



Logística inversa como mecanismo de sostenibilidad ambiental en el sector construcción.

Helmer Fabian Toro Londoño

Yonatan Mesa Gutierrez

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Sede Bello (Antioquia)

Programa Tecnología en Logística

noviembre de 2023

Logística inversa como mecanismo de sostenibilidad ambiental en el sector construcción.

Helmer Fabian Toro Londoño

Yonatan Mesa Gutiérrez

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Tecnólogo en

Logística

Asesor(a)

Valentina Yepes Ardila

Magister en Gestión de la Innovación Tecnológica Cooperación y Desarrollo Regional

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Sede Bello (Antioquia)

Programa Tecnología en Logística

noviembre de 2023

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a todos los familiares y amigos que nos han acompañado e impulsado a lo largo de nuestro proceso académico, y que con la elaboración de este proyecto se culmina y nos llena de satisfacción, porque terminar una carrera universitaria es la realización de un sueño que por diversas razones llevaba varios años aplazado.

Agradecimientos

Como estudiantes que están cumpliendo el sueño de terminar su carrera universitaria, tenemos especial agradecimiento con la universidad Minuto de Dios, y las fundaciones Sofia Pérez de Soto y Fraternidad Medellín, que nos facilitaron los medios y los recursos necesarios para estudiar una carrera universitaria. Además de las instituciones agradecemos a los profesores que nos instruyeron en el proceso, a Valentina Yepes que nos asesoró en la elaboración de este proyecto, por su dedicación y asertividad para guiarnos durante este semestre, y desde luego a nuestras familias, que son nuestra principal motivación para ser mejores como personas y como profesionales.

Contenido

| | |
|---|----|
| Lista de tablas | 7 |
| Lista de figuras | 8 |
| Lista de anexos..... | 9 |
| Resumen | 10 |
| Abstract..... | 11 |
| Introducción..... | 12 |
| 1. Planteamiento del problema | 14 |
| 2. Justificación..... | 18 |
| 3. Objetivos | 20 |
| 3.1 General..... | 20 |
| 3.2 Objetivos Específicos..... | 20 |
| 4. Marco de referencia..... | 21 |
| 4.1 Antecedentes | 21 |
| 4.2 Marco teórico..... | 24 |
| 4.2.1 Logística inversa | 25 |
| 4.2.2 Diferencia de la logística tradicional vs la logística inversa | 26 |
| 4.2.3 Concepto de logística..... | 26 |
| 4.2.4 Logística inversa | 27 |
| 4.2.6 Sostenibilidad ambiental | 30 |
| 4.2.7 Objetivos de desarrollo sostenible | 31 |
| 4.2.8 Aplicación de la sostenibilidad ambiental en el contexto de la construcción | 32 |
| 4.2.9 Impacto ambiental de la construcción en cifras..... | 34 |
| 4.3 Principales desafíos ambientales que enfrenta el sector construcción..... | 35 |
| 4.3.1 Importancia de la Logística Inversa en la Sostenibilidad Ambiental..... | 36 |
| 4.3.2 Teorías relacionadas con la logística inversa y la sostenibilidad | 38 |
| 4.3.3 Teoría de Ciclo de Vida del Producto (LCA - Life Cycle Assessment) | 38 |
| 4.3.4 Economía Circular | 39 |
| 4.3.5 Teoría de la Gestión de Residuos..... | 40 |
| 4.3.6 Gestión de residuos en la logística inversa | 41 |

| | |
|--|----|
| 4.3.7 Estrategia para la eliminación del producto..... | 42 |
| 4.3.8 Estrategia para reutilizar o Re-fabricar los recursos..... | 42 |
| 4.3.9 Teoría de la Innovación Sostenible..... | 42 |
| 4.4. Marco normativo..... | 43 |
| 4.4.1 Política nacional de edificaciones sostenibles..... | 44 |
| 4.4.2 Ley de acción climática o carbono neutro..... | 44 |
| 5. Metodología..... | 46 |
| 5.1 Alcance..... | 46 |
| 5.2 Etapas del proyecto..... | 47 |
| 5.3 Instrumentos..... | 49 |
| 5.4 Cronograma..... | 49 |
| 6. Diagnostico..... | 51 |
| 6.1 Debilidades..... | 51 |
| 6.2 Oportunidades..... | 52 |
| 6.3 Fortalezas..... | 52 |
| 6.4 Amenazas..... | 53 |
| 7. Propuesta de mejora..... | 56 |
| 7.1 Descripción..... | 56 |
| 7.2 Objetivo..... | 58 |
| 7.3 Meta..... | 58 |
| 7.4 Justificación..... | 59 |
| 7.5 Acciones para alcanzar los objetivos..... | 60 |
| 7.6 Cronograma..... | 62 |
| 7.7 Responsables..... | 62 |
| 7.8 Recursos..... | 62 |
| 7.9 Indicadores de seguimiento..... | 63 |
| Referencias..... | 64 |
| Anexos..... | 72 |

Lista de tablas

| | |
|--------------|----|
| Tabla 1..... | 28 |
| Tabla 2..... | 50 |
| Tabla 3..... | 54 |
| Tabla 4..... | 60 |

Lista de figuras

| | |
|---------------|----|
| Figura 1..... | 47 |
|---------------|----|

Lista de anexos

Resumen

La investigación que realizada para este trabajo, tiene la finalidad de generar una propuesta de logística inversa, para que el sector de la construcción pueda disponer de un mecanismo que le permita reducir los impactos ambientales que genera, para lo cual se hizo un diagnóstico de las actividades que realiza el sector de la construcción, y de cómo la logística inversa puede intervenir para reducir sus impactos, especialmente la gran generación de residuos que es el aspecto más visible de todos. La metodología es de tipo cualitativa y su alcance exploratorio por tratarse de un trabajo que recopiló información de la logística inversa y de la industria de la construcción, para luego hacer un análisis y construir una propuesta de logística inversa para el sector de la construcción. De acuerdo con los resultados encontrados, se puede decir que la aplicación de la logística inversa en el sector de la construcción es viable, que el sector de la construcción puede beneficiarse de diferentes maneras, y ser un actor clave en la lucha contra el cambio climático, que es un tema relevante en la actualidad, y que es la motivación fundamental para la elaboración y desarrollo de este trabajo.

Palabras clave: *sostenibilidad ambiental, construcción, logística inversa, generación de residuos, reutilización.*

Abstract

The research carried out for this work has the purpose of generating a reverse logistics proposal, so that the construction sector can have a mechanism that allows it to reduce the environmental impacts it generates, for which a diagnosis of the activities carried out by the construction sector, and how reverse logistics can intervene to reduce its impacts, especially the large generation of waste, which is the most visible aspect of all. The methodology is qualitative, and its scope is exploratory because it is a work that collected information on reverse logistics and the construction industry, to then carry out an analysis and build a reverse logistics proposal for the construction sector.

According to the results found, it can be said that the application of reverse logistics in the construction sector is viable, that the construction sector can benefit in different ways, and be a key actor in the fight against climate change, which is a relevant topic today, and which is the fundamental motivation for the preparation and development of this work.

Keywords: environmental sustainability, construction, reverse logistics, waste generation, reuse.

Introducción

Este trabajo se realiza con el propósito de presentar una propuesta de logística inversa para el sector de la construcción, para lo cual se realiza una investigación documental en bases de datos científicas e institucionales, para tener el sustento claro de la manera en que la industria de la construcción afecta al medio ambiente, y de cómo la logística inversa pudiera ser un mecanismo efectivo para mitigar dichas afectaciones, para finalmente a partir del análisis de la información recopilada, determinar cómo integrar la logística inversa a los diferentes procesos constructivos.

El sector de la construcción es una de las industrias más importantes en el mundo por varios factores, en primer lugar su tamaño, es una industria presente en todos los rincones del planeta, en segundo lugar por ser el principal generador de empleo en todos los países, porque es la actividad económica que emplea a la mayor parte de la mano de obra no calificada disponible en el mundo, y en tercer lugar porque de la demanda de materias primas que requiere la construcción, depende el funcionamiento de otras industrias como la minera o la energética, lo que le ha valido ser considerada en algunos ámbitos como la industria de industrias.

Ocupar el lugar tan relevante que ocupa la construcción en la economía mundial, no es posible sin un elevado consumo de recursos naturales y la consecuente generación de grandes cantidades de residuos que contaminan el medio ambiente, razón por la cual el sector de la construcción es un actor determinante en tiempos donde la preocupación principal de las personas en el mundo es el cambio climático, pues los daños ambientales que genera son significativos antes durante y después de las actividades de construcción, por la transformación de los territorios en la parte previa de la construcción, luego los residuos generados durante el

desarrollo de las obras de construcción y finalmente, el consumo energético en la fase de operación o explotación de las edificaciones.

En ese sentido y con el ánimo de aportar a la reducción de tantos impactos del sector construcción, se presenta esta propuesta de logística inversa, un método para gestionar de otra manera las materias primas y la generación de residuos, al encargarse de la distribución de materiales desde el consumidor final hasta el fabricante original, o hacia los diferentes puntos para su aprovechamiento, bien sea por reutilización, reciclaje o reproceso y finalmente la disposición o eliminación de la menor cantidad de residuos posible.

Con la logística inversa, el sector de la construcción puede encontrar la posibilidad de gestionar sus recursos residuos de manera más amigable con el medio ambiente, reduciendo la cantidad de residuos que genera mediante el aprovechamiento de estos, como insumo para generar materias primas que pueden ser aprovechadas en etapas de construcción del proceso constructivo diferentes a la etapa para la cual fue diseñado.

1. Planteamiento del problema

El sector de la construcción desempeña un papel fundamental en la economía colombiana, debido a la cantidad de empleos que genera, para octubre de 2022 ascendió a 1.473.000 personas según el Informe del (DANE, 2022). Así mismo, es importante reconocer que de este sector dependen diversas industrias, como las productoras de materias primas, necesarias para desarrollar los procesos constructivos. En este sentido, la industria de la construcción genera un impacto social positivo en términos económicos, mediante la generación de empleo, en la mejora de la calidad de vida de las personas beneficiadas, en la transformación urbana, entre otros factores que contribuyen significativamente en el progreso del país. Sin embargo, el impacto ambiental directo e indirecto que genera pasa desapercibido, a pesar de ser un gran generador de residuos, de contaminación y transformación de los ecosistemas y también un gran consumidor de energía (Acevedo Agudelo et al., 2012). Motivos suficientes para considerar al sector constructivo un actor principal en los retos ambientales que afronta el mundo hoy en día, este aspecto determina ahora los nuevos retos que debe afrontar el sector sin disminuir su potencial económico.

Ante el cambio en las tendencias y hábitos de los consumidores, que ahora se preocupan más por cuidar el planeta que habitan. el sector de la construcción debe evolucionar, e incorporar en sus procesos productivos, mecanismos que le permitan mitigar los impactos ambientales que genera, uno de estos mecanismos es la logística inversa que de acuerdo con (Govindan Kannan Bouzon & Marina, 2018) se define como la práctica de mover productos desde su destino final tradicional hasta otro punto con el propósito de recuperar valor o corregir la eliminación, lo que hace de la logística inversa una herramienta de amplio alcance que puede mejorar la gestión de

las materias primas y los residuos del sector de la construcción desde su origen hasta el momento de la entrega de las obras.

