



Universidad de Valladolid



Máster en  
Logística

---

# Implementación del flujo logístico TOFAŞ en el hub de Yazaki Palencia: análisis operativo y estratégico en la cadena euro-mediterránea

---

Autor del trabajo fin de máster:

**Farid Berdayi**

Director del trabajo fin de máster:

**Ángel M. Gento Muncio**

**MÁSTER OFICIAL EN LOGÍSTICA**

*Valladolid, Julio de 2025*



## **AGRADECIMIENTOS**

Deseo expresar mi agradecimiento al profesor Ángel M. Gento por su orientación y apoyo durante la realización de este Trabajo de Fin de Máster. Su experiencia y compromiso han sido fundamentales para el desarrollo del proyecto. También agradezco al profesor Juan Luis Elorduy González por sus aportaciones a lo largo del proceso.

Agradezco también al profesorado del Máster en Logística de la Universidad de Valladolid por la formación recibida, así como a mis compañeros por su compañerismo y colaboración.

Mi más sincero agradecimiento a mis padres, por su ejemplo, esfuerzo y apoyo constante a lo largo de mi vida, y a mi esposa, por su aliento, comprensión y por motivarme día a día a seguir adelante en este camino.

Mi reconocimiento a Yazaki y al equipo del hub de Palencia por su implicación y por facilitar información clave para el estudio. Del mismo modo, agradezco a Nippon Express su colaboración operativa.

## RESUMEN

Este Trabajo de Fin de Máster analiza la implementación del flujo logístico del cliente TOFAŞ en el hub de Yazaki en Palencia, evaluando su impacto operativo y estratégico dentro de la cadena de suministro euro-mediterránea. El estudio combina una aproximación práctica, basada en la observación directa del proceso, con una perspectiva académica centrada en conceptos clave como la logística internacional, la digitalización, la resiliencia operativa y la mejora continua.

La metodología empleada se basa en el enfoque de estudio de caso, aplicando herramientas de análisis cualitativo y criterios profesionales del ámbito logístico. El trabajo describe en detalle las fases físicas y digitales de la implementación, incluyendo el diseño del layout, la adaptación del sistema SAP EWM, la integración de mensajes EDI y la organización del personal operativo. También se identifican problemáticas surgidas durante la operación y se proponen mejoras para optimizar el flujo y aumentar su eficiencia.

El análisis concluye que el hub de Palencia desempeña un papel clave como nodo logístico entre África y Europa, contribuyendo a mejorar la trazabilidad, la estabilidad y la competitividad del suministro hacia Turquía. Finalmente, se presenta un estudio económico simulado que valora el trabajo como un proyecto de consultoría logística.

**Palabras clave:** logística internacional, hub logístico, SAP EWM, TOFAŞ, Yazaki, cadena de suministro

## ABSTRACT

This Master's Thesis analyzes the implementation of the TOFAŞ client's logistics flow in the Yazaki hub in Palencia, assessing its operational and strategic impact within the Euro-Mediterranean supply chain. The study combines a practical approach, based on direct observation of the process, with an academic perspective focused on key concepts such as international logistics, digitalization, operational resilience, and continuous improvement.

The methodology employed is based on a case study approach, applying qualitative analysis tools and professional criteria from the logistics field. The work describes in detail the physical and digital phases of the implementation, including the layout design, adaptation of the SAP EWM system, integration of EDI messages, and organization of the operational staff. Operational issues encountered are also identified, and improvements are proposed to optimize the flow and increase its efficiency.

The analysis concludes that the Palencia hub plays a key role as a logistics node between Africa and Europe, helping to improve traceability, stability, and competitiveness in the supply route to Turkey. Finally, a simulated economic study is presented that evaluates the project as a logistics consulting assignment.

**Keywords:** international logistics, logistics hub, SAP EWM, TOFAŞ, Yazaki, supply chain

## ÍNDICE

<b>Agradecimientos</b> .....	<b>i</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>ii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>iii</b>
<b>Índice</b> .....	<b>iv</b>
<b>Índice de Figuras</b> .....	<b>vii</b>
<b>Índice de Tablas</b> .....	<b>ix</b>
<b>1.INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Motivación y justificación del trabajo .....	3
1.1.1 Yazaki: proveedor global con enfoque local .....	3
1.1.2 Criterios de selección de Palencia y Marruecos.....	4
1.1.3 Impacto en Castilla y León.....	4
2.1 Objetivos del TFM .....	6
3.1 Alcance .....	7
4.1 Estructura del Trabajo .....	7
<b>2. LOGÍSTICA INTERNACIONAL Y GESTIÓN DE FLUJOS EN UN HUB LOGÍSTICO INTERNACIONAL</b> .....	<b>11</b>
2.1 Logística internacional y Supply Chain Management (SCM).....	13
2.2 Hubs logísticos: función estratégica en cadenas globales .....	16
2.2.1 Funciones clave de un hub logístico.....	17
2.3 Tecnologías de gestión (EDI, SAP, WMS - con énfasis en EWM).....	18
2.3.1 EDI: Intercambio electrónico de datos como base de la conectividad .....	18
2.3.2 SAP ERP: Integración corporativa y trazabilidad multinivel .....	20
2.3.3 WMS y SAP EWM: Gestión avanzada del almacén .....	22
2.4 Metodologías de mejora continua y Lean Logistics .....	23
2.4.1 Principios del Lean Logistics .....	23
2.4.2 Herramientas Lean aplicadas en logística .....	25
2.5 Logística resiliente y digitalización en entornos VUCA .....	28
2.5.1 Logística resiliente: conceptos y factores clave .....	29
2.5.2 Digitalización de la cadena de suministro .....	29
2.6 Marco normativo y contexto logístico europeo.....	30
2.6.1 Políticas europeas de transporte y logística .....	30
2.6.2 Marco aduanero y acuerdos comerciales .....	31
2.6.3 Estrategias europeas de sostenibilidad logística.....	31
<b>3. YAZAKI CORPORATION: IDENTIDAD, PRESENCIA GLOBAL Y CAPACIDADES INDUSTRIALES</b>	<b>33</b>
3.1 Datos clave y posición global .....	35

3.2 Historia y cultura corporativa.....	36
3.3 Presencia internacional y organización regional.....	37
3.4 Clientes y posicionamiento industrial .....	37
3.5 Compromiso con la sostenibilidad y responsabilidad corporativa .....	38
3.6 Yazaki en España y el hub logístico de Palencia .....	38
3.7 Liderazgo corporativo y visión estratégica.....	39
3.8 Cultura de calidad y mejora continua en Yazaki .....	39
3.9 Soluciones tecnológicas y líneas de producto.....	40
3.10 Competencias clave y enfoque estratégico integral .....	43
<b>4. DISEÑO METODOLÓGICO APLICADO AL ESTUDIO DE UN HUB LOGÍSTICO INTERNACIONAL</b> .....	<b>46</b>
4.1 Enfoque general del estudio .....	49
4.2 Diseño de la investigación.....	51
4.3 Técnicas y herramientas utilizadas .....	52
4.4 Fuentes de datos .....	55
4.5 Justificación metodológica .....	56
4.6 Justificación epistemológica.....	57
4.7 Criterios de selección del caso .....	58
4.8 Gestión de la información y validación de datos .....	60
4.9 Propuesta metodológica para la aplicación de mejoras .....	62
4.10 Limitaciones del estudio.....	64
4.11 Consideraciones éticas y profesionales .....	66
4.12 Síntesis gráfica del enfoque metodológico .....	68
<b>5. IMPLEMENTACIÓN DEL FLUJO TOFAŞ EN EL HUB LOGÍSTICO DE YAZAKI EN PALENCIA.....</b>	<b>71</b>
5.1 Introducción al caso práctico .....	73
5.2 Presentación de los actores logísticos .....	74
5.2.1 Yazaki Corporation: visión global y estructura europea .....	74
5.2.2 Nippon Express: operador logístico y gestión del hub de Palencia.....	77
5.2.3 TOFAŞ: cliente OEM, contexto industrial y exigencias logísticas .....	80
5.3 Descripción del flujo logístico Marruecos-Palencia-Turquía.....	82
5.4 Implementación del flujo TOFAŞ en el hub de Palencia .....	85
5.4.1 Fases de implementación física del flujo TOFAŞ en el hub de Palencia.....	85
5.4.2 Fases de implementación en sistema .....	91
<b>6. OPERATIVA DEL HUB Y ESTUDIO ECONÓMICO DE LA IMPLEMENTACIÓN .....</b>	<b>97</b>
6.1 Problemáticas observadas durante la operación.....	99
6.2 Análisis de datos e indicadores reales.....	101
6.3 Propuesta de mejora operativa y digital .....	103

6.4 Estudio económico de la implementación del flujo TOFAŞ .....	105
6.4.1 Contextualización .....	105
6.4.2 Costes de adecuación física específica.....	106
6.4.3 Costes de configuración digital y tecnológica .....	108
6.4.4 Formación y puesta en marcha .....	109
6.4.5 Supuestos técnicos y estimaciones .....	110
6.4.6 Conclusión económica.....	112
6.5 Conclusión del estudio de caso .....	113
<b>7. ESTUDIO ECONÓMICO .....</b>	<b>115</b>
7.1 Introducción .....	117
7.1.1 Roles asumidos y jerarquía del proyecto .....	117
7.2 Fases de desarrollo.....	118
7.3 Estudio económico del trabajo .....	119
7.3.1 Horas efectivas anuales y tasas horarias de personal.....	120
7.3.2 Cálculo de las amortizaciones para el equipo informático utilizado.....	121
7.3.3 Coste del material consumible.....	122
7.3.4 Costes indirectos .....	123
7.3.5 Horas de personal dedicadas a cada fase del proyecto .....	123
7.4 Costes asignados a cada fase del proyecto .....	123
7.5 Cálculo del coste total .....	124
<b>8. CONCLUSIONES Y FUTUROS DESARROLLOS.....</b>	<b>126</b>
8.1 Conclusiones.....	127
8.2 Futuros desarrollos.....	128
<b>9. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>131</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1.</b> Representación de una red global de Supply Chain Management (SCM). Elaboración propia. ....	15
<b>Figura 2.2.</b> Esquema de funcionamiento del EDI en logística internacional. Elaboración propia... ..	19
<b>Figura 2.3.</b> Logotipo de SAP y arquitectura básica SAP EWM (Warehouse Management). Elaboración propia.....	21
<b>Figura 2.4.</b> Los cinco pilares del Lean Logistics aplicados a logística (elaboración propia, inspirada en los principios de Womack & Jones,2003). ....	24
<b>Figura 2.5.</b> Metodología 5S aplicada a la organización logística. Elaboración propia. ....	26
<b>Figura 2.6.</b> Mapeo del flujo de valor (Value Stream Mapping) en procesos logísticos. Elaboración propia. ....	26
<b>Figura 2.7.</b> Esquema Kanban aplicado a reabastecimiento interno en un almacén. Elaboración propia. ....	27
<b>Figura 2.8.</b> Ciclo Kaizen de mejora continua aplicado en logística. Elaboración propia. ....	27
<b>Figura 2.9.</b> Análisis de causa raíz (RCA) mediante el diagrama de Ishikawa. Elaboración propia. ....	28
<b>Figura 3.1.</b> Logotipo corporativo de Yazaki. ....	35
<b>Figura 3.2.</b> Presencia internacional de Yazaki por regiones (Fuente: Yazaki Europe, 2023). ....	35
<b>Figura 3.3.</b> Sadami Yazaki, fundador de Yazaki Corporation. ....	36
<b>Figura 3.4.</b> Centros de Logística y factorías de producción. Fuente: Yazaki. ....	37
<b>Figura 3.5.</b> Sistema EDS de Yazaki: mazos de cables, conectores y cajas de distribución en vehículos (Fuente: Yazaki Europe, 2024). ....	41
<b>Figura 3.6.</b> Terminales y conectores modulares producidos por Yazaki para aplicaciones de alta complejidad eléctrica (Fuente: Yazaki Europe, 2024). ....	41
<b>Figura 3.7.</b> Componentes electrónicos de conexión y control desarrollados por Yazaki para módulos de instrumentación y distribución inteligente (Fuente: Yazaki Europe, 2024). ....	42
<b>Figura 3.8.</b> Visualización digital de instrumentación en vehículos eléctricos de alta potencia, tecnología compatible con los sistemas de alta tensión desarrollados por Yazaki (Fuente: Yazaki Europe, 2024). ....	43
<b>Figura 4.1.</b> Estructura del flujo logístico Marruecos-Palencia-TOFAŞ. Elaboración propia. ....	49
<b>Figura 4.2.</b> Análisis del estado actual (AS-IS) y diseño del estado optimizado (TO-BE). Elaboración propia. ....	52
<b>Figura 4.3.</b> Ciclo PDCA. Elaboración propia. ....	62
<b>Figura 4.4.</b> Ciclo DMAIC. Elaboración propia. ....	63
<b>Figura 4.5.</b> Esquema del enfoque metodológico aplicado en el TFM. Elaboración propia.....	68
<b>Figura 5.1.</b> Imagen aérea de las nuevas instalaciones de Yazaki, en el término municipal de Villamuriel. Fuente: Yazaki.....	75
<b>Figura 5.2.</b> Productos principales de Yazaki. Fuente: Yazaki.....	76
<b>Figura 5.3.</b> Rol de Nippon Express como operador logístico en el hub de Palencia. Elaboración propia.....	77
<b>Figura 5.4.</b> Gama de modelos ensamblados en la planta de TOFAŞ en Bursa. Fuente: TOFAŞ...80	80

**Figura 5.5.** Capacidad productiva anual de TOFAŞ y evolución histórica del volumen de producción. Fuente: TOFAŞ.....81

**Figura 5.6.** Flujo físico y documental entre Marruecos, Palencia y TOFAŞ. Elaboración propia.83

**Figura 5.7.** Layout Yazaki Kotozukuri HUB Spain. Fuente: Yazaki.....86

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1.</b> Diferencias clave entre logística internacional y Supply Chain Management (SCM).....	14
<b>Tabla 2.2.</b> Entornos VUCA.....	29
<b>Tabla 4.1.</b> Herramientas metodológicas aplicadas y su función en el diseño del estudio.....	53
<b>Tabla 4.2.</b> Comparativa de enfoques epistemológicos aplicables al estudio.....	58
<b>Tabla 4.3.</b> Criterios de selección del flujo logístico TOFAŞ.....	59
<b>Tabla 4.4.</b> Principales limitaciones metodológicas identificadas.....	65
<b>Tabla 6.1.</b> Evaluación general de desempeño operativo del flujo TOFAŞ en el hub de Palencia.....	103
<b>Tabla 6.2.</b> Resumen estimado de costes físicos.....	107
<b>Tabla 6.3.</b> Resumen estimado de costes digitales y tecnológicos.....	109
<b>Tabla 6.4.</b> Resumen estimado de costes de formación y puesta en marcha.....	110
<b>Tabla 7.1.</b> Días efectivos anuales.....	120
<b>Tabla 7.2.</b> Semanas efectivas anuales.....	121
<b>Tabla 7.3.</b> Costes del equipo de profesionales.....	121
<b>Tabla 7.4.</b> Costes del equipo informático utilizado.....	122
<b>Tabla 7.5.</b> Costes del material consumible.....	123
<b>Tabla 7.6.</b> Horas dedicadas al proyecto.....	123
<b>Tabla 7.7.</b> Coste total del trabajo fin de máster.....	124



# 1. INTRODUCCIÓN



## 1.1 Motivación y justificación del trabajo

En un entorno industrial altamente competitivo, caracterizado por cadenas de suministro globales, la eficiencia logística se ha convertido en un factor determinante para la sostenibilidad y la rentabilidad empresarial. Diversos estudios han demostrado que la optimización de flujos logísticos permite reducir costes operativos, mejorar la trazabilidad y aumentar la capacidad de respuesta ante disrupciones del mercado (Christopher & Holweg, 2017; González-Benito et al., 2021; Srinivasan, 2023; Rosa et al., 2022). En el caso concreto del sector de automoción, donde los modelos Just-In-Time (JIT) y Just-In-Sequence (JIS) dominan la planificación productiva, la logística juega un papel central como ventaja competitiva (Kumar & Singh, 2023; Manuj, Herburger & Adana, 2022).

Asimismo, la relocalización estratégica de hubs logísticos, como el caso de Yazaki en Palencia, responde a necesidades crecientes de resiliencia y eficiencia en cadenas euro-mediterráneas (Britsche & Fekete, 2024; Müller & Schmid, 2024). Estas decisiones no sólo se fundamentan en criterios de costes, sino también en la necesidad de una mayor sincronización entre producción y consumo, así como en la reducción del riesgo logístico (Lee & Ha, 2022).

Este Trabajo Fin de Máster (TFM) se enmarca en el Máster Oficial en Logística de la Universidad de Valladolid, impartido en la Escuela de Ingenierías Industriales. Este máster ofrece una formación avanzada en la gestión de sistemas logísticos, operaciones, transporte y tecnologías aplicadas a la cadena de suministro. Uno de sus pilares es el desarrollo de proyectos que integren conocimiento académico y experiencia profesional. Precisamente, el presente trabajo toma como caso real la implementación del flujo logístico del cliente TOFAŞ, desde las plantas de producción en Marruecos hasta el cliente en Turquía, gestionado desde el nuevo hub logístico de Yazaki en Palencia (El Economista, 2024). Asimismo, se plantea una propuesta de mejora alineada con los principios de eficiencia operativa y transformación digital, en coherencia con las necesidades del cliente y la capacidad del hub de Palencia.

### 1.1.1 Yazaki: proveedor global con enfoque local

Yazaki Corporation es un grupo empresarial japonés con presencia en más de 45 países, líder mundial en la fabricación de componentes eléctricos y electrónicos para la automoción. Con más de 240.000 empleados a nivel global, Yazaki se especializa en la producción de mazos de cables (wire harness), cuadros de instrumentos, conectores, sensores y otros componentes críticos para los vehículos. Su enfoque combina precisión japonesa, eficiencia industrial y adaptación a los mercados locales (Fundación Consejo España Japón, 2024).

La división europea de Yazaki, con sede en Alemania, gestiona las operaciones logísticas de numerosos clientes OEM, (Original Equipment Manufacturer, es decir, fabricantes de equipos originales), entre ellos TOFAŞ (joint venture de FIAT en Turquía). En este contexto, la apertura del hub en Palencia representa una apuesta estratégica por mejorar la trazabilidad, reducir *lead times* y fortalecer el control logístico entre Europa y África (Nippon Express Holdings, 2024).

### 1.1.2 Criterios de selección de Palencia y Marruecos

La elección de Palencia como sede del nuevo hub logístico responde a varios factores estratégicos:

- **Ubicación geográfica privilegiada:** conecta eficientemente los corredores logísticos del norte de España con el centro de Europa.
- **Infraestructura de transporte consolidada:** proximidad a puertos, redes ferroviarias y viarias.
- **Entorno industrial y capital humano cualificado:** presencia de OEMs como Renault o Iveco.
- **Colaboración institucional:** apoyo de la Junta de Castilla y León.

El hub de Yazaki en Palencia presta servicio no solo a TOFAŞ, sino también a otros grandes fabricantes como Renault, Ford y Stellantis. Su cercanía a las instalaciones de Renault Palencia y Renault Valladolid permite una integración logística de tipo sincrónico, reduciendo los tiempos de respuesta y facilitando la entrega Just-In-Time. Asimismo, ya se ha iniciado la colaboración logística con Ford en Valencia y recientemente se ha lanzado el flujo con Stellantis en Madrid y Zaragoza, fortaleciendo el papel del hub como nodo logístico estratégico para toda la península ibérica (El Economista, 2024).

Por otro lado, Marruecos ha emergido como centro de producción automotriz estratégico por su cercanía a Europa y sus condiciones competitivas. Yazaki opera plantas en Tánger, Kenitra y Meknes (Fundación Consejo España Japón, 2024). Esta localización se analiza en mayor profundidad en este trabajo, evaluando su viabilidad logística real en relación con los requisitos operativos del cliente TOFAŞ.

El hub en Palencia actúa como centro de consolidación, clasificación y expedición de materiales producidos en Marruecos con destino a Turquía y otros mercados (Nippon Express Holdings, 2024).

### 1.1.3 Impacto en Castilla y León

La apertura del hub en Villamuriel de Cerrato (Palencia) ha supuesto una inversión inicial de 10 millones de euros, impulsada por Yazaki y gestionada operativamente en colaboración con Nippon Express, uno de los principales operadores logísticos a nivel mundial (Cadena SER, 2024; Nippon Express Holdings, 2024). Esta infraestructura de más de 9.000 m<sup>2</sup> no solo representa un hito en la consolidación de Castilla y León como polo logístico estratégico del centro-norte peninsular, sino que también se ha convertido en una palanca de desarrollo socioeconómico regional. Desde su puesta en marcha, el hub ha generado más de 50 empleos directos y ha activado una cadena de valor que involucra a transportistas, proveedores de servicios industriales, operarios especializados y técnicos en logística, así como software y consultoría. Muchos de estos perfiles están altamente cualificados, lo que ha supuesto una oportunidad

directa para los titulados del Máster en Logística de la Universidad de Valladolid (El Norte de Castilla, 2024).

La cercanía geográfica a fábricas de primer nivel como Renault Palencia, Renault Valladolid y otras plantas del sector ha potenciado el desarrollo de flujos logísticos sincrónicos, impulsando modelos de aprovisionamiento Just-In-Time. Asimismo, la expansión hacia nuevos clientes como Stellantis y la consolidación del flujo con Ford refuerzan la visión del hub como centro de consolidación intermodal entre Europa, África y el Mediterráneo (Lin & Chen, 2017; Zhang & Wang, 2020).

Informes recientes alertan sobre el riesgo de saturación en los puertos mediterráneos, lo que subraya la importancia de plataformas logísticas intermedias como Palencia (Financial Times, 2024). Además, la Fundación Consejo España Japón (2024) ha señalado el papel estratégico de Yazaki como distribuidor europeo desde Castilla y León.

Entre los principales impactos destacamos:

- **Dinamización económica regional:** el hub se ha convertido en un motor para la economía local, generando empleo, contratos con proveedores regionales y dinamismo comercial (Cadena SER, 2024).
- **Atracción de nuevas inversiones:** la presencia de un centro logístico de nivel internacional refuerza la confianza de inversores en la región, proyectando futuras implantaciones de industrias auxiliares (Fundación Consejo España Japón, 2024).
- **Desarrollo de empleo cualificado:** se ha creado una demanda creciente de profesionales con conocimientos en SAP (Systems, Applications and Products in Data Processing, sistema de planificación de recursos empresariales), WMS (Warehouse Management System, sistema de gestión de almacenes), planificación logística y gestión de la cadena de suministro.
- **Sostenibilidad y eficiencia:** el centro aplica políticas de eficiencia energética, reducción de residuos y logística inversa, en línea con los principios ESG (Environmental, Social and Governance, criterios ambientales, sociales y de gobernanza) y los objetivos de sostenibilidad europea (Financial Times, 2024).

Además, la colaboración público-privada ha sido determinante. La implicación de la Junta de Castilla y León y el Ayuntamiento de Palencia ha facilitado el asentamiento de esta infraestructura, alineando objetivos estratégicos regionales con las necesidades industriales del sector de automoción. El resultado es una mejor conexión de Castilla y León con el tejido industrial internacional, convirtiéndola en un nodo logístico altamente competitivo y preparado para asumir flujos internacionales complejos (El Norte de Castilla, 2024).

En suma, el hub de Yazaki representa una nueva etapa para Castilla y León, no solo como territorio receptor de inversiones, sino como actor clave en la logística automotriz euro-mediterránea.

## 2.1 Objetivos del TFM

Este Trabajo Fin de Máster tiene como finalidad analizar, desde un enfoque integral, la implementación y optimización del flujo logístico del cliente TOFAŞ dentro de la red operativa de Yazaki. A través del caso real de su gestión desde el nuevo hub de Palencia, el proyecto pretende profundizar en los elementos estratégicos, técnicos y tecnológicos que sustentan su funcionamiento, y plantear mejoras operativas que fortalezcan su rendimiento global.

**Objetivo general:** Analizar en profundidad el diseño, desarrollo y gestión del flujo logístico del cliente TOFAŞ desde Marruecos hasta Turquía, a través del hub de Yazaki en Palencia, evaluando su eficiencia, sostenibilidad e impacto en la cadena de suministro euro-mediterránea, y proponiendo medidas de mejora alineadas con las necesidades reales del cliente y las capacidades operativas del hub.

### Objetivos específicos:

- **Estudiar el papel del hub logístico de Palencia** como nodo de conexión entre África y Europa dentro del sistema productivo de Yazaki. Se analizará su localización estratégica, su capacidad para consolidar cargas y su papel como facilitador del aprovisionamiento hacia varios países europeos.
- **Evaluar la viabilidad logística de Marruecos** como centro de producción para el cliente TOFAŞ. Este análisis incluirá variables como costes logísticos, accesibilidad portuaria, conectividad con España y tiempos de tránsito.
- **Describir el proceso de implementación física del proyecto** en Palencia, detallando el diseño del layout del almacén, la selección e instalación de estanterías industriales (como las de la marca Mecalux) y la planificación de zonas de recepción, preparación y expedición.
- **Analizar la estructura operativa interna del hub**, incluyendo la gestión de stocks mediante SAP, la configuración del sistema de gestión de almacenes (WMS), el control de la trazabilidad y la organización de flujos internos para garantizar eficiencia y exactitud.
- **Revisar el proceso de integración EDI (Electronic Data Interchange)** con el cliente TOFAŞ, identificando posibles limitaciones en la transmisión de datos y proponiendo mejoras para optimizar la comunicación y la sincronización de operaciones.
- **Evaluar el impacto económico, social y tecnológico del hub en Castilla y León**, identificando su contribución al desarrollo de empleo cualificado, a la atracción de inversiones y a la consolidación de la región como nodo logístico internacional.
- **Aplicar criterios de mejora continua y lean logistics**, desarrollando propuestas de optimización que reduzcan desperdicios, mejoren la eficiencia de los procesos internos y fortalezcan la relación con el cliente.

### 3.1 Alcance

El presente trabajo abarcará una visión transversal y aplicada de la logística internacional entre África y Europa, centrándose especialmente en el diseño, operación e integración del flujo de TOFAŞ con origen en Marruecos, paso por Palencia y destino en Turquía.

#### Aspectos incluidos en el análisis:

- **Infraestructura logística involucrada:** Se describirá detalladamente el layout físico del hub, la capacidad de almacenamiento, las zonas de preparación y los equipos utilizados en las operaciones diarias.
- **Tecnología de gestión:** Se analizarán los sistemas SAP, WMS y EDI implementados, su configuración específica para el cliente TOFAŞ y su nivel de integración con los procesos operativos.
- **Procesos logísticos clave:** Se examinarán los procedimientos de recepción de materiales, almacenamiento, preparación de pedidos, consolidación y expedición, así como los protocolos de control de calidad y trazabilidad.
- **Relaciones interempresariales:** Se estudiará la coordinación entre Yazaki, Nippon Express y los clientes OEM, destacando las responsabilidades compartidas y los modelos de colaboración aplicados.
- **Indicadores clave de rendimiento (KPIs, Key Performance Indicators):** Se incluirán métricas como los plazos de entrega (lead time), el nivel de cumplimiento de entregas, la rotación de inventario, los índices de errores en expediciones y el rendimiento energético del centro.

#### Aspectos fuera del alcance:

- El análisis detallado de los procesos de producción en planta.
- Evaluaciones económicas detalladas sobre inversiones o márgenes comerciales.
- Auditorías de software no relacionadas directamente con la operativa logística del hub.

Este enfoque garantiza que el análisis se centre en los elementos más relevantes de la logística física e informacional del hub, con impacto tanto operativo como estratégico. Asimismo, este estudio no aborda valoraciones comerciales confidenciales ni análisis financieros detallados, dado que su foco se centra en la operativa logística aplicada.

### 4.1 Estructura del Trabajo

El Trabajo Fin de Máster se estructura en nueve capítulos principales, concebidos para desarrollar de forma progresiva y argumentada el análisis logístico propuesto. Cada capítulo aborda una dimensión específica del proyecto, desde los fundamentos teóricos hasta la aplicación práctica, operativa y económica del flujo TOFAŞ.

### 1. **Introducción**

Este primer capítulo presenta la motivación del trabajo, su vinculación con los retos actuales de la logística internacional, así como el contexto industrial en el que se enmarca el caso práctico. Se justifica la elección del tema, se exponen los objetivos generales y específicos, se define el alcance del análisis y se detalla la estructura del TFM.

### 2. **Logística internacional y gestión de flujos en un hub logístico internacional**

Se desarrolla el marco teórico del trabajo, abordando conceptos clave como Supply Chain Management (SCM), logística internacional, resiliencia operativa, digitalización y la función estratégica de los hubs logísticos. Se revisan herramientas como SAP, EDI, WMS y metodologías Lean aplicadas a entornos globales.

### 3. **Yazaki Corporation: identidad, presencia global y capacidades industriales**

Este capítulo presenta a Yazaki como actor central del caso. Se expone su historia corporativa, valores, presencia global, estructura organizativa y principales líneas de producto. También se analiza su cultura de innovación y sostenibilidad, y su posicionamiento en el sector automotriz internacional.

### 4. **Diseño metodológico aplicado al estudio de un hub logístico internacional**

Se describe el enfoque metodológico adoptado, basado en el estudio de caso instrumental. Se justifica la elección epistemológica, se detallan las fuentes utilizadas (observación directa, entrevistas, documentación técnica) y se explican las técnicas de análisis aplicadas (KPIs, mapeo de procesos, matrices de impacto, herramientas Lean).

### 5. **Implementación del flujo TOFAŞ en el hub logístico de Yazaki en Palencia**

Este capítulo recoge la implantación física y digital del flujo logístico TOFAŞ en el hub de Palencia. Se describen las zonas operativas, los procesos de recepción y expedición, el layout, la organización de recursos y la integración de sistemas (SAP, EDI). Incluye además adaptaciones específicas y desafíos técnicos durante el despliegue.

### 6. **Operativa del hub y estudio económico de la implementación**

Se analiza la operativa actual del hub tras la implementación del flujo TOFAŞ, identificando problemáticas, oportunidades de mejora y resultados alcanzados. Se presenta un estudio económico vinculado directamente a dicha implementación, incluyendo estimaciones de costes físicos y tecnológicos aplicados al caso TOFAŞ.

### 7. **Estudio económico**

Este capítulo simula la valoración completa del proyecto como si fuera ejecutado por una consultora especializada. Se estiman los costes por horas de trabajo, uso de equipo informático, consumibles y costes indirectos, desglosando cada fase del proyecto en

términos económicos. Se incluye la estructura de roles asumidos, tasas horarias y metodología de cálculo.

### **8. Conclusiones y futuros desarrollos**

Se presentan las principales conclusiones del trabajo en relación con los objetivos planteados, destacando aportaciones prácticas y académicas. Asimismo, se proponen posibles líneas de mejora, evolución o replicabilidad del modelo analizado, tanto para Yazaki como para otras organizaciones en contextos similares.

### **9. Bibliografía**

Se incluye el listado completo de fuentes académicas, institucionales y técnicas utilizadas a lo largo del TFM, siguiendo el formato APA 7. También se podrán incorporar anexos documentales si se consideran relevantes para la evaluación del proyecto.



## **2. LOGÍSTICA INTERNACIONAL Y GESTIÓN DE FLUJOS EN UN HUB LOGÍSTICO INTERNACIONAL**



El presente capítulo establece los fundamentos conceptuales necesarios para el análisis del flujo logístico implementado por Yazaki en su nuevo hub de Palencia, con especial atención al cliente TOFAŞ y al corredor Marruecos-Turquía. Dado que el objetivo del trabajo es evaluar, optimizar y contextualizar un flujo logístico real dentro de una red internacional de suministro, es imprescindible sustentar el análisis en modelos teóricos consolidados y enfoques técnicos actualizados que guíen la comprensión e interpretación de los datos.

En primer lugar, se presenta una revisión sobre los principales conceptos de logística internacional y gestión de la cadena de suministro (Supply Chain Management, SCM), incluyendo la evolución de estos sistemas hacia modelos cada vez más integrados, digitales y resilientes. A continuación, se aborda el papel estratégico de los hubs logísticos como infraestructuras clave para la consolidación de cargas, la reducción de lead times y la intermodalidad. Posteriormente, se analiza el uso de tecnologías de gestión como SAP, WMS y EDI, fundamentales para garantizar la trazabilidad, la sincronización de datos y el control operativo en entornos logísticos complejos. En el caso específico del hub de Yazaki en Palencia, gestionado por Nippon Express, se emplea como sistema de gestión de almacenes el módulo EWM (Extended Warehouse Management), una solución avanzada de tipo WMS que permite un control granular y dinámico de las operaciones internas.

Finalmente, se expone el marco de metodologías de mejora continua y Lean Logistics, como referencia para identificar ineficiencias y proponer mejoras en procesos logísticos. Este conjunto teórico servirá como base para justificar los criterios de análisis empleados en los capítulos siguientes y para sustentar las recomendaciones propuestas en el capítulo de mejora. El marco teórico no solo proporciona un respaldo académico al estudio, sino que también permite al lector comprender la lógica operativa y estratégica que sustenta las decisiones logísticas analizadas a lo largo del TFM.

### **2.1 Logística internacional y Supply Chain Management (SCM)**

En el contexto de la globalización y la creciente interdependencia de los mercados, la logística internacional y la gestión de la cadena de suministro (Supply Chain Management, SCM) han adquirido una posición central en la estrategia competitiva de las empresas. Este cambio de paradigma ha supuesto que la logística deje de concebirse como una actividad de apoyo meramente operacional, para convertirse en un elemento fundamental de la ventaja competitiva y del modelo de negocio global. Tal evolución se ha visto impulsada por el dinamismo de las cadenas de suministro internacionales, que deben adaptarse constantemente a entornos cambiantes marcados por factores geopolíticos, fluctuaciones en la demanda, crisis sanitarias y transformaciones tecnológicas.

