



# **GRADO EN COMERCIO**

## **TRABAJO FIN DE GRADO**

### **“EMISIONES DE CO<sub>2</sub> Y HUELLA DE CARBONO EN EL TRANSPORTE DE MERCANCIAS”**

**LUCAS HERRERA SANZ**

**FACULTAD DE COMERCIO  
VALLADOLID, 15/07/2024**



**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**  
**GRADO EN COMERCIO**

CURSO ACADÉMICO 2023/2024

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**“EMISIONES DE CO2 Y HUELLA DE  
CARBONO EN EL TRANSPORTE DE  
MERCANCIAS”**

**Trabajo presentado por: Lucas Herrera Sanz**

**Tutor: Juan Carlos de Margarida**

**FACULTAD DE COMERCIO**

Valladolid, 15/07/2024

## INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. MARCO TEÓRICO .....	2
2.1 Emisiones De CO2 Y Cambio Climático .....	3
2.2 Transporte De Mercancías Y Emisiones De CO2.....	3
2.3 Impacto ambiental del transporte de mercancías en Europa.....	4
2.4 Impacto ambiental en España.....	8
3. LEGISLACIÓN .....	12
3.1 Legislación de la Unión Europea.....	12
3.2 Legislación de España.....	15
4. MEDIDAS APLICABLES.....	18
4.1 Medidas Generales para el Transporte de Mercancías .....	18
4.2 Medidas Específicas para el Transporte Naviero .....	19
4.3 Resolución del Parlamento Europeo .....	20
5. CASO DE EXITO MAERSK.....	21
5.1 Resumen .....	21
5.2 Datos Relevantes para el Estudio .....	21
5.2.1 Etapas de Renovación de la Flota .....	22
5.3 Fase 1: Proyección Financiera hasta 2050 .....	22
5.4 Fase 2: Renovación Progresiva de la Flota de Buques .....	23
5.5 Fase 3: Análisis del Impacto Económico y Viabilidad .....	23
6.5.1 COSTE BUQUES E-METANOL.....	24
5.6 Conclusión Y Recomendaciones.....	25
6. CASO DE EXITO FEDEX.....	25
6.1 Resumen .....	25
6.2 Datos Relevantes para el Estudio .....	25
6.2.1 Etapas de Renovación de la Flota .....	26
6.3 Fase 1: Proyección Financiera hasta 2050 .....	26

6.4 Fase 2: Renovación Progresiva de la Flota de Aviones.....	28
7.4.1 REDUCCIÓN DE EMISIONES: .....	28
6.5 Fase 3: Análisis del Impacto Económico y Viabilidad .....	28
6.6 Conclusión y Recomendaciones .....	29
6.6.1 Implicaciones Financieras: .....	29
6.6.2 Implicaciones Ambientales: .....	30
6.6.3 Recomendaciones Estratégicas: .....	31
7. CASO EXITO SEUR.....	32
7.1 Resumen .....	32
7.2 Datos Clave del Estudio.....	32
7.2.1 Etapas de la Renovación de la Flota .....	32
7.3 Fase 1: Proyección Financiera hasta 2050 .....	32
7.4 Fase 2: Proceso de Renovación de la Flota.....	33
7.5 Fase 3: Evaluación del Impacto Económico y Viabilidad .....	33
7.6 Conclusión y Recomendaciones .....	34
7.6.1 Comprensión de las Implicaciones Financieras y Ambientales: .....	34
7.6.2 Implicaciones Financieras .....	34
7.6.3 Implicaciones Ambientales .....	35
7.6.4 Recomendaciones Estratégicas: .....	35
8. CASO DE EXITO RENFE Mercancías .....	36
8.1 Resumen .....	36
8.2 Datos Clave del Estudio.....	37
8.2.1 Etapas de la Renovación de la Flota .....	37
8.3 Fase 1: Proyección Financiera hasta 2050 .....	37
8.4 Fase 2: Proceso de Renovación de la Flota.....	38
8.5 Fase 3: Evaluación del Impacto Económico y Viabilidad .....	38
8.6 Conclusión y Recomendaciones .....	39
8.6.1 Comprensión de las Implicaciones Financieras y Ambientales: .....	39

8.6.2 Implicaciones Financieras: .....	39
8.6.3 Implicaciones Ambientales: .....	39
8.6.4 Recomendaciones Estratégicas: .....	40
9.CASOS DE ÉXITO: COMPARATIVA .....	41
9.1 Maersk.....	41
9.2 FedEx .....	41
9.3 SEUR.....	41
9.4 RENFE Mercancías .....	42
10. CASOS DE ÉXITO: PROPUESTA MEJORA HUELLA DE CARBONO .....	42
10.1 Maersk .....	42
10.1.1 Estrategias para Mejorar la Huella de Carbono: .....	42
10.2 FedEx .....	43
10.2.1 Estrategias para Mejorar la Huella de Carbono: .....	43
10.3 SEUR.....	43
10.3.1 Estrategias para Mejorar la Huella de Carbono: .....	43
10.4 RENFE Mercancías .....	44
10.4.1 Estrategias para Mejorar la Huella de Carbono: .....	44
11. CONCLUSIONES .....	45
12.BIBLIOGRAFIA.....	47

**Índice de ilustraciones:**

Ilustración 1. Emisiones del transporte .....	6
Ilustración 2. Gases de efecto invernadero del transporte de la UE.....	8

**Índice de gráficos:**

Gráfico 1. Evolución de la economía y de las emisiones de gases de efecto invernadero.....	3
Gráfico 2. Emisiones de dióxido de carbono en kg .....	4
Gráfico 3. Emisiones de CO2 en el Transporte de Mercancías (2012-2021) .....	9
Gráfico 4. Volumen de Mercancías Transportadas por Carretera (2006-2022)	10
Gráfico 5. Volumen de Mercancías Transportadas por Ferrocarril (2006-2021)	11

## **1. INTRODUCCIÓN**

En las últimas décadas, el tema del cambio climático y el calentamiento global se ha convertido en una preocupación apremiante a nivel mundial. El aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, en particular el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), ha llevado a graves consecuencias ambientales que afectan a nuestro planeta. Uno de los sectores que contribuye significativamente a estas emisiones es el transporte de mercancías, una parte esencial de la economía global.

El transporte de mercancías desempeña un papel crucial en la distribución de productos a lo largo de las cadenas de suministro, permitiendo que los bienes lleguen a su destino final, ya sea en una tienda local o en un centro de distribución en el extranjero. Sin embargo, este proceso no está exento de impactos ambientales negativos. El traslado de mercancías a través de carreteras, ferrocarriles, puertos y aeropuertos conlleva la quema de combustibles fósiles, lo que se traduce en emisiones significativas de CO<sub>2</sub> y otros gases contaminantes.

Este trabajo tiene como objetivo abordar la cuestión de las emisiones de CO<sub>2</sub> y la huella de carbono en el transporte de mercancías, centrándose en la situación en la Unión Europea. Exploraremos el impacto ambiental del transporte de mercancías, analizaremos las regulaciones y políticas pertinentes de la UE y examinaremos cómo las empresas de transporte europeas están abordando la reducción de emisiones.

El presente estudio proporcionará una visión profunda de la relación entre el transporte de mercancías y el cambio climático, destacando la importancia de encontrar soluciones sostenibles en este sector. Además, se presentarán recomendaciones para las empresas de transporte, los gobiernos y otras partes interesadas sobre cómo avanzar hacia un transporte de mercancías más ecoeficiente y amigable con el medio ambiente.

En un momento en que la sostenibilidad y la protección del medio ambiente son imperativos, este trabajo busca contribuir a la comprensión y promoción de prácticas de transporte de mercancías más respetuosas con el entorno.

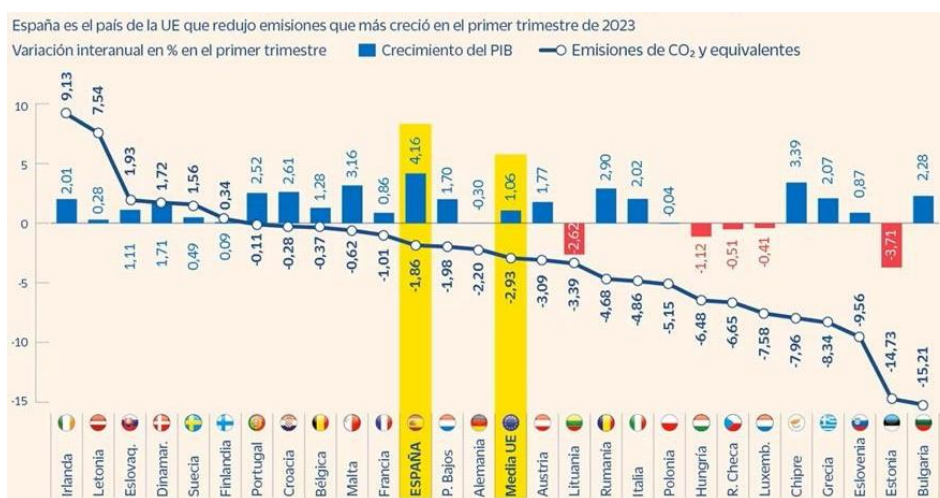
## **2. MARCO TEÓRICO**

El transporte de mercancías es una parte fundamental de la economía global, pero su impacto ambiental, en particular en términos de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), es un tema crítico en el contexto de la crisis climática actual. En este marco teórico, exploraremos conceptos clave relacionados con las emisiones de CO<sub>2</sub> y la huella de carbono en el transporte de mercancías, así como su medición y evaluación.

## 2.1 Emisiones De CO2 Y Cambio Climático

Las emisiones de CO<sub>2</sub>, derivadas en su mayoría de la quema de combustibles fósiles, son un factor principal que contribuye al cambio climático. Los gases de efecto invernadero, como el CO<sub>2</sub>, atrapan el calor en la atmósfera terrestre, lo que provoca un aumento de la temperatura global, un fenómeno conocido como calentamiento global. Este aumento de la temperatura tiene consecuencias significativas, incluyendo el deshielo de los casquetes polares, el aumento del nivel del mar, fenómenos climáticos extremos y la alteración de los ecosistemas. (Eurostat, 2023).

Gráfico 1. Evolución de la economía y de las emisiones de gases de efecto invernadero



Fuente: Eurostat

## 2.2 Transporte De Mercancías Y Emisiones De CO2

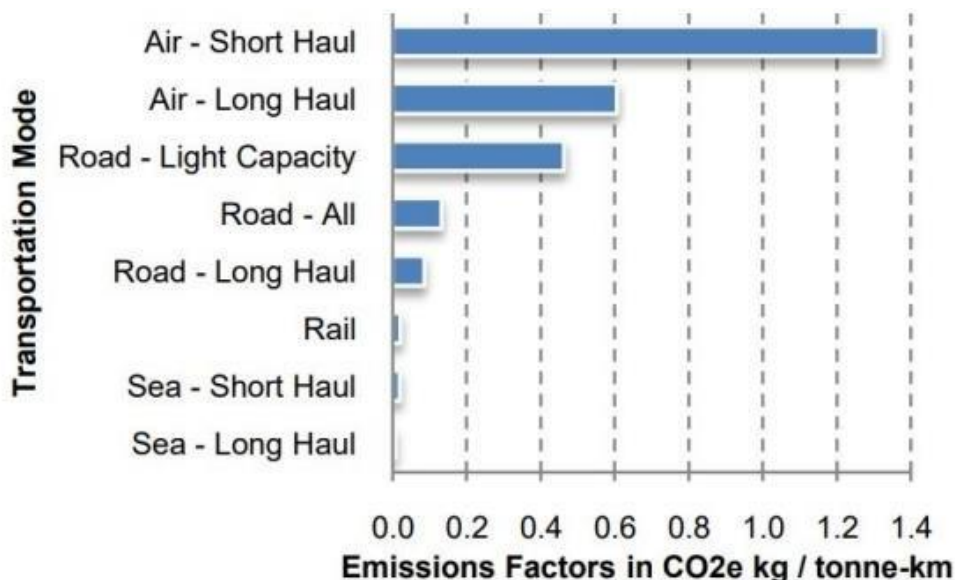
El transporte de mercancías juega un papel esencial en el proceso de distribución de productos en todo el mundo. Sin embargo, este proceso a menudo implica el uso de vehículos que consumen combustibles fósiles, como camiones, barcos, trenes y aviones, lo que resulta en la liberación de grandes cantidades de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. El transporte de mercancías es uno de los principales contribuyentes a las emisiones de gases de efecto invernadero en todo el mundo. La figura muestra los factores de emisión de CO<sub>2</sub> de varios modos de transporte (Pradap & Alisherova, 2023).

Las tiendas en línea que entregan productos utilizan una flota de vehículos de transporte terrestre y aéreo, y si las empresas no pueden tener su propio sistema logístico, la mayoría de las veces se subcontratan a empresas de logística. Los productos de desecho creados por logística, especialmente en enrutamiento en un entorno dependiente del tiempo son difíciles de minimizar debido a la urgencia en dicha entrega. El tamaño del mercado global de entregas same-day se estimó en 4.6 mil



millones de dólares en 2019; de 2020 a 2027, se proyecta que se expandirá a una TCAC del 20.3% (Jamkhandikar et al., 2021).

Gráfico 2. Emisiones de dióxido de carbono en kg



El transporte representa un total del 8 % de las emisiones de carbono a nivel mundial. Según el Foro Económico Mundial, la logística representa un total del 5.5 % de los gases tóxicos, no solo emisiones de dióxido de carbono, sino también varios tipos de gases agotadores de ozono.

