



UNIVERSIDAD LATINA CAMPUS HEREDIA
CENTRO INTERNACIONAL DE POSGRADOS

**MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS CON ÉNFASIS EN
GERENCIA INDUSTRIAL**

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

DISEÑO DE UNA PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DE LOGÍSTICA
VERDE EN EMPRESAS DE TRANSPORTE TERRESTRE DE CONTENEDORES
DURANTE EL PRIMER SEMESTRE DEL 2023

ELABORADO POR

HAROLD CLAROS BALDARES

HEREDIA, COSTA RICA

AÑO 2023

Licencia de distribución no exclusiva

Licencia De Distribución No Exclusiva (carta de la persona autora para uso didáctico)

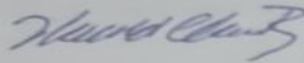
Universidad Latina de Costa Rica

Yo (Nosotros):	Harold Claros Baldares
De la Carrera / Programa:	Administración de Empresas Enfoque Gerencia Industrial
Modalidad de TFG:	Proyecto final de Graduación
Titulado:	Diseño de una propuesta para la implementación de logística verde en empresas de transporte terrestre de contenedores durante el primer semestre del 2023

Al firmar y enviar esta licencia, usted, el autor (es) y/o propietario (en adelante el "AUTOR"), declara lo siguiente: **PRIMERO:** Ser titular de todos los derechos patrimoniales de autor, o contar con todas las autorizaciones pertinentes de los titulares de los derechos patrimoniales de autor, en su caso, necesarias para la cesión del trabajo original del presente TFG (en adelante la "OBRA"). **SEGUNDO:** El AUTOR autoriza y cede a favor de la UNIVERSIDAD U LATINA S.R.L. con cédula jurídica número 3-102-177510 (en adelante la "UNIVERSIDAD"), quien adquiere la totalidad de los derechos patrimoniales de la OBRA necesarios para usar y reusar, publicar y republicar y modificar o alterar la OBRA con el propósito de divulgar de manera digital, de forma perpetua en la comunidad universitaria. **TERCERO:** El AUTOR acepta que la cesión se realiza a título gratuito, por lo que la UNIVERSIDAD no deberá abonar al autor retribución económica y/o patrimonial de ninguna especie. **CUARTO:** El AUTOR garantiza la originalidad de la OBRA, así como el hecho de que goza de la libre disponibilidad de los derechos que cede. En caso de impugnación de los derechos autorales o reclamaciones instadas por terceros relacionadas con el contenido o la autoría de la OBRA, la responsabilidad que pudiera derivarse será exclusivamente de cargo del AUTOR y este garantiza mantener indemne a la UNIVERSIDAD ante cualquier reclamo de algún tercero. **QUINTO:** El AUTOR se compromete a guardar confidencialidad sobre los alcances de la presente cesión, incluyendo todos aquellos temas que sean de orden meramente institucional o de organización interna de la UNIVERSIDAD **SEXTO:** La presente autorización y cesión se regirá por las leyes de la República de Costa Rica. Todas las controversias, diferencias, disputas o reclamos que pudieran derivarse de la presente cesión y la materia a la que este se refiere, su ejecución, incumplimiento, liquidación, interpretación o validez, se resolverán por medio de los Tribunales de Justicia de la República de Costa Rica, a cuyas normas se someten el AUTOR y la UNIVERSIDAD, en forma voluntaria e incondicional. **SÉPTIMO:** El AUTOR acepta que la UNIVERSIDAD, no se hace responsable del uso, reproducciones, venta y distribuciones de todo tipo de fotografías, audios, imágenes, grabaciones, o cualquier otro tipo de

presentación relacionado con la OBRA, y el AUTOR, está consciente de que no recibirá ningún tipo de compensación económica por parte de la UNIVERSIDAD, por lo que el AUTOR haya realizado antes de la firma de la presente autorización y cesión. **OCTAVO:** El AUTOR concede a UNIVERSIDAD., el derecho no exclusivo de reproducción, traducción y/o distribuir su envío (incluyendo el resumen) en todo el mundo en formato impreso y electrónico y en cualquier medio, incluyendo, pero no limitado a audio o video. El AUTOR acepta que UNIVERSIDAD. puede, sin cambiar el contenido, traducir la OBRA a cualquier lenguaje, medio o formato con fines de conservación. **NOVENO:** El AUTOR acepta que UNIVERSIDAD puede conservar más de una copia de este envío de la OBRA por fines de seguridad, respaldo y preservación. El AUTOR declara que el envío de la OBRA es su trabajo original y que tiene el derecho a otorgar los derechos contenidos en esta licencia. **DÉCIMO:** El AUTOR manifiesta que la OBRA y/o trabajo original no infringe derechos de autor de cualquier persona. Si el envío de la OBRA contiene material del que no posee los derechos de autor, el AUTOR declara que ha obtenido el permiso irrestricto del propietario de los derechos de autor para otorgar a UNIVERSIDAD los derechos requeridos por esta licencia, y que dicho material de propiedad de terceros está claramente identificado y reconocido dentro del texto o contenido de la presentación. Asimismo, el AUTOR autoriza a que en caso de que no sea posible, en algunos casos la UNIVERSIDAD utiliza la OBRA sin incluir algunos o todos los derechos morales de autor de esta. **SI AL ENVÍO DE LA OBRA SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA U ORGANIZACIÓN QUE NO SEA UNIVERSIDAD U LATINA, S.R.L., EL AUTOR DECLARA QUE HA CUMPLIDO CUALQUIER DERECHO DE REVISIÓN U OTRAS OBLIGACIONES REQUERIDAS POR DICHO CONTRATO O ACUERDO.** La presente autorización se extiende el día 15 de junio de 2023 a las 11am

Firma del estudiante(s):





CARTA SEGMENTADA DEL TRIBUNAL EXAMINADOR (TUTOR)



CARTA SEGMENTADA DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Estimados señores:

En mi calidad de tutor, como miembro del Tribunal Examinador, confirmo la aprobación del siguiente Trabajo Final de Graduación para optar por la Maestría en Administración de Empresas énfasis en Gerencia Industrial.

- Título: Diseño de una propuesta para la implementación de logística verde en empresas de transporte terrestre de contenedores durante el primer semestre del 2023
- Modalidad: Proyecto Final de Graduación
- Autor(es): Harold Claros Baldares
- Fecha de aprobación: 3 de julio del 2023

LUIS ESTEBAN VARGAS JIMENEZ (FIRMA)
Firmado digitalmente por
LUIS ESTEBAN VARGAS JIMENEZ (FIRMA)
Fecha: 2023.07.03 10:49:01 -06'00'

MSc. Luis Esteban Vargas Jiménez



CARTA SEGMENTADA DEL TRIBUNAL EXAMINADOR (LECTOR)



CARTA SEGMENTADA DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Estimados señores:

En mi calidad de lector, como miembro del Tribunal Examinador, confirmo la aprobación del siguiente Trabajo Final de Graduación para optar por la Maestría en Administración de Empresas énfasis en Gerencia Industrial.

- Título: Diseño de una propuesta para la implementación de logística verde en empresas de transporte terrestre de contenedores durante el primer semestre del 2023
- Modalidad: Proyecto Final de Graduación
- Autor(es): Harold Claros Baldares
- Fecha de aprobación: 4/07/2023

Jean Paul
San Lee
Lizano

Firmado digitalmente
por Jean Paul San Lee
Lizano
Fecha: 2023.07.04
11:20:51 -06'00'

Ing. Jean Paul San Lee Lizano; MBA

CARTA DE APROBACIÓN POR PARTE DEL FILÓLOGO

Carta de Aprobación por parte del Filólogo

Heredia, 3 de julio de 2023

Señores
Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación
SD

Estimados señores:

Leí y corregí el Trabajo Final de Graduación denominado: "Diseño de una propuesta para la implementación de logística verde en empresas de transporte terrestre de contenedores durante el primer semestre del 2023", elaborado por el estudiante Harold Claros Baldares, para optar por el grado académico de Máster en Administración de Empresas.

Corregí el trabajo en aspectos tales como: construcción de párrafos, vicios del lenguaje que se trasladan a lo escrito, ortografía, puntuación y otros relacionados con el campo filológico, y desde ese punto de vista considero que está listo para ser presentado como Trabajo Final de Graduación, por cuanto cumple con los requisitos establecidos por la Universidad.

Cordialmente,

GINETTE
FONSECA
VARGAS (FIRMA)

Firmado digitalmente
por GINETTE FONSECA
VARGAS (FIRMA)
Fecha: 2023.07.03
09:14:43 -06'00'

Lcda. Ginette Fonseca Vargas
Carné: 10993

Declaración Jurada

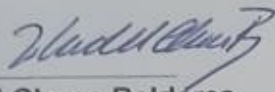
DECLARACIÓN JURADA

Yo, **Harold Claros Baldares** estudiante de la Universidad Latina de Costa Rica, declaro bajo la fe de juramento y consciente de las responsabilidades penales de este acto, que soy Autor Intelectual del Proyecto de Graduación titulado:

Diseño de una propuesta para la implementación de logística verde en empresas de transporte terrestre de contenedores durante el primer semestre del 2023

Por lo que libero a la Universidad de cualquier responsabilidad en caso de que mi declaración sea falsa.

Firmo en Heredia, quince de junio del dos mil veintitrés



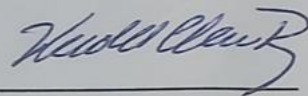
Harold Claros Baldares

Manifestación exoneración de responsabilidad

MANIFESTACIÓN EXONERACIÓN DE RESPONSABILIDAD

El suscrito **Harold Claros Baldares** con cédula de identidad número **110230212**, exonero de toda responsabilidad a la Universidad Latina, campus Heredia; así como al Tutor y Lector que han revisado el presente trabajo final de graduación, para optar por el título de **Maestría en Administración de Negocios énfasis en Gerencia Industrial** de la Universidad Latina, campus Heredia; por las manifestaciones y/o apreciaciones personales incluidas en el mismo. Asimismo, autorizo a la Universidad Latina, campus Heredia, a disponer de dicho trabajo para uso y fines de carácter académico, publicitando el mismo en el sitio web; así como en el CRAI.

Heredia, quince de junio del dos mil veintitrés



Harold Claros Baldares

Resumen Ejecutivo

El calentamiento global se considera actualmente el problema ambiental más grave al que se enfrenta el ser humano, siendo el transporte de carga terrestre el máximo responsable de las emisiones totales de gases de efecto invernadero. Por lo tanto, las empresas deben actualizar su modelo de negocio, y la logística verde responde a la necesidad de que las empresas sean conscientes de que sus actividades tienen repercusiones sociales y ambientales. Implementar logística verde en el transporte genera un conjunto de actividades estratégicas y operativas que da como resultado una ventaja competitiva y posiciona a las empresas como líderes.

Se describe en el marco teórico la logística, sus funciones, el ciclo logístico de distribución y el impacto de las nuevas tecnologías. Se enfatiza en el transporte terrestre, donde se estudia la relación transporte intermodal, tipos de contenedores y se estudia las ventajas y desventajas del transporte terrestre. Se define la logística verde, se describe la cuarta revolución industrial y el impacto de las nuevas tecnologías, además de los tipos de combustibles alternativos para el transporte terrestre y su impacto en la logística de transporte. Se describen las herramientas para análisis de causa raíz, el uso del diagrama de Pareto y Gantt, Cuadro de Mando Integral y KPI.

En la metodología se describen las distintas clasificaciones de los métodos de investigación, esta tesis es científica, cualitativa y documental.

En el diagnóstico se hace un análisis de causa raíz sobre la dificultad de implementar la logística verde en el transporte, donde se analiza educación, combustibles alternativos, implementación de la tecnología y ambiente social. Se concluye que la causa principal es el desconocimiento de cómo transformar los beneficios en retornos de inversión efectivos, sumado a la falta de educación en la logística verde, los costos para sustituir la flota vehicular y la implementación de tecnología.

Se elaboran dos propuestas para las empresas: de estrategia y de implementación de tecnología. Finalmente, se presenta un plan de implementación basado en los beneficios de la logística verde en transporte.

Tabla de Contenido

Licencia de distribución no exclusiva	ii
CARTA SEGMENTADA DEL TRIBUNAL EXAMINADOR (TUTOR)	iv
CARTA SEGMENTADA DEL TRIBUNAL EXAMINADOR (LECTOR)	v
CARTA DE APROBACIÓN POR PARTE DEL FILÓLOGO	vi
Declaración Jurada	vii
Manifestación exoneración de responsabilidad	viii
Resumen Ejecutivo	ix
Índice de gráficos.....	xiv
Índice de Tablas	xv
Índice de Imágenes.....	xvi
CAPÍTULO I: PROBLEMA Y PROPÓSITO.....	1
1.1 Estado actual de la investigación.....	2
1.2 Planteamiento del problema	4
1.3 Justificación	7
1.4 Planteamiento del problema	9
1.5 Objetivo General y Específicos	10
CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	11
2.1 Logística.....	12
2.1.1 Las funciones de la logística.....	12
2.1.2 Ciclo logístico de distribución	14
2.1.3 Tipos de externalización de servicios logísticos.....	15
2.1.4 Logística como estrategia y ventaja competitiva.....	15
2.1.5 Impacto de las nuevas tecnologías	16
2.2 La gestión de transporte terrestre.....	17
2.2.1 Función transporte.....	17
2.2.2 Costos logísticos terrestres.....	18
2.2.3 Relación entre el transporte intermodal y los contenedores	19
2.3.4 Tipos de contenedores	20
2.3.5 Clasificación de transporte terrestre por cargas de camión LTL/TL	21

2.3.6 Ventajas y desventajas del transporte terrestre	22
2.3.7 Indicadores de desempeño (KPI) en logística de transporte	22
2.3.8 Impacto del transporte en el medio ambiente	24
2.4 Logística verde: Definición	25
2.5 La Cuarta Revolución Industrial	27
2.5.1 Tipos de software en logística.....	29
2.5.2 Machine Learning	29
2.5.3 Internet de las Cosas (IOT).....	30
2.5.4 Big data.....	30
2.6 Combustibles alternativos para el transporte: electricidad, híbrido, hidrógeno	31
2.7 Metodología PDCA Plan Do Check Act	33
2.8 Herramientas de causa raíz	33
2.8.1 Diagrama de Ishikawa	33
2.8.2 Técnica 5 Porqué (5 Why)	34
2.8.3 Lluvia de Idea (Brainstorming)	34
2.8.4 Gráficos Circular y de Barras	34
2.8.5 Diagrama de Pareto	35
2.9 Gestión de Proyectos: Diagrama de Gantt.....	36
2.11 Cuadro de Mando Integral (Balance Scorecard)	37
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	39
3.1 Clasificación de acuerdo con el método y el criterio	40
3.1.1 Método de investigación: Científica	40
3.1.2 Criterio por investigación: Cualitativa.....	40
3.1.3 Criterio por su alcance: Investigación descriptiva	41
3.1.4 Criterio por su finalidad: Investigación aplicada.....	41

3.1.5 Criterio por la fuente de datos: Documental.....	41
3.2 Tipo de diseño de investigación cualitativo	42
3.2.1 Investigación-Acción	42
3.2.3 Etnográfico.....	42
3.2.4 Investigación documental	43
3.3 Tipo de datos, instrumentos y técnicas para recolectar datos en la investigación cualitativa	43
3.3.2 Procedimiento	44
3.3.1 Descripción operacional de las variables.....	46
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS (DIAGNÓSTICO)	47
4.1 Analizar las estrategias actuales de logística verde utilizadas por empresas de transporte de contenedores	48
4.1.1 Beneficios de la logística verde	49
4.1.2 Encuesta EY: Beneficios esperados en el corto, mediano y largo plazo	50
4.1.3 Líderes de la Industria UPS, DHL, FedEx.....	51
4.1.4 Situación actual en Costa Rica	53
4.3 Análisis de causas raíz que generan los problemas en la implementación de la logística verde en empresas de transporte de contenedores.....	56
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62
5.1 Conclusiones.....	63
5.2 Recomendaciones.....	64
CAPÍTULO VI: PROPUESTA	66
6.1 Propuesta de estrategia empresarial: Cuadro de mando integral	67
6.2 Propuesta de soluciones tecnológicas de automatización de procesos logísticos y movilidad en transporte: Tabla de beneficios	69

6.3 Ejemplos de caso de éxito de implementación de soluciones tecnológicas de automatización de procesos logísticos y movilidad en transporte en Costa Rica.....	71
6.3.1 Caso 1: optimización de uso de combustible para empresa de cadena de supermercados	71
6.3.2 Caso 2: Mejorar el control sobre la temperatura del producto transportado.....	72
6.4 Propuesta de plan de implementación de la logística verde en empresas de transporte de contenedores: Diagrama de Gantt.....	73
Bibliografía	77

Índice de gráficos

Gráfica 1 Emisiones de CO2 por Sector Empresarial	24
Gráfica 2 Emisiones de CO2 por Tipo de Transporte.....	25
Gráfica 3 Motivadores principales para aplicar la logística verde según ejecutivos en el tiempo.....	51
Gráfica 4 Diagrama de Pareto: Causas raíz basado en la investigación documental y ponderación de criterio experto	61

Índice de Tablas

Tabla 1 Ventajas y desventajas del transporte terrestre	22
Tabla 2 Beneficios de la logística verde	49
Tabla 3 Resultado esperado de la implementación de la logística verde	50
Tabla 4 Tabla de análisis de prioridades para elaboración de Diagrama de Pareto	60
Tabla 5 Soluciones y beneficios de las tecnologías digitales aplicadas en la logística verde de transporte	70
Tabla 6 Plan de implementación de la logística verde en empresas de transporte de contenedores aporte	74

Índice de Imágenes

Figura 1 Funciones Logística.	14
Figura 2 Tipos de Operadores Logísticos.....	15
Figura 3 Costos de una empresa de transporte Fuente: Rodríguez, 2022.....	18
Figura 4 Tipos de Contenedores.	20
Figura 5 Ejemplo de Indicadores de Desempeño en Transporte	23
Figura 6 Evolución de las Industrias a lo largo del tiempo.....	28
Figura 7 Pilares Tecnológicos de la Industria 4.0.....	28
Figura 8 Ejemplo de Diagrama de Ishikawa o Causa/Efecto.....	34
<i>Figura 9 Ejemplo de gráfico de barras y circular</i>	<i>35</i>
<i>Figura 10 Ejemplo de Diagrama de Pareto</i>	<i>36</i>
Figura 11 Ejemplo de Diagrama de Gantt	36
Figura 12 Ejemplo de Cuadro de Mando Integral.....	37
Figura 13 Perspectivas del Cuadro de Mando Integral	38
Figura 14 Diagrama de Ishikawa.....	59
Figura 15 Cuadro de Mando Integral para el plan de implementación de la estrategia empresarial la logística verde en empresas de transporte de contenedores.....	68
Figura 16 Diagrama de Gantt para la Implementación de la propuesta de solución	76

CAPÍTULO I: PROBLEMA Y PROPÓSITO

1.1 Estado actual de la investigación

La logística verde responde a la necesidad de que las empresas sean conscientes de que sus actividades tienen repercusiones sociales y ambientales, no están aisladas.

El cambio climático es una realidad global y como las actividades del ser humano impactan el ambiente es considerado una prioridad por organismos internacionales. Para este tema se usará de referencia las páginas web de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y Environmental Protection Agency (EPA) de gobierno de Estados Unidos.

La ONU anualmente examina cómo el transporte afecta el crecimiento económico y el desarrollo sostenible, en una conferencia su secretario general (2021) mencionó:

El transporte, que representa más de una cuarta parte de los gases de efecto invernadero a nivel mundial, es clave para ir por el buen camino. Debemos descarbonizar todos los medios de transporte para llegar a cero emisiones netas en 2050 en todo el mundo, El cambio hacia un transporte sostenible podría suponer un ahorro de 70 billones de dólares para 2050.

Para desarrollar la realidad actual en Costa Rica del impacto que tiene la logística de transporte en el comercio y por ende en el desarrollo económico, el documento de referencia es un artículo de la Universidad de Costa Rica llamado: Logística y Globalización: Oportunidades para el desarrollo económico de Costa Rica (Romero, Jiménez Retana, & Lezcano, 2021), donde se plantea:

La congestión en la Gran Área Metropolitana (GAM) se vuelve cada día más insostenible (Universidad de Costa Rica Programa: Sociedad de la Información y el Conocimiento, 2017). Esta situación presenta un reto importante para el comercio, específicamente para la distribución urbana de mercadería, también conocida como logística de la última milla... una situación problemática es que las empresas consideran esta distribución como un costo fijo, por lo cual no es sensible a ser optimizada, además de

que no siempre se considera como parte de los procesos logísticos, lo cual al final incrementa el costo asociado a esta operación.

