento y disposición final, conforme a los criterios ambientales establecidos en ordenanzas locales y normativa nacional (Consortio BioCity, 2023).

Sin embargo, en el caso de los NFU el proceso no forma parte de la recolección rutinaria de residuos domiciliarios ni cuenta con un procedimiento operativo estándar dentro del servicio de recolección municipal de residuos sólidos comunes. A diferencia de los residuos orgánicos o reciclables habituales, los NFU no son recogidos por los camiones compactadores municipales del servicio diario, debido a su gran volumen, dureza y requisitos técnicos para su manejo seguro. Por ello, estos residuos son atendidos mediante la gestión específica de neumáticos, que se realiza a través de puntos de acopio especializados, campañas de retiro o mediante convenios con gestores ambientales certificados (Municipalidad Santo Domingo, 2017).

Actualmente, el municipio ha habilitado puntos de acopio temporales y centros de recepción de NFU donde la comunidad, talleres mecánicos o vulcanizadoras pueden depositar neumáticos usados para su manejo. Estos centros se encuentran bajo supervisión municipal y buscan agrupar los neumáticos para su posterior disposición o transferencia hacia gestores ambientales autorizados. A pesar de estas acciones, dicho sistema aún no cuenta con una infraestructura permanente de tratamiento o reciclaje de neumáticos dentro del cantón, lo que obliga a trasladar los NFU a otros sitios de manejo o disponerlos temporalmente en bodegas hasta su retiro definitivo.

Figura 5.

Puntos de recepción de neumáticos fuera de uso



Elaborado por: Celi, B. (2026)

Figura 6.

Localización geográfica de los puntos de acopio temporales



Elaborado por: Celi, B. (2026)

4.3.1. Procesamiento, reciclaje y valorización

El procesamiento de NFU implica varias etapas técnicas:

- Técnicas como la trituración a temperatura ambiente o molienda criogénica son empleadas en países con mayor infraestructura para obtener caucho granulado que puede reutilizarse en pavimentos, superficies deportivas, rellenos o materiales de construcción.
- Otras tecnologías permiten recuperar energía o subproductos químicos útiles, como aceite de pirólisis o carbono negro, fomentando el uso industrial de materiales derivados de NFU. (Zafar, 2024)

En Santo Domingo de los Tsáchilas, la capacidad de procesamiento técnico es limitada. La infraestructura existente para reciclar o valorizar neumáticos fuera de uso no alcanza para cubrir la generación total, lo que se traduce en una acumulación progresiva en centros de acopio o su desplazamiento fuera del cantón para ser procesados en otras plantas del país. A pesar de la existencia de iniciativas locales y la presencia de gestores que pueden triturar o preparar neumáticos para reutilización, la ausencia de tecnología avanzada de pirólisis o uso energético regulado dificulta la incorporación de NFU en cadenas productivas de mayor valor agregado.

Como parte de los servicios complementarios, desde 2022 se ha impulsado un proyecto municipal, ejecutado por la Empresa Pública de Construcciones (EP-Const), que transforma neumáticos fuera de uso en caucho granulado, el cual se emplea en superficies deportivas, parques o áreas recreativas dentro de la ciudad. Este proceso incluye la trituración mecánica del neumático, separación de materiales y conformación de productos reciclados con valor agregado. Hasta julio de 2025, este proyecto ha permitido retirar y procesar más de 300 000 neumáticos fuera de uso del entorno urbano y periurbano, contribuyendo a disminuir focos de contaminación y mejorar la disposición de estos residuos especiales (La Hora, 2025).

4.3.2. Normativas y ordenanzas

A nivel local, la Municipalidad de Santo Domingo de los Tsáchilas promulgó la ordenanza N° 118, que establece los lineamientos básicos para la gestión de residuos sólidos, incluidos los NFU. Esta ordenanza define las responsabilidades de los generadores de residuos, pero su implementación ha sido limitada, y el sistema de recolección y reciclaje no se ha centralizado, lo que impide su efectividad. La falta de un sistema de sanciones y seguimiento a los responsables de la disposición incorrecta de neumáticos es otro obstáculo significativo (Municipalidad de Santo Domingo, 2025).