De este 5.5 %, dos tercios podrían ser relevantes para el transporte terrestre. En el transporte terrestre se incluyen la logística basada en tierra, como camiones y furgonetas para grandes envíos y automóviles y furgonetas para envíos más pequeños. Las emisiones del transporte terrestre están aumentando a un ritmo muy rápido en comparación con el transporte aéreo o marítimo y se supone que serán un 80% más que su estado actual para el año 2030. Dado este alto índice de emisiones, es importante establecer controles (Ribeiro et al., 2007).

### 2.3 Impacto ambiental del transporte de mercancías en Europa

El transporte de mercancías, siendo una pieza fundamental para el funcionamiento de la economía europea, plantea simultáneamente un desafío significativo en términos de emisiones de gases de efecto invernadero y su consiguiente impacto ambiental. Este análisis se enfocará en examinar detalladamente cómo el transporte de mercancías afecta el entorno en Europa, centrándose especialmente en las emisiones de gases de efecto invernadero y su relación con las políticas y regulaciones de la Unión Europea (UE).

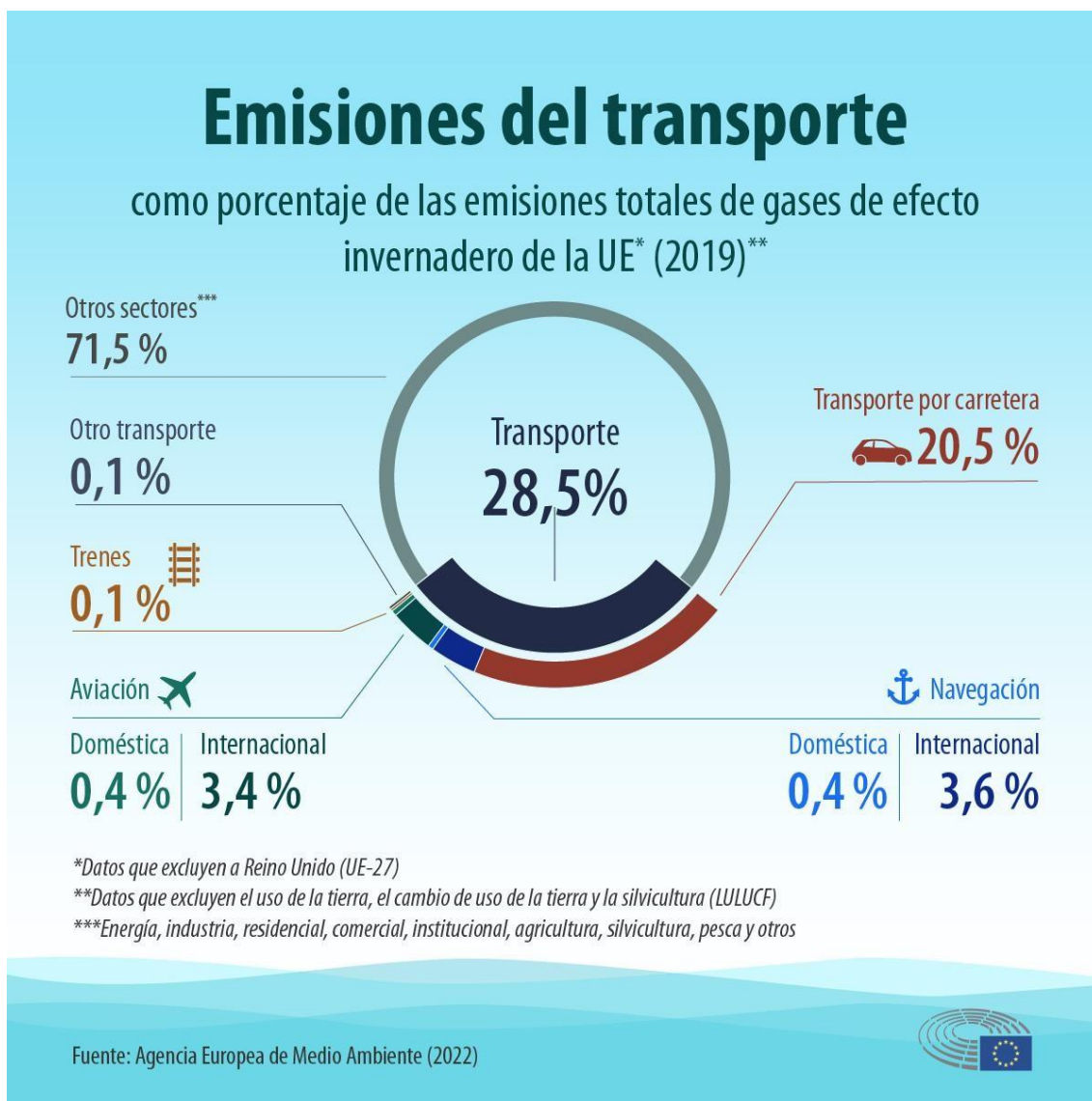
Para comprender la evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la UE a lo largo del tiempo, es esencial considerar datos relevantes.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas del transporte marítimo en la UE aumentaron significativamente, registrando un incremento del 48 % entre 1990 y 2008. En el año 2015, el transporte marítimo contribuyó con el 13 % del total de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector del transporte de la UE.

La representación visual en la siguiente ilustración ofrece una perspectiva clara de las emisiones de gases de efecto invernadero atribuidas al transporte en la Unión Europea. Según datos recopilados por el Parlamento Europeo en 2019, el sector del transporte en su conjunto contribuyó con un 28,5 % de las emisiones totales de gases de efecto invernadero en la UE. En este contexto, el transporte por carretera se destacó como el principal contribuyente, representando el 20,5 % de estas emisiones, mientras que el restante 8 % se distribuyó entre otras modalidades de transporte, como el ferrocarril, el transporte marítimo y el transporte aéreo (Parlamento Europeo, 2019).

Este análisis proporciona un marco comprensivo para abordar la complejidad de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al transporte de mercancías en Europa, subrayando la necesidad de estrategias y regulaciones efectivas para mitigar el impacto ambiental en este sector clave de la economía europea.

Ilustración 1. Emisiones del transporte



Esta información subraya la importancia de abordar el impacto ambiental del transporte de mercancías en Europa, y resalta la necesidad de implementar medidas efectivas para reducir las emisiones y avanzar hacia un sistema de transporte más sostenible y respetuoso con el medio ambiente. En los siguientes apartados, analizaremos las políticas y regulaciones de la Unión Europea destinadas a mitigar estas emisiones y promover prácticas de transporte más limpias y eficientes.

En esta segunda ilustración, que complementa el análisis del impacto ambiental del transporte de mercancías en Europa, se presenta un panorama de las tendencias de las emisiones de gases de efecto invernadero en las diferentes modalidades de transporte en la Unión Europea. En línea con los datos actuales, esta representación

gráfica pone de manifiesto un aspecto fundamental: con excepción del transporte aéreo doméstico, se observa una tendencia al alza en las emisiones de gases de efecto invernadero en las restantes modalidades de transporte (Parlamento Europeo, 2019). Además, vemos como el ferrocarril mantiene unos valores bajos en relación con el resto de los medios de transporte analizados en la ilustración.

“Simplemente transportando por ferrocarril se reduce hasta un 80% las emisiones de CO<sub>2</sub> comparado con el equivalente en carretera, además consume 6 veces menos energía y reduce en un 50% las externalidades asociadas al transporte. Utilizando el ferrocarril ayudamos a solucionar muchísimos de los problemas que tienen la mayoría de las empresas”

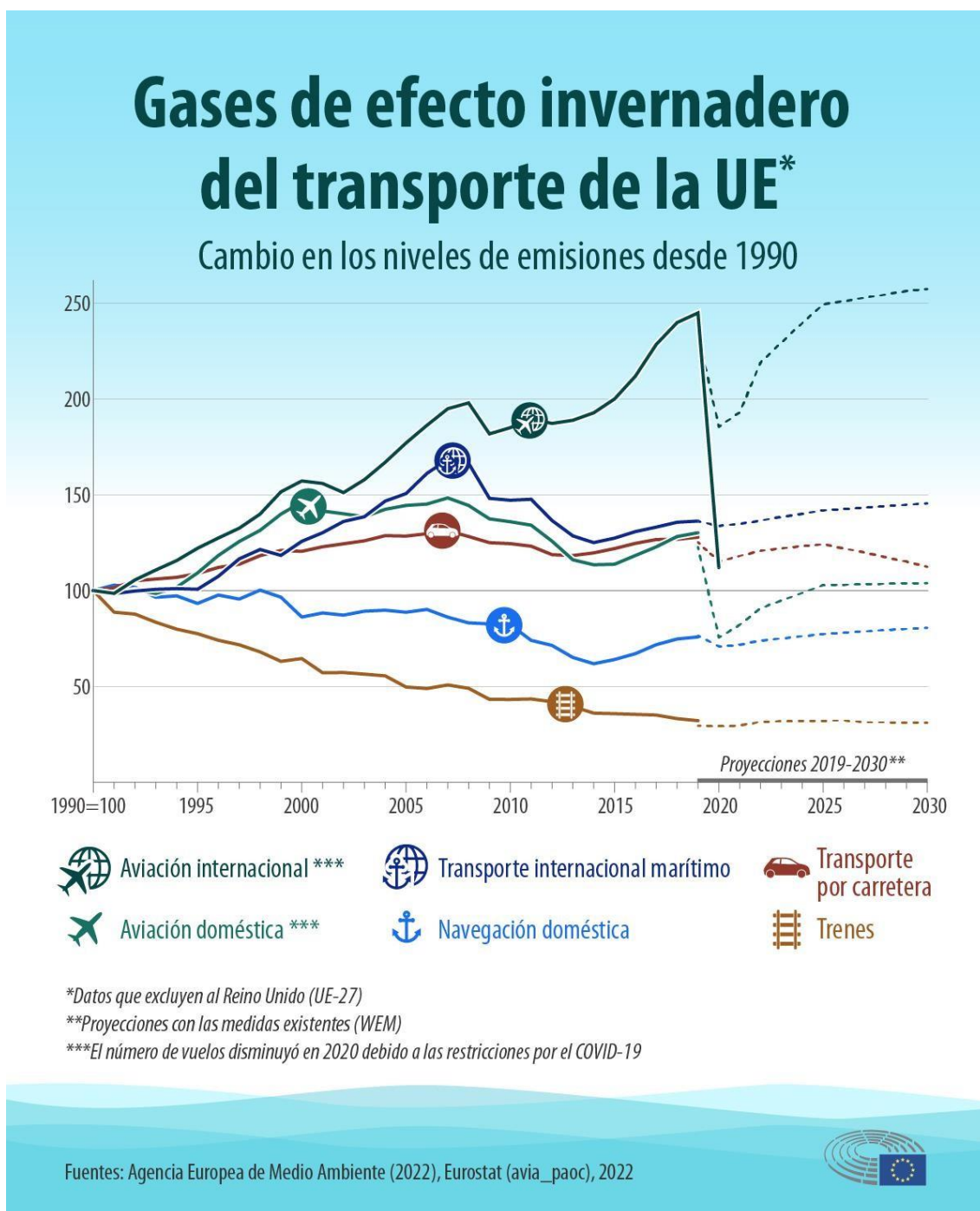
*IDOIA GALINDO (CEO Transfesa)*

Este aumento en las emisiones plantea desafíos significativos en la búsqueda de una movilidad más sostenible y respetuosa con el medio ambiente en Europa. Las razones detrás de estas tendencias varían según la modalidad de transporte, pero suelen estar relacionadas con el crecimiento económico, el aumento de la demanda de transporte y la necesidad de abordar la congestión y la eficiencia energética.

Para hacer frente a esta situación, se requieren políticas y acciones concretas que promuevan la descarbonización y la eficiencia en todas las modalidades de transporte. La Unión Europea ha establecido objetivos ambiciosos en su lucha contra el cambio climático, y estas tendencias crecientes subrayan la importancia de implementar medidas adicionales y tecnologías limpias en el transporte de mercancías.

En los siguientes apartados de este documento, exploraremos las iniciativas y regulaciones específicas que la Unión Europea y sus Estados miembros están aplicando para abordar este desafío, así como las soluciones innovadoras que están siendo desarrolladas para reducir las emisiones y avanzar hacia una movilidad más sostenible en el contexto del transporte de mercancías en Europa.