En cuanto al estadio de la situación actual en Latinoamérica y su relación con la capacitación en las empresas logísticas, como fuente de información se tiene el artículo de la universidad de San Buenaventura de Medellín denominado “Logística Verde: universo de oportunidades empresariales y desafíos educativos, que busca brindar un respiro al planeta” (Acosta & Muñoz, 2017), donde se indica:

Como resultado de esta revisión, Se evidenció que no sólo en Colombia, sino también en Latinoamérica, la oferta de estudios en temáticas medioambientales y prácticas de producción limpias es escaso, trayendo como resultado la baja competitividad de los países de la región respecto a naciones líderes en materia de producción, almacenamiento, transporte y manejo de recursos y residuos, lo que revela un atraso generalizado.

Para conceptos de logística verde se usan libros, artículos académicos y tesis. Un ejemplo de libro sería el de la comunidad europea titulado “Logística Verde: Aspectos teóricos y prácticos de la Logística Verde” (Dizdar, et al., 2019), el cual consigna: “La logística verde puede definirse como una convergencia entre los términos “verde” (eficiencia ambiental, reciclado, cumplimiento) y “logística” (eficiencia distribuida, ahorro de tiempo, dinero y energía)”.

Como artículos académicos universitarios: “Logística Verde: Conceptos y características”, de la Universidad Tecnológica de Mérida y en cuanto a tesis relevantes de interés: “La Logística Verde y el impacto de las nuevas tecnologías en el ámbito de transporte de las mercancías en ello” de la Universitat de Barcelona (Ghavami, 2019), donde se indica:

En el ámbito de logística, cada vez es más habitual que encontremos demandas por parte de los clientes que exigen productos o servicios de buena calidad y con fecha de entrega cada vez más corta, lo que nos hace pedir apoyo a las nuevas tecnologías y, sobre todo, a la posibilidad de adoptar nuevos sistemas, herramientas y dispositivos que faciliten el transporte de mercancías, optimicen la relación costes-beneficios para las

compañías y por consecuencia así se incrementa el nivel de satisfacción de los clientes.”

Una importante fuente de información es la empresa consultora EY, la cual realizó un estudio que incluyó una encuesta sobre los enfoques de la cadena de suministro sostenible en 525 grandes corporaciones en Argentina, Brasil, Canadá, México y Estados Unidos. Entre algunos de los sectores encuestados estuvieron el comercio minorista, manufactura y transporte (Alves & Steinberg, 2022), se plantea:

La investigación muestra que, si bien muchos ejecutivos tienen objetivos de sostenibilidad a largo plazo para sus cadenas de suministro, pocos tienen la visibilidad, la tecnología y los programas integrales para medir su progreso. Los desafíos a sus iniciativas incluyen costos iniciales y la falta de un caso de negocio claro para respaldar los gastos.

Del sector empresarial, DHL, UPS y FedEx son los líderes globales en logística y existen bastantes coincidencias entre ellos en cuanto a su visión de integrar tecnología, invertir en profesional experto en el área y mejorar el tipo de combustible en sus vehículos y están comprometidos con implementar soluciones logísticas verdes a sus clientes como una ventaja competitiva y, por ende, estratégica.

Finalmente, otras fuentes de conocimiento son de empresas locales en transporte, firmas consultoras y empresas globales en logística que explican conceptos, elementos y beneficios de la logística verde en el transporte de contenedores en sus procesos.

1.2 Planteamiento del problema

Las empresas deben responder a las demandas de un mundo interconectado y tecnológico al servicio de un cliente que compra 24/7, en constante cambio, con interrupciones en sus cadenas de almacenamiento y enfocarse constantemente a cambios significativos en el comportamiento del consumidor.

El calentamiento global se considera actualmente el problema ambiental más grave al que se enfrenta el ser humano. El transporte de carga es el máximo responsable de las emisiones totales de gases de efecto invernadero originadas

por actividades logísticas, debido a las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y otros gases de efecto invernadero (GEI) de los automóviles, los aviones y las embarcaciones. Carrillo (2017) plantea:

La logística es responsable de una variedad de impactos negativos, incluida la contaminación atmosférica por gases de efecto invernadero, el ruido, los accidentes, las vibraciones, etc. La logística tiene un papel clave que desempeñar en la reducción de las emisiones gases de efecto invernadero, al contrarrestar la dependencia de nuestra economía de las fuentes de energía no renovables.

El 28% de las emisiones de gases de efecto invernadero son producto del transporte (EPA US Environmental Protection Agency, 2021). Si se desglosa el transporte, se identifica que el transporte de contenedores de tamaño mediano y grande representan el 23% de las emisiones (Tiseo, 2023). La agencia EPA (EPA US Environmental Protection Agency, 2021) señala:

El sector del transporte incluye el movimiento de personas y mercancías en automóviles, camiones, trenes, barcos, aviones y otros vehículos. La mayoría de las emisiones de gases de efecto invernadero del transporte son emisiones de dióxido de carbono (CO₂) resultantes de la combustión de productos derivados del petróleo, como la gasolina y el combustible diésel, en motores de combustión interna. Las mayores fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con el transporte incluyen automóviles de pasajeros, camiones medianos y pesados y camiones livianos, incluidos vehículos utilitarios deportivos, camionetas y minivanés.

Los camiones medianos y pesados son los segundos mayores contaminadores, representando casi una cuarta parte de las emisiones del transporte. Aunque esto fue la mitad de las emisiones de los automóviles de pasajeros, hay considerablemente menos camiones en la carretera, lo que demuestra cuán contaminante es el transporte mundial de mercancías por carretera.

El cambio climático es real y podría afectar a nuestra región y con ello la administración de las cadenas de abastecimiento, la CEPAL (2022) indica:

El cambio climático podría empeorar significativamente las perspectivas económicas a largo plazo y exacerbar las desigualdades en América Latina y el Caribe (ALC). Es urgente avanzar hacia una agenda verde ambiciosa e integral para abordar sus consecuencias y mejorar el bienestar de todos. Una transición verde efectiva en ALC podría generar potencialmente un 10,5 % más de nuevos empleos hacia 2030.... 13 de los 50 países más afectados por el cambio climático se encuentran en ALC.

Las empresas deben actualizar su modelo de negocio y revisar sus procesos en búsqueda de mejoras significativas que le den una ventaja competitiva considerando el impacto ambiental que generan sus operaciones.

La logística tradicional tiene un enfoque que considera que la empresa está aislada de la sociedad y que sus actividades no tienen impacto en el ámbito social, y ecológico, están orientadas a logros económicos. Mecalux Esmena (2019) señala: “El planteamiento tradicional de la logística suele dejar al margen de la toma de decisiones su grado de sostenibilidad medioambiental. En cambio, el objetivo de la logística verde es encontrar el equilibrio económico y el ecológico”.

Por ello la logística verde ha adquirido especial importancia y es necesario estar informado sobre esta nueva tendencia. Orozco (2021) manifiesta:

La logística verde es un conjunto de iniciativas enfocadas en reducir el impacto de las actividades de la empresa en el medio ambiente. Actualmente, es fundamental ser una empresa socialmente responsable para mantener una buena imagen ante los proveedores, socios, empleados y clientes.

En la cadena de abastecimiento, el transporte en la logística es de importancia elevada, y se está produciendo una transformación acelerada en la industria del transporte logístico y con soluciones inteligentes y alternativas sostenibles con el ambiente. Las empresas necesitan seguir siendo competitivas y financieramente rentables, se ven obligadas a agregar nueva tecnología avanzada para mejorar sus centros de distribución, almacenes, envíos y gestión del transporte con conciencia ambiental en toda la cadena de almacenamiento.

Faena, Liat (2021) plantea:

En los últimos años, y en parte por la pandemia, el comercio electrónico junto con el sector logístico se ha incrementado, así también como su responsabilidad social y obligación por replantarse sus procesos de transporte y almacenaje para que estos sean más sustentables.

Enfocando este análisis a la situación de Costa Rica, Romero, Jiménez Retana, & Lezcano (2021) indican:

De acuerdo con el informe de competitividad de Costa Rica, realizado por el Banco Mundial (2009) el reto principal que enfrentan las compañías exportadoras no radica en el ingreso a esta actividad, sino encontrar con la capacidad para mantenerse en el mercado exportador; en este sentido se hace énfasis en la productividad e innovación para mejorar la capacidad de las compañías para sobrevivir las actividades de exportación, así como en la importancia de la reducción de costos del transporte internacional y costos logísticos para ayudar en el crecimiento futuro de las exportaciones.

El complejo, cambiante e impredecible ambiente empresarial y macroeconómico donde se desempeñan las empresas, se suma a la poca capacitación en el tema, generando como resultado un mayor desafío para la implementación de mejoras en logística verde para el transporte de contenedores.

1.3 Justificación

Justificación Práctica

La justificación práctica se debe a la importancia del estudio. Se evidencia que no hay suficiente información y capacitación sobre la logística verde en Latinoamérica ni en Costa Rica sobre el transporte de contenedores. Sumado a lo anterior, no hay programas de implementación de logística verde en el transporte de contenedores.

Las empresas revisan sus procesos en búsqueda de mejoras significativas que le den una ventaja competitiva considerando el impacto ambiental que generan sus operaciones. Transeop (2023) plantea: “La logística verde trata de modificar las estrategias y procesos de la cadena logística para respetar el medio ambiente.

Persigue relacionar y unir la rentabilidad económica de la empresa con la eficiencia ecológica

La logística verde es la nueva tendencia de cómo hacer negocios por parte de las empresas en los siguientes años. Gazca-Santos, Pereyra, & Flores (2020) señalan:

La logística verde está basada en mejorar de manera eficiente el uso de materiales logísticos, con la finalidad de desarrollar modelos económicos que tomen en cuenta el medio ambiente, por lo cual la materia prima, el almacenamiento, procesos y transporte deben estar enfocados al cuidado de los recursos naturales

Es fundamental la capacitación de los profesionales en logística, quienes serán los responsables de efectuar un plan de implementación.

Justificación Teórica

Para poder abordar el tema de investigación, se hace necesario recurrir a aprender conceptos de Ingeniería Industrial explicados en el marco teórico, como es la descripción de logística, estrategia empresarial, análisis de causa raíz y gestión de proyectos. Se detallará el proceso de transporte, dando énfasis a los contenedores. Luego se abordará temas de actualidad en el transporte como son las tecnologías de información y combustibles alternativos. Se van a describir las teorías que serán empleados en el diagnóstico para finalmente hacer una propuesta de implementación y estrategia.

Justificación Metodológica

La metodología de investigación hace referencia a la forma en la que el investigador va a realizar el estudio. El trabajo de investigación y de propuesta de solución tiene un enfoque cualitativo, el tipo de investigación será explicativo y propositiva.

La investigación de esta tesis tiene objetivos específicos de investigación y propositivos. Esta sustentando en información teórica y de la cual generará una aplicación en forma de propuesta de implementación. Se recolecta una gran información de distintas fuentes como libros, tesis, artículos empresariales y

académicos que son interpretados de una forma subjetiva pero lógica y fundamentada para comprender mejor el tema por investigar.

1.4 Planteamiento del problema

Este trabajo tiene dos tipos de problemas por resolver. El primero es de tipo de investigación, donde se usa información teórica de diversas fuentes bibliográficas. El segundo es propositivo, donde con base en el conocimiento e información aprendida se proponen alternativas de solución.

Problema Investigativo

Para solucionar este problema se plantea la investigación documental de diversas fuentes en el ámbito local e internacional. Se tienen dos objetivos específicos. El primero analiza las estrategias actuales de la logística verde. El segundo identifica las causas que generan problemas en la implementación de la logística verde.

Preguntas de investigación:

¿Cuáles son las estrategias actuales de la logística verde en las empresas de transporte de contenedores en el primer semestre del 2023?

¿Cuáles son los problemas en la implementación de la logística verde en empresas de transporte de contenedores?

Problema Propositivo

Con base en el conocimiento adquirido se plantea formular una estrategia de solución basada en lo expuesto para el objetivo general.

¿Cuál es la propuesta de mejora para la implementación de la estrategia de logística verde en las empresas de transporte de contenedores?

Para ello se tendrán tres objetivos específicos. El primero resolverá como plantear una estrategia para implementar la logística verde. El segundo es una estrategia de soluciones tecnológicas. El tercero es un plan de implementación a través de un Gantt.

Preguntas de Propositivo:

¿Cuál es la propuesta de una estrategia empresarial para implementar la logística verde en empresas de transporte de contenedores?

¿Cuál es la propuesta de soluciones tecnológicas de automatización de procesos logísticos y movilidad en transporte?

¿Cuál es el diseño de un plan de implementación de la logística verde en empresas de transporte de contenedores?

1.5 Objetivo General y Específicos

Objetivo General

Diseñar una propuesta de mejora para la implementación de logística verde en empresas de transporte de contenedores.

Objetivos Específicos

Objetivos de Investigación

- 1) Analizar las estrategias actuales de logística verde utilizadas por empresas de transporte de contenedores.
- 2) Identificar las causas que generan los problemas en la implementación de la logística verde en empresas de transporte de contenedores.

Objetivos de Propuesta

- 1) Proponer una estrategia empresarial para implementar la logística verde en empresas de transporte de contenedores.
- 2) Proponer soluciones tecnológicas de automatización de procesos logísticos y movilidad en transporte.
- 3) Diseñar de un plan de implementación de la logística verde en empresas de transporte de contenedores.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Logística

La función principal de la Logística es controlar eficazmente los materiales y productos, con la intención de satisfacer las necesidades de los clientes con el menor costo. Los autores García, Aymerich, & Sisteró (2018) definen la logística como:

La logística consistiría en la planificación, la organización y el control del flujo de productos e información entre proveedor, empresa y cliente, es decir, todas las actividades relacionadas con el transporte y el almacenamiento, con el fin de ejecutarlas de la manera más eficaz, eficiente y económica posible en la aspiración de alcanzar la calidad total.

Logística interna: Comprende todos los procesos que tienen lugar dentro de la propia empresa: actividades de suministro (recepción de mercancías), fabricación (empresas industriales), almacenamiento.

Logística externa: Interviene en la coordinación de las actividades de la empresa con los proveedores, las empresas de transporte y los distribuidores para lograr que la mercancía esté en el punto exacto en el tiempo establecido

Dizdar et al. (2019) plantean:

La logística es una rama de la ingeniería que se encarga de dos tareas básicas: es responsable de la gestión de materiales, así como del flujo y suministro de materias primas y componentes en procesos de fabricación o fabricación de mercancías o servicios, y también es responsable de la gestión de distribución que consiste en el empaquetado, control de inventario de productos terminados y materias primas, a través de todos los procesos de manejo, almacenamiento y transporte de materiales hasta la entrega del producto terminado al cliente

2.1.1 Las funciones de la logística

Permiten comprender las actividades en la cadena de abastecimiento en las empresas, tanto desde el punto de vista estratégico como operativo, García, Aymerich, & Sisteró (2018) expresan: “La logística constituirá una parte muy importante de la cadena de suministro encargada de planificar,

controlar y organizar los flujos directos e inversos, incluyendo la gestión del almacén y del transporte de entrada y salida.

El movimiento de distintos elementos entre las partes que intervienen en los ciclos logísticos puede ser, de acuerdo con García, Aymerich, & Sisteró (2018):

Flujo interno. Abarca la gestión de los materiales o de las mercaderías desde su recepción, ya sea para su distribución directa (empresas comerciales), ya sea para su transformación en el ciclo de fabricación (empresas industriales) y su posterior distribución. La mercancía será manipulada y almacenada de acuerdo con su clase y en función de las instalaciones y de la maquinaria disponibles en el almacén.

Flujo externo. Comprende el aprovisionamiento de materias primas y la distribución de los productos terminados, en el caso de las empresas industriales. Para las empresas comerciales, el producto adquirido y el producto listo para distribuir son el mismo, puesto que no hay proceso de transformación o fabricación. La gestión del flujo externo requiere de una organización óptima del transporte de los productos con el fin de reducir los plazos de entrega y los costes

Existen cinco funciones básicas relacionadas con el buen desempeño de un plan logístico (García, Aymerich, & Sisteró, 2018):

1. La gestión del tráfico y transportes
2. La gestión del inventario
3. Planeación estratégica de las instalaciones de distribución
4. La gestión del almacenamiento y manipulación del inventario
5. La gestión de las comunicaciones

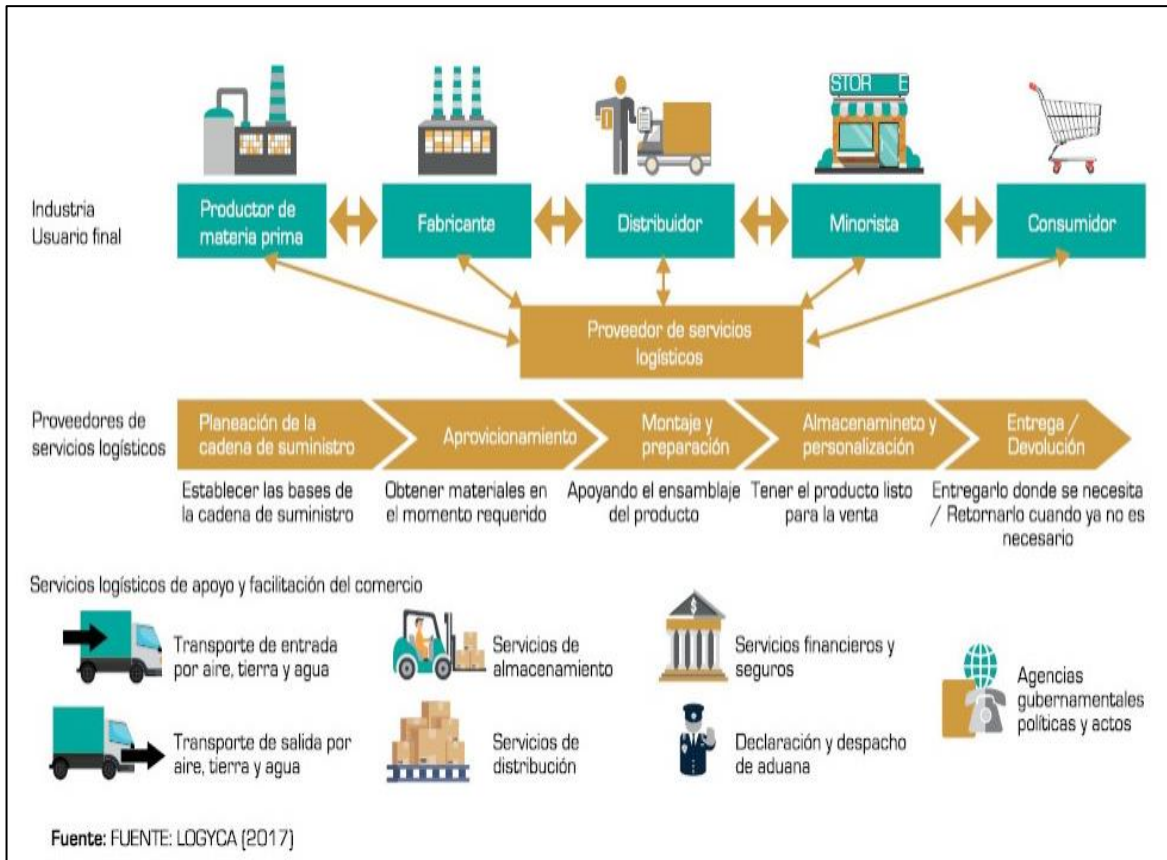


Figura 1 Funciones Logística.

Fuente: Empresa y Desarrollo CAINCO, 2019.

2.1.2 Ciclo logístico de distribución

Comprende el traslado del producto desde la fábrica hasta los puntos de venta, ya sean distribuidores, almacenes o comercios minoristas, García, Aymerich, & Sisteró (2018) plantean:

Distribución primaria: Desde la fábrica a los mayoristas o centros de distribución. El transporte se realizará en camiones con capacidad para albergar grandes volúmenes de mercancía en trayectos directos.

Distribución secundaria: La mercancía será distribuida en menores cantidades a diferentes puntos de venta a partir de la configuración de una ruta estratégica.

