



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

TRABAJO FINAL DE GRADO

**ESTUDIO DE LA UBICACIÓN DE UN CENTRO LOGÍSTICO PARA EL
PUERTO DE CASTELLÓN**

GRADO EN INGENIERÍA DE OBRAS PÚBLICAS

AUTOR: CARLOS MÍGUEZ SOTO

TUTOR: JESÚS DOMINGO ALEIXANDRE

SEPTIEMBRE 2019

Resumen

El presente trabajo de final de grado consiste en el estudio de la situación logística del puerto de Castellón, la identificación de sus necesidades y la elección de la tipología, ubicación y modelo de gestión del centro logístico que se adapte a dichas necesidades.

Primero se realiza un estudio de la situación del puerto de Castellón, la superficie logística actual y la planificada, su accesibilidad y los planes impulsados por la autoridad portuaria. También un análisis de sus estadísticas de tráfico, su área de influencia, situación actual y oportunidades y necesidades futuras.

Más tarde se analizan las diferentes tipologías de centro logístico existentes, eligiendo las más adecuadas para el centro logístico a proyectar y se estudiará la ubicación de dicho centro mediante el método de análisis multicriterio ELECTRE. Finalmente se analizan los diferentes modos de financiación y gestión existentes, eligiendo el más adecuado para nuestro caso y extrayendo de todo el proceso ciertas conclusiones.

Resum

El present treball de final de grau consistix en l'estudi de la situació logística del port de Castelló, la identificació de les seues necessitats i l'elecció de la tipologia, ubicació i model de gestió del centre logístic que s'adapte a les dites necessitats.

Primer es realitza un estudi de la situació del port de Castelló, la superfície logística actual i la planificada, la seua accessibilitat i els plans impulsats per l'autoritat portuària. També una anàlisi de les seues estadístiques de tràfic, la seua àrea d'influència, situació actual i oportunitats i necessitats futures.

Més tard s'analitzen les diferents tipologies de centre logístic existents, triant les més adequades per al centre logístic a projectar i s'estudiarà la ubicació del dit centre per mitjà del mètode d'anàlisi multicriteri ELECTRE. Finalment s'analitzen els diferents modes de finançament i gestió existents, triant el més adequat per al nostre cas i extraient de tot el procés certes conclusions.

Abstract

This end-of-degree work consists of the study of the logistical situation of the port of Castellón, the identification of its needs and the choice of the typology, location and management model of the logistics center that suits these needs.

First, a study of the situation of the port of Castellón, the current logistics area and the planned one, its accessibility and the plans promoted by the port authority is carried out. Also an analysis of its traffic statistics, its area of influence, current situation and future opportunities and needs.

Later, the different types of logistics center existing are analysed, choosing the most suitable ones for the logistics center to project and the location of the centre will be studied using the ELECTRE multi-criteria analysis method. Finally, the different modes of financing and management are analysed, choosing the most suitable for our case and extracting from the whole process some conclusions.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Introducción.....	11
1.2. Objeto del TFG y asignaturas relacionadas.....	12
1.3. Objetivos del TFG.....	12
CAPÍTULO 2. NECESIDADES LOGÍSTICAS.....	15
2.1. Superficie logística.....	15
2.2. Accesos.....	16
2.3. Plan Especial.....	19
2.4. Plan Director.....	20
2.5. Plan Estratégico	21
2.6. Estadísticas.....	22
2.7. Area de influencia.....	25
2.8. Análisis DAFO.....	27
2.9. Necesidades futuras.....	32
CAPÍTULO 3. TIPOLOGÍA DEL CENTRO LOGÍSTICO.....	35
3.1. Introducción.....	35
3.2. Clasificación según la modalidad de transportes.....	36
3.3. Clasificación según la rotación de las mercancías.....	41
3.4. Tipologías especiales.....	43
3.5. Tipologías según sus usos.....	44
3.6. Elección de la tipología.....	45
3.7. Almacenamiento.....	45
3.7.1. Funciones del almacén.....	46
3.7.2. Zonas del almacén.....	48
3.7.3. Tipologías de almacenes.....	50
3.7.4. Elección de la tipología del almacén.....	51

CAPÍTULO 4. UBICACIÓN.....	55
4.1. Introducción.....	55
4.2. Análisis de localización.....	56
4.3. Criterios de selección.....	59
4.4. Análisis multicriterio.....	60
4.4.1. Proceso de evaluación.....	61
4.4.2. Asignación de los pesos de los objetivos.....	62
4.4.3. Método ELECTRE.....	67
CAPÍTULO 5. TIPOLOGÍA DE GESTIÓN.....	79
5.1. Papel de la administración pública.....	79
5.2. Tipologías de financiación.....	82
5.2.1. Financiación pública.....	82
5.2.2. Financiación privada o Project Finance.....	83
5.2.3. Financiación mixta.....	83
5.2.4. Elección de la tipología de financiación.....	87
5.3. Tipo de operador logísticos.....	88
5.4. Gestión del almacenamiento.....	89
5.5. Gestión de stocks.....	92
5.6. Gestión de manutención.....	93
5.7. Gestión del suelo.....	94
5.8. Gestión de servicios.....	94
CAPÍTULO 6. NUEVAS TECNOLOGÍAS.....	97
6.1. Introducción.....	97
6.2. Puerto inteligente o <i>Smart-port</i>	97
6.3. Tecnologías <i>Smart-port</i>	101
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES.....	107
CAPÍTULO 8. BIBLIOGRAFÍA.....	111

ÍNDICE DE FIGURAS, GRÁFICOS Y TABLAS

Figura 1: Planificación de la superficie logística del puerto de Castellón.....	15
Figura 2: Accesos viales al puerto de Castellón.....	16
Figura 3: Accesos ferroviarios al puerto de Castellón.....	16
Figura 4: Plan Especial del puerto de Castellón.....	19
Figura 5: Plan Director del puerto de Castellón.....	20
Figura 6: Plan Estratégico del puerto de Castellón.....	21
Figura 7: Mapa del Foreland del puerto de Castellón.....	25
Figura 8: Mapa del Hinterland del puerto de Castellón.....	26
Figura 9: Esquema de relaciones logísticas según el modo de transportes.....	36
Figura 10: Centro de carga aérea de Barajas (Madrid).....	38
Figura 11: Puerto seco de Azuqueca de Henares (Madrid).....	39
Figura 12: ZAL de Barcelona.....	40
Figura 13: Plataforma multimodal PLAZA (Zaragoza).....	41
Figura 14: Esquema de las zonas de un almacén.....	48
Figura 15: Distribución parcelaria de los alrededores del puerto de Castellón.....	55
Figura 16: Leyenda de las figuras 17 y 18.....	56
Figura 17: Estructura territorial de las industrias cerámica, química y de piedra y mármol.....	57
Figura 18: Estructura territorial de las industrias metalúrgica, automovilística y logística.....	57
Figura 19: Áreas de oportunidad logística y redes de infraestructuras de la provincia de Castellón.....	58
Figura 20: Grafo de preferencia simple.....	73
Figura 21: Grafo de preferencia cualificada.....	74
Figura 22: Grafo de preferencia fuerte.....	74
Figura 23: Grafo de preferencia total.....	75

Gráfico 1: Evolución del tráfico total en el puerto de Castellón de 2007 a 2018.....	22
Gráfico 2: Evolución del tráfico de graneles sólidos en el puerto de Castellón de 2007 a 2018.....	22
Gráfico 3: Evolución del tráfico de graneles líquidos en el puerto de Castellón de 2007 a 2018.....	23
Gráfico 4: Evolución del tráfico de mercancía general en el puerto de Castellón de 2007 a 2018.....	23
Gráfico 5: Evolución del tráfico de TEUs en el puerto de Castellón de 2007 a 2018.....	24
Tabla 1: Esquema de clasificación de centros logísticos.....	35
Tabla 2: Matriz de valoraciones.....	64
Tabla 3: Matriz de valoraciones normalizada.....	65
Tabla 4: Matriz de entropías.....	65
Tabla 5: Matriz de pesos de los criterios.....	66
Tabla 6: Matriz objetivos-criterios.....	68
Tabla 7: Matriz de evaluaciones parciales.....	68
Tabla 8: Matriz de consecución de objetivos.....	68
Tabla 9: Matriz de pesos de cada criterio.....	69
Tabla 10: Matriz de evaluaciones parciales.....	70
Tabla 11: Matriz de concordancia.....	71
Tabla 12: Cálculo de los índices de discordancia.....	71
Tabla 13: Matriz de discordancia.....	72
Tabla 14: Matriz de preferencia simple.....	73
Tabla 15: Matriz de preferencia cualificada.....	73
Tabla 16: Matriz de preferencia fuerte.....	74
Tabla 17: Matriz de preferencia total.....	75

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

El tráfico marítimo permite transportar mayores volúmenes de mercancías a mayores distancias que cualquier otro medio de transporte, por ello tiene un papel clave en el comercio internacional y es un gran motor de la economía de una región.

La logística está estrechamente ligada al transporte, engloba todas las operaciones que se realizan en torno al transporte de mercancías: gestión, manipulación, almacenamiento, explotación de infraestructuras, así como actividades de valor añadido. También está presente en todas las operaciones que conllevan una actividad productiva: programación de compras, aprovisionamiento de materias primas, planificación y gestión de la producción, diseño, embalaje, etiquetado, clasificación, distribución y servicio postventa.

Los grandes retos a los que se enfrentan el sector de transportes y el logístico son: Ser sectores sostenibles, minimizando la contaminación, el consumo de combustible y el impacto ambiental de sus infraestructuras. Ser sectores seguros para las mercancías y personas, sean o no usuarios activos, y ser sectores competitivos en precios y calidad del servicio.

Un sector logístico competitivo resulta fundamental para el crecimiento económico de una región, por su influencia en la competitividad del resto de sectores y por su propia aportación, ya que representa del 21% (Europa, 1986) al 32% (EEUU, 1975) del PIB de un país.

El Libro Blanco de la Comisión Europea de 2011 *“Hoja de ruta hacia un espacio único europeo de transporte: por una política de transportes competitiva y sostenible”* destaca la función clave de la logística en el sistema de transporte y en las transacciones comerciales nacionales e internacionales.

El objetivo de la logística es optimizar el flujo de mercancías e información, a través de una red de transporte y centros de almacenamiento, así como optimizar las actividades de manipulación de la mercancía. La logística determina y gestiona los flujos de materiales y de información internos y externos, tratando de adecuar la oferta de la empresa a la demanda del mercado en condiciones óptimas.

La logística implica a los sectores de producción, distribución y consumo, a los operadores de transporte y logísticos y los gestores de infraestructuras, además de las diferentes administraciones públicas competentes. Por esta diversidad de intereses, relaciones y responsabilidades, se debe establecer una estrategia de actuación que coordine todos los actores públicos y privados, de manera que tenga una visión integral y planteamientos globales.

La globalización y la apertura de nuevos mercados en el comercio mundial, además del aumento de la competitividad y de la deslocalización industrial, han provocado un incremento de los flujos y distancias de transporte. Satisfacer la demanda de transporte de forma sostenible y eficiente sólo es posible a través de un sistema de transportes multimodal que permita acceder a una oferta integrada de transporte.

En los últimos años, se han desarrollado instalaciones orientadas a satisfacer la demanda de intermodalidad y servicios de valor añadido: centros de carga, estaciones de mercancías, centros de servicios al transporte, parques logísticos, etc. Pero la tendencia se dirige hacia el concepto de la plataforma logística como nodo multimodal de prestación de servicios avanzados y de ubicación próxima a zonas de actividades económicas.

En estas instalaciones se agrupan distintos modos de transporte con los beneficios económicos y ambientales que esto conlleva y se realizan actividades de valor añadido. La globalización, la concentración empresarial y la deslocalización de la producción, provocan una mayor necesidad de transportar mercancías y el diseño de cadenas logísticas cada vez más complejas.

1.2. Objeto del TFG y asignaturas relacionadas

El objeto del presente trabajo de final de grado es el estudio de la situación logística del puerto de Castellón, la identificación de sus necesidades y la elección de la tipología, ubicación y modelo de gestión del centro logístico que se adapte a dichas necesidades.

En el trabajo se han aplicado conocimientos adquiridos en diversas asignaturas, la mayor parte de ellas pertenecientes a la especialidad de transportes y urbanismo. La asignatura de mayor influencia en este trabajo ha sido Gestión territorial, ya que se han aplicado los conocimientos prácticos de los análisis multicriterio adquiridos en la misma, además de conocimientos teóricos.

Pero hay otras asignaturas sin las que este trabajo no hubiera sido posible, como Infraestructuras de intercambio modal, Ordenación y explotación de los servicios del transporte, Economía y organización del transporte y Gestión urbanística.

1.3. Objetivos del TFG

El objetivo principal de este trabajo de final de grado es encontrar la ubicación óptima para el siguiente centro logístico del planeamiento logístico del puerto de Castellón, así como encontrar la tipología de centro y de gestión más adecuada para la situación actual del puerto y sus necesidades futuras.

Además, se pueden enumerar los siguientes objetivos:

- Establecer una visión general de la logística.
- Conocer la situación actual del puerto de Castellón y proponer futuras actuaciones.
- Analizar las diferentes tipologías y modelos de gestión de los centros logísticos.
- Aplicar el análisis multicriterio en la selección de la ubicación óptima.
- Analizar las nuevas tecnologías del sector logístico

CAPÍTULO 2

NECESIDADES LOGÍSTICAS

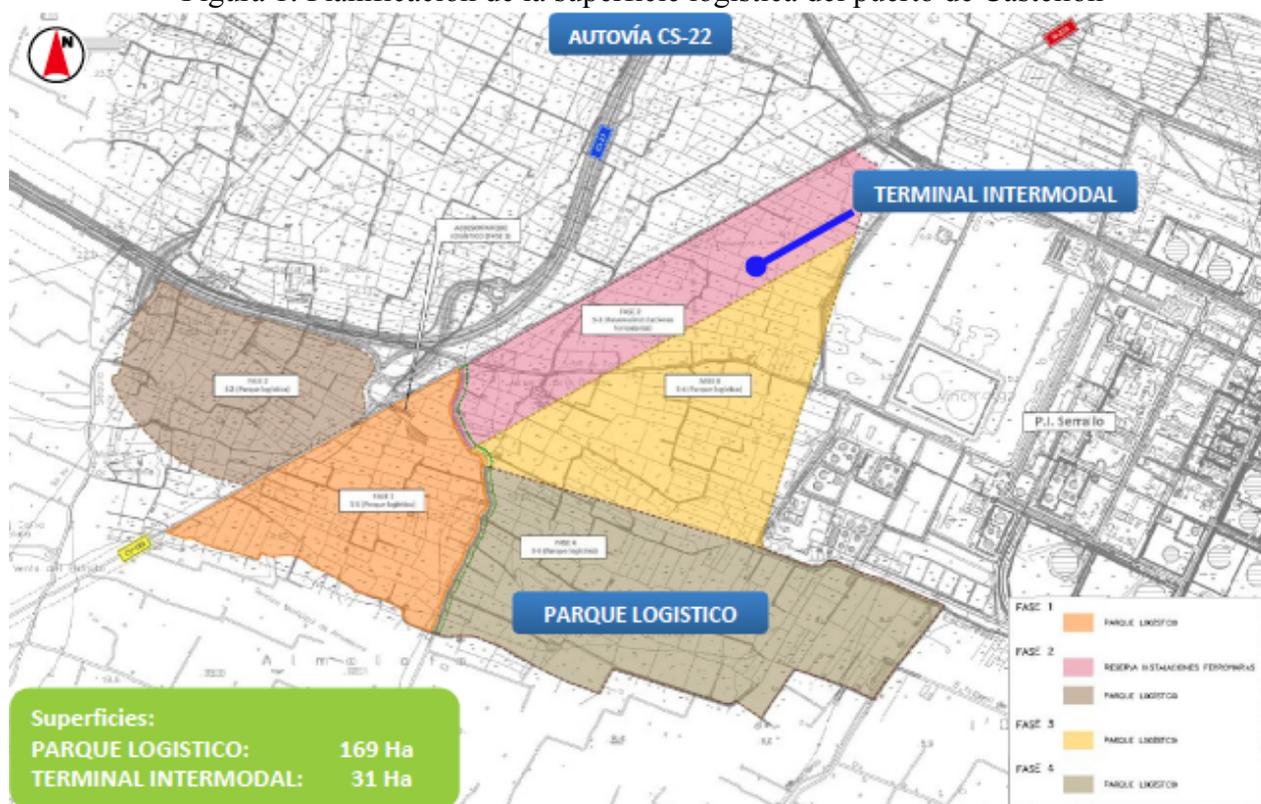
CAPÍTULO 2. NECESIDADES LOGÍSTICAS

2.1. Superficie logística

Actualmente el puerto ofrece una superficie logística de más de 4 millones de metros cuadrados, sumando las dársenas y el Polígono de Serrallo, que es el primer paso de la Zona de Actividades Logísticas e Industriales planificada.

Recientemente se ha aprobado el Plan General Estructural de Castellón, lo que supone un primer paso para contar con un Plan General de Ordenación Urbana. Tras las alegaciones presentadas por la Autoridad Portuaria de Castellón, amplía la planificación de la Zona de Actividades Logísticas e Industriales de las 190 hectáreas actuales a las 280 Ha.

Figura 1: Planificación de la superficie logística del puerto de Castellón



Fuente: Transporte y logística: un rumbo firme hacia el progreso. Carlos J. Eleno Carretero

Aunque en 2010 el Plan Estratégico de PortCastelló era mucho más ambicioso, llegando a más de 8 millones de metros cuadrados, compuestos por las 135 hectáreas de ParcCastelló, las 176 Ha del Parque logístico Castellón, las 235 Ha del Polígono de Serrallo y las 182 Ha de la Dársena Sur.

Esta ambición fue en parte alimentada por el gobierno, que en 2003 prometió una inversión de 100 millones de euros que nunca se produjo y obligó a paralizar el proyecto.

2.2. Accesos

El principal acceso vial al Puerto es la autovía CS-22, a la que se puede acceder desde la CV-10 (Autovía de la Plana), la AP-7 (Autovía del Mediterráneo) y la N-340 (Carretera del Mediterráneo).

Figura 2: Accesos viales al puerto de Castellón

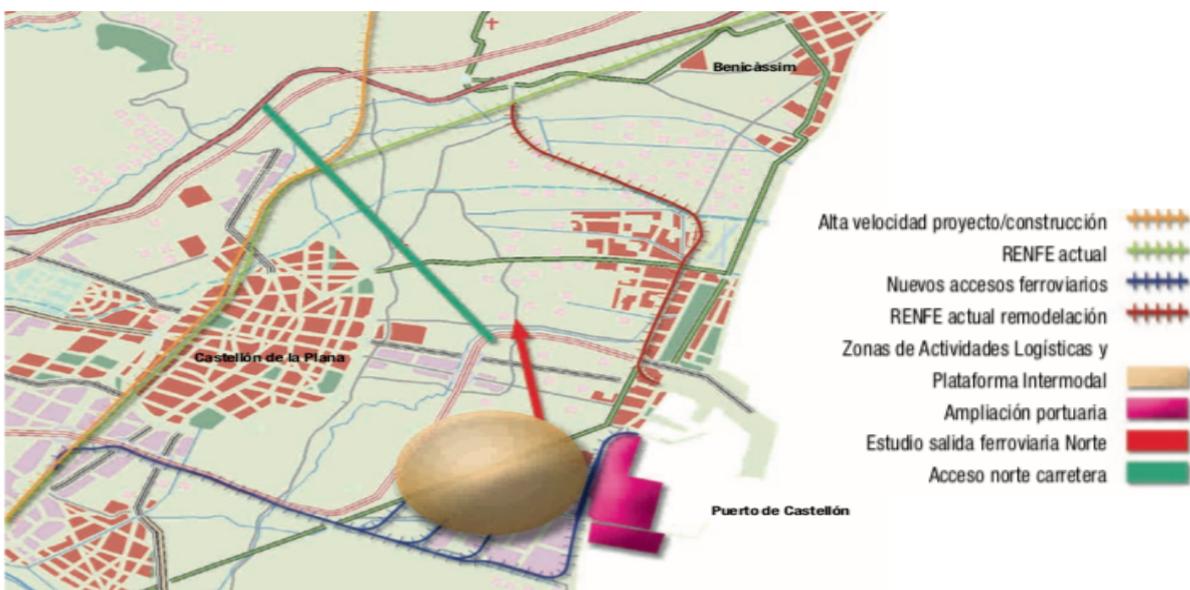


Fuente: www.portcastello.com

La Autoridad Portuaria realizó las obras de renovación del acceso ferroviario Norte hasta la red ferroviaria de interés general gestionada por ADIF, entre 2007 y 2009.

El acceso ferroviario Sur está en desarrollo junto al igual que la nueva Dársena Sur con participación privada. Una actuación que permitirá conectar el puerto en ancho internacional al Corredor y que modernizará el servicio de tren actual, financiada al 50% por PortCastelló y el Gobierno Central, con un coste de 100 millones de euros, aunque actualmente se encuentra paralizada.

Figura 3: Accesos ferroviarios al puerto de Castellón.



Fuente: *Metas propuestas. Logística. Estrategia territorial Comunitat Valenciana. Objetivo 16*

Acceso ferroviario norte

Este acceso al puerto se encuentra en terrenos adquiridos en su día por expropiación del Estado y cedidos a la Junta de Obras del Puerto de Castellón. Una franja de 6.850 metros de longitud entre la aguja de entrada a la estación apeadero de Les Palmes y la entrada al Puerto, con anchuras de 7'70, 9'70 y 11'70 metros según tramos y 4.462 metros de red ferroviaria interior del puerto.

El ramal, en vía única sin electrificar de ancho ibérico y carril UIC-54, parte de la estación de Les Palmes y conecta con el Puerto, con 6,9 km de longitud en la línea de conexión y 4,5 km en la red ferroviaria interna.

El principal condicionante del diseño del trazado ha sido su adaptación al anterior, de manera que se pudieran aprovechar las cunetas, obras de drenaje transversal y pasos a nivel y que fuese mínima la afección a las parcelas, servicios y áreas urbanas cercanas.

La obra se completó con la dotación de las instalaciones necesarias para que dicho ramal ferroviario fuera operativo y proporcionara un acceso ferroviario provisional a corto plazo. Para ello se definieron todas las actuaciones necesarias para garantizar al trazado las instalaciones de seguridad, señalización y telecomunicaciones necesarias para hacer posible la circulación de trenes de acuerdo con la normativa vigente y según las recomendaciones de ADIF, habiéndose realizado con anterioridad la correspondiente superestructura y obra civil.

La mejora del acceso ferroviario Norte permitió asegurar la conexión ferroviaria entre el Puerto y la Red Ferroviaria de Interés General gestionada por ADIF.

La Autoridad Portuaria trabajó conjuntamente con ADIF y Puertos del Estado para desarrollar la documentación necesaria para la reapertura del ramal (abierto desde 2010) y la firma del Convenio específico que regula la línea de conexión (firmado en 2011) y formación de la Comisión de seguimiento del Convenio (2012).

La Autoridad Portuaria de Castellón redactó la documentación complementaria que obliga la Ley del Sector Ferroviario:

- Sistema de gestión de la seguridad de la circulación
- Plan de contingencias
- Información de red
- Reglamento de circulación
- Plan de operación

Se llegó a un acuerdo con ADIF para la gestión de las operaciones de la red ferroviaria interior del Puerto, encomendándole todas las actividades relacionadas con la gestión de los sistemas de control, circulación y seguridad en la red ferroportuaria.

Acceso ferroviario sur

En 2008 la APCS redactó la actualización de un estudio informativo del acceso ferroviario Sur, junto con el análisis de demanda, habiéndose remitido el mismo al Organismo Público de Puertos del Estado.

En 2013 se publicó el Anuncio de la Dirección General de Ferrocarriles por la que se somete al trámite de información pública el «Estudio Informativo del nuevo acceso ferroviario Sur al Puerto de Castellón».

El 14 de marzo de 2013, la Dirección General de Ferrocarriles aprobó provisionalmente el «Estudio Informativo del Nuevo Acceso Ferroviario Sur al Puerto de Castellón» incluyendo el preceptivo Estudio de Impacto Ambiental.

En virtud de dicha Resolución y conforme a lo dispuesto en los artículos 5.4 de la Ley del Sector Ferroviario y 10.5 de su Reglamento, se sometió al trámite de información pública dicho estudio informativo por un periodo de treinta días hábiles, para que las personas que lo desearan pudieran examinarlo, quienes podían formular observaciones que deberán tratar sobre la concepción global del trazado en la medida en que afecte al interés general.

La información pública lo es también a efectos ambientales, según lo dispuesto en el RDL 1/2008 por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos, modificada por la Ley 6/2010, estando sometida la presente actuación al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, que se inició con la remisión del Documento Inicial el 18 de mayo de 2012 al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, por lo que las observaciones que se formulen podrán también versar sobre el impacto ambiental de las obras.

Una vez finalizó el periodo de información pública, el Estudio Informativo, junto con el análisis de las alegaciones presentadas, se remitió al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente para la formulación de la Declaración de Impacto Ambiental.

Tras la modificación de la normativa para la Declaración de Impacto Ambiental que hace necesaria la inclusión de la evaluación de riesgos, es por lo que dicho estudio se somete de nuevo a Información Pública para las alegaciones oportunas.