Ilustración 2. Gases de efecto invernadero del transporte de la UE

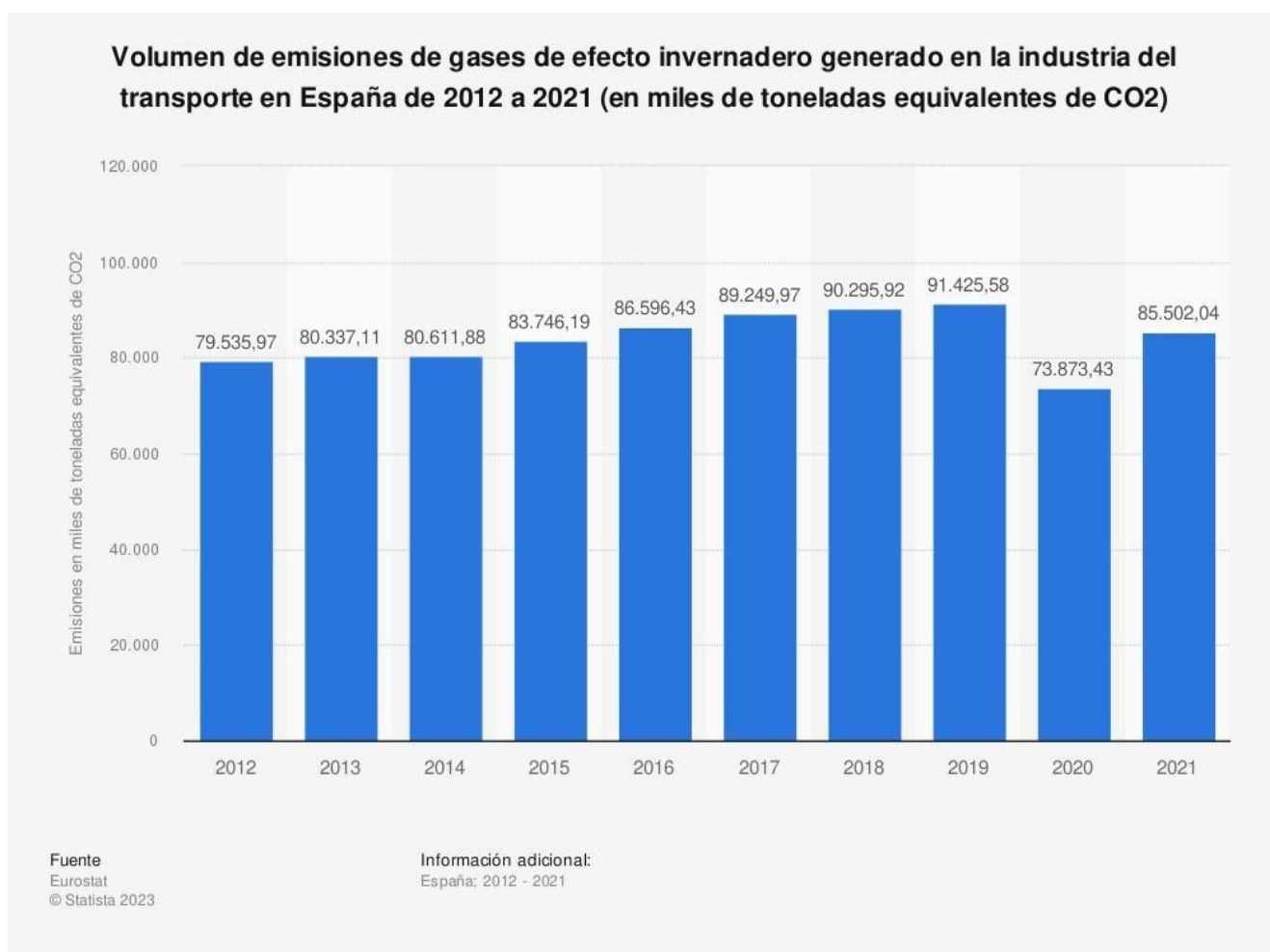


## 2.4 Impacto ambiental en España

En este apartado analizaremos la situación de nuestro país acerca de los datos de transporte de mercancías en los últimos años. Los tres gráficos proporcionan una visión detallada de las tendencias relacionadas con el transporte de mercancías en España, específicamente en cuanto a emisiones de CO<sub>2</sub>, volumen de mercancías transportadas por carretera y volumen de mercancías transportadas por ferrocarril (millones de toneladas por kilómetro).

La gráfica muestra la tendencia del volumen de emisiones de CO<sub>2</sub> en el transporte de mercancías en España desde 2012 hasta 2021. Se destaca que, en general, las emisiones han experimentado un aumento constante durante este período, con la excepción del año 2020, marcado por la pandemia de COVID-19. Este descenso puntual puede atribuirse a las restricciones de movilidad y la disminución de la actividad económica.

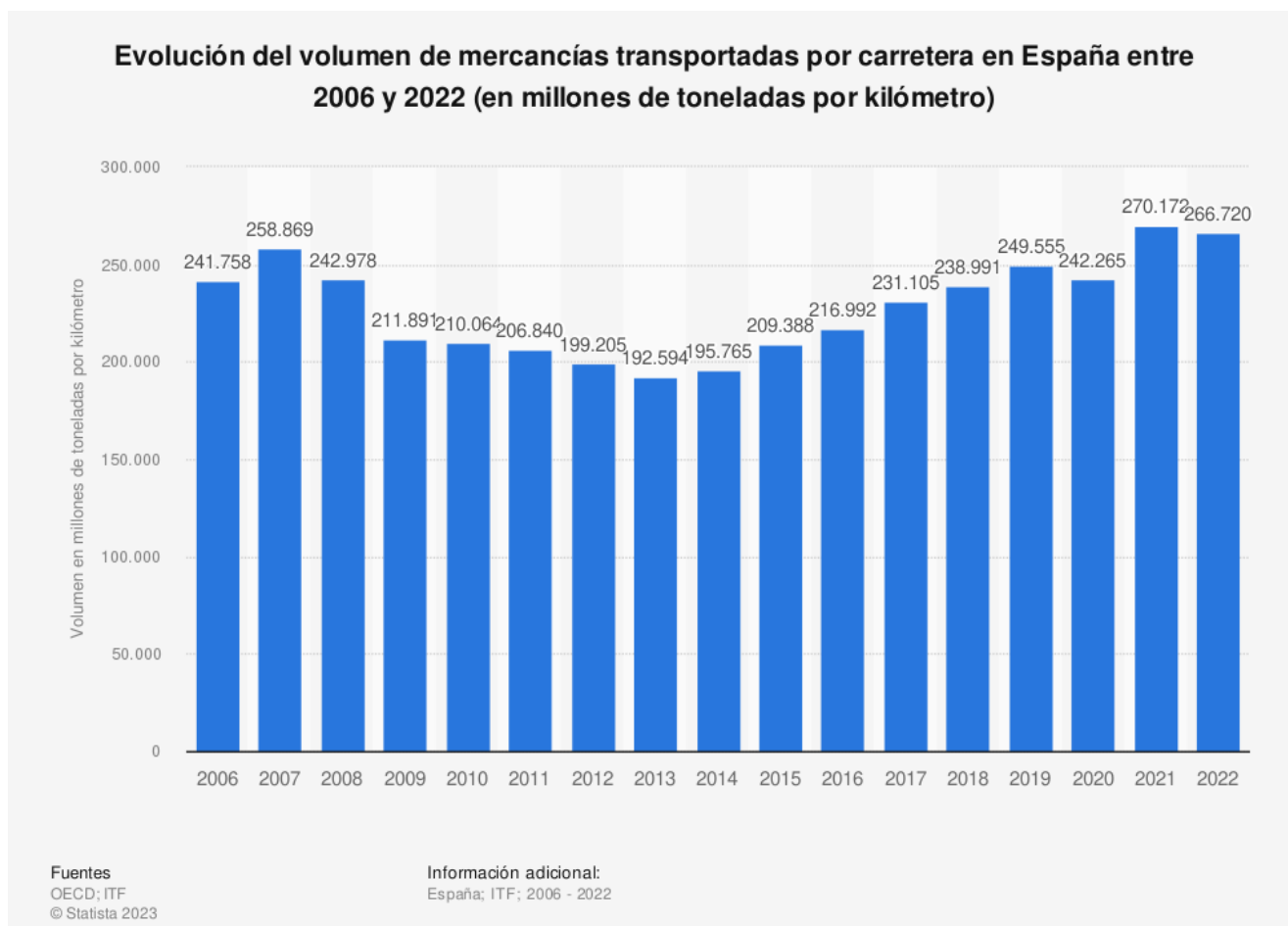
**Gráfico 3. Emisiones de CO<sub>2</sub> en el Transporte de Mercancías (2012-2021)**



Fuente: Eurostat

La siguiente ilustración ofrece una visión de la evolución del volumen de mercancías transportadas por carretera en España desde 2006 hasta 2022. Aquí, se observa claramente una tendencia alcista, indicando un aumento constante en la cantidad de mercancías movilizadas por este medio de transporte a lo largo de los años. Este crecimiento puede relacionarse con el aumento de la demanda de servicios logísticos y el auge de la economía.

**Gráfico 4. Volumen de Mercancías Transportadas por Carretera (2006-2022)**

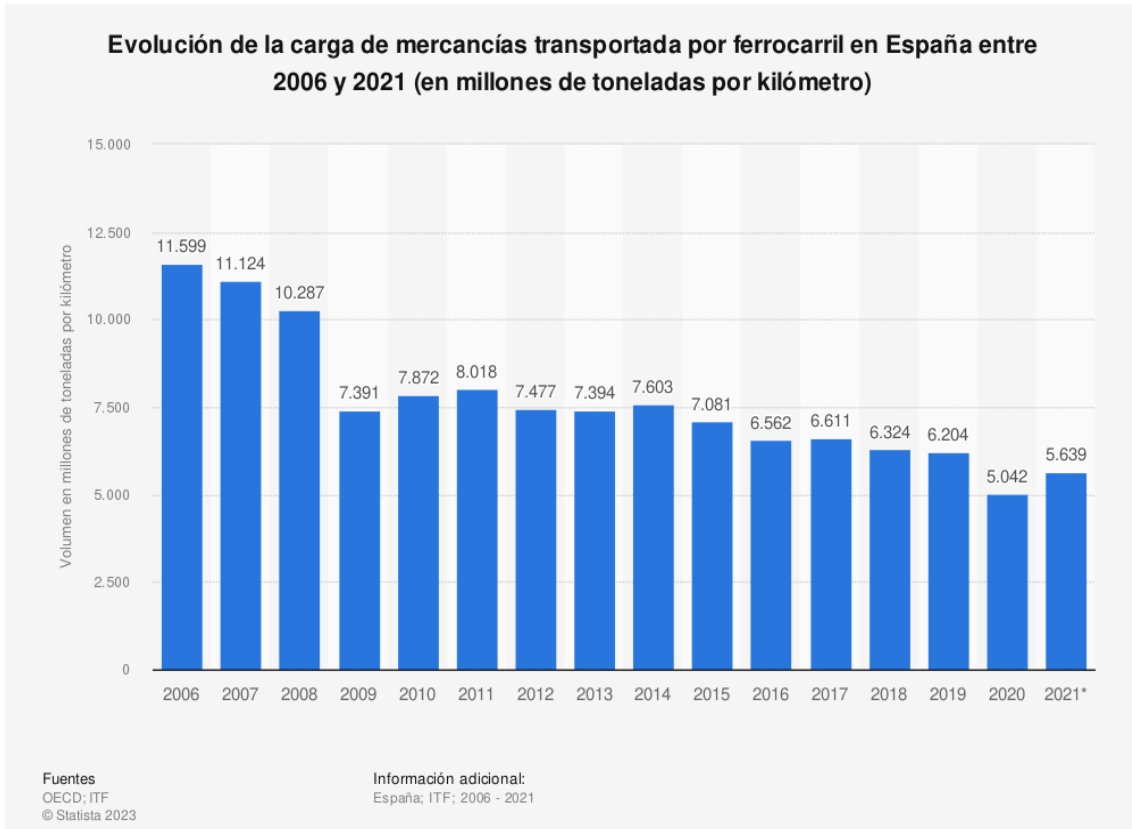


Fuente: OECD: ITF

En la siguiente ilustración, se examina el volumen de mercancías transportadas por ferrocarril en España desde 2006 hasta 2021. En este caso, la tendencia es a la baja, indicando una disminución en el uso del ferrocarril para el transporte de mercancías durante este período. Esto podría atribuirse a diversas razones, como la preferencia por el transporte por carretera, infraestructuras ferroviarias menos desarrolladas o la falta de competitividad en términos de costos.



**Gráfico 5. Volumen de Mercancías Transportadas por Ferrocarril (2006-2021)**



Fuente: OECD: ITF

Las estadísticas presentadas revelan tendencias significativas en el transporte de mercancías en España. En primer lugar, las emisiones de CO<sub>2</sub> muestran un aumento constante, con una notoria disminución en 2020 debido a la pandemia. Esta variación destaca la necesidad de enfoques más sostenibles en el sector para abordar su impacto ambiental.

En segundo lugar, el transporte de mercancías por carretera experimenta un crecimiento constante, reflejando una mayor dependencia de este medio. Esta tendencia subraya la importancia de explorar estrategias que optimicen la eficiencia y reduzcan las emisiones asociadas a este tipo de transporte.

Por último, el transporte de mercancías por ferrocarril muestra una clara disminución en volumen a lo largo del tiempo, evidenciando desafíos para este modo de transporte en comparación con la carretera. La revitalización del transporte ferroviario de mercancías podría contribuir significativamente a una logística más sostenible y eficiente en el contexto español. Estas tendencias subrayan la necesidad urgente de



políticas y prácticas que impulsen un transporte de mercancías más respetuoso con el medio ambiente y sostenible en el país.

### **3. LEGISLACIÓN**

La Unión Europea (UE) ha sido un actor clave en la creación y promoción de normativas destinadas a controlar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el transporte de mercancías. Consciente de la urgencia de abordar el cambio climático y cumplir con los compromisos internacionales, la UE ha desarrollado diversas regulaciones que buscan mejorar la eficiencia energética de los vehículos pesados y fomentar modos de transporte más sostenibles. En este apartado, se examinan algunas de las leyes y regulaciones más significativas implementadas por la UE para mitigar las emisiones en el sector del transporte de mercancías, destacando su importancia en la promoción de una movilidad más sostenible y en la reducción del impacto ambiental del transporte en Europa.