Es indiscutible la necesidad del desarrollo del sector de la construcción, dado que el crecimiento de la población es constante, así mismo lo es el crecimiento de la demanda de vivienda y de obras de infraestructura, lo que ocurre es que esta gran demanda no es posible de satisfacer sin generar un gran impacto ambiental, de un lado está la transformación del territorio y el cambio en los usos del suelo, por otro lado están las actividades de minería que en un alto porcentaje se hace para satisfacer la demanda de las obras de construcción, por cuenta de que los procesos constructivos se utilizan recursos renovables y no renovables en grandes cantidades, consume demasiada energía antes durante y después propiciando altas emisiones de CO₂ y generan residuos que en su mayoría no tienen tratamiento (Área Metropolitana del valle de Aburra, 2015)

A nivel global, en el año 2015, la asamblea general de las naciones unidas estableció 17 objetivos para el desarrollo sostenible (ODS), con el propósito de garantizar un mejor futuro para todos. El sector de la construcción es un actor importante para la consecución de algunos ODS, entre ellos: industria renovación e infraestructura (objetivo 9), ciudades y comunidades sostenibles (objetivo 11), producción y consumo responsables (objetivo 12), y acción por el clima (objetivo 13), (Naciones Unidas, s.f) los cuales tienen como finalidad alcanzar un equilibrio entre el crecimiento económico, la calidad de vida de las personas, la preservación y protección del medio ambiente y la reducción de los impactos del cambio climático. En conjunto los ODS y la logística inversa pueden fomentar practicas eficientes, sostenibles, de recuperación y

reutilización de materiales que favorezcan los impactos ambientales. En este sentido, la aplicación de mecanismos de logística inversa facilita el cumplimiento de los ODS.

La adopción de estrategias de logística inversa presenta desafíos considerables, debido a que el sector de la construcción es altamente informal y con bajos niveles de escolaridad, la implementación exitosa de dichas estrategias requiere un compromiso a largo plazo y la implementación decidida de políticas por parte de las empresas que constituyen el sector. En este contexto, la logística inversa desempeña un papel fundamental como un vínculo entre las partes interesadas (productores, constructores y consumidores) al impulsar la responsabilidad social empresarial y el desarrollo sostenible (Bendersky Eduardo, 2018). Por lo anterior urge comprender el concepto de logística inversa y aplicarla en el sector de la construcción con el fin de aprovechar los beneficios que esta ofrece.

La logística es parte esencial de todos los procesos que desarrollan las empresas aun cuando el concepto no fuera conocido, tradicionalmente la logística se ha hecho de manera lineal, es decir su propósito es llevar productos desde el fabricante hasta el consumidor final generando gran cantidad de desperdicios en ese proceso, en el cual no se consideraba los costos económicos y el impacto ambiental negativo que generaba, hoy en día la logística ha evolucionado y ya no es lineal, ahora busca ser circular generando un flujo de materiales desde el consumidor hasta el productor (Cure Vellojin Laila, et al., 2011). En este sentido, la logística inversa genera beneficios para las empresas de construcción dado que de acuerdo con (Sobotka & Czaja, 2015) la logística inversa puede ser parte de la estrategia económica de la empresa por la reducción del costo de producción, utilizando menos material y energía, reducción en los

costos de transporte, costos de suministro, disposición y utilización de material, beneficios para la venta de materias primas y productos de construcción.

En este contexto y con la velocidad a la que crece la demanda de vivienda y de obras de construcción, y debido a que con esta actividad se promueven varias actividades económicas, es necesario conocer y analizar el propósito y las ventajas de la logística inversa, y como mediante su aplicación se puede reducir el impacto ambiental que tiene la construcción en nuestro planeta.

2. Justificación

De las actividades económicas que desarrolla el ser humano, el sector de la construcción es uno de los más contaminantes, debido a la amplia variedad de materiales que usa para sus diferentes procesos, se considera que la construcción utiliza hasta un 50% de todos los materiales extraídos de la tierra, materiales que una vez utilizados en las obras de construcción generan residuos que pueden llegar a ser hasta el 50% de todos los residuos generados, (Hernández Zamora María Fernanda et al., 2021) Estos datos brindan un breve contexto de la problemática identificada, y es por ello que se busca proponer a través de la logística inversa un mecanismo que ayude a mitigar los efectos negativos de las actividades y desarrollos constructivos.

La gran densidad poblacional en el mundo hace que se ejerza una enorme presión sobre el planeta y sus recursos, el sector de la construcción simplemente obedece a la demanda de vivienda y desarrollo que las personas requieren, y aunque el cambio climático se convirtió en un tema central a nivel mundial, y buscar que las actividades que desarrolla el ser humano sean sostenibles, y responsables con el medio ambiente, es difícil lograr el equilibrio necesario entre la presión que ejerce el crecimiento poblacional y el deseo de conservar el medio ambiente, por lo cual es urgente implementar toda estrategia que ayude a equilibrar la balanza (Noboa Salazar José et al., 2021).

La logística inversa es un modo de gestión de la cadena de suministro, que busca la reducción de los desperdicios desde el origen de las materias primas, el almacenamiento, los procesos y el transporte para que sean amigables con el medio ambiente, acciones que, sumadas a estrategias de estados, empresas y clientes, consolidan ideas para un desarrollo económico sostenible (Marroquín Almeida José Miguel., 2021). Para que todo esto sea posible las empresas

deben evaluar y mejorar sus procesos y promover la recuperación o reutilización de productos y materiales, lo que trae beneficios económicos para las empresas, al permitirles disponer de materias primas a un menor costo que la materia prima nueva (Saz Gil Isabel & Baguena Garcia Marta, 2017) y abre la posibilidad de comercializar aquellos materiales que ya no cumplen con las características requeridas en los procesos internos, pero que pueden servir como materia prima de menor costo para otras industrias. Todo esto aplicado adecuadamente en la construcción ayudará a la consecución de un mundo limpio y sostenible para todos, porque menos demanda de materias primas, se traduce en menor explotación de nuestros recursos naturales.

Todo lo anterior conlleva a una serie de beneficios que buscan favorecer la calidad de vida de las personas y la sostenibilidad ambiental a través de la mitigación de los impactos negativos que genera la construcción y la no aplicabilidad de procesos logísticos eficientes que minimicen los daños causados. En este sentido, este proyecto busca generar un impacto social y ambiental positivo en las comunidades beneficiarias por los proyectos sostenibles en construcción, así como competitividad, eficiencia y conciencia de los impactos negativos del sector desde el personal que labora en el medio, inversionistas, proveedores y comunidad en general.

3. Objetivos

3.1 General

Diseñar una propuesta de logística inversa como mecanismo de sostenibilidad ambiental en el sector construcción.

3.2 Objetivos Específicos

- Identificar las prácticas de gestión de residuos y materiales en la industria de la construcción y los procesos de logística inversa.
- Analizar las ventajas y desafíos de la implementación de la logística inversa en el contexto específico de la construcción.
- Plantear una propuesta de logística inversa adaptada a las necesidades y características del sector de la construcción, con un enfoque en la sostenibilidad ambiental.

4. Marco de referencia

Esta parte del trabajo se elabora con el fin de indagar que investigaciones se han realizado en el último tiempo en torno a la logística inversa y la sostenibilidad en el sector de la construcción, para tener esta información como referente o punto de partida para el desarrollo de la propuesta que este trabajo se propone presentar.

4.1 Antecedentes

Cuando se habla de logística inversa y sostenibilidad no se está hablando de conceptos nuevos, sin embargo su aplicación ha sido tan lenta que es difícil encontrar casos exitosos de implementación, desde luego esta situación está relacionada con el sector en el cual se entra a revisar su aplicación, para este trabajo que se interesa por los avances en la implementación de la logística inversa y la sostenibilidad en el sector de la construcción, es importante hacer una revisión de trabajos que se han realizado anteriormente y conocer los resultados y hallazgos encontrados.

En el año 2021 se publicó el resultado de una investigación realizada por profesionales de la universidad EIA en las áreas de ingeniería y administración, titulado “**la sostenibilidad como estrategia competitiva en empresas del sector construcción del departamento de Antioquia**” el cual se propuso evaluar el conocimiento que las empresas constructoras adscritas a CAMACOL Antioquia tenían acerca de la sostenibilidad, su importancia, su nivel de implementación no solo dentro los procesos en las actividades constructivas, sino también como estrategia que le genere una ventaja competitiva frente a las demás empresas del sector al poder destacarse como empresas social y ambientalmente responsables.

Para realizar la investigación los profesionales diseñaron una encuesta en la que se evaluaron aspectos de vital importancia para las empresas como la responsabilidad social, económica y ambiental basados en preguntas como: su conocimiento acerca de la sostenibilidad y su incidencia dentro de las áreas de sus empresas, la exigencia de implementar estrategias de sostenibilidad dentro de los parámetros para la selección de proveedores, sus planes estratégicos para generar rentabilidad, la manera en que incluyen la sostenibilidad en todos sus procesos y las directrices que se dan a sus empleados para que las cumplan, y lo más importante que tanto se preocupan por hacer de este conjunto de temas un factor diferencial con el cual puedan sacar ventaja.

Los resultados de las encuestas dejaron en evidencia que la sostenibilidad si está presente en las proyecciones de los empresarios de la construcción, y aunque en la mayor parte de las respuestas la tendencia es favorable en cuanto a los avances de las constructoras para ser sostenibles, es evidente la falta de diseño de estrategias y desde luego su escasa implementación, hasta ahora el tema de la sostenibilidad y sus temas relacionados está en la mente de los empresarios, se evidencia en algunos aspectos pero aún falta un largo camino por recorrer para que las empresas constructoras tengan estrategias definidas y las implementen en la cotidianidad de sus actividades (Briñeza Moises & Penagos Manuela, 2021).

La logística inversa, eje central de este proyecto debía ser un concepto del cual revisar sus antecedentes y su aplicación en el mundo empresarial. En el 2019 un grupo de investigadores de la Universidad Piloto de Colombia publicaron el resultado de su investigación titulado **“estudio de la logística inversa y su importancia en la gestión empresarial de organizaciones sostenibles”** en el cual se analizó la producción científica de cada país respecto

al tema de logística inversa, lo que da una perspectiva de los lugares del mundo en los cuales este tema tiene mayor relevancia y avance, encontrando que China Brasil y Estados Unidos son los países donde científicamente más se estudia la logística inversa, y los sectores tecnológico automotriz y la construcción son los sectores donde mayor énfasis se hace para la aplicación de estrategias de logística inversa, lo cual es una consecuencia natural del tamaño de cada uno de estos sectores, pues cada uno es un gran motor que dinamiza la economía de cualquier país.

La logística inversa se ha vuelto un tema recurrente en la última década, ya que la sostenibilidad es el tema que más preocupa a los gobiernos y los ciudadanos en todo el mundo, y la logística inversa es una herramienta óptima para ayudar a cumplir con el propósito de ser sostenibles, el cumplimiento de dicho propósito inicia por las empresas generadoras de bienes y servicios, que con el uso de la logística inversa, optimizan recursos y generan valor agregado a la sociedad que potencialmente aumenta el reconocimiento de las organizaciones (Malpica Zapata William Alexander et al., 2021).

Por ultimo un trabajo analizado por su enfoque de sostenibilidad en el sector de la construcción fue el realizado por investigadores profesionales de la universidad Francisco De Paula Santander en Cúcuta, titulado **“Construcción sostenible en Colombia: Análisis a partir del Proyecto de Ley No. 208/2019 Cámara”** en esta investigación se enfocaron en hacer un análisis a la normatividad vigente y de una ley aprobada por la cámara de representantes en el 2019, para promover la sostenibilidad en el sector de la construcción, un tema que desde todo punto de vista debería ser prioritario para los legisladores dado el tamaño del sector y en consecuencia su amplio impacto en el medio ambiente, y con estos elementos poder evidenciar el avance del sector de la construcción de Colombia en materia de sostenibilidad.

Los resultados de este análisis tampoco son muy alentadores, pues a pesar de que la ley aprobada en 2019 acoge varios aspectos importantes en términos de definir criterios y prácticas de sostenibilidad, las responsabilidades institucionales y la adopción de incentivos económicos y fiscales para las empresas que se preocupen por desarrollar un sector constructivo sostenible, la realidad es que la investigación deja en evidencia el fracaso de leyes que se aprobaron desde 2012 en el país, pero que su implementación o cumplimiento fue muy bajo y que la ley 208/2019 deroga y actualiza, (Avendaño Castro William Rodrigo et al.,2021). Desde luego estas conclusiones deben alentar a un análisis más profundo de las causas de esa baja implementación de las normas anteriores y poder generar leyes de mayor alcance que se lleven a la práctica, para que no sigan siendo ideas muy bien redactadas en papeles que se acumulan en los archivos de la nación.

