

INFORME TÉCNICO INTEGRAL: LIMPIEZA, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DEL MERCADO LOGÍSTICO ESPAÑOL (2017-2024)

CONTEXTO Y OBJETIVOS

El presente documento detalla el ciclo completo de tratamiento de datos realizado para la construcción del "Gemelo Digital" del sector logístico en España. Los datos fuente proceden del portal oficial del Observatorio del Transporte y la Logística en España (OTLE), dependiente del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible (MITMA), así como de fuentes internacionales (Banco Mundial/LPI).

El objetivo primario ha sido transformar un conjunto de datasets administrativos heterogéneos y no estructurados en un ecosistema de información analítica (Business Intelligence) que permita la toma de decisiones en tres ejes: Eficiencia de Red, Rentabilidad Económica y Estrategia Inmobiliaria.

Los datos empleados en este análisis proceden del portal oficial del Observatorio del Transporte y la Logística en España (OTLE), disponible en <https://otle.transportes.gob.es>, gestionado por el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible (MITMA).

Este portal recopila información estadística y técnica sobre la actividad logística y de transporte en España, permitiendo un estudio detallado de la movilidad de mercancías por los distintos modos de transporte (carretera, ferrocarril, marítimo y aéreo).

Para el presente proyecto se seleccionaron ocho datasets en formato .csv, centrados específicamente en el transporte de mercancías por carretera.

Estos ficheros fueron descargados desde el OTLE y abarcan datos entre 2017 y 2024, permitiendo un análisis evolutivo, territorial y modal del sector.

Relación de datasets MITMA:

| Nombre del archivo |
|---|
| CO280_Trafico_Total_Merc_Veh_Espanyoles_Carr__CCAA_TipoMercancia_TipoDesplaz_Anyo.csv |
| CO282_CO281_Flujos_Nac_Merc_Veh_Espanyoles_Carr_entre_CCAAs_Anyo.csv |
| CO285_OperVacio_Veh_Espanyoles_Carr__CCAA_TipoDesplaz_Anyo.csv |
| CO497_indice_precios_TRM_Carr__tramosDistancias.csv |
| CO516_Superficie_Instalacs_Logistica_Carr__TipoInstalac_CCAA_Provincia.csv |
| CO519_Trafico_Total_Merc__ModoTransporte_TipoTrafico_Anyo.csv |
| CO597_CO598_TRM_int_CAR_Tn_TnKm_Merc_RecibExped_ESP__países_OrigenDestino.csv |
| CO614_Coste_TRM_Carr__tipo_veh.csv |

Cada uno de estos ficheros aporta una dimensión complementaria del sistema de transporte de mercancías, desde los volúmenes totales y flujos interregionales hasta la eficiencia operativa, los costes logísticos y la infraestructura disponible.

EXPLORACIÓN Y LIMPIEZA DE DATOS EN PYTHON

VISIÓN PRELIMINAR DE LA ESTRUCTURA DE LOS DATASETS

Durante la fase de auditoría inicial se revisó la estructura de cada archivo para identificar número de filas, columnas y variables principales.

1. RESUMEN ESTRUCTURAL

| Archivo | Filas | Columnas |
|---|--------|----------|
| CO280_Trafico_Total_Merc_Veh_Espanyoles_Carr__... | 15.200 | 10 |
| CO282_CO281_Flujos_Nac_Merc_Veh_Espanyoles_Car... | 3.600 | 5 |
| CO285_OperVacio_Veh_Espanyoles_Carr__CCAA_Tipo... | 2.128 | 13 |
| CO497_indice_precios_TRM_Carr__tramosDistancia... | 96 | 4 |
| CO516_Superficie_Instalacs_Logistica_Carr__Tip... | 10.402 | 17 |
| CO519_Trafico_Total_Merc__ModoTransporte_TipoT... | 66 | 7 |
| CO597_CO598_TRM_int_CAR_Tn_TnKm_Merc_RecibExpe... | 992 | 9 |
| CO614_Coste_TRM_Carr__tipo_veh.csv | 4.162 | 12 |

Demanda y Flujos (Network):

- CO280: Tráfico total por mercancía y ámbito (La "columna vertebral" de la demanda).
- CO282: Matriz de flujos Origen-Destino (Interregional).
- CO285: Operaciones de transporte en vacío (Ineficiencia).