Las alternativas estudiadas son la combinación de tres posibles conexiones con la red ferroviaria actual (por el Centro, por el Sur y por el Norte) con dos posibles accesos al Puerto (por la Dársena o por el Serrallo), dando lugar finalmente a seis alternativas:

- Alternativa Central-Dársena
- Alternativa Central-Serrallo
- Alternativa Sur-Dársena
- Alternativa Sur-Serrallo
- Alternativa Norte-Dársena
- Alternativa Norte-Serrallo

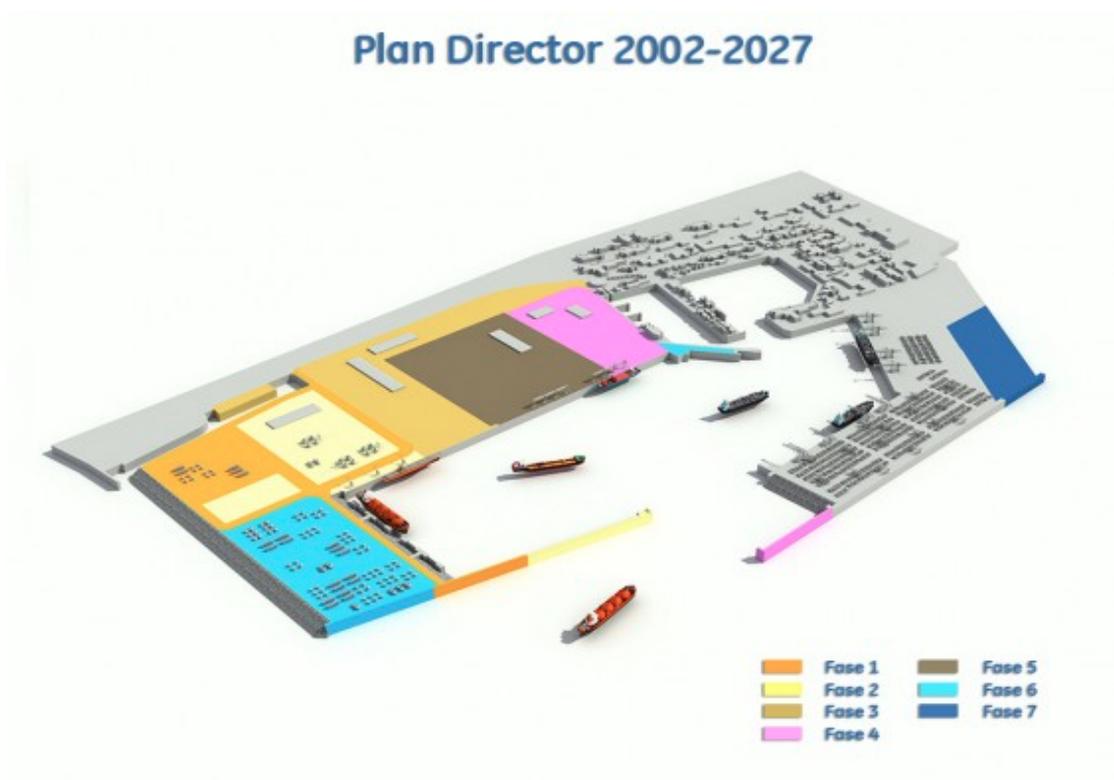
Partiendo de las conclusiones del Documento de Comparación de Alternativas y considerando que se modificaron los condicionantes a tener en cuenta, principalmente las actuaciones a realizar en el Corredor Mediterráneo para la implantación del ancho UIC en el mismo, en el Estudio Informativo se desarrollaron con mayor definición las alternativas Sur-Dársena y Central-Dársena, habiéndose optado por esta última.

2.4. Plan Director

El Plan Director de Infraestructuras de PortCastelló fue aprobado por el Consejo de Administración de la Autoridad Portuaria de Castellón en 2003 y ratificado por el Consejo Rector de Puertos del Estado en 2006, según lo dispuesto en el artículo 36.3 de la Ley 48/2003 de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general.

El Plan recoge la planificación física y operativa del Puerto de Castellón, programando el crecimiento y creación de infraestructuras en siete fases hasta el año 2027. Como obra mas importante y emblemática hasta el momento: la construcción de la nueva Dársena Sur, mediante un contradique con dos alineaciones distintas y la prolongación del dique exterior del Norte, realizado en 2009.

Figura 5: Plan Director del puerto de Castellón



Fuente: www.portcastello.com

Actualmente ya se han realizado las tres primeras fases en cuanto a ejecución de obras, la citada obra en la Dársena Sur mediante el contradique con sus dos alineaciones en 2009 y en 2011 la prolongación del dique Este y el dragado del canal de entrada a la Dársena Sur que con una inversión de mas de 40 millones de euros, refuerza la seguridad del recinto portuario frente a posibles temporales.

2.5. Plan Estratégico

PortCastelló ha impulsado tres planes estratégicos en los últimos años:

- 2005-2011 Desarrollo de infraestructuras y capacidades del puerto
- 2010-2011 Diversificación y aumento de tráfico de mercancías
- 2013-2017 Aumento de la competitividad del puerto.

Tras alcanzar parte de los objetivos marcados en dichos planes, PortCastelló impulsará el nuevo Plan Estratégico 2019-2024.

Para el cumplimiento de estos planes, el Puerto de Castellón cuenta con el Comité de Competitividad, órgano en el que están representados todos los grupos de interés que participan en la actividad de PortCastelló: Públicos como Capitanía Marítima, ADIF o la Autoridad Portuaria y privados como los agentes de aduanas, consignatarios, estibadores, concesionarios y transitarios.

A corto plazo, PortCastelló destinará mas de 60 millones de euros para mejorar la conectividad del ferrocarril, ya que España se encuentra a la cola de transporte de mercancías por ferrocarril con solo un 5% del transporte terrestre, frente al 18% de media de la Union Europea. Esta diferencia se paga con mayores costes logísticos, mayor coste energético, mayor consumo de petróleo y mayores costes ambientales.

Los puertos acogen el 80% de las importaciones y el 60% de las exportaciones de mercancías, sería fundamental que este gran volumen de tráfico se movilizara por ferrocarril para acercarnos a la media europea, pero para mejorar en este aspecto son claves los corredores Mediterráneo y Cantábrico-Mediterráneo.

Figura 6: Plan Estratégico del puerto de Castellón



Fuente: www.portcastello.com

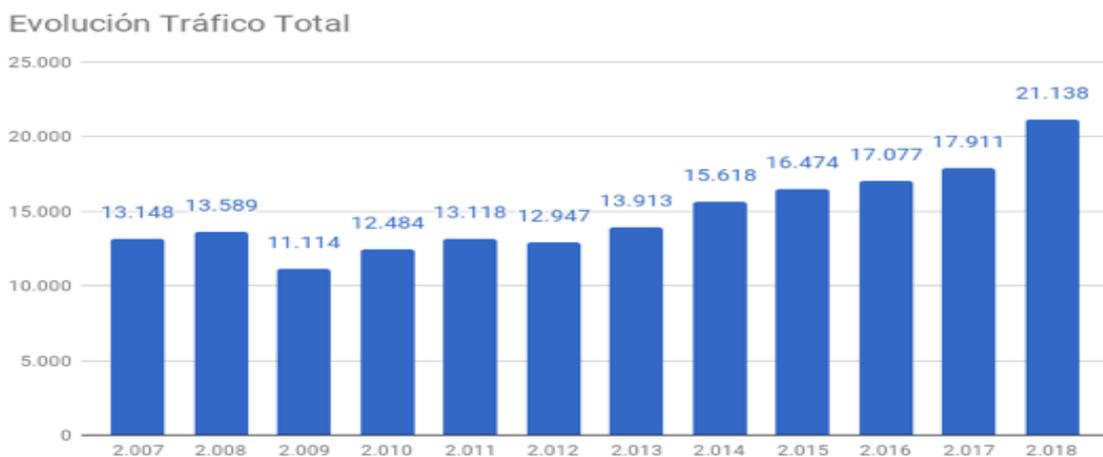
2.6. Estadísticas

PortCastelló terminó 2018 como un año de récords, en diciembre transportó 1.729.130 toneladas de mercancías, lo que supone un incremento del 54,9% respecto a diciembre de 2017 y con un crecimiento acumulado de tráfico de mercancías del 18%, seis veces mayor que el resto del sistema portuario.

Pero el dato más contundente de 2018 fue superar las 20 millones de toneladas de mercancías movidas en un año, objetivo que estaba previsto para 2020, con 21.137.629 toneladas.

En el siguiente gráfico podemos observar el crecimiento del tráfico de mercancías desde 2007, en el que se aprecia un crecimiento progresivo desde 2012 y el aumento del 18% en 2018 que le permitió llegar a las 20 millones de toneladas.

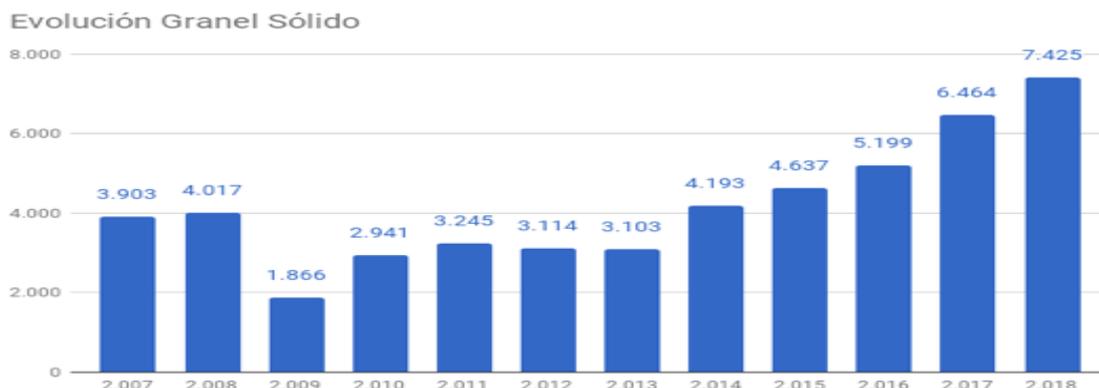
Gráfico 1: Evolución del tráfico total en el puerto de Castellón de 2007 a 2018
Tráfico total (miles de toneladas)



Fuente: www.portcastello.com

En diciembre de 2018 aumentó un 10,8% el tráfico de granel sólido al mover 544.526 toneladas, colocándose el cuarto puerto en tráfico de graneles sólidos con 7.425.415 de toneladas movidas en 2018. En el gráfico a continuación podemos observar un crecimiento constante desde 2013.

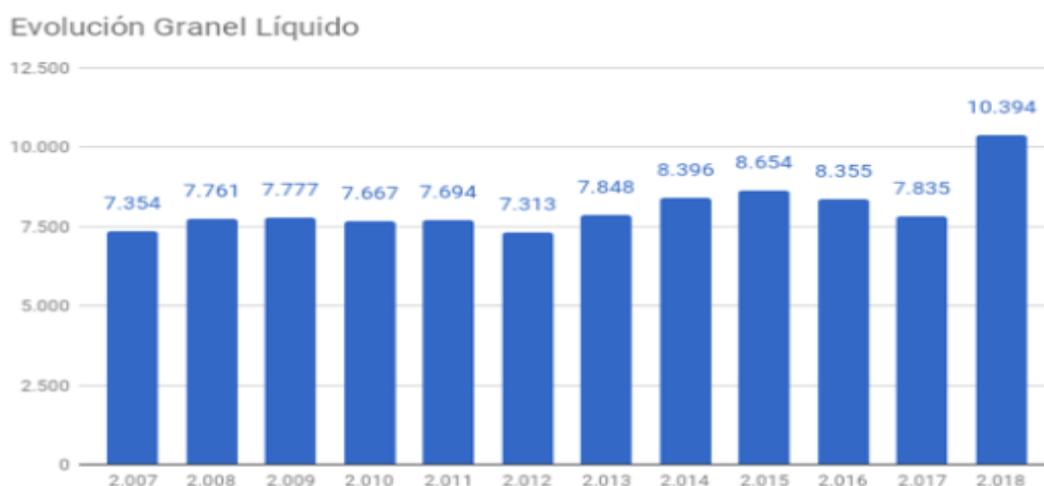
Gráfico 2: Evolución del tráfico de graneles sólidos en el puerto de Castellón de 2007 a 2018
Graneles sólidos (miles de toneladas)



Fuente: www.portcastello.com

En diciembre de 2018 aumentó también un 146% en granel líquido con 948.198 toneladas y casi la mitad de las 21.137.629 toneladas movidas en 2018 corresponden a graneles líquidos con 10.393.834 toneladas, en el siguiente gráfico podemos apreciar un aumento sin precedentes de este tráfico del 32,6% en 2018, ya que este valor oscilaba entre los 7 y 8 millones desde 2007.

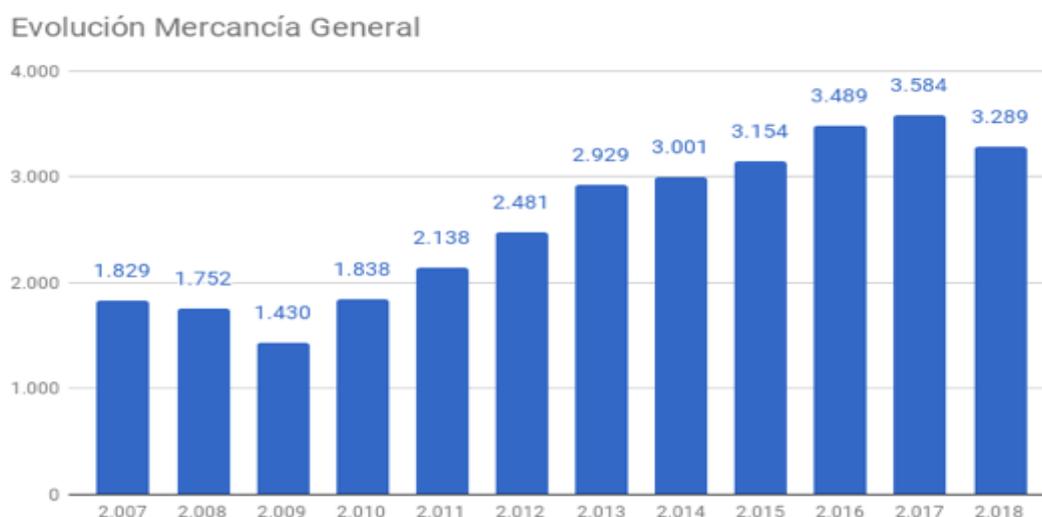
Gráfico 3: Evolución del tráfico de graneles líquidos en el puerto de Castellón de 2007 a 2018
Graneles líquidos (miles de toneladas)



Fuente: www.portcastello.com

Pese a que el tráfico de mercancía general había registrado un aumento ligero pero constante desde 2009, en 2018 sufrió una pequeña disminución del 8,9% moviendo 3.288.509 toneladas como podemos observar en el gráfico a continuación.

Gráfico 4: Evolución del tráfico de mercancía general en el puerto de Castellón de 2007 a 2018
Mercancía general (miles de toneladas)

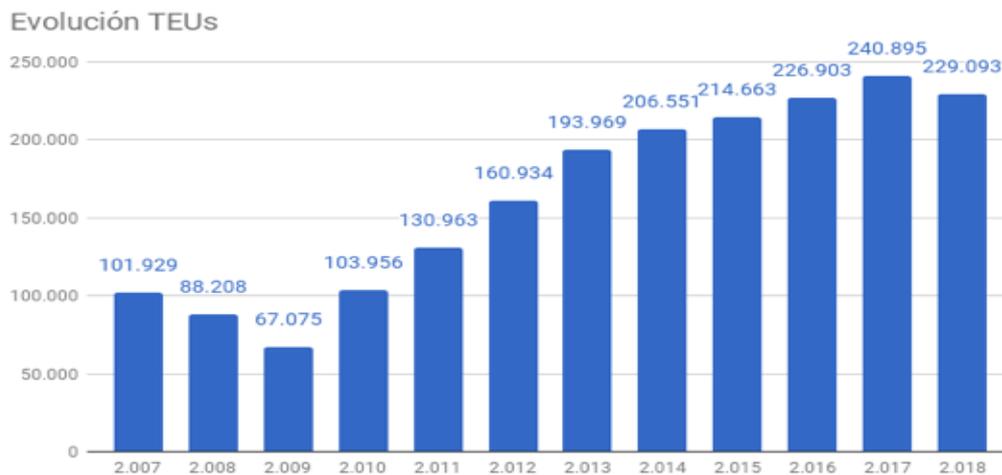


Fuente: www.portcastello.com

En el siguiente gráfico podemos apreciar el tráfico en TEUs que pese a una pequeña disminución del 5,1% en 2018 con un tráfico de 229.093 TEUs movidos había registrado un crecimiento importante desde el valle de 67.075 TEUs de 2009.

Gráfico 5: Evolución del tráfico de TEUs en del puerto de Castellón de 2007 a 2018

TEUS



Fuente: www.portcastello.com

Así el puerto de Castellón ha logrado posicionarse como el segundo que mas crece en tráficos del sistema portuario español, ser el tercero mas rentable y situarse noveno en el ranking de los 46 puertos.

En lo que va de 2019, el crecimiento acumulado de tráfico total es del 15,5%, cinco veces más que la media y las previsiones son seguir creciendo por encima de la media y también del PIB, según el presidente de la Autoridad Portuaria que ha avanzado importantes inversiones planificadas para potenciar la accesibilidad terrestre, el nuevo atraque para graneles líquidos y la urbanización de la dársena sur.

A estas inversiones hay que añadir las concesiones de dos tramos del muelle de la Cerámica a la iniciativa privada que triplicaran la capacidad del muelle permitiendo que opere 24 horas al día, 365 días al año.

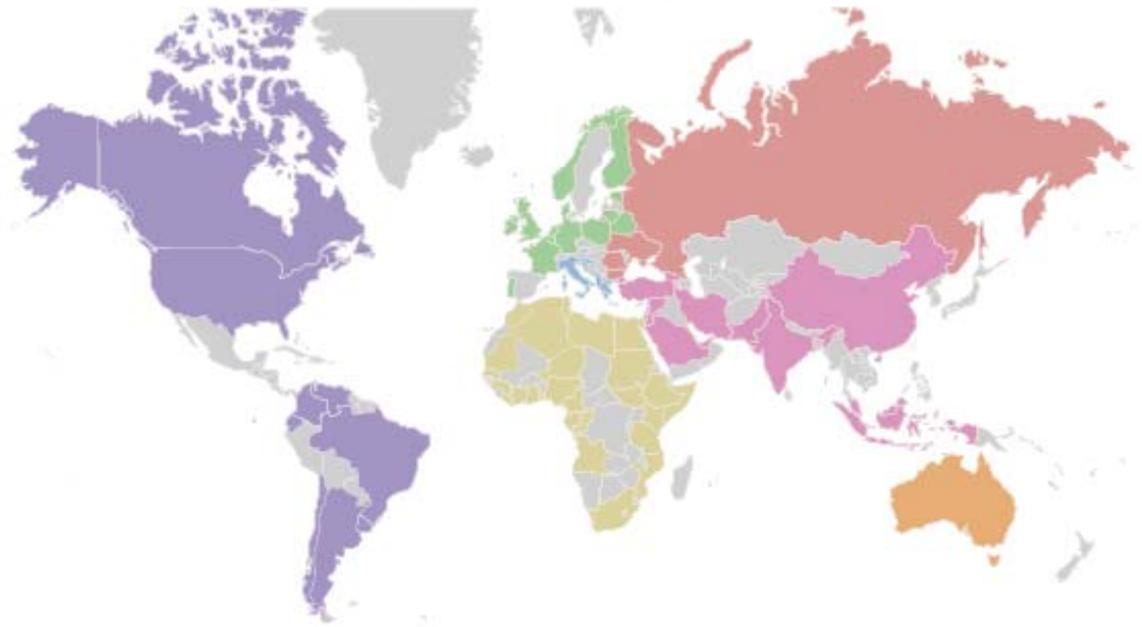
Esta mejora económica permitirá a la Autoridad Portuaria una reducción de tasas por tercer año consecutivo para aumentar su competitividad, en concreto un 10% de la tasa de mercancía y un 5% de la tasa al buque.

También esta previsto que el Gobierno apruebe la nueva valoración de los terrenos del puerto que supondría una disminución de la tasa de ocupación para las concesionarias.

2.7. Area de influencia

El tráfico del puerto de Castellón se extiende por todo el mundo como podemos ver en este mapa de su Foreland:

Figura 7: Mapa del Foreland del puerto de Castellón



Fuente: www.portcastello.com

- Europa Atlántica: Alemania, Bélgica, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Irlanda, Letonia, Lituania, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal y Reino Unido.
- Europa Mediterránea: Albania, Croacia, Eslovenia, Gibraltar, Grecia, Italia, Malta y Montenegro.
- Mar Negro: Bulgaria, Rumanía, Rusia y Ucrania.
- Asia: Arabia Saudí, Bahrein, Chipre, Emiratos Árabes, Georgia, India, Indonesia, Irán, Israel, Jordán, Kuwait, Líbano, Malasia, Singapur, Siria y Turquía.
- África: Angola, Argelia, Congo, Costa de Marfil, Djibouti, Egipto, Gabón, Ghana, Guinea, Guinea Ecuatorial, Kenia, Libia, Marruecos, Mauritania, Mozambique, Nigeria, Senegal, Sudáfrica, Sudán, Tanzania, Togo y Túnez.
- América: Antillas Neerlandesas, Argentina, Bahamas, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Ecuador, Estados Unidos, Uruguay y Venezuela.
- Australia.

Mientras que su Hinterland se ha configurado analizando la zona de influencia económica, así como las comunicaciones y el tipo de mercancías que se transportan. También se ha tenido en cuenta la evolución de las exportaciones e importaciones de cada provincia, así como los productos exportados y las empresas que los exportan. Este mapa muestra las provincias españolas en el Hinterland del puerto de Castellón:

Figura 8: Mapa del Hinterland del puerto de Castellón



Fuente: www.portcastello.com

Podemos ver que el Hinterland se extiende por casi todo el territorio al este de Madrid y representaría cerca de un tercio de la población española y de sus empresas, mas de un millón.

Las principales mercancías con las que se opera en el Hinterland del puerto de Castellón son: Combustibles minerales, aceites, materias bituminosas, ceras, sal, azufre, tierra, cales, cementos, frutas, hortalizas, plantas, cereales, cerámica, papel, cartón, plástico, vehículos, fundición, hierro, acero y productos químicos inorgánicos.

Entre los principales orígenes y destinos de estas mercancías se encuentran: Francia, Italia, Reino Unido, Alemania, Portugal, Estados Unidos, Canadá, Países Bajos, Arabia Saudí, Emiratos Árabes Unidos, Nigeria, Argelia, China, India, Marruecos, Bélgica, Túnez, Polonia, Venezuela, Turquía, Grecia, Rusia, Israel, Sudáfrica, Libia, México, Argentina, Brasil, Noruega, Egipto, Ucrania o Qatar.

2.8. Análisis DAFO

El análisis DAFO es una herramienta de estudio de situación aplicable a empresas, infraestructuras, o proyectos en la que se analizan las características internas (Debilidades y Fortalezas) y las externas (Amenazas y Oportunidades), es una herramienta útil para analizar la situación actual del puerto y trazar un plan de acción futuro.

Debilidades:

- Incumplimiento de los objetivos marcados en los planes estratégicos

Como se ha comentado anteriormente en el Plan Estratégico de 2005-2011 se pretendía la construcción de una gran superficie logística para el puerto, que a día de hoy sigue sin construirse debido a la escasa inversión por parte del gobierno.

- Falta de superficie logística cercana al puerto

El puerto solo cuenta con la superficie logística de las dársenas y el Polígono de Serrallo que esta más orientado a actividades industriales.

- Falta de infraestructuras intermodales, infraestructura ferroviaria insuficiente

Como se ha comentado sigue pendiente la construcción de la estación intermodal de ferrocarril, necesaria ya que el transporte por carretera genera mayores costes logísticos, mayor coste energético, mayor consumo de petróleo, mayores costes ambientales y problemas de accesibilidad a otros modos de transporte.

- Escasa inversión gubernamental

Pese a ser un puerto de interés general del Estado y tener una buena proyección el puerto de Castellón ha recibido menores inversiones que otros puertos de menor repercusión como el puerto de Sagunto que ya planea su segundo Parque Logístico.

- Empresas logísticas de reducido tamaño

El reducido tamaño de las empresas logísticas y la gran atomización del sector, reducen la capacidad de negociación, frena su acceso a economías de escala y a un mayor nivel tecnológico, disminuyendo su competitividad y productividad.

- Nivel tecnológico bajo

La mayoría de empresas disponen de acceso a las TICs pero su aplicación se limita en muchas ocasiones a la gestión administrativa y por otra parte existe una baja inversión en I+D+i, especialmente entre las pymes, lo que reduce la productividad.

- Escasa formación profesional específica en logística y nuevas tecnologías

Las variaciones de la normativa y los avances tecnológicos requieren de una formación continua de los profesionales del sector, además hay una escasa oferta de formación especializada en logística, esta falta de formación reduce la competitividad.

- Gran dependencia del transporte por carretera, presencia de competencia desleal en este tipo de transporte

El aumento de los costes, debidos a la subida del precio de los combustibles, esta generando un incremento de la competencia desleal que se refleja en los precios y por tanto en la rentabilidad del transporte. Mientras tanto se sigue abusando de este medio de transporte en lugar de invertir en ferrocarril.