A nivel nacional, el Ministerio del Ambiente ha implementado el Acuerdo Ministerial MAATE-2022-131, que establece la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) para los neumáticos fuera de uso. Este acuerdo obliga a los productores y comercializadores de neumáticos a hacerse cargo de la gestión de los residuos generados por sus productos. Sin embargo, la implementación de este acuerdo en Santo Domingo ha sido poco efectiva debido a la falta de recursos, coordinación y capacidad técnica a nivel local. Las políticas de REP aún enfrentan barreras importantes, como la falta de infraestructura adecuada para la recolección y el reciclaje de NFU en el cantón, lo que limita su impacto (Ministerio del Ambiente, 2022).

4.3.3. Análisis del procesamiento de datos

La muestra tomada de 45 establecimientos supuestamente produce aproximadamente 1.905 unidades por mes. Esto se traduce en una producción anual de 22.860 neumáticos solo en este sector. En comparación con la brecha nacional, donde solo el 24% de los 5 millones de neumáticos desechados en Ecuador son recolectados, muestra que están produciendo cifras muy altas. Por esta razón, se justifica afirmar que, siendo un centro logístico terrestre, Santo Domingo produce más que el potencial de recolección actual de los gestores autorizados.

Un caso importante es el alto grado de informalidad, donde el 49% de la recolección de residuos se realiza. Esto significa que casi la mitad de los neumáticos sobrantes producidos en los puntos críticos pierden su rastreabilidad, lo que hace más probable que sean finalmente desechados en cauces de ríos (como en el caso de la Pove) o en sitios de vertimiento ilegal, lo cual constituye una infracción del Acuerdo Ministerial 098.

Los riesgos para la salud pública y el aumento de plagas portadoras de enfermedades como el dengue son causados por el 75% de los puntos de venta que tienen un almacenamiento inadecuado (al aire libre, o en áreas públicas), y por el 51% de los gerentes que retiran los desechos solo cuando el espacio físico se llena.

Existe una disyuntiva significativa entre la ley y la realidad; el 62% de los productores de desechos no entienden la Responsabilidad Extendida del Productor (REP), y el 80% no han tenido control municipal en el último año. Esto contrasta marcadamente con el 84% de los encuestados que tienen una disposición positiva hacia el establecimiento de un sistema técnico gestionado por el municipio.

CAPÍTULO 5

5. ESTRATEGIAS

5.1. Estrategia de formalización y trazabilidad de la recolección

Problema detectado: El 49% de los establecimientos entrega sus residuos a recolectores informales, rompiendo la cadena de custodia legal.

Estrategia: Crear un Registro Único de Generadores de NFU integrado con la tasa de licencia municipal. Este enfoque estipula que las empresas deben presentar un certificado de entrega de llantas ya sea al sistema municipal o a los gestores autorizados para obtener sus permisos anuales. De esta manera, formaliza la entrega y asegura que las aproximadamente 22,860 unidades en la muestra (y en todo el cantón) se procesen en el sistema de economía circular y no se dispongan en vertederos ilegales, además de cumplir con los requisitos del Acuerdo Ministerial 098.

5.2. Estrategia de rutas de recolección programada y frecuencia fija

Problema detectado: El 51% de los locales retira los neumáticos solo cuando el espacio está lleno, operando bajo un esquema reactivo.

Estrategia: Planificación e implementación de rutas de logística inversa quincenalmente. Considerando que el 40% de las tiendas generan entre 21 y 50 unidades mensualmente, la estrategia sugiere un cronograma de recolección basado en cuartiles (de lunes a viernes por sectores) para prevenir congestiones en las tiendas. Este enfoque cambia la gestión reactiva por una gestión proactiva, reduciendo el tiempo que los residuos permanecen en las tiendas y mejorando la eficiencia de la flota de transporte municipal o asignada.

5.3. Estrategia de mitigación de riesgos sanitarios y almacenamiento técnico

Problema detectado: El 75% de los locales almacena neumáticos a la intemperie, facilitando la proliferación de vectores (dengue).