Economía y Costes:

- CO614: Estructura de costes operativos por tipo de vehículo.
- CO497: Índice de precios de transporte por tramo de distancia.

Infraestructura y Competitividad:

- CO516: Oferta de superficie logística (m2) y tipología de instalaciones.
- CO597: Transporte internacional de mercancías.
- LPI Data: Índice de Desempeño Logístico (Benchmarking internacional).

2. CONCLUSIONES PRELIMINARES

- Los archivos están bien estructurados y consistentes en formato y codificación (UTF-8), facilitando su integración.
- Todos los datasets incluyen una variable temporal (year o year2) que permite análisis evolutivos.
- El dataset CO280 es el más completo en volumen y granularidad, por lo que se ha utilizado como base principal para la primera fase del proyecto.

METODOLOGÍA DE INGENIERÍA DE DATOS (ETL)

El proceso de limpieza (Extract, Transform, Load) se ha ejecutado mediante *scripts* de Python, abordando desafíos específicos de calidad de datos en tres fases críticas:

1. NORMALIZACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN GENERAL

Se aplicaron reglas transversales a todos los ficheros para asegurar la integridad referencial:

- Geografía: Estandarización de la nomenclatura de las Comunidades Autónomas (unificación de "Rioja, La" y "La Rioja"; "Madrid, Comunidad de" vs "Madrid").
- Temporalidad: Conversión de formatos de fecha mixtos (ej.: "2017 (diciembre)") a enteros anuales (2017).
- Numérica: Tratamiento de separadores de miles (punto) y decimales (coma) para conversión a float, y sustitución de valores nulos (NaN) por 0 en métricas de volumen.

2. DESAFÍOS ESPECÍFICOS Y RESOLUCIONES TÉCNICAS

Matriz de Flujos (CO282): El dataset original presentaba una estructura de filas duplicadas con unidades mixtas. Se implementó una técnica de pivoteo y fusión (Merge) para separar "Toneladas" y "Toneladas-Kilómetro" en columnas independientes, creando arcos logísticos únicos.

Corrección de Infraestructura (CO516 - Versión 2):

- Incidencia Detectada: En una primera iteración, el filtrado de filas "Subtotal" eliminó erróneamente registros de comunidades clave como Madrid, sesgando el análisis de oferta.
- Solución Implementada: Se reescribió el algoritmo de limpieza para procesar el archivo raw preservando la granularidad por provincia y tipo de instalación, recuperando 367 millones de m2 de superficie logística y validando la integridad de las 19 entidades territoriales.

Indexación Económica (CO614 & CO497): Para permitir la comparabilidad entre precios de mercado y costes operativos, se generaron índices compuestos (Base 100 = 2017), normalizando las variaciones monetarias para detectar tendencias de inflación.

PRINCIPALES INSIGHTS

Tras la fase de limpieza, se ejecutaron tres módulos de análisis exploratorio cuyos resultados clave son:

1. ANÁLISIS DE RED Y DEMANDA (MÓDULO I)

- Concentración Geográfica: Se confirma la existencia de un "Triángulo de Oro" logístico conformado por Cataluña (15.2%), Comunidad Valenciana (14.1%) y Andalucía (14.1%), que aglutinan casi el 45% del movimiento total de mercancías.
- Mix de Producto: Predominio absoluto de mercancías de bajo valor añadido/alto peso (Minerales y Materiales de Construcción), lo que condiciona la rentabilidad del transporte por tonelada.

2. SALUD FINANCIERA DEL SECTOR (MÓDULO II)

- Fenómeno "Margin Squeeze": El análisis comparativo revela una divergencia crítica a partir de 2022. Los costes operativos (impulsados por el combustible) crecieron a un ritmo superior al de los precios de mercado, evidenciando una absorción de márgenes por parte de los operadores de transporte.
- Estructura de Costes: El personal de conducción y el combustible representan las partidas de mayor sensibilidad en la cuenta de resultados.

3. ESTRATEGIA INMOBILIARIA Y SATURACIÓN (MÓDULO III)

- KPI de Tensión Logística (Ton/m²): Se desarrolló un indicador sintético cruzando oferta (CO516) y demanda (CO280).
- Disparidad Regional:
- Madrid: Muestra una ratio bajo (3.3 Ton/m²), indicando una oferta de suelo logístico robusta y capaz de absorber la demanda actual.
- País Vasco / Cornisa Cantábrica: Presentan ratios de saturación elevados (>8.0 Ton/m²), señalando una escasez estructural de suelo logístico frente a la actividad industrial, lo que sugiere oportunidades de inversión inmobiliaria (High Yield).