Con el contexto que dan los resultados de investigaciones recientes, donde es evidente que es muy largo el camino que falta por recorrer en materia de sostenibilidad no solo en el sector de la construcción, ya que con lo encontrado resulta fácil deducir que el problema no es solo de este sector si no que es un mal generalizado, este trabajo encuentra un punto de partida para diseñar su propuesta de logística inversa, en la cual las empresas constructoras encuentren un mecanismo de sostenibilidad que les permita avanzar en este tema tan trascendental en la actualidad.

4.2 Marco teórico

Esta parte del trabajo presenta los conceptos y teorías que sustentan esta propuesta y demuestran la importancia y viabilidad de su aplicación, además de las definiciones que se requieren para su comprensión y su diferenciación de la logística tradicional, sus objetivos, la

aplicación de la logística en el sector de la construcción para dar un contexto de las actividades que se ejecutan y los procesos logísticos que ejecuta.

Luego se mostrarán conceptos de sostenibilidad ambiental, los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), y describir los principales desafíos ambientales que enfrenta el sector de la construcción y cómo la logística inversa puede contribuir a abordar estos desafíos. También se hablará de teorías relacionadas con la logística inversa y la sostenibilidad como: Teoría de Ciclo de Vida del Producto (LCA - Life Cycle Assessment), economía circular, teoría de la Gestión de Residuos, y teoría de la Innovación Sostenible.

4.2.1 Logística inversa

Partiendo del concepto que describe la logística general como la ejecución de diferentes procesos que se articulan para satisfacer la demanda de un bien o servicio, aparece a finales de los años 90's el concepto de logística inversa, con el cual las empresas fabricantes, buscan reducir la cantidad de desechos que se generan en la cadena logística tradicional, y recuperar productos o materiales que pueden ser reutilizados, para reincorporarlos a la cadena de suministro o hacer una adecuada disposición de ellos (Kulikova Olga, 2016) y con esto mitigar el impacto ambiental negativo generado por el alto volumen de residuos.

El consejo de gestión logística va más allá y amplía la definición de logística inversa al incluir en ella actividades de remanufactura y reacondicionamiento, pues mediante ellas es posible capturar valor de manera efectiva, y presentan ideas para generar productos utilizando menos recursos, (Dale S. Rogers & Tibben-Lembke Ronald, 1998) actividades que hoy en día se enmarcan en el concepto de la economía circular, que es complementario o se considera que

hace parte de la logística inversa, por ejemplo (Bernon Michael et al., 2018) lo consideran un tipo de economía restauradora y regenerativa, propósitos que como ya se ha mencionado en otros apartes de este trabajo fundamentan el concepto de logística inversa.

La logística inversa se considera una herramienta fundamental para las empresas que se preocupan por el daño ambiental que generan con su actividad económica, al facilitarles el medio para reciclar gran cantidad de productos en lugar de simplemente llevarlos al vertedero (Huang Ying et al., 2022) lo que pone a las empresas en la dirección no solo de ser rentables, también pueden ser responsables con el medio ambiente y la sociedad, tres pilares sobre los que se cimenta el éxito de las empresas, y la imagen que estas desean proyectar en el mundo de hoy.

4.2.2 Diferencia de la logística tradicional vs la logística inversa

La logística inversa nace como complemento de la logística tradicional, por lo que un concepto tiende a confundirse con el otro, dado que muchos de los procesos que las componen se repiten en uno y en otro, sin embargo, hay diferencias clave que es importante comprender para que al momento de pensar en planes o estrategias de logística inversa, no se obtengan resultados inesperados porque se plantearon sobre fundamentos que corresponden a la logística tradicional y que se destacan a continuación.

4.2.3 Concepto de logística

La logística ha estado presente desde los orígenes de la civilización, si se revisan grandes hitos en la historia de la humanidad, como las pirámides de Egipto, la gran muralla china, o la consolidación de rutas comerciales tan importantes como lo fue en su momento la ruta de la seda, es fácil darse cuenta de que dichos hitos no hubieran sido posibles sin la articulación de

diversos procesos que hoy en día están enmarcados en el concepto de logística, que lo define (Pinheiro de Lima Orlem et al., 2017) de la siguiente manera:

Es el proceso de planificación, implementación y control de la eficiencia, el flujo efectivo y almacenaje de mercancías, servicios, e informaciones relacionadas desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el propósito de adecuarse a la exigencia del cliente.

Lo que convierte a la logística en una herramienta fundamental para todas las empresas, les permite aumentar su eficiencia y sacar ventaja de sus competidores, como plantea (Mora García Luis Aníbal & Martín Peña María Luz, 2013, p27) En la logística tradicional se tiene el control de los productos respecto al estado en que se encuentran, las cantidades, el medio de transporte que se va a utilizar para su traslado y se tiene claro bajo que parámetros se realizará su movimiento para suplir las necesidades y satisfacción de los clientes, para satisfacer la demanda de los consumidores y aumentar la rentabilidad que es finalmente el principal objetivo de toda empresa que se arriesga a ser parte de un mercado cada vez más competitivo.

4.2.4 Logística inversa

En resumen, la logística tradicional hace referencia al conjunto de procesos y movimiento de bienes y productos desde su fabricante o distribuidor hasta el cliente final, ahora bien, en la logística inversa presenta una situación en la cual las condiciones y características de los productos son totalmente inciertas, donde no se tiene control y monitoreo sobre el producto; Otra diferencia que hace aún más complejo el retorno y recuperación de los productos es que hay mucho más volumen de puntos de origen en la red inversa que en la red directa, razón por la cual se dificulta la operación para el proveedor, a

pesar de ser mayores los retos en los procesos de logística inversa, para (Malpica Zapata William Alexander et al., 2022) La logística inversa resulta ser un mecanismo muy eficaz para controlar la cantidad de desechos que genera la logística tradicional, porque con ella se ejecutan procesos de retorno para los productos que se encuentran al final de su vida útil o que ya están en desuso, para recuperar su valor o recuperar materias primas, y volverlos a incorporar en diferentes puntos de la cadena productiva, y de no ser posible se gestiona su adecuada eliminación.

Para ilustrar detalladamente las diferencias entre la logística tradicional y la logística inversa se presenta la tabla N°1 en cual se hace el comparativo entre logística tradicional y logística inversa.

Tabla 1.
Diferencias entre logística tradicional e inversa

| LOGISTICA DIRECTA | LOGISTICA INVERSA |
|---|---|
| Estimación de demanda relativamente cierta | Estimación de demanda más compleja |
| Transportación de uno a muchos generalmente | Transportación de muchos a uno generalmente |
| Calidad del producto uniforme | Calidad del producto no uniforme |
| Envase del producto uniforme | Envase a menudo dañado o inexistente |
| Precio relativamente uniforme | El precio depende de muchos factores |
| Reconocida importancia la rapidez de entrega | A menudo no es importante la rapidez en la entrega |
| Los costos son claros y monitoreados por sistemas de contabilidad | Los costos inversos son menos visibles y rara vez se contabilizan |
| Gestión de inventario relativamente sencilla | Gestión de inventario muy compleja |
| Ciclo de vida del producto gestionable | Ciclo de vida del producto más complejo |
| Métodos de marketing bien conocidos | El marketing puede estar complicado por varios factores |

Nota: comparación tomada de (Mora García Luis Aníbal & Martín Peña María Luz, 2013) en su libro logística Inversa y ambiental: Retos y oportunidades en las organizaciones modernas.

(p.27)

4.2.5 La logística inversa y su aplicación en el sector de la construcción

La logística inversa, determinante hoy en día para el desarrollo de la industria, independiente del sector en el que se desarrolle, es un factor determinante para promover el desarrollo sostenible, y el sector de la construcción no es la excepción, en la ciudad de Bogotá por ejemplo, se ha implementado un método de logística inversa para una empresa de construcción y mantenimiento, que ejecuta sus actividades en la ciudad en mención; Se ha realizado este proyecto basado en un estudio riguroso de los procesos desarrollados por la empresa constructora con un enfoque cualitativo y exploratorio teniendo en cuenta dependencias como la gerencia, departamento ambiental y personal operativo de la compañía, todo esto con el objetivo de minimizar el desperdicio de materiales y llevarlos a un posterior uso eficiente luego de su rol principal (Ramírez Melo Laura Maritza, 2018)

La empresa en mención, hizo un análisis del proceso de logística inversa actual detectando las falencias que este presentaba para luego en el nuevo proceso mejorar dichos aspectos; Se realizó un análisis para determinar el uso que podían tener los residuos resultantes de las actividades ejecutadas, clasificándolos en servibles e inservibles para ser enviados a determinados destinos, bien sea para ser reutilizados ya sea en creación de nuevas edificaciones, donación a jardines o son enviados a un *outsourcing* donde se le realizan mejoras al producto para darle un nuevo uso y adicionalmente la compañía contribuye al desarrollo sostenible y a la protección del medio ambiente (Ramírez Melo Laura Maritza, 2018)

4.2.6 Sostenibilidad ambiental

La sostenibilidad ambiental es un tema que actualmente preocupa a todo el mundo, pero la primera vez que se habló de este tema a nivel global fue en 1992, cuando en Brasil se llevó a cabo la primera conferencia de las naciones unidas para la sostenibilidad y el desarrollo, en la cual se proponía trabajar de manera coordinada por un desarrollo sostenible, las generaciones actuales no debían consumir recursos a un ritmo más acelerado del que pueden renovarse, esto con el fin de garantizar que las generaciones futuras puedan de igual manera, tener acceso a los recursos que les permita satisfacer sus necesidades (Marquardt, 2006) Idea que desde aquel momento ha sido protagonista en todos los discursos de las diferentes conferencias que año tras año se realizan hasta hoy en día.

La industrialización y consecuentemente la globalización ha llevado a la humanidad a sobrexplotar el planeta, la gran cantidad de personas que habitan el planeta actualmente y sus hábitos de consumo, hacen que todas las actividades en las que interviene el ser humano estén degradando rápidamente al planeta, y aunque hablar de sostenibilidad ambiental hoy es un tema habitual de conversación, el concepto no es nuevo, en 1.713 el jurista alemán Hans Carlowitz propuso una teoría según la cual los bosques no debían ser talados a un ritmo superior al de su capacidad de recuperación (Chaiuaque Bruno, 2023). Una propuesta desde luego revolucionaria para la época si se tiene en cuenta que la madera era el combustible principal para la naciente revolución industrial, y que se puede considerar la primera teoría que apuntaba a la sostenibilidad ambiental.

Lograr la sostenibilidad ambiental es desde luego un tema que preocupa a todos los habitantes del planeta, observar cómo los fenómenos climatológicos son cada vez más

agresivos, es evidencia de como el planeta pasa lentamente factura por la sobre explotación de recursos que se ha practicado durante tantos años de manera consecutiva y progresiva.