Estrategia: Elaboración de un Manual de Buenas Prácticas para el Almacenamiento

Temporal y Centros de Acopio Intermedios. Esta guía implica el uso de áreas cubiertas para el inventario mínimo y la instalación de contenedores cerrados en lugares estratégicos de alta densidad (por ejemplo, zonas de vulcanizado en la carretera a Quevedo). Esto responde directamente a la preocupación del 49 % de los participantes relacionada con la salud pública y sitios de reproducción de mosquitos, asegurando que los desechos salgan y se registren para su recuperación final en menos de 15 días.

5.4. Estrategia de fortalecimiento de capacidades y control ambiental

Problema detectado: El 62% de los administradores desconoce la normativa y el 80% no ha recibido inspecciones en el último año.

Estrategia: Programa de Capacitación Preventiva y Auditoría Ambiental. Se sugiere una colaboración entre el GAD Municipal y Seginus para la realización de sesiones de socialización sobre la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y las perspectivas de la NFU (la valorización de la NFU es actualmente desconocida para el 69% de la muestra). Esto se combina con un sistema de auditorías periódicas que no solo sancionan, sino que también guían talleres y fomentan la participación del 84% de los propietarios que estaban dispuestos a colaborar con un sistema eficiente.

6. CONCLUSIÓN

El Cantón Santo Domingo está atravesando una crisis operativa en relación con la gestión de Neumáticos Fuera de Uso (NFUs), siendo el sector muestreado el que genera aproximadamente 1,905 unidades mensualmente. El estudio reveló la ausencia de un sistema donde el 75% de las empresas organiza el almacenamiento de llantas (en exteriores), las cuales son un pasivo ambiental, según la clasificación de la literatura consultada, y que crean sitios de cría para roedores, comprometiendo así la salud de la población y el paisaje urbano de la región.

Se ha identificado una disparidad importante en las regulaciones nacionales y su aplicación local. Legalmente, las cosas en Ecuador están cambiando, sin embargo, en Santo Domingo el 62% de los generadores desconocen sus obligaciones legales y el 80% no están sujetos a control o capacitación por parte del GAD Municipal. Este “marco normativo insuficiente” ha provocado que el 49% de la recolección de residuos sea informal, perdiendo la trazabilidad de los residuos y la recuperación de materiales valiosos como caucho y acero.

La solución estructural propuesta para el cantón es la construcción de un sistema de logística inversa con rutas de recolección programadas quincenales y centros de recolección

dedicados. La construcción de centros está justificada por la voluntad del 84\% de los actores de la industria automotriz de responder al sistema organizado propuesto, que fomenta un cambio de un enfoque de gestión reactiva a una economía circular. Esta iniciativa crea una oportunidad para abordar las preocupaciones de la comunidad al proporcionar sostenibilidad económica y reducir la huella ecológica, al tiempo que ayuda al desarrollo de una conciencia ecológica.

Los resultados confirman la hipótesis propuesta, indicando que la falta de un sistema operativo eficiente y el uso insuficiente de las regulaciones existentes son los principales factores que dificultan una gestión efectiva. Este estudio establece que se necesita una coordinación multisectorial del gobierno local, el sector privado y los generadores, con la educación ambiental como eje transversal para la valorización de los residuos industriales, para abordar la problemática fundamental.