ENTREGABLES Y ACTIVOS GENERADOS

Como resultado del proceso, se han generado los siguientes datasets maestros en la carpeta /processed/, listos para su explotación en herramientas de visualización (Power BI / POWER BI):

- KPI_Cuota_Mercado_CCAA.csv: Ranking de volumen y cuota de mercado nacional.
- KPI_Costes_Historico_Vehiculos.csv: Serie temporal detallada de costes por tipo de vehículo.
- KPI_Precios_Mercado_Historico.csv: Referencia de precios de mercado indexados.
- KPI_Saturacion_Logistica_Historico.csv: Matriz completa de oferta vs. demanda por región y año (Corregida y validada).
- KPI_Balanza_Comercial.csv: Flujos de exportación e importación.
- KPI_Benchmarking_LPI.csv: Comparativa de competitividad España vs. UE.

PRINCIPALES VISUALIZACIONES EXPLORATORIAS

Durante el EDA se generaron las siguientes visualizaciones clave:

- Evolución del total de toneladas transportadas por año (2017–2024).
- Ranking de las 10 comunidades con mayor volumen transportado.
- Distribución del transporte por tipo de mercancía.
- Distribución por tipo de transporte (intrarregional, interregional, internacional).
- Distribución por tipo de desplazamiento (intramunicipal, intermunicipal, expedido, recibido).

Los gráficos muestran una clara estabilidad en el volumen total transportado, con ligera caída en 2020 (efecto COVID-19) y posterior recuperación. Las comunidades con mayor peso son Andalucía, Cataluña y la Comunidad Valenciana. Predomina el transporte intrarregional y los desplazamientos intermunicipales dentro de cada comunidad.

DISEÑO Y DESARROLLO DEL DASHBOARD INTERACTIVO EN POWER BI

CONTEXTO Y OBJETIVOS DE VISUALIZACIÓN

Una vez completada la fase de ingeniería de datos y validados todos los datasets procesados, se procedió a la construcción de un dashboard interactivo en POWER BI Desktop con el objetivo de transformar los activos analíticos generados en una herramienta de consulta ejecutiva accesible y visual.

El dashboard fue conceptualizado como una solución de Business Intelligence orientada a cuatro audiencias clave:

- Directivos del sector transporte (análisis estratégico de rentabilidad y competitividad)
- Planificadores logísticos (optimización de rutas y selección de infraestructuras)
- Analistas de políticas públicas (benchmarking territorial y eficiencia del sistema)
- Inversores en infraestructura logística (identificación de tensiones de capacidad)

ESTRUCTURA DEL DASHBOARD: NAVEGACIÓN MULTI-NIVEL

El dashboard se organizó en cuatro páginas temáticas accesibles mediante un sistema de pestañas superiores con iconografía diferenciada:

1. PANORAMA GENERAL

Objetivo: Visión consolidada del sistema de transporte nacional

KPI's principales:

- Total toneladas transportadas (agregado 2017-2024)
- Total toneladas-kilómetro
- Porcentaje de transporte por carretera vs. ferrocarril
- Distribución intrarregional, interregional e internacional

Visualizaciones clave:

- Serie temporal de volúmenes (gráfico combinado barras + línea)
- Distribución modal (donut chart)
- Top 10 comunidades por volumen transportado (barras horizontales)
- Mapa de España con burbujas proporcionales al volumen
- Distribución por tipo de mercancía (barras horizontales ordenadas)
- Distribución por tipo de desplazamiento (donut chart)

Filtros interactivos:

- Selector de año (2017-2024)
- Selector de comunidad autónoma (incluye opción "Todas")
- Selector de ámbito (nacional/internacional)
- Selector de tipo de envío
- Selector de tipo de mercancía

2. ANÁLISIS ECONÓMICO

Objetivo: Evaluación de la salud financiera del sector y estructura de costes

KPIs principales:

- Coste unitario por vehículo-km (€/veh-km)
- Coste total anual por vehículo (€/veh-año)
- Índice de coste medio (base 2017=100)
- Índice de precio medio (base 2017=100)
- Margen económico (%): Diferencial entre evolución de precios y costes
- Peso combustible + salarios sobre coste total (%)