4.2.7 Objetivos de desarrollo sostenible

Alcanzar la sostenibilidad ambiental es un propósito que requiere el total compromiso de los gobiernos, las empresas, todos los habitantes del planeta, a fin de lograr no solo la sostenibilidad ambiental, también es importante la sostenibilidad económica y social, con este propósito desde el año 2.012 en la conferencia de las naciones unidas por el medio ambiente RIO+20 se propuso una serie de medidas y prácticas para alcanzar el desarrollo sostenible, el documento que resultó de esta conferencia se fue adaptando, hasta que en 2015 en Nueva York en la cumbre de las naciones unidas se definieron 17 objetivos de desarrollo sostenible. con la idea de que estos objetivos facilitarían el cumplimiento de la meta de vivir en un mundo sostenible en un plazo de 15 años, los 17 objetivos propuestos son:

1. Fin de la pobreza
2. Hambre cero
3. Salud y bienestar
4. Educación de calidad
5. Igualdad de genero
6. Agua limpia y saneamiento
7. Energía asequible y no contaminante
8. Trabajo decente y crecimiento económico
9. Industria innovación e infraestructura
10. Reducción de las desigualdades

11. Ciudades y comunidades sostenibles
12. Producción y consumo responsables
13. Acción por el clima
14. Vida submarina
15. Vida de ecosistemas terrestres
16. Paz justicia e instituciones solidas
17. Alianzas para lograr los objetivos

Estos 17 objetivos fundamentan el plan global para luchar contra el cambio climático pues, aunque los primeros objetivos apuntan a temas sociales, hay una realidad que no se puede ocultar, es que las personas en condición de pobreza o baja escolaridad son siempre los más vulnerables ante las inundaciones, las sequias prolongadas, las altas temperaturas o el aumento del nivel del mar, de ahí que las acciones en pro del planeta deben ser la prioridad absoluta.

4.2.8 Aplicación de la sostenibilidad ambiental en el contexto de la construcción

El sector de la construcción es una de las industrias que más impacto ambiental genera a nuestro planeta, es por esta razón que se han venido analizando diferentes estrategias para minimizar este impacto, por lo cual la construcción sostenible a tomado relevancia en los últimos años, a consecuencia de un mayor nivel de conciencia en las personas que ahora se preocupan por el cuidado de los recursos naturales, además de que se prevé una escasez de los mismos en el mediano plazo, (Lima Luanda et al., 2021) Razón suficiente para empezar a pensar e implementar nuevos métodos que permitan mejorar los procesos constructivos, esto mediante innovación técnica y mejor aprovechamiento de los materiales y recursos utilizados.

La sostenibilidad es desde todo punto de vista una ventaja potencial para los constructores que entienden que calidad y precio ya no son suficientes para diferenciarse de sus competidores, y que el sector debe apuntar a ser sector destacado en la industria no por su aporte negativo al medio ambiente, si no que se destaque precisamente por el buen uso y manejo de sus recursos. Actualmente el sector de la construcción es uno de los sectores de la industria que está enfocando sus proyectos no solo a la expansión de la infraestructura de bienes raíz si no que apunta a hacer de esta actividad una industria de desarrollo sostenible ejecutando sus proyectos en doble vía, generando crecimiento, pero también haciendo un uso responsable de sus recursos para aportar a la protección del medio ambiente. (Enshassi, A., Ghoul, H. A., & AlKilani, S., 2018).

Un proyecto para construcción de una vivienda en una zona semi urbana en el municipio del Carmen de Viboral en el departamento de Antioquia es una prueba fehaciente de que, si se pueden desarrollar procesos y proyectos constructivos sostenibles, ya que para esta edificación sus ladrillos han sido elaborados con residuos de suelos locales cuyos componentes contienen limo, arcilla y arenas. En el sector de la construcción la mampostería asume entre el 30 y el 35% de los costos de la edificación, razón por la cual es muy evidente el ahorro de dinero y adicionalmente el efecto ambiental positivo que ha generado este proyecto debido a que los ladrillos han sido elaborados en la misma obra disminuyendo la emisión de gases efecto invernadero y las emisiones de CO₂ producidas por los vehículos transportadores, además del ahorro en gastos de transporte y logística para la puesta en obra del material, evidentemente es una prueba de que se pueden desarrollar proyectos de construcción integrales

contribuyendo al desarrollo social, económico y ambiental de nuestro territorio (Bedoya Montoya Carlos Mauricio, 2018).

4.2.9 Impacto ambiental de la construcción en cifras.

El sector de la construcción está presente en todos los rincones del planeta, por una razón natural y es que cada ser humano requiere un lugar para vivir y con ello satisfacer la más básica de las necesidades para tener calidad de vida, lo que conlleva a que por la cantidad de seres humanos que hay en el planeta, alrededor de 7.800 millones de personas, la demanda de recursos para satisfacer la necesidad de vivienda es altísima, y como si fuera poco gran parte de los recursos que se utilizan no son renovables por lo que se estima que el sector deberá afrontar retos en materia estratégica, administrativa y operativa para corresponder a la creciente demanda (Lima Luanda et al., 2021)

La reducción en las emisiones de gases es un asunto importante y urgente para todos los sectores productivos, por sectores industriales la producción de energía es el que más contamina, pero la construcción es el motor de estos altos niveles de producción y consumo energético, pues la construcción consume alrededor del 33% de toda la energía que se produce en el planeta, sumado a esto el 40% de las materias primas se transforman y se usan en el sector de la construcción, lo que lo convierte en un gran agente contaminante, pues también es el responsable de alrededor del 50% de todos los desechos que se llegan a los vertederos, y emite el 30% de los gases de efecto invernadero tanto por las actividades propias de los procesos constructivos, como por las actividades de explotación y transporte asociadas (Gerta Backes Jana & Traverso Marzia, 2021)

4.3 Principales desafíos ambientales que enfrenta el sector construcción

El sector de la construcción es una de las industrias en constante crecimiento debido al inevitable crecimiento de la población y al tener que satisfacer sus necesidades. Sin duda alguna es un sector económico que debe enfrentarse a diferentes desafíos a medida que se proyecta su crecimiento; Uno de los grandes retos que deberá afrontar es el de ser un sector económico más sostenible, factor que se hace complejo de desarrollar debido a la poca capacitación y al poco conocimiento de los diferentes dueños de las empresas de construcción, razón por la cual es inevitable pensar que se debe incluir en la educación de los futuros profesionales en la materia la dimensión ambiental como factor determinante para su formación , ya que esto les permitirá entender que el buen uso de los recursos y el aprovechamiento de los mismos conlleva al sector de la construcción a ser una industria con la capacidad de generar economía de una manera responsable. Comprender el factor ambiental como determinante para la formación académica de los ingenieros civiles es fundamental para desarrollar una industria que no solo genere economía, sino que se haga sostenible en cada uno de sus procesos a través del tiempo. (Cala Cristancho Laura Milena & Nieto Gutierrez Claudia Eloina, 2022)

Es evidente que el sector de la construcción es una industria que genera un impacto ambiental altamente relevante y no esta exonerado de ser también responsable de la degradación de nuestro entorno y de nuestros recursos, debido a la alta demanda que se presenta en el mercado ya que es una industria en constante crecimiento y evolución; Es por esta razón que esta industria debe evaluar su manera de proceder, y debe incluir en su estructura la bioeconomía como un aspecto determinante para desarrollar sus diversas

actividades, es este un camino viable para gestionar de manera correcta una política integral para buscar un desarrollo social y económico que mitigue el impacto negativo derivado de sus actividades. La Bioeconomía, un aspecto con alto potencial y que bien estructurado genera un alto impacto positivo en el desarrollo industrial y social (Hernández & Cespedes, 2020)

La bioeconomía está enfocada en cuatro grandes retos:

- 1) El incremento de la población mundial y la seguridad alimentaria.
- 2) El aumento de residuos sin destinación específica.
- 3) El cambio de combustibles fósiles a fuentes de energía alternativas.
- 4) Las preocupaciones sobre el cambio climático.

Adicionalmente la Bioeconomía va de la mano con la cuarta revolución industrial a partir de innovaciones científicas y tecnológicas que le permiten a la industria mejorar sus procesos, aprovechando el potencial de la biodiversidad y generando un aprovechamiento óptimo de los recursos.

En Latinoamérica no es muy usual la práctica del concepto de Bioeconomía; Colombia no es ajena a esta situación, razón por la cual es inevitable pensar que se deben implementar nuevas estrategias para el desarrollo económico y social, más aún en aras de aprovechar el gran potencial de la biodiversidad que tiene nuestro territorio. (Hernández & Cespedes, 2020)

4.3.1 Importancia de la Logística Inversa en la Sostenibilidad Ambiental

La logística inversa es implementada en la industria por diferentes motivos, inicialmente por cumplir con la normatividad, aunque en el desarrollo de su implementación se dan cuenta que es una manera de reducir costes y por ende obtener beneficios económicos;

Adicionalmente la imagen corporativa mejora ostensiblemente; En ese sentido las razones

principales de la logística inversa son económicas y ambientales, no está por demás destacar este último aspecto como relevante ya que genera un impacto de doble vía, económico y social. En el caso de estados Unidos, se ha implementado la logística inversa enfocada en el aspecto económico, diferente al continente europeo que ha sido llevada a cabo basada en el aspecto ambiental, debido a la normatividad tan estricta implementada y normatizada en dicho continente, es así como estos aspectos se hacen relevantes para tener una industria que genere un alto impacto y pueda desarrollarse mediante parámetros que permitan ejecutar un desarrollo sostenible (*Mora García Luis Aníbal & Martín Peña María Luz, 2013*)

En el mundo de hoy hay una tendencia que toma mucha fuerza en el ámbito de la industria y por ende de la economía en general, es la de querer lograr una economía que rescate los valores ambientales, que son cada día más afectados por los procesos de construcción y demolición, situación que se presenta debido al crecimiento demográfico y a la globalización de la economía. El aumento de los residuos sólidos está pronosticado que para 2.050 tendrá un aumento del 70%, aspecto que pone en peligro la economía sostenible y por ende el estado óptimo de nuestra biodiversidad; Es por esta razón que se debe pensar en implementar estrategias de logística inversa para fomentar la inclusión de procesos de recolección de residuos sólidos y su reutilización para disminuir el efecto negativo que estos producen al medio ambiente. (*Rabnawaz Ahmed Rana & Zhang Xueqing, 2021*)

No es de ajeno conocimiento que por ejemplo Brasil es el país latinoamericano con un alto índice poblacional y por ende presenta un alto déficit habitacional, razón por la cual presenta una necesidad considerable de estar en constante crecimiento su infraestructura de vivienda, aspecto del que se derivan una serie de inconvenientes para nuestro medio ambiente,

ya que la mayoría de sus recursos son obtenidos de nuestros suelos de manera drástica, generando daños en ocasiones irreversibles para la biodiversidad; De allí la importancia de implementar métodos de logística inversa que permitan mitigar el impacto ambiental negativo generado por esta actividad e inherente a ello generar una economía circular que permita el crecimiento económico y social sin ocasionar daños a ninguna de las partes (de Asis Silva William et al., 2021)

4.3.2 Teorías relacionadas con la logística inversa y la sostenibilidad

Es de considerar que la logística inversa por ser un concepto muy amplio presenta varios factores relevantes dentro de su estructura, razón por la que es pertinente hacer alusión a diferentes teorías que representan una influencia importante para su desarrollo y las destacamos a continuación.

4.3.3 Teoría de Ciclo de Vida del Producto (LCA - Life Cycle Assessment)

La teoría del ciclo de vida del producto nace en 1990 con el objeto de profundizar en todos los aspectos concernientes a las diferentes etapas a las que es sometido cualquier tipo de producto. Desde su estado de materia prima ,su proceso de elaboración, hasta el uso para el cual ha sido creado; La gestión del ciclo de vida de un producto puede definirse como una teoría en la cual se le hace un seguimiento exhaustivo al producto de manera sistematizada en cada una de sus etapas; El objetivo de esta teoría es poder acceder en el momento que se requiera a la información sobre el producto haciendo uso de herramientas tecnológicas como CAD, CAM, CAE, ERP, con el fin de agilizar los procesos y tener en constante supervisión la trazabilidad de los productos de una manera más efectiva y eficiente (Recio Rubio Lucio et al., 2022)

El concepto de ciclo de vida de un producto hace referencia a la motivación de las empresas a ir más allá de sus procesos productivos e incluir y analizar factores que determinen el impacto ambiental, social y económico generado por cada uno de sus productos en cada una de sus etapas, desde la obtención de sus materias primas hasta su disposición final, lo que permite un análisis más claro y definido de los productos a lo largo de la cadena de valor. Con la buena ejecución y desarrollo del ciclo de vida del producto se pueden determinar con más certeza factores como:

- 1) Gases efecto invernadero.
- 2) La acidificación.
- 3) El agotamiento de la capa de ozono.
- 4) Contaminante eco-toxicológicos.
- 5) El uso de la tierra.
- 6) El agotamiento de los minerales.
- 7) Combustibles fósiles.