- Baja externalización de los servicios logísticos

Lo que impide a las empresas acceder a economías de escala que conlleven costes logísticos más competitivos.

- Escasas sedes centrales de grandes operadores logísticos

Los grandes operadores logísticos actúan a través de delegaciones, lo que condiciona su efecto tractor sobre otros y su impacto económico y tecnológico sobre el entorno.

Fortalezas:

- Tendencia creciente del tráfico portuario

Como se ha comentado en las estadísticas de tráfico del puerto, la tendencia de este en los últimos años es ascendente.

- Importancia en el tráfico Mediterráneo, localización estratégica

La localización del puerto en el mar Mediterráneo le otorga grandes posibilidades de desarrollo.

- Potentes industrias exportadoras e importadoras en la provincia

Cabe destacar las industrias cerámica y petroquímica.

- Gran área de influencia

Como ya se ha comentado el Foreland del puerto abarca un gran número de países de todas partes del mundo y su Hinterland engloba cerca de un tercio del territorio español.

- Puerto de interés general

El puerto de Castellón ha logrado posicionarse como el segundo que mas crece en tráficos del sistema portuario español, ser el tercero mas rentable y situarse noveno en el ranking de los 46 puertos.

- Fuerte cohesión empresarial del sector logístico

Debido a las asociaciones de transportes que son instrumentos importantes para la realización de proyectos.

- Flexibilidad y capacidad de adaptación

El desarrollo en torno a los sectores productivos se traduce en un servicio logístico especializado y adaptado a las nuevas tendencias logísticas y a las necesidades de cada cliente.

- Gran oferta científica y tecnologica

Las empresas de transporte y logística disponen de una gran oferta científica y tecnológica por parte de entidades de prestigio y experiencia como la Universidad Politécnica de Valencia, el Instituto Tecnológico de Embalaje, Transporte y Logística y la Fundación Instituto Portuario de Estudios y Cooperación de la Comunidad Valenciana, entre otros.

- Presencia de empresas tractoras

- Porcelanosa
- BP Oil
- Agriberia (Planta de fertilizantes más grande de España)
- Infinita renovables (Planta de biodiesel mas importante de Europa)

Amenazas:

- Competencia y exceso de oferta en el Mediterráneo

El puerto de Castellón se encuentra entre dos de los puertos más importantes de España, como son el de Barcelona y el de Valencia que le superan ampliamente en capacidad y tráfico. Además en los últimos años ha crecido significativamente la oferta portuaria del Mediterráneo, especialmente en el Norte de África cuyos puertos sufren menor presión en costes.

- Limitación de acceso a la financiación privada

Las empresas del sector del transporte y la logística tienen problemas para acceder a créditos u otros medios de financiación necesarios para invertir en el puerto.

- Falta de coordinación en el desarrollo entre el Estado y las CC.AA.

Al depender de ambos gobiernos la planificación se vuelve más compleja.

- Mínima inversión en infraestructuras

La época en la que se invertía masivamente en infraestructuras ha pasado, actualmente la situación es la opuesta, es más costoso conseguir una inversión del Estado en infraestructuras.

- Marco jurídico complejo y exigente que dificulta la unidad de mercado

La extensa normativa y sus constantes modificaciones aumentan las exigencias a los operadores de transporte, complican el ejercicio de la actividad y generan inseguridad, lo que condiciona las inversiones en el sector.

- Dependencia de la industria

Esta condiciona la evolución del sector logístico, su deslocalización y el aumento de la repercusión del sector servicios pueden tener efectos negativos sobre la demanda del transporte.

- Progresivo aumento del precio de los combustibles

La progresiva subida del precio de los combustibles influirá negativamente sobre la rentabilidad del transporte.

Oportunidades:

- Apoyo europeo a los corredores ferroviarios

En el Libro Blanco del Transporte hace años que desde Europa se marca como objetivo optimizar el rendimiento de las cadenas logísticas multimodales, transfiriendo al ferrocarril o la navegación fluvial, de aquí a 2030, el 30% del transporte de mercancías por carretera y para 2050, más del 50%, para ello el ferrocarril debe recoger los trayectos de media y larga distancia pero para esto haría falta una gran inversión en infraestructuras.

- Captación de tráfico hacia el Corredor Mediterráneo y Mediterráneo-Cantábrico

El objetivo marcado es terminar el Corredor Mediterráneo en 2025, lo que generaría un mayor flujo de transporte intermodal. El futuro del Corredor Mediterráneo-Cantábrico es algo más incierto ya que se encuentra en fase de estudio.

- Planificación autonómica conjunta en la red de infraestructuras

Desde el gobierno autonómico se está apostando por dotar a la comunidad de mejores infraestructuras ferroviarias, lo que sin duda tendrá un impacto positivo.

- Desarrollo de I+D+i

Desde las universidades y centros tecnológicos se realizan proyectos y colaboraciones con empresas para el I+D+i y la búsqueda de soluciones tecnológicas. Igualmente importante es la participación de estas entidades en proyectos internacionales y los programas de ayudas e incentivos a la cooperación en estos ámbitos.

- Potenciar la formación

La formación está directamente relacionada con el desarrollo tecnológico y la productividad. El apoyo a la formación avanzada en logística y nuevas tecnologías, adaptada a los cambios en el entorno y tecnológicos contribuyen al desarrollo.

- Especialización y fidelización de clientes

La orientación del modelo de negocio hacia las necesidades del cliente y su fidelización mediante un servicio de calidad, permite aumentar la competitividad y el beneficio.

- Smart City

En muchas ciudades se están desarrollando proyectos de ciudades inteligentes o Smart City, este término engloba las iniciativas de mejora de calidad de vida, sostenibilidad, gestión eficiente de los servicios e innovaciones tecnológicas.

- Desarrollo tecnológico de las TIC

En los últimos años se ha producido un fuerte desarrollo tecnológico en el ámbito portuario consolidándose el desarrollo de las TIC (Sistemas de información comunitarios) y mejorando la eficiencia energética.

- Tráfico aeroportuario

El tráfico aeroportuario podría ser una oportunidad de futuro, aunque el aeropuerto se encuentre a 40 km del puerto y aún no este abierto al tráfico de mercancías. Esto se debe a que la principal demanda exterior de mercancías es de cerámica y este tipo de mercancía no es la más adecuada para transportar en avión por su volumen y peso.

2.9. Necesidades futuras

Mas allá de la superficie logística en los alrededores del puerto, este aun depende de la Ciudad del Transporte, infraestructura logística de 63 hectáreas, muy alejada del puerto y centrada en el transporte por carretera.

Hace años que es necesaria una mayor dotación de superficie logística para el Puerto de Castellón, atendiendo a sus estadísticas de crecimiento y su área de influencia, pero a pesar de contar con buenos proyectos en sus Planes Estratégicos como la Zona de Actividades Logísticas e Industriales con su estación intermodal, que supondría una gran oportunidad de crecimiento, nunca ha contado con el apoyo económico del gobierno que ha decidido invertir en otros puertos de menor proyección.

La primera necesidad sería por tanto llevar a cabo el Plan Estratégico de hace 10 años y dotar al Puerto de Castellón de una estación intermodal dentro de la Zona de Actividades Logísticas e Industriales, acompañada de las plataformas de ParcCastelló y el Parque Logístico de Castellón que sumarían 300 hectáreas a la superficie logística del puerto.

Como ya indicaba la Generalitat Valenciana en su *Estudio del Sector Logístico en la Comunidad Valenciana* de 2018, Castellón es un área de oportunidad logística de máximo rango, debido a su puerto y a que esta llamada a ser uno de los ejes del Corredor Mediterráneo, por tanto en un futuro tendrá la necesidad de una superficie logística incluso mayor a la actualmente proyectada, esa siguiente plataforma que formaría parte del ZAL, es el objeto de este estudio.

CAPÍTULO 3

TIPOLOGÍA DEL CENTRO LOGÍSTICO

CAPÍTULO 3. TIPOLOGÍA DEL CENTRO LOGÍSTICO

3.1. Introducción

La tipología de los centros logísticos se puede clasificar según un gran variedad de criterios: modalidad de transporte, tipos de actividad, modelos de organización, tamaños y capacidades existentes, rotación de mercancía, necesidades que motivan su existencia, servicios que pueden ofrecer o funciones logísticas específicas de un sector industrial concreto.

Por tanto existe una gran variedad de tipologías y funciones de los centros logísticos sin que por ello pierdan sus características comunes, intentando simplificarlo pueden definirse dos parámetros básicos que determinan las funciones y clasificación de los centros: según la modalidad de transporte y según la rotación de las mercancías.

También pueden distinguirse los centros puros de los centros en los que encontramos usos relacionados con actividades industriales o de servicios, además de los puramente logísticos. Adicionalmente, hay diversidad de centros con características especiales.

Raramente encontraremos un centro que coincida completamente con alguna de estas tipologías, sino que generalmente resultan de la combinación de diversas tipologías. Sin embargo, las características morfológicas y las funciones que a continuación se describen permiten establecer cuál es la especialización de cada centro.

En la fase de planificación de un nuevo centro logístico deben plantearse cuáles son las funciones principales que puede desarrollar a partir de los estudios de mercado, puesto que las características funcionales y de diseño de un centro de unas u otras características pueden ser muy distintas.

Tabla 1: Esquema de clasificación de centros logísticos

Por la rotación de las mercancías	<ul style="list-style-type: none">– <i>Alta rotación</i> (plataformas de distribución, <i>cross-docking</i>, centros de transporte)– <i>Baja rotación</i> (grandes centros de distribución nacional-internacional, centros de distribución de grandes empresas y cadenas, grandes operadores logísticos)
Por los modos de transporte	<ul style="list-style-type: none">– <i>Monomodal carretera</i> (centro de transporte)– <i>Intermodal ferrocarril</i>– <i>Intermodal aéreo</i> (centro de carga aérea)– <i>Intermodal marítimo</i> (zona de actividades logísticas portuarias)– <i>Multimodal</i> (carretera, ferrocarril, marítimo, vías navegables interiores, etc.)
Especiales	<ul style="list-style-type: none">– <i>Recintos aduaneros: depósitos francos, zonas francas</i> (con o sin manufactura)– <i>Mercados mayoristas, mercados centrales</i>– <i>Campa de vehículos</i>
Por sus usos	<ul style="list-style-type: none">– <i>Puros</i>– <i>Mixtos</i> (convivencia con usos industriales u otros)

Fuente: Centros logísticos de Ignasi Ragàs Prat (Versión Google Books)

3.2. Clasificación según modalidad de transporte

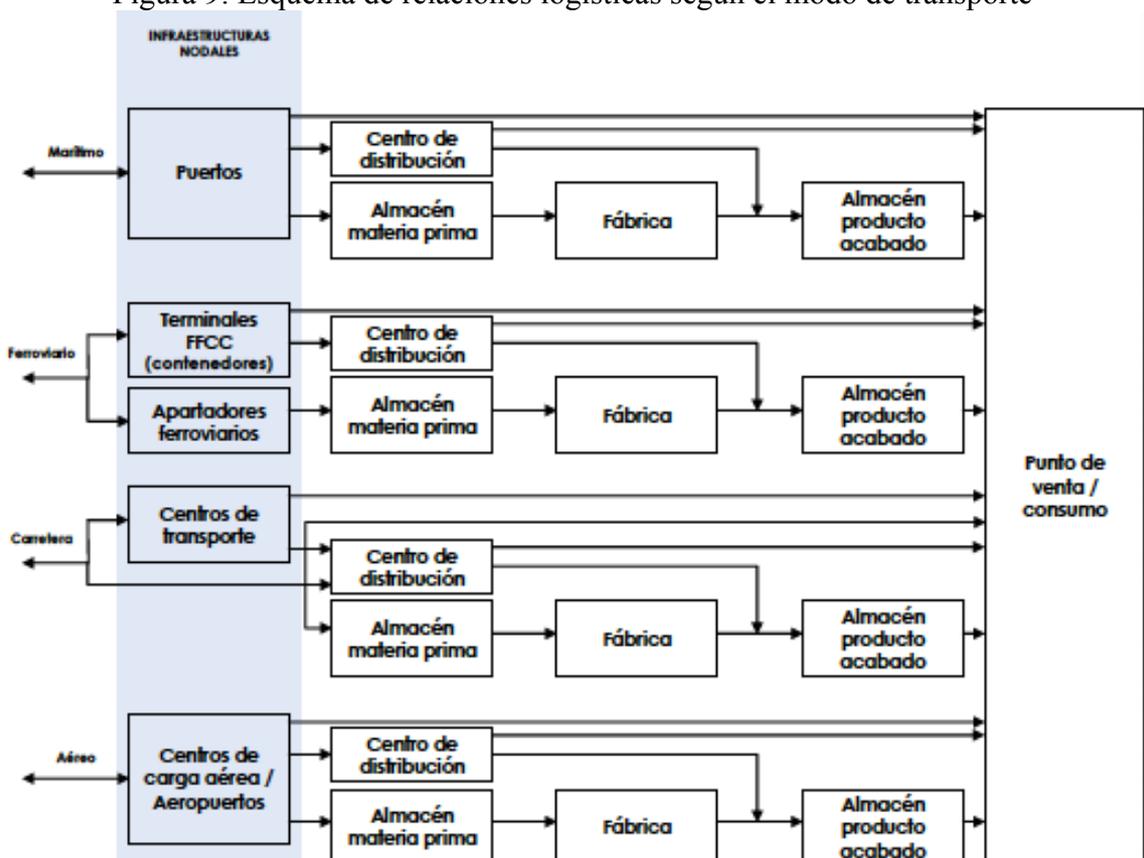
Según los modos de transporte a los que atienden, los centros logísticos se pueden dividir en tres bloques:

Plataformas monomodales: atienden a un único modo de transporte, generalmente dedicadas al transporte por carretera, concentran la carga para optimizar el transporte al agrupar los pedidos de distintos orígenes y un mismo destino, en ellas se realizan operaciones de agregación de valor y como el embalaje, etiquetado o control de calidad.

Plataformas de intercambio modal o intermodales: efectúan la ruptura de carga por cambio de modo de transporte y aprovechan para realizar actividades logísticas dirigidas a la agregación de valor.

Plataformas multimodales: plataformas nodales que acogen dos o mas modos de transporte, se sitúan en puntos estratégicos con acceso a los modos de transporte o de conexión entre los mismos y disponen de todas las infraestructuras necesarias para la utilización de dichos modos.

Figura 9: Esquema de relaciones logísticas según el modo de transporte



Fuente: Manual para la inserción en el territorio de plataformas logísticas. Departamento Nacional de Planificación de Colombia.

Tipos de plataformas monomodales

Nodo de abastecimiento/mayorista (Mercado central)

Plataformas logísticas de ámbito local que tienen como objetivo abastecer a centros urbanos próximos, dónde se reúnen proveedores y distribuidores para la comercialización al por mayor. Esta comercialización tenía lugar solamente en este tipo de áreas pero recientemente se está extendiendo a otras tipologías de centros.

Proporcionan servicios básicos como el almacenamiento en las condiciones adecuadas para cada tipo de mercancía y el estacionamiento de vehículos.

Centros de transporte terrestre (Truck Center)

Áreas especializadas en el transporte de carretera, su ámbito suele ser regional y su objetivo es proporcionar todos los servicios necesarios a las empresas de transporte y ofrecer servicios de almacenamiento y logística.

En este tipo de centros actúan empresas de transporte por carretera y operadores logísticos con flota y almacenes.

Proporcionan varios servicios: zonas de aparcamiento de pesados, inspección de vehículos, talleres, gasolineras, túneles de lavado, hasta concesionarios, oficinas, restaurantes y hoteles.

Áreas logísticas de distribución

Centros en los que se realizan todo tipo de actividades logísticas, los agentes que operan son transitarios, empresas de carga completa o fraccionada, operadores logísticos, empresas de transporte urgente y empresas industriales que realizan actividades logísticas.

Los servicios que proporcionan son: envasado, etiquetado, embalaje, almacenamiento, clasificación, aduanas, manipulación de mercancías, distribución y cross docking, movimiento de contenedores, servicios a vehículos, oficinas, restaurantes, hoteles, centros de formación y de gestión medioambiental e investigación.

Tipos de plataformas de intercambio modal o intermodales

Se denominan intermodales a muchos centros logísticos o industriales situados más o menos cerca de terminales ferroviarias, puertos o aeropuertos pero no hay un criterio uniforme respecto a si depende de la distancia física entre las naves y la línea de muelle, las vías férreas o la plataforma de estacionamiento de aeronaves, o lo determinan las cadenas logísticas más habituales del centro.

Algunos centros intermodales exigen a las empresas que albergan un porcentaje mínimo de operaciones intermodales para poder permanecer en el centro, por ejemplo el ZAL de Barcelona exige que como mínimo un 30% de las operaciones realizadas en el puerto sean de carácter intermodal. Aunque el control del cumplimiento de estas obligaciones es costoso y el aplicar penalizaciones, arriesgado.

Ignasi Ragàs Prat en su libro *Centros logísticos* considera como intermodales los centros que además de disponer de una terminal intermodal en su proximidad, cumplan alguna de las características siguientes:

- Las empresas instaladas utilizan de manera sistemática cadenas logísticas intermodales que implican varios modos de transporte.
- La terminal intermodal y cualquier otra instalación intermodal están diseñadas y construidas de manera integral con el conjunto del centro.
- El promotor, el propietario, el órgano de gestión del centro o las empresas instaladas que participan en él, participan a su vez en la promoción, propiedad o gestión de la terminal o cualquier otra instalación intermodal.
- Contar con infraestructuras intermodales dentro del propio centro.
- Existencia de sinergias evidentes entre los distintos modos de transporte.
- Existencia de servicios comunes que sean utilizados por los usuarios de diferentes medios de transporte.

Centro de carga aérea

Centro logístico intermodal aéreo-carretera en la que toda o parte de su extensión tiene acceso directo a la plataforma de estacionamiento de aviones de un aeropuerto. Mientras que en el caso marítimo o ferroviario no es imprescindible, aunque si recomendable.

Esto se debe a la complejidad de los controles de seguridad para el acceso de vehículos, mercancías y personas al recinto aeroportuario y al interior de las aeronaves y a las características de la carga aérea que hace que el acarreo entre la plataforma de carga y descarga de los aviones y un centro logístico no sea razonable, aunque este en sus proximidades.

Normalmente cuentan con una primera línea donde se realizan operaciones de carga y descarga, una segunda línea para las actividades de despacho de carga, almacenes y oficinas de operadores y en su caso una tercera línea dedicada a la distribución de empresas cargadoras.

Los agentes, empresas de handling, cargueros aéreos, empresas de transporte urgente, transitarios y operadores logísticos, suministran servicios de carga y descarga aérea, almacenamiento y aduanas.

Figura 10: Centro de carga aérea de Barajas (Madrid)



Fuente: Manual para la inserción en el territorio de plataformas logísticas

Puerto seco

Plataformas intermodales de mercancías alejadas de la costa que disponen de un enlace directo con un puerto marítimo. Cuentan con una zona de cambio modal ferrocarril-carretera y una segunda línea donde se desarrollan actividades de logística y distribución.

Principalmente operan en ellas las empresas ferroviarias de mercancías, de transporte por carretera, agentes aduaneros y agentes de carga. Suministran servicios de carga y descarga, gestión y almacenamiento de contenedores y mercancía general y servicios de aduanas.

Figura 11: Puerto seco de Azuqueca de Henares (Madrid)



Fuente: Manual para la inserción en el territorio de plataformas logísticas

Ignasi Ragàs Prat en su libro *Centros logísticos* considera que un centro logístico intermodal ferroviario-carretera tiene que cumplir una o varias de las características siguientes:

- Las naves se encuentran en suelo de dominio público adyacente a una terminal intermodal.
- Se ofrece acceso ferroviario a alguna de las parcelas o naves del centro.
- La terminal ferroviaria es adyacente al recinto logístico.

Zona de actividades logísticas portuarias (ZAL)

Centro logístico intermodal marítimo-terrestre en el que los almacenes y naves están situados en el recinto portuario o en sus proximidades, con los mismos o similares controles de acceso que los del puerto.

Existen centros marítimo-carretera o centros marítimo-carretera/ferrocarril.

Estas plataformas albergan actividades puramente logísticas de segunda y tercera línea portuaria, de manipulación y distribución de mercancías marítimas, hacia y desde el hinterland portuario.

Los agentes presentes son los operadores logísticos, armadores, transitarios, agentes de aduana, empresas de grupaje y almacenaje, empresas industriales, importadores y exportadores.

Oferta servicios complementarios de valor añadido, almacenamiento y grupaje, colocación de unidades de carga, trasbordo de carga y gestión administrativa.

La principal razón de la existencia de un ZAL para un puerto, es la de facilitar los servicios adyacentes complementarios y necesarios para el movimiento de mercancías por vía marítima confiriendo al puerto una serie de ventajas competitivas respecto a otros centros logísticos.

Figura 12: ZAL de Barcelona



Fuente: Logística y reestructuración metropolitana en el área de Barcelona. Lluís Frago i Clols

Plataforma multimodal

Plataformas con alta complejidad funcional que constan de diversas áreas funcionales intermodales, su ámbito puede ser nacional o internacional. Los agentes que operan en ellas son operadores logísticos, agentes de carga, empresas industriales, operadores de terminales ferroviarias, marítimas, aéreas y empresas courier.

Además de prestar los servicios de las tipologías anteriores, su tamaño y relevancia les permite albergar una zona de oficinas, ferias, palacios de congresos y centros de servicios generales.

Al concentrar los flujos y reducir los costes del transporte de largo recorrido ofrecen una oportunidad para la optimización del transporte, pero solo debe considerarse si existe demanda de este tipo de servicios.

Ofrecen ventajas en la oferta de precios para el cargador al ofrecer diversos modos de transporte que permiten elegir el que más se adapte a sus necesidades y presupuesto. También son un medio para la mejor estructuración del sistema logístico.

Reordenan los recursos hacia la cadena de transporte donde el camión ocuparía el eslabón de recogida y entrega, proporcionan servicios de valor añadido, normalizan las unidades de carga de los distintos medios de transporte y unifican las responsabilidades en el transporte entre distintos países y regiones.

La desventaja se encuentra en su mayor complejidad, que puede provocar retrasos en los tiempos de salida, menor flexibilidad operativa y requerir sistemas de control más complejos y un personal más especializado.

Figura 13: Plataforma multimodal PLAZA (Zaragoza)



Fuente: Manual para la inserción en el territorio de plataformas logísticas

Lo más cercano que existe en España a este concepto es el centro logístico PlaZa en Zaragoza, que cuenta en sus inmediaciones con una terminal ferroviaria y con el aeropuerto, aunque no tiene acceso directo a la plataforma del aeropuerto.

La ZAL de Barcelona podría contar con una infraestructura similar cuando se desarrolle el proyecto de una nueva terminal ferroviaria en el antiguo cauce del río Llobregat.

Elección de la tipología según la modalidad de transporte

La elección de la tipología dependerá de las necesidades logísticas de las cadenas involucradas, según el modo de transporte utilizado por una cadena, las infraestructuras nodales requeridas son distintas.

En nuestro caso las cadenas logísticas utilizan principalmente el modo marítimo y la necesidad de ruptura de carga se localiza cerca del puerto, por tanto la infraestructura requerida será un ZAL portuario de intercambio marítimo-carretera/ferrocarril, que ya está planificado por tanto estudiaremos que centro sería conveniente añadir a la planificación del ZAL.

3.3. Clasificación según la rotación de las mercancías

Centros de alta rotación

Aquellos que principalmente agrupan empresas de transporte (de grupaje y carga fraccionada), centros de reexpedición o centros de distribución urbana o metropolitana. En estos centros las mercancías no permanecen almacenadas más de veinticuatro horas, normalmente. Estas plataformas son denominadas en algunas ocasiones ciudad de transporte, centro de transporte, centro de mercancías, etc.

El diseño de las naves favorece una transición rápida de la mercancía desde los muelles de llegada a los de salida. Debido a esto, las naves a menudo son estrechas, por lo general con muelles a ambos lados. Es recomendable que uno de los lados del recinto disponga de muelles para acoger vehículos de larga distancia (articulados con semirremolque) y que el otro reciba camiones ligeros y furgonetas.

Por lo tanto, las zonas de maniobra y de carga y descarga son diseñadas en relación a la longitud de las diferentes tipologías de vehículos. La instalación de sistemas automáticos de clasificación requieren mas anchura.

Los viales de estas plataformas se diseñan para acoger un tráfico elevado de vehículos pesados, lo que condicionará las características del firme, las secciones, las pendientes, los radios de giro y la disposición de los viales, de forma que se reduzcan las situaciones que puedan entorpecer el movimiento de camiones y se diseñarán cuando sea posible viales unidireccionales.

Un aspecto a tener en cuenta en el diseño de la plataforma es que los viales de acceso a los patios de maniobra y de acceso a los muelles de carga y descarga tengan la menor pendiente posible y tengan la misma cota que los patios de maniobra, lo que permite aprovechar mejor el espacio en los centros y facilitar las maniobras de los vehículos en sus respectivos muelles.

La presencia de profesionales del transporte en estos centros conlleva que habitualmente ofrezcan servicios específicos para vehículos y conductores, tales como gasolineras diseñadas especialmente para el repostaje y lavado de camiones, talleres especializados, servicios de restauración, zonas de descanso, duchas, centros de formación, oficinas y delegaciones de asociaciones profesionales, etc.