Visualizaciones clave:

- Gráfico dual "Margin Squeeze": Superposición de índice de precios (línea amarilla discontinua) vs. índice de costes (línea morada discontinua) período 2017-2024. Permite identificar visualmente la compresión de márgenes a partir de 2022.
- Top 10 vehículos con mayor coste por km (barras horizontales con código de colores por categoría)
- Distribución de tipos de coste (barras horizontales con porcentajes)
- Distribución de costes según relación temporal (donut chart: Por Kilómetro / Por Tiempo / Relación Indirecta)

Insight destacado:

El gráfico de "Margin Squeeze" revela una divergencia crítica desde 2022: mientras los costes operativos crecieron un 24,65%, los precios de mercado solo aumentaron un 23,27%, generando un margen negativo del -3,79% que presiona la rentabilidad del sector.

Filtros específicos:

- Selector de tipo de vehículo
- Selector de categoría de costes
- Selector de subcategoría de coste
- Selector de tipo de coste (fijo/variable)
- Selector de distancia recorrida (tramos km)

3. EFICIENCIA E INFRAESTRUCTURA

Objetivo: Diagnóstico de saturación logística y eficiencia operativa

KPIs principales:

- Ratio de saturación España (Ton/m² promedio)
- Operaciones en vacío (% promedio nacional)
- Superficie logística total en España (millones m²)
- Número total de infraestructuras logísticas

- Comunidad autónoma más saturada
- Carga media por operación (Ton/operación)

Visualizaciones clave:

- Mapa de calor de saturación: Mapa de España con burbujas de tamaño y color variable según ratio Ton/m². Identifica visualmente zonas de tensión logística (rojo/amarillo) vs. zonas con capacidad disponible (verde).
- Serie temporal dual (2017-2024): Saturación Ton/m² (eje izquierdo) vs. % Operaciones Vacío (eje derecho). Permite correlacionar eficiencia con capacidad instalada.
- Top 10 CCAA por saturación (barras horizontales)
- Tabla de cuota de mercado por comunidad autónoma (%)

Insight crítico identificado:

Existe una disparidad estructural en la distribución de infraestructura logística:

- Extremadura: 253 Ton/m² (ratio crítico - infraestructura insuficiente)
- Madrid: 33 Ton/m² (sobrecapacidad instalada)
- País Vasco y Cornisa Cantábrica: Ratios >100 Ton/m² (demanda industrial alta + orografía limitante)

El indicador de operaciones en vacío (39,4% nacional) evidencia ineficiencias en la planificación de retornos, con impacto directo en costes y emisiones.

4. COMPETITIVIDAD INTERNACIONAL

Objetivo: Posicionamiento de España en el mercado logístico europeo

KPIs principales:

- Volumen de expediciones internacionales (miles de toneladas)
- Volumen de importaciones (miles de toneladas)
- LPI España (Índice de Desempeño Logístico)
- LPI Europa (promedio UE)
- Ranking España posición global
- Mejor calificación España (dimensión LPI)
- Peor calificación España (dimensión LPI)

Visualizaciones clave:

- Mapa europeo de flujos: Burbujas proporcionales por país socio comercial, diferenciadas por color (expediciones vs. recepciones)
- Top 5 países con mayor volumen comercial (barras agrupadas: expedido + recibido)
- Distribución expedido/recibido (donut chart)
- Gráfico radial comparativo LPI: Seis dimensiones evaluadas (Puntualidad, Trazabilidad, Competencia Logística, Infraestructura, Aduanas, Transporte Internacional) con perfiles superpuestos de Alemania, España, Francia e Italia. Permite benchmarking visual multidimensional.

- Indicador gauge del LPI España respecto a media europea

Hallazgos estratégicos:

- España ocupa la posición 2 en el ranking global LPI (dato destacable para narrativa de competitividad)
- Fortaleza diferencial: Puntualidad (4.10 puntos) - por encima de Francia (3.80) e Italia (3.40)
- Debilidad estructural: Aduanas (3.70 puntos) - rezago respecto a Alemania (4.30) y Francia (4.10)
- Dependencia comercial: Francia concentra el 41% del volumen total (29k Tons expedidas + 23k Tons recibidas)

DESAFÍOS TÉCNICOS Y OBSTÁCULOS ENCONTRADOS

MALINTERPRETACIÓN CONCEPTUAL DEL TRÁFICO INTERNACIONAL

Durante la fase de diseño inicial del dashboard, se produjo un error de interpretación fundamental sobre la naturaleza del dataset `CO597_Trafico_Internacional`.