2.1.3 Tipos de externalización de servicios logísticos

La externalización de la función logística permite brindar flexibilidad a las empresas pues brinda alternativas en la administración de la gestión logística. Esto conlleva a la optimización de procesos y control de costos pues los procesos son administrados por expertos o especialistas.



Figura 2 Tipos de Operadores Logísticos

Fuente: Perú Retail, 2019.

2.1.4 Logística como estrategia y ventaja competitiva

La logística se ha visto influenciada por la globalización, el comercio internacional, las nuevas tecnologías, su compromiso con el cliente, lo que conlleva a un ambiente más competitivo y dinámico en constante cambio en búsqueda de procesos más eficientes.

Considerando este entorno, la estrategia y la ventaja competitiva son relevantes en la logística de transporte, García, Aymerich, & Sisteró (2018) plantean:

El proceso logístico será para la empresa tanto más rentable cuanto más eficaz y eficiente sea. Esta efectividad se puede traducir en una reducción máxima de los costes y de los plazos de entrega, lo que supone una

ventaja competitiva para la empresa y un aumento de la satisfacción de los clientes al ver mejorado el servicio.

Por su parte, Dizdar et al. (2019) indican: “Toda empresa, fábrica o servicio, debe gestionar de manera efectiva las actividades de movimiento y almacenamiento para apoyar la producción y proporcionar niveles adecuados de servicio al cliente”

La logística es muy importante desde el punto de vista estratégico y operativo, si hay una correcta gestión el proceso logístico puede generar ventajas competitivas, que garantizarán alcanzar niveles de rentabilidad sostenidos, García, Aymerich, & Sisteró (2018) mencionan: “Para alcanzar los objetivos, es necesario tomar decisiones estratégicas (fijar metas a medio y largo plazo) y tácticas (tareas cuyo desempeño en el corto plazo nos acercará a la consecución de los objetivos)”

Las empresas constantemente buscan ser líderes en su área de trabajo, donde se dan cuenta de que el cliente valora otros aspectos adicionales al precio de un producto o servicio. Orjuela, Diego, & Fernando (2019) expresan:

Según Michael Porter: El punto de partida para este análisis está enmarcado en la nueva teoría del comercio, según la cual el precio no es el único determinante de ventaja entre un agente económico y otro. Existen diferenciales que se deben tener en cuenta a la hora de medir la ventaja, por ejemplo, la calidad, diversificación, factores de competencia imperfecta (monopolios, carteles, etc.), entre otros. La combinación de estos determinantes será tan fundamental que pueden afectar las relaciones al momento de comerciar internacionalmente

Para poder competir adecuadamente, debe haber una adecuada gestión de las funciones de logística, buscando el mejoramiento continuo.

2.1.5 Impacto de las nuevas tecnologías

La introducción de la nueva tecnología y el enorme aumento del comercio electrónico son algunas de las razones que explican por qué el sector logístico ha cobrado una relevancia mayor en el rendimiento de las empresas. Las empresas están adoptando tecnología como herramienta para ser competitivas, Mujica (2023) plantean: “En el área logística, la importancia de la tecnología de la

información es una de las responsables a la hora de optimizar procesos, reducir tiempos de respuesta a socios y clientes y reducir gastos

La digitalización y la tecnología son, posiblemente, los elementos de más disrupción en la logística, tanto en modelos *Business to Business* (B2B) como *Business to Customer* (B2C). Esto se ve fomentado por el intercambio de información entre diferentes fuentes y empresas, lo cual conlleva a un volumen de información enorme que debe ser analizada, con el objetivo de satisfacer los requerimientos de los clientes. Romero, Jiménez Retana, & Lezcano (2021) señalan:

Las tendencias internacionales en la logística responden a fuerzas disruptivas. También, se les conoce como cambios o retos que el sector comercial debe afrontar. Algunos de estos según (PwC, 2016) son nuevas tecnologías, nuevos participantes en el mercado, la evolución de las expectativas del cliente y nuevos modelos de negocio. Por lo tanto, es importante analizar la utilidad de la logística en los procesos comerciales de Costa Rica en los últimos diez años

2.2 La gestión de transporte terrestre

La logística de distribución es la responsable de la selección del transporte. De acuerdo con Dizdar et al. (2019):

Logística de distribución: se encarga de transportar los productos finales a su destino. Este destino pueden ser los puntos de venta (propiedad de la propia empresa), otras empresas o el consumidor final. El tipo y tamaño del embalaje, Los vehículos en los que se transporta y las áreas donde se distribuye.

2.2.1 Función transporte

Gómez (2014) plantea que la función transporte: “Es el conjunto de actividades que nos permiten el traslado de las materiales y productos terminados de los proveedores a la empresa, y de ellas a los clientes, de forma que lleguen a su destino en las condiciones pactadas”

De acuerdo con Murphy & Knemeyer (2015), “el modo de transporte depende de los atributos de: Costo, Rapidez, Confiabilidad, Disponibilidad, Capacidad y Flexibilidad.

2.2.2 Costos logísticos terrestres

El costo del servicio de transporte operado por un transportista es la suma de todos los costes asociados con la operación de terminales y vehículos. Romero, Jiménez Retana, & Lezcano (2021) plantean:

De acuerdo con el vicepresidente del Banco Mundial para América Latina y el Caribe, Hasan Tuluy (2013), en América Central los costos de logística representan el 40% del valor del producto final. Esta cifra es excesivamente alta en la comparación internacional. En Chile, por ejemplo, es apenas de 18% y el promedio de los países de la OCDE es 8%

Según Dizdar et al. (2019), “El transporte de carga a menudo representa hasta dos tercios del coste logístico total y tiene un gran impacto en el nivel de servicio al cliente” Los costes de transporte pueden expresarse como costos fijos y variables, A continuación, se presenta la estructura de costos de una empresa de transporte según diversos estudios.

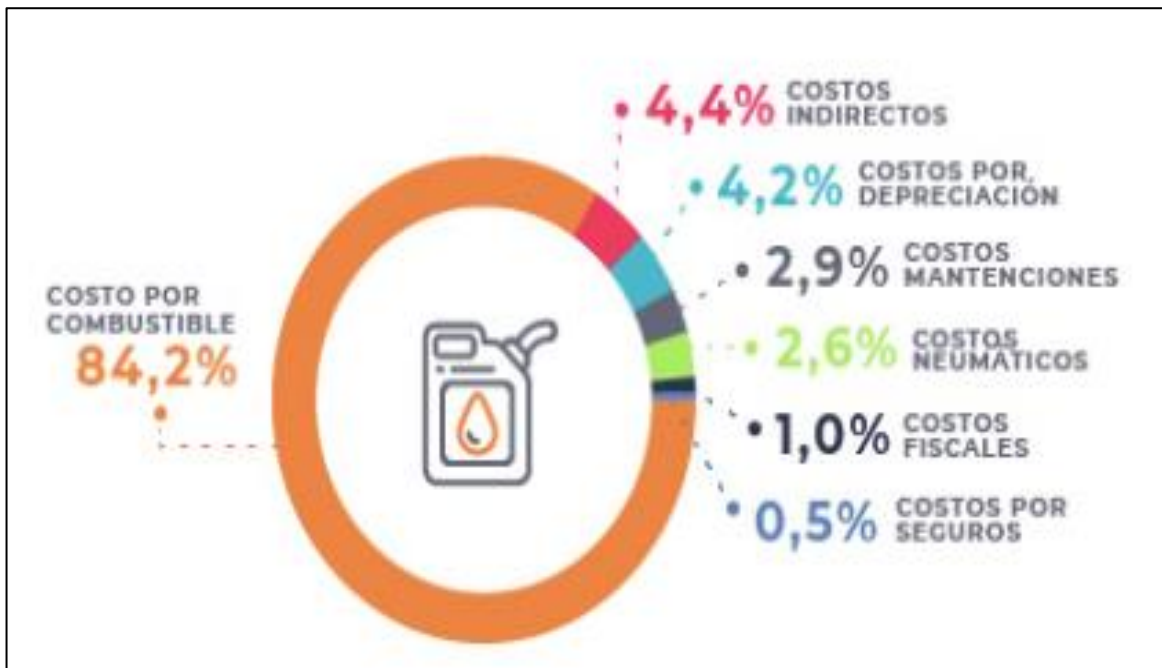


Figura 3 Costos de una empresa de transporte Fuente: Rodríguez, 2022.

2.2.3 Relación entre el transporte intermodal y los contenedores

El contenedor tiene una importancia mayúscula en el transporte terrestre, Murphy & Knemeyer (2015) plantean: “El contenedor no sólo revolucionó el manejo de cargas, también estimuló la cooperación entre los diferentes modos para desarrollar ofertas de transporte más eficaces y eficientes.

El contenedor es esencial en el transporte intermodal, Murphy & Knemeyer (2015) señalan:

El transporte intermodal se refiere al transporte que utiliza un contenedor u otro equipo que puede ser transferido del vehículo de un modo al vehículo de otro modo sin que el contenido se vea perturbado o tenga que volverse a cargar

Un aspecto relevante de los contenedores es que son intercambiables, significa que su manipulación es independiente del medio que está siendo transportado y su producto no se ve impactado. Murphy & Knemeyer (2015) indican: “Dado que el contenedor es intercambiable entre el ferrocarril, los camiones y los transportes fluviales, puede utilizarse en aplicaciones intermodales y proporciona las ventajas que ofrece cada uno de los distintos modos”.

2.3.4 Tipos de contenedores

<p>20' Dry Freight Container</p> <p>Payload: 38,600 lbs. 17,508 kgs. Cubic Capacity: 1,164 cu. ft. 32.96 cbm.</p> <p><u>Interior Specifications</u> Length: 19' 5" Width: 7' 8 3/8" Height: 7' 9 5/8"</p> 	<p>40' High Cube Container</p> <p>Payload: 45,200 lbs. 20,502 kgs. Cubic Capacity: 2,700 cu. ft. 76.46 cbm.</p> <p><u>Interior Specifications</u> Length: 39' 3/8" Width: 7' 8 3/8" Height: 8' 8"</p> 
<p>20' Open Top Container</p> <p>Payload: 38,100 lbs. 17,282 kgs. Cubic Capacity: 1,126 cu. ft. 31.88 cbm.</p> <p><u>Interior Specifications</u> Length: 19' 5" Width: 7' 8 1/8" Height: 7' 9 5/8"</p> 	<p>40' Open Top Container</p> <p>Payload: 45,250 lbs. 20,525 kgs. Cubic Capacity: 2,295 cu. ft. 64.99 cbm.</p> <p><u>Interior Specifications</u> Length: 39' 6 1/8" Width: 7' 8 3/4" Height: 7' 5 7/16"</p> 
<p>20' Collapsible Flat Rack</p> <p>Payload: 39,160 lbs. 17,762 kgs.</p> <p><u>Interior Specifications</u> Length: 19' 6" Width: 7' 5" Height: 6' 9 3/4"</p> 	<p>40' Collapsible Flat Rack</p> <p>Payload: 55,600 lbs. 25,219 kgs.</p> <p><u>Interior Specifications</u> Length: 39' 7" Width: 8' 0" Height: 6' 9 3/4"</p> 
<p>20' Reefer Container</p> <p>Payload: 38,118 lbs. 17,290 kgs. Cubic Capacity: 950 cu. ft. 26.90 cbm.</p> <p><u>Interior Specifications</u> Length: 17' 10" Width: 7' 4 1/16" Height: 7' 3 1/2"</p> 	<p>40' High Cube Reefer Container</p> <p>Payload: 57,120 lbs. 25,909 kgs. Cubic Capacity: 1,942 cu. ft. 54.99 cbm.</p> <p><u>Interior Specifications</u> Length: 38' 0" Width: 7' 6" Height: 8' 4"</p> 

Figura 4 Tipos de Contenedores.

Fuente: Obando, 2015.

De acuerdo con Faena (2020), estos son los más conocidos:

Dry Van o Contenedor Seco: Son la categoría más utilizada en el mercado, con una estructura básica y metálica, cerrados herméticamente, sin ningún tipo de refrigeración o ventilación. Es conveniente para cualquier tipo de carga seca, desde cajas con mercancía hasta maquinas o muebles.

Reefer o contenedores refrigerados: cuentan con un sistema de conservación para mantener un ambiente o temperaturas controladas, recomendados para productos o alimentos que requieren de una temperatura baja. Estos deben estar conectados a una fuente de energía durante el transporte, ya sea en el barco o en las terminales de carga, que les permita mantener los productos a la temperatura adecuada de -18° hasta 30°. Para esto, cuentan con paredes recubiertas de espuma de poliuretano para proporcionar el máximo aislamiento.

Open Side: se caracteriza por tener una única apertura lateral, facilitando el transporte de mercancías cuyas dimensiones en longitud no permiten que se carga o descargue por la puerta del contenedor Side

Los contenedores de plataforma: Son ideales para soportar grandes pesos en áreas pequeñas y cuentan con anillos para amarrar plataformas entre sí, creando una de mayor tamaño que pueda cargar aún más peso y volumen.

Open Top: se distingue a estos contenedores es su techo removible de lona impermeabilizada creando una apertura en la parte superior, permitiendo que la mercancía sobresalga.

2.3.5 Clasificación de transporte terrestre por cargas de camión LTL/TL

La industria del transporte terrestre tiene una clasificación para categorizar a los transportistas de acuerdo con si trasladan cargas menores a un camión (LTL, por sus términos en inglés) o cargas completas (TL, por *Truckload*). Murphy & Knemeyer (2015) plantean:

Los camiones que transportan carga LTL tienen espacio para planificar y llevar envíos de muchos clientes de manera simultánea. A diferencia de las compañías TL, los transportistas LTL operan a través de un sistema de terminales (una instalación donde se desplaza la carga entre vehículos) y, desde cada terminal, salen camiones pequeños que entregan y recogen los envíos de los clientes. Estos envíos son llevados a una terminal donde se cargan a bordo de camiones de transporte de línea, los cuales a su vez se trasladan hasta una terminal cercana al destino de la carga. Las mercancías son descargadas del vehículo de línea, se desplazan a través de la terminal y se cargan a bordo de un camión pequeño para su entrega local.

2.3.6 Ventajas y desventajas del transporte terrestre

Tabla 1 Ventajas y desventajas del transporte terrestre

Ventajas	Desventajas
Flexibilidad/ Versatilidad	Impacto ambiental
Exactitud	Distancias cortas
Agilidad	Capacidad limitada
Costo accesible	Tiempos inexactos por congestionamiento vial
Accesibilidad	Efectos climáticos adversos en carretera
Frecuencia	
Disponibilidad	
Seguros contra incidentes de accidentes danos al producto	

2.3.7 Indicadores de desempeño (KPI) en logística de transporte

Permiten evaluar el desempeño y el resultado en cada proceso de recepción, almacenamiento, inventarios, despachos, distribución, entregas, facturación y flujos de información entre las partes de la cadena logística. García, Aymerich, & Sisteró (2018) consignan:

Los indicadores logísticos sirven para medir el rendimiento de la gestión logística de las organizaciones implicadas en el proceso y permiten tomar las decisiones adecuadas para conseguir los objetivos marcados. La empresa decidirá implementar unos indicadores u otros en función de su línea de negocio y de los procesos que desee evaluar.

<i>Transporte</i>	
Costo de transporte medio unitario:	$\frac{\text{Coste total de transporte}}{\text{Número de unidades producidas}}$
Porcentaje del Costo de transporte sobre las ventas:	$\frac{\text{Coste total de transporte}}{\text{Ventas}} * 100$
Mix de Carga:	
Costo por Kilómetro:	$\frac{\text{Costo total de transporte}}{\text{Kilómetros totales recorridos}}$
Costo de transporte por kilogramo movido y por modalidad:	$\frac{\text{Costo total de transporte por modo}}{\text{Kilogramos totales movidos por modo}}$
Utilización de transporte (%)*	
Porcentaje de coste de transferencias internas sobre el total	$\frac{\text{Costo de transferencia entre plantas} - \text{Costo de transferencia entre CEDIS}}{\text{Costo total del transporte}} * 100$
Entregas a tiempo (%)	$\frac{\text{Cantidad de entregas a tiempo}}{\text{Cantidad de entregas totales}} * 100$
Envíos no planificados (urgentes %)	$\frac{\text{Cantidad de envíos urgentes}}{\text{Cantidad de envíos totales}} * 100$
Envíos por pedidos	$\frac{\text{Número total de envíos}}{\text{Número total de pedidos}}$

Figura 5 Ejemplo de Indicadores de Desempeño en Transporte

Fuente: López, 2019.

2.3.8 Impacto del transporte en el medio ambiente

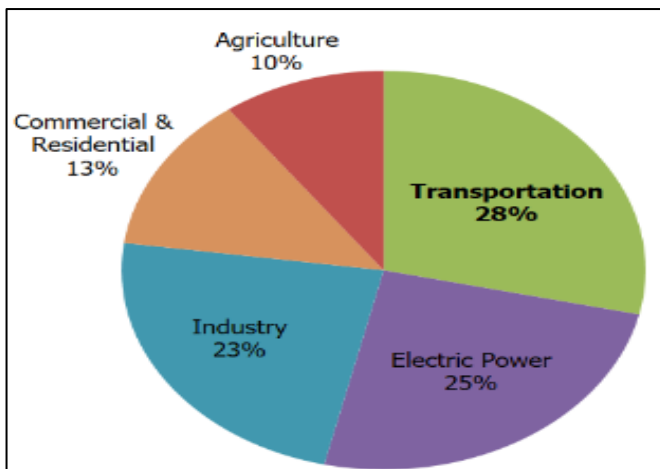
Carrillo (2017) plantea:

El transporte y la distribución de mercancías representan el componente más tangible y físico de las actividades logísticas y de las cadenas de suministro, y son el foco de atención en el debate sobre sostenibilidad, obligado a las partes interesadas e involucrados en procesos logísticos abordar con mayor análisis el tema de la sustentabilidad

El sector industrial produce los bienes y materias primas que utilizamos todos los días.

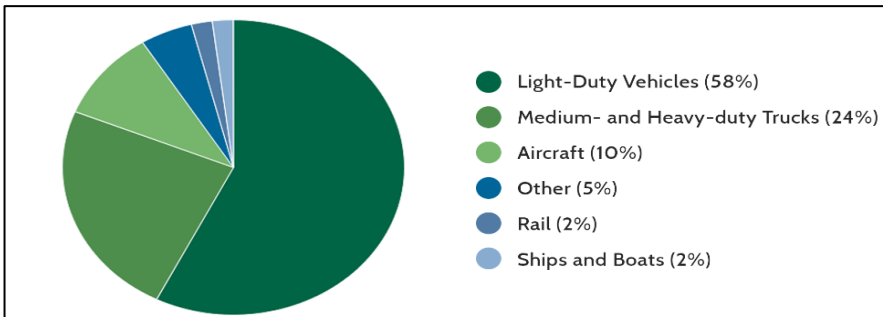
Los gases de efecto invernadero emitidos durante la producción industrial se dividen en dos categorías (EPA US Environmental Protection Agency, 2021):

Las emisiones directas se producen al quemar combustible para obtener energía o calor, a través de reacciones químicas y de fugas de procesos o equipos industriales. La mayoría de las emisiones directas provienen del consumo de combustibles fósiles para energía. Las emisiones indirectas se producen al quemar combustibles fósiles en una planta de energía para producir electricidad, que luego es utilizada por una instalación industrial para alimentar edificios industriales y maquinaria.



Gráfica 1 Emisiones de CO2 por Sector Empresarial

Fuente: EPA US, 2021.



Gráfica 2 Emisiones de CO2 por Tipo de Transporte

Fuente: EPA US, 2021.

Los distintos tipos de contaminantes impactan de manera diferente y afectan el ambiente y la biodiversidad. Dizdar et al. (2019) señalan:

Los contaminantes del aire se emiten por el uso de motores de combustión interna en el sector de transporte logístico, incluidos camiones, aviones, barcos y ferrocarriles. El ruido lo pueden producir los vehículos, los motores en funcionamiento y las cargas dinámicas. También se puede producir ruido a partir de las piezas móviles, ventiladores y equipos de carga. Se generan residuos de materias primas residuos en los camiones de transporte (aceite de motor usado, vehículos desechados), residuos de energía En términos de contaminación del suelo, hay acidificación y acumulación en el suelo de contaminantes. Las descargas de la industria del transporte, los productos químicos, los combustibles, los aceites y otros materiales tóxicos llegan al suelo y causan su degradación. Esto afecta también a las aguas subterráneas.