El incumplimiento de estas normativas puede llevar a penalizaciones severas para las empresas, incluyendo multas económicas, puntos de penalización, restricciones de acceso, pérdida de ventajas fiscales y daños a la reputación.

Además, la Comisión Europea ha introducido el Pacto Verde, que incluye medidas para ecologizar el transporte de mercancías, tales como el uso más eficiente de la capacidad ferroviaria, incentivos para camiones de bajas emisiones y la implementación de una metodología común para calcular las emisiones.

En España, el sector del transporte también está regulado por diversas leyes y planes que buscan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, como el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) y la Ley de Cambio Climático y Transición Energética. Las ciudades han adoptado ordenanzas locales para promover la movilidad sostenible, y existen incentivos fiscales y ayudas para la adquisición de vehículos limpios.

#### **3.1 Legislación de la Unión Europea**

La Unión Europea (UE) ha desempeñado un papel fundamental en la promoción de regulaciones y legislaciones destinadas a controlar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el transporte de mercancías. Consciente de la importancia de abordar el cambio climático y cumplir con los compromisos internacionales, la UE ha desarrollado un conjunto de normativas que abarcan desde la eficiencia energética de vehículos pesados hasta la promoción de modos de transporte más sostenibles. En este

apartado, exploraremos algunas de las leyes y regulaciones más destacadas a nivel de la UE que tienen como objetivo mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero en el transporte de mercancías. Estas regulaciones son parte de un esfuerzo continuo para avanzar hacia una movilidad más sostenible y reducir el impacto ambiental del sector del transporte en Europa. Algunas de las normas que regulan este aspecto son:

- **Regulación (UE) 2019/631 sobre emisiones de CO2 de vehículos pesados nuevos:** Esta regulación establece límites de emisiones de CO2 para vehículos pesados nuevos (camiones y autobuses) y exige que los fabricantes informen sobre el rendimiento de sus vehículos en términos de eficiencia energética. También incluye objetivos de reducción de emisiones de CO2 en el sector del transporte por carretera.
- **Reglamento (UE) 2018/956 sobre emisiones de CO2 de vehículos ligeros nuevos:** Esta regulación establece límites de emisiones de CO2 para vehículos ligeros nuevos (automóviles de pasajeros) y busca promover la fabricación de vehículos más eficientes y con menores emisiones de CO2.
- **Sistema de Comercio de Derechos de Emisión (ETS) de la UE:** El ETS de la UE se aplica a las aerolíneas y, en algunos casos, a las empresas de transporte por carretera que superan ciertos umbrales de emisiones. Establece un límite a las emisiones permitidas y permite a las empresas comprar y vender derechos de emisión.

No cumplir con la normativa de la Unión Europea en lo que respecta a las emisiones de gases de efecto invernadero en el transporte de mercancías puede dar lugar a una serie de penalizaciones y sanciones para las empresas. Estas medidas tienen como objetivo fomentar el cumplimiento de las regulaciones y garantizar un transporte más sostenible. A continuación, se detallan algunas de las consecuencias de no cumplir con la normativa:

- **Multas económicas:** Las empresas que superen los límites de emisiones establecidos pueden enfrentar multas económicas considerables. Estas multas pueden variar en función de la gravedad de

la infracción, el número de vehículos afectados y la jurisdicción, pero suelen ser significativas y pueden tener un impacto financiero sustancial en las empresas.

- **Puntos de penalización:** En algunos países de la UE, como el Reino Unido, se pueden asignar puntos de penalización a las empresas de transporte que no cumplen con las regulaciones de emisiones. Acumular un cierto número de puntos puede resultar en la pérdida de licencias de transporte o la imposición de restricciones adicionales.
- **Restricciones de acceso y peajes adicionales:** En ciudades con zonas de bajas emisiones, los vehículos que no cumplen con los estándares de emisiones pueden enfrentar restricciones de acceso o peajes adicionales para ingresar a estas áreas. Esto no solo puede generar costos adicionales, sino también afectar la operación de las empresas en zonas urbanas.
- **Pérdida de ventajas fiscales y financieras:** Algunos gobiernos y entidades ofrecen ventajas fiscales y financieras a empresas que cumplen con las regulaciones de emisiones. No cumplir con estas regulaciones puede resultar en la pérdida de estos beneficios.
- **Reputación y relaciones comerciales:** No cumplir con las regulaciones ambientales puede dañar la reputación de una empresa y sus relaciones comerciales, ya que los clientes y socios pueden preferir trabajar con empresas comprometidas con la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental.

Es fundamental que las empresas de transporte estén al tanto de las regulaciones vigentes, cumplan con los estándares de emisiones y tomen medidas para reducir su huella de carbono. Cumplir con las normativas no solo evita sanciones y multas, sino que también contribuye a un transporte más sostenible y al esfuerzo global por combatir el cambio climático.

**La Comisión de la Unión Europea ha presentado el Pacto Verde:** Ecologización del transporte de mercancías para obtener un mayor beneficio económico con un menor impacto medioambiental. Incluye medidas destinadas a hacer que el transporte de mercancías sea más eficiente y sostenible, con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Estas medidas incluyen:

- **Uso más eficiente de la capacidad ferroviaria:** Se propone un reglamento que optimice el uso de las vías férreas en la UE, mejorando la coordinación transfronteriza, la puntualidad y la fiabilidad. Esto atraerá a más empresas de transporte de mercancías al sector del ferrocarril y beneficiará a los viajeros al ofrecer servicios ferroviarios más frecuentes y conexiones transfronterizas mejoradas.
- **Nuevos incentivos para camiones de bajas emisiones:** Se revisarán las normas sobre pesos y dimensiones de los vehículos pesados para permitir un mayor peso en los vehículos con tecnologías de emisión cero. Esto incentivará la adopción de vehículos más limpios y tecnologías ecológicas.
- **Conteo de emisiones:** Se propone una metodología común para que las empresas calculen sus emisiones de gases de efecto invernadero en el transporte de mercancías. Esto permitirá a los operadores comparar sus servicios y a los consumidores tomar decisiones informadas sobre las opciones de transporte.

Estas medidas buscan contribuir al objetivo de reducir las emisiones del transporte un 90 % para 2050, como se establece en el Pacto Verde Europeo, al tiempo que permiten que el mercado único de la UE continúe creciendo. El transporte de mercancías representa una parte considerable de las emisiones de gases de efecto invernadero en la UE, por lo que es crucial abordar su impacto medioambiental (Unión Europea, 2023).

### **3.2 Legislación de España**

El sector del transporte en España se enfrenta a desafíos relacionados con las emisiones de gases de efecto invernadero. Las emisiones de CO<sub>2</sub> en el transporte han aumentado en casi un 50% desde 1990, llegando a 77,2 MtCO<sub>2</sub>-eq en 2014. Estas

emisiones representan el 25% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero en España, con la carretera contribuyendo con aproximadamente el 95% de las mismas.

En España, existen diversas leyes y regulaciones que legislan el control de las emisiones de gases de efecto invernadero en el transporte de mercancías y promueven prácticas más sostenibles. Algunas de las leyes y regulaciones más relevantes incluyen:

- **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC):** El PNIEC establece la estrategia y las medidas específicas de España para la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero en todos los sectores, incluido el transporte. Este plan proporciona una visión general de las políticas y acciones que el país llevará a cabo para cumplir con sus compromisos de reducción de emisiones.
- **Ley de Cambio Climático y Transición Energética:** Esta ley establece el marco normativo para la lucha contra el cambio climático en España. Entre sus disposiciones, se incluyen medidas relacionadas con el transporte de mercancías, como la promoción de vehículos de cero emisiones y la creación de zonas de bajas emisiones urbanas.
- **Ordenanza de Movilidad Sostenible en las Ciudades:** Diversas ciudades españolas han adoptado ordenanzas locales de movilidad sostenible que regulan el acceso de vehículos al centro de las ciudades. Estas ordenanzas establecen restricciones para vehículos altamente contaminantes y promueven el uso de vehículos eléctricos y menos contaminantes.
- **Incentivos fiscales y ayudas para vehículos limpios:** España ofrece incentivos fiscales y ayudas para la adquisición de vehículos comerciales más limpios y eficientes, como vehículos eléctricos e híbridos, con el objetivo de fomentar la transición hacia una flota de transporte más sostenible.

- **Planes de Movilidad Sostenible:** A nivel local y regional, se están desarrollando planes de movilidad sostenible que contemplan medidas para reducir las emisiones en el transporte de mercancías. Estos planes pueden incluir la promoción del transporte ferroviario, el fomento del transporte marítimo de corta distancia y la implementación de medidas para reducir la congestión del tráfico en áreas urbanas.
- **Zonas de Bajas Emisiones (ZBE):** Como se mencionó anteriormente, algunas ciudades, como Madrid y Barcelona, han establecido zonas de bajas emisiones donde se aplican restricciones de acceso a vehículos altamente contaminantes y se pueden imponer peajes en función de las emisiones.

Estas leyes y regulaciones en España reflejan el compromiso del país con la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en el transporte de mercancías y la promoción de prácticas más sostenibles en el sector del transporte. Es importante que las empresas de transporte estén al tanto de estas regulaciones y tomen medidas para cumplir con las normativas y contribuir a la lucha contra el cambio climático (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2023). Para abordar esta situación, además de la legislación anteriormente citada, se han implementado medidas en tres áreas clave:

- **Trasvase modal:** Se promueve el cambio de pasajeros y mercancías desde modos menos eficientes, como la carretera, hacia opciones más sostenibles. La Estrategia Española de Movilidad Sostenible y el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte son ejemplos de enfoques que fomentan el transporte colectivo y la bicicleta para pasajeros, y el ferrocarril y el transporte marítimo para mercancías.
- **Combustibles alternativos:** Se promueven combustibles y tecnologías más limpias, como vehículos eléctricos, hidrógeno, gas natural, GLP y biocombustibles. Se han establecido planes de ayudas para la adquisición de vehículos impulsados por estos combustibles, y se han implementado regulaciones relacionadas con la sostenibilidad de los biocombustibles.

- **Eficiencia energética:** Se buscan mejoras en la eficiencia de los vehículos y un uso más eficiente de los mismos en el transporte por carretera. Esto incluye regulaciones europeas que establecen objetivos de reducción de emisiones en vehículos nuevos, programas de renovación de flotas de vehículos y ayudas para cursos de conducción y gestión eficientes de flotas.

#### **4. MEDIDAS APLICABLES**

Para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el transporte de mercancías en general y, en particular, en el transporte marítimo, se pueden aplicar una serie de medidas y estrategias.

##### **4.1 Medidas Generales para el Transporte de Mercancías**

- **Transición a vehículos más limpios:** Reemplazar vehículos diésel y de gasolina por opciones más limpias, como vehículos eléctricos, de hidrógeno o híbridos, en el transporte terrestre.
- **Optimización de rutas:** Utilizar tecnología de planificación de rutas para encontrar las rutas más eficientes en términos de tiempo y distancia, lo que reduce las emisiones al evitar rutas innecesariamente largas.
- **Transporte multimodal:** Fomentar la combinación de diferentes modos de transporte, como el ferrocarril y la carretera, para reducir la dependencia de camiones y vehículos pesados.
- **Carga completa y carga compartida:** Maximizar la carga de los vehículos para reducir el número de viajes y, por lo tanto, las emisiones por unidad de carga transportada.
- **Promoción del uso de biocombustibles:** Utilizar biocombustibles sostenibles en el transporte terrestre y marítimo como una alternativa más limpia a los combustibles fósiles.
- **Implementación de sistemas de gestión de flotas:** Utilizar tecnología que permita a las empresas de transporte monitorear y optimizar el rendimiento de sus flotas para reducir el consumo de combustible y las emisiones.

## 4.2 Medidas Específicas para el Transporte Naviero

- **Transición a combustibles más limpios:** En el transporte marítimo, se puede cambiar de combustibles pesados y altamente contaminantes a opciones más limpias, como el gas natural licuado (GNL) o el hidrógeno verde. También se pueden adoptar sistemas de propulsión más eficientes y limpios.
- **Diseño de embarcaciones eficientes:** Construir buques con diseño aerodinámico y eficiente en términos de combustible para reducir la resistencia al viento y mejorar la eficiencia en la navegación.
- **Optimización de la velocidad:** Reducir la velocidad de navegación puede reducir significativamente el consumo de combustible y las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- **Utilización de energía renovable:** Integrar sistemas de energía renovable, como paneles solares y turbinas eólicas, en los buques para reducir la necesidad de motores diésel.
- **Uso de tecnología de control de emisiones:** Instalar sistemas de control de emisiones, como depuradores o sistemas de reducción catalítica selectiva (SCR), para reducir las emisiones de óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>).
- **Adopción de prácticas de transporte sostenibles:** Implementar prácticas de transporte más sostenibles, como la gestión de la velocidad, la reducción de la velocidad en zonas sensibles, y la gestión de las operaciones de puerto.
- **Cumplimiento de regulaciones y normativas internacionales:** Asegurarse de que los buques cumplan con las regulaciones y normativas internacionales, como el Convenio MARPOL, que establece estándares para las emisiones y la gestión de residuos en el transporte marítimo.

Estas medidas pueden contribuir significativamente a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en el transporte de mercancías en general y en el transporte naviero en particular. La combinación de tecnologías más limpias, prácticas más eficientes y la adopción de energías renovables puede ayudar a lograr un transporte más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.



### 4.3 Resolución del Parlamento Europeo

Resolución del parlamento europeo, de 27 de abril de 2021, sobre medidas técnicas y operativas para un transporte marítimo más eficiente y limpio.