REFERENCIAS

- GAD Municipal Santo Domingo. (2017). *100 mil llantas usadas han sido recolectadas*. Obtenido de <https://www.santodomingo.gob.ec/?p=5730>
- Acosta, E., & Montalvo, A. (2020). Análisis de la contaminación producida por los neumáticos usados que son lanzados al río Pove. *Red Investigación Santo Domingo*. Obtenido de <https://www.redisd.org/index.php/es/resumen-recibidos-mt1/930-analisis-de-la-contaminacion-producida-por-los-neumaticos-usados-que-son-lanzados-al-rio-pove?>
- Aguilar, J. D. (2023). *Contaminación ambiental por la inadecuada gestión de llantas usadas por el parque automotor del municipio de Villavicencio*. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/54711/JDAGUILARP.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aguirre, C., García, M. C., Inchausti, E., & Rodríguez, S. (2024). Análisis de la gestión de residuos sólidos urbanos y la repercusión de las emisiones contaminantes en Europa. *XXXII Jornadas ASEPUMA*(núm. 32), pág. 1-23. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9820891.pdf>
- Arce, I. Y., & Torres, M. (2024). Valorización de residuos sólidos urbanos: Un enfoque integral y sostenible. *Revista Academia & Negocios*, vol. 10(núm. 2), pág. 193-209. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/10491504.pdf>
- Asamblea Nacional. (2026). *Código Orgánico del Ambiente*. Obtenido de Registro Oficial Suplemento 194 de 30 de abril: <https://www.lexis.com.ec/biblioteca/codigo-organico-ambiente>
- Ayala, J. P., & Chuga, D. F. (2023). *Análisis de la Gobernanza Ambiental y su incidencia en la gestión de recolección integral de los residuos sólidos en el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Tulcán*. Obtenido de <https://repositorio.upec.edu.ec/server/api/core/bitstreams/17ecacfb-52ea-48c3-9f8d-73f01f3d016a/content>
- Bing, H., Dileep, K., Yang, P., Norton, M., Scott D., A., Sui Yang, K., & Kouzani, A. (2024). Sustainable transformation of end-of-life tyres into value-added products using thermochemical processes. vol. 3(núm. 73), pág. 2-24. Obtenido de https://link.springer.com/article/10.1007/s44246-024-00167-4?utm_
- Brito, M., & Dekker, R. (2004). *A framework for Reverse Logistics*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/4781717_A_Framework_for_Reverse_Logistics
- Castrejón, M., García, R., Rodríguez, J. W., Rojas, E., Arias, J. M., & Yaulilagua, R. (2023). *Impacto ambiental en el río por residuos sólidos y aguas residuales*. Centro de Investigación y Desarrollo . doi:ISBN: 978-99989-64-01-3
- CEPAL. (2021). *Economía circular en América Latina y el Caribe*. Obtenido de

<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/5fceda72-3fed-4ace-bb87-5688547cf2f5/content>

- Consortio BioCity. (2023). *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Obtenido de <https://consorciobiocity.com/servicios-de-gestion-de-residuos-solidos/>
- Dabic, S., Simic, V., & Karagoz, S. (2021). End-of-life tire management: a critical review. *Environmental Science and Pollution Research*, pág. 1-18. Obtenido de <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11356-021-16263-6.pdf>
- Dabic, S., Simic, V., & Karagoz, S. (2021). Gestión de neumáticos al final de su vida útil: una revisión crítica. *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 28, pág. 68053–68070. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-021-16263-6>
- El Telégrafo. (Enero de 2020). *Santo Domingo de los Tsáchilas, la segunda provincia libre de neumáticos usados*. Obtenido de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/1/santo-domingo-de-los-tsachilas-segunda-provincia-libre-de-neumaticos-usados?>
- ElVocero. (2022). Obtenido de Impulso a la utilización de asfalto mezclado con goma triturada: https://www.elvocero.com/gobierno/agencias/impulso-a-la-utilizaci-n-de-asfalto-mezclado-con-goma-triturada/article_112c9d52-6f88-11ed-8a33-f71249acaf33.html
- Encarnación , C. S., Cerezo, L., & Urbina, M. (2021). *Valorización material y energética de neumáticos fuera de uso*. Obtenido de <https://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001755.pdf>
- García, D., Illicachi, D., & Cuarán, F. (2024). A Systematic Literature Review of Tire Management in Ecuador. *Systems, Smart Technologies and Innovation for Society - Proceedings of CITIS 2023* , pág. 78-86. Obtenido de <https://pure.ups.edu.ec/en/publications/a-systematic-literature-review-of-tire-management-in-ecuador/?>
- Guarderas, S., Pacheco, C. C., Montalvo, M. A., Delgado, J. A., Hernández , D., & Morejón, R. E. (2022). *Plan de gestión integral municipal de residuos y desechos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios del Distrito Metropolitano de Quito 2022-2032*. Obtenido de https://gobiernoabierto.quito.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/plan_de_gestion_integral_de_residuos_dmq_firmado.pdf
- Guerra, J. K., Cristancho, K. F., Cristancho, Z. D., Gallo, A. G., Flores, L., & Vela, I. B. (2025). Evaluación del cumplimiento del plan anual de fiscalización ambiental 2017 en municipalidades distritales provinciales. *ALFA. Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, vol. 9(núm. 26), pág. 718-731. doi:ISSN: 2664-0902
- Kolendo, G., Voronova, V., Bumanis, G., Korjamins, A., & Bajare, D. (2024). Life Cycle Assessment of End-of-Life Tire Disposal Methods and Potential Integration of Recycled Crumb Rubber in Cement Composites. *Applied Sciences*, pág. 2-16. Obtenido de https://www.mdpi.com/2076-3417/14/24/11667?utm_
- La Hora. (2022). *En funcionamiento planta trituradora de llantas*. Santo Domingo de los Tsáchilas. Obtenido de <https://www.lahora.com.ec/santodomingo/En-funcionamiento-planta->