2.4 Logística verde: Definición

Los autores Gazca-Santos, Pereyra, & Flores (2020) han mencionado desde el punto de vista estratégico:

La logística verde o ambiental plantea que las empresas gestionen de una manera eficaz y sustentable los recursos que se emplean durante todo su ciclo productivo, desde la localización de la empresa, el almacenaje de la materia prima, la fabricación, el embalaje, el transporte, distribución, así como la recuperación de los materiales que se puedan reutilizar y reciclar

una vez consumido por los clientes, con el objetivo de minimizar el impacto ambiental.

Carrillo (2017) indica:

La logística verde esencialmente se centra en las formas de reducir los efectos negativos del sector de la logística en el medio ambiente. Si lo sustentable es el uso más eficiente de los recursos no renovables, la logística sustentable es un concepto más amplio, que tiene en cuenta los aspectos económicos y sociales de las actividades logísticas, esforzándose, al mismo tiempo, por mejorar las condiciones económicas y los intereses de la sociedad que la rodea. En la práctica, se sabe que al cambiar a una estrategia sustentable se logra un mayor beneficio económico para todos los involucrados (retorno positivo)

La importancia de la logística verde se puede explicar desde el punto de vista del impacto que tienen sus operaciones en la sociedad y el medio ambiente, Ghavami, (2019) plantea:

Las empresas, en general, y las de Logística, en particular, no deben ser valorados considerando solo el nivel de producción comercial sino, al lado de las actividades económicas y logísticas, rentabilidad y crecimiento siempre deben tener en cuenta la sostenibilidad para encontrar soluciones a largo plazo con el fin de superar las grandes problemáticas de carácter mundial como la contaminación y el calentamiento global

Acosta & Muñoz (2017) consignan:

El concepto de logística verde, el cual se basa en mejorar y potencializar el uso de los materiales y de los procesos internos de una organización, como la producción, el almacenamiento y el transporte, convirtiéndolos en más limpios y amigables con el medio ambiente; de donde han surgido estrategias tales como el transporte verde, el almacenamiento verde, el empaquetamiento verde, el reciclaje, la recolección y la reutilización de insumos, buscando con ello, originar los menores desechos posibles y subsanar un poco el deterioro medioambiental, fortaleciendo no solamente a las empresas sino también instruyendo y concientizando a la población.

Se puede resumir que la logística verde consiste en el conjunto de medidas sustentables con el fin de reducir el impacto dañino hacia el medio ambiente que son resultado de las funciones logísticas, y genera estrategias y acciones con el objetivo de optimizar la cadena de abastecimiento, buscando un equilibrio entre la preservación medioambiental y el crecimiento económico de la empresa.

2.4.1 Transporte Verde

Para definir el transporte verde, Orjuela, Diego, & Fernando (2019) plantean: “El transporte verde consiste en usar aquellos tipos de vehículos que contaminan lo mínimo utilizando medios de energía alternativo o aumentar la eficiencia de las operaciones logísticas tomando medidas con el fin de optimización de recursos”.

Algunas recomendaciones de estrategias para solucionar el impacto del transporte, según Orjuela, Diego, & Fernando (2019) son:

La gestión adecuada y actualización de todo el parque automotor, Reducción de las emisiones contaminantes de los vehículos, intentando que todos utilicen motores eléctricos en un futuro no lejano y conseguir una infraestructura vial lo más respetuosa posible con el entorno.

2.5 La Cuarta Revolución Industrial

Está evolucionando la forma de hacer negocios pues la adopción de nuevas tecnologías es necesaria para tener ventaja competitiva en el sector donde la empresa se desempeña. Romero, Jiménez Retana, & Lezcano, (2021) plantean:

La Industria 4.0 posibilita a las manufactureras redefinir la interacción con el cliente y replantear la estructura de la cadena de abastecimiento. En el contexto de conocimientos en manejo de datos y logísticas están siendo integrados a las operaciones logísticas para proporcionar una mejor trazabilidad, predictibilidad y reducción en costos (PwC, 2016).

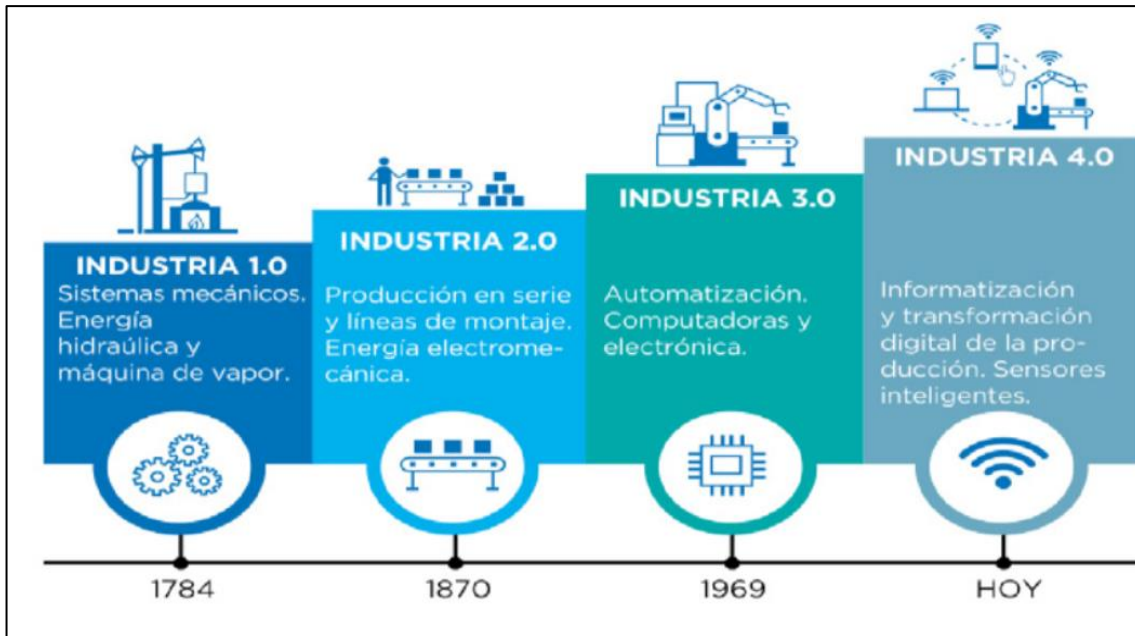


Figura 6 Evolución de las Industrias a lo largo del tiempo

Fuente: León, 2020.

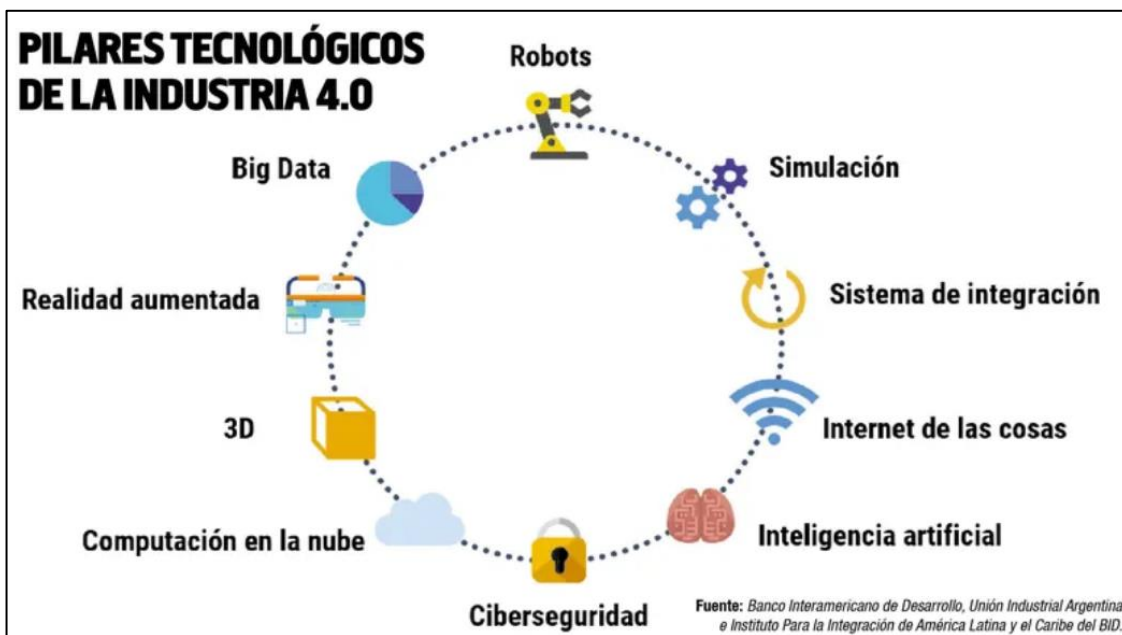


Figura 7 Pilares Tecnológicos de la Industria 4.0

Fuente: ABC en el Este, 2019.

2.5.1 Tipos de *software* en logística

Las empresas están adquiriendo *software* para la gestión logística. Las aplicaciones de las nuevas tecnologías a la logística hacen que los procesos sean más dinámicos, ágiles y prácticos, estos son algunos ejemplos:

CRM: Gestión de la Relación con el Cliente.

EDI: Intercambio Electrónico de Datos.

WMS: Sistema de gestión de almacenes.

ERP: Planificación de Recursos Empresariales.

TMS: Sistema de Gestión de Transporte

2.5.2 *Machine Learning*

Es un subcampo de la Inteligencia Artificial, donde usando algoritmos de aprendizaje permiten a las computadoras entrenarse con datos y utilizar el análisis estadístico para obtener valores. El carácter relevante de *Machine Learning* es poder adaptarse continuamente con los datos integrados. Esto permite anticiparse a eventos que puedan impactar la operación y además ayuda a optimizar los procesos. En cuanto a algunas aplicaciones en logística, Ghavami (2019) plantea:

- 1) Previsión de las demandas provee gradualmente qué factores son las que más afectan la demanda
- 2) Generar, ordenar y analizar datos en las tareas de distribución, picking o almacenaje como la sugerencia de productos y diferentes tipos que tendrá más venta en el mercado, las políticas de precios, la optimización de inventarios, la evaluación y selección de proveedores y etc.
- 3) Calcular Tiempos de entrega calculando el tiempo en el que se realiza toda la operativa considerando el tipo de conducción que sería un factor bastante relevante en una operación logística.
- 4) Ayuda a seleccionar los clientes más potenciales a base de su historia en redes sociales, búsquedas y etc.
- 5) Detecta y evita rápidamente las preocupaciones que las empresas logísticas pueden tener como ciberataques.

2.5.3 Internet de las Cosas (IOT)

El IoT (por sus siglas en inglés) es la agrupación o interconexión de dispositivos a través de una red en la cual se alojan y pueden interactuar, Ghavami (2019) señala: “permitir que todos los elementos en el ámbito de logística se puedan comunicar entre sí en cualquier momento, en cualquier lugar, otorgando a cada objeto una dirección para poder tener comunicación con los demás objetos, e incluso controlarlos. Las principales ventajas que Ghavami (2019) plantea son la autonomía, el análisis y la eficiencia:

- 1) Controlar el estado de los activos, paquetes, y las personas en tiempo real en toda la cadena de valor.
- 2) Medir cómo se están realizando estos activos, y conseguir un cambio de lo que están haciendo actualmente y lo que van a hacer a continuación.
- 3) Automatizar los procesos de negocio para eliminar las intervenciones manuales, mejorando la calidad y la previsibilidad con menores costes.
- 4) Optimizar cómo las personas, los sistemas y activos trabajan juntos, coordinando sus actividades.
- 5) Aplicar la analítica para toda la cadena de valor, identificando oportunidades de mejora y con mejores prácticas.

2.5.4 Big data

El Big Data consiste en desarrollar mecanismos capaces de procesar y gestionar datos masivos que provienen de diversas fuentes y se emplea para encontrar patrones repetitivos, modelos predictivos o estadísticas más precisas dentro de esos millones de datos. En cuanto a las características de la información donde se usa el Big Data, Ghavami (2019) plantea: “Aquellos recursos de información caracterizados por su alto volumen, velocidad o variedad, que requieren formas de procesamiento innovadoras y eficientes para la mejora del conocimiento y la toma de decisiones

El origen de datos para Big Data puede ser tanto de datos estructurados como no estructurados. Ghavami indica: “Generar, ordenar y analizar los datos procedentes de diferentes fuentes, como redes sociales, bases de datos, Internet, sensores,

etcétera, ayuda a las empresas a tomar mejores decisiones y dar las respuestas a las necesidades de los clientes.

En las operaciones logísticas hay un volumen bastante alto de datos que se genera, y tiene aplicación en el transporte. Ghavami (2019) menciona:

En el ámbito de logística, el desarrollo de información través de Big Data ayuda a generar datos acerca del transporte de las mercancías a través del establecimiento de rutas inteligentes sacando datos como pueden ser el tráfico, el destino, el tipo de mercancía, las condiciones climáticas.

La importancia radica en que los datos recolectados permiten conocer mejor al cliente e identificar sus necesidades, lo que provoca que las empresas puedan brindar un servicio customizado, dando mejor servicio, ajustando costes y siendo más rentables.

2.6 Combustibles alternativos para el transporte: electricidad, híbrido, hidrógeno

El transporte logístico promueve el comercio y, por ende, el crecimiento económico. Los combustibles o fuentes de energía utilizadas para sustituir a los combustibles fósiles en el transporte tienen el objetivo de contribuir a la descarbonización del sector. La ONU (2021) plantea:

El informe sobre el transporte sostenible sostiene que, cuando se aplican adecuadamente, las nuevas tecnologías emergentes resultan claves para resolver muchos de los retos urgentes; al acelerar las soluciones existentes, como los vehículos con emisiones de carbono bajas o nulas y los sistemas de transporte inteligentes, y al crear nuevas infraestructuras de combustible, energía y digitales que mitigan las consecuencias perjudiciales.

Vehículos eléctricos

La ventaja de utilizar estos vehículos es que no se producen ruidos ni emisiones de escape, y se reduce el consumo de diésel. Sin embargo, esto no está exento de retos y limitaciones; Dizdar et al. (2019) plantean:

El mayor problema es la producción del motor eléctrico con sus baterías, que requieren materias primas que están disminuyendo (tierras raras) y que producen una contaminación masiva durante la extracción, Un obstáculo para la utilización de camiones eléctricos es la falta de infraestructuras de carga.

Vehículos híbridos

La tecnología que utilizan los vehículos híbridos es el motor de combustión respaldado por un motor eléctrico. La batería del motor eléctrico se carga por el motor de combustión. El área de aplicación es para camiones pequeños y para distancias cortas. Dizdar et al. (2019) indican:

El consumo de combustible se reduce apagando completamente el motor de combustión con baja o nula potencia motriz y a bajas velocidades de conducción (ciudad). Al arrancar y acelerar a aprox. 20 km/h, el consumo de combustible suele ser el más alto, lo que también representa el mayor impacto ambiental y climático. La energía cinética del proceso de frenado se utiliza para cargar el acumulador de energía, lo que permite un sistema de frenado regenerativo.

Vehículos a gas

Según Noticias Parlamento Europeo (2022):

El gas licuado de petróleo (LPG, por sus siglas en inglés) se obtiene del petróleo y el gas natural, y en el futuro también de la biomasa. Emite un 35% menos de CO₂ que el carbón, un 12% menos de CO₂ que el petróleo y casi no emite partículas finas peligrosas.

El gas es utilizado en Europa con éxito, sin embargo, tiene una limitación en cuanto a las reducciones de emisiones posibles, Noticias Parlamento Europeo (2022) expresa: “En algunos países existe una infraestructura bien establecida para el LPG de automoción, también conocido como autogás, pero a medida que las normas se vuelvan más estrictas, el LPG no podrá proporcionar las fuertes reducciones de emisiones que se necesitan”.

2.7 Metodología PDCA Plan Do Check Act

PDCA es el acrónimo de Planear, Hacer, Revisar y Actuar y es un modelo de cuatro pasos para llevar a cabo el cambio y la mejora continua y una herramienta de planificación de proyectos.

En cuanto al procedimiento, ASQ (2023) plantea:

Planifique: Reconozca una oportunidad y planifique un cambio.

Hacer: Pruebe el cambio. Llevar a cabo un estudio a pequeña escala.

Verificar: Revise la prueba, analice los resultados e identifique lo que ha aprendido.

Actúe: Tome medidas basadas en lo que aprendió en el paso del estudio.

Si el cambio no funcionó, vuelva a pasar por el ciclo con un plan diferente.

2.8 Herramientas de causa raíz

Es un concepto que describe los enfoques, herramientas y técnicas utilizadas para descubrir las causas de los problemas para buscar una solución. Es parte de la filosofía de TQM.

2.8.1 Diagrama de Ishikawa

ASQ (2023) comenta que este diagrama: “Identifica muchas causas posibles de un efecto o problema. Se puede utilizar para estructurar una sesión de lluvia de ideas. Inmediatamente clasifica las ideas en categorías útiles”. El uso del Diagrama de Causa y Efecto se da cuando se busca identificar las posibles causas de un problema, y el equipo las categoriza. La técnica usada se llama *Brainstorming* o Lluvia de Ideas.

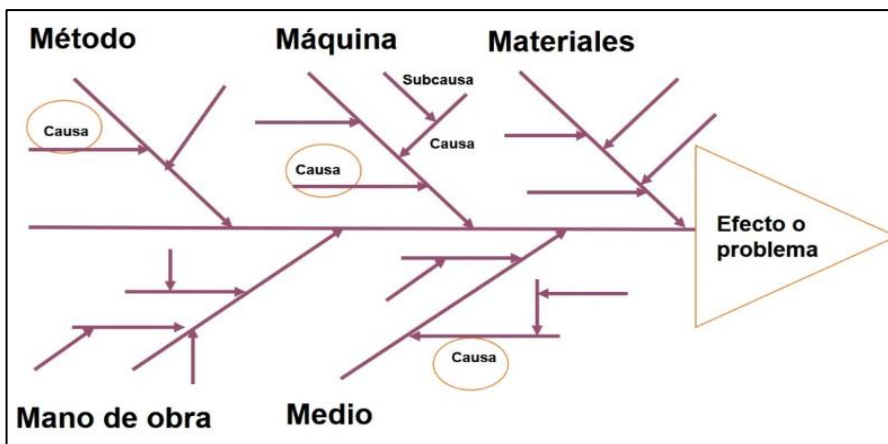


Figura 8 Ejemplo de Diagrama de Ishikawa o Causa/Efecto

Fuente: Gehisi, 2017.

2.8.2 Técnica 5 Porqué (5 Why)

ASQ (2023) plantea: “Es un proceso de interrogatorio diseñado para profundizar en los detalles de un problema o una solución y eliminar las capas de síntomas”.

Los cinco porqués se utilizan para profundizar en un problema o una solución potencial y llegar a la causa raíz.

2.8.3 Lluvia de Idea (*Brainstorming*)

ASQ (2023) indica: “Se define como un método de creación de ideas, el propósito es generar un gran número de ideas creativas en un corto período de tiempo . Esta técnica es empleada en el análisis de causa raíz, con el aporte de distintas personas de diversas áreas en la organización.

2.8.4 Gráficos Circular y de Barras

Circular/Anillo

Edrawsoft (2023) menciona: “Muestra datos, estadísticas e información. Se divide en diferentes sectores que muestran las proporciones, se puede ver la cantidad que existe de un mismo dato. Cuanto mayor sea el tamaño, mayor será la cantidad de datos reunidos. Hay gráficos simples y comparativos.

Barras

Según Zapata (2022), “Una gráfica de barras es una manera de representar datos, valores o frecuencias que guardan cierta relación entre sí, mediante barras verticales u horizontales. La longitud de estas es proporcional a la magnitud que representan. La importancia de las gráficas de barras es que permite visualizar rápidamente tendencias y comportamientos.

Los tipos de gráfico comunes son:

Barra Simple: muestran una sola métrica de cada categoría. Pueden ser barras horizontales o barras verticales.

Barras Agrupado: son una forma de mostrar información sobre diferentes subgrupos de las categorías principales.

Los gráficos circulares se utilizan para comparar y muestran una fracción del conjunto, y son más fáciles de entender en comparación con los gráficos de barras. Los gráficos de barras tienden a ser más flexibles.