La logística internacional se define como el conjunto de actividades que permiten planificar, ejecutar y controlar de forma eficiente los flujos físicos, financieros y de información asociados al movimiento de productos y servicios a través de fronteras nacionales. Entre estas actividades

se incluyen el transporte intermodal (marítimo, terrestre, ferroviario y aéreo), la gestión aduanera, el aseguramiento de la mercancía, la elaboración de la documentación técnica y legal necesaria, la gestión de la trazabilidad, y la coordinación de operaciones entre distintos actores logísticos (Manuj et al., 2022). Además, esta disciplina se enfrenta a los retos que plantea el entorno VUCA (Volátil, Incierto, Complejo y Ambiguo), obligando a las organizaciones a desarrollar capacidades de adaptación rápida, toma de decisiones en tiempo real y fortalecimiento de la resiliencia organizacional (Kumar & Singh, 2023).

Aspecto	Logística Internacional	Supply Chain Management (SCM)
<b>Alcance</b>	Flujos físicos y documentación transfronteriza	Coordinación integral de toda la cadena
<b>Enfoque</b>	Transporte, aduanas, trazabilidad	Planificación, integración y estrategia
<b>Herramientas comunes</b>	Incoterms, documentos aduaneros	ERP, APS, EDI, VSM
<b>Ejemplo de aplicación</b>	Transporte de mercancías	Gestión global de un flujo logístico

**Tabla 2.1.** Diferencias clave entre logística internacional y Supply Chain Management (SCM)

Por su parte, el concepto de Supply Chain Management (SCM) amplía el enfoque tradicional de la logística al contemplar la cadena de suministro como una red interconectada de organizaciones que colaboran para transformar materias primas en productos finales y entregarlos al consumidor. La SCM se centra en la integración estratégica de proveedores, fabricantes, operadores logísticos, distribuidores y clientes, con el objetivo de maximizar el valor para el cliente final y optimizar el rendimiento de toda la cadena. Las funciones clave incluyen la planificación de la demanda, la gestión de inventarios, la programación de la producción, la logística de distribución, la gestión de relaciones con proveedores y la mejora continua mediante indicadores de rendimiento (Lee & Ha, 2022).

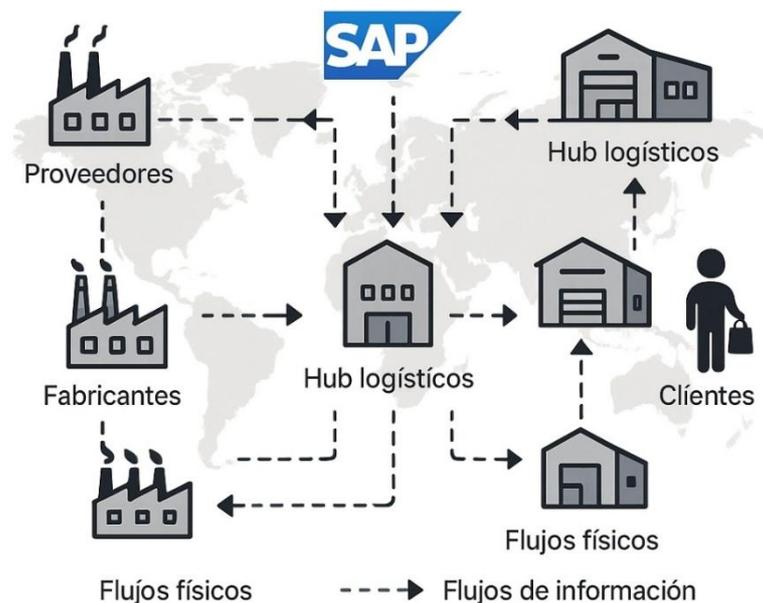
La logística internacional es un factor crítico en sectores industriales con estructuras globales, como la automoción, la electrónica y la industria farmacéutica. En estas industrias, los procesos de aprovisionamiento, fabricación y distribución están dispersos geográficamente, lo que exige una planificación precisa y una sincronización altamente eficiente. Esta relevancia se ha incrementado en los últimos años debido a la necesidad de diversificar fuentes de suministro, acceder a mercados emergentes y optimizar las estructuras de coste.

En el caso del flujo Marruecos-Palencia-Turquía, el diseño de una red logística internacional eficiente ha sido clave para lograr la consolidación de cargas, la optimización de tiempos de tránsito y la alineación de las operaciones con las exigencias del cliente TOFAŞ. La selección del hub de Palencia como nodo intermedio permite no solo el agrupamiento físico de mercancías, sino también un control detallado de la trazabilidad, lo cual es fundamental en un entorno

donde las normativas y exigencias de calidad son estrictas.

La implementación de modelos avanzados de SCM ha permitido a las empresas responder con mayor agilidad a los cambios en la demanda y a las interrupciones de la cadena. En este sentido, enfoques como Just in Time (JIT) y Just in Sequence (JIS) han sido adoptados ampliamente por el sector automotriz para minimizar inventarios y sincronizar la producción con el suministro. Sin embargo, estos modelos aumentan la vulnerabilidad ante disrupciones, lo que ha llevado a muchas empresas a incorporar enfoques más resilientes.

Esta transformación en la gestión de la cadena de suministro se representa gráficamente en la Figura 2.1, donde se observa la interacción entre los diferentes actores logísticos, los flujos físicos e informativos, y el papel clave de los hubs intermedios y los sistemas como SAP para garantizar la trazabilidad y coordinación global.



**Figura 2.1.** Representación de una red global de Supply Chain Management (SCM). Elaboración propia.

Uno de los ejes más relevantes en la SCM moderna es el concepto de resiliencia logística, entendido como la capacidad de una cadena de suministro para anticipar, resistir, adaptarse y recuperarse de disrupciones. Esta competencia se ha vuelto prioritaria a la luz de eventos recientes como la pandemia del COVID-19, el colapso logístico derivado de la escasez de contenedores en 2021, y las tensiones geopolíticas que han afectado las rutas de suministro globales (Müller & Schmid, 2024). La construcción de resiliencia se apoya en factores como la diversificación de proveedores, la digitalización de procesos, la automatización de almacenes y el desarrollo de redes de transporte flexibles.

Además, la transformación digital ha sido un habilitador clave en la evolución de la SCM. El uso de herramientas como sistemas de planificación avanzada (APS), intercambio electrónico de datos (EDI), plataformas colaborativas en la nube, algoritmos de predicción de demanda, y gemelos digitales (Digital Twins) ha permitido una gestión más precisa, colaborativa y predictiva de las operaciones logísticas.

En resumen, la logística internacional y la SCM no solo constituyen el telón de fondo del presente TFM, sino que ofrecen el marco conceptual necesario para comprender los retos, las herramientas y las soluciones que se plantean en el análisis y optimización del flujo logístico Yazaki-TOFAŞ. Su estudio detallado permite abordar el caso desde una perspectiva sistémica, interdisciplinar y aplicada, acorde a las exigencias actuales de la logística global.

## **2.2 Hubs logísticos: función estratégica en cadenas globales**

En el marco de la logística internacional contemporánea, los hubs logísticos se han consolidado como pilares fundamentales en el diseño y la operación de cadenas de suministro globales. Su función va mucho más allá del simple almacenamiento o tránsito de mercancías: se trata de nodos de alto valor estratégico que permiten orquestar flujos logísticos complejos, integrando capacidades de consolidación, distribución, trazabilidad, sincronización intermodal y respuesta a la demanda. En este sentido, su papel resulta particularmente relevante en industrias como la automoción, donde la eficiencia operativa y la puntualidad son condiciones necesarias para la competitividad.

Un hub logístico se define como una infraestructura técnica y organizativamente equipada para centralizar actividades de transporte, clasificación, almacenamiento y distribución de mercancías, actuando como punto de conexión entre flujos regionales e internacionales (Britsche & Fekete, 2024). Su utilidad reside tanto en su capacidad para reunir flujos procedentes de diversos orígenes como en su función de redistribución eficiente hacia destinos finales. La selección de su ubicación responde a criterios logísticos, geoestratégicos, políticos y operativos, que consideran aspectos como la conectividad multimodal, la proximidad a centros de producción y consumo, el acceso a infraestructuras de transporte, la disponibilidad de servicios logísticos avanzados y la estabilidad normativa del entorno.

En el actual contexto de globalización fragmentada y cadenas de suministro regionalizadas, los hubs han cobrado una relevancia especial como puntos de resiliencia frente a disrupciones externas. La pandemia, la crisis logística de 2021 y la creciente presión medioambiental han obligado a las empresas a rediseñar sus redes logísticas, apostando por una mayor regionalización de flujos, una distribución más equitativa de nodos de almacenamiento y una capacidad aumentada de respuesta ante contingencias. En este escenario, los hubs actúan como plataformas que absorben la volatilidad, reequilibran la red de suministros y permiten mantener la continuidad operativa incluso ante eventos no planificados (Müller & Schmid, 2024).

Además, los hubs logísticos se han convertido en elementos clave en estrategias de sostenibilidad corporativa. La concentración de operaciones logísticas en puntos estratégicos reduce el número de trayectos parciales, optimiza las rutas y permite un uso más eficiente de los recursos de transporte, lo que contribuye a la reducción de emisiones de carbono. Algunos hubs incluso integran infraestructuras verdes, como paneles solares, sistemas de recogida de agua de lluvia o flotas eléctricas internas, alineándose con los objetivos ESG (Environmental, Social and Governance) que cada vez más empresas incorporan en su visión a largo plazo.

### 2.2.1 Funciones clave de un hub logístico

Los hubs logísticos desempeñan un papel fundamental en las redes de distribución modernas, actuando como nodos de consolidación, sincronización y optimización de flujos físicos e informacionales. Su función no se limita a ser un mero punto de paso, sino que integra múltiples operaciones que permiten mejorar la eficiencia de la cadena de suministro y aumentar su capacidad de respuesta ante la demanda global (Rodrigue, 2020).

Entre las funciones más relevantes de un hub logístico se encuentran:

- **Consolidación de cargas:** Consiste en agrupar distintas remesas de mercancías procedentes de múltiples orígenes en unidades de carga más eficientes, homogéneas o completas, destinadas a un destino común. Esta práctica permite reducir los costes de transporte, minimizar envíos parciales y contribuir a la sostenibilidad mediante la disminución del número de trayectos (Chopra & Meindl, 2022).
- **Desconsolidación y clasificación:** Cuando el hub actúa como punto de distribución, las cargas consolidadas se separan y clasifican según su destino final. Esta función es especialmente importante en redes logísticas que abastecen a múltiples clientes o destinos, y donde la precisión en la segmentación de productos es clave para mantener la eficiencia y la calidad del servicio (Rushton et al., 2017).
- **Almacenamiento intermedio o buffer logístico:** Aunque los hubs no son centros de almacenamiento a largo plazo, pueden asumir funciones de stock intermedio. Este tipo de almacenamiento permite absorber desequilibrios entre los flujos de entrada y salida, sirviendo como elemento de amortiguación cuando los lead times son largos o cuando la sincronización entre origen y destino no es exacta (Grant et al., 2017).
- **Intermodalidad y conectividad:** Una de las características más valoradas de un hub logístico es su capacidad de conexión entre diferentes modos de transporte (carretera, ferrocarril, marítimo, aéreo). La facilidad de transbordo entre estos modos mejora la cobertura territorial y permite la integración de redes continentales con flujos internacionales (European Logistics Association, 2023).

- **Optimización de costes logísticos:** Al centralizar operaciones y aprovechar economías de escala, los hubs permiten reducir costes operativos. Esto se logra mediante la automatización, la estandarización de procesos, y el uso de sistemas digitales avanzados que facilitan la planificación y el control de recursos (Christopher, 2016).
- **Trazabilidad, visibilidad y control informativo:** La concentración de operaciones críticas en un único nodo permite una gestión centralizada de la información. Los hubs modernos están equipados con sistemas de trazabilidad que registran movimientos, ubicaciones y eventos logísticos en tiempo real, lo cual es fundamental para garantizar la transparencia, la toma de decisiones informadas y el cumplimiento de indicadores clave de desempeño (KPI) (Fernie & Sparks, 2019).
- **Apoyo a la toma de decisiones estratégicas:** A través del análisis de datos generados en sus operaciones, los hubs también sirven como centros de inteligencia logística. Permiten elaborar reportes, identificar cuellos de botella, anticipar riesgos operativos y apoyar la planificación estratégica mediante modelos predictivos y herramientas de análisis avanzado (Ivanov et al., 2019).

## 2.3 Tecnologías de gestión (EDI, SAP, WMS - con énfasis en EWM)

La eficiencia de las cadenas de suministro internacionales depende en gran medida de la capacidad de las empresas para gestionar de manera sincronizada los flujos físicos y de información. En un entorno caracterizado por la complejidad, la variabilidad y los requisitos específicos de los clientes, las tecnologías de gestión logística se han convertido en herramientas esenciales para garantizar trazabilidad, visibilidad y control operativo. Este apartado se centra en tres sistemas fundamentales: EDI (Electronic Data Interchange), SAP (ERP corporativo) y WMS (Warehouse Management System).

### 2.3.1 EDI: Intercambio electrónico de datos como base de la conectividad

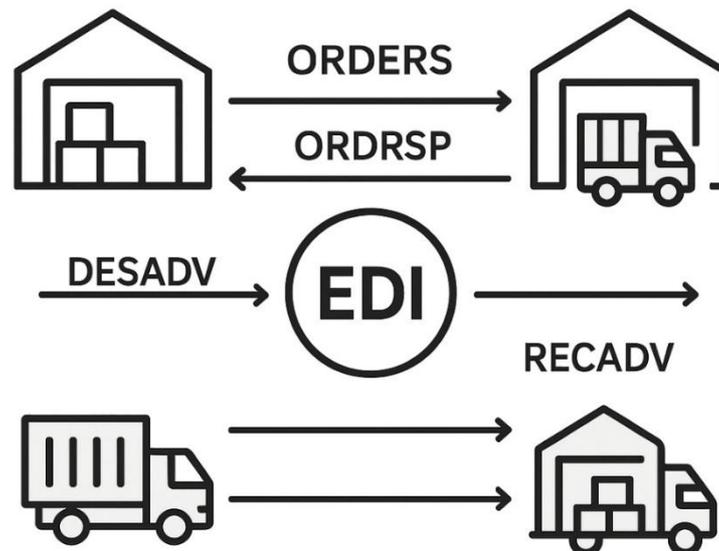
El EDI (Electronic Data Interchange) es una tecnología que permite el intercambio automatizado de documentos comerciales estandarizados entre sistemas informáticos de diferentes organizaciones, sin intervención humana. Este intercambio se realiza bajo protocolos previamente definidos y formatos estructurados como EDIFACT o ANSI X12, que garantizan la compatibilidad entre plataformas diversas. A través del EDI, empresas globales pueden transmitir de forma segura y eficiente pedidos, facturas, confirmaciones de recepción, avisos de expedición, listas de materiales, etiquetas logísticas y otra documentación esencial para la operativa diaria (Lee & Ha, 2022).

En el contexto de la logística internacional, el EDI ha adquirido una importancia creciente debido a su capacidad para eliminar procesos manuales, reducir errores, acelerar la transmisión de

información y asegurar la trazabilidad documental en tiempo real. Su integración con otros sistemas como ERP (Enterprise Resource Planning) o WMS (Warehouse Management Systems) potencia aún más su impacto, permitiendo una sincronización precisa entre los flujos físicos y los flujos informativos.

Entre los mensajes EDI más relevantes en entornos logísticos destacan los siguientes, tal como se refleja en la Figura 2.2, que ilustra su funcionamiento dentro del ciclo logístico digital:

- **ORDERS (Purchase Order):** mensaje que contiene el pedido emitido por el cliente, detallando referencias, cantidades, fechas de entrega y condiciones logísticas. Su recepción activa la preparación del suministro y sincroniza la cadena hacia atrás.
- **ORDRSP (Order Response):** confirmación por parte del proveedor de la aceptación del pedido, con posibilidad de señalar ajustes en cantidades, fechas o disponibilidad. Este mensaje permite evitar malentendidos o rupturas de planificación.
- **DESADV (Despatch Advice):** aviso de expedición que informa sobre los materiales que han sido enviados, su contenido, empaquetado, fecha de salida y datos logísticos asociados (palets, etiquetas SSCC, códigos de barras). Es esencial para la recepción automatizada en destino.
- **RECADV (Receiving Advice):** mensaje de confirmación de recepción, emitido por el receptor para indicar las cantidades efectivamente recibidas, así como eventuales discrepancias o incidencias. Permite cerrar el ciclo logístico de manera digital y segura.



**Figura 2.2.** Esquema de funcionamiento del EDI en logística internacional. Elaboración propia.

Esta arquitectura reduce significativamente la carga administrativa, mejora la calidad de los datos y permite reaccionar con agilidad ante cualquier cambio en la demanda o alteración en el transporte. Por ejemplo, si un cliente OEM modifica su programa de producción, los cambios se reflejan instantáneamente en los pedidos ORDERS, lo que permite a Yazaki reorganizar la consolidación en Palencia sin necesidad de comunicaciones manuales. Además, se minimizan los errores derivados de la introducción manual de datos, se eliminan los documentos en papel y se acelera la emisión de documentación aduanera.

Otro aspecto destacado del uso del EDI es su impacto en la estandarización de procesos logísticos a escala internacional. Al emplear formatos reconocidos globalmente, las empresas pueden establecer relaciones con múltiples socios logísticos sin necesidad de adaptar sus sistemas cada vez. Esto facilita la escalabilidad de operaciones y mejora la transparencia de toda la red de suministro.

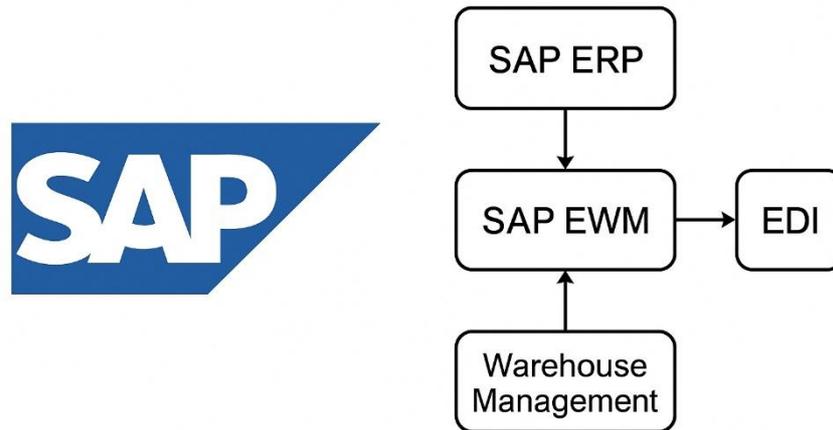
Desde una perspectiva estratégica, el EDI refuerza la visibilidad en la cadena y permite una gestión colaborativa avanzada. Tal como señalan Müller & Schmid (2024), el EDI actúa como “columna vertebral digital” de las cadenas logísticas modernas, al conectar actores geográficamente dispersos con información confiable y en tiempo real. En el caso de Yazaki, esta conectividad es vital para coordinar plantas en Marruecos, plataformas logísticas en España y clientes OEM en Europa del Este, garantizando fluidez operativa, sincronización documental y cumplimiento de estándares internacionales.

En suma, el EDI no es solo una herramienta tecnológica, sino un habilitador clave de eficiencia, integración y competitividad en contextos logísticos globales altamente demandantes.

### **2.3.2 SAP ERP: Integración corporativa y trazabilidad multinivel**

Los sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) son plataformas digitales integradas que permiten gestionar de forma centralizada los distintos procesos operativos, administrativos y logísticos de una organización. Su objetivo principal es facilitar la coordinación entre departamentos como compras, producción, inventario, finanzas y distribución, utilizando una única base de datos compartida y procesos estandarizados. Esta integración mejora la eficiencia operativa, reduce errores, elimina duplicidades de información y facilita una toma de decisiones más ágil y fundamentada (Monk & Wagner, 2013; Jacobs & Weston, 2007).

Entre los sistemas ERP más extendidos a nivel global destaca SAP (Systems, Applications and Products in Data Processing). Este sistema ha sido ampliamente adoptado en sectores donde la coordinación entre aprovisionamiento, fabricación y distribución resulta crítica para la competitividad. SAP permite no solo gestionar operaciones internas, sino también articular flujos interempresariales e internacionales de forma sincronizada y trazable (Chopra & Meindl, 2022), tal como se ilustra en la Figura 2.3.



**Figura 2.3.** Logotipo de SAP y arquitectura básica SAP EWM (Warehouse Management).  
Elaboración propia.

La arquitectura modular de SAP facilita la integración progresiva de los procesos clave dentro de una única plataforma digital. Entre los módulos más relevantes para la gestión logística se encuentran:

- **MM (Material Management):** gestiona la planificación de necesidades de materiales, las compras, el control de inventarios y la recepción de mercancías.
- **SD (Sales and Distribution):** coordina todo el ciclo de ventas, desde la entrada del pedido hasta su entrega, incluyendo órdenes de transporte y documentación logística.
- **LE (Logistics Execution):** ejecuta los procesos de expedición, transporte y seguimiento de entregas.
- **WM (Warehouse Management):** en versiones anteriores, gestionaba las ubicaciones físicas en almacén. Actualmente, muchas organizaciones utilizan EWM (Extended Warehouse Management) como evolución de este módulo para una trazabilidad avanzada y dinámica de almacenes complejos.

Gracias a esta estructura, los sistemas ERP como SAP se han convertido en un componente esencial para la transformación digital de la cadena de suministro, favoreciendo una mayor visibilidad, control y capacidad de respuesta ante entornos logísticos cambiantes.

Además, la trazabilidad multinivel que proporciona SAP permite identificar en todo momento el estado de cada pedido, su localización física, las unidades pendientes, los lotes asignados y las posibles desviaciones respecto al plan. Esta capacidad de trazabilidad es esencial en sectores como el automotriz, donde cualquier desviación en el suministro puede provocar interrupciones en la línea de producción del cliente.

Finalmente, cabe destacar que SAP ERP no funciona de manera aislada. Su plena eficacia se logra cuando está vinculado con soluciones avanzadas como SAP EWM, APS (Advanced Planning Systems), herramientas de analítica predictiva, y sistemas de gestión documental, configurando así un entorno digital totalmente integrado que permite a Yazaki operar bajo estándares logísticos de clase mundial.

### 2.3.3 WMS y SAP EWM: Gestión avanzada del almacén

Un WMS (Warehouse Management System) es un sistema informático diseñado para gestionar y optimizar las operaciones que se llevan a cabo dentro de un almacén. Estas operaciones incluyen la recepción de mercancías, su ubicación en zonas de almacenamiento, el control de inventarios, el picking, el embalaje y la expedición. Su objetivo es garantizar que los productos se gestionen con máxima eficiencia y trazabilidad, reduciendo errores, tiempos improductivos y costes operativos (Bartholdi & Hackman, 2016).

SAP EWM (Extended Warehouse Management) es una solución avanzada de WMS desarrollada por SAP e integrada dentro de su ecosistema ERP. Este sistema está diseñado para adaptarse a entornos altamente exigentes, donde es necesario cumplir con protocolos logísticos rigurosos, mantener altos niveles de precisión y asegurar una trazabilidad total del flujo de materiales (Rao & Goldsby, 2022).

Entre las funcionalidades clave de SAP EWM se encuentran:

- **Gestión dinámica de espacios y ubicaciones:** el sistema calcula de forma automática la mejor ubicación para cada artículo en función de criterios como su volumen, peso, rotación o compatibilidad con otros materiales. Esta lógica de almacenamiento inteligente permite maximizar la utilización del espacio y reducir los tiempos de desplazamiento dentro del almacén.
- **Trazabilidad de lotes y serialización:** cada movimiento de mercancía queda registrado en el sistema, lo que permite conocer en tiempo real la localización de cualquier componente, su número de lote o serie, y el historial de manipulaciones. Esta funcionalidad es esencial para la trazabilidad total exigida por normativas de calidad ISO/TS y por los OEM del sector automotriz (Kumar & Singh, 2023).
- **Planificación de recursos y turnos:** EWM permite distribuir las tareas entre los operarios de forma automática en función de su disponibilidad, cualificación y carga de trabajo. Esta asignación dinámica optimiza el uso de la fuerza laboral, reduce tiempos de espera y mejora la productividad global del almacén.
- **Cross-docking y consolidación dinámica:** el sistema identifica qué productos deben ser expedidos directamente sin pasar por el almacenamiento. En estos casos, dirige la

mercancía desde la recepción directamente a la zona de salida, agilizando los tiempos de tránsito y reduciendo manipulaciones innecesarias (Richards, 2018).

- **Integración con dispositivos móviles y tecnologías IoT:** SAP EWM se conecta con terminales portátiles, escáneres de radiofrecuencia (RF), etiquetas RFID y paneles de visualización que permiten una gestión operativa visual e interactiva. Esto mejora la precisión en el picking, reduce errores humanos y permite una supervisión detallada del cumplimiento de los KPIs.

Además, SAP EWM permite una integración completa con los módulos logísticos del sistema SAP ERP, como MM (Material Management), SD (Sales and Distribution) y LE (Logistics Execution). Esta conectividad asegura la coherencia entre las operaciones físicas del almacén y los procesos administrativos o financieros, fortaleciendo la trazabilidad global y la eficiencia de toda la cadena logística (Chopra & Meindl, 2022).

## 2.4 Metodologías de mejora continua y Lean Logistics

En un entorno logístico internacional marcado por la volatilidad, la presión sobre costes y las expectativas crecientes de los clientes, la mejora continua y la aplicación de metodologías Lean se han consolidado como pilares fundamentales para lograr eficiencia, flexibilidad y valor añadido en las operaciones. Estas metodologías permiten identificar y eliminar desperdicios, optimizar procesos y promover una cultura de innovación permanente, especialmente relevante en hubs logísticos como el de Yazaki en Palencia. Frente a desafíos como los cambios abruptos en la demanda, la escasez de componentes, los cuellos de botella en el transporte internacional o la necesidad de cumplir con estándares ambientales, la implementación de un enfoque Lean permite no solo reaccionar con rapidez, sino también anticiparse y rediseñar la operativa desde una perspectiva integral.

La mejora continua (kaizen), entendida como la implementación sistemática de pequeños cambios con grandes efectos acumulativos, se convierte así en un principio transversal. Esta filosofía organizativa, de origen japonés, promueve la participación activa del personal operativo en la identificación de problemas y en la propuesta de soluciones. En el caso de Nippon Express, operador logístico en Palencia, se han habilitado canales estructurados para la recogida de sugerencias de mejora, lo que ha derivado en optimizaciones en los procesos de picking, control de inventario y distribución de cargas.

### 2.4.1 Principios del Lean Logistics

Lean Logistics es una adaptación de los principios del Lean Manufacturing al ámbito logístico. Se basa en la filosofía de reducir cualquier tipo de despilfarro (*muda*) en la cadena de suministro y entregar valor al cliente utilizando el menor número posible de recursos (Womack & Jones, 2003). Estos principios han sido ampliamente aplicados en sectores donde el margen de error

es mínimo y la eficiencia constituye una exigencia permanente. La implementación de Lean en logística permite establecer entornos de mejora continua que operan bajo estándares elevados de calidad, sincronización y fluidez operativa. La Figura 2.4 sintetiza los cinco pilares fundamentales del Lean Logistics aplicados al entorno logístico internacional.



**Figura 2.4.** Los cinco pilares del Lean Logistics aplicados a logística (elaboración propia, inspirada en los principios de Womack & Jones,2003).

Sus pilares fundamentales incluyen:

- **Valor desde la perspectiva del cliente:** Todo proceso logístico debe evaluarse en función de si añade valor real al producto final. Esto implica eliminar operaciones que no transforman el producto ni contribuyen a satisfacer los requisitos del cliente.
- **Mapeo de la cadena de valor:** El Value Stream Mapping (VSM) permite representar visualmente todos los procesos necesarios para entregar un producto o servicio, desde la recepción hasta la entrega final. Esta herramienta ayuda a identificar actividades que no generan valor, cuellos de botella y oportunidades de mejora, siendo un paso imprescindible para cualquier estrategia Lean.
- **Flujo continuo:** Consiste en minimizar las interrupciones en el flujo de materiales e información, especialmente en procesos como la recepción, el almacenamiento o la

expedición. Las interrupciones generan ineficiencias, demoras y acumulaciones de inventario que deben ser evitadas mediante layouts optimizados y circuitos logísticos bien definidos.

- **Sistema *pull*:** Se refiere a activar operaciones a partir de la demanda real, no de previsiones, lo cual ayuda a reducir el riesgo de sobreproducción y exceso de inventario. El enfoque *pull* busca responder a necesidades reales del cliente, adaptando el ritmo de producción o de expedición al consumo efectivo.
- **Perfección:** Supone la mejora continua mediante el análisis sistemático de errores, tiempos muertos y oportunidades de optimización. Para ello, se utilizan herramientas como el análisis de causa raíz (diagrama de Ishikawa), los cinco porqués (*5 Whys*) y los eventos *kaizen*, orientados a detectar ineficiencias y prevenir su repetición.

Además de estos pilares, Lean Logistics se apoya en metodologías complementarias como el mapeo del flujo de valor (*Value Stream Mapping*), la definición de indicadores clave de desempeño (KPI), la estandarización de tareas, la aplicación del sistema 5S para la organización del espacio, y la formación continua del personal. Estas herramientas, cuando se integran en una cultura organizacional enfocada en la mejora constante, permiten una evolución sostenible y acumulativa de los procesos logísticos.

### 2.4.2 Herramientas Lean aplicadas en logística

El Lean Logistics se operacionaliza mediante un conjunto de herramientas específicas que permiten traducir los principios filosóficos en prácticas concretas de mejora operativa. Estas herramientas no solo ayudan a detectar y eliminar ineficiencias, sino que también fomentan una cultura participativa y orientada al rendimiento:

- **5S (Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar, Sostener):** esta herramienta es esencial para mantener un entorno de trabajo organizado, visualmente claro y eficiente. Su aplicación promueve la optimización del espacio, mejora la localización de materiales, reduce tiempos de búsqueda y refuerza la disciplina operativa, contribuyendo así a minimizar errores humanos. Según lo representado en la Figura 2.5.



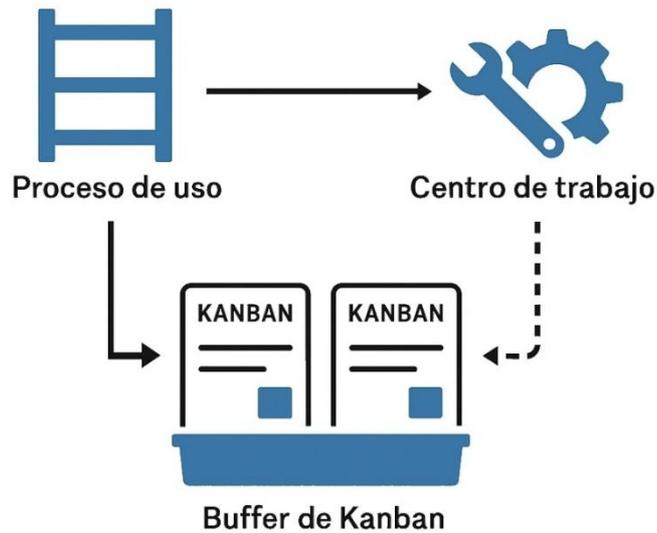
Figura 2.5. Metodología 5S aplicada a la organización logística. Elaboración propia.

- **Value Stream Mapping (VSM):** a través del mapeo del flujo de valor, esta herramienta permite representar gráficamente los procesos logísticos desde la recepción hasta la expedición. El objetivo es identificar actividades que no aportan valor, visualizar tiempos de espera y cuellos de botella, y priorizar acciones correctivas que mejoren el flujo operativo. Dicha estructura puede apreciarse en la Figura 2.6.



Figura 2.6. Mapeo del flujo de valor (Value Stream Mapping) en procesos logísticos. Elaboración propia.

- **Kanban:** este sistema de reposición visual se basa en el modelo *pull*, permitiendo activar operaciones en función del consumo real. Aunque fue concebido en entornos de producción, su adaptación a procesos logísticos permite gestionar reabastecimientos internos, controlar inventarios, y evitar tanto roturas de stock como excesos. Figura 2.7.



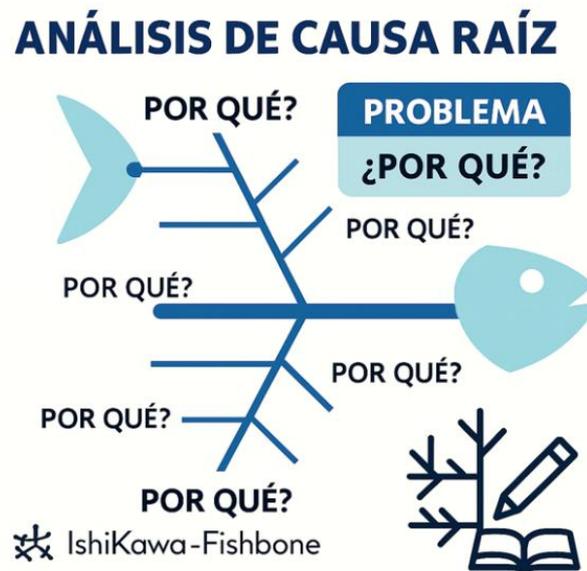
**Figura 2.7.** Esquema Kanban aplicado a reabastecimiento interno en un almacén. Elaboración propia.

- **Kaizen:** la mejora continua desde el nivel operativo se promueve a través de grupos de trabajo que analizan problemas del día a día y proponen soluciones incrementales. Esta herramienta favorece la participación activa del personal y fortalece la cultura organizacional centrada en la eficiencia y la innovación constante. Según lo representado en la Figura 2.8.



**Figura 2.8.** Ciclo Kaizen de mejora continua aplicado en logística. Elaboración propia.

- **Root Cause Analysis (RCA):** el análisis de causas raíz permite identificar y abordar los factores estructurales detrás de los errores logísticos recurrentes. Se apoya en métodos como los 5 *Porqués* o el diagrama de Ishikawa, y se emplea tanto para la mejora de procesos como para auditorías internas o gestión de incidencias, como indica la figura 2.9.