(Bernatene Maria del Rosario & Canale Guillermo Juan, 2018)

4.3.4 Economía Circular

Es una estrategia económica en la cual se busca que los productos, materiales y sus componentes puedan ser reintegrados a un nuevo proceso productivo luego de su uso inicial; Las materias primas deben de ser elaboradas pensando en que sus productos derivados puedan ser incluidos en un proceso de recuperación para asignar un nuevo uso posterior a su vida útil inicial; De esta manera este concepto está llamado a romper los esquemas tradicionales e irrumpir en el mundo de la industria contribuyendo a un desarrollo social y económico

sostenible, buscando mitigar los impactos ambientales negativos, optimizando los recursos y el aprovechamiento de los mismos (Marcet Xavier et al., 2018)

Alrededor de 65 mil millones de toneladas de materias primas ingresaron a la economía mundial en 2010, esta cifra pasó a tener un incremento considerable, para 2020 alcanzó una cifra de 82 mil millones de toneladas, si a esto le agregamos el crecimiento ostensible de la población, podemos concluir que los problemas tienden a crecer considerablemente. Es por esta razón que es pertinente pensar que la industria debe ser reestructurada en algunos de sus procedimientos y considerar muy seriamente la implementación de un modelo de economía circular, el cual permita usufructuar a un 100% cada una de sus materias primas y sus posteriores productos para generar un impacto positivo en el medio ambiente y sin duda alguna en el aspecto social (Martinez Adriana Norma & Porcelli Adriana Margarita, 2022)

La unión europea ha definido la economía circular como una estrategia de prevención y reciclado de residuos. Se han documentado más de cien definiciones de “economía circular”, no obstante, su definición se presta para debates a pesar de ser incluida hoy en día en el ámbito político y empieza a promulgarse incluso en textos jurídicos, aun así, en medio del debate y de diversas opiniones al respecto no podemos restarle la importancia que tiene el concepto y el desarrollo e implementación de este (Santamaria Arinas Rene Javier, 2019)

4.3.5 Teoría de la Gestión de Residuos

La gestión eficiente de los residuos es un concepto transversal a la sostenibilidad ambiental, la logística inversa y se aplica a todas las actividades que ejecuta el ser humano a diario, actividades que a nivel global se estima que generan alrededor de 2.2 billones de

toneladas de residuos sólidos, lo que constituye un gran reto no solo para los gobiernos y las grandes economías del mundo, también involucra a las economías emergentes y a cada persona que habita el planeta, los cuales deben adoptar estrategias de gestión de residuos para la adecuada disposición, clasificación y posterior aprovechamiento de la mayor cantidad posible de tan alto volumen de residuos. (Segura Angela et al., 2020)

4.3.6 Gestión de residuos en la logística inversa

Para lograr cumplir con el propósito de cuidar el medio ambiente, un paso fundamental es hacer una adecuada gestión de los residuos que se generan en cada una de las actividades económicas que se desarrollan en el mundo, en ese propósito la logística inversa ofrece a las empresas un mecanismo para generar una estrategia en la cual evaluar el retorno del producto teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Estado del residuo.
- Grado de peligrosidad.
- Destino del residuo o desecho.
- De acuerdo con el origen.
- Grado de control que se tienen sobre el residuo o desecho.
- Caracterización del residuo o desecho.
- Almacenamiento temporal según su clasificación.

Esta estrategia es tal vez la parte más compleja en los procesos de logística inversa, por la incertidumbre en cuanto a los posibles orígenes de los residuos, y los diferentes procesos que le pueden aplicar, pues según el estado del producto, se puede aplicar recuperación,

reutilización, remanufactura o reciclaje, actividades que integra la logística inversa para aportar a la correcta gestión de residuos. (Mora Garcia Luis Anibal & Martin Peña Maria Luz, 2013, p48)

4.3.7 Estrategia para la eliminación del producto.

Se debe realizar un análisis de los canales que generan los residuos, los volúmenes que se generan, los posibles destinos a los que serán enviados o donde serán utilizados. Se realiza un análisis del producto y del impacto ambiental que este genera para determinar su disposición. En caso de que se deba eliminar el producto según su clasificación, grado de peligrosidad o toxicidad se debe elegir la mejor estrategia para hacerlo, bien sea a través de incineración o vertedero. (Mora Garcia Luis Anibal & Martin Peña Maria Luz, 2013 p.50)

4.3.8 Estrategia para reutilizar o Re-fabricar los recursos

Hace referencia a la implementación de una estrategia para desarrollar un proceso de logística inversa en el cual se tenga predeterminado la clasificación de los productos de manera tal que sea más viable su posterior disposición o reutilización para aprovechar al máximo su utilidad y su potencial. (Mora Garcia Luis Anibal & Martin Peña Maria Luz, 2013 p.51)

4.3.9 Teoría de la Innovación Sostenible.

La teoría de innovación sostenible es un tema de gran importancia en lo que va de este siglo, en primer lugar por ser un periodo de tiempo donde el verbo reinventar se conjuga en todos los ámbitos y en segundo lugar porque la innovación se considera un elemento estratégico en la búsqueda del crecimiento económico, dado que su aplicación se relaciona con la evolución tecnológica, la mejora en los procesos de manufactura, y generar los cambios en los modelos de negocio que se requieren para hacer frente a los desafíos actuales (Barchello Selva Olmedo & García Marikena, 2023)

La alta demanda de recursos por parte del sector de la construcción y la presión que esto ejerce sobre el planeta hace que teorías como la innovación sostenible tome relevancia, según lo plantea (Vargas Chávez Iván, 2020) Es necesario replantear la manera en que se usan los recursos naturales, para romper el ciclo económico simple donde la oferta y la demanda gobiernan el mercado, pues, aunque la baja oferta incrementa los precios, la alta demanda hace que esta no sea una restricción para el consumo de los recursos, ante lo cual la innovación sostenible permite hacer un uso inteligente de los recursos más allá de los condicionamientos de la disponibilidad, la oferta y la demanda.

La teoría de innovación tiene el potencial de resolver los desafíos ambientales en la actualidad, pues en ella se integran principios de sostenibilidad que hacen posible la creación de nuevos productos, servicios y procesos que optimizan el consumo de recursos, un ejemplo de esto son las energías renovables que gracias a las innovaciones en la producción de energía se ha podido reducir la dependencia de los combustibles fósiles y disminuir la emisión de gases de efecto invernadero.

4.4. Marco normativo

Establecer normas es fundamental para generar acuerdos y facilitar la convivencia en sociedad, y con base en ellas tener un marco que define los márgenes de comportamiento y actuación que fortalecen a la sociedad misma, en el contexto empresarial la normatividad es igualmente importante, porque permite que las empresas actúen de manera responsable y respetuosa, con sus consumidores, competidores, colaboradores, y el medio ambiente, por lo que es importante presentar un contexto del marco normativo que hay establecido en materia de logística inversa y sostenibilidad ambiental

4.4.1 Política nacional de edificaciones sostenibles

Planteada en el CONPES nacional 3919 de 2018, esta política da una directriz para la inclusión de criterios de sostenibilidad en todas las actividades constructivas y la aplicación de mecanismos de seguimiento y control a los recursos utilizados en las construcciones, que permitan reducir el daño que las actividades de construcción generan en el medio ambiente, para que el sector se desarrolle sobre principios de innovación y mejora del medio ambiente (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, s. f, párr.7)

Este documento CONPES es complementario al decreto 2205 de 2017 del ministerio de medio ambiente, se establecieron una serie de incentivos para las empresas constructoras que adopten de manera efectiva y medible practicas sostenibles, los incentivos en mención incluyen exenciones de IVA, y descuentos de hasta el 25% en el impuesto sobre la renta. Para acceder a los beneficios tributarios, el decreto estipula una serie de inversiones que las empresas deben hacer en equipos y tecnología que permitan optimizar el consumo de recursos en la obra, el control de vertimientos o la adquisición de predios destinados a la conservación de fuentes hídricas, además de todo esto se le exige a las empresas constructoras el cumplimiento de los diferentes planes de gestión ambiental que disponen los entes territoriales y la reducción y disposición de residuos de construcción y demolición (función pública. 2017)

4.4.2 Ley de acción climática o carbono neutro.

En diciembre del 2021 el congreso de la república aprobó la ley 2169, con la cual el país quiere impulsar el desarrollo con emisiones de carbono bajo, mediante la proposición de metas en materia ambiental y de sostenibilidad, y el establecimiento de medidas mínimas para

cumplir las metas propuestas, esta ley es la más reciente y de mayor alcance que se ha aprobado en Colombia para el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible que las Naciones Unidas propuso cumplir para 2030, además de otras metas que como país, Colombia se propone cumplir para 2050, entre las cuales se destaca.

1. Reducir en un cincuenta y uno por ciento (51%) las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) con respecto al escenario de referencia a 2030 de la NDC, lo que representa un máximo de emisiones país de 169.44 millones de tCO₂eq en 2030.
2. Alcanzar la neutralidad del carbono a 2050.
3. Establecer presupuestos de carbono para el período 2020-2030 a más tardar en 2023.
4. Reducir las emisiones de carbono negro en un cuarenta por ciento (40%) respecto al 2014, lo que representa una emisión máxima de carbono negro de 9.195 toneladas en 2030, excluyendo incendios forestales.
5. Reducir la deforestación neta de bosque natural a 0 hectáreas/año a 2030, a partir de la implementación tanto de herramientas de política, como de medidas cooperativas y de mercado. (Congreso de la república, 2021)

5. Metodología

En esta parte del trabajo se detallan los procesos o actividades que se van a ejecutar como plan de acción para el cumplimiento de los objetivos que este proyecto desea alcanzar, para eso se presenta el enfoque, el tipo de investigación, la población a la que está dirigido, el cronograma de actividades y las técnicas e instrumentos para la recolección y el análisis de información.

5.1 Alcance.

En el trabajo presentado se desarrolla con un propósito exploratorio, que según (Hernández Sampieri Roberto et al., 2004) se refiere a estudios realizados para evaluar un tema o problema poco estudiado, o del cual se tienen dudas por cuenta de que existe diversidad de conceptos u opiniones que no se relacionan directamente con el tema, con lo cual se pueden presentar nuevas teorías o ampliar las existentes, además que este tipo de estudio se convierte en los cimientos que permitan luego desarrollar una investigación más profunda y completa.

Este trabajo exploratorio se desarrolla con un enfoque cualitativo, que de acuerdo con (Hernández Sampieri Roberto et al., 2004) se utiliza cuando el propósito de la investigación no es medir las distintas variables que se involucran en ella, si no en conocer a profundidad cada una, como es el caso de este trabajo donde se analizan las teorías alrededor de la logística inversa para determinar cómo crear con ellas un mecanismo que le permita al sector de la construcción, ser un sector sostenible.

5.2 Etapas del proyecto

En la figura N°1 se presentan las fases que se cumplieron durante el desarrollo del proyecto, donde cada objetivo específico se convierte en una fase para alcanzar la elaboración de la propuesta.

Figura 1.
Etapas del proyecto



Nota: Elaboración propia.

Este proyecto se realiza en tres etapas, cada una enmarcada dentro de un objetivo específico, para que al lograr lo propuesto en cada uno, se dé cumplimiento al objetivo general de este proyecto, dentro de cada etapa se estipulan unas actividades que constituyen el paso a paso para la elaboración de una propuesta de logística inversa como mecanismo de sostenibilidad para el sector de la construcción.