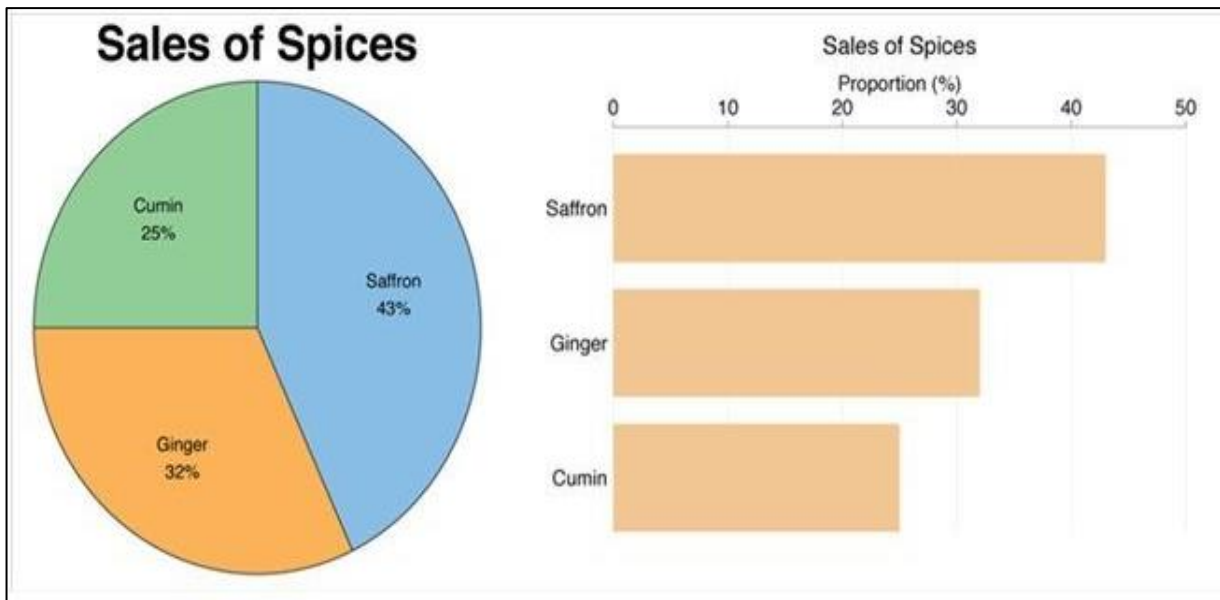


Figura 9 Ejemplo de gráfico de barras y circular

Fuente: Edrawsoft, 2023.

2.8.5 Diagrama de Pareto

JMP statistical discovery (2023) señala:

Un diagrama de Pareto es un ejemplo especial de diagrama de barras. En el diagrama de Pareto las barras se ordenan por conteos de frecuencia, del más alto al más bajo. Estos diagramas se usan a menudo para identificar áreas en las que centrarse primero en mejora de procesos

Estos diagramas se basan en la regla del 80/20. Esta regla sostiene que aproximadamente el 80 % de los problemas se derivan del 20 % de las causas.

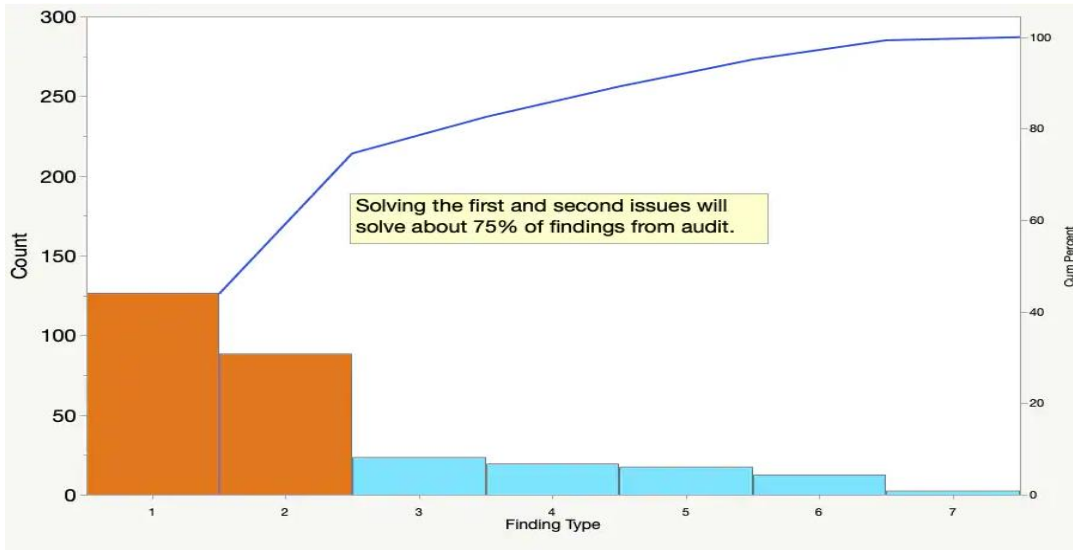


Figura 10 Ejemplo de Diagrama de Pareto

Fuente: Edrawsoft, 2023.

2.9 Gestión de Proyectos: Diagrama de Gantt

Pérez (2021) plantea:

Es una herramienta de gestión que sirve para planificar y programar tareas a lo largo de un período determinado. Gracias a una fácil y cómoda visualización de las acciones previstas, permite realizar el seguimiento y control del progreso de cada una de las etapas de un proyecto y, además, reproduce gráficamente las tareas, su duración y secuencia, además del calendario general del proyecto.

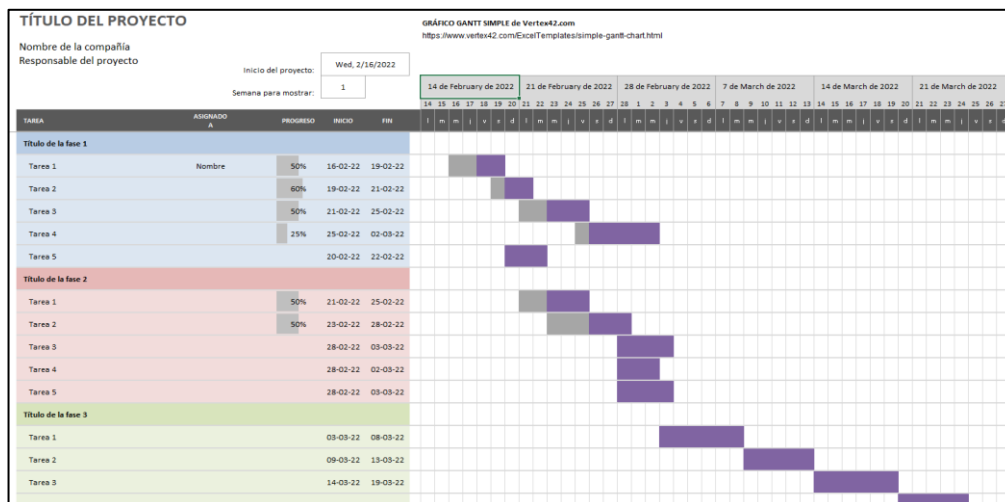


Figura 11 Ejemplo de Diagrama de Gantt

Fuente: Diagrama de Gantt, 2023.

2.11 Cuadro de Mando Integral (*Balance Scorecard*)

Es un concepto que hace referencia a una serie de indicadores de desempeño (KPI) para facilitar la toma de decisiones. El BSC es una herramienta de administración al cumplimiento de la misión, por medio del logro de metas, guiando el desempeño actual y el futuro. Los indicadores están basados en las siguientes cuatro perspectivas principales -pero puede ser modificado de acuerdo con las necesidades de la empresa-: Financiera /Clientes/ Procesos internos/ Aprendizaje.



Figura 12 Ejemplo de Cuadro de Mando Integral

Fuente: Coll, 2020.

Proceso de creación de un cuadro de mando integral

Sydlé (2022) indica:

Determinando diversos parámetros críticos de la organización:

- Identificación de los objetivos deseados por la directiva de la empresa.
- Determinación de los indicadores adecuados para gestionar el nivel de éxito de los objetivos.
- Establecimiento de metas concretas, influenciadas por los resultados de los indicadores.
- Diseño de las iniciativas, proyectos o actividades específicas para alcanzar las metas

La siguiente etapa consiste en posicionar todas las métricas, objetivos, metas y factores determinantes en un cuadro.



Figura 13 Perspectivas del Cuadro de Mando Integral

Fuente: Sydle, 2022.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

El paradigma interpretativo es el proceso de conocimientos se da entre objeto y sujeto, su finalidad es profundizar en el conocimiento, comprender eventos e interpretar. Según Ayala, M. (2022):

... es el modelo que se basa en la comprensión y descripción de lo investigado y surge como reacción al concepto de explicación y predicción típico del paradigma positivista. Entre sus características están: No busca generalizaciones, Deconstructivista, Holístico, Subjetivo y la Ciencia y el conocimiento no son neutrales.

3.1 Clasificación de acuerdo con el método y el criterio

3.1.1 Método de investigación: Científica

La búsqueda de información se realiza mediante la investigación documental para así comprender el entorno. Esto permite al crecimiento del conocimiento.

Como indican Sampieri & Mendoza (2019):

La investigación científica analiza de manera rigurosa las causas de los fenómenos y hechos concretos (naturales y sociales), y pretende establecer la certeza de esas indagaciones mediante un método que incluye la observación o la experimentación. Es una investigación sistemática, empírica y crítica efectuada para explorar, describir, comprender, explicar y predecir todo tipo de fenómenos.

Las metodologías de investigación han desarrollado diferentes clasificaciones de acuerdo con su criterio.

3.1.2 Criterio por investigación: Cualitativa

El proyecto busca describir las nuevas tendencias en logística verde y contrastar con la situación actual en nuestro país. Según el aporte de Torres & Augusto (2022):

La investigación cualitativa suele utilizarse para: comprender los Significados que los actores dan a sus acciones, vidas y experiencias, y a los sucesos y situaciones en que participan; entender el contexto particular en el que los participantes actúan y la influencia que ese contexto ejerce sobre sus acciones; identificar fenómenos e influencias no previstas y

generar nuevas teorías fundamentadas en ellos; comprender los procesos por los cuales los sucesos y acciones tienen lugar, y desarrollar explicaciones válidas analizando cómo los sucesos influyen unos sobre otros. Estos procesos requieren ser comprendidos de forma local, contextual e histórica.

3.1.3 Criterio por su alcance: Investigación descriptiva

Este proyecto tiene como objetivo recopilar de distintas fuentes de información de tendencias en logística verde para poder proponer soluciones. Como consignan Torres & Augusto (2022):

La investigación descriptiva es uno de los tipos o procedimientos más populares y utilizados por los principiantes. Los trabajos de grado, en los pregrados y en muchas de las maestrías, son estudios de carácter eminentemente descriptivo. En tales estudios se muestran, narran, reseñan o identifican hechos, situaciones, rasgos, características de un objeto de estudio, se realizan diagnósticos, perfiles, o se diseñan productos, modelos, prototipos, guías, pero no se dan explicaciones o razones de las situaciones, los hechos, los fenómenos. La investigación descriptiva es de un nivel básico y se convierte en la base de otros tipos; además, consideran que la mayoría de los tipos de estudio tienen, de una u otra forma, aspectos de carácter descriptivo.

El estudio descriptivo es **longitudinal**, según Bernal (2016) “compara datos obtenidos en diferentes oportunidades o momentos de una misma población, con el propósito de evaluar los cambios.

3.1.4 Criterio por su finalidad: Investigación aplicada

Como elaboran Sampieri & Mendoza (2019), son “Investigaciones efectuadas para resolver un problema, mejorar las condiciones de vida o encontrar soluciones prácticas”.

3.1.5 Criterio por la fuente de datos: Documental

El diseño de una investigación cualitativa Sampieri & Mendoza (2019) lo describen de la siguiente manera y será usado en esta investigación:

El diseño también implica el plan o estrategia que desarrollas para recolectar la información que requieres a fin de responder a tu planteamiento del problema. Aunque resulta más flexible que el diseño cuantitativo en cualquier modalidad. Los diseños cualitativos suelen utilizarse cuando como investigador se pretende explorar, describir y conocer con amplitud y profundidad percepciones, emociones, sentimientos, experiencias, enfoques y puntos de vista de personas, desde la perspectiva de los propios participantes o sujetos investigados, en su ambiente natural y de una manera más abierta.

3.2 Tipo de diseño de investigación cualitativo

El tipo de diseño de esta tesis es de investigación-acción, documental y etnográfica.

3.2.1 Investigación-Acción

La tesis busca generar un programa de implementación de logística verde desde el punto de vista estratégico y operativo, recalcando sus beneficios.

Como indican Sampieri & Mendoza (2019) es

... entender y resolver una problemática. Según son aquellos donde se interviene (se producen cambios) al mismo tiempo que se investiga. Los pilares sobre los cuales se fundamentan los diseños de investigación-acción son: 1) los participantes que están viviendo un problema son los que están mejor capacitados para resolverlo. 2) La conducta de estas personas está influida de manera importante por el entorno natural. 3) La metodología cualitativa es la mejor para el estudio de los entornos naturalistas.

3.2.3 Etnográfico

En el proceso de seleccionar y conocer el ambiente, el contexto es esencial en las fuentes del sector privado y gobierno, así como de organizaciones internacionales.

Como elabora Bernal (2016): “La etnografía permite, entonces, reflexionar constante y críticamente sobre la realidad, el propósito específico de la investigación etnográfica es conocer el significado de los hechos de grupos de personas, dentro del contexto de la vida cotidiana”.

3.2.4 Investigación documental

Revisión documental y Análisis de Contenido.

La tesis necesita analizar la información recolectada, la cual será empleada para cumplir con los objetivos de investigación y de propuesta. Para ello se usa información de diversas fuentes, tanto nacionales como internacionales. Para ello se usarán encuestas, reportajes, observaciones y revisión de documentos, tanto en libros como en reportajes, en inglés y español.

Según Bernal (2016) “La investigación documental consiste en un análisis de la información registrada sobre un determinado tema, con el propósito de establecer relaciones, diferencias, etapas, posturas o estado actual del conocimiento respecto al tema objeto de estudio”.

3.3 Tipo de datos, instrumentos y técnicas para recolectar datos en la investigación cualitativa

La tesis es una investigación cualitativa. Esto permite tener un método flexible para el problema de investigación, donde permite la propuesta de soluciones innovadoras con base en la información recolectada de diversas fuentes antes un tema complejo y trascendencia.

Según Bernal (2016),

La investigación cualitativa se caracteriza por la flexibilidad en su diseño metodológico a tal punto que cada enfoque tiene su propio método, el cual igualmente es flexible frente al tema de investigación y el contexto donde se realiza el estudio. La flexibilidad obedece a la posibilidad de advertir durante el proceso de investigación situaciones nuevas o imprevistas vinculadas con el tema de estudio, que pueden implicar cambios en el problema y en las preguntas de investigación, así como en los propósitos u objetivos de esta.

Descripción del contexto del sitio donde se lleva a cabo el estudio

La población por estudiar en Costa Rica se ubicará en la Gran Área Metropolitana, en empresas logísticas que administren contenedores. Las tendencias en logística verde se usarán como referencias prácticas efectuadas por empresas líderes

globales en logística en el sector privado. La base del trabajo es la revisión documental y de contenido en libros, artículos y páginas web.

Los datos de la investigación provienen de los siguientes métodos de recolección:

1. El análisis de causa-efecto se determinará mediante el uso de diagramas de Ishikawa. De este análisis se desprenden las causas raíz del problema que se utilizarán en la elaboración de soluciones.
2. Revisión documental, Se prioriza fuentes universitarias por medio de tesis y artículos de investigación de universidades. Además de distintos artículos de empresas del sector logístico tanto de Latinoamérica como de Estados Unidos que sean líderes en su sector.
3. Encuesta efectuada por la empresa de consultoría EY en Latinoamérica, para valorar los beneficios esperados de la logística verde en el corto, mediano y largo plazo.

Fuentes primarias

La fuente de información primaria será documental y uso de encuesta.

Como indican Sampieri & Mendoza (2019), “La investigación descriptiva se soporta principalmente en técnicas como la encuesta, la entrevista, la observación y la revisión documental.”

3.3.2 Procedimiento

Fase 1: Recopilación de fuentes de información, análisis documental y de contenido.

Esta sección será relevante pues al ser una investigación documental, el mayor impacto está en elegir, resumir y priorizar cuáles fuentes de información son relevantes y cómo ordenar las ideas.

Validar que el análisis de contenido responde al objetivo de la investigación.

Categorizar la información recolectada por subtemas.

Validar la información para determinar su validez y confiabilidad.

Debes ser representativo para poder servir para el alcance de los problemas de investigación.

Según Torres & Augusto (2022):

Exhaustividad: Exige que las categorías establecidas permitan clasificar el conjunto del material analizado.

Representatividad: Se garantiza cuando la muestra de material analizado representa el conjunto de la población (información) objeto de la investigación.

Homogeneidad: Se garantiza cuando se evidencia que los documentos objeto del análisis fueron seleccionados en función de criterios precisos y no presentan mucha singularidad con relación a estos criterios.

Pertinencia. Indica que los documentos escogidos corresponden al objetivo del análisis. La univocación evidencia que las categorías utilizadas en la investigación tienen el mismo sentido para todos los investigadores.

Fase 2: Análisis y Conclusiones, Recomendaciones.

Fase 3: Fase de Formulación de Propuesta.

3.3.1 Descripción operacional de las variables

Objetivo	Variable	Indicadores	Método de Obtención
Analizar las estrategias actuales de logística verde utilizadas por empresas de transporte de contenedores	Beneficios de logística verde	Diagrama de barras	Fuentes bibliográficas
Identificar las causas que generan los problemas en la implementación de la logística verde en empresas de transporte de contenedores	Causas que influyen en la implementación	Diagrama Ishikawa 5 Porqués	Fuentes bibliográficas Encuesta EY
Proponer un plan de implementación de la estrategia empresarial de la logística verde en empresas de transporte de contenedores	Implementar los beneficios de la logística verde en la estrategia de la empresa	Cuadro de mando Integral Cliente, proceso interno, finanzas y educación	Fuentes bibliográficas
Proponer soluciones tecnológicas de automatización de procesos logísticos y movilidad en transporte	Tipos de tecnologías recomendadas	Cantidad de soluciones de información recomendadas	Fuentes bibliográficas
Diseñar de un plan de implementación de la logística verde en empresas de transporte de contenedores	Tiempo y recursos requeridos para la implementación.	Ejecución en el tiempo establecido Recursos asignados cumplidos	Diagrama de Gantt

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS (DIAGNÓSTICO)

4.1 Analizar las estrategias actuales de logística verde utilizadas por empresas de transporte de contenedores

En esta sección se analiza el objetivo específico número 1.

Como primer paso, se desea identificar los beneficios de la logística verde. Esto se hizo a través de la revisión documental, y se presenta una tabla resumen de los beneficios de la logística verde.

Se analiza una encuesta de la empresa consultora EY en Latinoamérica realizada a ejecutivos sobre las motivaciones para implementar la logística verde en el corto, mediano y largo plazo.

Posteriormente se analiza las operaciones actuales de las empresas líderes en el mercado internacional como son UPS, DHL y FedEx. Se describe cómo usan la tecnología y la movilidad eléctrica como estrategia de competición.

Finalmente se describe la situación actual en Costa Rica, se revisa la información documental del tema, educación actual, infraestructura y cómo esta impacta el transporte, se comenta la movilidad eléctrica actual y se describe un caso de éxito en la adopción de tecnología.

Impacto de la logística verde en las empresas

La logística verde está cambiando la manera de hacer negocios. Ha adquirido una importante relevancia por la preocupación por el uso de recursos naturales y el cambio climático ha incrementado la necesidad de que las empresas incorporen prácticas sustentables en sus estrategias, adicionales a las metas económicas. Por lo tanto, las empresas deben aprender a ver sus procesos desde una perspectiva de gestión ambiental.

Como menciona Carrillo (2017):

El enfoque de toda estrategia corporativa siempre ha sido, tradicionalmente, la reducción de costos y el aumento de las ventas. Una estrategia medioambiental requerirá de los niveles estratégico, táctico, operativo y de la logística colaborativa dentro y fuera de la organización. La contribución potencial del sector de la logística hasta ahora se ha centrado solamente en estrategias que reducen los costos logísticos.

4.1.1 Beneficios de la logística verde

Se identifica que la logística verde demanda una relación donde se involucra el gobierno, las empresas y la sociedad. Lo anterior nos indica que la implementación de la logística verde es un esfuerzo no solo de las empresas y su cadena de abastecimiento y proveedores, sino que debe incluir al gobierno para que promueva las condiciones macroeconómicas propicias, para implementar los beneficios de la logística verde.