Las empresas de paquetería y carga fraccionada suelen disponer de sistemas mecanizados de clasificación, aun así en los centros de alta rotación es común encontrar mayor densidad de trabajadores por metro cuadrado que en los de baja rotación. Esto se puede deber a razones muy diversas, dependiendo de las actividades de valor añadido que tengan lugar sobre las mercancías almacenadas y en el conjunto de la cadena logística.

La mayor actividad de los centros de alta rotación se organiza en dos periodos, con un alto nivel de actividad a primera hora de la mañana y a última de la tarde, separadas por horas valle. Estos periodos se corresponden con las horas de envío y recepción de las expediciones de larga distancia y las de recogida y reparto.

Centros de baja rotación

En esta tipología encontramos grandes centros de distribución regional, nacional e internacional, plataformas de distribución de grandes empresas, almacenes de regulación, centros de grandes operadores logísticos, etc.

Los almacenes son de mayores dimensiones que en los centros de alta rotación, en los que es difícil encontrar plataformas de mas de 10.000 metros cuadrados, mientras que los centros de baja rotación suelen tener incluso mayor extensión. En estos centros no es prioritario optimizar las distancias entre muelles sino la capacidad total de almacenaje y la agilidad de las operaciones.

El elemento mas restrictivo en la planificación de estos almacenes es la normativa de protección ante incendios, que en España exige que ningún trabajador en el interior del almacén se encuentre a mas de 50 metros de una salida. Los almacenes con una profundidad mayor de 100 metros deben disponer de elementos adicionales de protección antincendios.

La intensidad de circulación de vehículos es menor que en un centro de alta rotación y el uso de camiones articulados suele ser muy superior al de camiones ligeros y furgonetas. Normalmente, los almacenes cuentan con muelles solo en un lado y el ratio de metros cuadrados de almacén por cada muelle es mayor. Esto conlleva que la disposición de viales en el centro pueda ser menor, ya que no es necesario dotar de viales de acceso a ambos lados de la parcela. No obstante, la superficie reservada a patios de maniobra es mayor que en un centro de alta rotación.

Como en estas plataformas hay almacenes de mayor superficie y tienen menor necesidad de superficie de maniobra, es frecuente que las parcelas estén valladas y que las empresas tengan sus propios sistemas de vigilancia. Esto provoca un menor interés de las empresas en contar con un servicio de vigilancia y seguridad conjunta.

La escasa presencia de profesionales del transporte conlleva que los servicios específicos para transportistas tengan menor demanda.

Generalmente, la relación de trabajador por metro cuadrado es menor que en un centro de alta rotación, no obstante esto depende de las actividades de valor añadido que se realicen y la tendencia es que cada vez se realicen actividades de mayor valor añadido sobre las mercancías almacenadas y a lo largo de la cadena logística.

Elección de la tipología según la rotación de las mercancías

Un puerto es una gran plataforma de distribución regional, nacional e internacional que acoge a grandes empresas y cadenas, en los que rotan una gran diversidad de mercancías con diferentes destinos y periodos de almacenaje.

Lo ideal sería que el puerto contara dentro del ZAL portuario con centros de alta y baja rotación en los que se realizaran actividades de valor añadido.

3.4. Tipologías especiales

Recintos aduaneros (zonas francas)

Centros con un régimen aduanero especial donde se almacenan mercancías con beneficios tributarios, como la exención de derechos de importación, impuestos especiales, IVA sobre las mercancías en depósito franco y para los servicios prestados sobre ellas.

En estos recintos no se puede manipular o transformar las mercancías, se realizan operaciones logísticas o actividades manufactureras de transformación. La extensión de estos recintos es variable, una o dos naves en un espacio reducido en algunos puertos o aeropuertos, pero en otros la zona o depósito franco puede tener una dimensión considerable.

Los almacenes y recintos de depósito aduanero pueden disponerse en cualquier localización, no es necesario que haya un puerto o aeropuerto en sus proximidades, siempre que estén autorizados por la aduana. En algunas ocasiones, se ubican zonas francas en las regiones menos desarrolladas para promover la atracción de inversiones internacionales.

El estatus aduanero especial implica que las zonas francas son recintos cerrados, con estrictos controles de seguridad a la entrada y a la salida para evitar el uso fraudulento de las condiciones tributarias que ofrecen.

Mercados mayoristas y mercados centrales

Los mercados mayoristas de productos perecederos en algunas ocasiones han supuesto el inicio o han impulsado el crecimiento de algunos centros logísticos relevantes. Las funciones y tipología de las naves, los viales y los servicios de este tipo de mercado son muy parecidos a los de un centro logístico, así como las funciones y la operativa de las plataformas de grupaje y la distribución alimentaria.

Por estas razones Ragàs Prat en su libro *Centros logísticos* los considera centros de actividades logísticas aunque no lo sean estrictamente. El diseño funcional de un mercado mayorista comparte muchas de las características de los centros de alta rotación: la movilidad de los vehículos de transporte, habitualmente son centros cerrados con sistemas de seguridad y control de accesos, disponen de una oferta de servicios complementarios para las empresas, su personal y los transportistas y tienen ventanas con alto nivel de actividad, seguidas de horas valle durante el resto del día.

Campa de automóviles y otros centros monoproducto

Puede considerarse como un tipo especial de centro logístico, el almacenamiento del producto se realiza en una plataforma descubierta. Pueden tener gestión de flujos logísticos mayoristas y capilares y actividades de valor añadido en la preparación de los vehículos para su venta.

Hay otros tipos de centros monoproducto especializados en mercancías y graneles petroquímicos, mercancías peligrosas, productos siderúrgicos o materiales de construcción o minería.

3.5. Tipologías según sus usos

Los usos que puede albergar un centro logístico están condicionados por la normativa urbanística propuesta por el promotor, aprobada por el ayuntamiento y las autoridades urbanísticas competentes.

Según sus usos encontramos centros logísticos puros, con una restricción total a la instalación de empresas que realicen actividades que no sean puramente de transporte y logística y centros mixtos, en los que se autoriza la operación de empresas industriales, comerciales o de servicios. No obstante, en los centros puros pueden autorizarse actividades de servicios complementarios como gasolineras, restaurantes o talleres, sin desvirtuar esta cualidad.

Los usos urbanísticos autorizados influyen en las dotaciones de infraestructuras y servicios de la parcela que el promotor debe acondicionar: abastecimiento de agua, electricidad, saneamiento, etc. La industria y los servicios requieren mayor suministro de agua y electricidad que los almacenes logísticos. Esta es una variable muy importante en los costes de urbanización que asume el promotor.

En el caso de los promotores privados, las características de las naves y almacenes logísticos facilitan una rotación sencilla de los clientes, debido a que una nave logística en uso por un operador puede ser adaptada fácilmente para el uso de otro. Esto no es común en los activos industriales, en los que las características del almacén y de la maquinaria pueden significar la imposibilidad del cambio de operador.

Por otro lado, los promotores públicos y las colaboraciones público-privadas pueden aplicar restricciones a los usos autorizados por motivos de interés público. En nuestro caso, los puertos pueden restringir la posibilidad de que en un ZAL se pueda instalar una actividad manufacturera ajena al puerto. La mayoría de los centros promovidos por promotores públicos y colaboraciones aplican restricciones en los usos urbanísticos para asegurar que las actividades instaladas sean principalmente logísticas.

Cabe recordar que algunas características del diseño funcional de un centro logístico y sus servicios, como por ejemplo la seguridad, pueden resultar inútiles para otro tipo de empresas que no estarían dispuestas a pagar su coste.

Estos factores provocan que lo más frecuente en los centros logísticos de promoción pública o público-privada sea la existencia de cierta restricción de usos en favor de las actividades logísticas. En los centros promovidos por el sector privado, lo normal es que esta restricción no sea tan estricta, ya que las dotaciones en instalaciones y servicios existentes pueden facilitar la instalación de empresas logísticas o entorpecer el establecimiento de las de otro tipo, según el caso.

En nuestro caso cabe esperar a decidir el sistema de promoción y gestión del centro logístico para determinar que nivel de restricción se aplicará sobre el resto.

3.6. Elección de la tipología

El Polígono de Serrallo se centrará en actividades industriales, pero no está muy claro el papel concreto que tendrán Parc Castelló y Parque Logístico Castellón dentro del ZAL, se puede suponer que estarán centrados en el transporte intermodal de mercancías por ferrocarril, por tanto estarán orientados al transporte de media-larga distancia y serán centros de baja rotación.

Por tanto nuestro centro podría cubrir la necesidad del transporte de corta-media distancia de paquetería y distribución, albergando actividades de valor añadido.

Consistiría en un Centro de distribución, de alta rotación, que ofrecería servicios de envasado, etiquetado, embalaje, almacenamiento, clasificación, manipulación de mercancías, servicios a vehículos, oficinas y distribución.

Una vez la mercancía esté clasificada y empaquetada se utilizaría el ferrocarril para los transportes de media distancia y la carretera para los desplazamientos cortos.

3.7. Almacenamiento

El almacén es el recinto en el que se realizan las funciones de recepción, manipulación, conservación y expedición de la mercancía. Es fundamental en la red logística ya que actúa de elemento regulador del flujo de mercancías, estabilizando la producción con la demanda. Un almacén bien gestionado requiere de control de las existencias, garantizando la oferta permanente de algunos productos.

Una estimación del reparto de costes de la manipulación de mercancías en los almacenes sería la siguiente: Un 3% correspondería a operaciones de carga, descarga y transporte, un 7% correspondería a operaciones de almacenamiento y un 90% correspondería a las operaciones de preparación de pedidos.

3.7.1. Funciones del almacén

Recepción de mercancía

Antes de la llegada de la mercancía, se deberá disponer de la documentación necesaria sobre esta. En el momento de la recepción, se verifica la mercancía recibida y se procede al control e inspección de la misma, en lo referente a calidad y si se ajusta a las condiciones estipuladas. Una vez realizada dicha inspección, la mercancía se divide en palés y se le asignan los códigos internos del almacén, ubicándola donde proceda.

Almacenamiento

El almacenamiento es la actividad principal de un almacén y consiste en mantener las mercancías, no añade valor al producto y requiere de recursos que generan una serie de costes:

- Maquinaria e instalaciones, con sus costes de adquisición y mantenimiento.
- El inmovilizado, constituido por el valor del espacio dedicado al almacenamiento y de los equipos.
- Los recursos humanos, conjunto de trabajadores del almacén, dedicados a la conservación y mantenimiento de la mercancías y de los equipos.
- Costes informáticos de gestión del almacén.

Manutención

Función que realizan los operarios del almacén, utilizando los equipos e instalaciones para manipular y almacenar la mercancía, en un tiempo y espacio determinados. Estas operaciones pueden ser simples, si pueden realizarse manualmente, o complejas si para su realización es necesario el uso de equipos automatizados, que manejan grandes volúmenes y pesos.

Preparación de pedidos

Este proceso consiste en la separación de una unidad de carga de un conjunto de productos, con el propósito de constituir el pedido de un cliente. Una vez preparada esta nueva unidad, se acondiciona y embala de forma adecuada.

Este proceso tiene un coste superior al resto de actividades que tienen lugar en el almacén, debido a que:

- Los costes de manipulación recaen individualmente sobre las unidades y no sobre el conjunto de productos.
- La mecanización de este proceso es compleja y no llega a estar completamente automatizada.

- Por lo general, las unidades de expedición no se corresponden con las recibidas, siendo las primeras menores que las segundas. En la mayoría de las ocasiones, se reciben paletadas enteras de productos y se expiden en forma de cajas o medios palés.

Expedición

Este proceso consiste en la preparación de la mercancía con el propósito de que esta llegue en perfecto estado y en las condiciones de transporte y entrega pactadas con el cliente. Por lo general, las actividades realizadas en esta fase son:

- Embalaje del producto, con el fin de proteger a este de posibles daños derivados de su manipulación y transporte.
- Precintado, que consiste en asegurar la protección del producto y aumentar la consistencia de la carga. Normalmente se utiliza el fleje y las películas retráctiles.
- Etiquetado, dotar a la mercancía de indicaciones que la identifican y aportan información referente a su manipulación, conservación o instrucciones logísticas.
- Emisión de la documentación que debe acompañar a la mercancía en toda operación de compra-venta, los documentos mas habituales son el albarán o nota de entrega y la carta de porte.

Organización y control de existencias

Para una correcta organización y control debemos tener en cuenta dónde ubicar la mercancía y cómo localizarla, con los objetivos siguientes:

- Minimizar los costes de manipulación, extracción y preparación de pedidos.
- Optimizar la utilización del espacio
- Tener en cuenta la seguridad e incompatibilidad entre las mercancías.

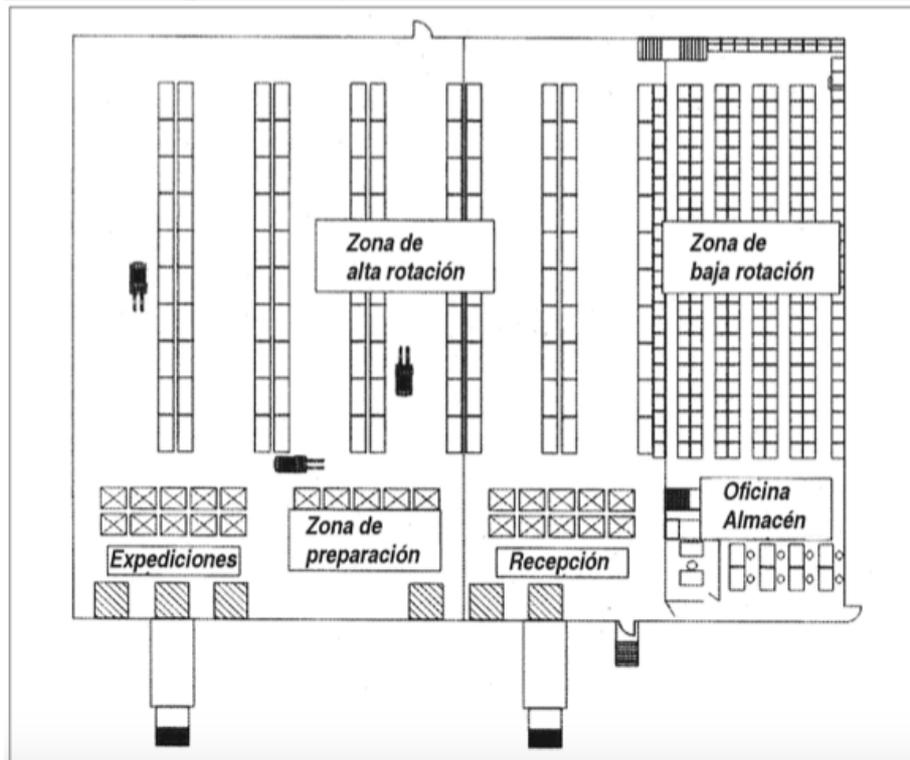
Teniendo en cuenta las premisas anteriores, una buena organización y control de existencias se basa en:

- Un adecuado sistema de distribución de las existencias dentro del área de almacenamiento.
- Un adecuado procedimiento de extracción de las existencias de su lugar de almacenamiento, de modo que la manipulación de los mismos en la preparación de los pedidos sea mínima.
- Un adecuado sistema de etiquetado y gestión de la información.

3.7.2. Zonas del almacén

El recinto de almacenamiento se divide en distintas zonas, según las actividades que se realizan en ellas. Según el tamaño y tipo de almacén habrá unas zonas u otras, a continuación veremos las que se corresponden con nuestro caso.

Figura 14: Esquema de las zonas de un almacén



Fuente: Almacenamiento de materiales de Mariano Pérez Herrero (Versión Google Books)

Zona de descarga

Área donde se realizan las actividades de descarga de los vehículos que traen la mercancía procedente de los proveedores. En esta zona se encuentran los muelles, que abarcan la parte interna y externa del almacén. En el área externa se encuentran los accesos para la llegada de los vehículos de transporte y un espacio suficiente para que dichos vehículos puedan aparcar y realizar maniobras.

Es conveniente que esta zona cuente con rampas de carga, que se ajustan a la altura del medio de transporte y permiten la descarga mediante carretillas, lo que agiliza el proceso. También es recomendable la disposición de cubiertas que protejan la zona de las condiciones meteorológicas, asegurando la integridad de los productos y evitando su deterioro.

Zona de control de entrada y zona de cuarentena

La zona de control de entrada es dónde se contrasta la mercancía recibida con la documentación correspondiente. Por una parte se realiza un control cuantitativo, en el que se comprueba el número de unidades recibidas y por otra parte un control cualitativo, en el que se comprueba el estado y nivel de calidad de la mercancía.

Algunos productos, los alimenticios, químicos y farmacéuticos, requieren personal técnico y salas especializadas de control, llamadas zonas de cuarentena. En estas zonas, los productos son sometidos a un análisis previo al almacenamiento para determinar si se encuentran en buen estado, hasta que no se realice dicho análisis el producto no se puede manipular ni almacenar.

Zona de envasado

Área en la que se realiza el envasado y se distribuye la carga en unidades de distinto tamaño, por exigencia del sistema de almacenamiento, por salubridad o para etiquetar los productos recibidos.

Zona de almacenamiento

Espacio en el que se almacenan las mercancías hasta el momento de su extracción. En ella se diferencian dos áreas:

- Un área destinada al stock de reserva o en masa, desde donde se trasladan las mercancías para su expedición. Se habilitan pasillos para la adecuada manipulación de las mercancías.
- Área de *picking*, donde se extraen los productos para su expedición. En ella se emplean equipos de manipulación específicos y se caracteriza por que los recorridos de la mercancía y el tiempo de preparación del pedido son más cortos.

Zona de embalaje para la expedición

Área donde se reúne el conjunto de mercancías correspondientes a un pedido y se procede a su embalaje, este proceso puede ser manual o por medio de equipos automatizados. Es recomendable que esta zona este próxima a la de almacenamiento y que disponga de medios informáticos para la edición de etiquetas y la confección de listados.

Zona de control de salida

Recinto en el que se comprueba que las mercancías preparadas se corresponden con el pedido y si la cantidad es correcta. Este proceso se puede agilizar mediante la disposición de etiquetas con códigos de barras en los productos.

Zona de espera

Espacio reservado para hacer frente a diferentes situaciones, como el retraso en la preparación de mercancías o en la carga de los vehículos. Su superficie debe ser al menos igual a la plataforma del vehículo cargador.

Zona técnica

Área destinada al mantenimiento de los equipos y carga de baterías de los mismos. También alberga los elementos informáticos.

Zona administrativa

Espacio reservado para las oficinas, donde se encuentran los responsables del almacén y los administrativos. En este espacio se atiende a los transportistas y se realizan gestiones.

Zona de servicios

Área destinada a cubrir las necesidades del personal del almacén, donde se encuentran los vestuarios, aseos, comedor, zona de descanso y sala de reuniones.

3.7.3. Tipologías de almacenes

Cada almacén tiene unas características diferentes y se pueden clasificar según diferentes criterios:

Según su rol en la cadena logística:

- Almacén de consolidación: Almacén en el que se agrupan mercancías de diferentes proveedores para realizar un envío de mayores dimensiones. Estos almacenes reducen los costes de transporte al agrupar pequeños envíos en uno de mayor volumen.
- Almacén de ruptura de carga: Este tipo de almacenes realizan el papel contrario al caso anterior, reciben grandes volúmenes de mercancía y la separan con el fin de ser enviadas a distintos destinatarios.

Según su ubicación y actividad:

- Almacén central: Almacén situado en las proximidades de los centros productivos, donde se agrupa la mercancía y se distribuye a los almacenes regionales. Se caracterizan por manejar unidades de carga completa, como p.e. palés.
- Almacén regional: Almacén próximo a los lugares de consumo de los productos, diseñados para recibir grandes volúmenes de mercancía y realizar pequeñas expediciones.
- Almacén de tránsito: Almacén preparado para la recepción y expedición rápida de mercancías, se sitúan en puntos intermedios entre los almacenes regionales y los lugares de consumo, cuando entre ellos hay más de un día de distancia.

Según el régimen fiscal al que está sometida la mercancía almacenada:

- Almacén de mercancía en régimen fiscal general: Almacén cuya la mercancía no goza de exenciones fiscales y por tanto se le aplican los impuestos vigentes de forma general.
- Almacén de mercancía en régimen fiscal especial: Almacén cuya mercancía esta exenta de impuestos ordinarios mientras se encuentren bajo su techo. Como p.e. las zonas francas y los depósitos aduaneros.

Según el recinto del almacén:

- Almacén abierto: Almacén que no requiere de edificación ninguna, el recinto queda delimitado por una valla o simplemente marcas viales. La mercancía se almacena a la intemperie, por tanto solo pueden almacenarse mercancías que no se deterioren en estas condiciones.
- Almacén cubierto: Almacén constituido por un edificio o una nave que protege a la mercancía de la intemperie. Hay mercancías que necesitan ser depositadas bajo techo por no poder estar expuestas a la luz, necesitar de ciertas condiciones térmicas. Pueden estar fabricados de ladrillo, hormigón, paneles metálicos, lonas, resinas, etc.

Según el grado de mecanización:

- Almacén convencional: Almacén cuyo equipamiento consiste en carretillas y estanterías para el depósito de palés. Su altura es de la orden de 6 – 7 m y cuenta con pasillos anchos para el tránsito de carretillas.
- Almacén mecanizado: Almacén en el que la manipulación de mercancía es realizada por equipos automatizados y se reduce al mínimo el trabajo manual. Su altura supera los 10 m, por lo que permiten almacenar mayor cantidad de mercancía y de una manera mas eficiente, aunque requieren de una mayor inversión inicial.

3.7.4. Elección de la tipología del almacén

El almacén de nuestro centro logístico realizaría la función de ruptura de carga, acogería las mercancías llegadas al puerto y las distribuiría a sus distintos destinatarios.

Al ser punto de partida de envíos de media y corta distancia, en el se realizarían actividades propias de almacén central y regional.

Sería un almacén cubierto y cuya mercancía estaría sometida a un régimen fiscal general, con el objetivo de abarcar el mayor número de mercancías posible.

Finalmente, lo ideal sería que fuera un almacén mecanizado con el mayor número de avances tecnológicos disponible en el mercado, pero este aspecto esta condicionado por su presupuesto.

CAPÍTULO 4

UBICACIÓN

CAPÍTULO 4. UBICACIÓN

4.1. Introducción

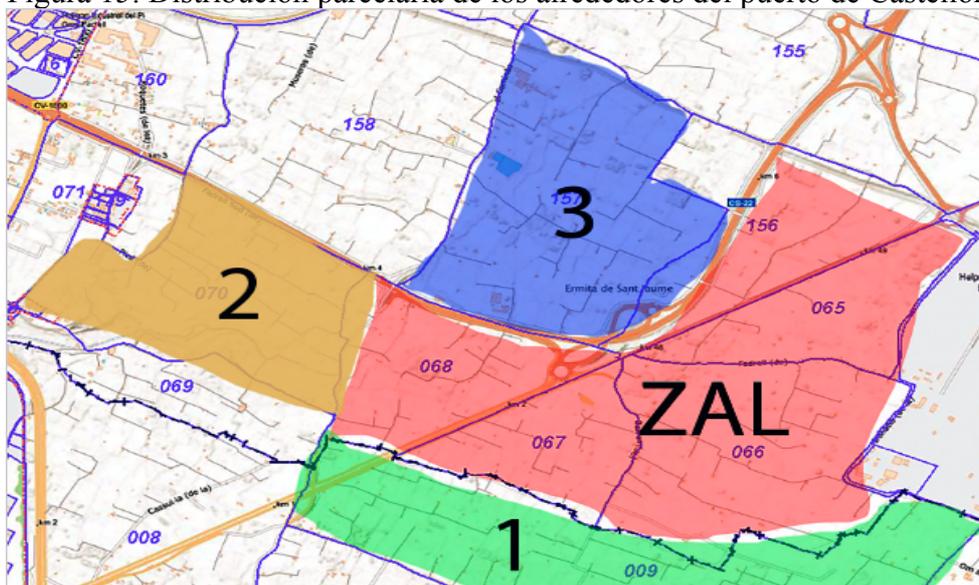
La ubicación de un centro logístico es una decisión estratégica que repercute de manera sustancial en la relación coste-servicio del sistema logístico, en las condiciones para la elección de los servicios de transporte y en la política de inventarios.

Cómo ya se ha comentado anteriormente, en el Puerto de Castellón ya existe una planificación de dos plataformas logísticas: Parque Logístico Castellón y Parc Castelló, de modo que se estudiará la ubicación del siguiente centro logístico que formaría parte de la Zona de Actividades Logísticas e Industriales, además de los anteriormente mencionados y el Polígono de Serrallo.

En la imagen catastral a continuación se muestra la división parcelaria de los alrededores del puerto, dónde se pretenden construir dichos centros logísticos y dónde ya se ubica el Polígono de Serrallo en la parcela 064.

El Parque Logístico Castellón con 176 hectáreas de superficie ocuparía las parcelas 065, 066, 067 y 068, mientras que Parc Castelló con 135 hectáreas ocuparía parcialmente las parcelas 156, 155, 152 y 057 en las que sería necesaria una división parcelaria a la altura de la CS-22.