tritadora-de-llantas-20220321-0017.html

La Hora. (2025). *Convierten llantas abandonadas en soluciones útiles para la comunidad*.
Obtenido de <https://www.lahora.com.ec/santodomingo/Convierten-llantas-abandonadas-en-soluciones-utiles-para-la-comunidad-20250718-0033.html>

Lexis. (2026). *Código Orgánico del Ambiente*. Obtenido de <https://www.lexis.com.ec/biblioteca/codigo-organico-ambiente>

Lugo, F., Molinas, G., & Gamarra, L. (2024). Gestión de residuos industriales, basado en las buenas prácticas de las 3RS. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 8(núm. 4), pág. 2962-2981. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/383338789_Gestion_de_residuos_industriales_basado_en_las_buenas_practicas_de_las_3_RS

Magallanes, C. A., & Guillén, I. C. (2014). *Informe de investigación N°. 61/2014-2015*. Obtenido de Experiencias en el tratamiento de neumáticos fuera de uso en Iberoamérica: [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/8825141B7F35F94F0525810C0070DA35/\\$FILE/275_INFINVES61_2014_neumatico.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/8825141B7F35F94F0525810C0070DA35/$FILE/275_INFINVES61_2014_neumatico.pdf)

Majchrowska, S., Mikołajczyk, A., Ferlin, M., Klawikowska, Z., Plantykowski, M. A., Kwasigroch, A., & Majek, K. (2022). Deep learning-based waste detection in natural and urban environments. *Waste Management*, vol. 138, pág. 274-284. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X21006474?via%3Dihub>

Ministerio de Ambiente y Energía de Ecuador. (2020). *Santo Domingo es la segunda provincia libre de neumáticos usados en el país*. Obtenido de <https://www.facebook.com/AmbienteyEnergiaEc/posts/2744009195687240/>

Ministerio del Ambiente. (2022). *Acuerdo MAATE-2022-131 Expídesese el Instructivo para la aplicación de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en la gestión integral de neumáticos fuera de uso*. Obtenido de <https://vlex.ec/vid/maate-2022-131-expidese-917080156>

Ministerio del ambiente. (2022). *Acuerdo Ministerial No. MAATE-2022-131 Instructivo para la aplicación de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en la gestión integral de neumáticos fuera de uso*. Obtenido de ACUERDO MINISTERIAL Nro. MAATE-2022-131: https://sustanciasyresiduos.ambiente.gob.ec/producto/acuerdo-ministerial-2022-131/?utm_

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2015). *Acuerdo Ministerial 098: Instructivo para la Gestión Integral de Neumáticos Usados*. (R. O. Ecuador., Productor) Obtenido de <https://vlex.ec/vid/sustituyese-instructivo-gestion-integral-638591413>