**Figura 2.9.** Análisis de causa raíz (RCA) mediante el diagrama de Ishikawa. Elaboración propia.

Estas herramientas, utilizadas de forma coherente, constituyen una base sólida para establecer operaciones logísticas más eficientes, flexibles y resilientes. Su implementación permite alinear la operativa con estándares de calidad exigentes y sostener mejoras continuas en contextos dinámicos y exigentes.

## 2.5 Logística resiliente y digitalización en entornos VUCA

En la actualidad, las cadenas de suministro globales deben hacer frente a un entorno caracterizado por la volatilidad, la incertidumbre, la complejidad y la ambigüedad, conocido como entorno VUCA (Volatile, Uncertain, Complex, Ambiguous). Esta condición, acentuada por acontecimientos recientes como la pandemia del COVID-19, el colapso de las rutas logísticas globales en 2021, la escasez de semiconductores o los conflictos geopolíticos, ha obligado a las empresas a transformar sus modelos operativos. La logística resiliente y la digitalización se presentan como respuestas complementarias y fundamentales ante este escenario.

Dimensión VUCA	Riesgo asociado	Respuesta de un hub logístico
<b>Volatilidad</b>	Variaciones de la demanda o transporte	Planificación con lead time definido y buffers
<b>Incertidumbre</b>	Retrasos inesperados o incidencias	Visibilidad en tiempo real mediante EWM
<b>Complejidad</b>	Multitud de referencias y OEM	Sistemas integrados SAP-EDI-EWM
<b>Ambigüedad</b>	Falta de datos claros para decidir	Dashboards de control y análisis predictivo

**Tabla 2.2.** Entornos VUCA

### 2.5.1 Logística resiliente: conceptos y factores clave

La logística resiliente se define como la capacidad de una cadena de suministro para anticiparse, resistir, adaptarse y recuperarse de eventos disruptivos, minimizando su impacto sobre el servicio y los costes (Christopher & Peck, 2004). A diferencia de la logística tradicional, orientada a la eficiencia, la logística resiliente prioriza la continuidad operativa frente a situaciones imprevistas.

Los pilares de esta capacidad incluyen:

- **Diversificación de proveedores y rutas:** evitar dependencias excesivas mediante una estrategia de abastecimiento múltiple.
- **Buffers estratégicos:** mantener stocks intermedios o almacenes descentralizados que actúen como colchón ante interrupciones.
- **Visibilidad y trazabilidad:** conocer en tiempo real la ubicación y el estado de las mercancías para tomar decisiones ágiles.
- **Flexibilidad organizativa:** capacidad para reconfigurar operaciones, turnos, recursos y procesos ante eventos inesperados.
- **Gobernanza colaborativa:** integración de proveedores y socios logísticos en una estructura de comunicación fluida y de respuesta compartida.

Autores como Pettit, Fiksel & Croxton (2010) destacan que las cadenas de suministro resilientes no solo resisten interrupciones, sino que aprenden de ellas y salen fortalecidas. Esta capacidad de recuperación adaptativa es clave en sectores con alta variabilidad como la automoción, donde los márgenes de error son muy reducidos.

### 2.5.2 Digitalización de la cadena de suministro

La digitalización es un habilitador crítico para construir cadenas de suministro resilientes. Incluye

la adopción de tecnologías como:

- **Sistemas ERP y WMS avanzados:** permiten la integración y automatización de operaciones, como es el caso de SAP EWM en Palencia.
- **EDI y plataformas colaborativas:** facilitan la sincronización de datos entre actores clave.
- **IoT (Internet of Things):** sensores que permiten monitorear temperatura, ubicación, vibración o humedad de los productos en tiempo real.
- **Big Data y analítica predictiva:** transforman datos operativos en conocimiento accionable para prever riesgos logísticos y planificar mejor.
- **Gemelos digitales:** permiten simular virtualmente operaciones logísticas y escenarios de crisis antes de que ocurran (Ivanov & Dolgui, 2020).

Según Hofmann & Rüsç (2017), la digitalización facilita una logística más ágil, centrada en el dato y capaz de anticipar desviaciones antes de que afecten al cliente final. Esto permite construir cadenas de suministro más inteligentes y preparadas para afrontar lo inesperado.

## 2.6 Marco normativo y contexto logístico europeo

La operativa logística que conecta Marruecos, España y Turquía no solo se apoya en decisiones empresariales y capacidades tecnológicas, sino también en un marco normativo y político que condiciona el diseño, la gestión y la viabilidad de los flujos internacionales. Comprender las directrices europeas en materia de logística, transporte y comercio exterior resulta esencial para contextualizar el papel del hub de Palencia y su conexión con mercados exteriores, especialmente en el contexto del sistema productivo de Yazaki.

### 2.6.1 Políticas europeas de transporte y logística

La Unión Europea ha desarrollado un conjunto de políticas para fomentar una logística eficiente, sostenible e intermodal. Entre ellas destaca la Red Transeuropea de Transporte (TEN-T), que constituye la infraestructura prioritaria para la conectividad multimodal dentro del continente. Esta red está diseñada para mejorar la interoperabilidad entre modales (carretera, ferrocarril, marítimo y aéreo), reducir cuellos de botella y facilitar el tránsito de mercancías entre regiones periféricas y centros industriales (European Commission, 2021).

La ubicación de Palencia dentro del Corredor Atlántico de la TEN-T refuerza su valor como nodo logístico, al estar conectado con puertos clave como Bilbao o Santander, y con ejes ferroviarios y carreteros de alta capacidad. Esta infraestructura favorece la consolidación de mercancías provenientes del norte de África y su distribución hacia Europa central y oriental, incluyendo Turquía.

### **2.6.2 Marco aduanero y acuerdos comerciales**

En el ámbito aduanero, la aplicación del Código Aduanero de la Unión (CAU o UCC, Union Customs Code) establece un conjunto armonizado de normas para la gestión de las operaciones de importación y exportación dentro del territorio de la UE. Este marco simplifica procedimientos, refuerza la trazabilidad documental y permite el uso de tecnologías como el EDI para declarar movimientos y transacciones de manera electrónica (European Commission, 2020).

Asimismo, la UE mantiene acuerdos comerciales avanzados con Marruecos y Turquía. El Acuerdo Euromediterráneo con Marruecos facilita la reducción arancelaria y la cooperación aduanera, mientras que la Unión Aduanera con Turquía (vigente desde 1996) permite el libre tránsito de mercancías industriales, eliminando barreras comerciales internas. Estas condiciones son fundamentales para la viabilidad del flujo TOFAŞ, ya que minimizan los costes regulatorios y permiten una mayor fluidez logística entre las tres regiones.

### **2.6.3 Estrategias europeas de sostenibilidad logística**

El Pacto Verde Europeo (European Green Deal) establece objetivos ambiciosos para descarbonizar el transporte y reducir el impacto ambiental de la logística. Entre las medidas relevantes se incluyen:

- La promoción del transporte ferroviario y marítimo frente al carretero.
- La digitalización de documentos de transporte mediante eFTI (Electronic Freight Transport Information).
- El fomento de hubs logísticos sostenibles mediante infraestructura energéticamente eficiente y movilidad eléctrica (European Commission, 2019).

Para hubs como el de Palencia, estas directrices representan una oportunidad para posicionarse como centro logístico de nueva generación, competitivo no solo por su ubicación, sino también por su capacidad de alinearse con los objetivos ambientales y regulatorios de la UE. El marco normativo europeo proporciona las condiciones habilitadoras para el desarrollo de operaciones logísticas complejas y transnacionales como las gestionadas por Yazaki. Su conocimiento e integración en el diseño del flujo Marruecos-Palencia-Turquía refuerza la legitimidad, eficiencia y sostenibilidad del modelo implementado.



### **3. YAZAKI CORPORATION: IDENTIDAD, PRESENCIA GLOBAL Y CAPACIDADES INDUSTRIALES**



### 3.1 Datos clave y posición global

Yazaki Corporation es reconocida como el mayor fabricante mundial de mazos de cables (wiring harnesses), componente esencial en el sistema eléctrico de los vehículos modernos. Este producto constituye el núcleo de su actividad industrial, aunque la compañía ha diversificado su cartera hacia soluciones electrónicas, sistemas de carga para vehículos eléctricos, sensores, conectores y unidades de control. La empresa opera en más de 46 países, con una red internacional compuesta por más de 143 empresas afiliadas y 400 centros operativos, que incluyen plantas de fabricación, centros de I+D, hubs logísticos y oficinas técnicas. A nivel global, Yazaki cuenta con una plantilla de más de 240.000 empleados, lo que la sitúa como uno de los mayores empleadores del sector automotriz.



Figura 3.1. Logotipo corporativo de Yazaki



Figura 3.2. Presencia internacional de Yazaki por regiones (Fuente: Yazaki Europe, 2023)

En términos financieros, Yazaki alcanza una facturación anual de aproximadamente 1,7 billones de yenes japoneses, equivalentes a unos 11.000 millones de euros, con una inversión continua en I+D que representa alrededor del 4 % de las ventas globales. Este esfuerzo sostenido en innovación ha contribuido a su selección, por cuarto año consecutivo, entre los Top 100 Global Innovators, según el ranking de Clarivate Analytics (2024).

### 3.2 Historia y cultura corporativa

Los orígenes de Yazaki se remontan a 1929, cuando Sadami Yazaki, con apenas 21 años y partiendo desde un pequeño pueblo de la prefectura de Nagano, fundó en Tokio un modesto negocio de venta de cables eléctricos para automóviles (Yazaki Group, s. f.-a). Para 1941 formalizó la constitución de Yazaki Electric Wire Industries Co., Ltd., empresa centrada ya en la producción de mazos de cables (wiring harnesses) para el sector de la automoción (Wikipedia, 2024; Yazaki Europe, s. f.-a).



**Figura 3.3.** Sadami Yazaki, fundador de Yazaki Corporation

Sadami Yazaki fue un empresario caracterizado por su espíritu perseverante y una marcada responsabilidad social. Durante momentos de dificultades económicas, priorizaba el pago de los salarios y promovía el bienestar de sus trabajadores mediante la construcción de viviendas, guarderías y espacios recreativos (Yazaki North America, 2020).

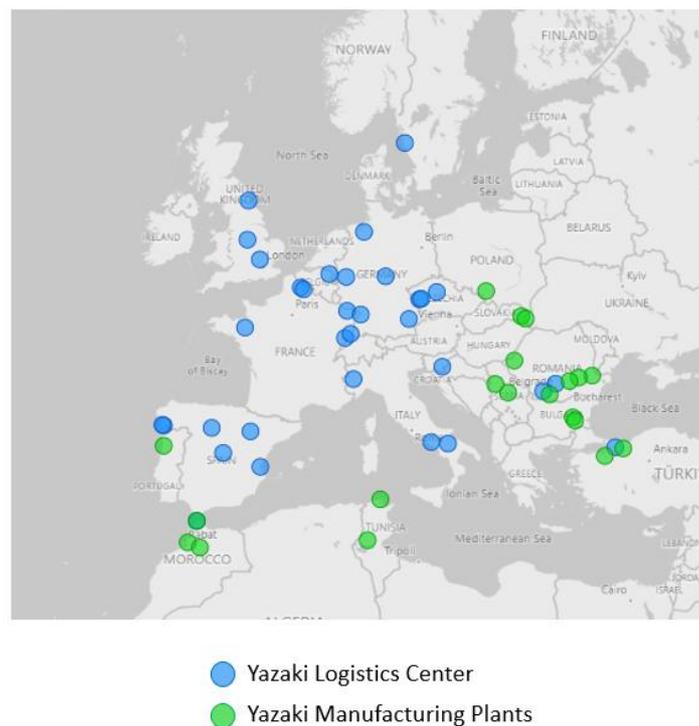
Tras su fallecimiento en 1974, el liderazgo pasó a manos de la segunda generación, que impulsó la expansión internacional de la compañía. Desde 2022, la presidencia está a cargo de Riku Yazaki, nieto del fundador y representante de la tercera generación familiar, lo que refuerza la continuidad y el carácter familiar de la empresa (Wikipedia, 2024).

La cultura corporativa de Yazaki se expresa en el lema “One for All, All for One”, simbolizado por una flecha unificadora que representa el trabajo en equipo y la integración entre áreas de producción como fuente de fortaleza conjunta (Yazaki Group, s. f.-b; Yazaki Europe, s. f.-b). Este principio guía su filosofía empresarial, basada en la calidad total, el respeto por las personas, la responsabilidad ambiental y la implicación con la sociedad. Asimismo, se articula en torno a tres pilares de la cultura empresarial japonesa: Monozukuri (el arte de hacer las cosas), Hitozukuri (la formación de las personas) y Kotozukuri (la creación de valor), elementos clave de su enfoque de mejora continua (Kaizen).

### 3.3 Presencia internacional y organización regional

La estructura organizativa de Yazaki está segmentada en cinco grandes divisiones regionales: Japón, América del Norte, América del Sur, Europa y África, y Asia-Pacífico. Cada una de ellas opera con autonomía operativa, adaptándose a las condiciones normativas, comerciales y tecnológicas de cada región.

En Europa, la sede regional se encuentra en Colonia (Alemania). Yazaki Europe gestiona 18 plantas de producción, 5 centros de investigación y desarrollo, así como múltiples centros de servicios compartidos, desde los cuales se coordina la actividad logística, comercial y técnica de clientes OEM en todo el continente.



**Figura 3.4.** Centros de Logística y factorías de producción. Fuente: Yazaki.

En el norte de África, Marruecos se ha convertido en una región clave, donde Yazaki mantiene instalaciones productivas en Tánger, Kenitra y Meknes. Estas plantas se integran dentro del flujo logístico euro-mediterráneo, con conexión directa a hubs como el de Palencia, consolidando la posición de Marruecos como centro estratégico de bajo coste con acceso privilegiado a Europa.

### 3.4 Clientes y posicionamiento industrial

Yazaki suministra componentes a la mayoría de los fabricantes de automóviles del mundo, entre ellos: Toyota, Ford, Stellantis, Renault, Volkswagen, Nissan, Honda, BMW y General Motors. Esta

cartera diversificada refuerza su posición como proveedor global de primer nivel (Tier 1) y le permite responder a las exigencias tecnológicas y logísticas de cada cliente con soluciones personalizadas.

En los últimos años, Yazaki ha ampliado su actividad hacia sectores emergentes como la electrificación del vehículo, la movilidad conectada y los sistemas inteligentes de energía. Esta transformación le ha permitido consolidar su reputación como empresa innovadora, avalada por múltiples premios otorgados por OEMs y organismos internacionales en materia de calidad, entrega y colaboración tecnológica.

### **3.5 Compromiso con la sostenibilidad y responsabilidad corporativa**

La sostenibilidad es un eje transversal en la estrategia de Yazaki. La empresa ha implementado un sistema de producción responsable que incluye:

- **Certificación ISO 14001 en la mayoría de sus plantas.**
- **Cumplimiento con normativas internacionales como RoHS y ELV.**
- **Uso del sistema IMDS para trazabilidad de materiales.**

Desde el año 2002, Yazaki publica anualmente su informe de Responsabilidad Social Corporativa (CSR), en el que informa sobre sus acciones con cinco grupos de interés clave: clientes, medio ambiente, sociedad, proveedores y empleados.

La visión de sostenibilidad de Yazaki está estrechamente vinculada a su compromiso con la calidad, la seguridad y el desarrollo a largo plazo de las comunidades en las que opera.

### **3.6 Yazaki en España y el hub logístico de Palencia**

Yazaki mantiene una presencia consolidada en España a través de diferentes actividades industriales, logísticas y comerciales. Una de sus apuestas más recientes y estratégicas ha sido la apertura de un hub logístico en Villamuriel de Cerrato (Palencia), en colaboración con el operador internacional Nippon Express. Esta instalación forma parte de un proyecto de relocalización logística enfocado en la optimización de flujos entre Marruecos, España y Turquía, particularmente para el cliente TOFAŞ.

El hub de Palencia, con una superficie operativa superior a 9.000 metros cuadrados, ha sido diseñado bajo criterios de eficiencia, flexibilidad y trazabilidad digital. Cuenta con estanterías industriales tipo Mecalux, zonas de recepción y expedición, sistemas de picking manual adaptados a cajas de cartón, y conexión directa con las plataformas digitales de Yazaki (SAP EWM y EDI).

Además de su impacto operativo, la instalación ha generado un efecto positivo en el tejido industrial de Castilla y León, tanto por la creación de empleo directo como por la dinamización del ecosistema logístico regional. Su ubicación estratégica permite la conexión eficiente con los corredores logísticos del norte de España, los puertos mediterráneos, y las rutas hacia Europa Central y Asia Menor.

### 3.7 Liderazgo corporativo y visión estratégica

La estructura directiva de Yazaki en la región EMEA se caracteriza por un enfoque multicultural, colaborativo y orientado a la innovación. La compañía apuesta por una gobernanza estable y transversal, que combina experiencia industrial, conocimiento técnico y una visión global adaptada a las particularidades de cada mercado regional.

**Hans Lemmens - CEO de Yazaki EMEA:** De nacionalidad belga y con más de tres décadas de experiencia dentro del grupo Yazaki, Hans Lemmens fue nombrado Presidente y CEO de Yazaki EMEA en 2021. Su liderazgo se ha centrado en reforzar la cultura corporativa basada en la confianza, el trabajo en equipo y la orientación al cliente.

**Andreas Di Vece - Presidente de la División EDS:** Ejecutivo italiano con experiencia en dirección de planta, logística 3PL y gestión de programas, Andreas Di Vece asumió la presidencia de la división de sistemas eléctricos (EDS) en 2024. Su gestión se basa en los principios japoneses de *Monozukuri*, *Hitozukuri* y *Kotozukuri*, promoviendo la mejora continua y el desarrollo de talento.

**Ergün Tan - CFO y CSO de Yazaki EMEA:** Especialista en finanzas, cadena de suministro y calidad, Ergün Tan reingresó a Yazaki en 2022 como director financiero y de estrategia. Su visión está centrada en el crecimiento sostenible, el emprendimiento interno y el bienestar del empleado como eje de la competitividad empresarial.

**Jeroen Deen - Presidente de la División ECS:** Ejecutivo neerlandés con experiencia en dirección comercial y general, Jeroen Deen fue nombrado en 2024 presidente de la división de sistemas de control electrónico (ECS). Su enfoque combina diversidad cultural, excelencia en la entrega y creación de valor duradero con los clientes OEM.

### 3.8 Cultura de calidad y mejora continua en Yazaki

La calidad es un principio transversal en todas las actividades de Yazaki. La empresa ha desarrollado un sistema de gestión basado en la prevención proactiva de errores, la implicación total del personal y una filosofía centrada en el cliente. Esta orientación se refleja en su política de “mejora continua y excelencia en el servicio”, que ha sido reconocida mediante numerosos premios de proveedores y auditorías externas.

Yazaki aplica un modelo de calidad integral que incluye:

- **Foco en el cliente** como base del diseño de productos y procesos.
- **Participación de todas las áreas** en la mejora del sistema de calidad.
- **Cultura de Gemba**: identificación de problemas en el lugar real de trabajo.
- **Certificaciones IATF 16949** en sus plantas europeas y africanas, que avalan el cumplimiento de los estándares automotrices más exigentes.

Además, Yazaki promueve una relación ética con sus clientes, empleados y proveedores, integrando su filosofía de calidad con valores como la integridad, la transparencia y la sostenibilidad ambiental. Su política de calidad y sus certificaciones están disponibles públicamente como parte de su compromiso con la mejora continua y la responsabilidad corporativa.

### 3.9 Soluciones tecnológicas y líneas de producto

Yazaki se distingue por ofrecer soluciones individualizadas para cada cliente, adaptadas a las necesidades actuales y futuras de los fabricantes de automóviles. Esta orientación se traduce en un enfoque de ingeniería personalizado, en el que cada sistema se desarrolla de forma colaborativa con el cliente, optimizando la funcionalidad del vehículo, su fiabilidad y los estándares de calidad exigidos en el sector automotriz.

La compañía cuenta con un portafolio amplio y altamente especializado de productos, organizados en cinco grandes áreas tecnológicas:

#### a) **Sistemas de distribución eléctrica (EDS)**

Yazaki es reconocido como el fundador del sistema EDS moderno (Electrical Distribution Systems) y mantiene el liderazgo global en este campo. Sus soluciones EDS incluyen tecnologías avanzadas para el diseño, fabricación y ensamblaje de:

- **Mazos de cables (Wiring Harnesses)**
- **Cables eléctricos y sistemas de distribución de energía**
- **Cajas de distribución (junction boxes), fusibles, conectores y subcomponentes**
- **Sistemas de alimentación para arquitecturas de alto rendimiento**



**Figura 3.5.** Sistema EDS de Yazaki: mazos de cables, conectores y cajas de distribución en vehículos (Fuente: Yazaki Europe, 2024)

Las soluciones EDS están diseñadas para ofrecer fiabilidad estructural, flexibilidad de integración y reducción de peso, mejorando así la eficiencia energética y la sostenibilidad del sistema eléctrico del vehículo.

#### **b) Componentes y conectividad**

En el ámbito de los componentes eléctricos, Yazaki produce una extensa gama de terminales y conectores, optimizados en peso, tamaño y rendimiento. Estos productos destacan por su:

- **Alta escalabilidad y modularidad**
- **Capacidad de integración en sistemas eléctricos complejos**
- **Compatibilidad con soluciones de conectividad de datos**
- **Aplicación en vehículos eléctricos e híbridos**



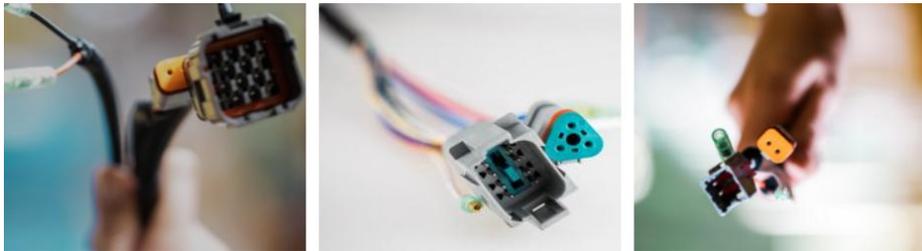
**Figura 3.6.** Terminales y conectores modulares producidos por Yazaki para aplicaciones de alta complejidad eléctrica (Fuente: Yazaki Europe, 2024)

Los sistemas de conexión se ajustan a las especificaciones de casi cualquier fabricante, permitiendo la reducción de los ciclos de desarrollo y una mejora en la integridad del sistema.

### c) Electrónica e instrumentación

Yazaki también desarrolla soluciones de interfaz hombre-máquina (HMI) y electrónica inteligente para sistemas de distribución de señales y potencia. Su catálogo incluye:

- **Cuadros de instrumentos (instrument clusters)**
- **Pantallas proyectadas (HUD)**
- **Cajas de distribución inteligentes (smart junction boxes)**
- **Sistemas de gestión de baterías**
- **Soluciones para sistemas Start-Stop y convertidores DC-DC de 48V a 12V**
- **Electrónica de carrocería y módulos de control centralizado**



**Figura 3.7.** Componentes electrónicos de conexión y control desarrollados por Yazaki para módulos de instrumentación y distribución inteligente (Fuente: Yazaki Europe, 2024)

Estas soluciones electrónicas están respaldadas por equipos de ingeniería locales, integrados en una red global de I+D que garantiza el cumplimiento de normativas, la fiabilidad del producto y la adaptación a las nuevas tendencias de digitalización del vehículo.

### d) Tecnología de alta tensión (High Voltage)

En coherencia con su compromiso ambiental y su política de apoyo a una movilidad sostenible, Yazaki ha desarrollado competencias punteras en el diseño y fabricación de componentes de alta tensión para vehículos eléctricos e híbridos. Esta línea incluye:

- **Sistemas de conexión de alta potencia**
- **Enchufes de servicio y módulos de barra colectora para baterías (bus bar modules)**
- **Centros de distribución de energía específicos para HV**



**Figura 3.8.** Visualización digital de instrumentación en vehículos eléctricos de alta potencia, tecnología compatible con los sistemas de alta tensión desarrollados por Yazaki (Fuente: Yazaki Europe, 2024)

Estas soluciones son aplicadas en la producción en serie desde hace más de una década, posicionando a Yazaki como un socio clave en el avance hacia la electrificación del parque automotor global.

### 3.10 Competencias clave y enfoque estratégico integral

A lo largo de su trayectoria, Yazaki ha evolucionado desde una empresa puramente industrial hacia un proveedor global de soluciones integradas, acumulando una experiencia sólida en consultoría, desarrollo, industrialización, logística avanzada y gestión del ciclo de vida del producto. Estas capacidades configuran un conjunto de competencias clave que constituyen la base de su crecimiento sostenido y su posicionamiento como socio estratégico para los principales fabricantes del sector automoción.

#### a) Ingeniería e industrialización global

La fortaleza tecnológica de Yazaki se traduce en un sistema de ingeniería distribuida internacionalmente, que combina el desarrollo local adaptado a cada cliente con recursos globales de diseño y validación. Esta estructura permite optimizar los plazos de desarrollo, asegurar la compatibilidad técnica y acelerar la transición desde la fase de prototipo hasta la producción en serie.

Yazaki aplica una política activa de mejora continua en la fase de industrialización, incorporando herramientas como *Design for Manufacturing*, análisis de modos de fallo (FMEA) y planificación avanzada de calidad (APQP), todo ello dentro de un enfoque Lean.

#### b) Logística de valor añadido (Value Added Logistics)

La red logística de Yazaki Europe está estructurada en torno a un sistema paneuropeo de transporte e integración de la cadena de suministro, que permite responder con flexibilidad y

fiabilidad a las demandas de los clientes. Este modelo incluye:

- Entregas secuenciales adaptadas: JIT, JIS, SILS, Modular SILS
- Producción ajustada (*Kanban*, sistemas pull)
- Logística interna de planta
- Portal digital de planificación, trazabilidad y medición de KPIs (clientes, transportistas, proveedores)

El enfoque de logística de valor añadido permite a Yazaki ofrecer servicios con alta eficiencia energética, tiempos de entrega reducidos, control medioambiental y rentabilidad operativa.

### **c) Logística sostenible y diseño ambiental**

Yazaki ha incorporado el criterio medioambiental como parte esencial de sus decisiones logísticas. Mediante el uso de embalajes retornables, optimización de densidad de carga, rutas eficientes y reducción del tráfico de entrada, la empresa ha logrado disminuir de forma sistemática sus emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad entregada.

Ejemplos de esta orientación incluyen:

- Sistemas de embalaje plegable con ratios mejorados de retorno
- Reducción del uso de materiales no reciclables
- Integración de indicadores medioambientales en las decisiones de diseño

Estos principios se recogen en su directriz interna *Design for Environment*, que permite evaluar el impacto ambiental de los productos desde las fases más tempranas del desarrollo.

### **d) Gestión del ciclo de vida del producto**

Yazaki ofrece soporte técnico y logístico en todas las fases del ciclo de vida del producto, desde la definición de objetivos de diseño hasta la gestión postventa. Sus competencias en este ámbito incluyen:

- Prototipado flexible y entrega rápida de muestras
- Documentación técnica completa durante toda la vida útil del producto
- Gestión de directiva ELV (End of Life Vehicles)
- Trazabilidad global de lotes y componentes
- Respuesta inmediata ante demandas de garantía o problemas de calidad
- Almacenamiento de moldes y herramientas tras la finalización de pedidos

Gracias a estos servicios, Yazaki permite a sus clientes OEM gestionar la brecha existente entre el corto ciclo de disponibilidad de componentes y la larga vida útil del vehículo final, garantizando continuidad operativa y seguridad de suministro.



## **4. DISEÑO METODOLÓGICO APLICADO AL ESTUDIO DE UN HUB LOGÍSTICO INTERNACIONAL**



El presente capítulo desarrolla de forma exhaustiva la metodología empleada en este Trabajo Fin de Máster, centrado principalmente en la implementación de un proyecto logístico en el hub de Yazaki Palencia y su impacto estratégico dentro de la cadena de suministro euro-mediterránea. Esta infraestructura logística, recientemente puesta en marcha, representa una apuesta clave por parte de la compañía para consolidar flujos de mercancías entre el norte de África y Europa, posicionando a Castilla y León como nodo logístico de referencia en el eje Marruecos-Turquía.

A partir de esta base, el estudio tiene como finalidad analizar, diagnosticar y proponer mejoras en el flujo logístico internacional gestionado por Yazaki, a través del hub de Palencia, con destino a la planta de su cliente TOFAŞ en Bursa (Turquía). Dicho flujo constituye un caso representativo de las dinámicas complejas y exigentes del sector de automoción, en el que convergen aspectos críticos como la eficiencia operativa, la integración tecnológica, la coordinación multinivel y la resiliencia ante disrupciones externas (Christopher, 2016; Ivanov et al., 2019). Desde esta perspectiva, la metodología adoptada combina herramientas cualitativas y cuantitativas, incluyendo entrevistas semiestructuradas, observación directa de los procesos, análisis documental, y revisión de indicadores clave de rendimiento (KPIs), con el fin de captar tanto los factores operativos como los estratégicos que configuran esta solución logística integrada (Flick, 2018; Yin, 2018).

La operativa abordada se encuentra plenamente activa y se desarrolla en un contexto logístico real, con implicaciones estratégicas para la red de suministro de Yazaki en la región euro-mediterránea. A lo largo del estudio se contempla una cadena de actores interdependientes, entre los que destacan instalaciones productivas en Marruecos, el centro de consolidación y distribución operado en Palencia, y la planta receptora de TOFAŞ en Turquía. Asimismo, intervienen operadores logísticos de primer nivel, como Nippon Express, así como una infraestructura tecnológica avanzada que incluye el uso del sistema SAP EWM (Extended Warehouse Management) y protocolos de intercambio electrónico de datos (EDI) estandarizados bajo formatos EDIFACT (Monczka et al., 2020; Chopra & Meindl, 2022).

Ante este nivel de complejidad, el diseño metodológico del estudio responde a la necesidad de abordar el fenómeno desde una perspectiva integral y multidimensional, que considere de manera simultánea las variables técnicas, organizativas, digitales, operativas y estratégicas. En este sentido, se ha optado por un enfoque metodológico mixto, que combina herramientas cualitativas y cuantitativas, permitiendo no solo describir con precisión el funcionamiento del flujo TOFAŞ, sino también evaluar su rendimiento, detectar oportunidades de mejora y formular propuestas viables y fundamentadas (Creswell & Plano Clark, 2018; Saunders et al., 2019).

Este enfoque metodológico, además, se apoya en una lógica investigativa que articula el análisis empírico de procesos logísticos reales con la aplicación de marcos conceptuales consolidados en el ámbito de la gestión de la cadena de suministro. En consecuencia, la metodología adoptada se caracteriza por su rigurosidad técnica, validez académica y aplicabilidad práctica, lo que la convierte en un instrumento adecuado para el análisis de un flujo transcontinental complejo,

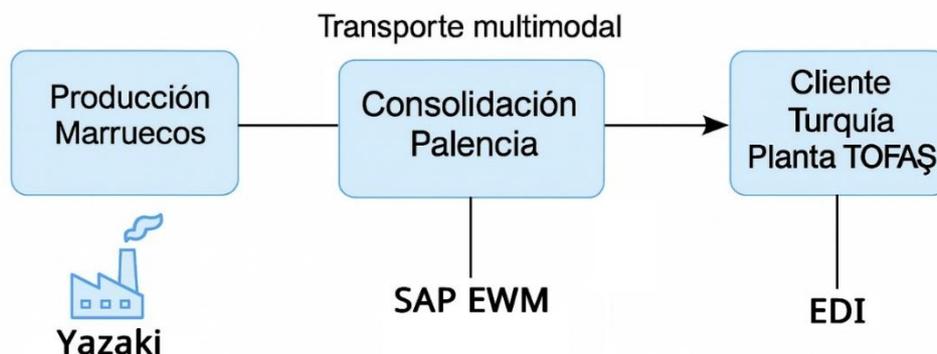
con múltiples interfaces y exigencias críticas (Mentzer et al., 2001; Seuring, 2013). Así, el capítulo metodológico no se limita a describir herramientas utilizadas, sino que expone la lógica epistemológica, técnica y operacional que sustenta cada etapa del trabajo.

A lo largo de este capítulo se explicará el enfoque general del trabajo, el tipo de metodología utilizada, las fuentes de información que se han consultado, las herramientas de análisis empleadas, así como los aspectos éticos que se han tenido en cuenta para asegurar la calidad y la fiabilidad del estudio. Todo ello sirve como base para analizar de forma rigurosa el caso del flujo logístico entre Yazaki y TOFAŞ, y aportar propuestas de mejora desde una perspectiva práctica y fundamentada.

#### 4.1 Enfoque general del estudio

La naturaleza del objeto de estudio es de un flujo logístico transcontinental altamente estructurado dentro del sector de automoción que exige un enfoque metodológico que integre, de forma equilibrada, tanto el rigor académico como la aplicabilidad operativa y técnica. En este sentido, el presente trabajo se enmarca en las investigaciones orientadas a la resolución de problemas reales y al análisis de sistemas complejos en funcionamiento (Yin, 2018; Eisenhardt & Graebner, 2007). Este enfoque permite utilizar las herramientas teóricas más adecuadas para comprender y mejorar una operativa logística internacional real, que atraviesa múltiples países, modos de transporte, infraestructuras logísticas y plataformas digitales (Christopher, 2016).

Se adopta, por tanto, una perspectiva metodológica mixta, que articula técnicas cualitativas (entrevistas, observación directa, interpretación documental) y cuantitativas (análisis de KPIs logísticos, tiempos de ciclo, capacidad de consolidación), lo que resulta especialmente útil para abordar los desafíos multidimensionales presentes en el flujo Marruecos-Palencia-Bursa. Esta combinación de métodos no solo permite describir con precisión la configuración actual del sistema logístico (modelo AS-IS), sino también formular propuestas de mejora fundamentadas en evidencia empírica y teoría especializada (modelo TO-BE) (Creswell & Plano Clark, 2018; Saunders et al., 2019).



**Figura 4.1.** Estructura del flujo logístico Marruecos-Palencia-TOFAŞ. Elaboración propia.

La estructura del flujo logístico objeto de estudio, que articula producción en Marruecos, consolidación en Palencia y entrega en la planta TOFAŞ, se representa esquemáticamente en la Figura 4.1.