Figura 15: Distribución parcelaria de los alrededores del puerto de Castellón



Fuente: www.catasto.meh.es

Las tres parcelas seleccionadas para el estudio de ubicación serán:

- 009: muy cercana a la estación intermodal del Parque Logístico Castellón, pero se encuentra en el término municipal de Almassora. Cuenta con 140 hectáreas.
- 070: cercana a la estación intermodal y a la CS-22 pero alejada del puerto. Cuenta con 75 hectáreas.
- 157: cercana a la estación intermodal y a la CS-22 pero al otro lado de esta. Cuenta con 113 hectáreas

4.2. Análisis de localización

Macrolocalización

La macrolocalización no es merecedora de análisis ya que está decidido que el centro logístico se ubicará en los alrededores del puerto por su necesidad de superficie logística cercana para efectuar las actividades de ruptura de carga y distribución de la mercancía en distintos modos de transporte una vez esté construida la estación intermodal de ferrocarril.

Microlocalización

Para la realización de este análisis es necesario un estudio previo de dos aspectos que nos permitirán elegir los criterios de selección de la localización. Por una parte el estudio de la infraestructura existente y la proyectada con el fin de encontrar sus posibilidades logísticas y de las necesidades a cubrir con el nuevo proyecto, análisis realizado en el capítulo de Necesidades logísticas.

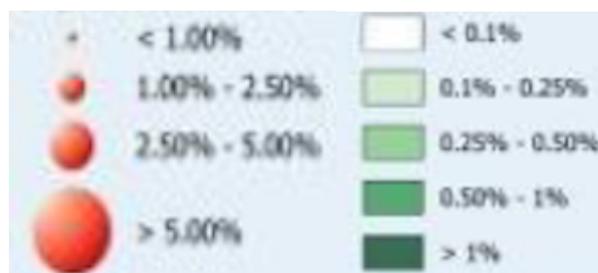
Por otra parte se debe realizar un estudio de la dinámica logística en el área de influencia del proyecto, por medio de un estudio de la industria y de la estructuración de las cadenas logísticas. Esto nos permitirá conocer la situación actual de la logística y de las relaciones que se establecen entre los diferentes nodos e infraestructuras.

Estudio de la industria

Como ya hemos comentado las industrias con más peso en la provincia son la cerámica y la química, seguidas de la metalúrgica, automoción y piedra y mármol.

A continuación podemos ver el peso que tiene cada una respecto a Comunidad Valenciana: Los círculos en rojo indican el porcentaje de empresas del sector en el municipio respecto al total de la Comunidad, las zonas en amarillo son las áreas de concentración de la actividad sectorial y la intensidad del verde indica el porcentaje de trabajadores en el sector sobre el total de los trabajadores de la industria en la Comunidad.

Figura 16: Leyenda de las figuras 17 y 18

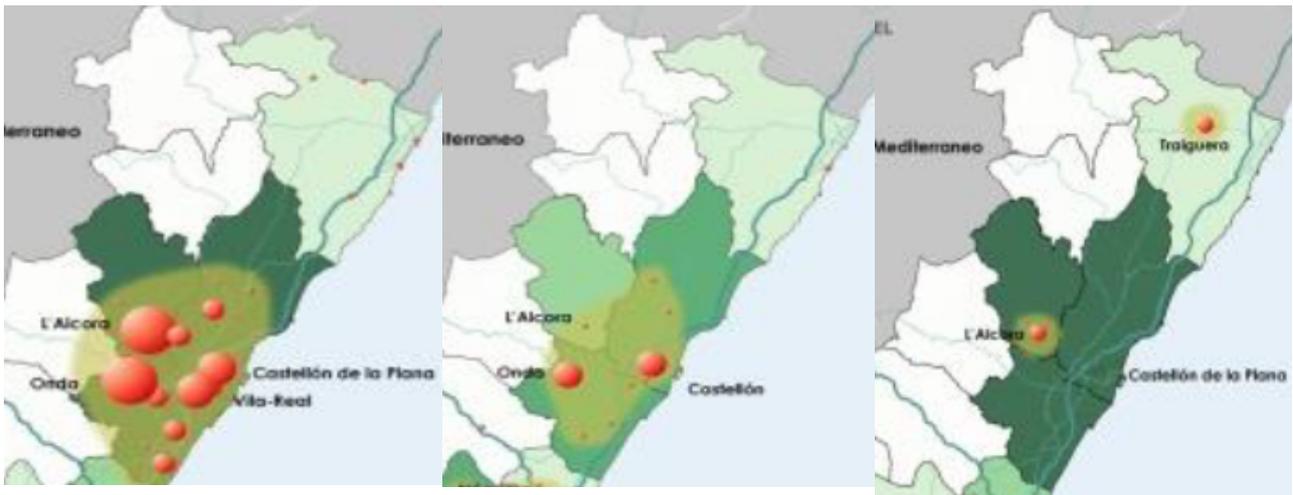


Fuente: Estudio del Sector Logístico en la Comunitat Valenciana (2018)

Cerámica, química y piedra y mármol

Dado que la cerámica influye en las industrias química y de piedra y mármol, resulta conveniente analizarlas conjuntamente y haciéndolo podemos observar que hay cuatro localidades que son fundamentales para esta industria: Castellón, Villareal, Alcora y Onda. Estas cuatro localidades generan una extensa área de concentración sectorial y tienen un gran peso en la industria cerámica de la Comunidad.

Figura 17: Estructura territorial de las industrias cerámica, química y de piedra y mármol



Fuente: Estudio del Sector Logístico en la Comunitat Valenciana (2018)

Metalúrgica, automoción y logística

No siendo tan significativo como la cerámica, la metalúrgica y la automovilística son industrias con un cierto peso en la provincia, mientras que la logística se encuentra en una situación muy precaria como ya hemos comentado anteriormente.

Figura 18: Estructura territorial de las industrias metalúrgica, automovilística y logística



Fuente: Estudio del Sector Logístico en la Comunitat Valenciana (2018)

Estudio de la estructuración de las cadenas logísticas

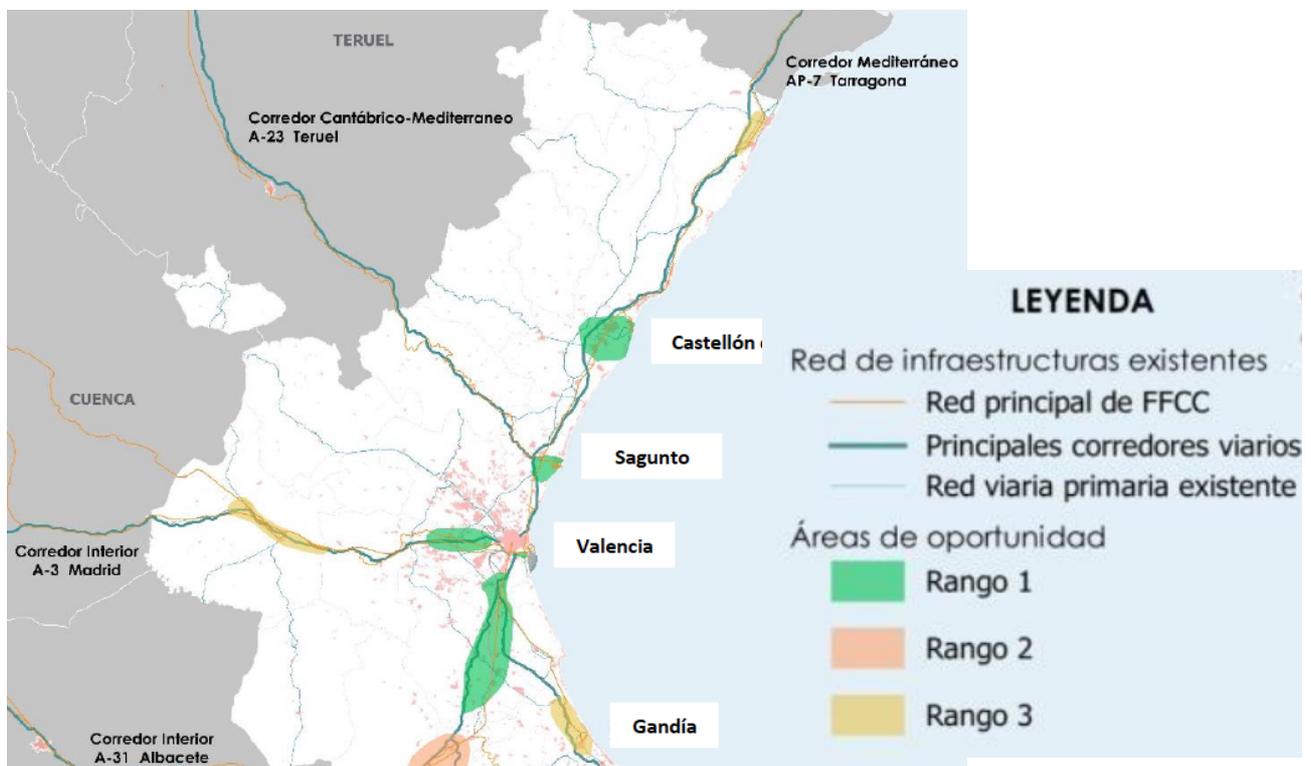
Aunque hay una pequeña cantidad de transporte de mercancías por ferrocarril, en Castellón el transporte de mercancías es mayoritariamente por carretera. Como vimos en el apartado de Necesidades logísticas el acceso al puerto es principalmente por la CS-22, que conecta con la CV-10 (Autovía de la Plana), con la AP-7 (Autovía del mediterráneo) y con la N-340 (Carretera del Mediterráneo).

La CS-22 conecta también con la Ciudad del Transporte, la única superficie logística con la que cuenta Castellón mas allá del puerto y que se encuentra en una buena situación de accesibilidad a los cuatro núcleos principales de la industria en la provincia que se encuentran en Castellón, Villareal, Alcorra y Onda. Podemos acceder a Villareal a través de la N-340 y a su vez dicha carretera conecta con la CV-20 que llega a Onda y con la CV-16 que llega a Alcora.

Aunque aun es de construcción reciente y no se utiliza mucho para el transporte de mercancías, o de pasajeros, el Aeropuerto de Castellón, situado en Benlloch, esta conectado con la CV-10.

En cuanto a transportes de media-larga distancia por carretera, la AP-7 conecta Castellón con Cataluña por el norte y con Sagunto y Valencia por el sur, donde se puede acceder a otros tres corredores principales: a la A-23 (Autovía Mudéjar), a la A-3 (Autovía del Este) y a la A-31 (Autovía de Alicante), como podemos observar en la imagen a continuación.

Figura 19: Áreas de oportunidad logística y redes de infraestructuras de la provincia de Castellón



Fuente: Estudio del Sector Logístico en la Comunitat Valenciana (2018)

4.3. Criterios de selección

Una vez realizados los estudios previos, necesitamos definir unos criterios que sirvan de base para la selección de la localización mas conveniente en cuanto a los objetivos de minimizar los impactos generados por su construcción y operación, aumentar la eficiencia y competitividad logística de la zona y ubicar el centro en una zona estratégica en términos logísticos.

Teniendo en cuenta los objetivos anteriores, la selección de la localización se llevará a cabo evaluando las distintas opciones según unos criterios, a los que se les asignarán unos objetivos concretos y dependiendo del grado de cumplimiento de los objetivos, cada opción tendrá una valoración en cada criterio.

Para ello se definen los siguientes criterios: accesibilidad, coste, intermodalidad, logística, impacto y disponibilidad de terrenos.

Accesibilidad

El primer criterio valorará el grado de accesibilidad por carretera de la parcela en cuestión mediante el siguiente objetivo:

Objetivo 1: Capacidad de acceso a los principales ejes de la red viaria.

Coste

Este criterio valorará la inversión necesaria para la realización del proyecto en cada una de las opciones propuestas por medio del siguiente objetivo:

Objetivo 2: Minimización del coste de ejecución.

Intermodalidad

El tercer criterio valorará la intermodalidad de cada opción, aunque centrándonos en el ferrocarril ya que no hay conexión cercana al transporte aéreo o fluvial, para ello se define el siguiente objetivo:

Objetivo 3: Acceso al ferrocarril.

Logística

Este criterio valorará en que medida cada opción puede contribuir a la eficiencia y a la competitividad de las operaciones logísticas, concretándose en el siguiente objetivo:

Objetivo 4: Optimización de la logística.

Impacto

El quinto criterio valorará el impacto medioambiental generado por cada una de las opciones a través del siguiente objetivo:

Objetivo 5: Minimización del impacto ambiental.

Disponibilidad de terrenos

El último criterio estudiará la facilidad de adquisición de la parcela necesaria para la construcción del centro en cada una de las opciones, bajo el siguiente objetivo:

Objetivo 6: Minimización del coste y los trámites de adquisición del terreno.

4.4. Análisis multicriterio

El análisis de alternativas y selección de la que mas se ajusta a los objetivos planteados por un Plan es el paso previo a cualquier actuación, inicialmente se utilizaron métodos que se basan únicamente en la perspectiva económica, como los análisis unicriterio, pero en este trabajo se plantea un análisis multicriterio en base a los criterios de selección anteriormente descritos.

La principal ventaja de los métodos multicriterio respecto a los unicriterio, es que realizan una evaluación de efectos no cuantificables: de carácter cualitativo o los cuantitativos que por sus características solo se pueden aproximar.

Estos métodos tradicionalmente empleados en los estudios previos de los proyectos de promoción pública, se idearon para ayudar en la toma de decisiones y su propósito es describir, cuantificar y valorar las ventajas y desventajas de las diferentes alternativas de un proyecto, facilitando así la toma de una decisión final.

Según Carlos Romero en *Análisis de las decisiones multicriterio* (1996): “ Los métodos de tipo multicriterio constituyen un instrumento racional y objetivo tanto para mejorar la comprensión de los procesos de detección, como para ayudar a abordar la comparación entre alternativas y buscan en última instancia, obtener soluciones eficientes desde un enfoque paretiano; es decir, buscar soluciones posibles, tales que no existe ninguna otra solución posible que mejore algún atributo, sin producir un empeoramiento en al menos, otro de los atributos ”

El objetivo de este análisis es definir el grado de cumplimiento de los objetivos perseguidos por parte de las alternativas propuestas, por medio de la valoración de los efectos directos e indirectos que se estima que éstas van a generar.

Cada actuación generará un impacto sobre una gran cantidad de variables, supondrá un cumulo de efectos externos, provocará una reasignación de recursos, etc,. Esto supone que el estudio de todos los efectos generados resulte prácticamente imposible, por ello se considerarán únicamente los que se entienden como mas significativos y que repercuten en su área de influencia.

4.4.1. Proceso de evaluación

La evaluación compara las distintas alternativas de actuación respecto a los objetivos marcados, por tanto el sistema de valores a definir en el proceso debe corresponderse con los objetivos, asegurando así la consistencia del proceso.

Esta es una etapa de la planificación que solo tiene sentido dentro de esta y que esta estrechamente ligada a la definición de alternativas, a las cuales se añadirá la alternativa nula, que consiste en no realizar ninguna actuación.

Durante la planificación se producen evaluaciones parciales, que deben incorporarse al proceso, debido a que pueden existir contradicciones entre los criterios definidos y los considerados implícitamente.

Dado que tenemos un gran número de objetivos, cada alternativa debe valorarse teniendo en cuenta los diferentes efectos que genera sobre el sistema. Los criterios de evaluación del grado de cumplimiento de los objetivos deben ser fácilmente comprensibles, ya que tenemos pluralidad de objetivos y los criterios de estos no serán los mismos.

Los conceptos en los que se basan los análisis multicriterio son:

- **Atributo:** Valores que se asocian a las alternativas en los diferentes criterios según su grado de cumplimiento de los objetivos, con los que se aborda el problema de la toma de decisiones.
- **Objetivo:** Dirección de mejora de los atributos considerados.
- **Nivel de aspiración:** Valor aceptable para un objetivo correspondiente.
- **Meta:** Combinación del atributo y el nivel de aspiración, con cierto margen de variación.
- **Restricción:** Condición que la solución final debe cumplir necesariamente.
- **Criterio:** Término general que engloba a los anteriores.

Los métodos multicriterio son técnicas que buscan evaluar globalmente las alternativas mediante una matriz de evaluaciones que tienen como referencia ciertos objetivos a cumplir y ciertos criterios asociados a ellos a los que se les asigna un peso o importancia relativa, para determinar la alternativa que se aproxime más a los objetivos prefijados.

Una peculiaridad de estos métodos, es que raramente encuentran una solución óptima, lo habitual es que existan alternativas claramente descartables y otras que se encuentran en distintos grados de cumplimiento de los objetivos y es el agente decisor el que debe seleccionar una alternativa.

4.4.2. Asignación de los pesos de los objetivos

Una vez definidos los objetivos y criterios a analizar, estos deben ponderarse según la importancia que se quiere que tengan en la decisión y cuanto menor sea la precisión de la valoración de un objetivo, menor peso debería asignarse a dicho objetivo.

Se debe evitar la doble consideración, que tanto los objetivos como los criterios considerados sean independientes entre sí y estos deben ser cuantificados de manera sencilla y sin ambigüedades, ajustando cada criterio al objetivo que persigue.

La asignación de los pesos o importancia que se le da a los diferentes objetivos de selección es un aspecto fundamental de los análisis multicriterio, y aunque esta puede ser una tarea subjetiva, existen diferentes métodos para que este proceso sea lo más objetivo posible. Encontramos entre estos métodos los objetivos, en los que el decisor no interviene en la asignación, los de asignación directa, que son los más subjetivos y los de asignación indirecta, en los que el decisor elige los valores basándose en cálculos previos.

Para este trabajo se ha elegido un método objetivo, el Método de la entropía, el cual se basa en la importancia relativa de cada objetivo, medida por su peso W_j . Dicho método asigna mayor importancia para cada objetivo "j", cuanto mayor diversidad exista en las evaluaciones de las alternativas, dado el mayor poder discriminante entre las alternativas que posee.

Método de la entropía

Partiendo de las cuatro alternativas propuestas, las tres mencionadas anteriormente y la alternativa nula, a continuación se elaborará una matriz de valoraciones, asignando a cada alternativa una valoración correspondiente al cumplimiento de cada objetivo, entre 0 y 10.

Objetivo 1: Capacidad de acceso a los principales ejes de la red viaria.

Dado que todas las alternativas accederían a la red viaria principal a través de la CS-22, estudiaremos la facilidad de acceso a esta desde cada una de las alternativas.

- Alternativa 1: Se encuentra a 2,5 km del acceso a la CS-22, tendrá una valoración de 7,5.
- Alternativa 2: Se encuentra a 1,5 km del acceso a la CS-22, tendrá una valoración de 8,5.
- Alternativa 3: El terreno es colindante con el acceso a la autovía por tanto la valoración es 10.
- Alternativa 4: La alternativa nula tendrá una valoración de 0.

Objetivo 2: Minimización del coste de ejecución.

El coste de ejecución irá ligado al tamaño del centro logístico que se pretende construir y este a su vez al tamaño de la parcela.

- Alternativa 1: El tamaño de la parcela son 140 hectáreas, por tanto la valoración será 5.
- Alternativa 2: El tamaño de la parcela son 75 hectáreas, por tanto la valoración será 7,3.
- Alternativa 3: El tamaño de la parcela son 113 hectáreas, por tanto la valoración será 6.
- Alternativa 4: La alternativa nula tendrá una valoración de 10, al ser su coste de ejecución 0.

Objetivo 3: Acceso al ferrocarril.

La estación intermodal de ferrocarril tiene su construcción planificada en Parc Castelló, por tanto la valoración se corresponderá con la proximidad a esta.

- Alternativa 1: Se encuentra a 4 km de Parc Castelló, por lo que su valoración será 6.
- Alternativa 2: Se encuentra a 3 km de Parc Castelló, por lo que su valoración será 7.
- Alternativa 3: Se encuentra a 1 km de Parc Castelló, por lo que su valoración será 9.
- Alternativa 4: La alternativa nula tendrá una valoración de 0.

Objetivo 4: Optimización de la logística.

Las operaciones logísticas serán mas eficientes cuanto mas cerca del puerto se localice el centro logístico, por tanto se valorarán las alternativas atendiendo a este criterio.

- Alternativa 1: Se encuentra a 6 km del puerto, por lo que su valoración será 5.
- Alternativa 2: Se encuentra a 5 km del puerto, por lo que su valoración será 7.
- Alternativa 3: Se encuentra a 4 km del puerto, por lo que su valoración será 9.
- Alternativa 4: La alternativa nula tendrá una valoración de 0.

Objetivo 5: Minimización del impacto ambiental.

El impacto generado por cada alternativa será mayor cuanto mayor sea su superficie ya que todas albergarían las mismas actividades, aunque dependerá también de su localización.

- Alternativa 1: El tamaño de la parcela son 140 hectáreas y se encuentra en una zona agrícola y con viviendas, por tanto la valoración será 4.
- Alternativa 2: El tamaño de la parcela son 75 hectáreas y se encuentra en una zona agrícola pero próxima a la carretera y a la futura superficie logística del puerto, por tanto la valoración será 8.
- Alternativa 3: El tamaño de la parcela son 113 hectáreas y se encuentra en una zona agrícola y próxima a viviendas, por tanto la valoración será 6.
- Alternativa 4: La alternativa nula tendrá una valoración de 10, al ser su impacto ambiental nulo.

Objetivo 6: Minimización del coste y los trámites de adquisición del terreno.

El coste del terreno será proporcional al tamaño del mismo y los trámites de adquisición solo serán diferentes en la alternativa 1 ya que pertenece al municipio de Almassora y esto podría conllevar problemas en su adquisición.

- Alternativa 1: El tamaño de la parcela son 140 hectáreas y pertenece a Almassora, por tanto la valoración será 3.
- Alternativa 2: El tamaño de la parcela son 75 hectáreas, por tanto la valoración será 7,3.
- Alternativa 3: El tamaño de la parcela son 113 hectáreas, por tanto la valoración será 6.
- Alternativa 4: La alternativa nula tendrá una valoración de 10, al no tener coste, ni trámites de adquisición.

La matriz de valoraciones obtenida ha sido:

Tabla 2: Matriz de valoraciones

Alternativas	Objetivo 1	Objetivo 2	Objetivo 3	Objetivo 4	Objetivo 5	Objetivo 6
1	7.5	5	6	5	4	3
2	8.5	7.3	7	7	8	7.3
3	10	6	9	9	6	6
4	0	10	0	0	10	10
Suma	26	28.3	22	21	28	26.3

Fuente: Elaboración propia

A continuación normalizaremos la matriz de valoraciones de modo que todos los valores queden entre 0 y 1.

Tabla 3: Matriz de valoraciones normalizada

Alternativas	Objetivo 1	Objetivo 2	Objetivo 3	Objetivo 4	Objetivo 5	Objetivo 6
1	0,288	0,177	0,273	0,238	0,143	0,114
2	0,327	0,258	0,318	0,333	0,286	0,278
3	0,385	0,212	0,409	0,429	0,214	0,228
4	0	0,353	0	0	0,357	0,380

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es calcular la entropía E_j de cada objetivo por medio de la fórmula:

$$E_j = -K * \sum_{i=1}^n a_{ij} * \log a_{ij}$$

- Alternativas $\rightarrow i = 1, 2, \dots, m$. Por tanto $m = 4$
- Objetivos $\rightarrow j = 1, 2, \dots, n$. Por tanto $n = 6$
- Valoración normalizada del Objetivo j en la Alternativa $i \rightarrow a_{ij}$
- $K = 1 / \log (m) = 1 / \log (4) = 1,66$

Para simplificar los cálculos multiplicaremos cada valor a_{ij} por su logaritmo y por el valor K en negativo, para más tarde obtener la entropía calculando el sumatorio.

Tabla 4: Matriz de entropías

Alternativas	Objetivo 1	Objetivo 2	Objetivo 3	Objetivo 4	Objetivo 5	Objetivo 6
1	0,258	0,221	0,256	0,246	0,201	0,178
2	0,264	0,252	0,263	0,264	0,258	0,257
3	0,265	0,237	0,264	0,262	0,238	0,243
4	0	0,265	0	0	0,265	0,265
E_j	0,787	0,975	0,783	0,772	0,962	0,943

Fuente: Elaboración propia

La entropía E_j de un objetivo será mayor cuanto menor sea la diferencia entre sus valores a_{ij} , por lo que se utiliza su complementario $D_j = 1 - E_j$, que se denomina Diversidad, ya que lo que estamos buscando es un valor que sea mayor cuanto mayor sea la diferencia entre ellos para calcular el peso W_j de cada objetivo.

El siguiente paso es determinar la asignación de pesos a cada criterio, dividiendo la Diversidad de cada objetivo por el sumatorio de todas las diversidades.

Tabla 5: Matriz de pesos de los criterios

	E_j	$D_j = 1 - E_j$	$W_j = D_j / \sum D_j$
Objetivo 1	0,787	0,213	0,273
Objetivo 2	0,975	0,025	0,033
Objetivo 3	0,783	0,217	0,279
Objetivo 4	0,772	0,228	0,293
Objetivo 5	0,962	0,038	0,049
Objetivo 6	0,943	0,057	0,073
Suma		0,778	

Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar los criterios que serán fundamentales en la decisión son los relacionados con la logística:

- Objetivo 1: Capacidad de acceso a los principales ejes de la red viaria.
- Objetivo 3: Acceso al ferrocarril.
- Objetivo 4: Optimización de la logística.

Por otra parte hay objetivos que tendrán un papel prácticamente testimonial en la decisión, los relacionados con costes económicos, ambientales y territoriales.