Ministerio del ambiente, agua y transición ecológica. (2022). *Acuerdo Ministerial No. MAATE-2022-131 Instructivo para la aplicación de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en la gestión integral de neumáticos fuera de uso*. Obtenido de ACUERDO MINISTERIAL Nro. MAATE-2022-131:

- https://sustanciasyresiduos.ambiente.gob.ec/producto/acuerdo-ministerial-2022-131/?utm_
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2024). *Guía para el manejo de desechos y residuos sólidos no peligrosos en situaciones de desastres naturales*. Obtenido de <https://www.ambienteyenergia.gob.ec/ambiente/wp-content/uploads/downloads/2024/11/Guia-para-el-manejo-de-desechos-y-residuos-solidos-municipales-desastres-naturales.pdf>
- Municipalidad de Santo Domingo. (2017). *100 mil llantas usadas han sido recolectadas*. Obtenido de <https://www.santodomingo.gob.ec/?p=5730>
- Municipalidad de Santo Domingo. (2025). *Ordenanza que regula desechos infecciosos*. Obtenido de <https://www.santodomingo.gob.ec/?p=19854>
- Municipalidad Santo Domingo. (2017). *100 mil llantas usadas han sido recolectada*. Obtenido de https://www.santodomingo.gob.ec/?p=5730&utm_source=chatgpt.com
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2022). *Plan de gestión integral municipal de residuos y desechos sólidos no peligrosos y desechos sanitarios del Distrito Metropolitano de Quito 2022-2032*. Obtenido de https://gobiernoabierto.quito.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/plan_de_gestion_integral_de_residuos_dmq_firmado.pdf
- Navarro, F., & Vincenzo, T. (2019). Waste Mismanagement in Developing Countries: A Review of Global Issues. *International Journal of Environmental Research and Public Health*(núm. 16), pág. 2-28. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/331975615_Waste_Mismanagement_in_Developing_Countries_A_Review_of_Global_Issues
- Navarro, G. L., & Salvatierra, D. M. (2022). Situación actual, manejo y disposición final de neumáticos fuera de uso generados en el cantón Jipijapa, provincia de Manabí. *Revista Dominio de las Ciencias*, vol. 8(núm. 2), pág. 1283-1295. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8638044.pdf>
- Padilla , L., & Díaz, Á. (2023). Factores determinantes en la importación de neumáticos en Ecuador. *Comunicaciones reports comunicacoes*, vol. 48(núm. 9), pág. 461-467. Obtenido de https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2023/09/04_6909_Com_Padilla_v48n9_7.pdf?
- Padilla , L., Díaz, Á., & Anzules, W. (2024). Eco-management of end-of-life tires: Advances and challenges for the Ecuadorian case. *Waste Management & Research*, vol. 23(núm. 2). Obtenido de <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0734242X241237104?>
- Palacios, J. J., Izurieta, C. W., & Vega, J. G. (2025). Logística inversa y economía circular: análisis de modelos en la industria de envases. *Revista Perspectivas Sociales y Adminsitrativas*, vol. 3(núm. 2), pág. 191-201. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/10458236.pdf>
- Pérez, R. J. (2025). *Estrategias de implementación de Sistemas I+D+i en la gestión de residuos*