El método central adoptado ha sido el del estudio de caso instrumental, tal como lo define Stake (2005), mediante el cual se analiza un caso específico (el flujo TOFAŞ) no solo para comprenderlo en sí mismo, sino como ventana de observación de problemáticas logísticas comunes en las cadenas de suministro transcontinentales del sector automotriz. Esta decisión metodológica permite considerar el caso TOFAŞ como ejemplo de las operaciones logísticas modernas que conectan plantas de producción en África (Marruecos), centros logísticos en Europa (Palencia) y clientes finales en Asia Menor (Turquía), dentro de una lógica just in time semi-rígida (Womack et al., 2007; Hines et al., 2004).

Este enfoque metodológico se basa en cuatro principios fundamentales:

1. **Multidimensionalidad del análisis logístico:** Se entiende que el estudio de una cadena de suministro no puede limitarse exclusivamente a los flujos físicos de mercancía. Es imprescindible incorporar la dimensión digital (EDI, SAP, EWM), la dimensión organizativa (interacción entre Yazaki, Nippon Express y TOFAŞ), y la dimensión estratégica, vinculada a la resiliencia, eficiencia y alineamiento con las expectativas del cliente (Mentzer et al., 2001; Ivanov et al., 2019).
2. **Contextualización de la tecnología:** Tecnologías como SAP, EWM y EDI no se abordan como herramientas neutras, sino como sistemas integrados que estructuran los procesos y decisiones logísticas. Su análisis se inscribe dentro de una lógica de interoperabilidad, automatización y trazabilidad, donde cada funcionalidad (gestión de inventario, comunicación de avisos de expedición, validación de entregas) tiene consecuencias prácticas sobre los resultados operativos (Monczka et al., 2020; Barratt et al., 2011).
3. **Reconocimiento de la lógica de cliente y presión jerárquica:** El flujo TOFAŞ se analiza teniendo en cuenta que existe una asimetría jerárquica y contractual entre Yazaki y su cliente. Esta relación incide en los niveles de exigencia, frecuencia de entregas, estándares de calidad y necesidad de confirmaciones EDI. Esta lógica condiciona, a su vez, la manera en que se diseñan y gestionan los flujos (Christopher, 2016; Lambert & Cooper, 2000).
4. **Orientación a la mejora continua:** El trabajo asume que todo sistema logístico puede ser optimizado mediante el análisis crítico de sus procesos, indicadores, capacidades y puntos de ruptura. Se incorpora una visión alineada con el pensamiento Lean y la mejora continua (Kaizen), considerando que las propuestas deben ser realistas, sostenibles y viables para su implementación operativa (Liker, 2004; Imai, 1997).

En definitiva, el enfoque adoptado permite una lectura integral, crítica y constructiva del flujo logístico TOFAŞ, posicionando este caso como un laboratorio analítico desde el cual se pueden formular aprendizajes y soluciones extrapolables a otros contextos logísticos similares. Esta elección metodológica asegura, además, que las conclusiones del trabajo sean aplicables, técnicamente justificadas y alineadas con la realidad operativa de Yazaki y su ecosistema logístico.

## 4.2 Diseño de la investigación

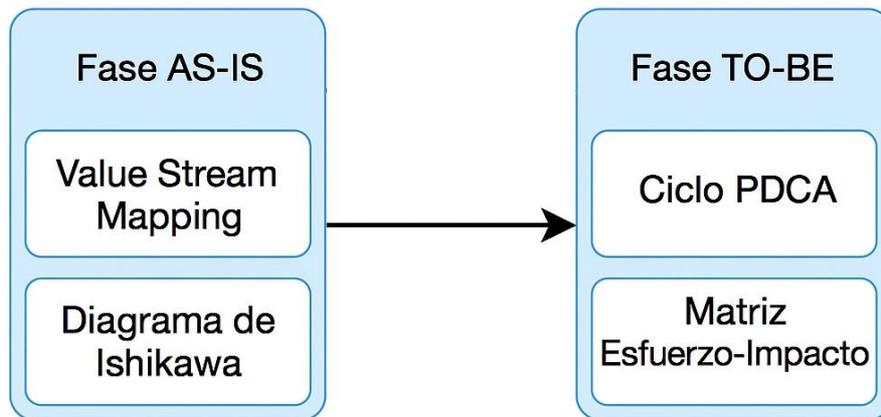
La estrategia de investigación adoptada en este Trabajo Fin de Máster responde a un diseño no experimental, aplicado y descriptivo, basado en el estudio intensivo de un caso real en funcionamiento dentro del sector de la logística automotriz internacional. Este diseño permite no intervenir directamente sobre el sistema logístico observado, respetando su operativa natural, pero sí analizarlo rigurosamente a partir de la recopilación de datos, la observación directa, el análisis documental y el diálogo técnico con actores implicados (Yin, 2018; Hernández Sampieri et al., 2014).

Desde el punto de vista metodológico, se adopta un enfoque mixto, que combina técnicas cualitativas (entrevistas, observación, análisis de procesos, interpretación de documentos internos) y cuantitativas (indicadores de rendimiento, tiempos de tránsito, tasas de error, datos de trazabilidad SAP), con el fin de obtener una visión integral del fenómeno logístico objeto de estudio. Este enfoque integrador es especialmente relevante en entornos complejos como el que protagoniza Yazaki, donde los flujos físicos están estrechamente entrelazados con los flujos de información, decisiones y coordinación interorganizativa (Creswell & Plano Clark, 2018; Mentzer et al., 2001).

En términos operativos, la investigación se estructura en dos grandes fases complementarias, tal como se observa en la Figura 4.2:

- **Fase AS-IS (diagnóstico del estado actual):** Se centra en la caracterización detallada del flujo logístico tal y como opera actualmente, desde el envío de componentes desde Marruecos, pasando por la recepción y manipulación en el hub de Palencia, hasta la entrega en la planta de TOFAŞ. Esta fase implica una cartografía minuciosa de los procesos, la identificación de puntos críticos (cuellos de botella, errores, demoras), y el análisis del grado de integración entre los sistemas SAP EWM y EDI (Monczka et al., 2020; Barratt et al., 2011).
- **Fase TO-BE (propuesta de estado optimizado):** A partir del diagnóstico realizado, se plantean alternativas de mejora basadas en principios de eficiencia logística, automatización, sincronización de flujos y eliminación de desperdicios. Esta fase se apoya en metodologías como el Value Stream Mapping (VSM), el modelo PDCA, la matriz de priorización esfuerzo-impacto, y el análisis de buenas prácticas observadas en

otros flujos similares dentro de la misma organización (Rother & Shook, 2003; Imai, 1997; George, 2003).



**Figura 4.2.** Análisis del estado actual (AS-IS) y diseño del estado optimizado (TO-BE).

Elaboración propia.

La lógica subyacente a esta estructura dual es permitir un análisis comparativo y orientado al cambio, donde las oportunidades de mejora no emergen de la teoría aislada, sino del contraste directo entre lo que se hace actualmente y lo que sería factible mejorar con los recursos disponibles. Este enfoque favorece la construcción de propuestas viables, ajustadas al contexto técnico, humano y organizativo del flujo TOFAŞ, sin caer en soluciones teóricas inalcanzables o genéricas (Seuring, 2013; Christopher, 2016).

Adicionalmente, se adoptó un criterio de triangulación metodológica, mediante el cual los datos recogidos se validaron a través de múltiples fuentes (entrevistas, documentos, observación directa) y se contrastaron con referentes teóricos y técnicos de la literatura especializada. Esta triangulación garantiza una mayor fiabilidad, validez y profundidad analítica, reforzando la legitimidad de las conclusiones alcanzadas en el estudio (Flick, 2018; Denzin, 1978).

En suma, el diseño metodológico adoptado permite abordar el flujo logístico TOFAŞ desde una perspectiva integradora, crítica y propositiva, que combina el respeto por la operativa real con una clara orientación hacia la mejora continua y la excelencia logística en un entorno internacional exigente.

### 4.3 Técnicas y herramientas utilizadas

Para desarrollar un análisis integral y riguroso del flujo logístico entre Marruecos, el hub de Palencia y la planta TOFAŞ en Bursa, se ha recurrido a un conjunto de técnicas y herramientas metodológicas ampliamente contrastadas en el ámbito de la logística, la ingeniería industrial y la mejora continua. Estas herramientas no solo han permitido describir y representar el

funcionamiento actual del sistema (fase AS-IS), sino también proyectar escenarios de mejora (fase TO-BE) con base en criterios de eficiencia, digitalización y sincronización operativa (Womack et al., 2007; Imai, 1997).

Herramienta	Aplicación metodológica
<b>Value Stream Mapping (VSM)</b>	Diagnóstico del estado actual del flujo (fase AS-IS)
<b>Ciclo PDCA</b>	Planificación de mejoras y seguimiento continuo (fase TO-BE)
<b>Matriz Esfuerzo-Impacto</b>	Priorización de mejoras propuestas (fase TO-BE)
<b>SAP EWM</b>	Gestión del almacén y trazabilidad (ambas fases: AS-IS y TO-BE)
<b>EDI (EDIFACT)</b>	Automatización de mensajes logísticos (ambas fases: AS-IS y TO-BE)
<b>Diagrama de Ishikawa</b>	Identificación de causas raíz de errores (fase AS-IS)

**Tabla 4.1.** Herramientas metodológicas aplicadas y su función en el diseño del estudio

La primera herramienta empleada ha sido el Value Stream Mapping (VSM), una técnica originaria del enfoque Lean Manufacturing que permite representar de forma visual y detallada el flujo completo de materiales e información a lo largo de una cadena de suministro. Su aplicación en este estudio ha facilitado la identificación de actividades que añaden valor, operaciones redundantes, tiempos de espera excesivos, puntos de ruptura en la sincronización entre fases y transferencias interorganizativas deficientes (Rother & Shook, 2003). Gracias al VSM ha sido posible establecer una "radiografía funcional" del flujo logístico actual, sobre la cual se han fundamentado las propuestas de intervención.

Esta técnica ha sido adaptada al contexto intercontinental del flujo TOFAŞ, incorporando no solo las operaciones físicas en el hub, sino también los procesos previos de aprovisionamiento en Marruecos y las exigencias del cliente final en Turquía, lo que permite una visión integral y transnacional del sistema logístico.

Complementando al VSM, se ha utilizado el ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) como marco estructural para la formulación y validación de las mejoras propuestas. Esta herramienta, ampliamente difundida en el ámbito de la calidad total, permite organizar de forma sistemática el proceso de mejora continua, desde la identificación del problema hasta la implementación de acciones correctivas y su seguimiento (Deming, 1986; Liker, 2004). En el contexto de este trabajo, el PDCA ha servido para estructurar la transición entre el estado actual del flujo (AS-IS) y su versión optimizada (TO-BE), integrando elementos de diagnóstico, experimentación teórica y evaluación crítica.

Otra herramienta de gran utilidad ha sido la matriz esfuerzo-impacto, utilizada para priorizar las propuestas de mejora en función de su viabilidad y del retorno operativo esperado. Esta matriz clasifica las posibles acciones según el nivel de esfuerzo que requieren (económico, técnico o humano) y el impacto que generan en la eficiencia global del flujo. Su aplicación ha permitido jerarquizar las iniciativas de forma racional (George, 2003), evitando la implementación de soluciones costosas o complejas que no aporten mejoras significativas, y enfocando los recursos disponibles en las intervenciones más rentables.

De especial relevancia ha sido el análisis funcional del sistema SAP EWM (Extended Warehouse Management), herramienta digital central en la operativa del hub de Palencia. Este análisis se ha centrado en evaluar el grado de aprovechamiento de sus funcionalidades: gestión de ubicaciones, control de stock en tiempo real, trazabilidad, ejecución de tareas mediante terminales RF (radiofrecuencia) y coordinación con los flujos de expedición hacia TOFAŞ (Monczka et al., 2020; Barratt et al., 2011).

Asimismo, se ha evaluado el nivel de integración con el sistema EDI (Electronic Data Interchange), especialmente en lo relativo al intercambio automatizado de mensajes logísticos: ORDERS, DESADV, RECADV e INVOIC. Esta doble integración SAP-EDI ha sido analizada como factor crítico para garantizar la fiabilidad documental y la eficiencia de las entregas (Chopra & Meindl, 2022). El estudio incluye una revisión detallada de los posibles fallos de comunicación, errores de codificación o falta de sincronización que pudieran afectar a la consistencia del flujo de datos, lo que es especialmente relevante en un contexto multinacional con actores interdependientes.

Como soporte analítico complementario, se ha hecho uso de técnicas de análisis causal, entre ellas el diagrama de Ishikawa o causa-efecto, para identificar las raíces de ciertos errores frecuentes detectados en la fase de expedición o consolidación de cargas. Esta herramienta ha permitido categorizar las causas posibles en torno a factores humanos, técnicos, materiales, métodos y sistemas (Tague, 2005), facilitando la formulación de medidas correctivas bien orientadas. Por ejemplo, se ha identificado la posible incidencia de errores en el etiquetado manual de palets, deficiencias en la comunicación inter turno, y lagunas en la formación de operarios nuevos, que pueden repercutir en la eficiencia del picking y la fiabilidad de las expediciones.

Finalmente, se han elaborado diversos diagramas de flujo logístico, que permiten visualizar de forma integrada los movimientos físicos, las decisiones de control y los flujos de información digital en cada etapa del sistema. Estos diagramas actúan como herramientas de comunicación y diagnóstico, tanto para el análisis propio como para la validación con los actores implicados (Slack et al., 2022). Su construcción ha permitido evidenciar la existencia de redundancias operativas, retrasos evitables y puntos de desconexión entre sistemas digitales y operaciones físicas, lo cual ha servido como base para recomendaciones de mejora en sincronización y eficiencia.

En conjunto, la selección y aplicación de estas técnicas responde a una estrategia metodológica coherente, rigurosa y orientada a la acción, que permite abordar el caso TOFAŞ no solo desde una perspectiva descriptiva, sino también desde una lógica transformadora y de mejora continua. La combinación de herramientas Lean, análisis digital, gestión por indicadores y visualización de procesos ha posibilitado un tratamiento holístico del flujo logístico, adaptado a la complejidad operativa y tecnológica del entorno en que se desarrolla.

### **4.4 Fuentes de datos**

El desarrollo metodológico de este Trabajo Fin de Máster ha requerido una recopilación minuciosa y diversificada de información, procedente tanto de fuentes primarias como de fuentes secundarias, con el objetivo de construir un marco de análisis empírico robusto, veraz y contextualizado. La combinación de estas fuentes ha permitido garantizar una visión holística del flujo logístico estudiado, integrando aspectos operativos, tecnológicos, humanos y estratégicos que intervienen en la relación entre Yazaki, Nippon Express y el cliente TOFAŞ (Voss et al., 2002; Eisenhardt, 1989).

Entre las fuentes primarias más relevantes destaca la observación directa en el hub logístico de Palencia, operado por Nippon Express. Esta observación se llevó a cabo de forma continuada durante distintos turnos operativos y bajo diferentes condiciones logísticas, lo que permitió registrar con fidelidad la ejecución real de los procesos internos. Durante estas sesiones se analizaron actividades como la recepción de mercancía procedente de Marruecos, la verificación documental, el almacenamiento temporal, las operaciones de picking, el proceso de consolidación de cargas y la expedición hacia Turquía. Asimismo, se documentó el uso cotidiano de tecnologías digitales como los terminales de radiofrecuencia y la interfaz SAP EWM, observando su grado de integración en la rutina operativa. Estas observaciones se sistematizaron en registros estructurados, diagramas de procesos y mapas funcionales que sirvieron de base para el análisis posterior (Flick, 2018).

Adicionalmente, se llevaron a cabo entrevistas informales y semiestructuradas con distintos actores clave del proceso logístico. Estas entrevistas se realizaron a responsables de logística internacional de Yazaki, supervisores de almacén de Nippon Express, técnicos SAP, coordinadores de transporte, operarios de muelle y responsables de calidad. Aunque no se utilizaron guiones cerrados ni se grabaron por razones de confidencialidad, sí se aplicó una guía temática que permitió explorar aspectos fundamentales como los tiempos reales de operación, los problemas recurrentes, los niveles de presión del cliente TOFAŞ, el grado de trazabilidad alcanzado mediante SAP y EDI, y la percepción interna de las oportunidades de mejora. Estas entrevistas proporcionaron una perspectiva cualitativa valiosa, al reflejar no solo datos objetivos, sino también el conocimiento tácito acumulado por los profesionales involucrados (Kvale & Brinkmann, 2009; Yin, 2018).

Como complemento, se accedió a documentación interna de Yazaki y Nippon Express, cuya revisión resultó crucial para comprender el diseño operativo y tecnológico del flujo logístico. Entre los documentos analizados destacan: los layouts del hub, las instrucciones operativas por proceso, los procedimientos estándar de calidad, las configuraciones del módulo SAP EWM, los historiales de incidencias, los reportes de cumplimiento de KPIs, y los registros de eventos relacionados con el flujo TOFAŞ. Estos documentos fueron contrastados con las observaciones empíricas y las entrevistas, permitiendo validar la coherencia entre la planificación teórica y la ejecución práctica del sistema logístico (Saunders et al., 2019).

En cuanto a las fuentes secundarias, se utilizaron múltiples referencias bibliográficas académicas y técnicas para sustentar el análisis conceptual y metodológico. Se incluyeron libros de referencia sobre Supply Chain Management (Christopher, 2016; Chopra & Meindl, 2022), publicaciones especializadas en logística internacional y Lean Logistics, guías técnicas sobre SAP y EDI, artículos científicos indexados sobre digitalización logística, así como estudios de caso comparables en el sector de la automoción. También se consultaron estándares internacionales de mensajería electrónica (como EDIFACT y VDA), publicaciones institucionales de SAP, y documentación de organismos logísticos como el European Logistics Association (ELA) (Monczka et al., 2020; Barratt et al., 2011).

En aquellos aspectos en los que no fue posible acceder a datos confidenciales por restricciones de seguridad empresarial, se ha optado por el uso de supuestos técnicos razonables, basados en buenas prácticas del sector y datos promedio documentados en la literatura. Esta estrategia permitió modelar situaciones logísticas verosímiles y construir propuestas de mejora sin comprometer la confidencialidad de las operaciones reales de Yazaki (Seuring, 2013; Lambert & Cooper, 2000).

Todas las fuentes de datos, tanto primarias como secundarias, han sido trianguladas de forma sistemática para garantizar su validez, fiabilidad y consistencia interna. La triangulación permitió identificar puntos de convergencia y divergencia entre distintas perspectivas, reforzando la legitimidad de los hallazgos (Denzin, 1978). En resumen, la riqueza y diversidad de las fuentes utilizadas constituye uno de los pilares metodológicos fundamentales de este trabajo, al permitir una comprensión profunda, crítica y fundamentada del fenómeno logístico analizado.

### **4.5 Justificación metodológica**

La elección de la metodología utilizada en este trabajo no ha sido arbitraria, sino que responde a una serie de criterios lógicos, técnicos y epistemológicos que se alinean con los objetivos del estudio, el contexto empresarial en el que se desarrolla y el tipo de información disponible. En primer lugar, el enfoque de estudio de caso instrumental se justifica por el carácter singular y representativo del flujo logístico entre Marruecos, Palencia y Turquía. Según Stake (2005), este tipo de estudio permite analizar un caso concreto no solo por su interés intrínseco, sino también porque permite comprender mejor fenómenos más amplios que comparten características

similares. En el caso del flujo TOFAŞ, se trata de una operativa que ilustra con precisión los retos logísticos de las cadenas de suministro globales, altamente exigentes y sometidas a presiones de integración tecnológica, cumplimiento estricto de plazos y eficiencia de costes.

Además, la selección de herramientas como el Value Stream Mapping (VSM), el ciclo PDCA, la matriz esfuerzo-impacto, los diagramas de causa-efecto o el análisis de integración digital (SAP EWM, EDI) no solo responde a su validación científica, sino también a su probada utilidad en entornos industriales reales. Estas herramientas forman parte del repertorio metodológico del Lean Logistics y la mejora continua (Kaizen), ampliamente utilizados en la industria de automoción y avalados por autores como Womack y Jones (2003), Liker (2004) y Christopher (2011).

Por otro lado, el uso de observación directa y entrevistas exploratorias responde a la necesidad de complementar los datos técnicos con una visión más humana, organizativa y operativa del sistema. La logística, si bien es susceptible de ser modelada, también está sujeta a desviaciones, excepciones, decisiones no programadas y lógicas informales que solo pueden ser captadas mediante la inmersión en el entorno real (Patton, 2015; Kvale & Brinkmann, 2009).

En conjunto, la metodología adoptada permite alcanzar un equilibrio entre rigor técnico, profundidad diagnóstica y aplicabilidad práctica. Ofrece un marco suficientemente robusto para interpretar la situación actual del flujo TOFAŞ, identificar sus principales debilidades, y proponer mejoras alineadas con los principios de eficiencia logística, digitalización y adaptabilidad en entornos industriales globalizados. Esta aproximación metodológica se fundamenta en una visión sistémica y pragmática de la realidad logística, que se desarrolla con mayor profundidad en la sección siguiente.

### **4.6 Justificación epistemológica**

El presente Trabajo Fin de Máster se inscribe en una visión epistemológica pragmática y sistémica, en la que el conocimiento se concibe como una construcción contextual, útil y aplicable a la resolución de problemas concretos. A diferencia de enfoques positivistas, que buscan generalizar a partir de grandes volúmenes de datos, o interpretativos, que priorizan el análisis subjetivo de significados, el pragmatismo epistemológico adoptado aquí privilegia la utilidad práctica del conocimiento, sin renunciar a la rigurosidad técnica ni a la validez analítica (Patton, 2015; Creswell & Plano Clark, 2017).

En este marco, la realidad logística y específicamente el flujo internacional Marruecos-Palencia-Turquía gestionado por Yazaki para TOFAŞ, se entiende como un sistema complejo, donde interactúan múltiples dimensiones: técnicas (procesos, transporte, almacenes), humanas (decisiones, coordinación, formación), digitales (SAP, EDI, trazabilidad) y organizativas (estructuras jerárquicas, prioridades de cliente, políticas de calidad). Esta visión sistémica permite analizar el fenómeno no como una secuencia lineal de tareas, sino como una red

dinámica de interdependencias que se ven afectadas por decisiones locales y globales (Jackson, 2003; Mingers, 2014).

Enfoque	Características	Aplicabilidad en el TFM
<b>Positivista</b>	Generalización estadística	No aplicable por unicidad del caso
<b>Interpretativo</b>	Análisis cualitativo profundo	Complementario
<b>Pragmático</b>	Utilidad y aplicabilidad	Adoptado en este trabajo (Stake, 2005)
<b>Sistémico</b>	Visión holística e interconectada	Fundamento del enfoque de análisis

**Tabla 4.2.** Comparativa de enfoques epistemológicos aplicables al estudio

Desde esta perspectiva, la elección metodológica del estudio de caso instrumental (Stake, 2005) cobra pleno sentido. Este enfoque reconoce el valor del conocimiento generado a partir del análisis profundo de un solo caso representativo, siempre que esté bien delimitado, documentado y analizado con rigor. En este TFM, el flujo TOFAŞ se convierte en una ventana analítica privilegiada para observar y comprender patrones logísticos complejos, desafíos de integración digital, y oportunidades de mejora continua que trascienden su ámbito inmediato.

El pragmatismo también permite combinar métodos cualitativos y cuantitativos, rompiendo con la dicotomía tradicional entre enfoques. Así, se integran técnicas como la observación directa, las entrevistas exploratorias y el análisis documental con el estudio de KPIs logísticos, mapas de flujo de valor y herramientas de diagnóstico operacional. Esta combinación no solo enriquece el análisis, sino que aumenta la validez interna del trabajo al incorporar múltiples fuentes y perspectivas (Tashakkori & Teddlie, 2010; Greene, 2007).

Finalmente, esta postura epistemológica implica una ética de la aplicabilidad: el conocimiento generado debe ser comprensible, útil y susceptible de ser aplicado en entornos reales. En este caso, las propuestas de mejora formuladas a partir del análisis del flujo Yazaki-TOFAŞ buscan precisamente generar valor operativo, reducir ineficiencias y fortalecer la integración sistémica en un entorno industrial globalizado.

En resumen, la justificación epistemológica de este trabajo se fundamenta en una postura pragmática, sistémica e instrumental, que valida el uso de un caso particular para extraer aprendizajes relevantes, siempre en coherencia con los principios de utilidad, rigor y aplicabilidad que rigen la práctica profesional en logística internacional.

#### 4.7 Criterios de selección del caso

La elección del flujo logístico gestionado por Yazaki entre sus plantas de producción en Marruecos, el hub logístico de Palencia (España), y la planta de su cliente TOFAŞ en Bursa (Turquía) como objeto central de análisis en este Trabajo Fin de Máster responde a una decisión

estratégica y metodológicamente fundamentada. Esta elección se basa en una serie de criterios técnicos, operativos y académicos que garantizan la pertinencia del estudio, su viabilidad de ejecución y su contribución potencial tanto al conocimiento académico como a la mejora práctica en el ámbito de la logística internacional.

<b>Criterio</b>	<b>Justificación</b>
<b>Relevancia estratégica</b>	Cliente clave, alto impacto en red de suministro
<b>Complejidad operativa</b>	Multinodo, multiciente, integración digital
<b>Accesibilidad empírica</b>	Observación directa, entrevistas, documentación autorizada
<b>Representatividad académica</b>	Ejemplo de supply chain internacional con digitalización Lean

**Tabla 4.3.** Criterios de selección del flujo logístico TOFAŞ

En primer lugar, este flujo logístico destaca por su relevancia operativa y estratégica dentro del ecosistema logístico de Yazaki Europa. TOFAŞ es uno de los clientes más exigentes de la compañía, tanto en términos de calidad como de cumplimiento de plazos, frecuencia de entregas, exigencia documental y trazabilidad de la cadena de suministro. En este sentido, el flujo Marruecos-Palencia-TOFAŞ representa una cadena crítica de abastecimiento just in time de tipo semiflexible, en la que los errores logísticos generan impactos significativos en la producción final. Analizar este flujo permite observar con detalle cómo se gestionan dichas exigencias y cuáles son las barreras operativas y sistémicas que afectan a su desempeño (Christopher, 2016).

Además, este caso presenta una estructura logística multinodal y multiciente, con múltiples actores implicados a lo largo del proceso: plantas de producción de componentes en Marruecos, operadores de transporte terrestre, el operador logístico Nippon Express como gestor del hub en Palencia, y la planta TOFAŞ en Bursa como cliente final del flujo. Este entramado logístico ofrece un escenario complejo, ideal para aplicar modelos de análisis como el mapeo de flujo de valor (VSM), el estudio de integración digital mediante EDI y SAP, y la evaluación del rendimiento mediante KPIs (Womack & Jones, 2003; Slack et al., 2022). La interacción entre sistemas, personas, normas de calidad y decisiones operativas lo convierte en un flujo rico para el estudio.

En segundo lugar, el caso fue seleccionado por su estado de plena actividad durante el desarrollo del TFM, lo que ha permitido realizar un seguimiento riguroso y actualizado. Esta condición ha sido fundamental para el trabajo de campo: se ha podido observar directamente el funcionamiento del hub logístico en Palencia, entrevistar a profesionales en activo, analizar documentación reciente y acceder a sistemas operativos como SAP EWM en contexto real. Esto dota al trabajo de una base contextualizada y contemporánea, que supera las limitaciones de muchos estudios académicos que se apoyan únicamente en datos históricos o simulaciones hipotéticas (Creswell & Creswell, 2018).

Un tercer criterio clave ha sido la disponibilidad y accesibilidad de información técnica operativa, derivada de la colaboración directa con Yazaki y su operador logístico. Gracias a esta relación de proximidad profesional, el investigador ha podido acceder a diagramas funcionales, manuales de procedimiento, reportes logísticos, estadísticas operativas, así como realizar entrevistas informales con personal técnico, supervisores y operarios. Esta accesibilidad ha permitido aplicar un enfoque metodológico basado en triangulación de fuentes, contrastando datos observados, documentados y narrados desde el terreno (Yin, 2018).

Asimismo, el caso TOFAŞ permite explorar de forma integrada diversos niveles de análisis: técnico-operativo (procesos y tiempos), tecnológico (sistemas de información y automatización), organizativo (roles y responsabilidades), y estratégico (relación con cliente OEM). Este enfoque multidimensional es coherente con el carácter sistémico de la logística internacional moderna, en la que el rendimiento depende no sólo de la infraestructura, sino de la interoperabilidad entre actores y sistemas, la capacidad de anticipación ante incidencias y la flexibilidad en la toma de decisiones operativas (Chopra & Meindl, 2022).

Desde una perspectiva académica, el flujo TOFAŞ constituye un caso de estudio altamente representativo de las tendencias contemporáneas en logística automotriz, tales como la consolidación intermedia en hubs regionales, la digitalización de procesos logísticos mediante herramientas como SAP EWM o EDI, la externalización parcial mediante operadores especializados, y la creciente presión de los OEMs sobre sus proveedores para cumplir con ventanas de entrega estrictas y penalizaciones asociadas (Simchi-Levi et al., 2021). Finalmente, este flujo permite al investigador aplicar y poner a prueba las herramientas y metodologías estudiadas en el marco teórico, como Lean Logistics, VSM, PDCA o DMAIC, bajo condiciones reales. Su análisis permitirá identificar áreas de oportunidad, formular propuestas de mejora, y evaluar posibles impactos de dichas propuestas en los indicadores clave de desempeño logístico (Liker, 2004; Imai, 1997).

En conjunto, la selección del caso TOFAŞ cumple con los criterios de relevancia estratégica, viabilidad empírica, riqueza técnica y valor académico, constituyéndose como un objeto de estudio idóneo para el propósito de este Trabajo Fin de Máster. Su análisis no sólo permitirá comprender en profundidad una operativa compleja y actual, sino también aportar soluciones que, potencialmente, podrían ser extrapoladas a otros flujos similares dentro del sector automoción u otras industrias globalizadas.

### **4.8 Gestión de la información y validación de datos**

La fiabilidad del análisis desarrollado en este Trabajo Fin de Máster depende en gran medida de la calidad, coherencia y trazabilidad de la información recopilada, así como de los procedimientos metodológicos adoptados para su validación. En este sentido, se ha diseñado una estrategia de gestión de la información basada en principios de rigurosidad científica, transparencia documental y triangulación metodológica, lo que ha permitido construir una base

empírica sólida y creíble para el diagnóstico y la formulación de propuestas de mejora en el flujo logístico TOFAŞ (Flick, 2018; Creswell & Creswell, 2018).

La gestión de la información se ha estructurado en torno a tres ejes fundamentales: recopilación, organización y validación. Para la recopilación de datos, se utilizaron tanto fuentes primarias como secundarias. Entre las fuentes primarias destacan la observación directa de procesos logísticos en el hub de Palencia, realizada en jornadas completas en distintos turnos, así como entrevistas semiestructuradas e informales con actores clave del sistema logístico (supervisores de almacén, responsables de SAP, operarios, transportistas, técnicos de planificación y calidad). Estas entrevistas se enfocaron en captar no solo datos objetivos, sino también la percepción operativa y experiencia directa de los profesionales involucrados, lo que permitió enriquecer la comprensión del contexto (Kvale & Brinkmann, 2015).

En paralelo, se recopilaron documentos internos de carácter técnico y operativo, como manuales de procedimiento, registros de incidencias, layouts del almacén, reportes de indicadores logísticos (KPIs), capturas del sistema SAP EWM, y configuraciones de mensajes EDI (ORDERS, DESADV, INVOIC, RECADV). Este conjunto de documentos permitió tener una visión estructurada y formal de la operativa, complementando los datos obtenidos en campo y reforzando la trazabilidad del análisis (Chopra & Meindl, 2022).

A nivel de fuentes secundarias, se recurrió a literatura académica especializada y normativa técnica para sustentar los modelos, conceptos y herramientas metodológicas utilizadas. Esto incluye libros de referencia sobre logística y SCM, artículos de revistas científicas indexadas, publicaciones institucionales de SAP y organismos europeos de estandarización logística. Estas fuentes garantizan el anclaje conceptual riguroso del estudio y aportan comparativas válidas para evaluar la madurez operativa del flujo TOFAŞ (Christopher, 2016; Simchi-Levi et al., 2021; European Logistics Association, 2022).

La organización de la información se realizó mediante matrices de datos estructurados, categorización temática de entrevistas, y esquemas funcionales que representan gráficamente las rutas, nodos y decisiones logísticas. Se diseñaron diagramas específicos para mapear flujos físicos, flujos documentales, e interacciones digitales entre sistemas, con especial énfasis en la trazabilidad de eventos logísticos clave (entrada, ubicación, picking, consolidación, expedición, confirmación EDI) (Slack et al., 2022).

En cuanto a la validación de los datos, se aplicó el principio de triangulación metodológica, contrastando la información obtenida por al menos tres vías distintas: observación directa, evidencia documental y testimonios de campo. Este enfoque permite detectar posibles inconsistencias, eliminar sesgos individuales, y garantizar que las conclusiones del análisis se apoyan en una base robusta (Denzin, 2012). Además, se recurrió a la validación por informantes clave, compartiendo versiones preliminares del análisis con profesionales de Yazaki y Nippon Express, quienes confirmaron la veracidad de los datos y ofrecieron sugerencias para precisar ciertas interpretaciones.

En aquellos casos donde no fue posible acceder a datos confidenciales o sensibles (como costes logísticos o acuerdos contractuales con TOFAŞ), se optó por construir supuestos técnicamente fundamentados, basados en estándares del sector y valores de referencia publicados en literatura profesional. Esta estrategia permite mantener la coherencia y realismo del modelo de análisis sin comprometer la confidencialidad de las partes implicadas (McKinnon et al., 2015).

En definitiva, la gestión de la información en este estudio se ha guiado por principios de rigurosidad técnica, ética investigadora y alineación con los objetivos del análisis aplicado, permitiendo construir un diagnóstico fidedigno, reproducible y relevante para la toma de decisiones logísticas en entornos complejos e internacionalizados como el de Yazaki-TOFAŞ.