Fase 1: En esta primera parte se busca identificar las prácticas de gestión de residuos y manejo de materiales en la industria de la construcción para tener un contexto preliminar del campo de acción, para esto se consultan resultados de estudios académicos aplicados en el sector, las bases de datos de entidades gremiales que asocian a las empresas constructoras en el país y las entidades gubernamentales para conocer la reglamentación vigente para el sector de la construcción y la sostenibilidad.

Posterior a esto se hace una búsqueda bibliográfica para conocer los sustentos teóricos de la logística inversa, sus procesos y ventajas, para finalmente con toda esta información tener un panorama lo más amplio posible que permita comprender como funciona el sector de la construcción y de que se trata la logística inversa.

Fase 2: Con toda la información recopilada en la primera etapa, se hace un análisis que permita identificar las actividades de la construcción, en los cuales la logística inversa puede ofrecer un mayor beneficio, para hacer el planteamiento de una propuesta de logística inversa, que le permita al sector de la construcción avanzar en la resolución los principales desafíos que afronta en materia de sostenibilidad, tema de vital importancia en la actualidad.

Fase 3: Finalmente a partir de los resultados del análisis de la información recopilada, se diseña una propuesta que toma las principales ventajas de la logística inversa, para intervenir diferentes procesos constructivos, ajustándose a las necesidades y las características que son propias del sector de la construcción, para aportar al propósito de generar desarrollo sostenible para todos.

5.3 Instrumentos

El principal instrumento para esta investigación es el análisis documental, para lo cual se realizan búsquedas bibliográficas en bases de datos de revistas o artículos científicos, como SCOPUS, PROQUEST y EBSC host, donde se hallan las bases teóricas para el sustento y elaboración de esta propuesta, con ecuaciones de búsqueda como "reverse logistics" AND "environmental sustainability" AND "construction sector" para obtener resultados de estudios realizados en el sector de la construcción con enfoque sostenible, también se hacen búsquedas en páginas web de entidades oficiales o gremiales para determinar hacia donde apunta el sector en el corto y mediano plazo cuando de sostenibilidad ambiental se trata.

Toda la información recopilada mediante esta exploración en bases de datos se analiza y se clasifica ordenadamente para dar cumplimiento al enfoque cualitativo, con el que se pretende determinar los principales retos para el sector de la construcción y las ventajas de la logística inversa para determinar de qué manera puede ser un mecanismo eficaz para que las obras de construcción sean sostenibles.

5.4 Cronograma

El cronograma de actividades permite visualizar la secuencia de actividades que se realizaron para dar cumplimiento a los objetivos de este proyecto, dentro del tiempo estipulado para la realización de este proyecto, y el cumplimiento de cada objetivo o fase dentro de la estructuración del proyecto como se puede ver a continuación en la tabla #2.

Tabla 2.
Cronograma de actividades

| FASES | OBJETIVOS | ACTIVIDADES | AVANCE POR SEMANAS | | | | | | | | | | | | | |
|-------|--|---|--------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|--|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| 1 | Identificar las prácticas de gestión de residuos y materiales en la industria de la construcción y los procesos de logística inversa. | Realizar una búsqueda de información a partir de bases de datos científicas, así como entidades que representen al gremio. | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| | | Identificar las prácticas de gestión de residuos y los procesos de logística inversa a partir de la búsqueda de la información. | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| | | Analizar la información recopilada. | | | | | ■ | | | | | | | | | |
| 2 | Analizar las ventajas y desafíos de la implementación de la logística inversa en el contexto específico de la construcción. | Identificar las ventajas y desafíos de la implementación de la logística inversa en la construcción. | | | | | | ■ | | | | | | | | |
| | | Analizar la información recopilada | | | | | | | ■ | | | | | | | |
| | | A partir del análisis de los desafíos de procesos del sector de la construcción, plantear estrategias de mejora basadas en logística inversa. | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | |
| 3 | Plantear una propuesta de logística inversa adaptada a las necesidades y características del sector de la construcción, con un enfoque en la sostenibilidad ambiental. | Diseñar la propuesta | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | |

Nota: Elaboración propia

6. Diagnostico

Para la elaboración del diagnóstico del sector de la construcción en materia de sostenibilidad, se usó como herramienta diagnóstica la matriz DOFA, con el fin de identificar las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas que afectan positiva o negativamente la variable que se analiza, en este caso la logística inversa en relación con el sector de la construcción, a continuación se hace la descripción de los hallazgos en cada uno de los cuadrantes de la matriz, y al final de dicha descripción la matriz en la tabla número dos.

6.1 Debilidades

El sector de la construcción tiene la característica fundamental de ser altamente informal y de que de las personas que ejecutan las actividades constructivas, muy pocas han alcanzado un nivel medio de escolaridad, es decir terminar el bachillerato, y los niveles profesionales solo los alcanzan arquitectos e ingenieros aunque no en todos los casos, para (Ministerio de educación & CAMACOL, 2019 p.56) esta circunstancia conlleva que en el sector de la construcción haya una notable diferencia entre quienes dirigen los proyectos de construcción y quienes ejecutan las actividades propias de los procesos constructivos, lo que en primer lugar permite concluir que es un sector altamente empírico, factor que desencadena una serie de fallas

Estas fallas conllevan errores en la dirección de los proyectos, que a su vez generan que estrategias como la logística inversa sea poco implementada, que no haya procesos administrativos estandarizados o que no haya una adecuada planeación de los procesos, fallas que en conjunto afectan la productividad y sostenibilidad del sector, lo que en parte es el resultado de que la gran mayoría de las empresas constructoras son pequeñas y medianas

(Sarmiento Rojas Jorge Andrés et al., 2023). Lo que arroja como resultado que muchas empresas constructoras, no tengan la suficiente estructura organizacional, para competir y mantenerse en el mercado.

6.2 Oportunidades

Dado el tamaño del sector de la construcción y la alta demanda de vivienda y de obras de infraestructura por una población en constante crecimiento, el sector de la construcción encuentra un amplio abanico de oportunidades que puede aprovechar para fortalecerse, dado que desde diferentes instituciones se crean estrategias y políticas para estimular el crecimiento del sector, un claro ejemplo es el CONPES 3919 de 2018 (Ministerio de ambiente, s.f) Etapa en la cual diseña una completa estrategia, que contempla ajustes normativos e incentivos económicos y fiscales, para motivar la adopción de criterios de sostenibilidad en las actividades constructivas, aspecto en el cual encaja la logística inversa por ser una estrategia que nace con un propósito sostenible, que hace posible la reutilización de materiales, la reducción de la generación de residuos y lo más importante, satisfacer la creciente demanda de construcciones sostenibles, que es ahora un aspecto importante para los compradores de vivienda.

6.3 Fortalezas

El sector de la construcción tiene diversas fortalezas que le permiten seguir creciendo, una fundamental es la gran disponibilidad de mano de obra, según cifras del DANE (2022) el sector de la construcción empleó a 370.000 personas más con respecto a 2021, lo que es un indicador del crecimiento del sector, y de la facilidad con la que encuentra mano de obra para sus actividades. Además de esto la construcción en Colombia ha venido potenciando instituciones que promuevan la sostenibilidad en el sector, para lo cual desde 2008 se creó el

consejo colombiano de construcción sostenible (CCCS) una entidad de carácter privado que promueve prácticas e innovaciones encaminadas a hacer de la construcción una actividad responsable con el medio ambiente.

Además del CCCS hay agencias de cooperación internacional que promueven el cumplimiento de los objetivos desarrollo sostenible, que pueden aportar experiencias, tecnologías o recursos, como (ANDI, 2016) que identifican en el sector de la construcción un medio eficiente para alcanzar dichos objetivos, lo que le da al sector una posibilidad de ventaja competitiva frente a otros sectores, dado que ahora las personas se preocupan por los temas ambientales, y sus deseos van encaminados a habitar lugares que los hagan sentir en ambientes naturales, las empresas constructoras pueden encontrar las herramientas necesarias para implementar innovaciones y satisfacer los deseos de los nuevos consumidores.

6.4 Amenazas

En el contexto económico actual, la construcción se enfrenta a varias amenazas que ponen en riesgo la rentabilidad y en consecuencia la sostenibilidad de las empresas, un agravante de esta situación son los efectos inflacionarios por cuenta de situaciones como las diferentes guerras en el mundo o las interrupciones en la cadena de suministro después de la pandemia, que de acuerdo con el análisis realizado por (Córdova José Fernando et al., 2018). Se encontró que cuando las ventas aumentan un 1%, los costos se incrementan un 0.55%, en contraste cuando las ventas bajan el 1% los costos bajan solo un 0.30%, lo que representa un gran reto para las empresas constructoras, pues en el último año ha sido notoria la disminución en la venta de viviendas, llegando a una disminución del 64,4% a febrero de este año con relación al año anterior (CAMACOL, 2023) lo que constituye un panorama muy complejo para el

sector de la construcción, que dificulta que las empresas dispongan de recursos para realizar inversiones en innovaciones tecnológicas y metodológicas que les permita crecer como empresas, mejorar sus procesos, e implementar estrategias como la logística inversa para mejorar en el campo de la sostenibilidad.

Tabla 3.
Matriz DOFA

| Debilidades | Oportunidades |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de conocimiento en la dirección de proyectos. • Baja comprensión de los beneficios de la logística inversa en la construcción. • Ausencia de normas o regulaciones para que la logística inversa sea considerada en los procesos de construcción. • Baja planeación en todos los niveles para la ejecución de las actividades. • Ausencia de sistematización de información de la gestión de los proyectos. • Dificultad para identificar materiales | <ul style="list-style-type: none"> • Regulación ambiental que favorezca practicas sostenibles y de logística inversa. • Creciente demanda de usuarios que buscan construcciones sostenibles y amigables con el medio ambiente. • Reutilización de materiales que generen un impacto ambiental positivo y reducción de costos. • Estímulos del gobierno para el crecimiento del sector y la potencialización de la sostenibilidad ambiental. • Programas de entidades públicas y privadas para formación técnica del personal. • Reducir el impacto ambiental. • Mejorar la imagen corporativa. |

| Fortalezas | Amenazas |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Generaciones con conciencia ambiental y sostenible. • Colaboración nacional e internacional para la implementación de la logística inversa en el sector de la construcción. • Favorecer el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible aplicables en el sector para lograr un equilibrio económico y favorecer la calidad de vida de las personas y el medio ambiente. • Crecimiento del sector de construcción a partir de estrategias de sostenibilidad. • Educación y capacitación de la logística inversa y su impacto en el sector. • Innovación en materiales y procesos. | <ul style="list-style-type: none"> • Resistencia al cambio del sector de la construcción. • Altos precios de las materias primas • Barrera económica y logística para implementar la logística inversa. • Recesión económica. |

Nota. Elaboración propia, esta herramienta facilita el diagnóstico del problema.

7. Propuesta de mejora

En esta parte del trabajo se presenta la propuesta de mejora, que es el resultado de la investigación y análisis realizados, se hace una descripción de en qué consiste, su alcance y las ventajas de su implementación.

7.1 Descripción

Durante la investigación realizada se recolectó información que demuestra las diversas formas en que la construcción afecta al medio ambiente, con actividades como excavación, movimiento y relleno de enormes cantidades de tierra, lo que causa una degradación progresiva de los suelos, deforestación, destrucción de ecosistemas y pérdida de biodiversidad, todo esto solo en la etapa de acondicionamiento de suelos para construir.

Luego en la etapa de construcción, este sector es un gran generador de residuos contaminantes como los escombros y productos usados en los procesos constructivos, además de la disminución a la calidad del aire que se ve afectado por la cantidad de partículas que se generan en todas las actividades constructivas, por el corte de materiales como cerámicas, ladrillos, madera o metales, la extracción y procesamiento de materiales como arena gravas o cemento, que también afectan fuentes hídricas por la alta generación de sedimentos, lo que también genera afectaciones a la vida acuática, además de todo estas actividades generan altos niveles de ruido que perturban la vida silvestre y de las personas cercanas a los lugares donde se ejecutan proyectos de construcción.