Tabla 2 Beneficios de la logística verde

Área de Impacto	Beneficios
Ambiente	Protección del medio ambiente
Responsabilidad Social	Relación con la comunidad
	Aumento de conciencia ambiental en consumidores y proveedores
Estrategia	Aumento de la competitividad
	Preparación ante riesgos
	Canal de distribución sustentable
	Innovación
Económico	Optimización de procesos
	Reducción de costos
	Recuperación de materiales y energía
	Aumento de calidad
Mercadeo	Imagen corporativa
Legal	Cumplimiento de normas regulatorias
Cultura	Ambiente organizacional
Gobierno	Colaboración en infraestructura

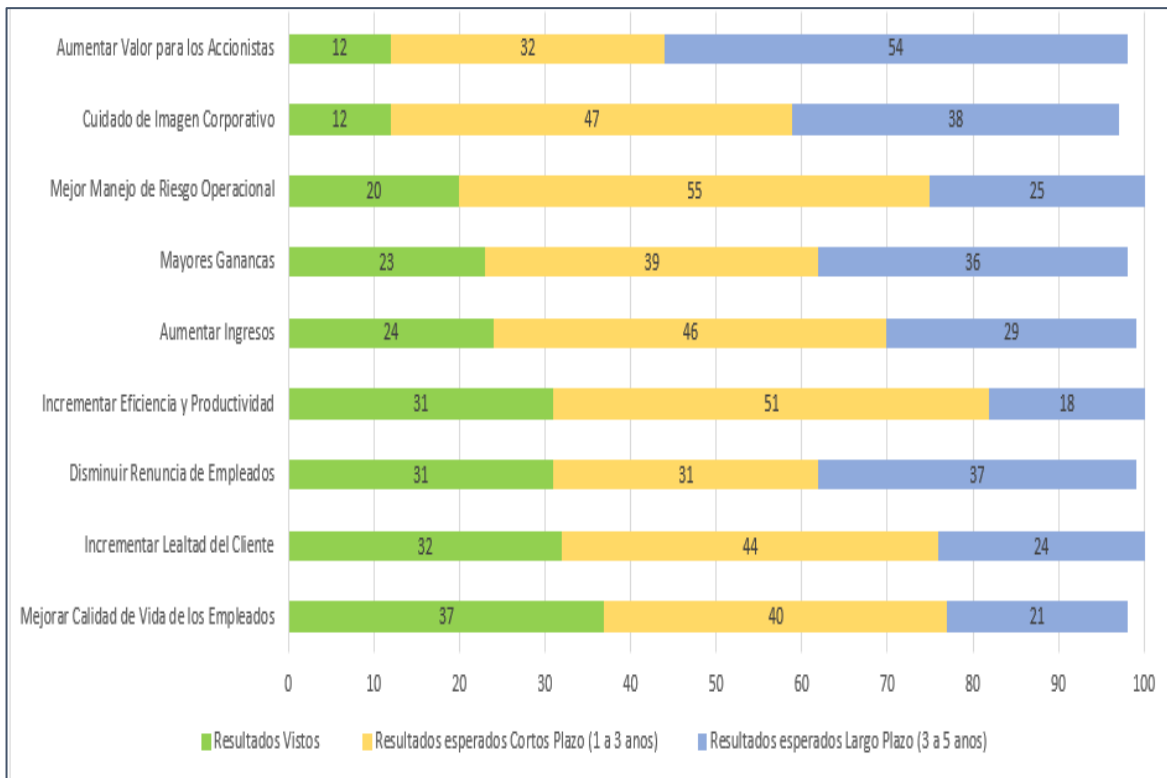
4.1.2 Encuesta EY: Beneficios esperados en el corto, mediano y largo plazo

Para poder identificar las estrategias actuales de la logística verde en Latinoamérica, se hace un análisis de una encuesta efectuada por la empresa consultora EY. Alves & Steinberg (2022) elaboraron una encuesta sobre los enfoques de la cadena de suministro sostenible en 525 grandes corporaciones en Argentina, Brasil, Canadá, México y Estados Unidos.

Los resultados de esta encuesta muestran los beneficios esperados en el tiempo de parte de los gerentes, y dan una perspectiva del estado actual de la logística verde en América Latina. Los resultados fueron recopilados en la gráfica de barras y resumidos en la siguiente tabla.

Tabla 3 Resultado esperado de la implementación de la logística verde

Resultados esperados en el tiempo	
Corto	Cultura organizacional: Mejor calidad de vida
	Incrementar lealtad del cliente
Mediano	Incrementar eficiencia y productividad
	Mejor manejo de riesgo operacional
Largo	Aumento el valor de las acciones de la empresa
	Cuidado de la imagen corporativa



Gráfica 3 Motivadores principales para aplicar la logística verde según ejecutivos en el tiempo

4.1.3 Líderes de la Industria UPS, DHL, FedEx

Se analiza las actividades de implementación de estas empresas pues son líderes en el mercado internacional.

Se analiza la documentación de las empresas líderes en transporte de carga terrestre UPS, DHL y FedEx, y se concluye que tienen similitudes en estrategias, acciones y metas para incorporar la filosofía de logística verde, las cuales se pueden resumir a continuación.

Se tiene la implementación de ERP, que son sistemas integrados en la nube, que administran todos los sistemas de transporte, tiene visibilidad del cliente mediante notificaciones en tiempo real.

Un ejemplo es UPS que utiliza TMS (*Transportation Management System*) para administrar su información.

- 1) Optimizadores de Ruta, permite recomendar a los conductores sobre la mejor ruta de transporte por seguir, y se planteen planes de contingencia en

caso de cambios o incidentes. Esta tecnología está basada en inteligencia artificial e Internet de las Cosas.

UPS tiene ORION, que es un avanzado optimizador de ruta, y Coyote para administración de TL/LTL, que es un sistema integrado que incluye entrega en tiempo real y visibilidad al cliente mediante notificaciones. UPS tiene una plataforma con optimización dinámica, que recalcula las rutas de entrega de paquetes individuales a lo largo del día a medida que cambian las condiciones del tráfico, los compromisos de recogida y los pedidos de entrega,

Analizará las entregas que aún deben completarse y continuará optimizando las rutas. El ahorro de costes y tiempo y la reducción de emisiones basados únicamente en esta optimización son extraordinarios. Orión está en pleno funcionamiento para más de 55,000 conductores este año, conducirá a una reducción de aproximadamente 100 millones de millas de entrega y 100,000 toneladas métricas de emisiones de carbono. (UPS, 2023)

DHL plantea una aproximación muy interesante sobre la entrega en la última milla, Hay que asegurar que al cliente se le ofrezcan muchas opciones de entrega. "Salir con su vecino, la entrega a un casillero de paquetes o la entrega pedido (para que puedan elegir un espacio preciso) pueden reducir este problema y las emisiones y costos adicionales que conlleva.

2) Sustitución de la flota vehicular por eléctrica o hidrógeno en los siguientes años. También está invirtiendo y colaborando con los gobiernos en la construcción de infraestructura y tecnología para aumentar la carga y rapidez de los vehículos. (DHL, 2023)

Por ejemplo, DHL planea electrificar el 60% de los vehículos de reparto de primera y última milla y 27.800 vehículos eléctricos para recogida y entrega en operación en los siguientes 10 años.

FedEx plantea:

Una flota eléctrica solo es útil cuando se puede cargar. A medida que trabajamos para electrificar nuestra flota de recolección y entrega, asegurarnos de que podamos tener una infraestructura de carga adecuada

disponible en nuestras instalaciones es una prioridad. Es por eso por lo que nuestros equipos de vehículos e instalaciones están trabajando con empresas de servicios públicos” (2023)

4.1.4 Situación actual en Costa Rica

Se estudia la información recolectada sobre el tema de investigación aplicado a nuestro país y posteriormente se describen los desafíos actuales de la logística de transporte de contenedores en el entorno donde operan.

Análisis documental

Se evidencia que no existen tesis, encuestas, libros o reportajes de entidades públicas o privadas que estudien el estado actual de la implementación de la logística verde en el transporte de contenedores en Costa Rica.

La falta de documentos sobre la realidad nacional en este tema fue problemática, pero a la vez sirvió para evidenciar la brecha de conocimiento que tiene el sector logístico. Para este trabajo se utilizó información de la Cámara de Comercio de Costa Rica, que hizo el análisis desde el punto de vista de comercio.

Desafíos del sector logístico de transporte

Las empresas de transporte logístico de contenedores tienen los siguientes desafíos.

Acceso a educación formal

Existen certificaciones y seminarios que entidades formales como ADEN e INCAE están brindando sobre sostenibilidad ambiental, pero no hay cursos específicos en logística de transportes.

La logística verde se da como parte de los cursos de Ingeniería Industrial, pero un énfasis detallado en transporte no hay. El concepto tiende a confundirse con logística inversa.

La bibliografía es mayoritariamente en inglés y está en su mayoría en forma de reportajes en sus páginas de internet, donde las empresas al ofrecer sus servicios dan una explicación de cómo adoptar la logística verde ha ayudado al logro de sus metas corporativas.

Lo anterior genera que los empresarios y personas del sector logístico no conozcan los beneficios de la logística verde en el transporte de contenedores. Como se describió en la Tabla 2 Beneficios de la logística verde, las oportunidades estratégicas y operativas en distintas áreas generan una ventaja competitiva decisiva, no estar educado en el tema es estar perdiendo competitividad. Los beneficios de la logística verde abarcan distintas áreas de la cadena de abastecimiento, y especialmente en el transporte, por las oportunidades de mejora en procesos y costos,

Este aspecto es relevante en cuanto limita el acceso al conocimiento de la logística verde para las empresas y tener actualizaciones para ser más competitivas en un mercado global. Esto no es exclusivo de Costa Rica, sino propio de la mayoría de los países en vías de desarrollo.

Romero, Jiménez Retana, & Lezcano (2021) plantean:

- 1) ... enfrentan una oferta limitada de mano de obra, una falta de preparación vocacional en este ámbito, y sumado a lo anterior los desarrollos en logística especialmente aquellos asociados con tecnologías de información que exigen nuevas competencias en la fuerza laboral que no posee. Además, existen países en desarrollo que se están quedando atrás respecto a países desarrollados en cuanto a presupuesto y fuentes de capacitación, calidad de la experiencia educativa y apertura al conocimiento tan innovador para tener un dinamismo flexible que permita un tránsito expedito y confiable.

Al no haber información estadística o de investigación documental en Costa Rica demuestra que este tema no es una prioridad para las gerencias locales. Caso contrario sí sucede en las transnacionales. Las empresas transnacionales con representación en el país sí tienen una educación e implementación de logística verde en transporte.

Impacto de la infraestructura vial

Costa Rica ocupa puestos bajos en competitividad en el transporte comparado con América Latina. La infraestructura es deficitaria, limitada e insuficiente para la capacidad actual. Las obras públicas duran demasiado en ser ejecutadas y son de

mala calidad. Los impuestos asociados a los combustibles para que el gobierno mejore su recaudación fiscal no se ven reflejados en infraestructura. No hay planes a mediano plazo ni presupuesto para una infraestructura multimodal amplia, moderna, robusta y eficiente, lo cual genera serias limitaciones para las empresas de transporte de contenedores, pues el gasto de combustible es elevado.

Sustitución hacia la movilidad eléctrica

Costa Rica cuenta con una ley de incentivos para promover el transporte eléctrico que establece varios incentivos económicos y no económicos para los vehículos eléctricos, pero no hay incentivos de parte del Gobierno que motiven al consumidor ni a los ejecutivos del sector logístico para la adquisición de un vehículo eléctrico.

El ICE está encargado de la infraestructura eléctrica, esto implica que la inversión y el estado de las finanzas de esa institución son estratégicos para el futuro del sector de transporte. Existe un mapa con todas sus estaciones de carga para autos eléctricos que son en total 200 estaciones de carga rápida y semirápida, pero la mayoría de ellas se encuentran en la capital, San José, y sus alrededores.

En un ejemplo de alianza público-privada con el objetivo de acelerar la transición hacia vehículos eléctricos de carga liviana para uso comercial en Costa Rica, el Tecnológico de Costa Rica (TEC) y la Cooperación alemana para el desarrollo -GIZ- lanzaron un plan piloto que pondrá a operar un vehículo eléctrico de carga liviana en tres empresas costarricenses (Coopetarrazu, Multifrio, Fortech) y determinará el impacto técnico-financiero de la sustitución de la actual flota de vehículos de carga ligera, que utiliza motores de combustión interna para la propulsión, por una flota de vehículos eléctricos a través de un estudio de prefactibilidad.

Costa Rica recién está iniciando pruebas en el sector de transporte para recabar datos que permitan comprender la realidad nacional para la adopción de vehículos eléctricos.

Servicio de tecnologías de información

En Costa Rica existen empresas que dan servicio de implementación de soluciones tecnológicas, entre ellas se encuentra NAVSAT. Algunos ejemplos de solución son: Instalación de dispositivos de GPS en su flota vehicular, mediciones en tiempo real, generación de alertas inteligentes de velocidades excesivas y configuración de reportes y visualización.

Las empresas tienen acceso local a posibilidades de mejorar su tecnología en sus procesos.

4.3 Análisis de causas raíz que generan los problemas en la implementación de la logística verde en empresas de transporte de contenedores

En esta sección del trabajo se responderá al objetivo específico número dos.

Análisis crítico: se diagnostica las causas que generan los problemas en la implementación de la logística verde en empresas de transporte de contenedores.

Se utilizó el diagrama de Ishikawa, el cual se construyó con base en la bibliografía obtenida y la conclusión de la causa raíz fue por medio de la encuesta de la empresa de consultoría EY.

Se definieron cuatro posibles causas: Ambiente, Personas, Máquina y Tecnología. Se agregaron subcausas que podrían estar influenciando en el problema. Estas fueron evaluadas usando el criterio de experto y mediante un análisis de la metodología 5 Porqués, luego se hace una tabla de prioridades y se puntúa en una escala de 1 a 5, siendo 5 el de mayor impacto, esto con base en el criterio experto, de este resultado se elabora un Diagrama de Pareto con el concepto de 80/20 y se identifican las causas.

Se identifica como Causa Principal número 1 la Educación y la dificultad de transformar los beneficios en retorno de inversión atractivo. También se identifica que existe un desconocimiento de Logística Verde en el transporte y sus beneficios en el sector empresarial y los clientes. El reto principal parece ser el poder comunicar y ejecutar los beneficios de la implementación de la logística verde en transporte dado que se está ajustando a modelos de rendimiento tradicionales.

Educar a los consumidores y propietarios de negocios sobre la importancia de adoptar políticas respetuosas con el medio ambiente para alcanzar el desarrollo sostenible también contribuye a esa dificultad.

Analizando la encuesta de EY, se obtiene que la razón principal que impide implementar la logística verde en transporte se debe a la dificultad de transformar los beneficios en retorno de inversión atractivos.

- 1) ... el 33% de las empresas carecen de un caso de negocio para las cadenas de suministro sostenibles y casi la mitad de los encuestados dijeron que sus empresas están luchando para medir el retorno de las actividades sostenibles de la cadena de suministro. La falta de un caso de negocio para respaldar los gastos y los procesos para realizar un seguimiento de las mejoras de sostenibilidad puede detener el apoyo financiero para futuras iniciativas.

Sumado a lo comentado está el convencer a los proveedores y otros socios comerciales a ser sostenibles, es uno de los desafíos comunes de imponer medidas de sostenibilidad en la gestión de la cadena de suministro existente. Para convertirse en proveedores logísticos totalmente sostenibles, también debe incorporarse a los proveedores y fabricantes.

Esto es planteado por Carrillo (2017):

La sustentabilidad ha presentado más de un reto cuando requiere esfuerzos que no proporcionan un rendimiento obvio de la inversión de una compañía. De hecho, los clientes mismos no siempre tienen palabras de respaldo sobre la importancia de la sustentabilidad con el deseo de pagar más por productos sustentables. Cuando las compañías no definen con claridad las razones lógicas a su nuevo enfoque de sustentabilidad, es mucho más difícil mantener la dirección necesaria para construir cadenas de suministro más sustentables.

La subcausa número 2 es en el método de implementación de la tecnología y la adopción de tecnologías digitales, las cuales pueden identificar e introducir eficiencias en las operaciones. Esta es el desconocimiento de cuáles tecnologías

existe y cuál debe ser adoptada. El reto está en la velocidad y cantidad de soluciones a ser adoptadas, que no tiene el dinamismo ideal.

Esto se ve influenciado por la cultura de innovación y optimización de proceso, que en muchos casos aun no es parte esencial de las actividades de las empresas. Y por otro lado hay limitado presupuesto para adquirir tecnología pues no se ha identificado esta como parte de la ventaja competitiva. Así mismo se desconoce cuál es la tecnología o conjunto de ellas que servirán para cada caso de empresa en particular.

La causa numero 3 es la dificultad para hallar combustibles alternativos accesibles.

Es difícil para la industria encontrar una alternativa viable a los combustibles fósiles para cambiar el consumo de combustible y reducir las emisiones de dióxido de carbono. Otras causas asociadas a este son la capacidad y la infraestructura requerida para cargar estos vehículos, por lo que no es una idea atractiva actualmente. Carrillo (2017) comenta:

- 1) Estudios han demostrado que en el sector de la logística y en las cadenas de suministro la sostenibilidad es «agradable tenerla», pero no juega un papel decisivo en la mayor parte de las tácticas y las decisiones operativas de los actores logísticos.

Se analizó el entorno social, y se concluye que Costa Rica tiene un retraso de infraestructura importante con poca proyección a cambiar esta tendencia. No hay incentivo fiscal para que las empresas cambien su flotilla vehicular.

El aumento del *E-commerce* tiene un impacto de las entregas pues se ha aumentado el tráfico en las grandes ciudades debido a los vehículos de reparto. La mayoría de ellos operan sin llevar carga completa ante la heterogeneidad de los pedidos. Y finalmente, el impacto del ambiente político económico. Estos aspectos influyen, pero no deben limitar a la empresa en la adopción de la logística verde.