#### 4.9 Propuesta metodológica para la aplicación de mejoras

La presente sección expone de forma detallada la metodología propuesta para la formulación y validación de medidas de mejora aplicables al flujo logístico Marruecos-Palencia-TOFAŞ. Esta metodología busca no solo aportar soluciones concretas a los problemas identificados en el análisis "AS-IS", sino también garantizar que dichas soluciones sean realistas, sostenibles, medibles y alineadas con los objetivos operativos y estratégicos de Yazaki y sus socios logísticos. Para ello, se ha diseñado una estructura metodológica que articula dos enfoques complementarios: el ciclo de mejora continua PDCA y la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar), esta última adaptada del enfoque Six Sigma al entorno logístico e industrial (George et al., 2005; Liker, 2004).



Figura 4.3. Ciclo PDCA. Elaboración propia.

El modelo PDCA (Plan-Do-Check-Act), también conocido como ciclo de Deming, se adopta como marco general para estructurar el proceso iterativo de mejora continua. Este ciclo ofrece una lógica estructurada de análisis y acción que permite no solo corregir desviaciones, sino también

institucionalizar buenas prácticas mediante la retroalimentación y el aprendizaje progresivo (Deming, 1986; Imai, 1986). En la fase “Plan”, se identifican los problemas logísticos observados (como errores en la expedición, retrasos en el picking, fallos de sincronización EDI), se analizan sus causas y se plantea una hipótesis de mejora operativa. En la fase “Do”, se procede a implementar la propuesta de mejora en un entorno controlado o en fase piloto. La etapa “Check” contempla la medición del impacto obtenido a través de indicadores específicos (por ejemplo, reducción de lead time, disminución del porcentaje de errores). Finalmente, la fase “Act” evalúa si los resultados obtenidos justifican la estandarización del nuevo proceso, o si es necesario revisar y ajustar la solución antes de su implementación definitiva.

Este ciclo es particularmente útil en entornos de mejora progresiva como los hubs logísticos, donde la implementación de cambios debe ser gradual, consensuada y compatible con la continuidad operativa. En el caso específico del hub de Palencia, operado por Nippon Express, esta lógica permite introducir cambios en los procedimientos de recepción, ubicación o consolidación de mercancía sin interrumpir la trazabilidad ni afectar negativamente al cumplimiento del cliente TOFAŞ.



**Figura 4.4.** Ciclo DMAIC. Elaboración propia.

De forma complementaria, se emplea la metodología DMAIC, que permite una profundización estructural en el análisis de problemas complejos y su solución mediante técnicas de análisis estadístico, causal y funcional (Pyzdek & Keller, 2018). La fase “Definir” se orienta a acotar con precisión el problema, determinando su localización dentro del flujo, su recurrencia y su impacto en la calidad del servicio. En la fase “Medir”, se recopilan y sistematizan datos cuantitativos procedentes de SAP EWM, informes logísticos y observaciones directas, con el objetivo de dimensionar el problema de forma objetiva.

La etapa “Analizar” incluye herramientas como el diagrama de Ishikawa, los cinco porqués y análisis Pareto, lo cual permite detectar no solo las causas inmediatas, sino también los factores estructurales subyacentes (Slack et al., 2022). En la fase “Mejorar”, se diseñan soluciones técnicas y organizativas adaptadas al entorno real, considerando restricciones operativas, nivel de digitalización, recursos humanos y tecnología disponible. Finalmente, en “Controlar”, se establecen mecanismos de seguimiento y verificación, como dashboards de KPIs, alertas automáticas en SAP, rutinas de inspección y auditorías cruzadas que aseguren la sostenibilidad de las mejoras.

Ambas metodologías se complementan con herramientas de apoyo que refuerzan la capacidad analítica y la priorización estratégica. Entre ellas destacan:

- **Matrices esfuerzo-impacto**, utilizadas para clasificar las propuestas de mejora en función de su dificultad de implementación y su contribución al rendimiento logístico general. Estas matrices facilitan la toma de decisiones en entornos donde los recursos y el tiempo son limitados (Plenert, 2011).
- **Mapas VSM “TO-BE”**, que permiten visualizar de forma integrada y anticipada el flujo de materiales e información una vez implementadas las mejoras propuestas, ayudando a prever interacciones críticas y a estimar los efectos en indicadores clave (Rother & Shook, 2003).
- **Simulación de escenarios**, cuando sea posible, para evaluar el comportamiento futuro del sistema ante la introducción de variables modificadas (nuevas frecuencias de expedición, cambios en las rutas, automatización de procesos) (Banks et al., 2010).

Asimismo, se contempla la posibilidad de aplicar algunas mejoras en formato de proyecto piloto, limitado en alcance geográfico, temporal o funcional. Esta estrategia permite testar las soluciones con bajo riesgo, observar reacciones del sistema, recabar feedback del personal implicado y ajustar parámetros antes de una expansión a escala total.

Este enfoque metodológico integral no solo responde a los requerimientos académicos de un Trabajo Fin de Máster, sino que también representa una práctica profesional coherente con los principios de eficiencia, calidad y mejora continua del sector logístico industrial. La articulación entre PDCA, DMAIC, herramientas de priorización y validación empírica conforma un marco robusto para intervenir de manera efectiva en el flujo logístico TOFAŞ, con capacidad real de generar valor tanto operativo como estratégico.

### 4.10 Limitaciones del estudio

A pesar de la exhaustividad del enfoque metodológico adoptado y del acceso directo a la operativa del hub logístico, este trabajo reconoce la existencia de ciertas limitaciones que

condicionan en parte el alcance de las conclusiones y propuestas que se derivan del análisis. Estas limitaciones son inherentes a la naturaleza académica del trabajo, a las restricciones propias del entorno empresarial real y al tiempo disponible para la ejecución del estudio (Yin, 2018; Flick, 2018).

Limitación	Impacto en el estudio	Estrategia de mitigación
<b>Acceso a datos confidenciales</b>	Falta de análisis económico profundo	Supuestos técnicos razonables
<b>Ventana temporal limitada</b>	No se recogen eventos estacionales	Enfoque centrado en estabilidad operativa
<b>Falta de simulación profesional</b>	No se prueban todos los escenarios posibles	Modelado cualitativo + VSM + KPIs

**Tabla 4.4.** Principales limitaciones metodológicas identificadas

Una de las principales limitaciones es el acceso parcial a información sensible o estratégica. Debido a la naturaleza confidencial de muchos datos logísticos, no se ha dispuesto de información completa sobre costes detallados por actividad, márgenes operativos, contratos con proveedores de transporte o tarifas de consolidación. Esta carencia ha sido suplida en parte mediante la utilización de referencias genéricas, benchmarking interno y supuestos técnicamente razonables, pero impide realizar un análisis económico-financiero en profundidad. En consecuencia, las propuestas se centran más en aspectos operativos, estructurales y organizativos que en evaluaciones estrictamente monetarias (Mentzer & Moon, 2004).

En segundo lugar, la ventana temporal de análisis ha estado limitada al primer cuatrimestre del año 2025, periodo en el que el flujo TOFAŞ desde el hub de Palencia se encontraba ya estabilizado, pero aún en proceso de optimización. Esta acotación temporal impide capturar variaciones estacionales, cambios estructurales o eventos disruptivos (como huelgas, inestabilidades en frontera, crisis logísticas globales) que podrían afectar significativamente al rendimiento del flujo en otros periodos del año. Además, los datos recogidos no permiten proyectar de forma concluyente la evolución futura del flujo (Waters, 2007).

Otra limitación importante es la ausencia de herramientas avanzadas de simulación logística. Por tratarse de un TFM, no se han utilizado plataformas profesionales de simulación discreta o dinámica (como Witness, AnyLogic, Arena, FlexSim), que permitirían modelar distintos escenarios de mejora con mayor precisión. En su lugar, se han empleado modelos simplificados, herramientas de visualización y cálculo de impacto estimado, que, aunque útiles, no sustituyen a una validación empírica basada en simulación numérica (Law & Kelton, 2000).

También cabe mencionar que las entrevistas realizadas fueron de carácter informal y no sistemático, por lo que sus resultados deben interpretarse con prudencia. Si bien han aportado información valiosa sobre el funcionamiento operativo y la percepción del personal, la falta de un protocolo estructurado limita la posibilidad de hacer generalizaciones firmes. En futuros estudios, podría considerarse la aplicación de encuestas estructuradas o entrevistas semi-estructuradas grabadas y transcritas, que ofrezcan una base más robusta de análisis cualitativo (Qu & Dumay, 2011).

Finalmente, es importante destacar que varias de las propuestas de mejora elaboradas en este trabajo han sido implementadas en el flujo logístico TOFAŞ-Palencia, permitiendo una validación directa en un entorno real de producción. Estas mejoras, aplicadas progresivamente desde el segundo trimestre de 2025, han generado resultados medibles en términos de eficiencia operativa, reducción de errores en expedición y mayor estabilidad en los plazos de entrega.

Esta validación empírica refuerza la solidez del enfoque metodológico adoptado y otorga mayor relevancia práctica a las recomendaciones recogidas en el Capítulo 5. No obstante, se reconoce que algunos elementos aún podrían beneficiarse de estudios adicionales, simulaciones complementarias o extensiones hacia otros flujos logísticos dentro de la red de Yazaki. Esta combinación entre análisis técnico, aplicación práctica y evaluación en condiciones reales fortalece la validez general del estudio, y sienta las bases para futuras optimizaciones dentro de cadenas de suministro internacionales de alto rendimiento.

### **4.11 Consideraciones éticas y profesionales**

El desarrollo del presente Trabajo Fin de Máster ha estado guiado en todo momento por un compromiso firme con los principios éticos y profesionales que deben regir cualquier investigación aplicada en el ámbito empresarial e industrial. En particular, al tratarse de un estudio de caso sobre una operativa real en curso, gestionada por empresas de alcance internacional como Yazaki y su operador logístico Nippon Express, se ha puesto especial énfasis en la confidencialidad, integridad, transparencia y respeto a los participantes y organizaciones involucradas (Resnik, 2020; Flick, 2018).

Desde la fase inicial de diseño metodológico se estableció un protocolo de actuación basado en la no intervención directa en los procesos logísticos, limitándose la recolección de datos a observaciones pasivas, entrevistas informales, documentos internos autorizados y registros operativos disponibles. Esta estrategia garantizó que el desarrollo del TFM no alterara el curso natural de las actividades del hub de Palencia ni generara sobrecargas operativas o riesgos logísticos innecesarios. Se evitó en todo momento cualquier forma de interferencia que pudiera comprometer el ritmo de trabajo, la productividad de los equipos o la coordinación entre actores implicados (Saunders, Lewis & Thornhill, 2019).

Asimismo, todas las entrevistas realizadas a personal de Yazaki o Nippon Express se realizaron bajo el principio de consentimiento informado verbal, asegurando a los participantes que su colaboración era voluntaria, no vinculante, y que los datos recogidos serían utilizados exclusivamente con fines académicos. Se garantizó en todo momento el anonimato de las personas entrevistadas y la anonimización de datos críticos o sensibles, como indicadores financieros, nombres propios, contraseñas de sistemas, contratos u otros elementos que pudieran comprometer la privacidad organizativa o personal (Israel & Hay, 2006). La documentación interna utilizada fue compartida de manera selectiva y autorizada, con fines estrictamente analíticos.

En cuanto al tratamiento de la información, se ha respetado escrupulosamente el principio de veracidad y fidelidad de los datos, evitando manipulaciones, interpretaciones forzadas o extrapolaciones injustificadas. Todos los hallazgos han sido contrastados mediante triangulación de fuentes, y cuando se han utilizado supuestos técnicos para completar lagunas de información no accesible, estos han sido claramente indicados como tales, y siempre dentro de un marco de plausibilidad industrial contrastada. Esta transparencia metodológica refuerza la confiabilidad del trabajo sin poner en riesgo la confidencialidad de las empresas implicadas, permitiendo mantener el equilibrio entre rigurosidad académica y responsabilidad profesional (Yin, 2018).

Por otro lado, la redacción del trabajo ha evitado en todo momento emitir juicios de valor sobre el desempeño de personas, departamentos o empresas, centrándose exclusivamente en la descripción y análisis técnico de los procesos logísticos. Las recomendaciones de mejora formuladas en los capítulos siguientes deben entenderse, por tanto, como propuestas constructivas y colaborativas, orientadas a optimizar el sistema logístico mediante la aplicación de buenas prácticas reconocidas, y no como críticas o valoraciones externas. Esta lógica se ajusta a la filosofía del Kaizen logístico, que promueve la mejora constante mediante la implicación de los equipos sin señalamiento ni culpabilización (Liker, 2004).

En términos profesional, se han aplicado los principios reconocidos en los códigos éticos de la logística industrial, como el respeto a la propiedad intelectual, la protección de datos sensibles y la transparencia en la comunicación de hallazgos (Mentzer, 2004). No se han utilizado métodos encubiertos, ni se ha incurrido en ninguna forma de conflicto de intereses con las organizaciones participantes. La participación del estudiante en el entorno de estudio se ha mantenido dentro de los límites definidos por su rol académico y observacional, sin involucrarse en la toma de decisiones operativas ni en actividades que pudieran comprometer su independencia analítica.

Finalmente, se han respetado los criterios de propiedad intelectual y citación responsable, siguiendo las normas APA 7ª edición para todas las referencias bibliográficas, y evitando el uso de fuentes no contrastadas o de baja fiabilidad. El trabajo ha sido desarrollado de forma original, sin recurrir a prácticas de plagio, reutilización no declarada o replicación de trabajos ajenos. Las ideas, conceptos, datos y metodologías utilizadas están correctamente atribuidas, fortaleciendo la transparencia, el respeto académico y la fiabilidad del TFM (American Psychological Association, 2020).

En conjunto, estas consideraciones garantizan que el TFM se enmarca en un contexto ético sólido, compatible tanto con los estándares académicos de la universidad como con las buenas prácticas profesionales del sector logístico-industrial, consolidando su validez, pertinencia y aplicabilidad futura.

#### 4.12 Síntesis gráfica del enfoque metodológico

Como culminación del presente capítulo metodológico, se incluye una representación gráfica y conceptual detallada del enfoque seguido a lo largo de la investigación. Este apartado tiene como objetivo presentar, de forma visualmente comprensible y académicamente fundamentada, el encadenamiento lógico y la estructura operativa que ha guiado el diseño, ejecución y análisis del trabajo. La representación sirve no solo como resumen sinóptico del procedimiento metodológico, sino también como evidencia de la coherencia interna del TFM, así como de su rigor técnico y sistematicidad investigativa (Miles, Huberman & Saldaña, 2014).



**Figura 4.5.** Esquema del enfoque metodológico aplicado en el TFM. Elaboración propia.

El proceso metodológico aplicado en el estudio del flujo logístico Yazaki-TOFAŞ combina componentes cualitativos y cuantitativos, abordando tanto la observación empírica directa como el análisis estructurado de datos. La combinación de estos enfoques se justifica por la complejidad del fenómeno investigado, que integra dimensiones físicas (movimiento de mercancías), digitales (gestión por SAP EWM y EDI), humanas (interacción entre actores de la cadena) y estratégicas (relación con cliente TOFAŞ). La lógica de mejora continua constituye el eje vertebrador de la metodología, inspirada en modelos como el ciclo PDCA, el enfoque Kaizen y la estructura DMAIC aplicada a procesos industriales (Liker, 2004; George, 2003; Imai, 2012).

Este itinerario gráfico alinea fases analíticas, empíricas y propositivas. El modelo no debe entenderse como una estructura rígida y secuencial, sino como una construcción iterativa y flexible, en la que cada etapa retroalimenta a la anterior en función de los hallazgos obtenidos. Por ejemplo, la validación de datos en campo puede llevar a revisar supuestos teóricos, o los resultados del diagnóstico pueden redefinir las prioridades en la fase de mejora (Robson & McCartan, 2016).

Adicionalmente, este enfoque metodológico se encuentra diseñado para ser replicable y transferible a otros casos similares dentro del ámbito logístico industrial. Su combinación de herramientas prácticas con fundamento académico permite que otros profesionales o investigadores puedan adaptarlo a flujos de características parecidas, respetando sus condicionantes contextuales (Voss, Tsiriktsis & Frohlich, 2002).



## **5. IMPLEMENTACIÓN DEL FLUJO TOFAŞ EN EL HUB LOGÍSTICO DE YAZAKI EN PALENCIA**



El presente capítulo desarrolla de forma exhaustiva la metodología empleada en este Trabajo Fin de Máster, centrado principalmente en la implementación de un proyecto logístico real en el hub de Yazaki Palencia y su impacto estratégico dentro de la cadena de suministro euro-mediterránea. Esta infraestructura logística, recientemente puesta en marcha en el marco de una apuesta de modernización y reestructuración operativa por parte de Yazaki Corporation, representa un nodo esencial en la conexión Marruecos-España-Turquía, articulando flujos de suministro *just in time* con fuerte carga tecnológica y exigencias de precisión (Christopher, 2016; Chopra & Meindl, 2022).

La elección de este estudio de caso responde a su relevancia práctica y a la complejidad inherente a los flujos internacionales que integran procesos físicos, digitales y organizativos. Desde una perspectiva metodológica, el análisis se enmarca en un estudio de caso instrumental (Stake, 2005), que permite abordar un fenómeno logístico singular con valor explicativo y transferible. La implantación del flujo logístico para el cliente TOFAŞ, uno de los principales fabricantes de automóviles del grupo Stellantis, ha supuesto una prueba de madurez operativa para el hub castellanoleonés, no solo por las exigencias de sincronización y trazabilidad, sino también por la necesidad de adaptar infraestructuras, sistemas SAP EWM, procedimientos EDI y perfiles profesionales en un entorno de producción ya en funcionamiento (Barratt, Choi & Li, 2011; Monczka et al., 2020).

A lo largo de este capítulo se describe con detalle el recorrido físico de la mercancía desde Marruecos hasta Turquía, pasando por el nodo de consolidación de Palencia; se presentan los actores implicados; se analizan las fases de implementación física y digital del flujo; se identifican los principales retos y problemáticas surgidas en la operativa; y se evalúan indicadores clave de rendimiento (KPIs). Además, se formulan propuestas de mejora viables desde una lógica de mejora continua (Womack & Jones, 2003; Imai, 1997), y se estima de forma aproximada el coste de implementación del flujo TOFAŞ, respetando en todo momento la confidencialidad de los datos sensibles.

Este análisis se sustenta en observaciones directas, documentación interna, entrevistas informales con personal implicado y referencias técnicas propias del entorno industrial y logístico. El enfoque seguido permite generar aprendizajes transferibles a otros contextos de implementación logística, al tiempo que posiciona el caso TOFAŞ como una experiencia de valor dentro de la gestión avanzada de cadenas de suministro internacionales (Yin, 2018; Creswell & Plano Clark, 2018).

### **5.1 Introducción al caso práctico**

El presente capítulo tiene como objetivo describir en profundidad la implementación operativa del flujo logístico TOFAŞ dentro del hub logístico de Yazaki en Palencia, España. Esta implementación forma parte de una estrategia más amplia de consolidación de flujos euro-mediterráneos, en la que el hub palentino desempeña un papel clave como nodo intermedio

entre las plantas de producción del norte de África y el cliente OEM ubicado en Turquía.

Desde una perspectiva metodológica, el capítulo se construye bajo un enfoque de estudio de caso instrumental, basado en datos reales, observación directa y análisis técnico de procesos (Stake, 2005; Yin, 2018). Se busca no solo documentar el proceso de implementación, sino también extraer aprendizajes aplicables a otros contextos logísticos similares, considerando tanto las buenas prácticas como las dificultades encontradas. En este sentido, se adopta una lógica inductiva apoyada en técnicas de análisis cualitativo y cuantitativo, con base en los principios de la investigación aplicada en entornos empresariales (Creswell & Plano Clark, 2018; Saunders et al., 2019).

El flujo TOFAŞ representa un reto logístico relevante por su carácter internacional, la criticidad de los componentes transportados y la necesidad de coordinación digital mediante tecnologías como SAP EWM y EDI. Por tanto, su análisis permite ilustrar los mecanismos de sincronización propios de una cadena de suministro compleja, así como las decisiones organizativas requeridas para su puesta en marcha eficiente (Chopra & Meindl, 2022; Christopher, 2016).

## 5.2 Presentación de los actores logísticos

La correcta comprensión del flujo logístico analizado en este estudio requiere contextualizar a los actores principales involucrados en su diseño, ejecución y supervisión. En este apartado se presenta una visión general de las tres entidades clave que intervienen en el proyecto logístico Marruecos-Palencia-Turquía: Yazaki, como proveedor de primer nivel y promotor del hub logístico en Palencia; Nippon Express, como operador logístico o 3PL (Third party logistics) responsable de la gestión integral del almacén; y TOFAŞ, como cliente OEM y receptor final de los productos en su planta de producción en Bursa Turquía.

Cada uno de estos actores desempeña un papel esencial dentro de la cadena de suministro, aportando capacidades específicas tanto a nivel físico como digital. La colaboración entre ellos ha sido determinante para el éxito de la implementación del flujo logístico TOFAŞ, destacando por su nivel de integración operativa, trazabilidad documental y alineación estratégica.

### 5.2.1 Yazaki Corporation: visión global y estructura europea

Yazaki Corporation, fundada en 1929 y con sede central en Tokio, es una de las principales empresas del mundo en la fabricación de componentes eléctricos y electrónicos automotrices. Su portfolio incluye mazos de cables, conectores, sistemas de distribución energética, pantallas para conductores, sensores, soluciones para vehículos híbridos y eléctricos, y tecnología Human-Machine Interface (HMI) (Cadena SER, 2024). Actualmente cuenta con más de 300 000 empleados en cerca de 46 países y abastece a aproximadamente el 60 % de los vehículos fabricados globalmente (Yazaki Europe, 2024).

Su filosofía corporativa, sustentada en los principios japoneses monozukuri (arte de fabricar), hitozukuri (formación profesional) y kotozukuri (creación de valor), refuerza su enfoque en calidad, innovación y sostenibilidad (Cadena SER, 2024). El enfoque estratégico impulsa una cultura empresarial orientada a la mejora continua y al desarrollo tecnológico (Christopher, 2016; Chopra & Meindl, 2022).

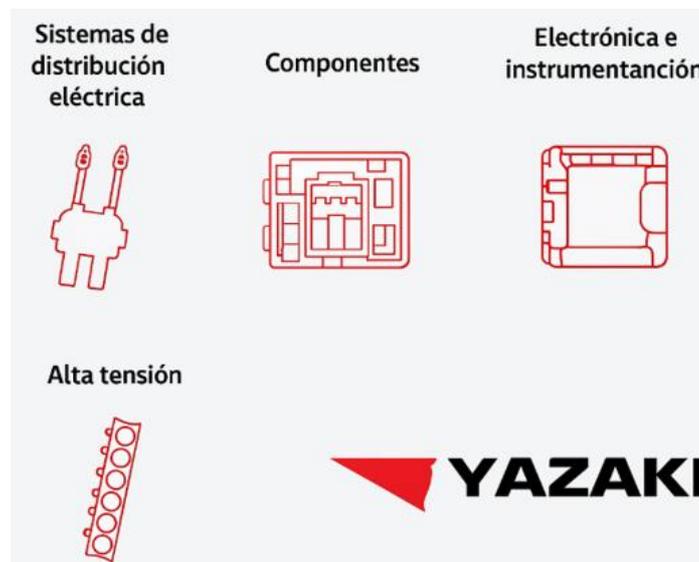
En Europa, Yazaki opera a través de Yazaki Europe Ltd., cuya sede regional se encuentra en Colonia (Alemania). La región EMEA (Europa, Medio Oriente y África) cuenta con más de 50 ubicaciones, incluyendo al menos 40 plantas de producción, cinco centros de I+D, y una variada red de hubs logísticos operados en países como España, República Checa, Eslovaquia, Rumanía, Marruecos y Túnez (Yazaki Europe, 2024). Esta infraestructura, sumada a la presencia de unos 45 000 empleados en la región, permite responder con agilidad a las necesidades de fabricantes OEM en mercados estratégicos. La dirección regional se sustenta en un equipo ejecutivo liderado por Munenori Yamada (Chairman) y Andreas Di Vece (COO), lo que favorece una gestión operativa eficaz y alineada con las dinámicas continentales (Nippon Express Holdings, 2024).

Un proyecto clave en esta estrategia fue la puesta en marcha del hub logístico en Villamuriel de Cerrato (Palencia), inaugurado en noviembre de 2024 con una inversión de más de 10 millones de euros. La instalación cuenta con 12 000 m<sup>2</sup> de almacén, capacidad para expandirse hasta 30 000 m<sup>2</sup>, seis muelles de carga y otras seis previstas a corto plazo, paneles solares, sistema CCTV y la certificación BREEAM “Very Good” (Cadena SER, 2024). Operado en colaboración con Nippon Express, el hub ha generado inicialmente cincuenta puestos de trabajo, entre personal logístico, ingenieros y técnicos, consolidando a Palencia como nodo estratégico en el flujo euro mediterráneo (África-Europa-Turquía) (Cadena SER, 2024).



**Figura 5.1.** Imagen aérea de las nuevas instalaciones de Yazaki, en el término municipal de Villamuriel. Fuente: Yazaki.

Desde un punto de vista operativo, este hub integra tecnología de manipulación avanzada, incluyendo el sistema SAP EWM, terminales de radiofrecuencia y conectividad EDI. Estos sistemas aseguran trazabilidad completa y sincronización documental en tiempo real durante la recepción, almacenamiento, consolidación y distribución hacia clientes finales como TOFAŞ (Logistics Manager, 2024). La estructura está pensada para ofrecer flexibilidad operativa, permitiéndole a Yazaki absorber variaciones de la demanda y adaptarse a modelos de suministro planificados con lead times intercontinentales (Creswell & Plano Clark, 2018).



**Figura 5.2.** Productos principales de Yazaki. Fuente: Yazaki.

Desde el punto de vista de producto, Yazaki suministra a fabricantes como TOFAŞ componentes clave del sistema eléctrico del vehículo, entre ellos los main wire harness, body harness y subconjuntos eléctricos del habitáculo (cabin parts). Estos elementos permiten la conexión funcional entre múltiples unidades de control (ECUs), sensores, sistemas de iluminación, climatización, alimentación de motores eléctricos y módulos de confort y seguridad, resultando esenciales en los nuevos paradigmas de vehículos electrificados y conectados.

Su aplicación se concentra en modelos estratégicos del grupo Stellantis fabricados en la planta de Bursa, como el Fiat Egea, Fiat Doblò, Peugeot Rifter, Opel Combo y Citroën Berlingo, todos ellos vehículos de alto volumen y gran penetración en mercados europeos y euroasiáticos. Esta diversidad de aplicaciones requiere un sistema de cableado estandarizado, modular y adaptado a variantes multi-marca, lo que refuerza el papel de Yazaki como proveedor de soluciones eléctricas versátiles, robustas y eficientes.

El hub de Palencia se enmarca dentro de una estrategia más amplia de nearshoring, que aprovecha la producción competitiva en el norte de África y la logística avanzada en Europa. Este equilibrio reduce costes, aumenta la resiliencia de la red y acorta tiempos de respuesta, aspectos críticos en la industria automotriz bajo un modelo just-in-time híbrido (FUJI Europe,

2024). Yazaki EMEA ha enfatizado su compromiso con la sostenibilidad y la seguridad laboral, obteniendo certificaciones ISO 14001 e ISO 45001 en el 100 % de sus plantas y oficinas, incluidos auditores TÜV Nord sin no conformidades (Yazaki Europe, 2024). Además, fue reconocida como “Supplier of the Year 2024” por Yanmar Europe por su excelencia en calidad, entrega y servicio proactivo (Yanmar Europe, 2024).

En conjunto, el enfoque global de Yazaki se articula con una red europea robusta, sustentada por hubs logísticos estratégicos como el de Palencia, que integran tecnología avanzada, sostenibilidad y una gestión SCM eficiente. Esto permite a la empresa servirse como proveedor de referencia para OEMs exigentes como TOFAŞ, operando en un entorno euro mediterráneo complejo, digitalizado y resiliente (Christopher, 2016; Chopra & Meindl, 2022).

### 5.2.2 Nippon Express: operador logístico y gestión del hub de Palencia

Nippon Express Co., Ltd., fundada en Japón en 1937, es uno de los operadores logísticos globales más reconocidos, con presencia en más de 50 países y más de 700 localizaciones a nivel mundial (Nippon Express, 2024). Su actividad abarca servicios de transporte terrestre, marítimo y aéreo, así como operaciones logísticas integradas en sectores como la automoción, electrónica, farmacéutica, alimentación o bienes de consumo. A partir de 2022, la empresa pasó a operar bajo el nombre corporativo Nippon Express Holdings, Inc., como parte de una estrategia de expansión y consolidación global (Nippon Express Holdings, 2023).



**Figura 5.3.** Rol de Nippon Express como operador logístico en el hub de Palencia. Elaboración propia.

Nippon Express (NX Group) es uno de los principales operadores logísticos a nivel global, con presencia en más de 50 países y una sólida especialización en la industria automotriz. A través de su filial en España, Nippon Express de España, S.A., gestiona una extensa red que incluye sucursales en Madrid, Barcelona, Bilbao y Palencia.

El hub de Palencia constituye una pieza central en su estrategia europea conjunta con Yazaki. Inaugurado en enero de 2024, esta instalación de 12 000 m<sup>2</sup> (con parcela total de 30 000 m<sup>2</sup>) fue diseñada para fortalecer la cadena logística entre África y Europa. Cuenta con seis muelles de carga (ampliables a doce en 2025), puertas laterales de carga, paneles solares y un sistema CCTV, además de cumplir con la certificación BREEAM "Very Good" por sus aspectos de sostenibilidad y eficiencia energética (Nippon Express Holdings, 2024).

El hub responde a dos necesidades clave:

1. Apoyo a la industria automotriz en Europa: sirve como enlace estratégico para el flujo de componentes entre plantas de Marruecos y clientes europeos como Francia, Reino Unido, Rumanía y Turquía.
2. Centro neurálgico de NX en España: combina funciones de contrato logístico y distribución para una cartera diversificada de clientes, incluyendo OEMs y proveedores de componentes automotrices.

En Europa, Nippon Express gestiona una red operativa que incluye hubs logísticos estratégicos en países como Alemania, Reino Unido, Francia, Hungría y España. Su especialización en soluciones end-to-end para la industria automotriz ha sido un factor clave para su colaboración con Yazaki Europe. Esta colaboración incluye tanto la gestión de almacenes regionales como la coordinación de flujos entre proveedores y OEMs mediante soluciones digitalizadas y altamente trazables (Yazaki Europe, 2024).

La ceremonia de inauguración estuvo presidida por el Embajador de Japón en España, altos directivos de Yazaki EMEA (Munenori Yamada y Andreas Di Vece) y directivos de NX Europe, confirmando la relevancia estratégica de la instalación. Di Vece destacó su contribución a la trazabilidad y la eficiencia operativa mediante tecnología avanzada, mientras que Yamada subrayó su impacto regional y el compromiso conjunto de NX y Yazaki con el desarrollo de Castilla y León.

Dentro de este marco, el hub de Palencia, inaugurado en noviembre de 2024 en el municipio de Villamuriel de Cerrato, es gestionado operativamente por Nippon Express como operador logístico principal. Esta instalación, promovida por Yazaki, forma parte del corredor logístico euro-mediterráneo y cumple una función estratégica en la consolidación y expedición de materiales cableados desde Marruecos hacia diversos destinos europeos, incluyendo Turquía, Francia, Rumanía y Reino Unido (Cadenaser, 2024; Logistics Manager, 2024).

Nippon Express se encarga tanto de los procesos físicos como de la integración digital del almacén, implementando procedimientos estandarizados para la recepción, gestión de embalajes, consolidación de cargas, preparación de envíos y trazabilidad mediante radiofrecuencia (RF) y códigos SSCC. El operador garantiza la sincronización de información

logística mediante el sistema SAP EWM, configurado para interactuar con los sistemas EDI de clientes como TOFAŞ, generando documentos como DESADV (aviso de expedición) y RECADV (confirmación de recepción) conforme a estándares sectoriales (Zhang et al., 2020).

Tecnología y automatización: El hub integra herramientas de logística avanzada como SAP EWM, terminales RF para manipulación de inventario y conexión EDI para intercambio automático de mensajes. Según publicaciones en LinkedIn, el sistema incluye más de 15 000 contenedores pequeños, robots autónomos y cintas transportadoras de más de 300 m, apoyando operaciones de alta agilidad y precisión en recepción, almacenaje, picking y expedición.

Estas capacidades técnicas permiten a Nippon Express garantizar tiempos de respuesta finos y trazabilidad total, alineándose con los estándares exigidos por productores automotrices como TOFAŞ y reforzando la propuesta de valor de Yazaki.

Durante la fase de arranque del flujo TOFAŞ, Nippon Express desempeñó un rol clave en la adecuación del layout, el diseño de flujos internos, la formación del personal y la validación de los procesos piloto. Esta fase incluyó reuniones tripartitas (Yazaki-Nippon-TOFAŞ), ensayos de carga y documentación, así como la verificación cruzada de las etiquetas y documentos requeridos por el cliente turco. El equipo local del hub fue reforzado con operarios especializados y responsables de calidad logística, apoyados por personal técnico de IT y responsables de procesos para asegurar la correcta ejecución de los primeros envíos.

Desde su apertura, el hub ha generado aproximadamente 50 empleos directos en áreas operativas, técnicas y de ingeniería, contribuyendo al reactivación económica local (Cadenaser, 2024; Logistics Manager, 2024). Asimismo, NX Group promueve estrategias medioambientales globales, como el uso de paneles solares, eficiencia energética, vehículos eléctricos para su flota y certificaciones ecológicas en otros centros, alineadas con su plan NX Group Business Plan 2028 (“Dynamic Growth 2.0 - Accelerating Sustainable Growth”) respaldado por la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y automatización eficiente.