Una cosa es clara, la construcción es una actividad absolutamente necesaria para la vida de las personas, porque satisface una necesidad básica que es la vivienda, sin embargo, es necesario tomar medidas para mitigar tantos daños al planeta, es ahí donde estrategias como la

logística inversa pueden hacer aportes importantes para la mitigación del impacto ambiental que genera la construcción. La logística inversa es un conjunto de actividades que se integran a la cadena de suministro de la construcción con el fin de reducir la generación de residuos desde el origen, mediante la planeación estratégica de los materiales y su uso, en la cual se incluye el uso de materiales sostenibles, que son materiales producidos con recursos de fuentes renovables, o a partir de desechos que fueron procesados para generar un nuevo producto, para lo cual la logística inversa se enfoca en el reciclaje y la reutilización de productos y residuos, su correcta clasificación, disposición o eliminación, con lo cual se reduce la cantidad de residuos que llegan a los vertederos.

En el campo específico de la construcción la logística inversa puede encargarse de la demolición, recolección y rehabilitación de los residuos de construcción como piezas de madera, metal o plástico y escombros de demolición, para lo cual ya es posible encontrar en Colombia varias empresas que se encargan de aprovechar estos desechos y generar nuevos materiales para la misma industria constructiva, lo único que deben hacer las empresas constructoras es generar alianzas estratégicas con este tipo de empresas para gestionar sus procesos de logística inversa de manera eficiente y efectiva.

El éxito de la articulación entre la logística inversa y la construcción depende absolutamente de la colaboración y compromiso de todos los actores implicados en la cadena de suministro de la construcción, dicha articulación se realiza a través de un proceso estructurado que se inicia con la planificación, en la cual se identifican los materiales, su origen, el método para su máximo aprovechamiento, y el flujo de los residuos generados para determinar a qué punto de la cadena de producción pueden reintegrarse en el caso de que aun

puedan ser usados en otras áreas, y en caso de no ser posible, su clasificación para facilitar la recolección por parte de las empresas que los puedan reciclar y reprocessar para generar productos que se puedan reutilizar en una nueva construcción, dejando como última opción la eliminación en cuyo caso se busca que se haga en lugares y condiciones correctas para no afectar al medio ambiente.

La logística inversa en la construcción tiene el potencial de ser una herramienta importante para la gestión y aprovechamiento de los residuos y hacer que el sector reduzca los efectos negativos de sus actividades, lo que a su vez le ayuda a las empresas a obtener materias primas a menor costo dado el origen del que proceden, les permite proyectar mostrarse ante los consumidores como empresas social y ambientalmente responsables.

7.2 Objetivo

Elaborar una propuesta de logística inversa que favorezca la sostenibilidad ambiental en el sector de la construcción, con el fin de aportar al mejoramiento de los procesos que desarrolla el sector, promover la innovación para la generación y el uso de nuevos materiales y por su puesto cuidar el medio ambiente, mediante la adopción de nuevas y mejores prácticas, que aprovechen al máximo los productos en las cuales todo residuo puede ser reprocessado y aprovechado en otras etapas del proceso constructivo, y reducir al mínimo posible la generación de residuos que acortan la vida útil de los rellenos sanitarios a donde normalmente son llevados, por falta de una adecuada clasificación y disposición.

7.3 Meta

Generar una propuesta de logística inversa para el sector de la construcción de manera general, para que este tome acciones que protejan el medio ambiente y le permitan avanzar en

la dirección que va el mundo actualmente, donde cuidar el planeta y sus recursos es una prioridad para todos los habitantes.

7.4 Justificación

El sector de la construcción es uno de los mayores contaminantes en el mundo, y en estos tiempos donde los gobiernos y los habitantes de todo el planeta se preocupan por detener el cambio climático y revertir el daño causado al medio ambiente durante décadas de sobre explotación y extracción desmedida de los recursos, generando enormes emisiones de gases de efecto invernadero con los procesos de transformación y aprovechamiento de materias primas, y acumulando grandes cantidades de residuos en muchos lugares de manera inadecuada.

El sector de la construcción es un actor principal en esa larga cadena de malos procesos que atentan contra el medio ambiente y la supervivencia de todos los seres vivos en el planeta, por la gran cantidad de materias primas que requiere para el cumplimiento de sus actividades, lo que implícitamente lo compromete para tomar las acciones necesarias en este momento puntual de la historia de la humanidad, para garantizar que las próximas generaciones encuentren en el planeta tierra un lugar que les permita vivir en buenas condiciones y con sus necesidades satisfechas, porque de lo que hagamos hoy dependen los recursos de los que podrán disponer a futuro los habitantes del planeta para su subsistencia.

Esta propuesta de logística inversa se presenta como una herramienta más de la que puede disponer el sector de la construcción para aportar a propósitos globales como los objetivos de desarrollo sostenible, y les brinda a las empresas constructoras la posibilidad de mejorar sus procesos, de obtener materias primas de fuentes diferentes a las tradicionales, gracias al aprovechamiento de los recursos que ella misma genera, lo que se traduce en menor explotación

de nuestros recursos naturales e inicia un círculo virtuoso que genera una serie de beneficios que favorecen la calidad de vida de las personas y la sostenibilidad ambiental a través de la mitigación de los impactos negativos que genera la construcción.

Por todo lo anterior es que esta propuesta busca generar un impacto social y ambiental positivo en las comunidades que serán testigos de proyectos de construcción sostenibles, y a las empresas constructoras la posibilidad de mejorar en aspectos como la competitividad, la eficiencia y conciencia de los impactos negativos del sector de la construcción.

7.5 Acciones para alcanzar los objetivos

A continuación, se presenta un cuadro comparativo, donde se describen los resultados de las acciones ejecutadas para alcanzar los objetivos de este trabajo y que permitieron identificar las acciones que rutinaria y tradicionalmente ejecuta el sector de la construcción y como la logística inversa puede intervenir para mejorar los impactos ambientales que genera la actividad constructiva que son los resultados de las acciones realizadas para el cumplimiento de los dos primeros objetivos específicos de este trabajo como se presenta en la tabla N°4.

Tabla 4.

Resultados de las acciones realizadas

| Procesos de construcción | Logística inversa |
|---|--|
| Planeación y diseño del proyecto | Establecer procedimientos de clasificación, recolección y aprovechamiento de materiales y residuos |
| Compra de materias primas | Identificación del origen y los procedimientos de extracción. |
| Compra de materiales | Adquisición de productos fabricados con materiales reciclados |
| Ejecución de actividades y usos de materiales | Optimización de recursos |
| Acumulación de residuos | Clasificación y separación de materiales |

| | |
|-------------------------|---|
| Disposición de residuos | Genera flujo de residuos en diferentes direcciones (plantas de aprovechamiento, remanufactura, reutilización en otras áreas o etapas del proyecto) y disposición o eliminación final. |
|-------------------------|---|

Nota: Elaboración propia para facilitar la presentación de resultados.

Con base en los resultados hallados y los análisis realizados se presentan los elementos básicos que fundamentan la aplicación de la logística inversa en el sector de la construcción, con lo cual se dé cumplimiento a todos los objetivos propuestos al inicio de este trabajo, que buscaban plantear una propuesta logística inversa que se adapte a las características y necesidades del sector de la construcción enfocada a la sostenibilidad ambiental.

1. Planeación: Desde la concepción misma de los proyectos se debe pensar en integrar la logística inversa, para lo cual las empresas deben identificar las fuentes de los materiales que van a utilizar, y determinar los procedimientos para el correcto uso de los mismo y adecuada gestión de los residuos.

2. Implementación: Para la ejecución del plan que se diseñó para el proyecto de construcción se debe analizar los procedimientos actuales que ejecuta la empresa, y determinar las correcciones pertinentes y en algunos casos la eliminación y creación de nuevos procedimientos.

3. Monitoreo: Las empresas constructoras deben hacer seguimiento a los resultados de la implementación de los planes de logística inversa, capacitar a los colaboradores para que sea efectiva, y hacer los ajustes necesarios en cada punto de la cadena de procesos según se considere necesario.

7.6 Cronograma

Por la naturaleza de esta propuesta, que se presenta de manera general al sector de la construcción, no se establece un cronograma de actividades para realizar, dado que su aplicación específica en proyectos productivos puede variar en función del tamaño del proyecto y las áreas en las que los directores de obra decidan que la aplicación de logística inversa puede ser efectiva, además que cuando se trata de proyectos que están en etapa de diseño, lo ideal es que en dichos diseños y la planeación general de la obra se integren los procesos de logística inversa, lo que facilitará su implementación sin que pueda considerarse que esto significa mayores tiempos en la ejecución de las obras.

7.7 Responsables:

Para el éxito de la implementación de la logística inversa en el sector de la construcción, se requiere del compromiso de todas las personas que hacen parte de las obras de construcción sin distinción de su rol jerárquico dentro de los proyectos, sin embargo si hay un mayor nivel de responsabilidad para quienes conciben, diseñan e invierten en nuevos proyectos de construcción, porque es desde la concepción misma de los proyectos que se debe pensar en hacerlo sostenible, para que luego en la ejecución de las obras los colaboradores encuentren trazada la ruta a seguir.

7.8 Recursos

El principio fundamental de la logística inversa se basa en aprovechar los recursos ya existentes y disponibles, por lo tanto, no es una estrategia que demande mayores inversiones por parte de los empresarios, solo requiere planeación para integrarse a los procesos y procedimientos tradicionalmente establecidos.

7.9 Indicadores de seguimiento

Los inversionistas y directores de obra, podrán ver reflejados los resultados de la implementación de la logística inversa, en la disminución de los costos de adquisición de materia prima, que puede ser por causa de la reutilización de algunos productos en otras etapas del proceso o por la adquisición de productos fabricados con materiales reciclados que son de menor costo, para lo cual es importante medir los costos de materia prima en procesos similares de proyectos anteriores y los mismos costos en los nuevos proyectos con estrategias de logística inversa. También en la parte comercial se debe medir el tiempo que se tarda en comercializarse un proyecto tradicional, versus un proyecto que puede poner en el centro de su estrategia comercial la sostenibilidad ambiental.