La Unión Europea reconoce la necesidad imperante de descarbonizar los puertos y las zonas costeras, promoviendo la cooperación entre todas las partes involucradas. Se destaca la importancia estratégica de los puertos en territorios de ultramar, instando a inversiones masivas para convertirlos en nodos estratégicos de transporte multimodal, energía, almacenamiento y turismo.

Se hace hincapié en la dimensión transfronteriza de los puertos marítimos, subrayando su papel como nodos para todos los modos de transporte, energía, industria y economía azul. Se aboga por la adopción de medidas para apoyar la innovación y reducir las emisiones en el transporte marítimo, con un énfasis particular en la búsqueda de cero emisiones para los buques amarrados.

Se solicita a la Comisión la elaboración de una estrategia portuaria de cero emisiones, fomentando el desarrollo de la industria portuaria especializada en economía circular. Además, se destaca la importancia de promover el transporte marítimo de corta distancia como una alternativa sostenible y se aboga por estrategias de renovación y modernización de la flota de la Unión.

El documento resalta la necesidad de enlaces multimodales fluidos entre puertos y la Red Transeuropea de Transporte (RTE-T) para reducir la congestión y mejorar la interoperabilidad entre modos de transporte. Se insta a la revitalización del concepto de autopista del mar y se aboga por estrategias claras para promover el transbordo rodado en el transporte de mercancías.

En el ámbito de control de emisiones, se destaca la urgencia de establecer zonas de control de emisiones en el Mediterráneo y se pide la ampliación de estas zonas a todos los mares de la Unión. Se aboga por adoptar requisitos legales ambiciosos para un transporte marítimo limpio, respaldando iniciativas a nivel internacional. Se solicita a la Comisión la aplicación de medidas para garantizar la eficiencia energética en el transporte marítimo, incluyendo tecnologías de propulsión alternativas. Se destaca el potencial de la digitalización y automatización para reducir emisiones y mejorar la eficiencia en el sector marítimo.

En términos de financiación, se pide el apoyo de la Comisión a la investigación y aplicación de tecnologías limpias a través de programas de financiación de la Unión, como Horizonte Europa e InvestEU. También se aboga por la inclusión de proyectos de

descarbonización del transporte marítimo en la política de cohesión y otros fondos europeos.

Se subraya la importancia de la transparencia y disponibilidad de datos sobre el comportamiento medioambiental de los buques, proponiendo un sistema de etiquetado europeo. Además, se hace hincapié en la necesidad de revisar la legislación y directrices relacionadas con el control por el Estado rector del puerto y se destaca el papel de la Agencia Europea de Seguridad Marítima en el control de la contaminación y vertidos ilegales.

El documento concluye resaltando la necesidad de una transición realista hacia emisiones cero, implicando a los actores del sector y asegurando el apoyo financiero y diálogo adecuados. Se lamenta la reducción presupuestaria para programas orientados al futuro y se destaca la importancia del Banco Europeo de Inversiones en la financiación de proyectos sostenibles en el sector marítimo (Parlamento Europeo, 2021).

## **5. CASO DE EXITO MAERSK**

### **5.1 Resumen**

Este informe detalla un estudio multifásico realizado sobre la viabilidad financiera y sostenibilidad ambiental en la renovación progresiva de la flota de buques de MAERSK. El estudio se divide en tres fases, cada una diseñada para analizar aspectos clave relacionados con la proyección financiera, la renovación de la flota y el impacto económico de dicha renovación.

### **5.2 Datos Relevantes para el Estudio**

- Número de Buques (2023): 704 buques en 2023.
- Beneficio Neto (2022): 28.000 millones de dólares (El Mercantil, 2023).
- Precio de Nuevos Buques e-Metanol: 175 millones de dólares (Europapress, 2021).
- Emisiones Totales de la Industria en General: 3.500 millones de toneladas.
- Emisiones Totales de los 704 Buques en 2022: 983 millones de toneladas.
- Reducción de Emisiones de Buques e-Metanol: Se estima una reducción del 65% en comparación con los buques antiguos (Maersk, 2023).

### 5.2.1 Etapas de Renovación de la Flota

- 2023: 704 buques operando con Diesel.
- De 2023 a 2027: Sustitución progresiva de 27 buques por buques e-metanol.
- De 2028 a 2035: Renovación progresiva de 150 buques por buques e-metanol.
- De 2036 a 2050: Sustitución de 400 buques por buques e-metanol.

Estos datos proporcionan una base sólida para el análisis detallado de la renovación de la flota de MAERSK. Los números específicos sobre el número de buques, el beneficio neto, el costo de los nuevos buques e-metanol y las estimaciones de emisiones son fundamentales para comprender el alcance y el impacto de este proyecto de renovación. Los plazos y etapas establecidos son clave para diseñar estrategias efectivas que optimicen la viabilidad financiera y el impacto ambiental positivo.

### **5.3 Fase 1: Proyección Financiera hasta 2050**

En esta fase, se lleva a cabo un análisis de la previsión del beneficio neto acumulado de MAERSK hasta 2050. Se utiliza como punto de partida la cifra de beneficio de 28.000 millones de dólares obtenida en 2023 y se proyecta un crecimiento anual del 5%. Este análisis proporcionará una visión clara de la posible evolución financiera de la empresa en los próximos años.

## BENEFICIO NETO MAERSK (2023-2050):

$$\text{Suma} = \text{Primer término} \times \frac{(1 - \text{Tasa de incremento})^{\text{Número de términos}}}{(1 - \text{Tasa de incremento})}$$

En este caso, el primer término es 28,000 millones de dólares, la tasa de incremento es 5% o 1.05, y el número de términos (número de años) es 27 (desde 2023 hasta 2050).

Sustituyendo los valores en la fórmula:

$$\text{Suma} = 28,000 \text{ millones de dólares} \times \frac{(1 - 1.05^{27})}{(1 - 1.05)}$$

Calculando esto:

$$\text{Suma} \approx 28,000 \text{ millones de dólares} \times \frac{(1 - 9.3746)}{-0.05}$$

$$\text{Suma} \approx 28,000 \text{ millones de dólares} \times \frac{-8.3746}{-0.05}$$

$$\text{Suma} \approx 28,000 \text{ millones de dólares} \times 167.492$$

$$\text{Suma} \approx 4,679,768 \text{ millones de dólares}$$

BENEFICIO NETO ACUMULADO HASTA 2050: 4.679.768 millones de dólares.

### 5.4 Fase 2: Renovación Progresiva de la Flota de Buques

Esta etapa se centra en la renovación gradual de la flota de buques de MAERSK. Se combina información real y ficticia para comprender la inversión necesaria y el impacto ambiental resultante. Se considera la sustitución de 704 buques actuales por otros nuevos impulsados por combustible de bio metanol. Con datos reales para 2027 (27 buques) y datos ficticios para 2035 (150 buques) y 2050 (400 buques), se calculará el porcentaje de renovación de la flota y se evaluará la reducción estimada de emisiones de gases de efecto invernadero.

### 5.5 Fase 3: Análisis del Impacto Económico y Viabilidad

En esta última fase, se analiza el impacto económico de la renovación de la flota. Se considera el beneficio neto acumulado proyectado hasta 2050 y el costo unitario de los nuevos buques (estimado en 175 millones de dólares con un incremento anual del IPC del 3%). Se realizará un análisis detallado para determinar el porcentaje de inversión en relación con el beneficio proyectado y se evaluará la viabilidad económica a largo plazo de esta renovación.

### 6.5.1 COSTE BUQUES E-METANOL:

#### Para el precio en 2027:

$$\text{Precio ajustado en 2027} = 175 \text{ millones de dólares} \times (1 + 0.03)^{2027-2023}$$

$$\text{Precio ajustado en 2027} \approx 175 \text{ millones de dólares} \times (1.03)^4$$

$$\text{Precio ajustado en 2027} \approx 175 \text{ millones de dólares} \times 1.1255$$

$$\text{Precio ajustado en 2027} \approx 197 \text{ millones de dólares}$$

#### Para el precio en 2035:

$$\text{Precio ajustado en 2035} = 175 \text{ millones de dólares} \times (1 + 0.03)^{2035-2023}$$

$$\text{Precio ajustado en 2035} \approx 175 \text{ millones de dólares} \times (1.03)^{12}$$

$$\text{Precio ajustado en 2035} \approx 175 \text{ millones de dólares} \times 1.4350$$

$$\text{Precio ajustado en 2035} \approx 251 \text{ millones de dólares}$$

#### Para el precio en 2050:

$$\text{Precio ajustado en 2050} = 175 \text{ millones de dólares} \times (1 + 0.03)^{2050-2023}$$

$$\text{Precio ajustado en 2050} \approx 175 \text{ millones de dólares} \times (1.03)^{27}$$

$$\text{Precio ajustado en 2050} \approx 175 \text{ millones de dólares} \times 2.3676$$

$$\text{Precio ajustado en 2050} \approx 415 \text{ millones de dólares}$$

AÑO	PRECIO AJUSTADO (millones de \$)	NÚMERO DE BUQUES	PRECIO TOTAL (millones de \$)	PRECIO ACUMULADO (millones de \$)
2027	197	27	5.319	5.319
2035	251	150	37.650	42.969
2050	415	400	166.000	208.969

Cálculo del porcentaje que supone la inversión en los nuevos buques respecto del beneficio neto acumulado hasta 2050.

$$\text{Porcentaje} = \left( \frac{208.969}{4.679.768} \right) \times 100 \approx 4.46\%$$

PRECIO TOTAL 577 BUQUES 208.969 millones de dólares.

Porcentaje del Beneficio Neto acumulado hasta 2050 destinado a comprar buques de e-metanol 4,46%.

## **5.6 Conclusión Y Recomendaciones**

Este estudio integral tiene como objetivo proporcionar una comprensión detallada de las implicaciones financieras y ambientales de la renovación de la flota de MAERSK. Se espera que los hallazgos contribuyan significativamente al análisis estratégico y la toma de decisiones dentro de la empresa, además de ofrecer una perspectiva valiosa sobre la sostenibilidad en la industria marítima.

Con una inversión financiera de 208.969 millones de dólares (4,47% del BN acumulado hasta 2050), se podría renovar un 82% de la Flota de Maersk con buques más sostenibles, lo cual reduciría un 63,28% las emisiones de gases de Efecto Invernadero.

Se sugiere que, basándose en los resultados de este estudio, se considere la implementación de estrategias de renovación de flotas que puedan ser económicamente viables y aporten beneficios ambientales significativos. Se recomienda realizar análisis adicionales para validar las proyecciones financieras y ambientales y ajustar estrategias en consecuencia.

Además, teniendo en cuenta que no todos los buques son utilizados simultáneamente, se podría reducir aún más las emisiones de gases de Efecto Invernadero priorizando la utilización de los nuevos buques de e-metanol sobre los antiguos.

## **6. CASO DE EXITO FEDEX**

### **6.1 Resumen**

Este informe detalla un estudio multifásico realizado sobre la viabilidad financiera y sostenibilidad ambiental en la renovación progresiva de la flota de aviones de FedEx. El estudio se divide en tres fases, cada una diseñada para analizar aspectos clave relacionados con la proyección financiera, la renovación de la flota y el impacto económico de dicha renovación.

### **6.2 Datos Relevantes para el Estudio**

- Número de Aviones (2023): 697 aviones en 2023.
- **Beneficio Neto (2022):** 5.231 millones de dólares (FedEx, 2023).

- **Precio de Nuevos Aviones Sostenibles:** 150 millones de dólares (Aviation Week, 2021).
- Emisiones Totales de la Industria Aérea en General: 915 millones de toneladas.
- Emisiones Totales de los 697 Aviones en 2022: 66 millones de toneladas.
- **Reducción de Emisiones de Aviones Sostenibles:** Se estima una reducción del 55% en comparación con los aviones antiguos (FedEx, 2023).

#### 6.2.1 Etapas de Renovación de la Flota

- **2023:** 697 aviones operando con combustibles fósiles.
- **De 2023 a 2027:** Sustitución progresiva de 20 aviones por aviones sostenibles.
- **De 2028 a 2035:** Renovación progresiva de 100 aviones por aviones sostenibles.
- **De 2036 a 2050:** Sustitución de 400 aviones por aviones sostenibles.

Estos datos proporcionan una base sólida para el análisis detallado de la renovación de la flota de FedEx. Los números específicos sobre el número de aviones, el beneficio neto, el costo de los nuevos aviones sostenibles y las estimaciones de emisiones son fundamentales para comprender el alcance y el impacto de este proyecto de renovación. Los plazos y etapas establecidos son clave para diseñar estrategias efectivas que optimicen la viabilidad financiera y el impacto ambiental positivo.

### **6.3 Fase 1: Proyección Financiera hasta 2050**

En esta fase, se lleva a cabo un análisis de la previsión del beneficio neto acumulado de FedEx hasta 2050. Se utiliza como punto de partida la cifra de beneficio de 5.231 millones de dólares obtenida en 2023 y se proyecta un crecimiento anual del 4%. Este análisis proporcionará una visión clara de la posible evolución financiera de la empresa en los próximos años.