Inicialmente se asumió que la categoría "Internacional" en los datos de costes (CO614) y en el tráfico internacional (CO597) hacían referencia a vehículos con matrícula española operando en rutas transfronterizas continuas (ej: Madrid-París, Barcelona-Milán). Bajo esta premisa, se diseñaron visualizaciones que diferenciaban "vehículos nacionales" vs. "vehículos internacionales" como categorías operativas distintas.

Tras revisión exhaustiva de la documentación OTLE y validación cruzada con los metadatos del MITMA, se identificó que:

- El dataset CO597 registra flujos de mercancías (toneladas expedidas y recibidas) entre España y el resto de Europa
- NO clasifica vehículos por ámbito operativo, sino transacciones comerciales por origen/destino geográfico
- Los datos de costes "Internacional" (CO614) se refieren a supuestos de explotación con mayor kilometraje anual (150.000 km/año vs. 120.000 km/año en nacional), NO a una categoría regulatoria diferente

Este error afectó a dos páginas del dashboard:

1. Panorama General: La métrica "% Transporte Internacional" computaba incorrectamente el tráfico CO597 (expediciones/importaciones) como parte del volumen total nacional (CO280), generando una doble contabilidad.
2. Competitividad Internacional: Los KPIs iniciales mezclaban conceptos de "comercio exterior" (balanza de exportaciones/importaciones) con "operaciones de vehículos en rutas internacionales", creando confusión interpretativa.

Solución implementada:

1. Rediseño de la página "Panorama General":

- Se eliminó la métrica "% Transporte Internacional" del panel de KPIs principal
 - Se mantuvo únicamente la dimensión `tipo_transporte` del dataset CO280, que distingue correctamente entre tráfico intrarregional, interregional e internacional desde la perspectiva de flujos dentro del territorio español
 - Se añadió una nota aclaratoria explicando que el tráfico "internacional" en CO280 se refiere a operaciones de carga/descarga en puntos fronterizos, NO al destino final de la mercancía
2. Rediseño de la página "Competitividad Internacional":
- Se reestructuró completamente para enfocarse en comercio exterior (expediciones vs. recepciones de mercancías)
 - Los KPIs pasaron a medir exclusivamente: "Volumen Expediciones" y "Volumen Importaciones" basados en CO597
 - Se integró el análisis LPI (Logistics Performance Index) como indicador de competitividad sistémica, independiente de los flujos comerciales
 - Se creó un mapa de flujos comerciales por país socio, diferenciando claramente las toneladas que España exporta (salidas) vs. importa (entradas)
3. Validación cruzada:
- Se verificó que los volúmenes de CO597 (internacional) NO se superpusieran con los de CO280 (nacional), confirmando que son datasets complementarios y no excluyentes
 - Se documentó en los metadatos del proyecto la diferencia conceptual entre "tráfico transfronterizo" (CO280) y "balanza comercial de mercancías" (CO597)

Este incidente evidenció la criticidad de la comprensión semántica de los datos antes del diseño de visualizaciones. En proyectos con datasets administrativos complejos, es imprescindible:

- Validar definiciones operativas con la fuente oficial (en este caso, el OTLE/MITMA)
- Realizar pruebas de consistencia cruzada entre datasets relacionados
- Documentar exhaustivamente las asunciones conceptuales en las fases tempranas del proyecto

PRINCIPALES INSIGHTS DESCUBIERTOS MEDIANTE EL DASHBOARD INTERACTIVO

1. INSIGHT 1: CONCENTRACIÓN GEOGRÁFICA DEL TRÁFICO - EL "TRIÁNGULO DE ORO"

Panorama General

El análisis del mapa coroplético con burbujas proporcionales reveló que tres comunidades autónomas concentran el 43,5% del volumen total:

- Cataluña: 15,28%
- Andalucía: 14,11%
- Comunitat Valenciana: 14,11%

Esta concentración define un "Triángulo de Oro" logístico en el arco mediterráneo y sur peninsular, correlacionado con:

- Puertos de alta capacidad (Barcelona, Valencia, Algeciras)
- Densidad industrial (cinturón industrial catalán, polo químico Tarragona)
- Producción agroindustrial (Almería, Murcia, Valencia)

Implicación estratégica:

Cualquier disrupción en infraestructuras de este triángulo (ej: saturación portuaria, restricciones de tráfico urbano) impacta desproporcionadamente al sistema nacional.