- sólidos de la Universidad Central del Ecuador, 2024. Obtenido de <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/33687a5d-cf0a-428c-8b9e-501dc9d938ce/content>
- Pozo, D. (2023). *Disposición a pagar como compensación por la contaminación vehicular. Caso de estudio Quito*. Año 2023. Obtenido de <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/13915403-0984-45f3-b70e-785389df5816/content>
- Quispe, J. C. (2020). Determinación de la Eficiencia en la Gestión de Residuos Sólidos en las Municipalidades Distritales de la Región de Puno. *Revista Multidisciplinar Ciencia Latina*, vol. 4(núm. 2), pág. 476-512. Obtenido de <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/93>
- Seginus. (2023). *Memoria de sostenibilidad 2022-2023*. Obtenido de <https://seginus.com.ec/wp-content/uploads/2024/06/MEMORIA-DE-SOSTENIBILIDAD.pdf>
- Seginus. (2024). *Memoria de sostenibilidad 2022-2023*. Obtenido de https://seginus.com.ec/wp-content/uploads/2024/06/MEMORIA-DE-SOSTENIBILIDAD.pdf?utm_
- SEGINUS. (2024). *Memoria de Sostenibilidad 2022-2023*. Obtenido de https://seginus.com.ec/wp-content/uploads/2024/06/MEMORIA-DE-SOSTENIBILIDAD.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Talbott, T. C., Chandran, C., Allen, L., & Boampong, O. (2022). *La Responsabilidad Extendida del Productor (REP) y las personas recicladoras*. Obtenido de https://www.wiego.org/wp-content/uploads/2023/03/technical-brief-no-15-SP_0.pdf
- U.S. Tire Manufacturers Association. (2023). *USTMA's 2023 End-of-Life Tire Management Report*. Obtenido de https://www.ustires.org/2023-elt-tire-report-page?utm_
- USTMA. (2023). *2023 End-of-Life Tire Management Report*. Obtenido de <https://www.ustires.org/system/files/2024-10/U.S.%202023%20End-of-Life%20Tire%20Management%20Report.pdf>
- Visuete, M., Miranda, A., Avilés, R., & Nole, M. (2023). Reutilización de neumáticos fuera de uso para reducir niveles de contaminación y su aprovechamiento en espacios recreacionales. *Revista Multidisciplinar Ciencia Latina*, vol. 7(núm. 1), pág. 6746-6761. Obtenido de <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/4921/7476>
- Vizuete, M. O., Miranda, A. E., Avilés, R. M., & Nole, M. J. (2023). Reutilización de neumáticos fuera de uso para reducir niveles de contaminación y su aprovechamiento en espacios recreacionales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 7(núm. 1), pág. 6746-6761. Obtenido de <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/4921>
- Vizuete, M. O., Miranda, A. E., Avilés, R. M., & Nole, M. J. (2023). Reutilización de neumáticos fuera de uso para reducir niveles de contaminación y su aprovechamiento en espacios recreacionales. *Revista Multidisciplinar Ciencia Latina*, vol. 7(núm. 1), pág. Obtenido de <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/4921/7476>

- Vizuite, M. O., Miranda, A. E., Avilés, R. M., & Nole, M. J. (2023). Reutilización de neumáticos fuera de uso para reducir niveles de contaminación y su aprovechamiento en espacios recreacionales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol- 7(núm. 1), pág. 6746-6761. Obtenido de <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/4921>
- Zafar, S. (2024). *Things You Should Know About The Disposal of Waste Tires*. Obtenido de <https://www.ecomena.org/methods-for-tire-recycling/>
- Zambrano, G. (2022). La gestión de NFU en municipios ecuatorianos. *Revista Ecuatoriana de Medio Ambiente*, 8(1), 112–128.

ANEXOS

Anexo 1.

Llantas recolectadas dentro del complejo ambiental de Santo Domingo



Fuente: (La Hora, 2022)

Anexo 2.

Centros de acopio temporales, ayuda de la ciudadanía



Fuente: (Municipalidad de Santo Domingo, 2017) y (Ministerio de Ambiente y Energía de Ecuador, 2020)

Anexo 3.

Modelo de encuesta

ENCUESTA SOBRE GESTIÓN DE NFU

Pregunta 1: ¿Cuál es el promedio mensual de neumáticos que son desechados en su establecimiento?

- a) Menos de 20 unidades
- b) De 21 a 50 unidades
- c) De 51 a 100 unidades
- d) Más de 100 unidades

Pregunta 2: ¿Cómo se realiza el almacenamiento temporal de las llantas en su local?

- a) En un área techada y cerrada.
- b) En el patio a la intemperie.
- c) En la vía pública/vereda.
- d) No se almacenan, se retiran de inmediato.

Pregunta 3: ¿Con qué frecuencia son retirados los neumáticos fuera de uso de su establecimiento?