- Objetivo 2: Minimización del coste de ejecución.
- Objetivo 5: Minimización del impacto ambiental.
- Objetivo 6: Minimización del coste y los trámites de adquisición del terreno.

Esta diferencia entre los pesos de los criterios la ha generado la alternativa nula, que ha provocado una mayor diferencia en los objetivos logísticos al no aportar nada en esos aspectos, lo cual no es un inconveniente ya que lo que se busca es la mejor solución logística y no la mayor reducción de costes.

Aunque queda de manifiesto que, pese a ser un método objetivo, la valoración de los objetivos tiene un fuerte componente subjetivo.

4.4.3. Método ELECTRE

De entre los diferentes métodos de análisis multicriterio se ha seleccionado el ELECTRE por ser de los más extendidos y de mayor aplicación. Este es un método de *sobreclasificación*, que deriva del concepto de *relación de sobreclasificación* que comentaba Carlos Romero en *Análisis de las decisiones multicriterio* (1996):

“ Una alternativa A_i sobreclasifica a otra A_k cuando para los atributos considerados hay suficientes argumentos para que la afirmación: la alternativa A_i es al menos tan buena como la alternativa A_k ”

La relación de *sobreclasificación* de una alternativa A_i y otra A_k , se calcula en función de dos índices, el índice de concordancia y el índice de discordancia:

- Índice de concordancia: Calcula en que medida la alternativa A_i es preferible a la alternativa A_k según los criterios considerados.
- Índice de discordancia: Calcula en que medida no hay ningún criterio por el cual la alternativa A_k es mucho mejor que la A_i .

Por tanto para que una alternativa A_i sobreclasifique a otra A_k , el índice de concordancia entre ellas tiene que superar un valor mínimo y a su vez que su índice de discordancia no supere un valor máximo. Estas sobreclasificaciones o preferencias se plasman en un grafo con el que se toma la decisión final, aunque puede darse el caso a que no haya ninguna alternativa preferible sobre el resto.

Este método aunque sigue los mismos patrones que el resto de análisis multicriterio, se distingue del resto por el final del proceso, al definir las matrices de concordancia y discordancia, que tienen ciertas singularidades:

- Pueden haber alternativas no comparables entre sí.
- Pueden haber alternativas preferibles sobre la otra simultáneamente.
- Que la alternativa 1 sea preferible a la 2 y esta a su vez a la 3, no significa que la 1 sea preferible a la 3.

Partiendo de la definición de criterios y objetivos y de la asignación de pesos a estos últimos, realizadas anteriormente en este capítulo, el siguiente paso es la definición de la matriz objetivos-criterios. Esta matriz determina la importancia de cada criterio como indicador del grado de cumplimiento de un objetivo, representado en forma de porcentaje, y puede darse el caso de que un criterio sea representativo de más de un objetivo.

Tabla 6: Matriz objetivos-criterios

Crit. / Obj.	Objetivo 1	Objetivo 2	Objetivo 3	Objetivo 4	Objetivo 5	Objetivo 6
Criterio 1	80		10	20		
Criterio 2		70		10		30
Criterio 3			60	20	20	
Criterio 4	20	10	30	40		
Criterio 5					80	
Criterio 6		20		10		70
Pesos	0,273	0,033	0,279	0,293	0,049	0,073

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Matriz de evaluaciones parciales

Esta matriz se construye con las valoraciones de los criterios en las diferentes alternativas, con valores entre 0 y 100.

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Criterio 1	75	85	100	0
Criterio 2	50	75	60	100
Criterio 3	60	70	90	0
Criterio 4	50	70	90	0
Criterio 5	40	80	60	100
Criterio 6	30	75	60	100

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Matriz de consecución de objetivos

La matriz de consecución de objetivos define en que medida cada alternativa cumple los diferentes objetivos marcados, se obtiene como producto de la matriz de relación objetivos-criterios y de la matriz de evaluaciones parciales.

La suma de las valoraciones de cada alternativa en los diferentes objetivos afectadas por el peso del correspondiente objetivo dan un primer resultado de preferencia de las alternativas.

	Objetivo 1	Objetivo 2	Objetivo 3	Objetivo 4	Objetivo 5	Objetivo 6	Valor ponderado
Alternat. 1	70	46	58,5	49	44	36	56,1
Alternat. 2	82	74,5	71,5	74	78	75	75,8
Alternat. 3	98	63	91	86	66	60	87
Alternat. 4	0	90	0	20	80	100	20,1
Pesos	0,273	0,033	0,279	0,293	0,049	0,073	

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados hasta ahora podemos adelantar que la alternativas 2 y 3 parten con ventaja y que la 1 y la 4 están prácticamente descartadas.

Tabla 9: Matriz de pesos de cada criterio

Esta matriz se obtiene a partir de los pesos de los objetivos y de la matriz objetivos-criterios, se multiplica el peso de cada objetivo por la importancia correspondiente a cada criterio en la valoración del cumplimiento del objetivo.

Crit. / Obj.	Objetivo 1	Objetivo 2	Objetivo 3	Objetivo 4	Objetivo 5	Objetivo 6	Valor ponderado
Criterio 1	0,218		0,028	0,059			0,305
Criterio 2		0,023		0,029		0,022	0,074
Criterio 3			0,167	0,059	0,010		0,236
Criterio 4	0,055	0,003	0,084	0,117			0,259
Criterio 5					0,039		0,039
Criterio 6		0,007		0,029		0,051	0,087
Pesos	0,273	0,033	0,279	0,293	0,049	0,073	1

Fuente: Elaboración propia

Hasta aquí el procedimiento es similar al de muchos métodos de análisis multicriterio, a continuación se calcularán las matrices de concordancia y discordancia, que son específicas del método ELECTRE. A partir de la matriz de consecución de objetivos y de los pesos de los criterios obtendremos los índices de concordancia y discordancia que nos permitirán construir sus respectivas matrices.

Matrices de concordancia y discordancia

Índice de concordancia entre dos alternativas i y j ($IC_{i,j}$)

Partiendo de la matriz de evaluaciones parciales y de los pesos de los criterios obtenidos, el índice de concordancia se obtiene sumando los pesos de los criterios en los que una alternativa i es igual o superior a la j y dividiendo esta suma entre la suma total de los pesos de los criterios, que en este caso es uno.

Un $IC_{i,j} = 1$ representa la preferencia en todos los criterios de la alternativa i frente a la j , por otra parte un $IC_{i,j} = 0$ representa que en ningún criterio la alternativa i es preferible a la j .

Tabla 10: Matriz de evaluaciones parciales

	Pesos	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Criterio 1	0,305	75	85	100	0
Criterio 2	0,074	50	75	60	100
Criterio 3	0,236	60	70	90	0
Criterio 4	0,259	50	70	90	0
Criterio 5	0,039	40	80	60	100
Criterio 6	0,087	30	75	60	100
Suma	1				

Fuente: Elaboración propia

Alternativa 1

$$IC_{1,2} = 0$$

$$IC_{1,3} = 0$$

$$IC_{1,4} = 0,305 + 0,236 + 0,259 = 0,8$$

La alternativa 1 es muy superior a la 4 en los criterios con mayor peso, que es lo mismo que ocurrirá con las alternativas 2 y 3, mientras que frente a estas no tiene preferencia en ningún criterio. Como se adelantaba antes, esta prácticamente descartada.

Alternativa 2

$$IC_{2,1} = 1$$

$$IC_{2,3} = 0,074 + 0,039 + 0,087 = 0,2$$

$$IC_{2,4} = 0,8$$

Existe una clara preferencia sobre las alternativas 1 y 4, mientras que frente a la alternativa 3 solo es superior en los criterios de menor peso.

Alternativa 3

$$IC_{3,1} = 1$$

$$IC_{3,2} = 0,305 + 0,236 + 0,259 = 0,8$$

$$IC_{3,4} = 0,305 + 0,236 + 0,259 = 0,8$$

Como ya se preveía en la matriz de consecución de objetivos, la alternativa 3 es la que resalta sobre el resto por tener las mejores valoraciones en los criterios con mayor peso en la decisión, los logísticos.

Alternativa 4

$$IC_{4,1} = IC_{4,2} = IC_{4,3} = 0,074 + 0,039 + 0,087 = 0,2$$

Como era de esperar la alternativa nula solo tiene mejores valoraciones en los criterios económicos y ambientales que son los que menos peso tienen en la decisión, por tanto esta prácticamente descartada.

Tabla 11: Matriz de concordancia

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Alternativa 1		0	0	0,8
Alternativa 2	1		0,2	0,8
Alternativa 3	1	0,8		0,8
Alternativa 4	0,2	0,2	0,2	

Fuente: Elaboración propia

Índice de discordancia entre dos alternativas i y j ($ID_{i,j}$)

Partiendo de la matriz de evaluaciones parciales, se calcula restando las valoraciones en el criterio en el que existe mayor inferioridad de la alternativa i respecto de la j y dividiendo esta resta entre la máxima diferencia posible, que en nuestro caso es 100.

Un $ID = 1$ representa una superioridad absoluta de la alternativa j respecto a la alternativa i en un criterio, por otra parte un $ID = 0$ indica que la alternativa i es preferible a la alternativa j en todos los criterios.

Al contrario que en el IC, en el de discordancia para que una alternativa sea preferible a otra este debe ser lo mas bajo posible. Por tanto si entre dos alternativas i y j se obtiene un $ID = 1$, también se obtendrá un $ID = 0$, que representa la preferencia absoluta de la alternativa i frente a la j.

Tabla 12: Cálculo de los índices de discordancia

Alternativa 1	Alternativa 2
$ID_{1,2} = (75 - 30) / 100 = 0,45$	$ID_{2,1} = 0$
$ID_{1,3} = (90 - 50) / 100 = 0,4$	$ID_{2,3} = (90 - 70) / 100 = 0,2$
$ID_{1,4} = (100 - 30) / 100 = 0,7$	$ID_{2,4} = (100 - 75) / 100 = 0,25$
Alternativa 3	Alternativa 4
$ID_{3,1} = 0$	$ID_{4,1} = (75 - 0) / 100 = 0,75$
$ID_{3,2} = (80 - 60) / 100 = 0,2$	$ID_{4,2} = (85 - 0) / 100 = 0,85$
$ID_{3,4} = (100 - 60) / 100 = 0,4$	$ID_{4,3} = (100 - 0) / 100 = 1$

Fuente: Elaboración propia

Como ya se había adelantado los ID de las alternativas 2 y 3 frente a la 1 son 0, que indica la inexistencia de discordancia o desacuerdo, por otra parte vemos que entre la alternativa 4 y el resto hay un gran desacuerdo, llegando a un desacuerdo máximo con la 3, esto era de esperar tratándose de la alternativa nula.

También se puede observar que hay poco desacuerdo entre las alternativas 2 y 3, y de estas a su vez con el resto.

Tabla 13: Matriz de discordancia

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Alternativa 1		0,45	0,4	0,7
Alternativa 2	0		0,2	0,25
Alternativa 3	0	0,2		0,4
Alternativa 4	0,75	0,85	1	

Fuente: Elaboración propia

Umbral de sensibilidad

Ya se ha comentado que la condición de preferencia de una alternativa sobre otra era que el IC superara un valor mínimo y el ID no superara un valor máximo, normalmente este valor, tanto el mínimo como el máximo es 0,5.

Muchos métodos de análisis multicriterio utilizan umbrales de sensibilidad, pero en el caso del ELECTRE, la variación de este umbral se utiliza para comprobar la fiabilidad de los resultados. Normalmente se sustituye el umbral o severidad del ID por el siguiente mas bajo, que en nuestro caso sería el 0,45, lo que se representa una severidad de grado 2.

La denotación que se emplea para los umbrales de sensibilidad es la siguiente:

(UC/UD/S) = Umbral de Concordancia, Umbral de Discordancia, Grado de severidad.

Por tanto el umbral de sensibilidad que vamos a utilizar en la obtención del primer grafo será (0,5/0,5/1). Para las comprobaciones, como el siguiente valor de discordancia por debajo de 0,5 es 4,5 utilizaremos este último, de la misma manera utilizaremos el siguiente valor de concordancia por encima de 0,5 que es 0,8. De modo que el umbral de sensibilidad que se utilizaría en la primera comprobación de los resultados se denotaría (0,8/0,45/2).

Algunos autores establecen una categorización de la fortaleza de las preferencias entre alternativas:

- Preferencia simple: Si $IC > 0,5$ e $ID < 0,5$
- Preferencia cualificada: Si $IC > 0,66$ e $ID < 0,33$
- Preferencia fuerte: Si $IC > 0,8$ e $ID < 0,2$
- Preferencia total: Si $IC = 1$ e $ID = 0$

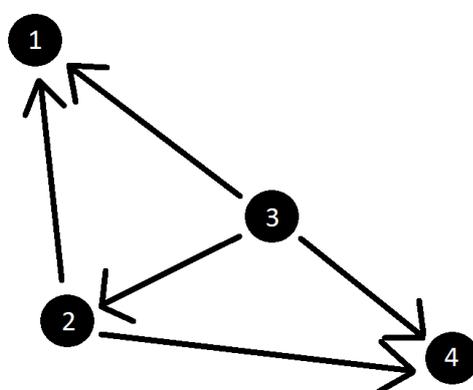
A partir de las matrices de concordancia y discordancia se construirá la matriz de comparaciones a valorar que cumplen la preferencia simple, a partir de la cual se forma el grafo de preferencias.

Tabla 14: Matriz de preferencia simple

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Alternativa 1				
Alternativa 2	Si			Si
Alternativa 3	Si	Si		Si
Alternativa 4				

Fuente: Elaboración propia

Figura 20: Grafo de preferencia simple



Fuente: Elaboración propia

Según el grafo de preferencias, salta a la vista que la alternativa preferible sería la 3.

Comprobación de la fiabilidad de los resultados

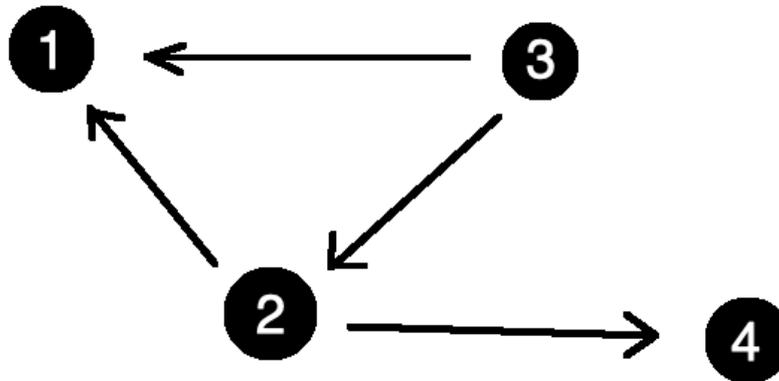
Cómo aumentar la severidad a grado 2 (0,8/0,45/2), nos llevaría a los mismos resultados, se ha optado por realizar la comprobación a partir de la fortaleza de las preferencias entre alternativas. Por tanto, construiremos la matriz de comparaciones a valorar a partir de la preferencia cualificada: Si $IC > 0,66$ e $ID < 0,33$:

Tabla 15: Matriz de preferencia cualificada

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Alternativa 1				
Alternativa 2	Si			Si
Alternativa 3	Si	Si		Si
Alternativa 4				

Fuente: Elaboración propia

Figura 21: Grafo preferencia cualificada



Fuente: Elaboración propia

En este grafo podemos observar como la alternativa 3 ha perdido la preferencia respecto a la 4, pero seguiría siendo la alternativa preferible.

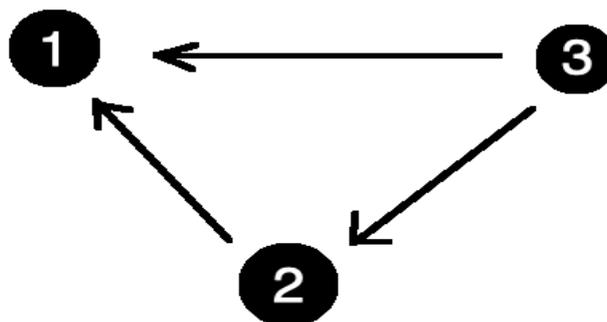
La siguiente comprobación se realizará a partir de la preferencia fuerte: Si $IC > 0,8$ e $ID < 0,2$:

Tabla 16: Matriz de preferencia fuerte

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Alternativa 1				
Alternativa 2	Si			
Alternativa 3	Si	Si		
Alternativa 4				

Fuente: Elaboración propia

Figura 22: Grafo preferencia fuerte



Fuente: Elaboración propia

En este grafo podemos observar como la alternativa 2 ha perdido la preferencia respecto a la 4 y lógicamente la alternativa 3 sigue siendo la preferible.

La siguiente comprobación se realizará a partir de la preferencia total: Si $IC = 1$ e $ID = 0$:

Tabla 17: Matriz de preferencia total

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Alternativa 1				
Alternativa 2	Si			
Alternativa 3	Si			
Alternativa 4				

Fuente: Elaboración propia

Figura 23: Grafo de preferencia total



Fuente: Elaboración propia

En este grafo podemos observar como la alternativa 3 ha perdido la preferencia respecto a la 2 y que las únicas preferencias totales que encontramos son de las alternativas 2 y 3 respecto a la 1.

Por tanto podemos concluir en que la alternativa preferible sería la 3, con una preferencia total sobre la 1, una preferencia fuerte sobre la 2 y una preferencia simple sobre la 4.

CAPÍTULO 5

TIPOLOGÍA DE GESTIÓN

CAPÍTULO 5. TIPOLOGÍA DE GESTIÓN

5.1. Papel de la administración pública

En la promoción de los centros logísticos encontramos una gran variedad de tipologías, con mayor o menor implicación de la administración pública, ya que a pesar de ser proyectos de carácter empresarial, su influencia en el desarrollo económico de la zona hace que la administración pública se implique en su planificación y diseño para garantizar su viabilidad a largo plazo.

La administración pública, a través de los Planes de Ordenación Territorial, proporciona un régimen normativo que garantiza su correcta implantación, desarrollo y gestión. Calificando el suelo de las ubicaciones idóneas para el desarrollo de estas actividades, que cumplan con las necesidades de accesibilidad y tengan una posición estratégica respecto a los flujos de carga.

El proceso del diseño debería realizarse conjuntamente entre el promotor y la administración pública de manera que el diseño se ajuste a los estándares, tenga el máximo impacto positivo en la zona y el mínimo coste ambiental.

En el proceso de adquisición de los terrenos, la administración pública deberá facilitar la identificación de los terrenos disponibles para su construcción y la identificación de la propiedad de los mismos.

En el caso de que estos no cuenten con accesibilidad vial y disponibilidad de servicios básicos, la administración deberá contemplar la construcción de accesos en su planificación y la dotación de servicios básicos, ya que si el promotor tuviera que asumir estos costes el proyecto sería inviable.

Para llevar a cabo todas estas actuaciones la administración crea empresas públicas, con personalidad jurídica propia, patrimonio propio, administración autónoma y estatutos propios, sujetas al derecho privado. En la Comunidad Valenciana esta empresa es IVACE y a nivel estatal es SEPES.

Administración Autonómica

En 2012 el Instituto de la Pequeña y Mediana Industria de la Generalitat Valenciana o IMPIVA modificó su denominación a Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial o IVACE y asumió las competencias de Seguridad y Promoción Industrial Valenciana, S.A. o SEPIVA, de la Agencia Valenciana de Energía o AVEN y del Instituto Valenciano de la Exportación o IVEX, previa suspensión y extinción de estas sociedades.

IVACE es una empresa pública dependiente de la conselleria de Economía, Industria y Comercio cuyo objetivo principal es promover, ejecutar y gestionar los parques empresariales de la Comunidad Valenciana y tiene las siguientes funciones:

- Adquisición, preparación del suelo y equipamiento para asentamientos industriales y de servicios.
- Establecer, gestionar y tramitar ayudas e incentivos dirigidos a la creación, modernización e internacionalización de empresas valencianas.

- Conservación, ahorro, diversificación y eficiencia energética de las empresas valencianas.
- Llevar a cabo actuaciones de preparación del suelo que le encomienden las Administraciones Públicas de cualquier tipo e incluso en las que conviniere con la iniciativa privada.
- Promover sistemas de asistencia técnica, asesoramiento y formación para empresas.
- Gestión, comercialización, construcción, arrendamiento y enajenación de naves y locales industriales o comerciales.
- Analizar, asesorar, proponer y ejecutar medidas de conservación, ahorro y diversificación energética.
- Llevar a cabo actuaciones de promoción y mantenimiento de la actividad industrial, dentro de los objetivos de política industrial definidos por la Generalitat.
- Promover y fomentar la movilidad sostenible, la utilización racional de la energía mediante el uso de nuevas tecnologías y energías renovables, la eficiencia energética y la reducción de los costes energéticos.
- Promover, ejecutar, gestionar y coordinar infraestructuras de investigación, desarrollo e innovación, parques e institutos científicos y tecnológicos y centros empresariales de desarrollo e innovación tecnológica.
- Analizar y promover las infraestructuras energéticas necesarias para cumplir con los objetivos de suministro, tanto en fuentes de energía como en la calidad de la misma, aplicando políticas activas de gestión de la demanda energética.
- Elaborar estudios técnicos sobre la industria valenciana y la normativa aplicable en materia de industria, energía y minas.
- Realizar la gestión energética de los edificios de la Generalitat, así como la gestión del registro de certificación energética de edificios y otros aspectos normativos y reglamentarios relacionados con instalaciones térmicas en edificios.
- Funciones de inspección técnica, gestión y control en el ámbito de la seguridad, calidad y normativa industriales, cuanto así lo establezca la Generalitat.
- Intercambiar conocimientos y tecnologías con otros países y representar a la Comunidad Valenciana en los diferentes órganos regionales, nacionales o internacionales relacionados con temas energéticos.
- El estudio, detección, prevención, tratamiento y gestión de residuos industriales y demás elementos o agentes que afecten al medio ambiente.
- Atraer, promocionar y mantener la inversión, tanto nacional como extranjera, en la Comunidad Valenciana.

- Seguimiento, coordinación e inspección de las verificaciones metrológicas de las empresas concesionarias.
- Participación en el diseño, coordinación, dirección y supervisión de los planes de apoyo al sector privado en colaboración con los órganos de la Administración europea, central y autonómica.
- Conceder créditos, avales y otras facilidades financieras a los fines recogidos en los apartados anteriores.

Administración Estatal

La Entidad Pública Empresarial de Suelo o SEPES es un organismo adscrito a al Ministerio de Fomento, aunque fue fundado por el Ministerio de Industria en 1959. Es el principal operador de suelo público de ámbito nacional y se dedica a la promoción y gestión de suelo. Tiene las siguientes funciones:

- Fomentar el reequilibrio social y económico en el territorio español.
- Promocionar, adquirir y preparar suelo para usos residenciales, industriales, terciarios y de servicios.
- Elaborar proyectos de urbanización y ejecutar infraestructuras urbanísticas.
- Ejecución de actuaciones singulares como la edificación de naves industriales.
- Actuaciones en materia de vivienda protegida, mediante la promoción de suelo residencial y edificación de las viviendas necesarias.
- Establecer las bases para la generación de un tejido empresarial y de empleo.
- Transformación de suelo para la construcción de viviendas de protección oficial.

En nuestro caso se podría contar con el apoyo del IVACE para la promoción del centro logístico, como ya ocurriera hace más de 10 años con la promoción de Parc Castelló, que no llegó a realizarse por el entonces organismo competente SEPIVA.

A continuación estudiaremos los diferentes modelos de financiación para determinar cual es el mas adecuado para la situación que se estudia.

5.2. Tipologías de financiación

Existen diferentes modalidades de gestión y financiación según el papel de la administración pública y el de la inversión privada, dependiendo del peso que asume cada una de estas partes en la financiación podemos diferenciar tres tipologías: Financiación pública, privada y mixta.

5.2.1. Financiación pública

La administración es responsable de todas las fases del proyecto: adquisición del suelo, inversión inicial, operación, mantenimiento y gestión integral del centro.

También cabe la posibilidad de que la administración subcontrate a una empresa privada especializada para la prestación de servicios de valor añadido o comerciales. Aunque los objetivos de estos proyectos deberían ser el desarrollo territorial y los beneficios socioeconómicos.

En esta modalidad hay una gran inversión del Estado, lo que implica un gran riesgo y puede generar una dilatación en el tiempo de implantación del proyecto, por la necesidad de obtener los permisos públicos correspondientes.

Existen diferentes modelos de financiación pública: financiación directa, a través de subvenciones o a través de empresas públicas. Se clasifican en:

Contrato de obra con abono de certificaciones

Sistema tradicional de financiación pública en España, consiste en un abono mensual por parte de la administración de las certificaciones presentadas por el contratista adjudicatario de la construcción del proyecto, en concepto de pago por la obra ejecutada durante dicho periodo.

Aportaciones públicas a Entes Públicos o Sociedades Estatales

El llamado “Modelo Español”, consiste en una forma indirecta de financiación, en la que la Administración transfiere la deuda a otros agentes creados para la realización de un determinado proyecto, cuyos fondos provienen de los presupuestos generales.

Con este modelo de financiación se puede realizar una gran inversión sin que repercuta directamente en los presupuestos generales, sino que se transfiere la deuda a las siguientes generaciones.

Contrato de obra con abono total del precio

El llamado “Método Alemán” o contrato de obra llave en mano, consiste en un contrato de construcción en el que el total del precio acordado en el momento de la adjudicación se abona al finalizar las obras, ya sea en uno o varios pagos.