2. INSIGHT 2: ASIMETRÍA MODAL - DEPENDENCIA EXTREMA DE LA CARRETERA

Panorama General

El donut chart de distribución modal evidencia que el 98,86% del tráfico nacional se realiza por carretera, con solo un 1,14% por ferrocarril (medido en número de operaciones por cada 100 transportes).

Contexto europeo:

Esta ratio sitúa a España por debajo de la media UE (85% carretera / 15% ferrocarril), evidenciando:

- Déficit histórico en infraestructura ferroviaria de mercancías
- Baja interoperabilidad de anchos de vía (Ibérico vs. UIC)
- Escasa inversión en terminales intermodales

La hiperconcentración en un único modo aumenta la vulnerabilidad ante:

- Shocks energéticos (combustibles)
- Regulaciones ambientales restrictivas (emisiones CO₂)
- Conflictividad laboral sectorial

3. INSIGHT 3: FENÓMENO "MARGIN SQUEEZE"

Análisis Económico

El gráfico dual de índices de precios vs. costes muestra una divergencia estructural a partir de 2022:

- Índice de costes (2024): 124,65 (base 2017=100)
- Índice de precios (2024): 123,27 (base 2017=100)
- Margen económico resultante: -3,79%

Desglose de presiones de coste mediante el gráfico de distribución:

4. Combustible: 27,64% del coste total - Impactado por volatilidad post-invasión Ucrania
5. Salarios: 23,23% - Presión por escasez de conductores profesionales
6. Combinado combustible + salarios: 50,9% del coste operativo total

A pesar del incremento de costes, los precios de mercado no han podido trasladarse completamente al cliente final debido a:

- Presión competitiva de operadores extranjeros con estructuras de coste más bajas
- Contratos de larga duración con cláusulas de precio cerrado
- Fragmentación sectorial (alta atomización de empresas pequeñas sin poder de negociación)

El margen negativo del -3,79% es insostenible en el medio plazo y previsiblemente conducirá a:

- Concentración empresarial (desaparición de operadores pequeños)
- Reducción de inversión en renovación de flotas
- Mayor índice de siniestrabilidad (diferimiento de mantenimientos)

4. INSIGHT 4: DISPARIDAD TERRITORIAL EN SATURACIÓN LOGÍSTICA

Eficiencia e Infraestructura

Hallazgo mediante mapa de calor:

El ratio Ton/m² presenta una variabilidad extrema entre comunidades:

Zonas en tensión crítica (ratio >100 Ton/m²):

- Extremadura: 253 Ton/m² - Tránsito fronterizo Portugal + déficit de plataformas
- Asturias: 134 Ton/m² - Industria pesada (ArcelorMittal) + orografía limitante
- Castilla y León: 125 Ton/m² - Extensión territorial + dispersión de demanda

Zonas con sobrecapacidad (ratio <50 Ton/m²):

- Madrid: 33 Ton/m² - Inversión masiva en parques logísticos (San Fernando de Henares, Villaverde)
- Cataluña: 35 Ton/m² - Efecto puerto de Barcelona + ZAL (Zona de Actividades Logísticas)

Correlación con eficiencia operativa:

El análisis temporal dual (saturación vs. % vacío) revela que comunidades con alta saturación NO presentan necesariamente mayor porcentaje de operaciones en vacío, desmintiendo la hipótesis de que la escasez de infraestructura mejora la eficiencia de retornos.

Recomendación estratégica:

Existe potencial de arbitraje logístico: deslocalizar almacenaje desde zonas saturadas (Extremadura, Asturias) hacia zonas con capacidad disponible y buena conectividad (Castilla-La Mancha, Aragón) podría reducir costes de suelo sin penalizar tiempos de tránsito.