- a) Semanalmente
- b) Cada 15 días
- c) Mensualmente (aprox. 21 días)
- d) Solo cuando el espacio está lleno

Pregunta 4: ¿Quién es el encargado de retirar los neumáticos de su local?

- a) Gestores autorizados por el Ministerio del Ambiente.
- b) Recolectores informales / Terceros.
- c) Servicio de recolección municipal.
- d) El cliente se lleva el neumático viejo.

Pregunta 5: ¿Conoce usted la normativa vigente (Acuerdo Ministerial 098) sobre la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) para neumáticos?

- a) Sí, la conozco en detalle.
- b) He escuchado de ella, pero no conozco los detalles.
- c) No tengo conocimiento de esta normativa.

Pregunta 6: ¿Ha recibido capacitaciones o inspecciones ambientales por parte del GAD Municipal o entes reguladores en el último año?

- a) Sí
- b) No

Pregunta 7: ¿Cuál considera usted que es el principal problema del mal manejo de neumáticos en la zona?

- a) Proliferación de vectores (mosquitos/dengue).
- b) Riesgo de incendios.
- c) Mala imagen urbana y contaminación visual.
- d) Contaminación del suelo y agua.

Pregunta 8: ¿Estaría dispuesto a pagar una tasa mínima o colaborar con un sistema de rutas de recolección técnica organizada por el municipio?

- a) Totalmente de acuerdo
- b) De acuerdo, si el servicio es eficiente
- c) En desacuerdo
- d) Indiferente

Pregunta 9: ¿Sabía usted que los neumáticos pueden ser valorizados (reutilizados) para crear asfalto, canchas sintéticas o energía?

- a) Sí
- b) No

Pregunta 10: ¿Qué porcentaje de los neumáticos que usted entrega cree que terminan en un relleno sanitario o botadero?

- a) 0% - 25%
- b) 26% - 50%
- c) 51% - 75%
- d) 76% - 100%

Anexo 4.

Guía de entrevista semiestructurada para informantes clave

ENTREVISTA

Dirigido a: Técnicos del GAD Municipal de Santo Domingo y Representantes zonales de SEGINUS. **Objetivo:** Identificar las limitaciones logísticas y operativas en la gestión de neumáticos fuera de uso (NFU) en el territorio.

I. DATOS INFORMATIVOS

- **Fecha de la entrevista:** _____
- **Nombre del entrevistado:** _____
- **Cargo/Institución:** _____
- **Tiempo en el cargo:** _____

II. CUERPO DE LA ENTREVISTA (BLOQUES TEMÁTICOS)

Bloque 1: Marco Normativo y Competencias

1. ¿De qué manera el GAD Municipal coordina con SEGINUS para el cumplimiento del Acuerdo Ministerial 098 sobre la gestión de neumáticos?
2. ¿Cómo evalúa el nivel de cumplimiento de los establecimientos locales respecto a la entrega de neumáticos usados a gestores autorizados?

Bloque 2: Logística y Operatividad 3. ¿Cuáles considera que son los principales "cuellos de botella" en la recolección y transporte de neumáticos desde los locales hasta los centros de acopio temporal? 4. ¿Cuenta la ciudad con la infraestructura física suficiente para el almacenamiento temporal que cumpla con las normas técnicas de seguridad y salud? 5. ¿Cuál es la frecuencia de recolección actual y qué factores impiden que esta sea más eficiente (clima, rutas, presupuesto)?

Bloque 3: Limitaciones y Desafíos 6. Desde su perspectiva técnica, ¿cuáles son las mayores limitaciones logísticas que enfrenta el municipio en la actualidad? 7. ¿Existe un registro actualizado y compartido entre el GAD y SEGINUS sobre el volumen real de neumáticos generados mensualmente en Santo Domingo?

Bloque 4: Perspectivas de Mejora 8. ¿Qué estrategias se están planificando para reducir los puntos críticos de acumulación de neumáticos en la vía pública o rellenos sanitarios? 9. ¿Cómo podría mejorarse la articulación entre los productores (llanternas) y el sistema de recolección municipal?

Anexo 5.**Evidencias del instrumento de investigación**