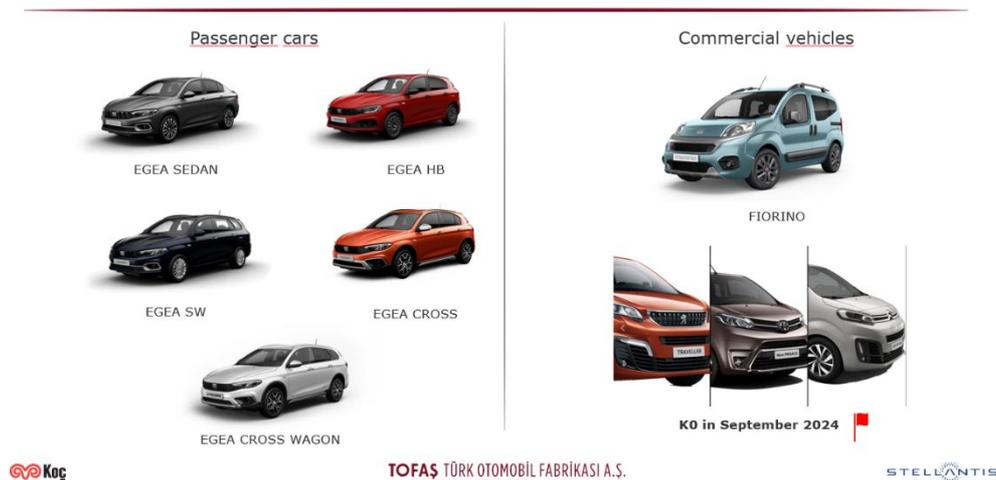
En términos de compromiso medioambiental, Nippon Express integra en sus operaciones europeas políticas de sostenibilidad en línea con los ODS de Naciones Unidas, priorizando la eficiencia energética, el uso de medios de transporte sostenibles y la reducción de emisiones logísticas. En 2023 fue incluida entre las empresas logísticas con mejor desempeño ESG en Asia, según el índice CDP Global Logistics Climate Impact Report (CDP, 2023).

Papel estratégico en la red Yazaki-Palencia: La colaboración entre Nippon Express y Yazaki posiciona el hub como un nodo logístico competitivo, resiliente y orientado al cliente. NX aporta capacidades globales en gestión de almacenes, integración de sistemas, logística multimodal y cumplimiento normativo, complementando la experiencia de Yazaki en componentes automotrices.

En suma, la presencia de Nippon Express como operador logístico en el hub de Palencia ha sido un factor determinante para garantizar el éxito de la implementación del flujo TOFAŞ. Su experiencia internacional, capacidad técnica y enfoque en calidad han permitido consolidar un nodo logístico de referencia en el eje Marruecos-Palencia-Turquía, combinando servicios físicos, tecnológicos y organizativos orientados al cumplimiento riguroso de los estándares del sector automotriz.

### 5.2.3 TOFAŞ: cliente OEM, contexto industrial y exigencias logísticas

TOFAŞ (Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.) es uno de los principales fabricantes de automóviles en Turquía y un actor clave dentro del ecosistema industrial de Stellantis en la región euroasiática. Fundada en 1968 como una empresa conjunta entre Koç Holding y el grupo italiano FIAT, TOFAŞ se ha consolidado como un OEM (Original Equipment Manufacturer) estratégico, especializado en el diseño, desarrollo y ensamblaje de vehículos para marcas como FIAT, Peugeot, Citroën, Opel y RAM (Stellantis, 2024).



**Figura 5.4.** Gama de modelos ensamblados en la planta de TOFAŞ en Bursa. Fuente: TOFAŞ.

La planta principal de TOFAŞ se ubica en Bursa, uno de los principales polos industriales del país. Esta instalación es considerada una de las más avanzadas del grupo Stellantis en Europa, con una capacidad productiva que supera los 450.000 vehículos anuales. Se ensamblan modelos como el Fiat Egea, Fiorino, Doblò, Opel Combo y Peugeot Rifter. El complejo integra desde estampación, soldadura y pintura, hasta montaje final y control de calidad, complementado con un centro de I+D de referencia y una estructura corporativa de compras y logística altamente integrada (TOFAŞ, 2024). TOFAŞ cuenta con más de 7.000 empleados, ocupando aproximadamente 350.000 m<sup>2</sup> construidos sobre una superficie total cercana al millón de metros cuadrados, y generó un EBITDA estimado de unos 483 millones de dólares en 2023 (CATSIS, 2024; Wikipedia, 2024).



**Figura 5.5.** Capacidad productiva anual de TOFAŞ y evolución histórica del volumen de producción. Fuente: TOFAŞ.

Desde el punto de vista logístico, TOFAŞ opera bajo estándares muy exigentes, característicos del sector automotriz. La planta funciona en un régimen de planificación sincronizada, con una fuerte orientación a la puntualidad en entregas, la trazabilidad documental y la calidad en la recepción de materiales (Chopra & Meindl, 2022). Aunque el flujo con Yazaki Palencia no opera en modelo just-in-time estricto, sí se mantiene una lógica de planificación avanzada, en la que los pedidos son generados de manera automatizada según la programación de producción y enviados mediante mensajes EDI tipo ORDERS, con un lead time logístico de aproximadamente 10 días (Gonçalves & Silva, 2019).

TOFAŞ mantiene una política estricta en cuanto a planificación de aprovisionamientos y cumplimiento documental. Su cadena de suministro está diseñada bajo principios de eficiencia, trazabilidad y estandarización de procesos, lo que exige a sus proveedores una elevada capacidad de sincronización y una sólida integración digital. En este sentido, el sistema R.I.S.C. (Remote Integrated Supply Chain) de TOFAŞ actúa como interfaz principal entre cliente y proveedor, permitiendo el seguimiento de capacidad, producción y entregas en tiempo real. Este portal también gestiona las confirmaciones de capacidad, alertas de desviación y actualización de calendarios logísticos.

El flujo de aprovisionamiento con Yazaki incluye la consolidación previa de materiales en el hub de Palencia y su posterior expedición hacia Bursa por vía terrestre e intermodal. Esta configuración híbrida exige un alto nivel de fiabilidad tanto física como digital, así como mecanismos de reacción rápida ante desviaciones, otro aspecto crítico es la gestión de embalajes retornables (racks). TOFAŞ opera con un sistema cerrado de contenedores retornables, cuyo control recae en el proveedor. Esto implica responsabilidades específicas en cuanto a identificación, trazabilidad, gestión de inventario y retorno en plazo, siendo auditado de forma regular. El incumplimiento en este aspecto puede derivar en sanciones contractuales o ajustes en los KPI del proveedor (Lee & Ha, 2022).

En términos contractuales, TOFAŞ establece acuerdos marco con los proveedores logísticos e

impone requisitos estrictos en materia de calidad, puntualidad y cumplimiento documental. Durante el proceso de onboarding de proveedores, se exige una validación técnica de los sistemas informáticos (SAP, EDI), pruebas piloto y capacitación del personal involucrado. Este proceso se articula mediante sesiones formativas específicas y auditorías de preparación antes del inicio del suministro en firme.

Los componentes recibidos desde Yazaki a través del hub de Palencia incluyen principalmente main wire harness, body harness y subconjuntos del habitáculo. Estos mazos de cables forman parte del sistema nervioso eléctrico del vehículo, y su integración precisa es crítica para el funcionamiento de los sistemas de seguridad activa, iluminación, conectividad y propulsión eléctrica, estos subconjuntos se ensamblan en modelos de gran volumen como el Fiat Egea, Doblò, Peugeot Rifter, Opel Combo y Citroën Berlingo, todos ellos fabricados por TOFAŞ bajo una lógica multi-marca y con requerimientos de estandarización modular. El suministro de estos elementos exige una perfecta sincronización de flujos, validaciones técnicas y plena trazabilidad tanto en el plano físico como digital, reforzando la necesidad de hubs intermedios especializados como el de Palencia.

La relación entre TOFAŞ y Yazaki se inscribe, por tanto, en un marco de cooperación técnica de alto nivel, donde los requisitos logísticos no se limitan al transporte de materiales, sino que incluyen aspectos críticos como la sincronización de datos, la calidad del embalaje, la consistencia en las series de producción, la capacidad de reacción ante alertas y la trazabilidad end-to-end (Müller & Schmid, 2024; Britsche & Fekete, 2024). En resumen, TOFAŞ representa un cliente con una elevada exigencia operativa, que impulsa a sus proveedores a alcanzar estándares internacionales de eficiencia, calidad y tecnología. Su integración en el flujo Marruecos-Palencia-Turquía es clave para entender tanto el diseño del hub de Yazaki como las decisiones de planificación, sistemas y mejora continua aplicadas en el presente estudio.

### **5.3 Descripción del flujo logístico Marruecos-Palencia-Turquía**

El flujo logístico Marruecos-Palencia-Turquía constituye un eje estratégico dentro de la cadena de suministro global de Yazaki, diseñado para abastecer de forma eficiente, trazable y flexible a TOFAŞ, uno de los principales OEM del grupo Stellantis. Este flujo conecta tres puntos logísticos esenciales: las plantas productivas en el norte de África (principalmente en Marruecos), el hub logístico de consolidación ubicado en Villamuriel de Cerrato (Palencia, España) y la planta de ensamblaje final de TOFAŞ en Bursa (Turquía), integrando dimensiones físicas, digitales y contractuales.



**Figura 5.6.** Flujo físico y documental entre Marruecos, Palencia y TOFAŞ. Elaboración propia

- **Origen: Producción en Marruecos:** El flujo se inicia en las fábricas de Yazaki Marruecos, situadas en zonas francas industriales como Kenitra y Tánger Automotive City. Estas plantas están especializadas en la producción de *main wire harness*, *body harness* y subconjuntos eléctricos para habitáculo (cabin parts), destinados a diversos modelos del grupo Stellantis. La fabricación sigue especificaciones técnicas estandarizadas de calidad automotriz, con procesos certificados ISO/TS y controles de calidad basados en sistemas SPC (Statistical Process Control).

Los productos terminados se empaquetan específicamente en cajas de cartón estándar automoción, ajustadas a los requisitos logísticos de TOFAŞ. Estas cajas son apiladas sobre pallets y etiquetadas con códigos SSCC, cumpliendo con normativas Odette/VDA para identificación unívoca. El uso de embalaje de cartón, en lugar de racks retornables, responde a una configuración logística unidireccional optimizada para este flujo en particular.

- **Tramo Marruecos-Palencia:** El tránsito se realiza habitualmente a través del puerto de Tánger Med, cruzando el estrecho de Gibraltar con destino a Algeciras, donde continúa el trayecto por carretera hasta el hub de Palencia. Esta ruta, que oscila entre 1.200 y 1.500 kilómetros según el origen específico, tiene un lead time estimado de 3 a 4 días. Para optimizar tiempos y costes, se recurre frecuentemente a soluciones de grupaje controlado o remolques dedicados (FTL), según el nivel de urgencia o la carga consolidada. La operativa aduanera se gestiona mediante DUAs simplificados y régimen T1, con apoyo de agentes logísticos especializados.
- **Consolidación en Palencia:** El almacén de Palencia, operado por Nippon Express en colaboración con Yazaki, recibe los envíos provenientes de Marruecos y ejecuta su recepción mediante terminales de radiofrecuencia (RF), siguiendo lógica de validación

en SAP EWM. Cada pallet con cajas de cartón es escaneado, verificado y almacenado temporalmente según tipo de material, cliente final y prioridad de expedición.

El proceso de consolidación agrupa cargas provenientes de distintas plantas africanas, ajustadas a las necesidades de producción de TOFAŞ. Este modelo de *cross-docking diferido* permite optimizar los flujos de transporte, reduciendo envíos parciales y maximizando el uso de remolques hacia Turquía. Además, permite configurar *kits* de producción multicomponente y gestionar buffers de seguridad intermedios.

- **Tramo Palencia-Turquía:** Una vez consolidada la carga, se organiza la expedición desde Palencia hacia la planta de Bursa. Esta se realiza por vía terrestre con operadores especializados en tráfico internacional, empleando remolques completos (FTL) o sistemas intermodales. El lead time de esta fase es de aproximadamente 6 a 7 días, con un tiempo total estimado de tránsito desde Marruecos hasta Turquía de entre 9 y 11 días.

La planificación se basa en el *Production Schedule* de TOFAŞ, recibido vía EDI mediante mensaje ORDERS. Yazaki lanza los pedidos internos de preparación en Palencia y ejecuta el picking y etiquetado final. La trazabilidad se mantiene con los mensajes DESADV (aviso de expedición) y RECADV (confirmación de recepción), integrados en SAP.

- **Embalaje y logística inversa:** A diferencia de otros flujos automotrices, en el caso TOFAŞ no se emplean racks metálicos ni contenedores retornables. El flujo se basa exclusivamente en cajas de cartón desechables, lo que elimina la necesidad de logística inversa formal. No obstante, este modelo impone una estricta gestión de calidad en el embalaje, integridad estructural de las cajas, y cumplimiento en las condiciones de apilado y etiquetado para evitar incidencias en recepción.

La eliminación del retorno de embalajes simplifica el circuito logístico y reduce costes asociados, aunque también implica una menor sostenibilidad ambiental si no se compensa con materiales reciclables o certificaciones ecológicas. Yazaki evalúa estas variables como parte de su política medioambiental y de mejora continua.

- **Flujo digital y control documental:** La arquitectura digital del flujo se soporta en SAP EWM y en el intercambio automatizado de mensajes EDI:
  1. **ORDERS:** pedidos generados automáticamente por TOFAŞ
  2. **ORDRSP:** confirmaciones de planificación desde Yazaki
  3. **DESADV:** avisos de expedición desde Palencia
  4. **RECADV:** confirmación de recepción por TOFAŞ
  5. **INVOIC:** facturación digital

Cada mensaje incorpora identificadores SSCC, referencias cruzadas y detalles de carga, permitiendo trazabilidad en tiempo real, visibilidad compartida y control documental sincronizado.

- **Conclusión operativa:** El flujo Marruecos-Palencia-Turquía se configura como una cadena de suministro híbrida y altamente controlada, en la que el uso de embalaje de cartón aporta flexibilidad, aunque con requisitos estrictos en integridad y etiquetado. El hub de Palencia permite absorber la variabilidad de origen, optimizar la consolidación y cumplir con la exigente operativa de TOFAŞ. En conjunto, este diseño refuerza la resiliencia logística de Yazaki en el entorno euro-mediterráneo, manteniendo altos estándares de puntualidad, trazabilidad y eficiencia.

### 5.4 Implementación del flujo TOFAŞ en el hub de Palencia

La implementación del flujo logístico destinado al cliente TOFAŞ en el hub de Yazaki en Palencia constituye el núcleo del presente estudio de caso. Este proceso supuso un ejercicio integral de diseño, adaptación e integración operativa, tanto en términos físicos como digitales, en un entorno logístico compartido y de alta complejidad. La singularidad de este flujo radica en su carácter transnacional Marruecos-España-Turquía, su elevada exigencia documental y su fuerte dependencia de la trazabilidad, la estandarización y la sincronización interempresarial.

A lo largo de esta sección se analiza en detalle cómo se llevó a cabo la implementación del flujo TOFAŞ en Palencia, abordando tanto la transformación física del layout y los recursos operativos, como la integración en los sistemas digitales (SAP EWM, EDI, R.I.S.C.), los retos observados, los resultados operativos obtenidos y las oportunidades de mejora identificadas. Esta implantación se articula como un caso representativo de cooperación logística entre un OEM global y sus proveedores de primer nivel, en el marco de una cadena de suministro internacional orientada a la eficiencia, la trazabilidad y la mejora continua.

#### 5.4.1 Fases de implementación física del flujo TOFAŞ en el hub de Palencia

La implementación física del flujo logístico TOFAŞ en el hub de Yazaki en Palencia representó una transformación operativa integral, cuya ejecución se estructuró en torno a principios de flexibilidad, estandarización y eficiencia. Esta fase constituyó el punto de partida del proyecto y requirió la colaboración estrecha entre los equipos técnicos de Yazaki, el operador logístico Nippon Express y los representantes logísticos de TOFAŞ. Dado que se trataba de un flujo nuevo, con requerimientos específicos y bajo una configuración compartida dentro de un hub multi-cliente, la planificación detallada y la secuenciación de tareas resultaron fundamentales para alcanzar la estabilidad operativa.

A continuación se detallan cada una de las fases que conformaron esta implementación física, comenzando con el diseño y adaptación del layout del hub:

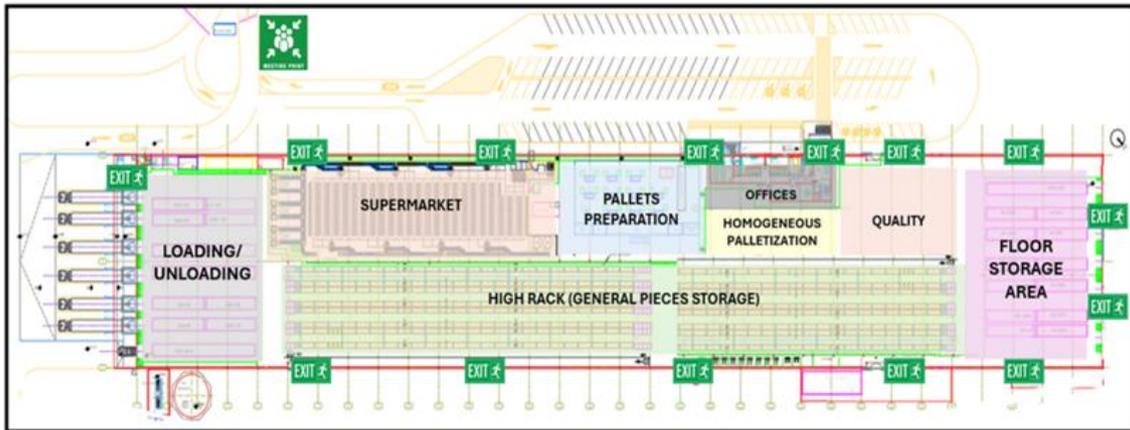


Figura 5.7. Layout Yazaki Kotozukuri HUB Spain. Fuente: Yazaki.

- **Fase 1: Diseño y adaptación del layout del hub de Palencia:** La fase inicial de la implementación física consistió en una reconfiguración parcial de las instalaciones logísticas para habilitar un espacio exclusivo destinado al flujo TOFAŞ. El objetivo era adaptar la infraestructura existente a las particularidades del nuevo flujo, respetando al mismo tiempo la convivencia con otros flujos operativos como PSA o Renault. Esta fase incluyó las siguientes actuaciones principales:
- **Zonificación interna del almacén:** se creó una nueva área exclusiva TOFAŞ de aproximadamente 1.800 m<sup>2</sup>, delimitada físicamente mediante señalética en el suelo, vallas de seguridad y códigos QR en puntos críticos de control. Esta delimitación permitió garantizar la trazabilidad específica y evitar interferencias logísticas.
- **Estanterías Mecalux de doble profundidad:** se instalaron estanterías adaptadas para cajas de cartón con dimensiones estándar de 600x400 mm y 400x300 mm. Estas estructuras permitieron optimizar la accesibilidad del picking y la densidad de almacenamiento sin recurrir a racks retornables, en coherencia con los requisitos de TOFAŞ.
- **Diseño de flujos diferenciados:** se establecieron flujos de entrada (recepción desde Marruecos) por el lado oeste del almacén, y flujos de salida (expedición hacia Bursa) por el lado este. Esta organización espacial facilitó la aplicación de una lógica FIFO (First In, First Out).
- **Pasillos unidireccionales para equipos de mantenimiento:** se implementaron pasillos de circulación unidireccional para carretillas y transpaletas, reduciendo el riesgo de colisiones y aumentando la fluidez en las zonas de picking y consolidación.

- **Señalización específica:** se utilizó cartelería azul para TOFAŞ, diferenciándola visualmente de otros flujos (naranja para PSA, verde para Renault). Además, se emplearon códigos de barras y etiquetas escaneables para controlar el acceso a zonas críticas.
- **Zonas funcionales:**
  - *Zona de recepción TOFAŞ:* equipada con dos muelles dedicados, espacio para staging de hasta 24 pallets simultáneos y acceso controlado mediante RFID.
  - *Zona de almacenamiento intermedio:* configurada para picking directo desde pallets con cajas de cartón. No se emplean racks ni contenedores retornables.
  - *Zona de consolidación y packing:* dotada de mesas ergonómicas, balanzas digitales, escáneres industriales conectados a SAP EWM, y generadores de etiquetas SSCC.
  - *Zona de expedición:* buffers de salida, áreas de pre-carga monitorizadas con sensores de ocupación y cámaras de control remoto. Tablets conectadas a SAP permiten la validación en tiempo real.
- **Condiciones ambientales y energéticas:** se instalaron sensores de temperatura y humedad en la zona de recepción, especialmente para componentes sensibles. Asimismo, se dotó la área con sistema de iluminación LED adaptativa y UPS para garantizar continuidad operativa ante cortes eléctricos.

Esta fase fue validada por el equipo de ingeniería logística de Yazaki EMEA y revisada por TOFAŞ, quien propuso pequeños ajustes en la disposición de los muelles y las estaciones de picking. La estructura resultante permitió una operativa autónoma pero integrable con el resto de flujos del hub, cumpliendo con los estándares técnicos y operativos exigidos por el cliente OEM.

- **Fase 2: Adquisiciones y adecuaciones específicas para el flujo TOFAŞ:** Durante la fase de implementación física del flujo TOFAŞ en el hub de Yazaki en Palencia, se identificó la necesidad de acometer una serie de adquisiciones materiales y adecuaciones funcionales, orientadas a garantizar un entorno operativo alineado con los estándares del cliente OEM. Estas acciones tuvieron como finalidad principal adaptar un centro logístico compartido a un flujo específico, sin comprometer la eficiencia global ni los requisitos de otros clientes.

En primer lugar, se procedió a la delimitación física de un área exclusiva TOFAŞ dentro del almacén. Esta superficie, de aproximadamente 1.800 m<sup>2</sup>, fue señalizada con pintura industrial, vallas metálicas móviles y paneles informativos verticales. La zonificación se acompañó de una redistribución interna de rutas de tránsito, estableciendo pasillos unidireccionales para evitar cruces y aumentar la fluidez del movimiento de materiales. Asimismo, se definieron zonas específicas para staging, picking, consolidación y pre-carga, todas ellas etiquetadas con códigos QR y cartelería azul (color corporativo

asignado a TOFAŞ dentro del sistema de codificación del hub).

En cuanto a equipamiento, se adquirieron mesas de consolidación ergonómicas con superficies resistentes al deslizamiento, balanzas electrónicas de precisión para control de peso por caja, y escáneres industriales compatibles con el sistema SAP EWM. También se incorporaron impresoras de etiquetas Zebra, integradas con los terminales RF, y estaciones informáticas industriales (PCs protegidos para entornos de almacén) para la generación y verificación de documentos logísticos. Para la manipulación interna, se diseñaron carros logísticos específicos para cajas de cartón, con estructura metálica ligera y ruedas antihuella. Estos carros permiten transportar simultáneamente múltiples cajas de diferentes dimensiones, respetando la estabilidad de la carga. Además, aunque el flujo TOFAŞ no opera con embalajes retornables tipo racks, se habilitaron estructuras móviles temporales de almacenamiento (mini-racks) para agrupar cajas destinadas a un mismo pedido o destino, facilitando la consolidación en fases previas a la expedición.

Desde una perspectiva de control de calidad, se implementaron dos estaciones de inspección visual y documental dentro del área TOFAŞ. Estas estaciones están dotadas de terminales RF, pantallas conectadas al sistema SAP, y checklist digital integrados, permitiendo verificar de forma automática las referencias, cantidades y etiquetas conforme al ASN (Advanced Shipping Notice) enviado desde Marruecos. Los desvíos detectados generan alertas internas en el sistema y son comunicados de forma automatizada tanto al equipo de calidad de Yazaki como al cliente TOFAŞ mediante el portal R.I.S.C.

Otra adecuación destacada fue la instalación de sensores de temperatura y humedad en un compartimento reservado para componentes electrónicos sensibles, que aunque no son mayoritarios en el flujo TOFAŞ, pueden requerir almacenamiento diferenciado durante picos puntuales. Este compartimento cuenta con cierre automático, iluminación LED eficiente y control ambiental monitorizado. Desde el punto de vista energético y de continuidad operativa, se instalaron unidades UPS (Uninterruptible Power Supply) en los puntos críticos de la zona TOFAŞ, asegurando que tanto los terminales RF como las estaciones de verificación documental pudieran seguir operando en caso de corte eléctrico o incidencia técnica.

A nivel de sistemas, se realizaron desarrollos específicos en SAP EWM para incorporar campos personalizados de referencia TOFAŞ, adaptar los formatos de etiquetas SSCC al modelo exigido por el cliente, y generar automáticamente los documentos EDI necesarios para el intercambio con la planta de Bursa. Paralelamente, los terminales RF fueron configurados con flujos guiados, es decir, con secuencias operativas cerradas que reducen el margen de error humano y facilitan la formación del personal nuevo.

Por último, se reforzó la señalética de emergencia, la instalación de puntos de higiene y

la disponibilidad de equipos de protección personal (EPI) en toda el área TOFAŞ, alineando la operativa con los estándares corporativos de Yazaki en materia de seguridad laboral. En conjunto, esta fase de adquisiciones y adecuaciones supuso una inversión inicial significativa, pero permitió establecer una operativa robusta, trazable y adaptada a los exigentes requisitos de TOFAŞ, sirviendo como base para la posterior digitalización e integración plena en el flujo Marruecos-Palencia-Turquía.

- **Fase 3: Organización del personal operativo durante las fases de arranque:** La preparación y despliegue del personal operativo fue una pieza central para garantizar la correcta implementación del flujo TOFAŞ desde el primer día. Considerando la criticidad de este cliente dentro del ecosistema de Yazaki, así como la necesidad de asegurar una trazabilidad plena y una operativa sin interrupciones, se diseñó un plan específico de recursos humanos dividido en tres etapas secuenciales: pre-operativa, puesta en marcha y estabilización.

**Etapa 1: Pre-operativa (semanas -3 a -1):** Durante esta etapa se realizaron las siguientes acciones:

- **Contratación selectiva de personal:** se incorporaron doce operarios logísticos con experiencia previa en picking, consolidación o SAP EWM, junto con dos jefes de equipo internos reubicados desde otros flujos y un nuevo coordinador de turno con perfil técnico-logístico y experiencia en cliente OEM.
- **Plan formativo intensivo:** el personal participó en una formación estructurada de 40 horas impartida por el departamento de formación interna de Yazaki en colaboración con TOFAŞ. Los contenidos incluyeron:
  - Procedimientos específicos del flujo TOFAŞ (recepción, almacenamiento, consolidación y expedición).
  - Estándares de embalaje y etiquetado del cliente.
  - Uso avanzado de terminales RF y navegación en SAP EWM.
  - Gestión de alertas documentales y bloqueos de expedición.
  - Normas de seguridad, trazabilidad y ergonomía.
- **Validación de competencias:** se aplicó una evaluación final mediante ejercicios prácticos y checklists para certificar que cada operario era apto para desempeñar funciones dentro del flujo. Solo aquellos que superaron el mínimo del 85 % fueron autorizados para participar en la etapa de puesta en marcha.

**Etapa 2: Puesta en marcha (semana 0):** Durante esta fase crítica se realizaron operaciones reales bajo supervisión reforzada:

- **Simulación de escenarios operativos:** en las 72 horas previas al arranque, se ejecutaron

simulaciones completas de flujos de entrada y salida. Para ello, se utilizaron pallets ficticios enviados desde Marruecos y documentos reales con el fin de validar la recepción, control de calidad, almacenamiento y generación de DESADV.

- **Asistencia técnica in situ:** se desplazaron al hub un técnico SAP especializado y un responsable de procesos de Nippon Express, quienes estuvieron presentes durante toda la primera semana. Su función fue resolver incidencias en tiempo real y ajustar configuraciones en el sistema según las necesidades emergentes del flujo TOFAŞ.
- **Seguimiento estructurado del rendimiento:**
  - Se organizaron reuniones diarias de 15 minutos (stand-up meetings) con los equipos de operarios, supervisores y responsables de Yazaki, en las que se revisaban indicadores clave, problemas detectados y propuestas de mejora inmediata.
  - TOFAŞ participó activamente a través de videoconferencias cada 48 horas, desde su centro de control logístico en Bursa, compartiendo observaciones y sugerencias basadas en la documentación EDI y los tiempos de recepción.

**Etapa 3: Estabilización operativa (semanas 1 a 6):** Una vez superada la fase de arranque, se dio paso a una etapa de consolidación, con refuerzo progresivo de la autonomía de los equipos locales:

- **Estructura de turnos:** el equipo TOFAŞ fue organizado en dos turnos rotativos (mañana y tarde) con cinco operarios por turno, un jefe de equipo y supervisión común. Se añadió un tercer turno puntual (nocturno o domingo) según las necesidades del cliente en periodos de alta demanda.
- **Sistema de autoevaluación y mejora continua:**
  - Cada semana, el equipo completaba una checklist de autoevaluación de procesos críticos (picking, etiquetado, consolidación).
  - Se implementó un sistema de feedback cruzado, en el que los jefes de equipo revisaban el rendimiento de turnos alternos para detectar buenas prácticas y desviaciones.
- **Seguimiento digital del rendimiento:** se utilizó una aplicación interna para el registro en tiempo real de incidencias, cumplimientos de ventana horaria, errores de escaneo y tiempos de consolidación. Esto alimentaba un panel de control compartido con TOFAŞ a través de su sistema R.I.S.C., permitiendo transparencia y mejora conjunta.

Durante esta fase también se estableció una bitácora diaria digital, alimentada por los supervisores e integrada con SAP EWM, que servía para recoger todos los eventos significativos

y decisiones operativas tomadas, asegurando trazabilidad interna y continuidad en la gestión del conocimiento del flujo. En resumen, la organización del personal en la fase de arranque fue diseñada como un ecosistema autónomo y preparado, con roles definidos, formación técnica sólida y un enfoque en la mejora continua, factores que fueron determinantes para el éxito inicial del flujo TOFAŞ en el hub de Palencia.

### 5.4.2 Fases de implementación en sistema

Una vez completada la preparación física del flujo TOFAŞ en el hub de Palencia, la siguiente etapa crítica fue la configuración e integración digital de los sistemas de gestión. Esta fase permitió garantizar la trazabilidad integral, la sincronización con el cliente y la automatización de los procesos logísticos clave, tanto a nivel de operativa interna como de intercambio de datos interorganizacional.

La implementación en sistema se estructuró en torno a tres ejes fundamentales: la parametrización del módulo SAP EWM para gestionar los flujos internos del almacén, la integración de la arquitectura EDI para la transmisión estandarizada de documentos logísticos, y la sincronización documental entre eventos físicos y confirmaciones digitales, garantizando así visibilidad y control end-to-end. A continuación se detallan cada uno de estos elementos.

#### **Fase 1: Configuración e integración SAP EWM (flujos internos, RF, trazabilidad)**

La implantación del flujo TOFAŞ en el sistema SAP EWM requirió una configuración específica que permitiera operar de manera diferenciada respecto a otros clientes del hub, respetando las condiciones de estandarización, trazabilidad y visibilidad exigidas por el cliente turco. La configuración se llevó a cabo en cuatro etapas:

**a. Parametrización de estructuras organizativas:** Se creó una sección exclusiva en el warehouse number de Palencia para TOFAŞ, incluyendo:

- Un storage type dedicado al almacenamiento de cajas de cartón.
- Storage sections diferenciadas por familia de producto (Main Harness, Body Harness, Cabin Parts).
- Zonas de staging configuradas como interim storage types con lógica de FIFO para entrada y salida.

**b. Adaptación de los flujos internos del almacén:** El flujo de materiales se configuró en SAP EWM para replicar las fases físicas del proceso:

- Entrada de mercancías vía inbound delivery procedente de Marruecos.
- Verificación y staging en zona de recepción.
- Putaway gestionado por tareas de warehouse order automáticas, asignadas por

algoritmo de optimización de recorrido (PPT picking, Picking Path Optimization)

- Picking controlado por outbound delivery y tareas de picking asociadas.
- Consolidación en packing work center con validación de cantidades y generación de etiquetas SSCC desde SAP.

**c. Integración con dispositivos RF:** Se desarrollaron y probaron formularios RF (Radio Frequency) personalizados (basados en SAP ITS Mobile), para que los operarios pudieran:

- Confirmar tareas de entrada, almacenamiento y picking.
- Validar ubicaciones mediante lectura de códigos de barras y SSCC.
- Reportar incidencias (daños, desajustes de cantidad) directamente desde el terminal.

El sistema fue probado en entorno QAS que representa el entorno de pruebas de SAP donde se simulan los procesos reales antes de implementarlos en el sistema productivo (PRD). Una vez validados los flujos, se transportaron los objetos al entorno productivo mediante transporte de customizing y se activaron los roles de usuario definitivos.

**d. Gestión de trazabilidad y visibilidad del flujo:** Cada unidad logística (pallet) fue gestionada como Handling Unit (HU) desde su recepción hasta la expedición. Los datos clave que quedaron registrados por cada HU fueron:

- Referencia interna Yazaki y referencia TOFAŞ.
- Cantidad, peso neto, dimensiones.
- Fechas de producción y recepción.
- Número de entrega EWM y número de SSCC (Serial Shipping Container Code).

### **Fase 2: Configuración de EDI (ORDERS, DESADV, RECADV, INVOIC)**

La arquitectura de intercambio electrónico de datos (EDI) entre TOFAŞ y Yazaki Palencia fue un componente crítico para asegurar la automatización, sincronización y fiabilidad documental del flujo logístico Marruecos-Palencia-Turquía. La implementación se llevó a cabo siguiendo los estándares internacionales EDIFACT, ajustados a las necesidades específicas del cliente OEM y al sistema R.I.S.C. que TOFAŞ emplea como plataforma de supervisión de su cadena de suministro.

La configuración se centró en la activación y prueba de los siguientes mensajes:

**a. ORDERS (Orden de pedido):** TOFAŞ genera sus pedidos de forma automática desde su sistema central de planificación, basados en su MRP diario. Estos pedidos son enviados al hub Palencia mediante mensajes EDI tipo ORDERS. El mensaje incluye:

- Código proveedor Yazaki.
- Fechas de entrega requeridas.

- Número de referencia TOFAŞ.
- Cantidades por referencia.
- Instrucciones logísticas específicas.