#### **BENEFICIO NETO FEDEX (2023-2050):**

Año	Beneficio Neto (millones de \$)
2023	5,231
2024	5,440.24
2025	5,657.85

Año	Beneficio Neto (millones de \$)
2026	5,884.16
2027	6,119.53
2028	6,364.31
2029	6,618.88
2030	6,883.63
2031	7,158.98
2032	7,445.34
2033	7,743.16
2034	8,052.89
2035	8,374.99
2036	8,709.99
2037	9,058.39
2038	9,420.72
2039	9,797.55
2040	10,189.45
2041	10,596.95
2042	11,020.64
2043	11,461.16
2044	11,919.12
2045	12,395.08



Año	Beneficio Neto (millones de \$)
2046	12,889.68
2047	13,403.47
2048	13,937.06
2049	14,491.08
2050	15,066.16

#### 6.4 Fase 2: Renovación Progresiva de la Flota de Aviones

Esta etapa se centra en la renovación gradual de la flota de aviones de FedEx. Se combina información real y ficticia para comprender la inversión necesaria y el impacto ambiental resultante. Se considera la sustitución de 697 aviones actuales por otros nuevos impulsados por combustibles sostenibles. Con datos reales para 2027 (20 aviones) y datos ficticios para 2035 (100 aviones) y 2050 (400 aviones), se calculará el porcentaje de renovación de la flota y se evaluará la reducción estimada de emisiones de gases de efecto invernadero.

##### 7.4.1 REDUCCIÓN DE EMISIONES:

Año	Emisiones		Emisiones Totales (millones de toneladas)
	Aviones Antiguos (millones de toneladas)	Aviones Nuevos (millones de toneladas)	
2023	66	0	66
2027	64.6	1.49	66.09
2035	56.1	5.86	61.96
2050	26.6	16.38	42.98

#### 6.5 Fase 3: Análisis del Impacto Económico y Viabilidad

En esta última fase, se analiza el impacto económico de la renovación de la flota. Se considera el beneficio neto acumulado proyectado hasta 2050 y el costo unitario de los nuevos aviones (estimado en 150 millones de dólares con un incremento anual del

IPC del 3%). Se realizará un análisis detallado para determinar el porcentaje de inversión en relación con el beneficio proyectado y se evaluará la viabilidad económica a largo plazo de esta renovación.

Cálculo del porcentaje que supone la inversión en los nuevos aviones respecto del beneficio neto acumulado hasta 2050.

El beneficio neto acumulado de FedEx hasta 2050 se estima en aproximadamente 263,693 millones de dólares. La inversión total en la renovación de la flota es de 154,810.2 millones de dólares. El porcentaje de inversión en relación con el beneficio neto acumulado es aproximadamente el 58.7%.

## **6.6 Conclusión y Recomendaciones**

### Comprensión de las Implicaciones Financieras y Ambientales:

Este estudio integral ofrece una visión detallada de las repercusiones financieras y ambientales asociadas con la renovación de la flota de FedEx. La incorporación de aviones más sostenibles promete un impacto notable en la reducción de la huella de carbono de la empresa, así como una optimización económica de sus operaciones a largo plazo.

#### 6.6.1 Implicaciones Financieras:

##### **1. Inversión Inicial y Costos de Implementación:**

- La adquisición de aviones sostenibles implica una inversión inicial significativa. Estos costos deben ser evaluados frente a los beneficios a largo plazo, tales como la reducción de gastos operativos y la mayor eficiencia en el consumo de combustible. Es fundamental realizar una evaluación exhaustiva de estos factores para garantizar la viabilidad económica de la renovación de la flota.

##### **2. Ahorro en Combustibles y Mantenimiento:**

- Los aviones más nuevos y eficientes en términos de consumo de combustible pueden reducir sustancialmente los costos operativos a largo plazo. Además, las tecnologías modernas suelen requerir menos mantenimiento, lo que se traduce en menor tiempo de inactividad y menores gastos de reparación.

### **3. Incentivos y Subsidios:**

- FedEx podría beneficiarse de diversos incentivos y subsidios gubernamentales diseñados para promover la sostenibilidad en el transporte aéreo. Estos podrían incluir reducciones fiscales, subsidios para la adquisición de aviones más eficientes y apoyo para la infraestructura necesaria.

### **4. Valor Residual y Depreciación:**

- Los aviones nuevos tienden a mantener un valor residual más alto y una depreciación más lenta en comparación con los aviones más antiguos. Esto puede resultar en un retorno de inversión más favorable y fortalecer la posición financiera de FedEx a largo plazo.

#### 6.6.2 Implicaciones Ambientales:

##### **1. Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero:**

- La modernización de la flota con aviones más sostenibles resultará en una reducción significativa de emisiones de CO<sub>2</sub> y otros contaminantes. Esto no solo contribuye a la mitigación del cambio climático, sino que también mejora la calidad del aire y reduce el impacto ambiental de las operaciones de FedEx.

##### **2. Sostenibilidad y Responsabilidad Corporativa:**

- Adoptar tecnologías más limpias y eficientes posiciona a FedEx como un líder en sostenibilidad dentro de la industria del transporte aéreo. Esto puede mejorar la reputación de la empresa, atraer a clientes y socios comprometidos con la sostenibilidad y cumplir con los crecientes requisitos regulatorios ambientales.

##### **3. Mejora en la Eficiencia Energética:**

- Los aviones más nuevos están diseñados para ser más eficientes en términos de consumo de combustible, lo que se traduce en un menor uso de recursos naturales y una reducción en la huella ambiental de la empresa.

### 6.6.3 Recomendaciones Estratégicas:

#### **1. Implementación de Estrategias de Renovación de Flota:**

- Basándose en los resultados del estudio, se recomienda que FedEx implemente una estrategia de renovación de flota que equilibre la viabilidad económica con los beneficios ambientales. Esto puede incluir la adquisición progresiva de aviones sostenibles y la eliminación gradual de los aviones más antiguos y menos eficientes.

#### **2. Análisis Adicional para Validación de Proyecciones:**

- Se aconseja realizar análisis adicionales para validar y ajustar las proyecciones financieras y ambientales presentadas en este estudio. Estos análisis deberían considerar las variaciones en los precios del combustible, la disponibilidad de incentivos gubernamentales, las tasas de mantenimiento y otros factores económicos y ambientales relevantes.

#### **3. Priorizar el Uso de Aviones Sostenibles:**

- Dado que no todos los aviones se utilizan simultáneamente, se puede reducir aún más las emisiones de gases de efecto invernadero priorizando la utilización de los nuevos aviones sostenibles sobre los antiguos. Esto implica una optimización en la asignación de vuelos y la planificación de rutas para maximizar el uso de las aeronaves más limpias.

#### **4. Formación y Sensibilización:**

- Implementar programas de formación para los empleados sobre el uso y mantenimiento de los nuevos aviones sostenibles, así como campañas de sensibilización sobre la importancia de la sostenibilidad y la reducción de emisiones.

## **7. CASO EXITO SEUR**

### **7.1 Resumen**

Este informe aborda un análisis multifásico sobre la viabilidad financiera y la sostenibilidad ambiental en la renovación gradual de la flota de vehículos de SEUR. El estudio se organiza en tres fases, enfocándose en aspectos clave como la proyección financiera, la renovación de la flota y el impacto económico de dicha renovación.

### **7.2 Datos Clave del Estudio**

- Cantidad de Vehículos (2023): 3,000 vehículos.
- **Beneficio Neto (2022):** 150 millones de euros.
- Costo de Nuevos Vehículos Eléctricos: 50,000 euros.
- Emisiones Totales del Transporte por Carretera en España: 110 millones de toneladas.
- Emisiones Totales de la Flota de SEUR en 2022: 45,000 toneladas.
- **Reducción de Emisiones con Vehículos Eléctricos:** 60% en comparación con los vehículos diésel tradicionales.

#### **7.2.1 Etapas de la Renovación de la Flota**

En 2023, SEUR opera una flota de 3,000 vehículos, todos propulsados por motores diésel. Desde 2023 hasta 2027, la compañía planea sustituir progresivamente 200 de estos vehículos por modelos eléctricos. Posteriormente, de 2028 a 2035, se llevará a cabo una renovación más ambiciosa, con la sustitución de 1,000 vehículos adicionales. Finalmente, entre 2036 y 2050, se completará la renovación de la flota con la incorporación de 1,800 vehículos eléctricos más. Este plan gradual permite una transición ordenada hacia una flota más sostenible, repartiendo la inversión a lo largo del tiempo.

Estos datos proporcionan una base sólida para el análisis de la renovación de la flota de SEUR. Las cifras específicas sobre el número de vehículos, el beneficio neto, el costo de los nuevos vehículos eléctricos y las estimaciones de emisiones son esenciales para comprender el alcance y el impacto de este proyecto. Los plazos y etapas establecidos son cruciales para diseñar estrategias efectivas que optimicen la viabilidad financiera y el impacto ambiental positivo.

### **7.3 Fase 1: Proyección Financiera hasta 2050**

En esta fase, se proyecta el beneficio neto acumulado de SEUR hasta el año 2050. Partiendo del beneficio neto de 150 millones de euros en 2023, se proyecta un

crecimiento anual del 4%. Este análisis proporcionará una visión clara de la posible evolución financiera de la empresa en los próximos años.

A partir del beneficio neto de 150 millones de euros en 2023, se espera que crezca anualmente un 4%. Esto significa que en 2024 el beneficio proyectado será de 156 millones de euros, en 2025 alcanzará los 162 millones, y así sucesivamente. Para el año 2035, el beneficio proyectado será de 240 millones de euros, y se espera que para 2050 el beneficio neto llegue a 428 millones de euros. Estos incrementos anuales muestran un crecimiento sostenido y robusto, proporcionando una base financiera sólida para llevar a cabo la renovación de la flota.

#### **7.4 Fase 2: Proceso de Renovación de la Flota**

Esta fase se centra en la sustitución gradual de los vehículos de SEUR por unidades eléctricas. Combinando datos reales y ficticios, se calcula la inversión necesaria y el impacto ambiental resultante. La renovación de 3,000 vehículos actuales a eléctricos incluye datos reales para 2027 (200 vehículos) y datos proyectados para 2035 (1,000 vehículos) y 2050 (1,800 vehículos).

En 2023, SEUR emite 45,000 toneladas de CO<sub>2</sub> con su flota actual de vehículos diésel. Con la incorporación de 200 vehículos eléctricos para 2027, las emisiones se reducirán, quedando en 42,000 toneladas de CO<sub>2</sub> de los vehículos diésel restantes y añadiendo 3,600 toneladas de CO<sub>2</sub> provenientes de los nuevos vehículos eléctricos, resultando en un total de 45,600 toneladas de CO<sub>2</sub>. Para 2035, con 1,000 vehículos eléctricos en operación, las emisiones diésel se reducirán a 30,000 toneladas, y con las 18,000 toneladas de los vehículos eléctricos, se alcanzarán 48,000 toneladas de CO<sub>2</sub>. En 2050, la flota renovada de 1,800 vehículos eléctricos permitirá reducir las emisiones diésel a 7,200 toneladas, y las emisiones combinadas de los vehículos eléctricos sumarán 28,800 toneladas, dando un total de 36,000 toneladas de CO<sub>2</sub>.

#### **7.5 Fase 3: Evaluación del Impacto Económico y Viabilidad**

En esta fase, se analiza el impacto económico de la renovación de la flota, considerando el beneficio neto acumulado proyectado hasta 2050 y el costo de los nuevos vehículos (estimado en 50,000 euros con un incremento anual del IPC del 2%). Se realiza un análisis detallado para determinar el porcentaje de inversión respecto al beneficio proyectado y se evalúa la viabilidad económica a largo plazo.

El costo de los nuevos vehículos eléctricos se ajusta anualmente por el incremento del IPC del 2%. Para 2027, el precio ajustado de cada vehículo será de 55,000 euros, resultando en un costo total de 11 millones de euros para los 200 vehículos nuevos. En 2035, el precio de cada vehículo será de 65,000 euros, y la

renovación de 1,000 vehículos costará 65 millones de euros, acumulando un total de 76 millones de euros. Finalmente, para 2050, el precio de cada vehículo será de 90,000 euros, y la renovación de 1,800 vehículos costará 162 millones de euros, sumando un total acumulado de 238 millones de euros.

El beneficio neto acumulado de SEUR hasta 2050 se estima en aproximadamente 8,874 millones de euros. La inversión total en la renovación de la flota es de 238 millones de euros. El porcentaje de inversión en relación con el beneficio neto acumulado es aproximadamente el 2.68%.

## **7.6 Conclusión y Recomendaciones**

### **7.6.1 Comprensión de las Implicaciones Financieras y Ambientales:**

Este estudio proporciona una visión integral de las consecuencias financieras y ambientales asociadas con la renovación de la flota de SEUR. La adopción de vehículos eléctricos y la retirada gradual de los vehículos diésel representan un cambio significativo que no solo tiene el potencial de reducir la huella de carbono de la empresa, sino que también afecta positivamente la economía operativa a largo plazo.

### **7.6.2 Implicaciones Financieras:**

#### **1. Costos Iniciales y de Implementación:**

- La adquisición de nuevos vehículos eléctricos y la infraestructura necesaria para su operación, como estaciones de carga, implican una inversión inicial significativa. Estos costos deben ser cuidadosamente evaluados contra los beneficios a largo plazo para asegurar la viabilidad económica del proyecto.

#### **2. Ahorro en Combustibles y Mantenimiento:**

- A largo plazo, los vehículos eléctricos son más económicos en términos de costos operativos. El precio de la electricidad es generalmente más estable y bajo en comparación con el diésel. Además, los vehículos eléctricos requieren menos mantenimiento, lo que reduce los costos operativos y mejora la fiabilidad del servicio.