5. INSIGHT 5: ESPAÑA - LÍDER EN PUNTUALIDAD, REZAGADO EN FACILITACIÓN ADUANERA

Competitividad Internacional

El gráfico radial comparativo posiciona a España en 2ª posición global, pero con un perfil heterogéneo:

- Puntualidad: 4,10/5,00 - Supera a Francia (3,80) e Italia (3,40)
- Trazabilidad: 4,00/5,00 - En línea con estándares UE
- Aduanas: 3,70/5,00 - Rezago respecto a Alemania (4,30) y Francia (4,10)

- Transporte Internacional: 3,70/5,00 - Penalizado por conectividad ferroviaria limitada

La excelencia en puntualidad (probablemente derivada de la modernización de la red de autopistas de peaje y gestión de flotas tecnificadas) NO compensa las fricciones administrativas en puntos fronterizos. El déficit en "Aduanas" señala:

- Procesos burocráticos más lentos que competidores
- Falta de digitalización end-to-end en ventanilla única
- Insuficiente coordinación entre AEAT, Puertos del Estado y operadores privados

Si España redujera los tiempos de despacho aduanero al nivel alemán, podría ganar 0,6 puntos en el LPI global, potencialmente alcanzando la 1ª posición europea.

6. INSIGHT 6: DEPENDENCIA COMERCIAL DE FRANCIA - RIESGO DE CONCENTRACIÓN

Competitividad Internacional

Francia concentra el 41% del volumen total de comercio exterior:

- 29.000 toneladas expedidas (desde España)
- 23.000 toneladas recibidas (hacia España)
- Volumen agregado: 52.000 toneladas (de un total de 123.000 toneladas)

Comparativa con otros socios:

- Portugal: 24.000 toneladas (19%)
- Alemania: 13.000 toneladas (11%)
- Italia: 10.000 toneladas (8%)

Esta hiperconcentración en un único socio comercial genera vulnerabilidad sistémica ante:

- Cambios regulatorios unilaterales franceses (ej.: Ley Clima - prohibición de tránsitos de larga distancia)
- Conflictos laborales en infraestructuras de paso (túneles, puertos)
- Decisiones de nearshoring de multinacionales francesas

España expide más de lo que recibe desde Francia (29k vs. 23k), lo que indica:

- Posición de proveedor neto (probablemente productos agrícolas y manufacturados)
- Mayor dependencia española del mercado francés que viceversa

CONSIDERACIONES DE USABILIDAD Y ACCESIBILIDAD

Durante el desarrollo del dashboard se implementaron las siguientes mejoras de experiencia de usuario:

1. INTERACTIVIDAD AVANZADA

- Filtros globales sincronizados: Cambios en selectores de año/región se propagan automáticamente a todas las páginas

- Tooltips enriquecidos: Cada punto de datos muestra contexto adicional (ej: en gráfico de saturación, el tooltip incluye superficie logística disponible y número de infraestructuras)
- Drill-down jerárquico: Click en barras de "Carga General" filtra automáticamente a sus subgrupos (Distribución, Portavehículos, etc.)

2. NARRATIVA VISUAL

- Iconografía contextual: Emojis temáticos en títulos de página (🚚 📦 🎯 🧑) facilitan navegación rápida
- Código de color semántico: Verde para métricas positivas (eficiencia), rojo para alertas (margen negativo)
- Anotaciones: Explicaciones textuales breves en gráficos complejos (ej.: "Margin Squeeze" en gráfico económico)

CONCLUSIONES DEL PROCESO DE DESARROLLO DEL DASHBOARD

El desarrollo del dashboard interactivo en POWER BI consolidó el proyecto en una solución de Business Intelligence accionable, transformando datasets administrativos complejos en una herramienta de consulta ejecutiva.

Los principales aportes de esta fase fueron:

7. Validación de insights mediante interactividad: La capacidad de filtrado dinámico permitió descubrir patrones no evidentes en el EDA estático (ej: correlación inversa entre saturación e ineficiencia).
8. Detección de errores conceptuales: El proceso de diseño visual forzó una revisión exhaustiva de las definiciones operativas de los datos, identificando la malinterpretación crítica del tráfico internacional.
9. Democratización del análisis: El dashboard permite a usuarios no técnicos (directivos, policy makers) acceder a insights complejos sin necesidad de código o consultas SQL.
10. Base para decisión estratégica: Los indicadores económicos (Margin Squeeze) y de infraestructura (saturación) proporcionan evidencia cuantitativa para justificar inversiones o cambios regulatorios.

El proyecto establece un framework replicable para el análisis de sistemas de transporte, con metodología ETL documentada y arquitectura de visualización escalable a otros sectores logísticos.