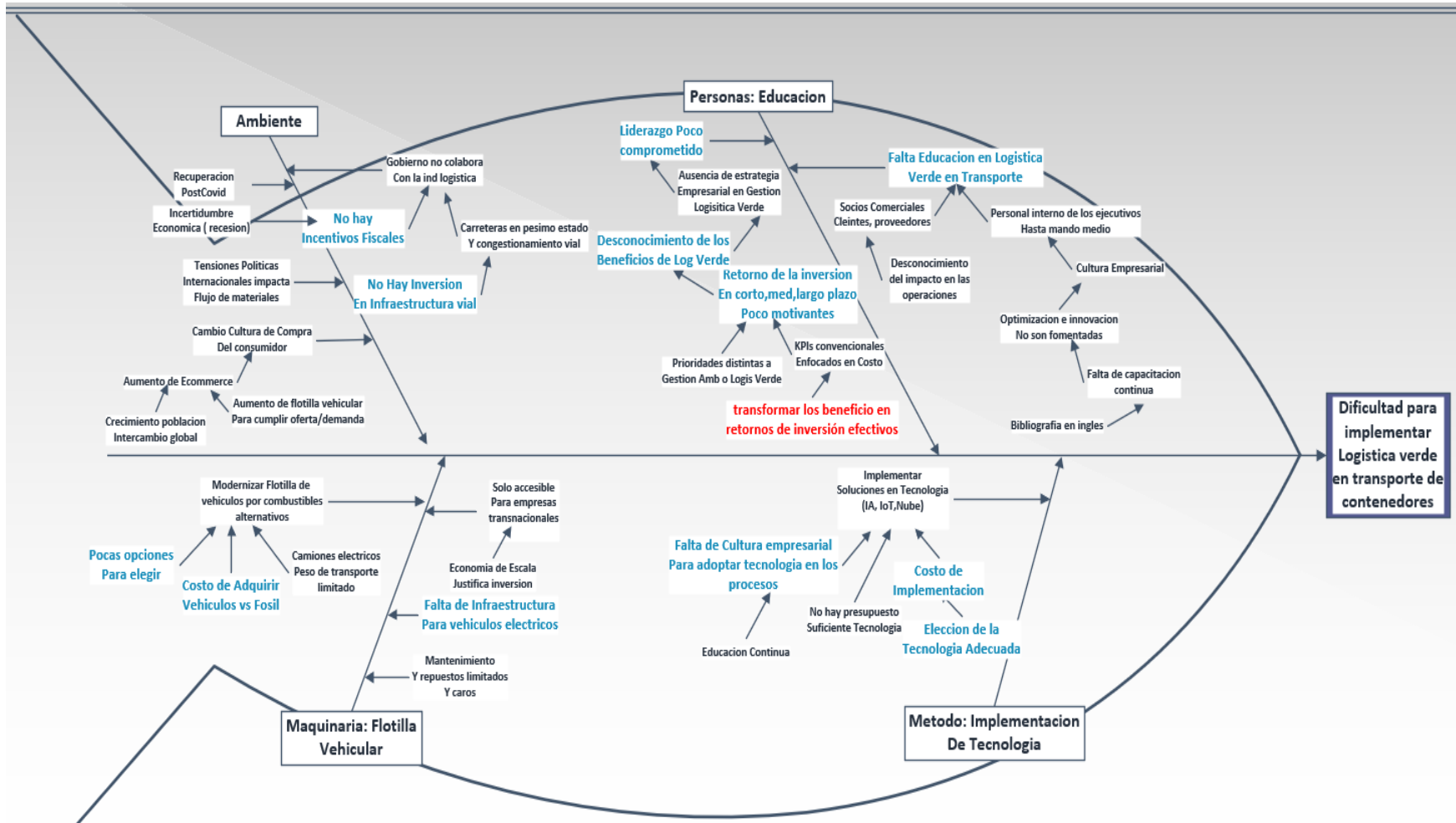
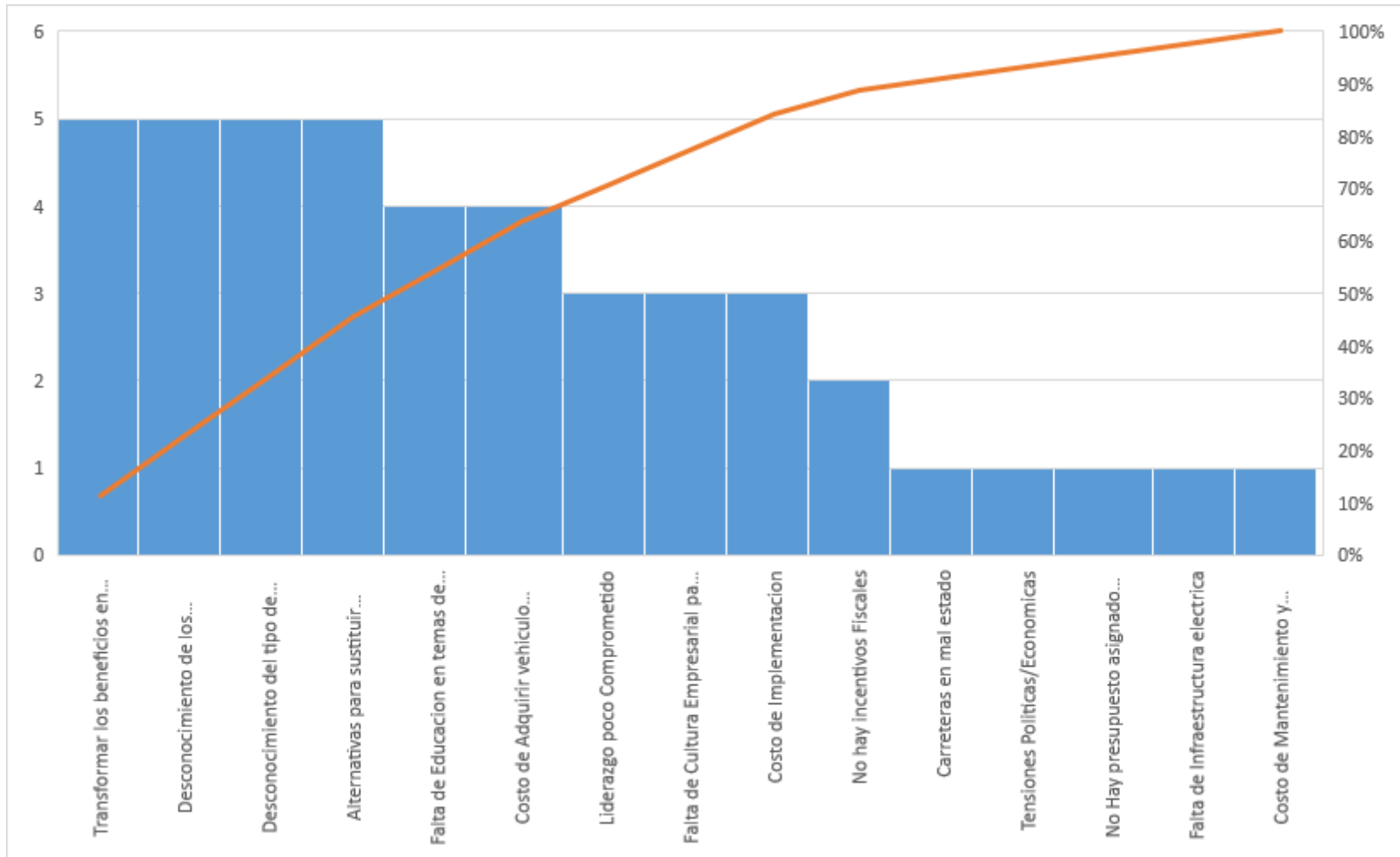


Figura 14 Diagrama de Ishikawa
Creación propia.

Tabla 4 Tabla de análisis de prioridades para elaboración de Diagrama de Pareto

Áreas de Análisis	Causas	Calificación
Personas: Educación	Transformar los beneficios en retornos de inversión efectivos	5
	Desconocimiento de los beneficios de la logística verde	5
	Falta de educación en temas de logística verde	4
	Liderazgo poco comprometido	3
Ambiente: Infraestructura	Carreteras en mal estado	1
	No hay incentivos fiscales	2
	Tensiones políticas/económicas	1
Metodo: Implementación de Tecnología	Desconocimiento del tipo de elección de tecnología	5
	Falta de cultura empresarial para adoptar tecnología	3
	Costo de implementación	3
	No hay presupuesto asignado para IT	1
Maquinaria: Flotilla Vehicular	Alternativas para sustituir combustibles alternativos	5
	Costo de adquirir vehículo eléctrico	4
	Falta de infraestructura eléctrica	1
	Costo de mantenimiento y repuestos limitados	1

Creación propia.



Gráfica 4 Diagrama de Pareto: Causas raíz basado en la investigación documental y ponderación de criterio experto
Creación propia.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Con respecto al objetivo 1 de investigación: Analizar las estrategias actuales de logística verde utilizadas por empresas de transporte de contenedores:

Se concluye que el planteamiento tradicional de la logística suele dejar al margen de la toma de decisiones la sostenibilidad ambiental. La logística verde es la evolución de la logística tradicional al buscar el equilibrio económico y el ecológico. Los principales beneficios de la logística verde como ventaja competitiva y gestión empresarial son: reducir el impacto ambiental, imagen corporativa, cumplimiento legal, análisis de riesgos, relación con la sociedad y socios comerciales y económicos por medio de la optimización de procesos y aumento de ganancias.

La encuesta en Latinoamérica efectuada a los resultados esperados de parte de los ejecutivos tras implementar la logística verde indica: en el corto plazo: cultura organizacional: mejor calidad de vida e incrementar lealtad del cliente. En el mediano plazo: incrementar eficiencia y productividad y mejor manejo de riesgo operacional y en el largo plazo: aumento del valor de las acciones de la empresa y cuidado de la imagen corporativa.

En Costa Rica se evidencia que no existen tesis, encuestas, libros ni reportajes de entidades públicas o privadas que estudien el estado actual de la implementación de la logística verde en el transporte de contenedores.

Los empresarios y personas del sector logístico tienen problemas en la infraestructura vial. Además, no conocen los beneficios de la logística verde en el transporte de contenedores. La implementación actual se da generalmente en mejoras en tecnología, como lo es el control de flotas de vehículos y ERP, siendo estos adquiridos por empresas de gran tamaño como las transnacionales. La movilidad eléctrica aun está en etapas preliminares y salvo excepciones en empresas transnacionales se está migrando a vehículos con combustible alternativo.

Con respecto al objetivo 2 de investigación: Identificar las causas que generan los problemas en la implementación de la logística verde en empresas de transporte de contenedores:

Luego de haber efectuado el análisis de causa raíz, se concluye que la causa más importante que genera los problemas en la implementación es la dificultad de transformar los beneficios en un retorno de inversión atractivo.

Las otras subcausas, en orden de importancia, son: falta de educación en logística verde en transporte de contenedores, los costos de adopción e implementación de nuevas tecnologías y la dificultad económica para la sustitución de flota vehicular con combustibles alternativos.

5.2 Recomendaciones

Con base en las conclusiones obtenidas se recomienda invertir en educación y capacitación en logística verde y su impacto en el transporte de contenedores. La logística verde es la nueva manera de administrar la cadena de abastecimiento, por lo que con base en lo encontrado en el análisis de resultado es necesaria una mayor capacitación en el tema.

Se debe ampliar el enfoque de medición de retorno de la inversión para que no sea solo la dimensión económica, e incluir: el impacto ambiental, imagen corporativa, cumplimiento legal, análisis de riesgos, relación con la sociedad y socios comerciales.

Se recomienda un plan de implementación de la logística verde en empresas de transporte de contenedores donde se incluya el criterio de logística verde como parte de la gestión de una empresa.

La primera recomendación es elaborar una propuesta de estrategia empresarial para la implementación de la logística verde basada en el cuadro de mando integral que considera las dimensiones de finanzas, cliente, proceso interno y aprendizaje. Este enfoque permite tener una visión integral de cómo adoptar los beneficios de logística de transporte en todas las áreas funcionales mediante indicadores de desempeño.

La segunda recomendación es elaborar una propuesta de soluciones tecnológicas de automatización de procesos logísticos y movilidad en transporte. Dicha propuesta detalla soluciones tecnológicas de automatización de procesos logísticos, como son los ERP, y movilidad en transporte, que están enfocadas en promover la adopción de tecnología, que tendrá un impacto en la eficiencia

operativa al optimizar rutas e incrementar los lineamientos de conducción eficiente (*Eco/Drive*).

Finalmente, como tercera propuesta se recomienda diseñar un plan de implementación de la logística verde en empresas de transporte de contenedores utilizando el diagrama de Gantt para la ejecución y control de actividades.

Las tres recomendaciones son elaboradas en la Propuesta de Solución de esta tesis en el capítulo 6.

CAPÍTULO VI: PROPUESTA

Con base en el marco teórico, los objetivos específicos, el análisis de los resultados y las causas raíz identificadas en el Diagnóstico, se plantea las siguientes actividades:

6.1 Propuesta de estrategia empresarial: Cuadro de mando integral

Se desea proponer una estrategia para implementar la logística verde en las empresas de transporte de contenedores. Esta estrategia sería entregada al gerente de cada empresa.

En la Figura 15 se establecen 4 áreas de acción: Finanzas, Cliente, Proceso Interno y Entrenamiento.

Se establecen los objetivos estratégicos para cada área e indicadores de desempeño con sus respectivas metas en porcentaje de cumplimiento.

La estrategia busca un énfasis en gestión ambiental o sustentable y hace hincapié en integrar una visión comercial, logística y ambiental, permitiendo un aumento de la competitividad empresarial expresado en la propuesta de estrategia.

Ese aprendizaje es la base para la implementación de las otras áreas de acción. Por lo tanto, se debe generar documentos de educación enfocados en explicar los beneficios de la logística verde como gestión empresarial desde el punto de vista estratégico para la empresa como factor de ventaja competitiva.

En finanzas mantiene indicadores convencionales, pero enfocados en optimización de procesos, aumento de la calidad y reducción de costos.

En cliente se fortalece la capacitación y se aumenta el enfoque en imagen corporativa. Se analizó que el esfuerzo no puede ser solamente a lo interior de la empresa, sino que es un esfuerzo colaborativo, para generar una sinergia y tener un impacto más profundo y visible de las acciones.

El proceso interno fomenta la incorporación de soluciones tecnológicas y establecer indicadores no económicos para medir el retorno de la inversión, se fomenta la competitividad y se genera un plan para el mantenimiento de flotilla vehicular enfocado en conducción eco-amigable.

	OBJETIVOS ESTRATEGICOS	INDICADORES DESEMPEÑO (KPI)	META (expresado % Porcentaje de cumplimiento)		
			Junio/Julio	Agosto/Setiembre	Octubre/Diciembre
FINANZAS	Optimizacion de Procesos	Incorporacion de ERP	25	60	100
	Reduccion de Costos	Porcentaje de Entregas a Tiempo	90	92	95
	Aumento de la Calidad	Porcentaje de Contenedores que entregaron paquetes sin defectos	90	92	95
CLIENTE	Imagen Corporativa	Porcentaje de Opiniones Favorables	70	80	90
	Capacitacion en Logistica Verde: enfasis en Transporte	Porcentaje de Clientes entrenados	50	70	100
PROCESO INTERNO	Incluir Gestion Logistica Verde en Gestion Empresarial, establece indicadores no Economicos para medir Retorno de Inversion	Cantidad de Indicadores Beneficios no Economicos	60	90	100
	Incorporar IT para la Optimizacion de Rutas	Cantidad de Soluciones de Tecnologias adoptadas por la empresa	2	5	10
	Mejorar plan de mantenimiento preventivo de la flotilla de vehiculos	Costo de Mantenimiento	60	80	100
	Cumplimiento Regulatorio	Sanciones por incumplimiento de leyes de gestion ambiental	70	80	100
APRENDIZAJE	Capacitacion en Logistica Verde: enfasis en Transporte	Porcentaje de Ejecutivos y Mandos medios en Logistica Entrenados	30	100	100
	Capacitacion en Mejora Continua de Procesos	Porcentaje de Mandos Medios en Logistica Entrenados	30	60	100
	Capacitacion en Nuevas Tecnologias y la Adopcion de las mismas	Porcentaje de Mandos Medios en Logistica Entrenados	30	50	100
	Capacitacion en Eco Manejo de los Conductores	Porcentaje de Conductores Entrenados	30	80	100

Figura 15 Cuadro de Mando Integral para el plan de implementación de la estrategia empresarial la logística verde en empresas de transporte de contenedores
Creación propia.

6.2 Propuesta de soluciones tecnológicas de automatización de procesos logísticos y movilidad en transporte: Tabla de beneficios

Las soluciones tecnológicas permiten hacer una recolección de datos, para su interpretación y subsecuente toma de decisiones. La propuesta de soluciones tecnológicas cuyas actividades permiten un ahorro de recursos al poder medir el proceso se dividen en tres áreas. La mejora continua viene de la optimización de los procesos.

La primera área es la optimización de rutas.

En la Tabla 5 se propone colocar los datos en el centro de las operaciones de la cadena de suministro, esto permite a las empresas trabajar de manera más eficiente y efectiva.

Se identifica que las principales tendencias tecnológicas son:

- *Machine Learning*
- Inteligencia Artificial
- Internet de las Cosas
- Integración de la cadena de suministro (ERP)

Se lista los beneficios esperados de la implementación de la tecnología:

- Almacenamiento y análisis de datos para mejoramiento de procesos
- La optimización de ruta: la cual utiliza *software* con algoritmos sofisticados para proporcionar rutas de vehículos óptimas para mejorar su red de transporte, la conducción ecológica y fomentar el mantenimiento preventivo.
- Conducción ecológica: Analiza conducción y genera recomendaciones

En Costa Rica hay empresas que ayudan a otras en su transición hacia la adopción de tecnología, dos de ellas son Detektor y Navsat.

Se hace un análisis de la situación actual, los objetivos deseados en el tiempo y el presupuesto disponible, para finalmente definir las soluciones por implementar. Es relevante tener criterio para medir los resultados.

Tabla 5 Soluciones y beneficios de las tecnologías digitales aplicadas en la logística verde de transporte

Soluciones tecnológicas de automatización de procesos logísticos y movilidad en transporte:	
Las principales tendencias tecnológicas son: <i>Machine Learning</i> , Inteligencia, Artificial Internet de las Cosas	
Integración de la cadena de suministro (ERP)	
1.ERP para la administración de la cadena de abastecimiento	Ventaja competitiva diferenciadora
	Reducen los gastos de <i>hardware</i> y energía
	Almacenamiento y análisis de datos
	ERP: para el monitoreo y control de toda la cadena de abastecimiento, desde el ingreso de la orden, su almacenamiento, transporte y entrega al cliente
	Optimización de ruta: Tiempo
	Software utiliza algoritmos sofisticados para proporcionar rutas de vehículos óptimas para mejorar su red de transporte
	Optimización de Ruta: Ecológica
	Reducción de emisiones con ajustes de parámetros ambientales, cálculos huella de carbono
	Conducción Ecológica: Analiza conducción y genera recomendaciones
	Cantidad de Vehículos (Flota): Menos camiones pueden distribuir la misma cantidad de mercancías.
2.Sistema automatizado de gestión de transporte (TMS) Optimizar las rutas de vehículos y la programación de envíos Disminuir el impacto ambiental	Reducción/exactitud de tiempos de respuesta a socios/clientes
	Reducir las tareas repetitivas y propensas a errores
	Mantenimiento Preventivo en tiempo real
	Facilidad para compartir información con clientes/socios comerciales

Creación propia.

En esta sección de la propuesta se ilustran dos casos de éxito empresarial donde se describe cómo una mejora en las soluciones tecnológicas tiene mejoras en la administración de la flota vehicular. Se recomienda estudiar estos casos de éxito

relacionados con logística de transporte para servir de guía y motivación en las capacitaciones.

6.3 Ejemplos de caso de éxito de implementación de soluciones tecnológicas de automatización de procesos logísticos y movilidad en transporte en Costa Rica

La empresa Navsat (NAVSAT CR, 2023) plantea:

6.3.1 Caso 1: optimización de uso de combustible para empresa de cadena de supermercados

Soluciones implementadas:

- Control de sus unidades por medio de GPS en su flota completa con integración de un medio de pago electrónico.
- Visualización de sus camiones en tiempo real para sus rutas de entrega.
- Implementación de la Tarjeta Flotilla BCR-NAVSAT para regular recursos destinados al gasto de combustibles.
- Eliminación del uso de órdenes de compra con una gasolinera para las cargas de combustible.
- Reportería completa y a la medida para análisis gerenciales.
- Habilitación de sensores de apertura de puertas para detección de irregularidades en lugares no autorizados.
- Delimitación de las gasolineras que serían utilizadas para la carga de combustible.

Resultados:

- Mitigación de los riesgos y fraudes por pagos no autorizados.
- Mejor rendimiento de combustible en sus visitas y reducción en tiempos de entrega de mercadería.
- Eficiencia de conducción, lo que se traduce en disminución de gastos en mantenimiento de su flota y menor uso de combustible.
- Reducción de tiempos muertos y paradas no autorizadas por parte de los conductores.
- Verdadero control del gasto de combustible, a través de un control real tanto del gasto como del consumo.

6.3.2 Caso 2: Mejorar el control sobre la temperatura del producto transportado

Soluciones implementadas

- Instalación de dispositivos de GPS en su flota vehicular.
- Implementación de sensores de apertura de puertas.
- Habilitación de mediciones en tiempo real con sensores de temperatura en camiones con especificaciones estrictas.
- Generación de alertas inteligentes de velocidades excesivas con avisos sonoros al conductor en tiempo real y en la cabina del vehículo.
- Geolocalización de puntos de venta en su mapa de distribución a través de geocercas poligonales.
- Configuración de nuestra plataforma para generar reportes y visualización en tiempo real de sus unidades desde la computadora y a través de aplicativos móviles.
- Instalación de llaves inteligentes para identificación de los conductores y así generar calificaciones individualizadas evaluando los hábitos de conducción de sus choferes.

Resultados:

- Mejora en el control sobre los tiempos de apertura de puertas para reducir las inconsistencias en el aseguramiento de la cadena de frío y bajar los consumos innecesarios en combustibles.
- Disminución en la pérdida de producto debido a la no aplicación de los lineamientos de control de calidad relacionados con el manejo de puertas en el punto de venta para los camiones refrigerados.
- Optimización en el uso de los frenos y embrague, a través de un mejor manejo, con la consecuente mejora de la depreciación o desgaste de la flota. Erradicación de los accidentes atribuidos al exceso de velocidad.