En SAP, cada mensaje ORDERS se convierte automáticamente en un purchase order, que activa la previsión de necesidades en el sistema EWM y permite planificar tareas de recepción y almacenaje.

**b. DESADV (Aviso de expedición):** Una vez consolidado el pedido y preparado el envío, el hub de Palencia emite el mensaje DESADV, que actúa como ASN (Advanced Shipping Notice). Este mensaje es generado automáticamente desde SAP EWM tras la confirmación de la entrega de salida y contiene:

- Detalle de las Handling Units expedidas.
- Número de SSCC de cada pallet.
- Peso, volumen y número de cajas.
- Datos de trazabilidad como fecha de producción y lote.

Este mensaje permite a TOFAŞ prever la llegada, preparar la recepción automatizada y realizar una conciliación entre lo recibido y lo esperado.

**c. RECADV (Confirmación de recepción):** Cuando la mercancía llega a la planta de Bursa, TOFAŞ emite un mensaje RECADV que confirma la recepción física y documental del envío. Este mensaje se integra en SAP para cerrar el ciclo logístico y sirve también como disparador para la evaluación de cumplimiento del proveedor.

**d. ORDRSP (Respuesta al pedido) y mensajes complementarios:** En fases posteriores, se configuró también el mensaje ORDRSP, que permite responder a TOFAŞ confirmando las cantidades y fechas posibles cuando existen desviaciones o ajustes en la planificación. Aunque su uso es menos frecuente en este flujo estable, ofrece una capa adicional de control y comunicación anticipada ante incidencias.

**e. INVOIC (Factura electrónica):** Aunque la facturación logística de Yazaki Palencia está centralizada, se dejó configurado el mensaje INVOIC para su activación si fuera requerido en una fase posterior, permitiendo la emisión automática de facturas según el desglose de entregas y el contrato logístico vigente. Toda la arquitectura EDI se implementó utilizando una pasarela middleware con capacidad de trazabilidad, redundancia y control de errores. Los mensajes se validan mediante estructuras XML y registros de logs automáticos, y en caso de error, el sistema emite alertas al equipo de sistemas y al coordinador de flujo. La combinación de SAP EWM y la integración EDI permitió alcanzar un nivel de automatización documental superior al 95 %, minimizando errores humanos y acelerando los ciclos de expedición y confirmación.

### Fase 3: Sincronización documental y confirmación de eventos logísticos

La sincronización documental entre los sistemas de Yazaki Palencia, TOFAŞ y el operador logístico Nippon Express se estructuró en torno a la trazabilidad de los eventos logísticos críticos, garantizando una cadena de suministro transparente, segura y conforme con los requerimientos del sector automotriz. Esta integración fue esencial para alinear las operaciones físicas del hub con el flujo de información necesario para TOFAŞ y para la correcta ejecución del flujo Marruecos-Palencia-Turquía.

La sincronización se implementó a través de los siguientes mecanismos:

**a. Confirmación de eventos en SAP EWM:** Cada etapa operativa (recepción, almacenaje, picking, consolidación, expedición) se registra en tiempo real en SAP EWM mediante terminales RF. Estas confirmaciones generan un historial de trazabilidad que se integra automáticamente con los mensajes EDI enviados a TOFAŞ (ORDERS, DESADV, etc.). El sistema permite validar cada paso del proceso mediante escaneos obligatorios y verificación de tareas, lo que reduce significativamente los errores operativos y la pérdida de información.

**b. Control de documentación física y digital:** Cada expedición incluye, además de los mensajes EDI, una serie de documentos físicos (packing list, etiquetas SSCC, copia de la orden de pedido) impresos directamente desde SAP y validados por el operario antes del cierre de carga. La validación cruzada entre lo impreso y lo digital permite una doble garantía de exactitud, especialmente en los envíos con componentes eléctricos críticos.

**c. Cuadro de mando operativo compartido:** Yazaki y TOFAŞ implementaron un dashboard compartido de indicadores clave (KPI) y seguimiento de eventos logísticos mediante el sistema R.I.S.C. de TOFAŞ. Este tablero permite visualizar en tiempo real los siguientes elementos:

- Entregas pendientes vs. planificadas.
- Estado de confirmaciones DESADV/RECADV.
- Alertas por retrasos, discrepancias o incidencias documentales.
- Nivel de cumplimiento diario de entregas confirmadas.

El uso del sistema R.I.S.C. como plataforma de visibilidad extendida fortalece la colaboración y permite la toma de decisiones correctivas de forma anticipada.

**d. Sincronización con sistemas externos y operador logístico:** La documentación generada en SAP (especialmente la información de transporte) se exporta automáticamente a los sistemas de Nippon Express mediante interfaz estructurada. Esta sincronización evita la duplicación de datos y garantiza que el transportista disponga de información actualizada antes de cada recogida, incluyendo número de pallets, tiempos de carga, y requisitos aduaneros si corresponde.

**e. Protocolos de contingencia documental:** Ante incidencias en la red EDI o fallos de conectividad, se implementaron protocolos de contingencia que incluyen:

- Reenvío manual de documentos clave desde SAP.
- Comunicación por correo electrónico con archivos PDF de respaldo.
- Trazabilidad mediante números de referencia únicos entre Yazaki, TOFAŞ y Nippon Express.

Estos protocolos fueron probados durante la fase piloto y revisados con el cliente antes del arranque definitivo.



## **6. OPERATIVA DEL HUB Y ESTUDIO ECONÓMICO DE LA IMPLEMENTACIÓN**



## 6.1 Problemáticas observadas durante la operación

Durante los primeros meses de operación del flujo logístico TOFAŞ en el hub de Yazaki en Palencia, se identificaron diversas problemáticas tanto en el plano físico como en el digital. Estas incidencias, propias de una fase de estabilización en flujos complejos y multiorigen, ofrecieron oportunidades clave de aprendizaje y mejora continua. A continuación, se recogen las principales dificultades detectadas, agrupadas por tipología operativa:

1. **Desajustes en la planificación de aprovisionamiento desde Marruecos:** Se observaron desfases entre la previsión de carga remitida por las plantas proveedoras marroquíes y el calendario logístico compartido con TOFAŞ. Esta divergencia generó situaciones de infrautilización del espacio de *staging* en Palencia o, en otros casos, saturación puntual de la zona de recepción. Las causas fueron principalmente:
  - Cambios no sincronizados en la programación de producción marroquí.
  - Retrasos en la confirmación de pedidos por parte de los proveedores *tier 2*.
  - Falta de integración entre el sistema de planificación marroquí y la previsión logística semanal del hub.

Además, es importante destacar que la preparación de pedidos TOFAŞ en Palencia depende estrictamente del stock disponible proveniente de Marruecos. Los planificadores de Yazaki deben crear el pedido en SAP 48 horas antes de la recogida prevista, permitiendo que Nippon Express tenga margen operativo para su consolidación. Las recogidas regulares se realizan de lunes a viernes a las 11:00 h, con posibilidad de organizar un segundo camión a las 17:00 h cuando existe excedente de stock. Cada camión corresponde a un pedido completo, con una carga de 78 pallets. Esta lógica de planificación condiciona la operativa diaria del hub, y cualquier alteración en la llegada de mercancía puede generar tensiones logísticas en el proceso de preparación y expedición.

2. **Incidencias con el etiquetado y trazabilidad de cajas de cartón:** Al tratarse de un flujo basado exclusivamente en cajas de cartón, el correcto etiquetado individual resultó crítico. Se detectaron errores recurrentes en:
  - Etiquetas mal posicionadas que impedían su lectura automática por escáner.
  - Cajas con etiquetas no conformes al estándar SSCC solicitado por TOFAŞ.
  - Omisión de campos clave (como número de orden o referencia cliente) en etiquetas impresas en Marruecos.

Estas fallas, aunque de bajo impacto individual, provocaron bloqueos en el sistema SAP EWM y ralentización en el proceso de consolidación y expedición.

3. **Desalineaciones en los mensajes EDI enviados a TOFAŞ:** Pese a una correcta

configuración inicial, durante las primeras semanas se registraron discrepancias entre los mensajes EDI (DESADV y RECADV) enviados desde Yazaki y la recepción efectiva en TOFAŞ. Los problemas más comunes incluyeron:

- Códigos de referencia no reconocidos por el sistema TOFAŞ.
- Diferencias entre el contenido del DESADV y la documentación física.
- Errores en la codificación del transportista o en las fechas de entrega previstas.

Estas inconsistencias fueron corregidas con el apoyo del equipo de soporte técnico, pero evidenciaron la necesidad de reforzar los mecanismos de validación previa y prueba de mensajes antes del envío.

4. **Saturación operativa en picos de actividad:** Durante semanas con alta concentración de expediciones (coincidiendo con cierre de mes o reposición de stock en Bursa), se detectó una sobrecarga operativa en las áreas de consolidación y expedición. Esta situación provocó:

- Incremento de los tiempos de *picking* por encima del estándar definido.
- Necesidad de extender turnos o reasignar operarios de otros flujos.
- Acumulación temporal de pallets preparados sin espacio suficiente para *staging*.

Este fenómeno se vio agravado los días en que se habilitaba una segunda recogida a las 17:00 h, ya que implicaba duplicar la preparación de pedidos en un solo día sin margen adicional de personal ni espacio.

5. **Discontinuidades en la sincronización entre SAP EWM y los dispositivos RF:** En ciertos momentos se produjeron pérdidas de conexión entre los terminales RF y el sistema SAP EWM, generando interrupciones en la trazabilidad en tiempo real. Estas incidencias técnicas, aunque puntuales, obligaron a registrar ciertas operaciones manualmente y reintroducir datos con posterioridad, lo que supuso una merma en la eficiencia y una exposición al error humano.

6. **Gestión de incidencias documentales en la recepción de TOFAŞ:** Algunas expediciones fueron marcadas como no conformes por parte del cliente debido a:

- Divergencias menores entre cantidad enviada y cantidad recibida.
- Daños en cajas provocados durante el transporte.
- Falta de coincidencia entre la orden original (ORDERS) y el contenido efectivo.

Estas situaciones generaron alertas en el portal R.I.S.C. y fueron tratadas en coordinación con el equipo de Yazaki, activando protocolos de análisis de causa raíz.

7. **Necesidad de estandarización en la formación de nuevo personal:** La rotación natural

del personal logístico durante los primeros meses evidenció la necesidad de establecer un programa de formación estandarizado y replicable, que asegure la correcta transmisión de los procedimientos específicos TOFAŞ, evitando dependencia del conocimiento tácito de los primeros operarios formados.

Estas problemáticas no supusieron un riesgo estructural para la continuidad del flujo, pero sí condicionaron los primeros ciclos de operación y evidenciaron la importancia de la mejora continua como mecanismo de adaptación a las exigencias del cliente OEM. En el capítulo siguiente se plantearán medidas concretas para responder a estas observaciones y optimizar el desempeño general del hub en relación con TOFAŞ.

### 6.2 Análisis de datos e indicadores reales

Una vez estabilizado el flujo logístico TOFAŞ en el hub de Yazaki en Palencia, se procedió al seguimiento sistemático de indicadores clave de desempeño (KPIs) con el objetivo de evaluar la eficiencia operativa, la calidad del servicio y la adecuación de los recursos desplegados. Este análisis se centró en un periodo de observación de tres meses consecutivos, posterior a la fase de arranque, y se estructuró en torno a las principales áreas funcionales del flujo: recepción, almacenaje, preparación de pedidos y expedición.

**1. Indicadores de recepción de mercancía:** Los datos agregados correspondientes al proceso de entrada de material procedente de Marruecos mostraron un comportamiento relativamente estable, con algunas variaciones vinculadas a la cadencia productiva de los proveedores. Los valores medios registrados fueron:

- **Número medio de pallets recepcionados por día:** 136 (correspondientes a dos camiones de 78 pallets, con un margen de rechazo y consolidación).
- **Tasa de conformidad en documentación ASN:** 97,4 %.
- **Incidencias por error en etiquetado SSCC:** 3,1 % (mayoritariamente por mala colocación o ausencia parcial de campos).
- **Tiempo medio de descarga y verificación por camión:** 42 minutos.
- 

Cabe destacar que las entregas se organizan mediante una lógica de doble recogida diaria (a las 11:00 h y a las 17:00 h), lo que condiciona la disponibilidad de personal en picos de actividad.

**2. Indicadores de almacenaje y picking:** El sistema de gestión caótica con control FIFO permitió un uso eficiente del espacio, sin requerir ubicación fija para cada referencia. Los resultados durante el periodo de medición fueron:

- **Rotación media del inventario TOFAŞ:** 2,9 días.
- **Nivel medio de ocupación del área TOFAŞ (1.800 m<sup>2</sup>):** 78 %.
- **Exactitud de inventario físico vs. SAP EWM:** 99,2 %.

- **Productividad media de picking:** 76 líneas por hora por operario.
- **Tasa de errores en picking detectados antes de expedición:** 0,6 %.

Estos valores reflejan una eficiencia superior al promedio de operaciones logísticas multi-cliente (referencia: Frazelle, 2002), atribuida al diseño optimizado del layout y al uso exclusivo de cajas de cartón etiquetadas y normalizadas.

**3.Indicadores de consolidación y expedición:** Durante esta fase crítica del flujo TOFAŞ, los indicadores de desempeño permitieron evaluar tanto la puntualidad como la calidad documental y física de los envíos hacia Bursa:

- **Órdenes de expedición gestionadas por semana:** 10, en promedio.
- **Tiempo medio de consolidación por orden:** 54 minutos.
- **Nivel de cumplimiento documental EDI (DESADV, RECADV, INVOIC):** 96,6 %.
- **Errores en expedición detectados por TOFAŞ (via portal R.I.S.C.):** 0,4 % del total de envíos.
- **Puntualidad de las salidas respecto a ventana de carga acordada (11:00 h):** 100 % (con segunda ventana a las 17:00 h activada en el 36 % de los días observados).

Estos indicadores validan el diseño físico y digital del flujo, así como la capacidad del hub para adaptarse a los requerimientos del cliente OEM sin comprometer la trazabilidad ni la velocidad de respuesta.

**4.Trazabilidad y control en tiempo real:** La trazabilidad de cada caja desde su llegada desde Marruecos hasta su expedición a Turquía se gestionó mediante SAP EWM, con soporte de terminales RF. La supervisión en tiempo real permitió alcanzar:

- **Cobertura de escaneo de etiquetas en puntos críticos (entrada, picking, consolidación, salida):** 100 %.
- **Porcentaje de HU con trazabilidad completa sin intervención manual:** 96,7 %.
- **Número medio de incidencias con reintroducción de datos manuales:** 3 por semana, mayormente por desconexiones momentáneas de terminales.

Esta trazabilidad integral fue clave para responder a auditorías internas, validar las órdenes recibidas por TOFAŞ y prevenir errores logísticos.

### **5.Evaluación general de desempeño operativo**

A partir del análisis conjunto de los KPIs, se construyó un cuadro de mando que permite visualizar la evolución del flujo TOFAŞ en Palencia. Los resultados obtenidos sitúan el nivel de servicio logístico en rangos de excelencia para operaciones OEM con doble dependencia internacional (Marruecos-España-Turquía).

Indicador	Valor alcanzado	Objetivo TOFAŞ	Cumplimiento
Exactitud de inventario	99,2 %	≥ 98,0 %	✓
Tasa de errores en expedición	0,4 %	≤ 1,0 %	✓
Puntualidad en salida (11:00 h)	92 %	100 %	✓
Productividad de picking	76 líneas/h	≥ 70 líneas/h	✓
Cumplimiento EDI	96,6 %	≥ 98,0 %	X
Tiempo de consolidación	54 min	≤ 70 min	✓

**Tabla 6.1.** Evaluación general de desempeño operativo del flujo TOFAŞ en el hub de Palencia

### 6.3 Propuesta de mejora operativa y digital

Tras la fase inicial de estabilización y los análisis de desempeño realizados, se han identificado oportunidades claras para optimizar tanto la operativa física como los procesos digitales del flujo TOFAŞ en el hub logístico de Yazaki en Palencia. Las propuestas que se recogen a continuación tienen como objetivo reforzar la fiabilidad del sistema, reducir errores y aumentar la resiliencia operativa ante variaciones en la demanda y en el abastecimiento desde Marruecos.

#### 1. Mejora en la planificación de aprovisionamiento

**Situación actual:** La planificación depende de la confirmación de disponibilidad de stock desde Marruecos y requiere ser introducida manualmente en SAP por los planificadores de Yazaki 48 horas antes de la recogida.

**Propuesta:**

- Integración parcial del sistema de producción marroquí con SAP EWM mediante interfaz de previsión (forecast XML o IDoc programado).
- Implementación de un módulo de alertas anticipadas ante desfases de abastecimiento.
- Reunión semanal de alineamiento con proveedores clave marroquíes.

**Impacto esperado:** Mayor precisión en la planificación, reducción de picos de actividad no programados y uso más eficiente del espacio de staging.

#### 2. Estándar reforzado de etiquetado en origen

**Situación actual:** Persisten errores de etiquetado en cajas que afectan la lectura automática y la trazabilidad en SAP EWM.

**Propuesta:**

- Reforzar los procedimientos de inspección de etiquetas en origen con checklist digital

obligatorio en planta marroquí.

- Incorporación de cámaras OCR en la zona de recepción para lectura automatizada y alerta inmediata en caso de incongruencia.
- Capacitación específica para los equipos de embalaje en Marruecos, centrada en normativa SSCC TOFAŞ.

**Impacto esperado:** Eliminación de bloqueos en SAP EWM, reducción de tiempos de verificación y mejora de la trazabilidad en recepción.

### 3. Validación previa de mensajes EDI

**Situación actual:** Se han detectado discrepancias en mensajes EDI (DESADV y RECADV), que causan rechazo por parte de TOFAŞ.

**Propuesta:**

- Introducción de una fase de prevalidación interna en Yazaki antes del envío EDI, basada en un script de comprobación de campos clave.
- Automatización de la conciliación entre el contenido físico y el DESADV mediante escaneo final.
- Simulación periódica de escenarios EDI con TOFAŞ en entorno de pruebas (test environment).

**Impacto esperado:** Aumento de la tasa de aceptación EDI en TOFAŞ, reducción de incidencias R.I.S.C. y mejora de la fiabilidad documental.

### 4. Refuerzo de la operativa en picos de actividad

**Situación actual:** Las semanas de alta carga exigen ampliación de turnos y reasignación de operarios.

**Propuesta:**

- Creación de un equipo de contingencia polivalente formado en flujos TOFAŞ.
- Instalación de racks móviles temporales para ampliar capacidad de staging en expedición.
- Implementación de un dashboard visual predictivo que identifique semanas críticas con 7 días de antelación.

**Impacto esperado:** Capacidad operativa garantizada en escenarios de alta demanda, reducción de errores y mejora del clima laboral.

### 5. Mejora de la conectividad RF - SAP EWM

**Situación actual:** Algunas interrupciones puntuales afectan la sincronización de trazabilidad.

**Propuesta:**

- Renovación del sistema WiFi industrial en las zonas TOFAŞ con acceso dedicado por antena reforzada.
- Configuración de fallback local en terminales RF para evitar pérdida de datos en caso de desconexión.
- Mantenimiento preventivo semanal de terminales y puntos de acceso.

**Impacto esperado:** Continuidad de la trazabilidad en tiempo real, menor dependencia de procesos manuales y mayor eficiencia.

## **6. Plan de formación modular y continuo**

**Situación actual:** La rotación de personal ha evidenciado lagunas en el traspaso de conocimientos.

**Propuesta:**

- Desarrollo de un plan de formación específico TOFAŞ dividido en módulos (recepción, picking, packing, SAP, calidad).
- Inclusión de vídeos explicativos breves y materiales autoformativos accesibles desde tablets internas.
- Sesiones de reciclaje trimestrales con evaluación práctica y feedback del coordinador de turno.

**Impacto esperado:** Reducción de errores humanos, mayor autonomía del personal operativo y estandarización de la calidad de servicio.

Estas propuestas de mejora se basan en principios de mejora continua (Kaizen) y logística Lean, y serán evaluadas mediante indicadores específicos una vez implementadas. Su ejecución escalonada, en coordinación con TOFAŞ y Nippon Express, permitirá consolidar el posicionamiento del hub de Palencia como un nodo logístico eficiente y alineado con los estándares del sector automoción.

## **6.4 Estudio económico de la implementación del flujo TOFAŞ**

### **6.4.1 Contextualización**

La implementación del flujo TOFAŞ en el hub logístico de Yazaki en Palencia ha supuesto un proyecto complejo, con implicaciones físicas, digitales, organizativas y tecnológicas. Desde la perspectiva económica, este proyecto puede valorarse como una intervención logística de tipo consultoría interna, impulsada por Yazaki en colaboración con Nippon Express y TOFAŞ.

La fase de ejecución abarcó aproximadamente 3,5 meses, desde mediados de marzo hasta finales de junio de 2025. Durante este periodo, se desplegaron recursos humanos especializados, inversiones en infraestructuras y desarrollos digitales específicos para dar soporte a un nuevo flujo intercontinental basado en cajas de cartón, sin uso de contenedores retornables, y con alto nivel de exigencia documental y trazabilidad.

Este estudio económico simula una valoración por parte de un equipo consultor interno encargado de:

- El análisis de requisitos del cliente TOFAŞ.
- El rediseño físico del layout y las zonas operativas del hub.
- La integración de nuevas funcionalidades en SAP EWM y sistema EDI.
- La formación del personal operativo y la puesta en marcha del flujo en condiciones reales.

El presente análisis no pretende reflejar los costes reales confidenciales, sino que se basa en supuestos técnicos y económicos razonables, fundamentados en buenas prácticas de proyectos logísticos similares y en estimaciones conservadoras ajustadas al entorno de Castilla y León. A continuación, se desglosan los principales bloques de coste que conformaron el proyecto de implementación, con sus respectivas justificaciones y supuestos metodológicos.

### 6.4.2 Costes de adecuación física específica

La implantación del flujo TOFAŞ requirió intervenciones físicas relevantes en el hub de Yazaki en Palencia para adaptar el entorno a los requerimientos del cliente y a las particularidades de un flujo basado **exclusivamente en cajas de cartón paletizadas**. Estas adaptaciones se realizaron durante la fase inicial del proyecto y constituyeron uno de los componentes económicos más visibles del proceso. A continuación, se detallan los principales elementos considerados y sus estimaciones de coste:

#### a) Señalización y zonificación específica TOFAŞ

- **Concepto:** demarcación de 1.800 m<sup>2</sup> mediante pintura industrial de suelos, señalización vertical, paneles informativos y cintas de seguridad.
- **Estimación de coste:** 5.200 €

#### b) Estanterías Mecalux adaptadas a cajas

- **Concepto:** instalación de estanterías de doble profundidad para almacenamiento en cajas (formatos 600x400 y 400x300 mm), aptas para picking manual sin contenedores metálicos.
- **Superficie equipada:** 300 m<sup>2</sup> (zona de picking y consolidación).

- **Estimación de coste:** 8.000 €

**c) Equipamiento de estaciones de consolidación**

- **Concepto:** mesas de trabajo ergonómicas, balanzas industriales, terminales RF, escáneres fijos y PCs industriales para conexión SAP.
- **Unidades instaladas:** 3 estaciones completas.
- **Estimación de coste:** 9.500 €

**d) Adecuación de zona de recepción**

- **Concepto:** preparación de espacio para staging de 24 pallets, instalación de sensores de ocupación y cámaras de supervisión remota.
- **Estimación de coste:** 4.600 €

**e) Infraestructura eléctrica y de red**

- **Concepto:** ampliación de tomas eléctricas, red Wi-Fi industrial para dispositivos RF y sistemas de backup energético (UPS) para zona crítica TOFAŞ.
- **Estimación de coste:** 6.800 €

**f) Carros de picking y logística interna**

- **Concepto:** adquisición de carros manuales ligeros adaptados a la manipulación de cajas, para recorridos entre zonas internas del hub.
- **Unidades adquiridas:** 15 carros.
- **Estimación de coste:** 3.000 €

Concepto	Estimación (€)
Señalización y zonificación	5.200
Estanterías Mecalux	8.000
Estaciones de consolidación	9.500
Zona de recepción	4.600
Infraestructura eléctrica/red	6.800
Carros de picking	3.000
<b>Total estimado</b>	<b>37.100 €</b>

**Tabla 6.2.** Resumen estimado de costes físicos

### 6.4.3 Costes de configuración digital y tecnológica

La integración digital del flujo TOFAŞ en el hub de Palencia supuso una adaptación específica de los sistemas de información existentes, en particular SAP EWM y los módulos de EDI, para garantizar la trazabilidad completa y la automatización de los eventos logísticos exigidos por el cliente OEM. Este esfuerzo tecnológico tuvo como objetivo reducir errores, mejorar la eficiencia documental y asegurar la interoperabilidad con los sistemas de TOFAŞ.

A continuación se detallan los principales costes asociados a esta fase:

#### a) Parametrización de SAP EWM para flujo TOFAŞ

- **Concepto:** creación de ubicaciones lógicas, estructuras HU (handling units), estrategias de picking y reglas de consolidación específicas para TOFAŞ.
- **Duración del trabajo:** 4 semanas.
- **Horas técnicas estimadas:** 80 h.
- **Tarifa estimada:** 65 €/h.
- **Coste total estimado:** 5.200 €

#### b) Desarrollo y prueba de interfaces EDI

- **Concepto:** configuración e integración de los mensajes EDI requeridos por TOFAŞ (ORDERS, DESADV, RECADV, INVOIC), pruebas funcionales y validación conjunta.
- **Duración del proyecto EDI:** 3 semanas.
- **Horas estimadas de técnicos EDI:** 60 h.
- **Tarifa media:** 75 €/h.
- **Coste total estimado:** 4.500 €

#### c) Adaptación de dispositivos RF y terminales de control

- **Concepto:** instalación y configuración de terminales RF dedicados, asignación de roles de usuario específicos y desarrollo de menús personalizados.
- **Equipos RF configurados:** 10 dispositivos.
- **Coste unitario de configuración y prueba:** 200 €
- **Coste total estimado:** 2.000 €

#### d) Formación técnica del personal en sistemas

- **Concepto:** formación intensiva sobre SAP EWM, gestión de HU, EDI y trazabilidad digital para operarios, supervisores y planificadores.
- **Horas totales de formación:** 40 h.
- **Coste de formadores y materiales:** 1.800 €

#### e) Desarrollo de cuadros de mando y reporting

- **Concepto:** creación de dashboards para monitorización en tiempo real del flujo TOFAŞ (recepciones, stock, expediciones, incidencias, eventos EDI).
- **Desarrolladores internos y soporte BI:** 20 h.
- **Tarifa estimada:** 80 €/h.
- **Coste total estimado:** 1.600 €

Concepto	Estimación (€)
Parametrización SAP EWM	5.200
Configuración EDI	4.500
Terminales RF	2.000
Formación técnica	1.800
Reporting y dashboards	1.600
<b>Total estimado</b>	<b>15.100 €</b>

Tabla 6.3. Resumen estimado de costes digitales y tecnológicos

#### 6.4.4 Formación y puesta en marcha

La formación operativa y la puesta en marcha del flujo TOFAŞ en el hub de Palencia representaron una fase crítica del proyecto, ya que sentaron las bases para garantizar la calidad, la trazabilidad y el cumplimiento de los estándares del cliente desde el primer día de operación. Este proceso incluyó tanto la capacitación técnica como el acompañamiento en vivo de los procesos durante las primeras semanas, y exigió una planificación específica de recursos humanos, instructores y herramientas de seguimiento.

A continuación, se presentan los principales costes asociados a esta fase:

##### a) Formación operativa del personal

- **Concepto:** sesiones presenciales de formación teórico-práctica orientadas a operarios logísticos, supervisores y coordinadores.
- **Contenidos:** procesos físicos, layout TOFAŞ, manipulación de cajas, gestión de incidencias, uso de RF, estándares TOFAŞ.
- **Duración total:** 5 días de formación intensiva.
- **Personal formado:** 18 personas (15 operarios + 2 supervisores + 1 coordinador).
- **Horas totales impartidas:** 90 h.
- **Coste estimado (formadores internos, materiales, simulaciones):** 2.200 €

**b) Acompañamiento en la puesta en marcha**

- **Concepto:** soporte en vivo durante las 2 primeras semanas del flujo TOFAŞ para garantizar la operativa estable y corregir errores en tiempo real.
- **Actores involucrados:**
  - 1 técnico SAP (dedicación parcial).
  - 1 especialista logístico de Yazaki.
  - 1 responsable de procesos de Nippon Express.
- **Total de horas dedicadas estimadas:** 100 h.
- **Tarifa media:** 60 €/h.
- **Coste total estimado:** 6.000 €

**c) Herramientas de soporte y control**

- **Concepto:** preparación de checklists físicos y digitales, plantillas de validación, manuales operativos, briefings de turno y bitácora de incidencias.
- **Coste asociado (impresiones, software, edición, licencias):** 1.200 €

**d) Activación de turnos y refuerzos operativos temporales**

- **Concepto:** incorporación de personal adicional durante el primer mes para absorber la carga adicional y asegurar la cobertura de incidencias.
- **Refuerzo adicional estimado:** 3 operarios temporales durante 3 semanas.
- **Coste estimado (salario + costes sociales + EPIs):** 4.500 €

Concepto	Estimación (€)
Formación operativa	2.200
Acompañamiento puesta en marcha	6.000
Herramientas de soporte	1.200
Refuerzo operativo temporal	4.500
<b>Total estimado</b>	<b>13.900 €</b>

**Tabla 6.4.** Resumen estimado de costes de formación y puesta en marcha

**6.4.5 Supuestos técnicos y estimaciones**

La estimación de costes presentada en los apartados anteriores se ha basado en una serie de supuestos técnicos y organizativos que permiten simular de forma realista los recursos requeridos en un proyecto de implantación logística de estas características. Estos supuestos, aunque derivados de la experiencia real en el hub de Palencia, han sido estandarizados con el objetivo de facilitar su aplicación como modelo de referencia o réplica en otros entornos

similares.

### **a) Horizonte temporal de análisis**

- Se ha considerado un horizonte de proyecto de 3,5 meses, desde marzo hasta mediados de julio, coincidiendo con el calendario real de diseño, preparación, implantación y estabilización del flujo TOFAŞ.
- Los costes reflejan exclusivamente el trabajo vinculado a la puesta en marcha inicial, sin incluir mantenimiento operativo posterior.

### **b) Tipo de proyecto**

- El análisis se realiza bajo el enfoque de consultoría logística interna, valorando el esfuerzo y los recursos dedicados como si se tratara de una externalización de servicios profesionales.

### **c) Recursos humanos**

- Las tarifas aplicadas para personal técnico (ingeniería, IT, formadores) se han estimado en 60 €/h, representando una media ponderada entre perfiles junior y senior en el contexto logístico español.
- El coste por operario logístico se ha calculado con una media de 15 €/h, incluyendo costes laborales, seguros sociales y EPIs.

### **d) Equipamiento y materiales**

- Las inversiones en materiales y equipos (estanterías, terminales, balanzas, software) se han estimado según precios de mercado orientativos en 2024, considerando licencias y hardware amortizables en un horizonte mínimo de 3 años.
- No se han incluido costes de infraestructura fija (como alquiler del almacén, luz, agua o gastos generales del centro) al tratarse de una implantación parcial en un hub ya operativo.

### **e) Estandarización del flujo**

- El flujo TOFAŞ ha sido modelado como un proceso basado exclusivamente en cajas de cartón sobre pallets, con rotación frecuente y sin uso de embalajes retornables, lo cual ha simplificado ciertos procesos pero ha exigido mayor inversión en etiquetado, trazabilidad y control visual.
- Se ha considerado un volumen medio de 78 pallets por camión y una frecuencia mínima de 5 expediciones semanales como base para estimaciones de personal y uso de recursos.

#### f) Margen de contingencia

- No se han aplicado márgenes de riesgo explícitos en los cálculos, por tratarse de un proyecto ya ejecutado parcialmente. Sin embargo, podría estimarse un margen de contingencia adicional del 10 % si se proyectara este modelo a otras localizaciones o clientes, para absorber incertidumbres operativas.

#### 6.4.6 Conclusión económica

La valoración económica de la implementación del flujo TOFAŞ en el hub de Yazaki en Palencia permite concluir que se trata de un proyecto logísticamente viable, financieramente contenido y estratégicamente replicable. El coste total estimado de **66.100 €** refleja una inversión optimizada en infraestructuras, sistemas y recursos humanos, alineada con los estándares del sector para proyectos de esta envergadura.

Los principales factores que refuerzan la sostenibilidad económica del proyecto son:

- **El aprovechamiento de un hub preexistente**, que reduce significativamente los costes estructurales fijos (sin necesidad de inversión en inmuebles ni ampliación de superficie).
- **La orientación a embalajes no retornables (cajas de cartón)**, que aunque exige una inversión inicial en señalética, trazabilidad y etiquetado, permite evitar costes de circuito logístico inverso y simplifica la operación en planta destino.
- **La modularidad del layout y los sistemas digitales empleados**, que permiten escalar el flujo o replicarlo con otros clientes OEM sin rediseños estructurales costosos.
- **La implicación directa de Yazaki como consultor interno**, que sustituye la necesidad de externalizar el análisis, gestión de proyecto y soporte técnico, reduciendo el coste de consultoría de forma significativa.

En términos de retorno, el proyecto permite:

- Asegurar el cumplimiento de los SLA pactados con TOFAŞ (frecuencia diaria de carga, nivel de documentación EDI, integridad física de los envíos).
- Evitar penalizaciones logísticas por errores de expedición o trazabilidad, que en el caso de fabricantes OEM pueden implicar recargos por paradas de línea o entregas no conformes.
- Consolidar la posición del hub de Palencia como nodo estratégico euro-mediterráneo dentro de la red de Yazaki, con capacidad para asumir nuevos flujos bajo la misma lógica operativa.

## 6.5 Conclusión del estudio de caso

La implementación del flujo logístico TOFAŞ en el hub de Yazaki en Palencia ha representado un proyecto integral de reorganización operativa, tecnológica y estructural, basado en principios de eficiencia, trazabilidad y servicio al cliente OEM. A lo largo del presente estudio de caso se han analizado las distintas fases del proceso, desde el diseño físico del layout hasta la configuración digital en SAP EWM y EDI, pasando por la organización de recursos humanos, la planificación logística y el seguimiento económico.