Referencias

- Acevedo Agudelo, H., Vásquez Hernández, A., & Ramírez Cardona, D. A. (2012). Sostenibilidad Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia. *Gestión Y Ambiente*, 10.15446/ga
- ANDI. (2016). Lineamientos de cooperación internacional para el sector privado. Bogotá, La Fundación ANDI. https://www.apccolombia.gov.co/sites/default/files/archivos_usuario/publicaciones/guia-cooperacion-20sep-flipboard.pdf
- Área Metropolitana del valle de Aburra. (2015, diciembre). *Guías de construcción sostenible*. metropol.gov.co. https://www.metropol.gov.co/ambiental/Documents/Construccion_sostenible/Guia-2-GSCIIPlanificacionUrbana.pdf
- Avendaño Castro William Rodrigo, Rueda Vera Gerson, & Velasco Burgos Blanca Mery. (2021). Construcción sostenible en Colombia análisis a partir del Proyecto de Ley No. 208/2019 Cámara.27, 571-583. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8145542>
- Barchello Selva Olmedo, & Garcia Marikena. (2023). Estudio de programas orientados a impulsar la innovación empresarial en Paraguay y Uruguay. Un análisis desde la perspectiva de la Teoría de Schumpeter. *Revista ACADEMO*, 10(2)<https://doi.org/10.30545/academo.2023.jul-dic.10>
- Bedoya Montoya Carlos Mauricio. (2018). Construcción de vivienda sostenible con bloques de suelo cemento: del residuo al material. *Revista De Arquitectura Universidad Nacional De Colombia*, 20(1), 62-70. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2018.20.1.1193>
- Bendersky Eduardo. (2018). La logística inversa, su relación con la responsabilidad social empresarial y el desarrollo sostenible. *Gente Clave*, 2(2-18), 16-29. <https://revistas.ulatina.edu.pa/index.php/genteclave/article/view/19>

- Bernatene Maria del Rosario, & Canale Guillermo Juan. (2018). Innovación sustentable en Diseño a partir de la integración del análisis de Ciclo de Vida (ACV) con Cadenas Globales de Valor (CGV). *Cuadernos Del Centro De Estudios En Diseño Y Comunicación. Ensayos*, (69), 1-6. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1853-35232018000400013&script=sci_arttext
- Bernon Michael, Tjahono Benny, & Ripanti Faja Eva. (2018). Aligning retail reverse logistics practice with circular economy values: an exploratory framework. *Production Planning and Control*, , 483-497. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1449266>
- Briñeza Moises, & Penagos Manuela. (2021). La Sostenibilidad como Estrategia Competitiva en empresas del sector Construcción del Departamento de Antioquia - Colombia. *Revista Telos*, , 326-346. <https://doi.org/10.36390/telos232.08>
- Cala Cristancho Laura Milena, & Nieto Gutierrez Claudia Eloina. (2022,). Dimensión ambiental en la formación de ingenieros civiles de la Universidad La Gran Colombia. <https://acofipapers.org/index.php/eiej/article/view/2228>
- CAMACOL. (2023). *Análisis de los indicadores del mercado de vivienda: retos y oportunidades para la recuperación*. Bogotá, Camacol. <https://camacol.co/descargable/analisis-de-los-indicadores-del-mercado-de-vivienda-retos-y-oportunidades-para-la>
- Chaiuaque Bruno. (2023). Una mirada a las dimensiones de la sostenibilidad empresarial. *Notas Academicas*, <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/137442>
- Congreso de la república. (2021, 22/12/). Ley 2169 de 2021. Por medio de la cual se impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática y se dictan otras disposiciones. Bogotá, diario oficial 51.896 de 22 de diciembre de 2021.

Córdova José Fernando, Duque Espinoza Gabriela Monzerrath, & Álvarez Arguello Carolina Denisse.

(2018). Comportamiento asimétrico de los costos en el sector de la construcción del Ecuador.

Revista tendencias, 19(2), 74-91. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6770134>

Cure Vellojin Laila, Gonzales Mesa Juan Carlos, & Amaya Mier Rene. (2011). Logística Inversa: una

herramienta de apoyo a la competitividad de las organizaciones. *Revista Científica Ingeniería Y*

Desarrollo, <https://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/2801>

Dale S. Rogers, & Tibben-Lembke Ronald, S. (Eds.). (1998). *Going Backwards: Reverse Logistics Trends*

and

Practices

DANE. (2022, 7-12-). Boletín Técnico Indicadores económicos alrededor de la construcción (IEAC) corte

diciembre 7 de 2022. Bogotá, DANE.gov.

https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib_const/Bol_IEAC_IIItrim22.pdf

De Asís Silva William, Seleme Robson, Zattar Izabel Cristina, Mendes Marques Marcos Augusto, Drozda

Fabiano Oscar, & Kleina Mariana. (2021). Barriers regarding environmental sustainability in civil

construction logistics in Curitiba/PR. *Journal of Environmental Management & Sustainability*, 10(1),

1-24. <https://doi.org/10.5585/geas.v10i1.16148>

Enshassi, A., Ghoul, H. A., & AlKilani, S. (2018). Exploración de los factores de desarrollo sostenible

durante las fases del ciclo de vida de los proyectos de construcción. *Revista Ingeniería De*

Construcción, 33, 51-68. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000100051>

Gerta Backes Jana, & Traverso Marzia. (2021). Aplicación de la evaluación de la sostenibilidad del ciclo

de vida en el sector de la construcción: una revisión sistemática de la literatura. *Revista*

Procesos, <https://doi.org/10.3390/pr9071248>

Govindan Kannan Bouzon, & Marina. (2018). From a literature review to a multi-perspective framework for reverse logistics barriers and drivers. *Journal of Cleaner Production*, , 318-

337. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.040>

Hernández Sampieri Roberto, Fernández Collado Carlos, & Baptista Lucio Pilar. (2004). Metodología de la investigación. 4° ed. México: Mc Graw- Hill

Hernández Zamora María Fernanda, Jiménez Martínez Sebastián, & Sánchez-Monge Juan Ignacio. (2021). Materiales alternativos como oportunidad de reducción de impactos ambientales en el sector construcción. *Revista Tecnología En Marcha*, <http://dx.doi.org/10.18845/tm.v34i2.4831>

Hernández, R. E., & Cespedes, J. (2020). Bioeconomía: una estrategia de sostenibilidad en la cuarta revolución industrial. *Revista De Investigación E Innovación Agropecuaria Y De Recursos Naturales*, 7(2) http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2409-16182020000200015&script=sci_arttext

Huang Ying, Jingtai Pan Liu, El Yifei, Xie zheqing, & Zheng xifang. (2022). A BIM–WMS Management Tool for the Reverse Logistics Supply Chain of Demolition Waste. <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/23/16053>, 14 <https://doi.org/10.3390/su142316053>

Kulikova Olga. (2016). *REVERSE LOGISTICS Bachelor's Thesis Business Logistics*. KYAMK University of applied Sciences.

Limac Luanda, Trindade Emanuely, Alencar Luciana, Alencar Marcelo, & Silvac Luna. (2021). Sostenibilidad en la industria de la construcción: una revisión sistemática de la literatura. *Revista De Produccion Mas Limpia*, 289 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125730>

Luanda Limac _Emanuely Trindade _Luciana Alencar _Marcelo Alencar b,luna silvac _, Limac Luanda, Trindade Emanuely, Alencar Luciana, Alencar Marcelo, & Silvac Luna. (2021). Sostenibilidad en la

industria de la construcción: una revisión sistemática de la literatura. *Journal of Cleaner Production*, 289 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125730>

Malpica Zapata William Alexander, Caicedo Pereica Camila Andrea, & Lasso Espitia Daniela Alejandra. (2022). Estudio de la logística inversa y su importancia en la gestión empresarial de organizaciones sostenibles. *Revista Estrategia Organizacional*, 11(1), 31-47. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8543945>

Malpica Zapata William Alexander, Caicedo Pereira Camila Andrea, & Lasso Espitia Daniela Alejandra. (2021). Estudio de la logística inversa y su importancia en la gestión empresarial de organizaciones sostenibles. *Revista Estrategia Organizacional*, 11, 31-47. <https://doi.org/10.22490/25392786.5657>

Marcet Xavier, Marcet Marc, & Verges Ferran. (2018). *Qué es la economía circular y por qué es importante para el territorio*. Barcelona, España: Papeles del pacto industrial. <https://www.pacteindustrial.org/wp-content/uploads/2018/02/Papel-del-Pacto-Industrial-4-Que-es-la-economia-circular-y-por-que-es-importante-para-el-territorio.pdf>

Marroquin Almeida Jose Miguel. (2021). Una revisión sistemática de las ventajas de la implementación de la logística verde en las industrias de Latinoamérica en el último decenio: una revisión de la literatura científica. (*Trabajo de investigación, Universidad Privada del Norte*). Trujillo, Perú, repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/11537/27820>

Martinez Adriana Norma, & Porcelli Adriana Margarita. (2022). Estudio sobre la economía circular como una alternativa sustentable frente al ocaso de la economía tradicional (primera parte). *Revista FLEX Facultad De Derecho Y Ciencias Politicas De La Universidad Alas Peruanas*, 16(22), 1-34. <http://dx.doi.org/10.21503/lex.v16i22.1659>

Ministerio de ambiente. (2018). Construcción sostenible. *Ministerio de ambiente.co*.

<https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/construccion-sostenible/#:~:text=CONPES%203919%20de%202018%20El,dentro%20de%20todas%20las%20etapas>

Ministerio de educación, & CAMACOL. (2019, octubre de). Catálogo de cualificaciones sector

construcción. colombiaaprende.edu.co. <https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files/public/2021-08/caracterizacion-sector-construccion.pdf>

Mora Garcia Luis Anibal, & Martin Peña Maria Luz. (2013a). *Logística inversa y ambiental retos y oportunidades en las organizaciones modernas* (primera edición ed.). Ecoe Ediciones.

Mora Garcia Luis Anibal, & Martin Peña Maria Luz. (2013b). *Logística Inversa y Ambiental retos y oportunidades en las organizaciones modernas* (Primera edición ed.). Ecoe Ediciones.

Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Naciones

Unidas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/#>

Noboa Salazar José, Vergara-Romero Arnaldo, Sorhegui Ortega Rafael, & Garnica-Jarrin Lisette. (2021).

Repensando el desarrollo sostenible en el territorio. *Res Non*

Verba, <https://doi.org/10.21855/resnonverba.v11i1.500>

Pinheiro de Lima Orlem, Breval Santiago Sandro, & Rodriguez Taboada Carlos Manuel. (2017). A new definition of internal logistics and how to evaluate it. *INGENIARE: Revista Chilena De*

Ingeniería, 25(2)<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052017000200264>

Presidencia de la República. (2017). Decreto 2205. Por el cual se modifica parcialmente el Capítulo 18,

Título 1, Parte 2, Libro 1 del Decreto 1625 de 2016, Único Reglamentario en Materia Tributaria y se dictan otras disposiciones. Bogotá, diario oficial 50.458 de 26 de diciembre de 2017.

- Rabnawaz Ahmed Rana, & Zhang Xueqing. (2021). Evaluación del flujo de valor multicapa de la red de logística inversa para la gestión de residuos inertes de la construcción. *Resources, Conservation and Recycling*, 170 <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105574>
- Ramirez Melo Laura Maritza. (2018). Diseño de modelo de logística inversa aplicado a empresa constructora y de mantenimiento. [trabajo de especialización, Universidad Militar Nueva Granada]. Bogotá, repositorio institucional. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/20478>
- Recio Rubio Lucio, Martin Mariscal Amanda, & peralta Alvarez Estela. (2022,). Entornos colaborativos para la gestión del ciclo de vida del producto (PLM): revisión bibliográfica y tendencias futuras. <http://dspace.aepro.com/xmlui/handle/123456789/3173>
- Santamaria Arinas Rene Javier. (2019). Economía circular: líneas maestras de un concepto jurídico en construcción. *Revista Catalana de dret ambiental*, 10(1), 1-15 <https://www.raco.cat/index.php/rcda/article/view/359759>
- Sarmiento Rojas Jorge Andres, Hernandez Carrillo Carlos Gabriel, & Guiza Pinzon Fabian David. (2023). Complejidad en proyectos: generación de un modelo en el sector de la construcción colombiano. *Ciencia, ingeniería y educación científica*, 47(2), 1-17 <https://doi.org/10.14483/23448350.20386>
- Saz Gil Isabel, & Baguena Garcia Marta. (2017) Economía circular logística inversa: el caso de Koopera Teruel ciriec España.. <https://ciriec.es/wp-content/uploads/2018/01/COMUN-006-T9-SAZ-BAGUENA.pdf>
- Segura Ángela, M., Rojas Luis, A., & Pulido Yeffer, A. (2020). Referentes mundiales en sistemas de gestión de residuos sólidos . *Revista Espacios*, 41(17), 22. <https://ww.revistaespacios.com/a20v41n17/a20v41n17p22.pdf>

Sobotka, A., & Czaja, J. (2015). Analysis of the Factors Stimulating and Conditioning Application of Reverse Logistics in Construction. *Procedia Engineering*, 122, 11-18. 10.1016/j.proeng.2015.10.002

Vargas Chávez Iván. (2020). Teoría de la innovación ambiental: lineamientos para caracterizar el capital intelectual ambiental. En *Innovación ambiental y análisis de riesgo: dos enfoques para una gestión ambiental moderna*. Sincelejo: Editorial CECAR. págs.23-36

Anexos