6.4 Propuesta de plan de implementación de la logística verde en empresas de transporte de contenedores: Diagrama de Gantt

Para esta propuesta los insumos son los datos obtenidos de la encuesta de los beneficios de la logística verde, y los resultados obtenidos del análisis de causa raíz por medio del Diagrama de Ishikawa y la tabla de priorización para identificar las dificultades para implementar la logística verde, la propuesta de estrategia explicada en el cuadro de mando integral y la propuesta de soluciones tecnológicas planteadas en la Tabla 5, apoyado en los dos casos de éxito descritos.

En la Tabla 6 se resume la estrategia sustentable, la cual integra una visión comercial, logística y ambiental, permitiendo aumento de la competitividad empresarial y describiendo cada uno de los subproyectos. El plan de implementación de la logística verde está compuesto por cuatro subproyectos.

La base la determina el subproyecto 1: la educación de las áreas funcionales, empezando con los líderes de la organización. El subproyecto 2 determinará los KPI no económicos apoyados en los beneficios de la logística verde, esto permitirá ampliar el enfoque más allá del retorno no económico, se busca un cambio de cultura, donde se hace énfasis en la innovación y el mejoramiento continuo. Se incluye a los proveedores y socios comerciales en la capacitación en logística verde.

El subproyecto 3 es el estudio de buscar combustibles alternativos. El subproyecto 4 es la adopción de tecnología. Está dividido en implementar un ERP y un optimizador de rutas.

Control del Nuevo Proceso:

La propuesta incluye un plan para el control del nuevo proceso, descrito a continuación:

- Implementar programas de gestión ambiental: educación y actividades
- Elaborar auditorías
- Seguimiento de proyectos de mejora continua enfocados en logística verde en el transporte

Tabla 6 Plan de implementación de la logística verde en empresas de transporte de contenedores aporte

Plan de implementación de la logística verde en empresas de transporte de contenedores						
<p>Definir estrategia y objetivos</p> <p>La estrategia sustentable integra una visión comercial, logística y ambiental, permitiendo aumento de la competitividad empresarial.</p>						
<p>Ampliar enfoque de medición de retorno de la inversión</p> <p>Mas allá del retorno económico, considerar:</p> <table border="0" data-bbox="211 756 1362 913"> <tr> <td>Imagen corporativa</td> <td>Reducción del riesgo</td> </tr> <tr> <td>Cumplimiento legal</td> <td>Participación del mercado</td> </tr> <tr> <td>Lealtad del cliente</td> <td>Cultura organizacional</td> </tr> </table> <p>Enfoque en Innovación:</p> <p>Reducción de costos y optimización de procesos</p> <p>Mejorar visibilidad:</p> <p>Involucrar a los proveedores y socios comerciales en logística verde</p>	Imagen corporativa	Reducción del riesgo	Cumplimiento legal	Participación del mercado	Lealtad del cliente	Cultura organizacional
Imagen corporativa	Reducción del riesgo					
Cumplimiento legal	Participación del mercado					
Lealtad del cliente	Cultura organizacional					
<p>Educación y Entrenamiento:</p> <p>Capacitación continua en el personal interno y externo en logística verde</p> <p>Fortalecer los beneficios de logística</p>						
<p>Adopción de tecnología:</p> <p>Almacenamiento y análisis de datos</p> <p>Optimización de rutas con enfoque ecológico</p> <p>ERP / TMS</p> <p>Facilidad para compartir información con clientes/socios comerciales</p>						
<p>Uso de Combustibles Alternativos</p> <p>Incrementar los lineamientos de conducción eficiente (<i>Eco/Drive</i>)</p> <p>Transicionar a una flotilla eléctrica</p> <p>Mantenimiento preventivo mejora rendimiento de la flota vehicular</p> <p>Creación propia.</p>						

Programa de Actividades

Este plan tiene como objetivo secuenciar las actividades principales en una línea de tiempo, con fechas de inicio y culminación. Esta visualización de proyecto permite la administración de recursos y costos. Se identifican las actividades más complejas, todas partiendo desde el entrenamiento en el tema como base para las siguientes actividades. Así mismo, se detallan dos subproyectos: la adopción de tecnología y el uso de combustibles alternativos.

El programa de actividades en el diagrama de Gantt está alineado con la propuesta de estrategias plasmado en:

- El Cuadro de Mando Integral
- Soluciones tecnológicas de automatización de procesos logísticos y movilidad en transporte
- El plan de implementación de la logística verde en empresas de transporte de contenedores

Las áreas de trabajo son:

- Ampliar enfoque de medición de retorno de la inversión
- Educación y entrenamiento
- Adopción de soluciones tecnológicas
- Combustibles alternativos

Responsables de la implementación:

- Gerencia: Comprometerse con la estrategia, comunicar y dar recursos para su implementación
- Personal de mando medio: Recibir la capacitación en logística verde. Ser parte del proceso de implementación en su área operativa
- Personal de gestión ambiental: Liderar este proyecto y los subsecuentes de iniciativa de logística verde en el transporte

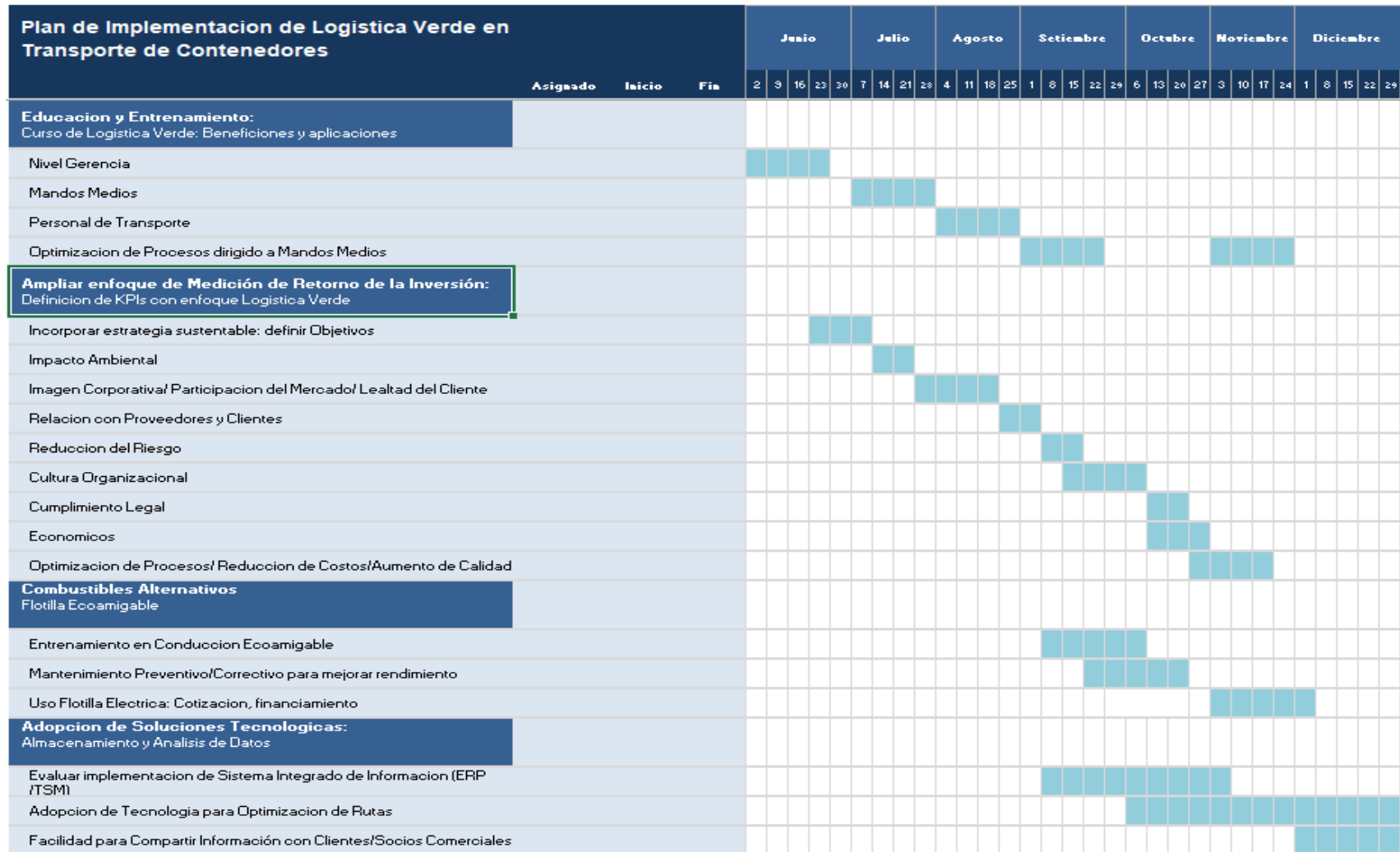


Figura 16 Diagrama de Gantt para la Implementación de la propuesta de solución

Creación propia.

Bibliografía

- ABC en el Este. (17 de noviembre de 2019). *De qué se trata la cuarta revolución industrial*. <https://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/economico/2019/11/17/de-que-se-trata-la-cuarta-revolucion-industrial/>
- Acosta, L. Z., & Muñoz, A. D. (2017). *Logística verde: universo de oportunidades empresariales y desafíos educativos que busca brindarle un respiro al planeta*. Universidad de San Buenaventura Medellín, Facultad de Ciencias Empresariales.
- Alves, R.-A., & Steinberg, G. (20 de setiembre de 2022). *How sustainable supply chains are driving business transformation*. https://www.ey.com/en_gl/supply-chain/supply-chain-sustainability-2022
- ASOMOVE. (2023). *Preguntas frecuentes*. <https://www.asomove.org/faq>
- ASQ. (2023). *The Define Measure Analyze Improve Control Process DMAIC*. <https://asq.org/quality-resources/dmaic>
- ASQ. (2023). *What is PDCA*. <https://asq.org/quality-resources/pdca-cycle>
- Ayala, J. F., Villacis, C. B., Martínez Nogales, J. N., & Haro, D. Á. (2022). *Modelo de gestión de logística Caso: Cooperativa de Transporte de los Andes. Imaginario Social*.
- Ayala, M. (24 de agosto de 2022). *Lifeder: Cultura general y sociedad*. <https://www.lifeder.com/paradigma-interpretativo-investigacion/#:~:text=Caracter%C3%ADsticas%20del%20paradigma%20interpretativo%201%20No%20busca%20generalizaciones,ciencia%20y%20el%20conocimiento%20no%20son%20neutrales%20>
- Banco Mundial. (4 de abril de 2023). *Costa Rica: panorama general*. <https://www.bancomundial.org/es/country/costarica/overview#1>
- Bernal, C. (2016). *Metodología de la Investigación*. Pearson Education.
- CAMTIC Camara de Tecnologia de Informacion y Comunicacion. (12 de noviembre de 2019). *Actualidad TIC*. <https://www.camtic.org/wp-content/uploads/2019/11/Perfil-de-la-oferta-costarricense-especializada-en-tecnolog%C3%ADas-4.0.pdf>
- Carrillo, K. (2017). *Estrategias Sustentables en Logística y cadena de Suministro. Revista loginn*.
- Cem, D. (11 de enero de 2023). *AI Multiple. O* <https://research.aimultiple.com/digital-transformation-and-sustainability/>

- CEPAL. (7 de noviembre de 2022). *América Latina y Caribe la transición verde puede ser un factor de cambio económico y social*. <https://www.cepal.org/es/comunicados/america-latina-caribe-la-transicion-verde-puede-ser-un-factor-cambio-economico-social>
- Coll, F. (1 de agosto de 2020). *Cuadro de Mando Integral*. <https://economipedia.com/definiciones/cuadro-de-mando-integral-balanced-scorecard.html>
- DETEKTOR. (2023). Monitoreo y gestión de sus vehículos. <https://www.detektor.co.cr/empresas-gps>
- DHL. (27 de abril de 2023). *Operaciones limpias para la protección del clima*. <https://www.dpdhl.com/en/sustainability/environment.html>
- Dizdar, A., Prenner, H., Isildar, G., Dizdar, E., Isildar, D., Avsec, S., . . . Yehouenou, D. (2019). *Logística Verde: Aspectos Teóricos y Prácticos*. Programa Union Europea.
- Edrawsoft. (2023). *Gráfico circular*. <https://www.edrawsoft.com/es/pie-chart/>
- Empresa y Desarrollo CAINCO. (15 de julio de 2019). *La ruta logística: la necesidad de disminuir los costos logísticos*. <https://www.cainco.org.bo/empresaydesarrollo/2019/07/15/la-ruta-logistica-la-necesidad-de-disminuir-los-costos-logisticos/>
- EPA US Environmental Protection Agency. (2021). *Sources of Green House emissions: Transportation Sector emissions*. <https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions#transportation>
- Faena. (3 de agosto de 2020). *Tipos de Contenedores Usos y Dimensiones*. <https://www.trafimar.com.mx/blog/tipos-de-contenedores-usos-y-dimensiones>
- Faena, Liat. (19 de julio de 2021). *Qué es la logística sostenible y sus beneficios*. <https://www.trafimar.com.mx/blog/que-es-la-logistica-sostenible-y-sus-beneficios>
- FedEx. (2023). *FedEx: Our approach to innovating operations*. <https://www.fedex.com/en-us/sustainability/our-approach.html>
- Fleck, Anna. (21 de abril de 2023). *Statista Sustainability*. <https://www.statista.com/chart/29789/map-of-countries-preparation-for-frontier-technologies/>
- García, E., Aymerich, D., & Sisteró, J. (2018). *Gestión Logística y Comercial*. McGraw-Hill Interamericana. <https://www.ebooks7-24.com:443/?il=16553>

- Gazca-Santos, H. E., Pereyra, A. C., & Flores, K. P. (2020). *Logística Verde: Conceptos y Características*. Centro de graduados e investigación, Instituto Tecnológico de Mérida.
- Gehisi. (27 de marzo de 2017). *El diagrama de Ishikawa*. <https://aprendiendocalidadyadr.com/el-diagrama-causa-efecto/>
- Ghavami, S. (2019). *La Logística Verde y el impacto de las nuevas tecnologías en el ámbito de transporte de la mercancía en ello*. Tesis Universitat de Barcelona.
- Gómez, A. (2014). *Gestión Logística y Comercial*. Mc Graw-Hill.
- HERMATIX. (2023). *HERMATIX*. <https://hermatix.com/>
- Ilgar, O. (13 de mayo de 2021). *Forbes: Innovation*. <https://www.forbes.com/sites/sap/2021/05/13/5-tips-to-navigate-sustainable-logistics/?sh=59c89bfc46a3>
- Jarasuniene, A., & Bazaras, D. (29 de abril de 2022). *CRAI*. <https://web.p.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=b98d4432-5e67-4c90-86de-92f035788f2b%40redis>
- JMP Statistical Discovery. (2023). *Diagrama de Pareto*. https://www.jmp.com/es_co/statistics-knowledge-portal/exploratory-data-analysis/pareto-chart.html
- León, A. M. (Agosto de 2020). *Ideas y conceptos básicos para la comprensión de las industrias 4.0*. https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Evolucion-de-las-Industrias-Fuente-Hallward-2018_fig1_344330823
- López, B. S. (2 de julio de 2019). *Indicadores de desempeño logísticos*. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/logistica/indicadores-de-desempeno-logistico/#:~:text=Los%20Indicadores%20de%20Desempe%C3%B1o%20Log%C3%ADstico%20son%20medidas%20de,informaci%C3%B3n%20entre%20las%20partes%20de%20la%20cadena%20log%C3%ADstica>.
- Mecalux Esmena. (19 de abril de 2019). *Blog sobre logística y Supply Chain*. <https://www.mecalux.es/blog/logistica-ambiental/#:~:text=La%20log%C3%ADstica%20ambiental%20o%20log%C3%ADstica,actividades%20de%20esta%20%C3%A1rea%20empresarial>
- Microsoft. (2023). *Diagrama de Gantt*. <https://templates.office.com/ES-MX/diagrama-de-gantt-simple-TM16400962>
- Mujica, A. (6 de marzo de 2023). *Importancia de la tecnología: Cómo la nueva tecnología revoluciona la logística*. <https://blog.driv.in/es/importancia-tecnologia-logistica/>

- Murphy, P., & Knemeyer, A. (2015). *Logística Contemporánea*. Pearson Educacion.
- NAVSAT CR. (2023). *Soluciones de monitoreo y gestion de flotas por GPS*. <https://www.navsat.com/es/distribucion-y-logistica/>
- Noticias Parlamento Europeo. (19 de noviembre de 2022). *Combustibles alternativos para automóviles: cómo aumentar su uso*. <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/economy/20221013STO43019/combustibles-alternativos-para-automoviles-como-aumentar-su-uso>
- Obando, G. F. (21 de febrero de 2015). *Tipos de Contenedor*. <https://comunidad.todocomercioexterior.com.ec/profiles/blogs/tipos-de-contenedor>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (14 de octubre de 2021). *El transporte sostenible es clave para el cambio hacia la energía verde*. <https://news.un.org/es/story/2021/10/1498352>
- Orjuela, C. A., Diego, B. C., & Fernando, M. G. (2019). *Análisis de la Logística Verde como fuente de competitividad en un operador logístico*. Tesis Corporación Universitaria Minuto de Dios, España.
- Orozco, C. (17 de enero de 2021). *Guía del Empresario*. <https://guiadelempresario.com/logistica/verde/>
- Pérez, A. (12 de abril de 2021). *Qué es un Diagrama de Gantt*. <https://www.obsbusiness.school/blog/que-es-un-diagrama-de-gantt-y-para-que-sirve?page=>
- Perú Retail. (27 de abril de 2019). *Cuáles son los distintos tipos de Logística*. <https://www.peru-retail.com/distintos-tipos-de-logistica/>
- Plugshare. (2023). *Estaciones de Carga en Costa Rica*. <https://www.plugshare.com/map/costa-rica>
- Portal Movilidad. (12 de octubre de 2022). *La mitad de la flota de DHL Express será con vehículos eléctricos en Costa Rica*. <https://portalmovilidad.com/la-mitad-de-la-flota-de-dhl-express-sera-con-vehiculos-electricos-en-costa-rica/>
- Rakesh, P. (13 de enero de 2023). *Upper Route Planner*. <https://www.upperinc.com/blog/green-logistics/>
- Rodríguez, P. (18 de febrero de 2022). *Sitrack*. <https://blog.sitrack.com/estructura-de-costos-de-una-empresa-de-transporte-de-carga#:~:text=Los%20porcentajes%20de%20la%20estructura%20de%20co>

stos%20por, Costos%20por%20seguros%3A%201%2C0%25%207%20Costos%20fiscales%3A%200%2C5%25

- Romero, N. G., Jiménez Retana, R. R., & Lezcano, Y. C. (2021). *Logística y Globalización: Oportunidades para el desarrollo económico de Costa Rica. Revista Estudios.*
- Sampieri, R. H., & Mendoza, P. (2019). *Metodología de la Investigación para bachillerato.* McGraw-Hill Interamericana.
- SAP Concur Team. (5 de setiembre de 2022). *SAP Concur Team Blog.* <https://www.concur.com.mx/blog/article/logistica-verde-mx>
- Statista. (13 de marzo de 2023). *Costa Rica: conectores en estaciones de carga para autos eléctricos 2021, por tipo.* <https://es.statista.com/estadisticas/1182327/estaciones-de-carga-vehiculos-electricos-costa-rica-tipo-de-conector/>
- Sydle. (20 de junio de 2022). *¿Qué es Balanced Scorecard y cuál es su importancia? Ve ejemplos.* <https://www.sydle.com/es/blog/balanced-scorecard-629a519600627f09d729acf4/>
- Tecnológico de Costa Rica. (20 de enero de 2022). *Inicia plan piloto con vehículo eléctrico de carga liviana.* <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2022/01/20/inicia-plan-piloto-vehiculo-electrico-carga-liviana>
- Tiseo, I. (14 de abril de 2023). *Statista.* <https://www.statista.com/statistics/1185535/transport-carbon-dioxide-emissions-breakdown/>
- Torres, B., & Augusto, C. (2022). *Metodología de la Investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales.* Pearson Educacion.
- Transeop. (31 de marzo de 2023). *Logística verde: La importancia de un transporte sostenible.* <https://www.transeop.com/blog/logistica-verde/318/>
- UPS. (2023). *UPS Logistic Services.* <https://www.ups.com/us/en/supplychain/logistics.page>
- Zapata, F. (15 de diciembre de 2022). *Gráfica de barras: características, para qué sirve, ejemplos.* <https://www.lifeder.com/grafica-de-barras/>