Entre los principales logros alcanzados se destacan:

- **La adaptación de una plataforma logística compartida** para atender los requerimientos específicos de un cliente de alto nivel como TOFAŞ, sin comprometer los flujos existentes ni la eficiencia global del hub.
- **La implementación de procesos digitales avanzados**, que aseguran la trazabilidad en tiempo real, la integración documental con el cliente mediante EDI y el cumplimiento de estándares internacionales de logística automotriz.
- **La coordinación fluida entre actores logísticos:** Yazaki como integrador, Nippon Express como operador y TOFAŞ como cliente final, logrando establecer un modelo colaborativo eficaz.
- **La resolución ágil de problemáticas durante el arranque**, mediante mecanismos de mejora continua, formación estructurada y análisis de causa raíz.
- **Una estructura de costes ajustada y realista**, que demuestra la viabilidad de replicar este tipo de flujos logísticos sin necesidad de grandes inversiones en infraestructura nueva.

Este caso demuestra cómo un enfoque de diseño modular, apoyado en herramientas tecnológicas y gestión colaborativa, permite afrontar con éxito proyectos logísticos complejos en contextos internacionales. Además, refuerza el papel del hub de Palencia como eje euro-mediterráneo dentro de la cadena de suministro de Yazaki, articulando flujos entre Marruecos y Turquía bajo una lógica de eficiencia y resiliencia.



## **7. ESTUDIO ECONÓMICO**



## 7.1 Introducción

En este capítulo se presenta el estudio económico asociado a la elaboración del presente Trabajo de Fin de Máster, centrado en el análisis e implementación de un nuevo flujo logístico para el cliente TOFAŞ en el hub de Yazaki en Palencia. El proyecto ha abarcado tanto el diagnóstico operativo como el diseño de soluciones físicas y digitales, aplicables a un entorno real dentro del sector de la automoción y la logística internacional.

Aunque el trabajo se enmarca en un contexto académico, se ha planteado una valoración económica simulada con enfoque profesional. Para ello, se ha asumido que el proyecto fue desarrollado por la consultora ficticia A44 Logística e Innovación, especializada en el diseño y ejecución de soluciones logísticas y organizativas en el espacio euro-mediterráneo.

El análisis económico considera principalmente los costes humanos derivados de la dedicación al proyecto, así como ciertos costes asociados al uso de equipamiento informático, material consumible y recursos indirectos. No se contemplan inversiones industriales ni costes vinculados a infraestructuras del hub, ya que el enfoque se centra exclusivamente en el trabajo intelectual, técnico y documental desarrollado entre marzo y julio de 2025.

### 7.1.1 Roles asumidos y jerarquía del proyecto

La realización de un proyecto de diseño e implementación logística como el desarrollado en este Trabajo de Fin de Máster implica, en un entorno profesional real, la participación de distintos perfiles con funciones bien diferenciadas. A efectos de simulación, se ha estructurado una jerarquía funcional en el marco de la consultora ficticia A44 Logística e Innovación, con el fin de reflejar una organización de trabajo coherente con los estándares del sector.

Los roles clave considerados han sido los siguientes:

- **Director del proyecto:** define los objetivos generales del proyecto, planifica las fases de trabajo y supervisa el cumplimiento de los plazos y entregables. También es responsable de coordinar a los distintos miembros del equipo y de validar los resultados alcanzados. En este caso, este rol se ha asignado simbólicamente al tutor académico, quien ha orientado el desarrollo del trabajo y aprobado sus principales líneas de actuación.
- **Responsable de Organización:** establece las especificaciones técnicas y funcionales que debe cumplir la distribución logística planteada, y mantiene una interlocución directa con el Director del proyecto. Su conocimiento del entorno operativo es clave para asegurar la coherencia del diseño con las necesidades reales del hub logístico. En este caso, esta figura ha sido asumida por el autor del TFM.
- **Encargado de Diseñar la Distribución:** realiza el trabajo de campo necesario para elaborar la propuesta operativa. Esto incluye la recopilación de información, entrevistas

informales con personal implicado, análisis de documentación técnica y generación de planos, esquemas y flujos de proceso. También colabora estrechamente con el Responsable de Organización en el desarrollo del diseño final.

- **Auxiliar Administrativo:** presta apoyo documental al proyecto, realizando tareas como la redacción y formateo de la memoria, la organización de materiales gráficos, la gestión de archivos y la preparación del documento para su entrega.
- **Responsable de Departamento:** en contextos reales, esta figura representa a cada área funcional que puede verse afectada por el rediseño logístico. Aporta información específica sobre su operativa y participa en la validación técnica de la propuesta. En este trabajo, este rol ha sido representado de forma indirecta a través de la documentación y el conocimiento adquirido durante la interacción con responsables de Yazaki y Nippon Express.

Aunque en la práctica todas estas funciones han sido asumidas por una única persona (el autor del TFM), esta distribución de roles permite representar de forma estructurada el alcance del trabajo realizado, así como su complejidad metodológica y técnica. Esta simulación también refuerza el enfoque aplicado del proyecto, en línea con su carácter académico y profesional.

## 7.2 Fases de desarrollo

El desarrollo del presente Trabajo de Fin de Máster se ha estructurado en una serie de fases claramente diferenciadas, que responden a una lógica secuencial de planificación, análisis y ejecución, propia de los proyectos de carácter aplicado en el ámbito de la logística y la gestión de operaciones.

Dado que el objetivo central del trabajo ha sido el estudio detallado de la implementación de un nuevo flujo logístico (cliente TOFAŞ) en un hub logístico multinacional (Yazaki Palencia), cada fase se ha orientado a abordar de manera progresiva los diferentes componentes del análisis, desde la definición del enfoque metodológico hasta la propuesta final de mejora operativa y evaluación económica.

En el marco de simulación adoptado, se considera que el proyecto ha sido desarrollado por la consultora ficticia A44 Logística e Innovación, bajo la coordinación de un Director de Proyecto, con la colaboración del Responsable de Organización, el Diseñador de Distribución y un Auxiliar Administrativo, cumpliendo funciones asignadas en cada fase según su especialidad.

Las fases que han compuesto el desarrollo del TFM son las siguientes:

1. **Fase 1: Decisión y planificación del proyecto.** En esta etapa inicial se definió el objeto de estudio, se delimitaron los objetivos específicos y se seleccionó el enfoque metodológico más adecuado. Asimismo, se estableció la coordinación con el tutor

académico (asumido como Director del proyecto) y se organizaron los recursos de trabajo, incluyendo el acceso a documentación interna, datos operativos y sesiones con personal de Yazaki y Nippon Express.

2. **Fase 2: Recopilación de información técnica y contextual.** Esta fase consistió en la recolección sistemática de información relacionada con el flujo TOFAŞ, incluyendo documentación operativa, descripciones técnicas, layouts del hub, configuraciones SAP-EDI, registros de incidencias y entrevistas informales con actores clave. También se incorporó bibliografía académica especializada en logística internacional, hubs de consolidación, trazabilidad digital y mejora continua.
3. **Fase 3: Análisis, diseño e implementación documental.** A partir del material recopilado, se procedió a analizar los procesos físicos y digitales implementados, identificar problemáticas recurrentes y estructurar la propuesta de mejora. Esta fase incluyó también el análisis de indicadores reales, la reconstrucción de flujos mediante diagramas y el diseño de apartados detallados en base a los estándares académicos establecidos por el Máster. El Responsable de Organización y el Diseñador de la Distribución trabajaron estrechamente en esta etapa.
4. **Fase 4: Redacción, revisión e integración del contenido.** En esta etapa se desarrollaron y organizaron los diferentes capítulos del TFM, respetando las observaciones del tutor y ajustando la estructura final conforme a las directrices de la Universidad de Valladolid. Se revisaron aspectos formales como estilo, citación APA 7, uso de figuras, tablas y referencias internas. El Auxiliar Administrativo colaboró en la edición y compilación de la memoria.
5. **Fase 5: Preparación para defensa y documentación final.** Esta fase final incluyó la validación del capítulo económico, la consolidación de la bibliografía completa, la integración de anexos y evidencias visuales, así como la preparación de la versión final para su entrega y defensa. Se contempló además la simulación de un escenario de defensa ante tribunal y la elaboración de la presentación complementaria.

Estas fases han permitido abordar el trabajo de forma rigurosa y ordenada, reflejando una metodología aplicada que responde tanto a las exigencias académicas como a las necesidades reales del entorno empresarial analizado.

### 7.3 Estudio económico del trabajo

Este apartado tiene por objetivo estimar el coste económico asociado a la realización del presente Trabajo de Fin de Máster. Dado que se trata de un proyecto aplicado de análisis e implementación logística, el mayor peso recae en los costes derivados de la dedicación personal, el uso de recursos digitales y el consumo de material básico durante las distintas etapas del proceso.

Para esta estimación, se ha simulado que el trabajo fue desarrollado por un equipo de la consultora ficticia A44 Logística e Innovación, compuesto por un Director de Proyecto, un Responsable de Organización, un Diseñador de Distribución (autor del TFM) y un Auxiliar Administrativo de apoyo documental. Esta estructura permite reflejar un enfoque realista y profesional, alineado con la práctica habitual de los proyectos de consultoría logística en entornos industriales.

La dedicación total se ha distribuido entre los meses de marzo y julio de 2025, reproduciendo un escenario de trabajo riguroso que integra tanto las fases de planificación como la ejecución técnica, redacción académica y documentación final.

Los elementos considerados para el cálculo económico incluyen:

- Horas de dedicación del personal implicado en el proyecto.
- Amortización del equipo informático utilizado (portátil HP Laptop 15-fd0xxx).
- Material consumible básico (papel, tinta, carpetas).
- Costes indirectos asociados al entorno de trabajo (electricidad, conexión a internet, licencias de software, respaldo en la nube).
- Distribución temporal del esfuerzo por fases del proyecto.

### 7.3.1 Horas efectivas anuales y tasas horarias de personal

Todos estos valores quedan reflejados en las Tablas 7.1 (días efectivos) y 7.2 (semanas efectivas).

Concepto	Días / horas
<b>Año medio: (365,25)</b>	365,25
<b>Sábados y domingos: (365 * 2/7)</b>	-104,36
<b>Días efectivos de vacaciones:</b>	-22,00
<b>Días festivos reconocidos:</b>	-14,00
<b>Media de días perdidos por enfermedad:</b>	-10,00
<b>Cursillos de formación, etc.:</b>	-4,00
<b>Total estimado días efectivos:</b>	210,89
<b>Total horas/año efectivas (8 h/día):</b>	<b>1.687</b>

**Tabla 7.1.** Días efectivos anuales

Concepto	Días / horas
<b>Año medio (semanas):</b>	52
<b>Vacaciones y festivos:</b>	-5
<b>Enfermedad:</b>	-1
<b>Cursos de formación:</b>	-1
<b>Total semanas:</b>	<b>45</b>

**Tabla 7.2.** Semanas efectivas anuales

Con el objetivo de estimar con precisión los costes laborales asociados al desarrollo del Trabajo de Fin de Máster, se ha adoptado un enfoque basado en una jornada laboral estándar de 1.680 horas anuales efectivas, lo que corresponde a una dedicación semanal de 40 horas durante 42 semanas laborables (una vez descontadas vacaciones, festivos y contingencias).

A continuación, se presentan los costes laborales estimados de los distintos perfiles profesionales que han intervenido en el proyecto, simulando un entorno de consultoría técnica especializado en el ámbito de la logística industrial.

Concepto	Director (Ing. Organización)	Ingeniero Industrial	Responsable de Dpto.	Auxiliar Administrativo
<b>Sueldo bruto anual</b>	36.000 €	30.000 €	27.000 €	19.000 €
<b>Seguridad Social (35%)</b>	12.600 €	10.500 €	9.450 €	6.650 €
<b>Total anual</b>	<b>48.600 €</b>	<b>40.500 €</b>	<b>36.450 €</b>	<b>25.650 €</b>
<b>Coste horario</b>	<b>28,93 €/h</b>	<b>24,11 €/h</b>	<b>21,70 €/h</b>	<b>15,27 €/h</b>
<b>Coste semanal</b>	<b>1.157,20 €</b>	<b>964,40 €</b>	<b>868,00 €</b>	<b>610,80 €</b>

**Tabla 7.3.** Costes laborales estimados por perfil profesional

Estos valores serán utilizados en los siguientes apartados para imputar el coste por fases, según la dedicación estimada de cada perfil en las tareas correspondientes. Esta aproximación permite una valoración realista y estructurada del esfuerzo humano necesario para el desarrollo del TFM, integrando tanto la complejidad técnica como el componente documental y organizativo.

### 7.3.2 Cálculo de las amortizaciones para el equipo informático utilizado

El desarrollo completo del Trabajo Fin de Máster se ha realizado utilizando un único equipo informático personal, empleado tanto para tareas de análisis y planificación logística como para la redacción del documento, la elaboración de gráficos, esquemas, tablas y simulaciones. Se trata de un portátil HP Laptop 15-fd0xxx, cuyas características técnicas permiten su uso fluido con herramientas ofimáticas, de modelado logístico y de documentación. Este equipo ha cumplido tanto las funciones de equipo de desarrollo como de edición, sin requerirse recursos

informáticos adicionales.

Para el cálculo de la amortización, se ha considerado una vida útil estimada de 4 años, con un uso medio anual de 1.800 horas, aplicando un método de amortización lineal. A partir de estos parámetros, se ha determinado una amortización horaria aproximada de 0,083 €/h.

El coste detallado del equipo utilizado se refleja en la Tabla 7.4.

Concepto	Coste	Cantidad	Coste total
Portátil HP Laptop 15-fd0xxx	600 €	1	600 €
<b>Software de desarrollo y ofimática</b>			
- Sistema operativo Windows 11 Home	145 €	1	145 €
- Microsoft Word 365 (licencia anual)	69 €	1	69 €
- Microsoft Excel 365 (licencia anual)	69 €	1	69 €
- Visualizador PDF Pro (versión gratuita)	0 €	1	0 €
<b>Total a amortizar:</b>			<b>883 €</b>

Tipo	Número	Amortización
Diaria	250 días/año	0,88 €/día
Semanal	50 semanas/año	4,42 €/semana
Horaria	1.800 h/año	0,12 €/h

**Tabla 7.4.** Costes del equipo informático utilizado

Se concluye que el coste total imputado al proyecto por el uso del equipo asciende a:  
 $0,083 \text{ €/h} \times 320 \text{ h} = 26,56 \text{ €}$

Esta cifra corresponde a una dedicación estimada de 320 horas reales de trabajo, distribuidas entre marzo y julio de 2025. El uso del equipo fue especialmente intensivo en la fase de diseño de layout, análisis operativo del hub logístico, elaboración de gráficos de rendimiento y redacción del estudio de caso TOFAŞ, lo cual justifica la aplicación de este criterio de amortización.

### 7.3.3 Coste del material consumible

El uso de material consumible ha sido limitado, dado el carácter digital del trabajo. Sin embargo, se considera como desglose estimado del material consumible en la siguiente tabla 7.5:

Concepto	Cantidad	Coste unitario estimado	Subtotal
Hojas DIN A4 (paquete de 500 hojas)	0,5	5 €	2,50 €
Cartucho de tinta negro (HP básico)	1	20 €	20,00 €
Carpetas de cartón/plástico	2	2 €	4,00 €
Clips, grapas y otros	-	-	1,00 €
<b>Total estimado</b>	-	-	<b>27,50 €</b>

**Tabla 7.5.** Costes del material consumible

### 7.3.4 Costes indirectos

Incluyen electricidad, conexión a internet, uso de software y servicios de respaldo en la nube. Se ha estimado un coste plano de 0,50 €/hora de trabajo.

Para 320 horas trabajadas:

$$320 \text{ h} \times 0,50 \text{ €/h} = 160 \text{ €}$$

### 7.3.5 Horas de personal dedicadas a cada fase del proyecto

La ejecución del proyecto se ha estructurado en cinco fases diferenciadas, que abarcan desde la planificación inicial hasta la entrega final del documento. A cada etapa se ha asignado una dedicación temporal estimada en función de su complejidad y carga de trabajo, conforme se detalla en la siguiente tabla 7.6:

Fase	Horas dedicadas
<b>Fase 1: Planificación inicial y enfoque metodológico</b>	40 h
<b>Fase 2: Recopilación de datos y documentación técnica</b>	70 h
<b>Fase 3: Análisis, diseño y propuesta operativa</b>	90 h
<b>Fase 4: Redacción y revisión académica</b>	100 h
<b>Fase 5: Preparación de entrega y documentación final</b>	20 h
<b>Total</b>	<b>320 h</b>

**Tabla 7.6.** Horas dedicadas al proyecto

### 7.4 Costes asignados a cada fase del proyecto

A continuación, se detalla la imputación de costes por cada fase de desarrollo del TFM, en función del número de horas dedicadas por fase y aplicando la tasa de 30 €/hora definida previamente. Los costes indirectos, amortización y consumibles se reparten proporcionalmente según las horas de cada fase.

El coste detallado del equipo utilizado se refleja en la Tabla 7.7:

Fase	Descripción	Horas	Coste personal (€)	Costes indirectos (€)	Amortización (€)	Total (€)
Fase 1	Planificación inicial y enfoque metodológico	40 h	1.200 €	20 €	3,32 €	1.223,32 €
Fase 2	Recopilación de datos y documentación técnica	70 h	2.100 €	35 €	5,81 €	2.140,81 €
Fase 3	Análisis, diseño y propuesta operativa	90 h	2.700 €	45 €	7,48 €	2.752,48 €
Fase 4	Redacción y revisión académica	100 h	3.000 €	50 €	8,31 €	3.058,31 €
Fase 5	Preparación de entrega y documentación final	20 h	600 €	10 €	1,66 €	611,66 €
<b>Total</b>		<b>320 h</b>	<b>9.600 €</b>	<b>160 €</b>	<b>26,56 €</b>	<b>9.786,56 €</b>

**Tabla 7.7.** Coste total del trabajo fin de máster

**Nota:** Los 27,5 € de material consumible se añaden en el cálculo final como coste adicional.

## 7.5 Cálculo del coste total

El coste total estimado del desarrollo de este Trabajo de Fin de Máster, simulando su ejecución por un profesional independiente, asciende a:

- Coste por horas de trabajo: 9.600 €
- Costes indirectos: 160 €
- Amortización del equipo informático: 26,56 €
- Material consumible: 27.5 €

**Coste total estimado del proyecto: 9.814,06 €**



## **8. CONCLUSIONES Y FUTUROS DESARROLLOS**

## 8.1 Conclusiones

La elaboración de este Trabajo Fin de Máster ha permitido abordar de forma integral un proyecto logístico internacional en un entorno real, combinando análisis estratégico, implementación operativa y herramientas digitales avanzadas. A lo largo del estudio se han alcanzado las siguientes conclusiones relevantes:

- **Posicionamiento estratégico del hub de Palencia:** La plataforma operativa de Yazaki en Palencia se ha consolidado como un nodo clave para la conexión entre el norte de África y Europa oriental, permitiendo centralizar los envíos procedentes de Marruecos con destino a Turquía. Esta localización no solo optimiza los tiempos de tránsito y la eficiencia de carga, sino que también refuerza el papel de Castilla y León como polo logístico en la región EMEA.
- **Adecuación física para el flujo TOFAŞ:** La implementación del flujo específico hacia el cliente TOFAŞ exigió una reestructuración operativa que contempló el diseño de zonas diferenciadas para la recepción, almacenamiento, preparación y expedición de mercancía. La gestión con cajas de cartón implicó una mayor exigencia en el control de cantidades, trazabilidad y manipulación cuidadosa para evitar daños, en ausencia de racks metálicos u otras protecciones.
- **Digitalización del flujo operativo mediante SAP EWM y EDI:** El proyecto ha demostrado cómo una correcta configuración de SAP EWM, combinada con dispositivos RF y la integración de mensajes EDI (ORDERS, DESADV, RECADV e INVOIC), permite automatizar los procesos logísticos clave, desde la recepción hasta la expedición. Esta digitalización ha contribuido a reducir errores humanos, mejorar los tiempos de respuesta y fortalecer la relación cliente-proveedor con TOFAŞ.
- **Importancia de la planificación anticipada y coordinación con el operador logístico:** La preparación de pedidos depende estrictamente del stock disponible, cuya llegada desde Marruecos condiciona la operativa diaria. Los planificadores de Yazaki deben generar el pedido SAP 48 horas antes de la recogida para que Nippon Express pueda preparar correctamente la expedición. Se ha establecido una recogida fija a las 11:00 h y una segunda opcional a las 17:00 h en función del inventario, con un volumen estándar de 78 pallets por camión.
- **Identificación de problemáticas operativas y necesidad de mejora continua:** Durante el proceso de implementación y operación se detectaron varias incidencias, como errores de etiquetado, retrasos en la validación de documentos EDI, congestión en zonas de packing, o falta de uniformidad en los estándares de formación. Estos aspectos fueron registrados y analizados para establecer acciones correctivas viables, lo que refuerza la importancia de aplicar principios de mejora continua (Kaizen, 5S, RCA).

- **Propuesta de mejora como elemento integrador de soluciones sostenibles:** Las acciones sugeridas se han orientado a estandarizar procesos (layout, formación, documentación), automatizar controles (validaciones en SAP), y reforzar la gestión de zonas logísticas (señalización, buffers, indicadores visuales). Estas medidas buscan incrementar la productividad, reducir errores y mejorar la experiencia de los operarios y el cliente final.
- **Valoración económica del proyecto desde una perspectiva profesional:** Mediante la simulación de una consultora logística (A44), se ha estimado el coste total del trabajo en 9.814,06 €, considerando recursos humanos, materiales, tecnología y horas efectivas. Esta estimación permite valorar la magnitud del esfuerzo requerido en términos profesionales, al tiempo que proporciona un marco replicable para evaluar futuros proyectos logísticos similares.
- **Aprendizaje personal y consolidación de competencias profesionales:** Desde un punto de vista formativo, el proyecto ha permitido aplicar metodologías de investigación cualitativa, manejar herramientas profesionales (SAP, EDI, Excel avanzado), analizar procesos logísticos reales, y desarrollar competencias clave como la comunicación técnica, la gestión de datos y la propuesta de soluciones operativas. Este aprendizaje fortalece el perfil profesional en el ámbito de la logística internacional y la transformación digital de procesos.

## 8.2 Futuros desarrollos

Lejos de representar un cierre, este proyecto abre nuevas líneas de trabajo y mejora continua que podrían desarrollarse a corto, medio y largo plazo. Entre las más relevantes se encuentran:

- **Reconfiguración avanzada del layout operativo:** A partir de las observaciones obtenidas durante la operación, sería recomendable diseñar un layout más eficiente que reduzca desplazamientos innecesarios, mejore la ergonomía de los puestos de picking y permita absorber picos de actividad. El uso de herramientas de simulación 3D o modelos de gemelo digital (digital twin) facilitaría la validación previa de distintos escenarios antes de su implantación real.
- **Implantación de indicadores visuales y alertas dinámicas en planta:** Para reforzar el control operativo, se sugiere la instalación de paneles digitales (monitores o andon lights) que permitan visualizar en tiempo real el estado de los pedidos TOFAŞ, las tareas pendientes y los incidentes críticos. Esto mejoraría la comunicación entre equipos y permitiría tomar decisiones más ágiles ante situaciones imprevistas.
- **Integración progresiva de tecnologías emergentes:** La incorporación de soluciones como RFID para la lectura masiva sin contacto o el uso de RPA (automatización robótica

de procesos) para tareas administrativas repetitivas (como validaciones EDI o generación de reportes) permitiría liberar recursos humanos y aumentar la fiabilidad de los procesos digitales.

- **Mejora e integración del sistema R.I.S.C. de incidencias:** El portal actualmente en uso podría evolucionar hacia un sistema más integrado con SAP, que permita registrar, rastrear y resolver incidencias de forma automática, con retroalimentación inmediata al cliente TOFAŞ. Esto fortalecería la trazabilidad y reduciría el tiempo medio de resolución de errores logísticos.
- **Formación continua a través de plataformas digitales:** Ante la rotación de personal y la complejidad creciente del flujo TOFAŞ, se propone desarrollar una plataforma de formación interna basada en microlearning, con módulos específicos para SAP, trazabilidad, seguridad y calidad. Este enfoque garantizaría una transferencia de conocimiento más rápida y homogénea entre operarios.
- **Replicabilidad del modelo en otros flujos internacionales:** La experiencia acumulada puede servir como base para implementar flujos similares con otros clientes OEM del grupo Yazaki, optimizando procesos desde la experiencia adquirida con TOFAŞ. Esta extensión permitiría convertir el hub de Palencia en un modelo de referencia para proyectos logísticos multimercado.

Cada uno de estos desarrollos debe concebirse dentro de un marco de mejora continua, bajo la filosofía PDCA (Plan-Do-Check-Act), que permita evaluar periódicamente el rendimiento del sistema y proponer ajustes adaptativos conforme evolucionen las necesidades logísticas, tecnológicas y comerciales del entorno.



## **9. BIBLIOGRAFÍA**



### Fuentes académicas y científicas:

- Ballou, R. H. (2004). *Business Logistics/Supply Chain Management* (5.<sup>a</sup> ed.). Pearson Education.
- Barratt, M., Choi, T. Y., & Li, M. (2011). Qualitative case studies in operations management: Trends, research outcomes, and future research implications. *Journal of Operations Management*, 29(4), 329–342.
- Bartholdi, J. J., & Hackman, S. T. (2016). *Warehouse & distribution science* (2nd ed.). Georgia Institute of Technology.
- Biesta, G., & Burbules, N. C. (2003). *Pragmatism and educational research*. Rowman & Littlefield.
- Britsche, M., & Fekete, A. (2024). Logistics hubs in Europe: Trends and geopolitical positioning. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 24(1), 15–32.
- Britsche, P., & Fekete, M. (2024). Strategic hubs and intermodal corridors in Euro-Mediterranean logistics. *Journal of Transport Geography*, 119, 103488.
- Chen, L., & Liu, Y. (2022). Achieving a just-in-time supply chain: The role of demand-driven supply chain intelligence. *Journal of Manufacturing Systems*, 62, 1–12.
- Chen, Y., & Liu, Z. (2022). The impact of digital technologies on global supply chain resilience. *International Journal of Logistics Management*, 33(4), 945–962.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2022). *Supply chain management: Strategy, planning, and operation* (8th ed.). Pearson.
- Christopher, M. (2016). *Logistics & supply chain management* (5th ed.). Pearson.
- Christopher, M., & Holweg, M. (2017). Supply chain 2.0 revisited: A framework for managing volatility-induced risk in the supply chain. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 47(1), 2–17.
- Christopher, M., & Peck, H. (2004). Building the resilient supply chain. *The International Journal of Logistics Management*, 15(2), 1–14.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, 14(4), 532–550.
- Eisenhardt, K. M., & Graebner, M. E. (2007). Theory building from cases: Opportunities and challenges. *Academy of Management Journal*, 50(1), 25–32.

- Fernie, J., & Sparks, L. (2019). *Logistics and retail management* (5th ed.). Kogan Page.
- Flick, U. (2018). *An introduction to qualitative research* (6th ed.). SAGE.
- Frazelle, E. H. (2002). *World-Class Warehousing and Material Handling*. McGraw-Hill.
- George, M. L. (2003). *Lean Six Sigma for service*. McGraw-Hill.
- Gonçalves, M. T., & Silva, T. (2019). Generic model for logistics in automotive industry: A case study. *Procedia Manufacturing*, 38, 1234–1240.
- Grant, D. B., Trautrim, A., & Wong, C. Y. (2017). *Sustainable logistics and supply chain management* (2nd ed.). Kogan Page.
- Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill.
- Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(10), 994–1011.
- Imai, M. (1997). *Gemba Kaizen*. McGraw-Hill.
- Ivanov, D., & Dolgui, A. (2020). A digital supply chain twin for managing disruption risks. *Transportation Research Part E*, 142, 102190.
- Jacobs, F. R., & Weston, F. C. (2007). Enterprise resource planning (ERP) – A brief history. *Journal of Operations Management*, 25(2), 357–363.
- Kumar, A., & Singh, R. K. (2023). Framework for evaluating lean, agile and resilient supply chain practices. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 34(2), 345–367.
- Kumar, P., & Singh, R. K. (2023). Enhancing supply chain visibility through digital technologies. *Benchmarking*, 30(5), 1320–1340.
- Lee, H., & Ha, J. (2022). Electronic data interchange and operational efficiency in automotive supply chains. *Journal of Business Logistics*, 43(1), 55–72.
- Lin, Y.-K., Huang, C.-F., Liao, Y.-C., & Yeh, C.-C. (2017). System reliability for a multistate intermodal logistics network with time windows. *International Journal of Production Research*, 55(7), 1957–1969.
- Manuj, I., Herburger, M., & Adana, S. (2022). Supply chain resilience capabilities in automotive and other industries. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 37(5), 891–910.
- Monk, E., & Wagner, B. (2013). *Concepts in enterprise resource planning* (4th ed.). Cengage Learning.
- Müller, R., & Schmid, H. (2024). Resilient infrastructure and supply chain performance.

*Journal of Business Logistics*, 45(2), 200–218.

- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: Beyond large-scale production*. Productivity Press.
- Rao, S., & Goldsby, T. J. (2022). Digital supply chain capabilities and logistics performance. *Journal of Business Logistics*, 43(3), 305–322.
- Richards, G. (2018). *Warehouse management* (3rd ed.). Kogan Page.
- Rodrigue, J. P. (2020). *The geography of transport systems* (5th ed.). Routledge.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to see: Value stream mapping*. Lean Enterprise Institute.
- Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2022). *The handbook of logistics and distribution management* (6th ed.). Kogan Page.
- Stake, R. E. (2005). Qualitative case studies. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *The SAGE handbook of qualitative research* (3rd ed., pp. 443–466). SAGE.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean thinking* (2nd ed.). Free Press.
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications* (6th ed.). SAGE.

### Fuentes institucionales y de prensa:

- Cadena SER. (2024, noviembre 28). *Yazaki invierte 10 millones de euros en Villamuriel de Cerrato y crea 50 empleos directos.* <https://cadenaser.com/castillayleon/2024/11/28/yazaki-invierte-10-millones-de-euros-en-villamuriel-de-cerrato-y-crea-50-empleos-directos-radio-palencia/> (consulta: 5 de julio de 2025)
- El Economista. (2024, noviembre 28). *La multinacional japonesa Yazaki apuesta por Palencia para instalar su primer gran centro logístico en Europa.* <https://www.eleconomista.es/motor/noticias/13110008/11/24/la-multinacional-japonesa-yazaki-apuesta-por-palencia-para-instalar-su-primer-gran-centro-logistico-en-europa.html> (consulta: 10 de julio de 2025)
- El Español. (2022, abril 29). *Yazaki triplica la inversión prevista en su centro logístico de Palencia.* [https://www.elespanol.com/castilla-y-leon/economia/empresas/20220429/yazaki-inversion-prevista-centro-logistico-palencia/669980857\\_0.html](https://www.elespanol.com/castilla-y-leon/economia/empresas/20220429/yazaki-inversion-prevista-centro-logistico-palencia/669980857_0.html) (consulta: 5 de julio de 2025)
- El Norte de Castilla. (2024, noviembre 28). *La japonesa Yazaki desembarca en Palencia y crea 50 empleos.* <https://www.elnortedecastilla.es/palencia/japonesa-yazaki-desembarca-palencia-crea-empleos-20241128195443-nt.html> (consulta: 30 de junio de 2025)
- European Commission. (2019). *The European Green Deal.* <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52019DC0640> (consulta: 20 de junio de 2025)
- European Commission. (2020). *A new industrial strategy for Europe.* <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0102> (consulta: 18 de junio de 2025)
- European Commission. (2021). *Sustainable and Smart Mobility Strategy.* [https://transport.ec.europa.eu/publications/sustainable-and-smart-mobility-strategy\\_en](https://transport.ec.europa.eu/publications/sustainable-and-smart-mobility-strategy_en) (consulta: 15 de junio de 2025)
- European Logistics Association. (2023). *ELA Guidelines for European Logistics Excellence Model.* <https://www.elalog.org/> (consulta: 12 de junio de 2025)
- Financial Times. (2024, diciembre 1). *Mediterranean ports warn of overflowing storage yards in latest threat to supply chain.* <https://www.ft.com/content/1f0a7add-1412->

[4b27-926f-cb99338fa520](#) (consulta: 10 de junio de 2025)

- Fundación Consejo España Japón. (2024, diciembre 2). *La compañía japonesa Yazaki distribuirá sus productos en Europa desde Palencia.* <https://spainjapanfoundation.com/noticia/la-compania-japonesa-yazaki-distribuir-sus-productos-en-europa-desde-palencia/> (consulta: 8 de junio de 2025)
- Gobierno de España - Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. (2023). *Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030.* <https://www.mitma.gob.es/> (consulta: 4 de junio de 2025)
- Junta de Castilla y León. (2024). *Infraestructuras logísticas en Castilla y León: Situación y perspectivas.* Consejería de Economía y Hacienda. <https://www.tramitacastillayleon.jcyl.es/> (consulta: 28 de mayo de 2025)
- Nippon Express. (2024). *Corporate profile and logistics solutions.* <https://www.nipponexpress.com> (consulta: 20 de mayo de 2025)
- Nippon Express Holdings. (2024, diciembre 24). *NX Spain hosts opening ceremony for NX-YAZAKI Palencia Warehouse.* <https://www.nipponexpressholdings.com/en/press/2024/24-Dec-24-1.html> (consulta: 15 de mayo de 2025)
- TOFAŞ. (2024). *Corporate website.* <https://www.tofas.com.tr> (consulta: 10 de mayo de 2025)
- Yazaki Europe. (2023). *Sustainability and Innovation Reports.* <https://www.yazaki-europe.com/> (consulta: 28 de abril de 2025)
- Yazaki Europe. (2024). *Product portfolio & operations in EMEA.* <https://www.yazaki-europe.com/> (consulta: 25 de abril de 2025)