5.2.2. Financiación privada o Project Finance

Se puede entender por Project Finance a la financiación de un proyecto sin el apoyo de garantías adicionales a las que proporciona el propio proyecto con sus futuros ingresos. Un aspecto que encarece este tipo de proyectos es el proceso “due diligence” que exigen las entidades de crédito para otorgar la financiación, que consiste en una auditoría que verifique la viabilidad del proyecto, en el caso de que sea necesario acudir a dichas entidades de crédito.

En este sistema una empresa privada adquiere los terrenos, es propietaria y administradora del centro, en el que asume todos los riesgos. Al ser necesaria una gran inversión inicial, lo habitual es que se retrase la implantación de servicios de valor añadido hasta tener un cierto número de clientes. Aún así el Estado puede ofrecer beneficios fiscales para acelerar el proceso.

Con este tipo de gestión se asegura la eficiencia operacional pero no la existencia de servicios complementarios ya que la empresa privada estará dispuesta a asumir un riesgo limitado y esto puede repercutir en precios mas elevados para el usuario.

5.2.3. Financiación Mixta

En estos sistemas de financiación participan todos los agentes interesados compartiendo riesgos y beneficios y se aplican en el caso de proyectos rentables desde un punto de vista económico y social pero que carecen de una rentabilidad financiera suficiente para que el sector privado participe en ella sin apoyo del Estado.

Entre los diferentes modelos de financiación mixta existentes, se pueden distinguir en los que la administración presta a los concesionarios una serie de ayudas con la finalidad de facilitar la financiación del proyecto, el modelo Joint-Venture y los llamados participación o colaboración público-privada (PPP), término que proviene del inglés, public-private partnership.

Aplicando estos modelos de financiación se compatibilizan los objetivos socioeconómicos de la administración con los exclusivamente financieros del sector privado, esta es la forma de que la administración pueda apoyar la realización de estos proyectos gravando lo menos posible sus presupuestos.

Estos aportes de la administración permiten a los concesionarios alcanzar tasas adecuadas de rentabilidad y que los precios de los servicios prestados a los futuros usuarios sean atractivos. Entre las posibles ayudas de la administración pública al sector privado podemos encontrar:

- Ayudas financieras de la administración en forma de préstamos participativos, subvenciones o préstamos reintegrables, con o sin interés.
- Aportes de la administración en la financiación o en la ejecución por su cuenta de parte de la construcción.
- Ayudas de otras administraciones públicas distintas de la concedente, nacionales o internacionales.
- Aportes de las administraciones públicas durante la ejecución de las obras, una vez terminadas estas o al término de la concesión, pudiendo ser dinerarias o de otro tipo.

- Ayudas durante la fase de exportación que garantizan su viabilidad económica, como por ejemplo: subvenciones a los precios, anticipos reintegrables o préstamos, aportados desde el inicio de la explotación o durante la misma.
- Deuda subordinada pública para financiar la construcción y explotación, o solo la explotación, de la concesión.

Además de estos aportes de las administraciones, la inclusión de servicios de valor añadido que formen parte de la obra y sean susceptibles de un aprovechamiento económico diferenciado pueden facilitar el montaje financiero de la concesión.

Joint-Venture

En esta modalidad la administración participa en una empresa mixta, normalmente creada para este fin, en la que aporta el terreno y la infraestructura y una empresa privada especializada en el sector sería la responsable de la operación del centro.

La administración al participar como socio, controla los objetivos de desarrollo y las decisiones estratégicas del proyecto, aunque este modelo no transmite seguridad a las empresas privadas ya que al ser una empresa pública recién constituida, no existe ninguna referencia del riesgo que se corre al asociarse con ella.

El hecho de que la operación sea llevada a cabo por una empresa privada, normalmente asegura buenas prácticas comerciales y servicios de calidad. Aunque pueden aparecer limitaciones, ya que la administración es responsable solidaria y esto puede generar tiempos adicionales en el proceso de obtención de las decisiones públicas correspondientes porque es necesario un análisis mas exhaustivo que en el caso de una concesión.

La diferencia entre un modelo JV y una PPP es que el modelo JV no tiene una duración predefinida y no tiene porque ser un acuerdo entre la administración y el sector privado, sino que también puede ser una empresa formada por dos empresas públicas o dos empresas privadas.

Participación público-privada

El objetivo de este modelo es prestar un servicio de calidad a los usuarios al menor coste posible. La participación del sector público garantiza la representación de los intereses de los ciudadanos y la participación del sector privado aporta eficiencia y competitividad a la prestación del servicio.

La clave de la PPP es asignar el reparto de responsabilidades, en dos aspectos. Por un lado el aspecto de la regulación, que cuestiones serán decisión de cada parte y por otro lado, la asignación de riesgos.

El concepto de PPP varía según el país o la administración, lo que parece claro es que es más que una simple colaboración entre las partes y que se extiende durante la construcción, mantenimiento y explotación de la infraestructura.

El Libro Verde sobre PPP de la Comisión Europea del 2004, establece una serie de condiciones que debe cumplir toda PPP:

- La relación entre los sectores público y privado debe ser de larga duración.
- El sector privado debe participar en la financiación de algún modo.
- El sector privado debe tener un papel fundamental en el mantenimiento y explotación de la infraestructura.
- La relación debe establecer una adecuada distribución de riesgos entre los sectores público y privado.

Entre las PPP se pueden diferenciar dos tipos, contractuales e institucionales. En las contractuales, el vínculo entre los sectores público y privado queda establecido por un contrato. En este tipo de PPP la relación entre ellos funciona como la que existe entre un contratista, que vela por su propio interés, con el objetivo de reducir costes y mejorar la calidad del servicio y el sector público que vela por los intereses de los clientes. Esta relación se regula en un contrato que establece el reparto de responsabilidades. El modelo más común de PPP contractual es la concesión.

El segundo tipo de PPP se denomina PPP institucional, en este caso la relación entre ambos sectores se basa en una participación conjunta en una entidad encargada de la gestión de la infraestructura. Este modelo, similar al Joint-Venture, es mucho menos común.

Volviendo a el PPP contractual, el Contrato de Colaboración entre el Sector Público y el Sector Privado (CCPP), se encuentra regulado por la Ley de Contratos del Sector Público (LCSP). Es un contrato especialmente complejo, no podrá exceder de veinte años con carácter general, no obstante si es aplicable el régimen de concesión de obra pública, se puede extender hasta un plazo máximo de cuarenta años como establece el artículo 244 de la LCSP, salvo las obras hidráulicas que se rigen por una normativa específica y su duración puede llegar a setenta y cinco años.

La Ley de Contratos del Sector Público, del 30 de Octubre de 2007, define en su artículo 11:

“Son contratos de colaboración entre el sector público y el sector privado aquellos en que una Administración Pública o una Entidad pública empresarial u organismo similar de las Comunidades Autónomas encarga a una entidad de derecho privado, por un periodo determinado en función de la duración de la amortización de las inversiones o de las fórmulas de financiación que se prevean, la realización de una actuación global e integrada que, además de la financiación de inversiones inmateriales, de obras o de suministros necesarios para el cumplimiento de determinados objetivos de servicio público o relacionados con actuaciones de interés general, comprenda alguna de las siguientes prestaciones:

a. La construcción, instalación o transformación de obras, equipos, sistemas, y productos o bienes complejos, así como su mantenimiento, actualización o renovación, su explotación o su gestión.

b. La gestión integral del mantenimiento de instalaciones complejas.

c. La fabricación de bienes y la prestación de servicios que incorporen tecnología específicamente desarrollada con el propósito de aportar soluciones más avanzadas y económicamente más ventajosas que las existentes en el mercado.

d. Otras prestaciones de servicios ligadas al desarrollo por la Administración del servicio público o actuación de interés general que le haya sido encomendado.”

Sólo podrán establecerse este tipo de contratos de colaboración cuando se haya puesto de manifiesto, según lo establecido en el artículo 118 de la LCSP, que otros métodos alternativos de contratación no satisfacen los objetivos del sector público.

Concesión

Existen diferentes modalidades dentro de las PPP, aunque la más común entre ellas es la de la concesión, en la cual la administración pública adquiriría los terrenos y suscribiría un contrato de concesión con un administrador privado del centro logístico.

Este contrato contemplaría los objetivos de desarrollo, un calendario predefinido y consensuado entre las partes, así como los servicios a prestar y las tarifas de estos. Se comparte el riesgo entre la Administración y el concesionario aunque este último carga con la mayor parte, será responsable de la operación, mantenimiento, financiación y gestión del centro.

El contrato puede establecer también un porcentaje mínimo de superficie a disposición de pequeños operadores, para evitar que el centro se limite a servir a los grandes operadores y sirva a todos los clientes potenciales.

El concesionario tendrá un papel activo en la promoción de la superficie disponible para amortizar su inversión y dado que los precios ofertados serán atractivos al estar fijados por el contrato, se espera una elevada eficiencia de este tipo de modelo. El concesionario tiene la opción de aumentar sus beneficios ofreciendo servicios de valor añadido, opcionales para los clientes, en los que tendrá libertad a la hora de fijar los precios.

La concesión otorga al concesionario los derechos de uso del centro, incluyendo la responsabilidad de las operaciones e inversiones. Tras terminar el periodo de concesión, los bienes pasarían a manos de la administración, incluso los adquiridos por el concesionario durante este periodo. En una concesión, el concesionario recibe sus ganancias a través del consumidor.

Proyectos BOT (Build – Operate – Transfer) (Construcción – Operación – Transpaso)

En este tipo de proyectos, la administración pública le otorga a la empresa privada el derecho a desarrollar y operar un centro por un cierto periodo de tiempo. Normalmente este centro es una edificación nueva en un terreno no urbanizado o rural. Generalmente la empresa obtiene sus ganancias de la empresa pública o del gobierno, en lugar de los consumidores.

El operador es propietario, financia y construye el centro y lo opera durante el periodo estipulado, después el centro pasa a ser propiedad del sector público. Las ganancias generadas en la operación son destinadas a cubrir los gastos de operación, mantenimiento y construcción.

La empresa privada asume mucho riesgo y es habitual que exija al gobierno algún tipo de garantía que se incorpora al Acuerdo de Implementación.

Proyectos DBO (Design – Build – Operate) (Diseño – Construcción – Operación)

En este tipo de proyectos es el sector público quien financia la construcción y el sector privado se encarga del diseño, construcción y operación del centro. Normalmente, la documentación de un DBO es más sencilla que la de un BOT o una concesión, ya que no hay documentación financiera y suele consistir en un contrato de obras civiles y un contrato de operaciones. El operador no asume ningún riesgo financiero en este tipo de acuerdo y suele recibir un pago por el diseño y construcción y otro por el período de operación.

Otros modelos

- **BOOT (Build – Own – Operate – Transfer) (Construcción – Propiedad – Operación – Traspaso):** Como el modelo BOT, pero sin opción de compra/devolución anticipada por parte de la administración.
- **BOO (Build – Own – Operate) (Construcción – Propiedad – Operación):** Como el modelo BOOT pero no se produce la transferencia final del centro, muy similar a una mera privatización.
- **BLOT (Build – Lease – Operate – Transfer) (Construcción – Arrendamiento – Operación – Traspaso):** El concesionario construye el centro, es desde el primer momento propiedad de la administración, mantiene y opera el centro y lo transfiere al final del periodo acordado.
- **DBFO (Design – Build – Finance – Operate) (Diseño – Construcción – Financiación – Operación):** Similar al modelo BOT, pero en este caso el sector privado asume un papel mas importante en el diseño del proyecto. La propiedad recae en todo momento en la administración pública.
- **DCMF (Design – Construct – Manage – Finance) (Diseño – Construcción – Gestión – Financiación):** Similar al modelo DBFO, salvo que junto a la construcción de la infraestructura, recae en el sector privado la gestión de la misma.

5.2.4. Elección de la tipología de financiación

A la vista de todas las modalidades disponibles, la mas adecuada parece ser la de concesión. La administración autonómica a través de la empresa pública IVACE, adquiriría los terrenos en forma de expropiación y un operador privado sería responsable de la operación, mantenimiento, financiación y gestión del centro.

La parcela en la que se ubicaría el centro tiene 113 Ha que a priori excede las necesidades del centro, por tanto se podría realizar una reparcelación, que tendría mejor acogida entre los propietarios de los terrenos que una simple expropiación, como ya ocurriera hace 10 años con Parc Castelló.

5.3. Tipo de operador logístico

En este apartado analizaremos los diferentes tipos de operadores logísticos y elegiremos el más adecuado para nuestro centro logístico. La clasificación de los mismos está organizada según los servicios logísticos de los que se encargan cada uno, esta clasificación los divide en cuatro: 1PL, 2PL, 3PL, 4PL y 5PL. El término “PL” se refiere a *Party Logistics*, que quiere decir proveedores de logística.

1PL o First Party Logistics

Estos operadores se encargan del transporte de mercancías y entre ellos encontramos a las agencias de transporte que distribuyen las mercancías de la empresa que las contrate. Pero dichas empresas cuentan con sus propias instalaciones de almacenamiento, sistemas de manutención y conservan las tareas de operaciones.

Es la fase logística donde es más habitual la subcontratación, esto libera a la empresa de la necesidad de adquirir y mantener una flota de transporte, así como de contratar y gestionar a los conductores.

2PL o Second Party Logistics

Esta clasificación se refiere a empresas que aparte del transporte, se encargan del almacenamiento de la mercancía y cuentan con su propia maquinaria de almacén. Este tipo de empresas ya se consideran operadores logísticos y su fortaleza se fundamenta en economías de escala.

Estas empresas trabajan a un nivel más amplio que las anteriores, pero siguen ofreciendo servicios estándar de ámbito nacional. Por otra parte, la empresa contratante se encarga de la preparación de los pedidos en el almacén y de la gestión de la flota de vehículos.

3PL o Third Party Logistics

Este tipo de operadores logísticos van más allá en la integración de servicios que los de la clasificación anterior y cuentan con almacén y flota de vehículos, además se encargan de la gestión del almacén y de la coordinación de las operaciones de transporte.

Los acuerdos entre este tipo de operadores logísticos y la empresa contratante suelen ser a largo plazo, ya que los servicios que ofrecen integran más fases de la logística y son más personalizados y adaptados a las necesidades de la empresa.

De esta manera el operador logístico optimiza progresivamente la parte de la cadena de suministros de la que se encarga, mientras la empresa contratante se encarga del control global del flujo de mercancías.

4PL o Fourth Party Logistics

Este tipo de operadores no funcionan como los anteriores, no cuentan con recursos físicos como almacenes o camiones pero sí utilizan su experiencia, conocimientos y capacidad tecnológica para supervisar el funcionamiento de la cadena logística y optimizar su eficiencia.

Este modelo supone una ventaja para algunos fabricantes que pueden centrarse en las tareas que saben realizar, mientras el operador que cuenta con un conocimiento avanzado del negocio, optimiza la cadena de suministro.

Pero esto puede conllevar a una gran dependencia de la empresa contratante con el operador, cuyos acuerdos suelen ser a largo plazo y resultar en relaciones muy estrechas. Mientras los operadores logísticos 3PL son los encargados de toda la parte física.

5PL o Fifth Party Logistics

Este tipo de operadores logísticos integran la ejecución de los servicios físicos habituales de los 3PL, con la experiencia en la optimización de la cadena logística de los 4PL.

Elección del operador logístico

Anteriormente vimos una clasificación general de los operadores logísticos que se basa en la función que desempeñan en la cadena logística y en su modo de trabajar. No obstante, dentro de cada uno de ellos, encontramos operadores logísticos especializados en diferentes sectores.

Lo ideal sería contratar un operador 5PL, o en su defecto un 3PL y un 4PL, especializados en la distribución de paquetería y transporte de media distancia.

5.4. Gestión del almacenamiento

Para una adecuada gestión de las mercancías hay que cumplir ciertos objetivos:

- **Flexibilidad:** Una buena gestión del almacén debe adaptarse a las necesidades del cliente, a las características de la mercancía y a la etapa de producción.
- **Coordinación:** Es fundamental que el almacenamiento se gestione junto con el resto de aspectos logísticos de la empresa.
- **Calidad:** Los servicios prestados y los inventarios deben realizarse con el máximo detalle.
- **Optimización:** Se debe aprovechar el espacio de almacenamiento al máximo y al mismo tiempo, los recorridos de la mercancía debe ser mínimo. Reduciendo así costes y personal.
- **Seguridad:** Debe estar garantizada para el personal, la mercancía y las instalaciones, por medio de equipos de protección y de la prevención de riesgos. Además de los sistemas de control de mercancía.

Tipologías de sistemas de almacenamiento

Un sistema de almacenamiento adecuado y una gestión eficiente de las mercancías, es una ventaja competitiva muy importante para una empresa. Permite a la empresa abarcar una mayor cuota de mercado y ahorrar tanto tiempo como dinero.

Para optimizar el trabajo en una empresa, es necesario estudiar las diferentes opciones y elegir el sistema que mejor se adapte a las circunstancias y necesidades de la empresa. Para ello se tienen en cuenta las características de la mercancía, su colocación y su rotación, alta en nuestro caso.

Sistema de almacenamiento convencional

El más habitual, combina el almacenamiento de unidades individuales con mercancía en palés. De fácil acceso al producto y se adapta a cualquier volumen y peso de la carga. Los niveles bajos se reservan para la mercancía de preparación manual o *picking* y los más elevados se destinan a palés completos.

La altura de las estanterías está limitada por las carretillas elevadoras (6 – 7 m), la dimensión del recinto y el tipo de mercancía. Son estanterías de doble acceso, central y lateral.

Cuenta con una gran versatilidad en el tipo de mercancía, facilidad de gestión y control total de los stocks pero tiene un reparto de superficie poco eficiente y un volumen de almacenamiento limitado.

Sistema de almacenamiento compacto

Este sistema está indicado para almacenar un gran número de palés con unidades homogéneas y cuenta con un aprovechamiento máximo del espacio, en altura y superficie y un gran control de entradas y salidas.

Las instalaciones cuentan con estanterías con carriles y calles interiores de carga, las carretillas circulan por las calles con la carga por encima del nivel de almacenamiento. Si las mercancías de cada calle poseen la misma referencia, se evitan manipulaciones innecesarias.

Los inconvenientes de este sistema son que solo admite palés de una dimensión, es difícil de modificar el sistema una vez establecido, las clasificaciones son limitadas y solo tiene una referencia por pasillo.

Sistema de almacenamiento dinámico

Este sistema es el más eficaz, si se tiene una rotación perfecta, ya que la gestión de la carga cumple con los requisitos de entrada y salida. Es un sistema de almacenamiento compacto que otorga máxima capacidad, ahorra tiempo en la extracción de palés, facilita la localización de unidades, cuenta con una rotación perfecta de la mercancía y tiene una fácil instalación.

Las instalaciones consisten en estructuras compactas que incorporan rodillos con una ligera pendiente por los que se desliza la mercancía, aunque existen variantes en las que el desplazamiento se realiza solamente por acción de la gravedad, sin rodillos.

Los inconvenientes del almacenamiento dinámico son su alta inversión, su difícil modificación, su riesgo de aplastamiento entre mercancías y su limitación de referencias.

Sistema de almacenamiento móvil

Parecido al convencional, pero la estructura se desplaza sobre raíles. Se aumenta la capacidad del almacén en gran medida al compactarse las estanterías, sin perder acceso directo a las diferentes referencias.

Cuenta con los beneficios de un sistema compacto pero aprovechando mejor el espacio, la clasificación es según el tipo de carga y a la fuerza requerida para su desplazamiento.

En función de dicha fuerza de desplazamiento serán manuales o automáticas y en función del tipo de carga, en un almacén donde la mercancía está en palés, las estanterías pueden dedicarse a productos de baja o media rotación, almacén intermedio o cámara frigorífica.

Pero este sistema tiene un gran coste de instalación, difícil control de inventarios, retrasos en los procesos de apertura y cierre de pasillos y bajos niveles de entradas y salidas.

Sistema de almacenamiento automático – semiautomático

Este sistema favorece la diferenciación de la oferta de productos y los servicios, al reducir los costes y aumentar la productividad en la logística. Utiliza transelevadores de palés por medio de equipos robotizados y permite almacenar tanto cajas como palés.

Este tipo de almacenamiento facilita el inventariado y minimiza los errores en la manipulación de las cargas. Además ofrece grandes prestaciones, mantenimiento sencillo, amplios horarios, alta productividad y flujos continuos de entrada y salida de mercancías.

Pero tiene los inconvenientes de sus altos costes de inversión y mantenimiento y su dificultad de modificación una vez instalado.

Este tipo de sistemas está dotado con un software de gestión con el que se identifica y controla toda la mercancía. Se pueden diferenciar tres tipos de almacenamiento automático:

- *Uniload*: Almacena individualmente unidades de carga de manera automática.
- *Miniload*: Almacena cargas pequeñas y ligeras de alta rotación, la automatización aumenta la productividad al minimizar los errores de manipulación.
- Transelevador o autoportante: Almacena a grandes alturas.

Sistema de almacenamiento autoportante

Este sistema automático de almacenamiento integral en el movimiento de la carga, permite aprovechar al máximo la superficie disponible, ya que almacena a alturas elevadas.

La manipulación de la mercancía se realiza mediante transelevadores que garantizan una gran operatividad. Las estanterías soportan el peso de las instalaciones y cubierta sin necesidad de vigas o pilares, por tanto no es necesaria la construcción de una nave industrial y se rentabiliza al máximo el espacio de almacenamiento.

Pero este sistema tiene la necesidad de estandarización de los palés y de una perfecta organización para un perfecto funcionamiento.

Elección de la tipología de almacenamiento

El sistema de almacenamiento dinámico presenta ventajas logísticas frente a los sistemas convencionales y compacto y ventajas económicas y de simplicidad funcional frente a los sistemas móvil, automático y autoportante, por tanto parece la opción más adecuada.

Es un sistema de fácil instalación, adecuado para un almacén de alta rotación, otorga máxima capacidad y eficacia, ahorra tiempo y facilita la localización de la mercancía. El mayor inconveniente lo encontramos en su alta inversión.

5.5. Gestión de stocks

Los inventarios o stocks son artículos que se encuentran en el almacén con la intención de venderlos, en su estado de recepción o tras ciertas transformaciones, cuya inversión no proporciona beneficios hasta que dejan el almacén.

Los inventarios surgieron en la cadena logística porque permitían reducir los costes de la actividad empresarial. Suavizaban y reducían los costes de producción y satisfacían los objetivos de servicio al cliente.

La adecuada organización y gestión del stock es fundamental para el correcto funcionamiento de un almacén e influye en toda la cadena logística.

Método de clasificación ABC

Este método categoriza en orden de importancia las mercancías para dividir las en tres grupos:

- Categoría A: Mercancías muy solicitadas, de mayor rotación, las más urgentes. Representan el 80 % del stock.
- Categoría B: Mercancías de importancia secundaria.
- Categoría C: Mercancías poco solicitadas, de menor rotación.

El objetivo de esta categorización es conseguir un mayor control del inventario, priorizando las mercancías de mayor valor o que requieren un nivel de control diferencial. Con este método se reduce el coste de manipulación y el tiempo de operación, al situar las mercancías de la categoría A cerca de las zonas de carga y descarga.

Optimización del espacio de almacenamiento

El espacio a reservar para facilitar el movimiento de las mercancías esta en función del método de manipulación utilizado. Será necesario reservar 75 mm en los laterales y 100 mm en la parte superior para manipulación mecánica, mientras que estos espacios serán mucho menores para manipulación manual.

Optimización de los flujos logísticos

Existen dos métodos principales para gestionar el flujo entrante y saliente de mercancías.

Sistema FIFO

El sistema *First In, First Out* (Primero en entrar, primero en salir) es el utilizado para almacenar productos perecederos como alimentos o medicamentos, favoreciendo que salgan primero los más próximos a su fecha de caducidad.

Es el utilizado en muchos sistemas, como el almacenamiento dinámico, independientemente del tipo de mercancía, por su buena rotación de existencias. Sería el sistema idóneo para nuestro almacén.

Sistema LIFO

En el sistema *Last In, First Out* (Último en entrar, primero en salir) el ultimo producto en llegar al almacén es el primero en salir, tienen prioridad las nuevas mercancías.

5.6. Gestión de manutención

Los medios de manutención son los que hacen posible la manipulación y el traslado de mercancías en el almacén, descargas, recepción, preparación de pedidos, etiquetado, envasado, control de calidad, embalaje, clasificaciones, etc. Es importante analizar y optimizar todos estos movimientos para reducir tiempos y costes.

Ciertas operaciones están mecanizadas para una mayor efectividad, pero muchas otras dependen de la fuerza de los operadores, de forma directa como el levantamiento o de forma indirecta como el desplazamiento. Estos operadores han de recibir una correcta formación en manipulación manual y mecánica y actuar siempre desde la precaución y la prevención de riesgos.

El método mas eficiente de paletización es la automática, en la que una maquina envuelve la mercancía en film rápidamente, con una intervención manual mínima. Puede ser semiautomática, en la que la paletización la realiza una maquina controlada por un operario o directamente manual.

5.7. Gestión del suelo

La superficie en la que se encuentran los centros logísticos tiene carácter patrimonial, es susceptible de comercialización mediante cualquier título de derecho privado: alquiler, venta, derecho de superficie, etc.