#### **3. Incentivos y Subsidios:**

- SEUR podría beneficiarse de diversos incentivos y subsidios gubernamentales destinados a promover la sostenibilidad y la reducción de emisiones. Estos pueden incluir reducciones de impuestos, subsidios

directos para la compra de tecnologías limpias y apoyo financiero para la instalación de infraestructura eléctrica.

#### 4. **Valor Residual y Depreciación:**

- Los vehículos eléctricos tienden a tener un valor residual más alto en comparación con los vehículos diésel, lo que puede ser un factor importante en la planificación financiera a largo plazo. La menor depreciación de los vehículos eléctricos puede significar un retorno de inversión más favorable para SEUR.

#### 7.6.3 Implicaciones Ambientales:

##### 1. **Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero:**

- Los vehículos eléctricos emiten significativamente menos CO<sub>2</sub> y otros contaminantes en comparación con los vehículos diésel. La reducción en las emisiones contribuye directamente a la lucha contra el cambio climático y mejora la calidad del aire en las áreas urbanas donde opera SEUR.

##### 2. **Sostenibilidad y Responsabilidad Corporativa:**

- La adopción de tecnologías más limpias posiciona a SEUR como un líder en sostenibilidad dentro de la industria del transporte por carretera. Esto no solo mejora la reputación de la empresa, sino que también puede atraer a clientes y socios comprometidos con la sostenibilidad.

##### 3. **Mejora en la Calidad del Aire y la Salud Pública:**

- La reducción de emisiones de NO<sub>x</sub> y partículas finas mejora la calidad del aire, lo cual tiene un impacto positivo en la salud pública, especialmente en áreas urbanas densamente pobladas.

#### 7.6.4 Recomendaciones Estratégicas:

##### 1. **Implementación de Estrategias de Renovación de Flota:**

- Basándose en los resultados del estudio, se recomienda que SEUR implemente una estrategia de renovación de flota que equilibre la viabilidad económica con los beneficios ambientales. Esto podría incluir



la compra progresiva de vehículos eléctricos y la retirada gradual de los vehículos diésel.

## **2. Análisis Adicional para Validación de Proyecciones:**

- Se aconseja realizar análisis adicionales para validar y ajustar las proyecciones financieras y ambientales presentadas en este estudio. Estos análisis deberían considerar variaciones en los costos de electricidad, el precio del diésel, la disponibilidad de incentivos gubernamentales y otros factores económicos y ambientales relevantes.

## **3. Priorizar el Uso de Vehículos Eléctricos:**

- En el corto plazo, y dado que no todos los vehículos se utilizan simultáneamente, se puede reducir aún más las emisiones de gases de efecto invernadero priorizando el uso de los nuevos vehículos eléctricos sobre los antiguos diésel. Esto puede implicar la redistribución de las rutas y horarios de operación para maximizar el uso de los vehículos más limpios.

## **4. Formación y Sensibilización:**

- Implementar programas de formación para los empleados sobre el uso y mantenimiento de los vehículos eléctricos, así como campañas de sensibilización sobre la importancia de la sostenibilidad y la reducción de emisiones.

## **8. CASO DE EXITO RENFE Mercancías**

### **8.1 Resumen**

Este informe examina un análisis multifásico sobre la viabilidad financiera y la sostenibilidad ambiental en la renovación progresiva de la flota de trenes de carga de RENFE Mercancías. El estudio se divide en tres fases, cada una enfocada en analizar aspectos clave relacionados con la proyección financiera, la renovación de la flota y el impacto económico de dicha renovación.

## 8.2 Datos Clave del Estudio

- Cantidad de Locomotoras (2023): 500 locomotoras.
- **Beneficio Neto (2022):** 50 millones de euros.
- Costo de Nuevas Locomotoras Eléctricas: 6 millones de euros.
- Emisiones Totales del Sector Ferroviario en España: 1 millón de toneladas.
- Emisiones Totales de RENFE Mercancías en 2022: 300,000 toneladas.
- Reducción de Emisiones con Locomotoras Eléctricas: 70% en comparación con las locomotoras diésel.

### 8.2.1 Etapas de la Renovación de la Flota

En 2023, RENFE Mercancías opera una flota de 500 locomotoras, todas propulsadas por motores diésel. Desde 2023 hasta 2027, la compañía planea sustituir progresivamente 50 de estas locomotoras por modelos eléctricos. Posteriormente, de 2028 a 2035, se llevará a cabo una renovación más ambiciosa, con la sustitución de 150 locomotoras adicionales. Finalmente, entre 2036 y 2050, se completará la renovación de la flota con la incorporación de 300 locomotoras eléctricas más. Este plan gradual permite una transición ordenada hacia una flota más sostenible, repartiendo la inversión a lo largo del tiempo.

Estos datos proporcionan una base sólida para el análisis de la renovación de la flota de RENFE Mercancías. Las cifras específicas sobre el número de locomotoras, el beneficio neto, el costo de las nuevas locomotoras eléctricas y las estimaciones de emisiones son esenciales para comprender el alcance y el impacto de este proyecto. Los plazos y etapas establecidos son cruciales para diseñar estrategias efectivas que optimicen la viabilidad financiera y el impacto ambiental positivo.

### **8.3 Fase 1: Proyección Financiera hasta 2050**

En esta fase, se proyecta el beneficio neto acumulado de RENFE Mercancías hasta el año 2050. Partiendo del beneficio neto de 50 millones de euros en 2023, se proyecta un crecimiento anual del 4%. Este análisis proporcionará una visión clara de la posible evolución financiera de la empresa en los próximos años.

A partir del beneficio neto de 50 millones de euros en 2023, se espera que crezca anualmente un 4%. Esto significa que en 2024 el beneficio proyectado será de 52 millones de euros, en 2025 alcanzará los 54 millones, y así sucesivamente. Para el año 2035, el beneficio proyectado será de 90 millones de euros, y se espera que para 2050 el beneficio neto llegue a 180 millones de euros. Estos incrementos anuales muestran un crecimiento sostenido y robusto, proporcionando una base financiera sólida para llevar a cabo la renovación de la flota.

#### **8.4 Fase 2: Proceso de Renovación de la Flota**

Esta fase se centra en la sustitución gradual de las locomotoras de RENFE Mercancías por unidades eléctricas. Combinando datos reales y ficticios, se calcula la inversión necesaria y el impacto ambiental resultante. La renovación de 500 locomotoras actuales a eléctricas incluye datos reales para 2027 (50 locomotoras) y datos proyectados para 2035 (150 locomotoras) y 2050 (300 locomotoras).

En 2023, RENFE Mercancías emite 300,000 toneladas de CO<sub>2</sub> con su flota actual de locomotoras diésel. Con la incorporación de 50 locomotoras eléctricas para 2027, las emisiones se reducirán, quedando en 270,000 toneladas de CO<sub>2</sub> de las locomotoras diésel restantes y añadiendo 4,500 toneladas de CO<sub>2</sub> provenientes de las nuevas locomotoras eléctricas, resultando en un total de 274,500 toneladas de CO<sub>2</sub>. Para 2035, con 150 locomotoras eléctricas en operación, las emisiones diésel se reducirán a 180,000 toneladas, y con las 13,500 toneladas de las locomotoras eléctricas, se alcanzarán 193,500 toneladas de CO<sub>2</sub>. En 2050, la flota renovada de 300 locomotoras eléctricas permitirá reducir las emisiones diésel a 60,000 toneladas, y las emisiones combinadas de las locomotoras eléctricas sumarán 27,000 toneladas, dando un total de 87,000 toneladas de CO<sub>2</sub>.

#### **8.5 Fase 3: Evaluación del Impacto Económico y Viabilidad**

En esta fase, se analiza el impacto económico de la renovación de la flota, considerando el beneficio neto acumulado proyectado hasta 2050 y el costo de las nuevas locomotoras (estimado en 6 millones de euros con un incremento anual del IPC del 2%). Se realiza un análisis detallado para determinar el porcentaje de inversión respecto al beneficio proyectado y se evalúa la viabilidad económica a largo plazo.

El costo de las nuevas locomotoras eléctricas se ajusta anualmente por el incremento del IPC del 2%. Para 2027, el precio ajustado de cada locomotora será de 6.6 millones de euros, resultando en un costo total de 330 millones de euros para las 50 locomotoras nuevas. En 2035, el precio de cada locomotora será de 7.8 millones de euros, y la renovación de 150 locomotoras costará 1,170 millones de euros, acumulando un total de 1,500 millones de euros. Finalmente, para 2050, el precio de cada locomotora será de 10.6 millones de euros, y la renovación de 300 locomotoras costará 3,180 millones de euros, sumando un total acumulado de 4,680 millones de euros.

El beneficio neto acumulado de RENFE Mercancías hasta 2050 se estima en aproximadamente 5,040 millones de euros. La inversión total en la renovación de la flota es de 4,680 millones de euros. El porcentaje de inversión en relación con el beneficio neto acumulado es aproximadamente el 92.86%.

## **8.6 Conclusión y Recomendaciones**

### **8.6.1 Comprensión de las Implicaciones Financieras y Ambientales:**

Este estudio proporciona una visión integral de las consecuencias financieras y ambientales asociadas con la renovación de la flota de RENFE Mercancías. La adopción de locomotoras eléctricas y la retirada gradual de las locomotoras diésel representan un cambio significativo que no solo tiene el potencial de reducir la huella de carbono de la empresa, sino que también afecta positivamente la economía operativa a largo plazo.

### **8.6.2 Implicaciones Financieras:**

#### **1. Costos Iniciales y de Implementación:**

- La adquisición de nuevas locomotoras eléctricas y la infraestructura necesaria para su operación conllevan una inversión inicial significativa. Esto incluye la compra de locomotoras, instalación de sistemas de electrificación, y capacitación del personal.

#### **2. Ahorro en Combustibles y Mantenimiento:**

- A largo plazo, las locomotoras eléctricas son más económicas en términos de costos operativos. El precio de la electricidad es generalmente más estable y bajo en comparación con el diésel. Además, las locomotoras eléctricas requieren menos mantenimiento, lo que reduce los costos operativos y mejora la fiabilidad del servicio.

#### **3. Incentivos y Subsidios:**

- RENFE Mercancías podría beneficiarse de diversos incentivos y subsidios gubernamentales destinados a promover la sostenibilidad y la reducción de emisiones. Estos pueden incluir reducciones de impuestos, subsidios directos para la compra de tecnologías limpias y apoyo financiero para la instalación de infraestructura eléctrica.

### **8.6.3 Implicaciones Ambientales:**

#### **1. Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero:**

- Las locomotoras eléctricas emiten significativamente menos CO<sub>2</sub> y otros contaminantes en comparación con las locomotoras diésel. La reducción

en las emisiones contribuye directamente a la lucha contra el cambio climático y mejora la calidad del aire.

## **2. Sostenibilidad y Responsabilidad Corporativa:**

- La adopción de tecnologías más limpias posiciona a RENFE Mercancías como un líder en sostenibilidad dentro de la industria ferroviaria. Esto no solo mejora la reputación de la empresa, sino que también puede atraer a clientes y socios comprometidos con la sostenibilidad.

### **8.6.4 Recomendaciones Estratégicas:**

#### **1. Implementación de Estrategias de Renovación de Flota:**

- Basándose en los resultados del estudio, se recomienda que RENFE Mercancías implemente una estrategia de renovación de flota que equilibre la viabilidad económica con los beneficios ambientales. Esto podría incluir la compra progresiva de locomotoras eléctricas y la retirada gradual de las locomotoras diésel.

#### **2. Análisis Adicional para Validación de Proyecciones:**

- Se aconseja realizar análisis adicionales para validar y ajustar las proyecciones financieras y ambientales presentadas en este estudio. Estos análisis deberían considerar variaciones en los costos de electricidad, el precio del diésel, la disponibilidad de incentivos gubernamentales y otros factores económicos y ambientales relevantes.

#### **3. Priorizar el Uso de Locomotoras Eléctricas:**

- En el corto plazo, y dado que no todas las locomotoras se utilizan simultáneamente, se puede reducir aún más las emisiones de gases de efecto invernadero priorizando el uso de las nuevas locomotoras eléctricas sobre las antiguas diésel. Esto puede implicar la redistribución de las rutas y horarios de operación para maximizar el uso de las locomotoras más limpias.

## **9. CASOS DE ÉXITO: COMPARATIVA**

En la evaluación de la viabilidad financiera y sostenibilidad ambiental de las renovaciones de flotas de Maersk, FedEx, SEUR y RENFE Mercancías, surgen varias conclusiones clave que destacan las particularidades y desafíos comunes a estas empresas en su transición hacia operaciones más sostenibles.

### **9.1 Maersk**

Maersk, una de las mayores compañías marítimas del mundo, enfrenta un desafío significativo en la reducción de sus emisiones de CO<sub>2</sub> debido a su flota de 704 buques. La transición a buques propulsados por e-metanol representa una oportunidad considerable para disminuir sus emisiones en un 65%. Sin embargo, esta transición requiere una inversión sustancial, con un coste de 175 millones de dólares por buque y un total acumulado de 208,969 millones de dólares hasta 2050. La proyección financiera muestra que Maersk puede soportar esta inversión debido a su robusto crecimiento anual del 5%, lo que garantiza la viabilidad económica de la renovación de la flota a largo plazo.