Los viales y espacios libres dentro del área logística son de dominio público adscrito al titular de dicha área logística. Su utilización y acceso están regulados, por lo tanto estas áreas tienen el control de acceso restringido y son espacios cerrados.

Estas áreas logísticas se rigen por un modelo urbanístico específico y están consideradas por la regulación sectorial como infraestructuras de transporte.

La entidad gestora asume la gestión y el mantenimiento de los espacios públicos, limpieza, servicios de control y calidad, etc.

Las zonas en las que se realizan actividades de servicios son dotaciones de dominio público que se comercializan en régimen de concesión o arrendamiento posterior por parte de los concesionarios.

5.8. Gestión de servicios

Las empresas de pequeña distribución están incorporando cada vez servicios que atienden las necesidades del cliente para desmarcarse del resto, tales como el seguimiento online de los pedidos por geolocalización, compromisos de un número mínimo de intentos de entrega o tarifas según la urgencia del pedido.

Como ya se ha comentado en capítulos anteriores, el almacén presta los servicios de recepción de mercancía, almacenamiento, manutención, preparación de pedidos, expediciones de mercancía, organización y control de existencias, envasado, etiquetado, embalaje y clasificación.

Además de los servicios anteriores, sería interesante disponer de instalaciones que prestaran servicios a vehículos:

- Instalaciones de suministro de carburantes. Estas podrían estar también abiertas al público.
- Talleres de reparación y mantenimiento de vehículos y equipos.
- Grandes superficies de aparcamiento para vehículos pesados.
- Zonas de descanso para conductores.
- Instalaciones de lavado de vehículos.

En cada caso habría que valorar la existencia de estas instalaciones en el conjunto del ZAL portuario para evitar el exceso de las mismas.

CAPÍTULO 6

NUEVAS TECNOLOGÍAS

6. NUEVAS TECNOLOGÍAS

6.1. Introducción

En las últimas décadas la industria portuaria se ha reinventado una y otra vez a través de avances como el contenedor, buques de mayor tamaño y las tecnologías de la información y la comunicación. En cambio en los últimos años, a pesar de los avances que han surgido, el sector portuario sigue anclado en el pasado, dependiendo de sistemas manuales y documentos en papel.

Pero el comercio mundial no se detiene, los volúmenes de carga son cada vez mayores y siguen presionando a los puertos que deben seguir innovando para satisfacer la demanda. Los operadores que quieran tener una ventaja competitiva deberán adoptar una mentalidad digital e implementar tecnologías *smart-port* para ser productivos, eficientes, competitivos y satisfacer las necesidades del cliente.

Los puertos más innovadores están adoptando los mismos avances que están afectando a otras industrias, como plataformas conectadas a sistemas comunes, servicios de información en la nube, aplicaciones, big data, transporte autónomo o tecnología *blockchain*.

Al mismo tiempo, el entorno portuario se ha convertido en una intrincada red de profesionales que incluye: autoridades portuarias, empresas de transporte y logística, navieras, operadores de terminales y proveedores de almacenamiento. Para que sean verdaderamente eficaces, todas las partes tienen que hacer algo más que adoptar estas tecnologías por su cuenta. En su lugar, deben adoptar los servicios y plataformas que faciliten a las partes trabajar juntas para mejorar la eficiencia del sistema.

Estas plataformas y servicios permiten expandirse a las empresas sin requerir una gran inversión en infraestructuras o equipos y en algunos casos asociaciones de empresas crean aplicaciones que también pueden ser usadas como nuevas fuentes de ingresos.

6.2. Puertos inteligentes o *Smart-port*

Esta tecnología se basa en sistemas con los que las partes interesadas pueden reconfigurar funciones básicas, optimizar operaciones existentes y ofrecer apoyo a las infraestructuras básicas, tales como sistemas de manejo de carga, de gestión de tráfico, de trámites aduaneros, de seguridad y de supervisión del uso de energía. Algunos solo benefician a una de las partes interesadas y otros ofrecen apoyo a asociaciones específicas entre ellos, como por ejemplo una autoridad portuaria y operadores de terminales.

Apoyo a la infraestructura

Los sensores inteligentes ayudan a las autoridades portuarias y a los operadores de las terminales a operar y mantener la infraestructura y facilitan su manejo. Los sensores que están incrustados en las paredes de los muelles, en las líneas ferroviarias y en los puentes pueden transmitir información en tiempo real sobre las condiciones de funcionamiento de las infraestructuras.

De esta manera los sensores pueden reducir la necesidad de inspecciones anuales y proporcionar datos que ayuden a programar el mantenimiento con mayor precisión. Estos sistemas de monitorización de las condiciones de las infraestructuras basados en sensores tienen un coste muy bajo y pueden amortizarse rápidamente en países donde el coste de la mano de obra es elevado.

Manejo de carga

Los sistemas de monitorización pueden maximizar la eficiencia de los equipos de manipulación de carga y optimizar su mantenimiento, ayudando a los operadores de las terminales a manejar mayores volúmenes y mejorar la productividad. Además si los equipos de manipulación están conectados al sistema, hacen este trabajo a tiempo real.

El puerto de Valencia ha desarrollado una red de “cajas negras” instaladas en grúas, camiones y carretillas elevadoras que recogen información de su localización, estado de las operaciones y consumo de energía. El sistema analiza la información a tiempo real y la comparte con el personal de la terminal para identificar cuellos de botella y actuar al respecto. Esto puede ahorrar un 10% en costes operativos al reducir el tiempo de espera y minimizar el consumo de energía.

Tráfico intermodal

Mejorar la eficiencia del movimiento de cargas no es el único objetivo, las terminales también necesitan mejores opciones para dirigir trenes y camiones a través de áreas frecuentemente congestionadas lo más rápido posible. Los sistemas de reservas de terminales proporcionan la opción a los transportistas de reservar horarios específicos para dejar o recoger la carga. Al reservar franjas horarias con antelación, estos sistemas ayudan a minimizar los tiempos de espera, lo que reduce las aglomeraciones y las emisiones que estas generan.

El puerto de Singapur usa un sistema de monitorización del tráfico vía GPS que sigue los movimientos de los camiones, notifica a las terminales cuando están a punto de llegar y proporciona indicaciones de como proceder.

Aduanas

Además de mejorar la eficiencia del movimiento de carga y vehículos, los puertos necesitan optimizar el manejo de la información, de los pagos, de los trámites de licencias comerciales, permisos de importación y exportación.

Los puertos europeos mas importantes están introduciendo tecnología *blockchain* para reducir el coste asociado a la documentación en papel. Blockchain almacena la información en diferentes lugares, acelerando el proceso y reduciendo el riesgo de manipulación de datos. Esta tecnología puede ser usada para crear registros a prueba de manipulaciones y eliminar las facturas en papel, ahorrando su coste a todas las partes interesadas.

Seguridad

Los puertos deben cumplir con los niveles mínimos de seguridad adecuados a las instalaciones y activos que gestionan, son responsables del control de acceso. Existen varias tecnologías que los puertos pueden incorporar para mejorar la seguridad, como los sistemas de vigilancia por movimiento que detectan intrusos y alertan al personal de seguridad.

Energía y medio ambiente

Las tecnologías anteriores ayudan a los puertos a reducir el consumo de energía, pero existen otras opciones como sistemas de iluminación que se activan al acercarse un vehículo. En el puerto de Valencia se demostró el ahorro de este sistema reduciendo el consumo un 80% y amortizándose en menos de dos años. Algunos puertos utilizan drones como una opción de bajo coste para inspeccionar equipos, limpieza y patrullar en busca de derrames de petróleo.

Sistemas interconectados

Muchas instalaciones están usando algún tipo de tecnología *smart-port*, pero los puertos más destacados, como el de Hamburgo, han conectado diferentes sistemas para convertirlos en una única plataforma interconectada. Este tipo de plataformas integran información procedente de sensores, aplicaciones y las bases de datos de las partes interesadas del puerto.

Las autoridades portuarias y los otros agentes usan estas plataformas para optimizar sus operaciones internas y recoger información a tiempo real del tráfico del puerto para evitar cuellos de botella. Algunas plataformas tienen sistemas de geolocalización que pueden llevar un seguimiento de los camiones y planificar de antemano las operaciones de carga y tráfico.

Además, estas plataformas producen información que puede ser vendida para amortizar su inversión, por ejemplo la información del tráfico a tiempo real puede ser vendida a operadores de transporte o logísticos que busquen optimizar sus rutas de entrega. Con este tipo de plataformas se puede también establecer la base de un mercado de equipos, donde estos se puedan comprar, vender o alquilar.

Tipologías de *Smart-port*

A pesar de los beneficios de la plataforma del puerto de Hamburgo, esta solución podría no ser adecuada para un pequeño puerto como el de Castellón, no existe una solución única para todos los puertos. Pero existen una gran variedad de tecnologías que pueden adaptarse a las necesidades específicas de cada puerto, ya que estas pueden depender de su localización, su tamaño, su papel en la cadena de suministro o la competencia a la que se enfrentan por parte de los puertos cercanos.

A continuación veremos como un puerto emergente necesita sistemas que le faciliten hacer negocios, un puerto de comercio local necesita aumentar su productividad, un puerto intermodal necesita optimizar el tráfico y los cambios modales y un puerto cercano a una ciudad necesita minimizar el impacto ambiental.

Puerto emergente

El acelerado crecimiento de la economía provoca que se construyan nuevos puertos para mantener el ritmo del crecimiento del comercio, que tienen que competir con los ya existentes. Las infraestructuras modernas dan la oportunidad de incorporar las últimas tecnologías mientras están siendo construidas.

Estas tecnologías incluyen sistemas de comunicación generales del puerto y sistemas personalizados entre ciertas partes que simplifican los negocios y el intercambio de información, otros sistemas que facilitan los negocios son los controles de acceso biométrico y los sistemas para escáneres que agilizan el proceso aduanero.

Puerto de comercio local

Los puertos que exportan los productos locales son los motores del comercio de sus países o regiones, por tanto es fundamental que estos puertos tengan la máxima eficiencia para reducir costes y mantener las exportaciones locales a precios competitivos. Las terminales de estos puertos tienen que lidiar con volúmenes de carga y tamaños de buque cada vez mayores. Para adelantarse a la demanda, les conviene instalar sistemas que mejoren el proceso de carga y la productividad.

Algunas de estas tecnologías incluyen sistemas de seguimiento de equipos y sistemas de control, como el SEAMS (Sistema inteligente de eficiencia energética y gestión adaptativa) o el sistema de cajas negras desarrollado por el puerto de Valencia que identifica y gestiona los cuellos de botella a tiempo real. Para estos puertos es vital mantener las relaciones comerciales con su hinterland para reducir costes y como muchos de ellos transportan sus mercancías por carretera, las puertas automáticas y los sistemas de reserva de franjas horarias y seguimiento de los camiones pueden acelerar el tráfico.

Puerto intermodal

Este tipo de puertos transportan grandes cantidades de carga a grandes distancias, la mayoría están situados en rutas de comercio de gran actividad y acogen grandes buques cuyas cargas pueden congestionar el tráfico del puerto. Estos puertos pueden experimentar grandes mejoras usando sistemas que gestionan el tráfico intermodal de manera eficiente y reducen costes, como los ya comentados sistema de reservas de franjas horarias y sensores del estado de las infraestructuras.

Puerto cercano a una ciudad

Estos puertos, además de lidiar con el resto de desafíos a los que se enfrentan los grandes puertos, deben ser respetuosos con el medio ambiente, minimizando la polución, el ruido y el tráfico que generan. Algunos de los sistemas que pueden ayudar a conseguir este objetivo son los de monitorización del tráfico en las carreteras de acceso o los sensores de la calidad del aire y del agua, pudiendo compartir toda esa información entre los diferentes profesionales del puerto con las plataformas anteriormente comentadas.

6.3 Tecnologías *Smart-port*

A continuación veremos con detalle algunos de los sistemas mencionados anteriormente, otros sistemas ya en uso y algunos prototipos que podrían ser el futuro del transporte.

Blockchain o cadena de bloques

Es una tecnología que permite a la información ser distribuida pero no copiada, aunque fue creada originalmente para el comercio de *Bitcoin*, se han encontrado otras aplicaciones potenciales para esta tecnología.

Todos los ordenadores que están conectados por esta tecnología actúan como nodos y transmiten información entre ellos, guardando todos una copia de la base de datos del sistema, de forma que la información siempre es pública y verificable. Cada usuario procesa y verifica sus operaciones a través del sistema usando *Bitcoin* o otro tipo de moneda digital, las transacciones se agrupan en “bloques” cuya información es incorruptible y se añaden a una “cadena”, en el caso de un puerto los bloques podrían ser el conjunto de operaciones de una terminal y la cadena el conjunto de los bloques de las terminales del puerto.

La singularidad de esta tecnología es que no tiene una autoridad central, es un registro público e incorruptible, una manera simple, gratuita y segura de compartir información. Esta manera de realizar transacciones podría dejar obsoletas las transacciones tradicionales, sustituir al catastro como registro de las propiedades o ser la plataforma de votación de unas elecciones.

Sistema de sensores IoT

Un sensor es un dispositivo capaz de medir los niveles de una magnitud física, como temperatura, humedad o presión y transformarlos en una señal eléctrica que posteriormente convierte a un formato entendible. Los sensores por si solos ya resultan útiles, podemos aplicar sensores de temperatura en los equipos para evitar sobrecalentamientos, sensores de proximidad en aspectos de vigilancia o en los vehículos como apoyo para la maniobra, sensores de gases para controlar la contaminación.

Pero estos sensores simples pueden ser integrados en dispositivos con tecnología IoT, también conocido como el Internet de las cosas, es una tecnología que dota de inteligencia a las cosas y ofrece múltiples posibilidades a través de la interconexión de los activos que se encuentran en una cadena de suministro. De esta manera se pueden conocer las mejores rutas de entrega, controlar a tiempo real el trayecto de los productos y conocer su estado físico.

Es fundamental saber que información queremos recoger, que nos permita extraer conclusiones que ayuden a optimizar los procesos y así reducir costes, ofrecer mejores servicios y desmarcarse de la competencia.

Controles de acceso biométricos

Gobiernos y empresas están inmersos en la búsqueda de nuevos sistemas de seguridad infalibles y la biometría se presenta como uno de los sistemas mas fiables, la cual permite la identificación de los usuarios por voz, huella dactilar, reconocimiento facial o de iris. Además de ser un sistema fiable, tiene un bajo coste, lleva un registro de todos los usuarios y permite el acceso remoto.

Sistemas de información

Son sistemas de recopilación de datos generados a lo largo de la cadena de suministro, entre ellos encontramos los sistemas de tipo “nube”, aplicaciones móviles o el Big Data. Estos sistemas permiten el control eficiente de los activos, la optimización de los procesos, distribución más ágil al detectar mejores rutas, el seguimiento de equipos y productos y la fijación anticipada de los precios según la previsión de los costes logísticos.

Transporte autónomo

En esta categoría cabe diferenciar entre los camiones autónomos o *self-driving trucks* y los robots de reparto autónomos o *self-driving delivery robots*.

Camiones autónomos

Los vehículos autónomos podrían resultar el futuro del transporte aunque este término no es nada nuevo, ya que en 2014, Google presentó un prototipo de vehículo que mediante un software identificaba los distintos obstáculos a su alrededor y tomaba decisiones respecto a la dirección y velocidad que debía llevar en tiempo real. En ese mismo año, Mercedes-Benz presentaba su Future Truck 2025 que introducía la idea de un piloto automático para camiones en el que el conductor podría realizar otras actividades durante la conducción y ante una situación de emergencia requeriría de su actuación.

Volvo también se ha sumado a este tipo de tecnología y en su presentación en Brasil, su camión autónomo demostró que podía reducir un 4% de las pérdidas causadas por los camiones actuales que provocan pérdidas de un 12% de la producción anual de caña de azúcar. Su sistema *Volvo Dynamic Steering* cuenta con dos antenas GPS, dos giróscopos de alta sensibilidad y una pantalla de control en la cabina del camión. En Volvo también han desarrollado un concepto de convoy, un vehículo principal dirige al resto de camiones autónomos, similar al concepto de un tren.

Por otra parte, Tesla ha presentado un camión completamente eléctrico que destaca por sus prestaciones, incluye asistencias a la conducción, un sistema de piloto automático más refinado y un concepto de convoy similar al de Volvo. Estos sistemas de conducción autónoma reducen costes y emisiones y aumentan la seguridad vial, ya que el 90% de los accidentes de camiones son debidos a errores humanos.

Robots de reparto autónomos

Existen empresas de reparto como Amazon y FedEx que ya están utilizando estos robots para sus pequeñas entregas, con beneficios económicos y medioambientales. También existen diferentes empresas tecnológicas que han lanzado al mercado sus modelos de robot autónomo, de características y funcionamiento similares.

La empresa Starship ha desarrollado un robot de seis ruedas, con sensores como medidores de la inercia, cámaras y GPS que puede realizar entregas en un radio de 6 km. Puede entregar cargas de hasta 10 kg y el cliente puede realizar un seguimiento de su pedido y abrir el compartimento a través de una aplicación en su móvil. El robot puede ser controlado de forma remota en caso de que el sistema de navegación autónomo falle.

Sistemas de reparto subterráneo

Este sistema se basa en una red de túneles dónde los nodos se encuentran bajo los almacenes, supermercados u otros puntos de salida de mercancía y mediante unas cintas transportadoras se entregarían los productos a los domicilios. Se podría llevar un seguimiento del producto y abrir el punto de entrega a través de una aplicación en el móvil.

Amazon ya ha patentado el sistema y espera que sus beneficios incluyan el aumento de la eficiencia, entregas mas seguras y menos tráfico en las carreteras. Aunque no han sido los únicos en interesarse en esta tecnología ya que la empresa inglesa Mole Solutions y el CEO de Tesla y SpaceX, Elon Musk, ya mostraron su interés en 2016.

6.4. Conclusiones

Tras analizar las nuevas tecnologías que ya se están aplicando y las que se podrían aplicar en el futuro se pueden extraer varias conclusiones. Todas estas tecnologías provocan reducciones de costes de mantenimiento y operación que hacen que sus inversiones se amorticen rápidamente, además de los beneficios ambientales de la reducción de gases y del consumo de papel, pero podrían destruir muchos puestos de trabajo.

Como hemos visto hay una gran diversidad de soluciones adaptadas a todo tipo de puertos, a sus características y posibilidades económicas. En nuestro caso, el puerto de Castellón se beneficiaría de sistemas de información que aligeraran los trámites propios de las relaciones comerciales, tales como la tecnología blockchain o un sistema de información tipo nube y también de sistemas que aumenten su productividad y eficiencia como el SEAMS o el sistema de cajas negras del puerto de Valencia. En un futuro, cuando se construya la terminales intermodal podría beneficiarse también de los sistemas de gestión de tráfico intermodal y en el caso de tener un gran crecimiento podría incorporar sistemas que minimicen su impacto ambiental.

En el caso de nuestro centro logístico, este podría beneficiarse de los sensores IoT y la robotización de los equipos del almacén que le permitiría reducir costes, optimizar los procesos y así ofrecer un mejor servicio. Al ser un centro de distribución podría beneficiarse también de los robots de reparto autónomos y del sistema de reparto subterráneo, aunque estos sistemas tienen menos posibilidades de ser una realidad en el futuro por su elevado coste de implantación.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES

El presente trabajo de final de grado ha cumplido el objetivo principal de encontrar la ubicación óptima para el centro logístico, siendo la tercera opción de las propuestas (Parcela 157 de la figura 15), que se presenta como la más favorable al tener la mejor accesibilidad vial y ferroviaria, ser la opción más óptima para la logística de la zona y tener unos costes económicos y ambientales medios.

Se ha cumplido también el objetivo de utilizar el análisis multicriterio para dicha selección de la ubicación, en concreto el método ELECTRE, cuyos resultados han sido claros y útiles. Previo estudio de la industria y de la estructuración de las cadenas logísticas de la zona, se ha utilizado el método de la entropía para la asignación de los pesos de los criterios. Dado que los criterios no son medibles, la valoración de estos ha sido subjetiva, pese a ser un método objetivo e intentar mantener la objetividad a lo largo del proceso.

Se ha realizado un análisis de la logística y situación actual del puerto de Castellón y se concluye que tiene una gran necesidad de mayor superficie logística y pese a que esta lleva planificada más de diez años, no ha recibido la atención que merece por parte del gobierno. Este proyecto de la Zona de Actividades Logísticas e industriales, con su estación intermodal, supondría una gran oportunidad de crecimiento para la economía de la provincia.

Como ya indicaba la Generalitat Valenciana en su *Estudio del Sector Logístico en la Comunidad Valenciana* de 2018, Castellón es un área de oportunidad logística de máximo rango, debido a que esta llamada a ser uno de los ejes del Corredor Mediterráneo y que su puerto es el segundo que más crece en tráficos del sistema portuario español, es el tercero más rentable y el noveno en el ranking de los puertos españoles.

Al analizarse las diferentes tipologías de centros logísticos se concluye que el siguiente centro logístico que necesitaría el puerto, mas allá de el ZAL ya proyectado que se dedicaría en gran parte al transporte por ferrocarril y por carretera de media-larga distancia, sería un centro de distribución de alta rotación que cubriera las necesidades del transporte de corta-media distancia de paquetería y distribución en el que se prestarían servicios de valor añadido.

El almacén de este centro logístico realizaría la función de ruptura de carga, para el que se propone un sistema de almacenamiento dinámico, con un sistema de flujo *First In, First Out* y la contratación de un operador logístico 5PL o en su defecto un 4PL y un 3PL, especializados en la distribución de paquetería y el transporte de media distancia.

A la vista de todas las modalidades de financiación disponibles, la mas adecuada parece ser la de concesión. La administración autonómica a través de la empresa pública IVACE, adquiriría los terrenos en forma de expropiación y un operador privado sería responsable de la operación, mantenimiento, financiación y gestión del centro.

Finalmente, en el último capítulo se ha cumplido el objetivo de analizar las nuevas tecnologías del sector logístico y se ha concluido que las que mejor encajarían en el puerto de Castellón serían sistemas de información que aligeren las transacciones comerciales y sistemas que aumenten su productividad y eficiencia, mientras que el centro logístico podría beneficiarse de la robotización, sensores IoT y los robots de reparto autónomos.

CAPÍTULO 8

BIBLIOGRAFÍA

CAPÍTULO 8. BIBLIOGRAFÍA

Artículos:

- Artículo de Lluís Frago i Clols, para Scripta Nova, revista electrónica de geografía y ciencias sociales. Logística y reestructuración metropolitana en el área de Barcelona (2015).
- Artículo de Rafael Izquierdo Bartolomé, para la revista de obras públicas/Julio-Agosto 2000. Nuevo modelo de gestión y financiación de infraestructuras.

Publicaciones:

- Modulo 1. Logística, de Julián Santos Peñas, Angel Muñoz Alamillos y José Prieto Diego. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).
- Logística del transporte, de Francesc Robusté Antón. Temas de Transporte y Territorio, Universitat Politècnica de Catalunya (2005).
- Almacenaje de productos, de J. Escrivá y V. Savall (2015).
- Análisis de las decisiones multicriterio, de Carlos Romero (1996).
- Gestión de operaciones y logística, de Ramón Martín-Andino (2007).

Documentación Jornadas e Informes:

- Transporte y logística: un rumbo firme hacia el progreso, de Carlos J. Eleno Carretero (2011).
- Infraestructuras Logísticas de Andalucía, de Red Logística de Andalucía, Jornada sobre Logística de Productos Alimentarios (2013).
- Plataformas Logísticas: Características, distribución geográfica y su articulación con infraestructuras de transporte, de José Estrada Millán, Centro Español de Logística (2009)
- Memoria anual 2017 PortCastelló.
- Plan estratégico del puerto de Castellón 2013-2017, Memoria 2017.
- Estudios de localización, diseño y factibilidad de una plataforma logística en Colombia. Manual para la inserción en el territorio de plataformas logísticas, de Advanced Logistics Group (2010).
- Estudio del sector logístico de la Comunitat Valenciana, de Manuel Castaño Cano y Javier Casado Barahona (2018).

- Estrategia logística de España, Ministerio de Fomento (2013).
- Informe RIS3 Comunitat Valenciana de la Generalitat Valenciana, Logística y transporte (2013)
- Metas propuestas, de Estrategia territorial Comunitat Valenciana. Logística Objetivo 16: Convertir a la Comunitat Valenciana en la principal plataforma logística del mediterráneo.
- Logística y plazos de entrega en el sector cerámico: La necesidad de una plataforma logística, de Vicente Rius, Miguel Angel Moliner Tena, Javier Sánchez García, Miguel Angel Lopez Navarro, Lluís Callarisa Fiol y Rosa María Rodríguez Artola (2006).
- Observatorio de la logística en España, Centro de innovación del transporte (CENIT) y Centro nacional de competencia en logística integral (CC-LOGÍSTICA), Ministerio de Fomento.

Libros:

- Centros logísticos, de Ignasi Ragàs Prat (2012)
- Almacenamiento de materiales, de Mariano Pérez Herrero (2006)

Normativa legal:

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público.

Documentación Web:

- Página web oficial del puerto de Castellón. www.portcastello.com
- Página web oficial de puertos del Estado. www.puertos.es
- Página web oficial del catastro. www.catastro.meh.es
- Página web oficial de BCG. <https://www.bcg.com/en-es/default.aspx>
- Blog web Blockgeeks. <https://blockgeeks.com>