### **9.2 FedEx**

FedEx, una gigante de la logística aérea, se enfrenta a una tarea monumental en la renovación de su flota de aviones para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en un 70%. La inversión en nuevos aviones eléctricos o híbridos es crítica para cumplir con sus objetivos ambientales. FedEx proyecta un crecimiento financiero sólido, con beneficios que pueden sostener la inversión necesaria para la renovación progresiva de su flota. Sin embargo, la naturaleza del transporte aéreo presenta desafíos únicos, como el alto coste inicial de los nuevos aviones y la necesidad de desarrollar infraestructura de apoyo.

### **9.3 SEUR**

SEUR, una destacada empresa de transporte por carretera en España, se encuentra en un proceso de transición hacia una flota más sostenible mediante la incorporación de vehículos eléctricos y de bajas emisiones. La empresa proyecta una reducción significativa en sus emisiones de CO<sub>2</sub>, alineada con los objetivos europeos de sostenibilidad. La inversión en vehículos eléctricos, aunque elevada, es compensada por el crecimiento anual del 3% en sus beneficios. SEUR está bien posicionada para liderar el cambio hacia un transporte por carretera más ecológico, gracias a su enfoque en la eficiencia operativa y el uso de tecnologías avanzadas.

## 9.4 RENFE Mercancías

RENFE Mercancías, la división de carga de la principal operadora ferroviaria de España, está embarcada en una ambiciosa renovación de su flota de locomotoras diésel a eléctricas. Con un costo estimado de 6 millones de euros por locomotora, y un plan escalonado hasta 2050, RENFE Mercancías proyecta una reducción del 70% en sus emisiones de CO<sub>2</sub>. La empresa muestra un crecimiento financiero modesto pero constante, suficiente para soportar la inversión necesaria. La transición a una flota eléctrica no solo contribuirá significativamente a la sostenibilidad ambiental, sino que también mejorará la eficiencia operativa y reducirá los costos a largo plazo.

## 10. CASOS DE ÉXITO: PROPUESTA MEJORA HUELLA DE CARBONO

### 10.1 Maersk

#### 10.1.1 Estrategias para Mejorar la Huella de Carbono:

##### 1. Transición a Combustibles Alternativos:

- **E-metanol y biocombustibles:** Incrementar la inversión en e-metanol y otros biocombustibles, que pueden reducir las emisiones hasta en un 65%.
- **Ampliación del uso de GNL (Gas Natural Licuado):** Utilizar GNL como una alternativa transicional para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros contaminantes.

##### 2. Optimización de Rutas y Eficiencia Operativa:

- **Software de optimización de rutas:** Implementar tecnologías avanzadas para optimizar las rutas marítimas y reducir el consumo de combustible.
- **Velocidad operativa reducida:** Adoptar políticas de velocidad reducida (slow steaming) para disminuir el consumo de combustible y las emisiones.

##### 3. Innovación Tecnológica:

- **Buques híbridos y eléctricos:** Invertir en el desarrollo y adquisición de buques híbridos y eléctricos.

- **Mejoras en el diseño de buques:** Integrar diseños de casco más eficientes y tecnologías de propulsión avanzadas para reducir la resistencia y el consumo de combustible.

## 10.2 FedEx

### 10.2.1 Estrategias para Mejorar la Huella de Carbono:

#### 1. Renovación de Flota Aérea:

- **Aviones sostenibles:** Acelerar la adquisición de aviones con motores más eficientes y con combustibles sostenibles.
- **Tecnologías híbridas y eléctricas:** Invertir en tecnologías emergentes para aviones híbridos y eléctricos.

#### 2. Combustibles Alternativos:

- **Biocombustibles:** Aumentar la mezcla de biocombustibles en los aviones actuales para reducir las emisiones.
- **Hidrógeno verde:** Investigar el uso del hidrógeno verde como una solución a largo plazo.

#### 3. Eficiencia Operativa y Logística:

- **Optimización de rutas:** Utilizar sistemas avanzados de gestión de rutas para minimizar el tiempo de vuelo y el consumo de combustible.
- **Eficiencia en el uso del espacio:** Mejorar la gestión de carga para maximizar el uso del espacio en cada vuelo, reduciendo así la cantidad de vuelos necesarios.

## 10.3 SEUR

### 10.3.1 Estrategias para Mejorar la Huella de Carbono:

#### 1. Transición a Vehículos Eléctricos:

- **Aceleración de la renovación de flota:** Incrementar el ritmo de sustitución de vehículos diésel por eléctricos.
- **Infraestructura de carga:** Expandir la infraestructura de carga para vehículos eléctricos en sus instalaciones y en la red de distribución.



## 2. Uso de Energías Renovables:

- **Energía solar y eólica:** Instalar paneles solares y pequeñas turbinas eólicas en sus centros de operaciones para reducir la dependencia de la red eléctrica convencional.
- **Acuerdos de compra de energía renovable:** Firmar contratos de energía renovable a largo plazo para sus operaciones.

## 3. Eficiencia en la Cadena de Suministro:

- **Logística inversa:** Mejorar las prácticas de logística inversa para reducir los viajes vacíos y optimizar el retorno de envases y embalajes reutilizables.
- **Optimización de rutas y cargas:** Implementar tecnología avanzada para optimizar rutas y maximizar la carga por viaje.

### 10.4 RENFE Mercancías

#### 10.4.1 Estrategias para Mejorar la Huella de Carbono:

##### 1. Transición a Locomotoras Eléctricas:

- **Aceleración de la electrificación:** Incrementar el ritmo de sustitución de locomotoras diésel por eléctricas.
- **Modernización de infraestructura:** Mejorar la infraestructura ferroviaria para soportar la electrificación completa.

##### 2. Uso de Energías Renovables:

- **Energía solar y eólica:** Instalar paneles solares en las estaciones y centros logísticos para abastecer las operaciones ferroviarias.
- **Compra de energía renovable:** Contratar energía 100% renovable para todas las operaciones eléctricas.

##### 3. Optimización de Operaciones:

- **Sistemas de gestión de tráfico:** Implementar sistemas avanzados de gestión del tráfico ferroviario para optimizar las rutas y reducir el consumo energético.

- **Carga eficiente:** Mejorar la gestión de la carga para maximizar la capacidad y reducir la necesidad de viajes adicionales.
- Las empresas deben colaborar con gobiernos y organizaciones internacionales para recibir apoyo en la transición hacia operaciones más sostenibles y cumplir con las regulaciones ambientales.

Estas propuestas y conclusiones pueden guiar a Maersk, FedEx, SEUR y RENFE Mercancías en la reducción de su huella de carbono, promoviendo la sostenibilidad y posicionándolas como líderes en sus respectivos sectores.

## **11. CONCLUSIONES**

En resumen, todas las empresas analizadas, Maersk, FedEx, SEUR y RENFE Mercancías, están comprometidas con la reducción de sus emisiones de CO<sub>2</sub> y la transición hacia operaciones más sostenibles. Cada empresa enfrenta desafíos únicos relacionados con su sector específico, pero comparten la necesidad de realizar inversiones sustanciales en nuevas tecnologías y flotas. La viabilidad financiera de estas inversiones está respaldada por un crecimiento constante en los beneficios de cada empresa, lo que garantiza que puedan soportar los costos asociados a la renovación de sus flotas.

Estas iniciativas no solo son esenciales para cumplir con las regulaciones ambientales y los objetivos de sostenibilidad, sino que también posicionan a estas empresas como líderes en sus respectivas industrias, comprometidas con la innovación y la responsabilidad ambiental. La transición a flotas más sostenibles es una inversión en el futuro, que promete beneficios tanto económicos como ambientales a largo plazo. Algunas de las iniciativas propuestas pueden ser:

### **1. Inversión en Tecnologías Emergentes:**

Todas las empresas deben priorizar la inversión en tecnologías emergentes, como combustibles alternativos y vehículos híbridos o eléctricos, para reducir significativamente sus emisiones de carbono.

### **2. Optimización y Eficiencia Operativa:**

La optimización de rutas y la eficiencia operativa son estrategias comunes que pueden ser implementadas en todos los sectores para reducir el consumo de combustible y las emisiones.

### **3. Uso de Energías Renovables:**

El uso de energías renovables, tanto para la alimentación de instalaciones como para la operación directa de flotas, es una estrategia clave que todas las empresas pueden adoptar para reducir su huella de carbono.

### **4. Compromiso a Largo Plazo:**

La implementación de estas estrategias requiere un compromiso a largo plazo y una inversión significativa. Sin embargo, los beneficios ambientales y económicos a largo plazo justifican estos esfuerzos.

### **5. Colaboración y Políticas Gubernamentales:**

Las empresas deben colaborar con gobiernos y organizaciones internacionales para recibir apoyo en la transición hacia operaciones más sostenibles y cumplir con las regulaciones ambientales.

Estas propuestas y conclusiones pueden guiar a Maersk, FedEx, SEUR y RENFE Mercancías en la reducción de su huella de carbono, promoviendo la sostenibilidad y posicionándolas como líderes en sus respectivos sectores.

## **12. BIBLIOGRAFIA**

1. Jamkhandikar, I., Sohail, M., et al. (2021). Courio delivery service.
2. Ribeiro, K., Kobayashi, S., Beuthe, M., Gasca, J., Greene, D., Lee, D. S., ... Sperling, D., et al. (2007). Transport and its infrastructure. *Climate Change*, 325–385.
3. Pradap, A., & Alisherova, Z. (2023). Green Logistics and E-commerce. En 2023 International Conference on Computational Intelligence and Knowledge Economy (ICCIKE), 97-101
4. Unión Europea. (2023). Ecologización del transporte de mercancías para obtener un mayor beneficio económico. Comisión Europea. Recuperado el 10 de noviembre de 2023, de [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/IP\\_23\\_3767](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/IP_23_3767)
5. Parlamento Europeo. (2019, 29 de noviembre). Emisiones de aviones y barcos: datos y cifras - Infografía. *Europarl.europa.eu*. Recuperado el 10 de noviembre de 2023, de [https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20191129STO67756/e\\_misiones-de-aviones-y-barcos-datos-y-cifras-infografia](https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20191129STO67756/e_misiones-de-aviones-y-barcos-datos-y-cifras-infografia)
6. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2023). Cambio Climático - Mitigación - Transporte. Recuperado el 10 de noviembre de 2023, de <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/transporte.html>
7. Alphaliner. (septiembre 4, 2023). Cuota de mercado de las principales navieras de transporte de mercancías nivel mundial a 4 de septiembre de 2023 [Gráfica]. In *Statista*. Recuperado el 10 de noviembre de 2023, de <https://es.statista.com/estadisticas/633961/principales-operadores-buques-maritimos-cuota-de-transatlanticos/>
8. Tran, N.K., & Tran, T.K. (2023). Environmental effects of Maersk Line's global container shipping operation. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 24, 170 - 181.
9. Maersk. (2023). Emissions Dashboard. Recuperado el 11 de noviembre de 2023 de <https://www.maersk.com/digital-solutions/emissions-dashboard>
10. Galindo, I. [Transfesa Logistics]. (2023, 10 de noviembre). Estrategias sostenibles para el transporte ferroviario de mercancías [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=CCud1fzMnPs&t=480s>

11. Parlamento Europeo. (2021, 27 de abril). Resolución del Parlamento Europeo sobre medidas técnicas y operativas para un transporte marítimo más eficiente y limpio. Recuperado el 15 de noviembre de 2023, de [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2021-0131\\_ES.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2021-0131_ES.html)
12. WestMED Maritime Clusters Alliance (2019).
13. El Mercantil. (2023, 8 de Febrero). La cuenta de resultados de Maersk en 2022 vuelve a batir todas sus marcas históricas. El Mercantil. Recuperado el 17 de Noviembre, 2023, de <https://elmercantil.com/2023/02/08/la-cuenta-de-resultados-de-maersk-en-2022-vuelve-a-batir-todas-sus-marcas-historicas/>
14. Europapress. (2021, 24 de Agosto). Maersk encarga 8 grandes buques impulsados por metanol y valorados en 1.193 millones. Europapress. Recuperado el 17 de Noviembre, 2023, de <https://www.europapress.es/economia/noticia-maersk-encarga-grandes-buques-impulsados-metanol-valorados-1193-millones-20210824125744.html>
15. El Economista. (2023, 14 de Noviembre). El gigante naviero Maersk lanza el primer barco ecológico propulsado por metanol verde. El Economista. Recuperado el 17 de Noviembre, 2023, de <https://www.eleconomista.es/transportes/turismo/noticias/12444516/09/23/el-gigante-naviero-maersk-lanza-el-primer-barco-ecologico-propulsado-por-metanol-verde.html>
16. RM-Forwarding. (2023, 26 de Junio). Maersk ordena seis barcos más alimentados con metanol. RM-Forwarding. Recuperado el 17 de Noviembre, 2023, de <http://rm-forwarding.com/2023/06/26/maersk-ordena-seis-barcos-mas-alimentados-con-metanol/>
17. Eurostat. (2023, 17 de Agosto). España crece y reduce la emisión de gases contaminantes al mayor ritmo de Europa. Cinco Días. Recuperado el 17 de Noviembre, 2023, de: <https://cincodias.elpais.com/economia/2023-08-17/espana-es-el-pais-europeo-que-mas-crecio-entre-los-que-reducen-sus-emisiones-de-co2.html>

18. Adopción de medidas para lograr la neutralidad del carbono:  
<https://www.fedex.com/es-es/about/sustainability/taking-action.html>
19. Somos la locomotora de la descarbonización del transporte:  
<https://www.renfe.com/es/es/grupo-renfe/transporte-sostenible/reduccion-de-emisiones>
20. Objetivo de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas:  
<https://www.seur.com/es/sostenibilidad/compromiso-carbon-neutral/>