



**GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y  
DIRECCIÓN DE EMPRESAS  
CURSO ACADÉMICO 2023/2024**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS AL  
TRÁFICO MARÍTIMO**

**EMERGING TECHNOLOGIES APPLIED TO  
MARITIME TRAFFIC**

Sonia Castro Renero

Javier Gundelfinger Casar

Julio 2024

## ÍNDICE

<b>RESUMEN / ABSTRACT</b> .....	<b>4</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>1. LOS PUERTOS DE ESPAÑA</b> .....	<b>6</b>
<b>2. EL PUERTO DE SANTANDER</b> .....	<b>7</b>
2.1 ACTIVIDAD DEL PUERTO.....	7
2.2. INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA DISPONIBLES.....	8
2.3.1 Terminal de automóviles, ro-ro y con-ro .....	10
2.3.2 Terminal de graneles líquidos .....	12
2.3.3 Terminal de graneles sólidos.....	13
2.3.4 Terminal de contenedores .....	14
2.3.5 Otras instalaciones .....	14
2.4 LINEAS Y NAVIERAS .....	14
<b>3. NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA LOGÍSTICA</b> .....	<b>16</b>
3.1 Introducción a las nuevas tecnologías .....	16
3.1.1 Automatizaciones de procesos .....	16
3.1.2 Tecnologías blockchain .....	17
3.1.3 Inteligencia Artificial (IA) .....	18
3.1.4 Transport management systems (TMS) .....	19
3.1.5 ERPs .....	20
3.1.6 Movilidad conectada.....	21
3.2 APLICACIONES DE LAS Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) AL TRÁFICO MARÍTIMO .....	22
3.2.1 Introducción a la actividad portuaria .....	22
3.2.2 Tecnologías en el sector portuario.....	23
3.3 Aplicaciones en el puerto de Santander .....	26
3.3.1 Proyecto Control de Intrusos .....	26
3.3.2 Proyecto “MUON CARGO” .....	27
3.3.3 Next Port Digital Twin .....	27
3.4 OTROS PUERTOS DE REFERENCIA .....	27
3.4.1 Puerto de Shanghái. ....	27
3.4.2 Puerto de Rotterdam .....	28
3.4.3 Puerto Algeciras .....	29
3.4.4 Puerto Valencia .....	29
<b>4. FUENTES DE FINANCIACIÓN</b> .....	<b>30</b>
4.1 FONDOS EUROPEOS .....	30
4.1.1 Fondo Next Generation.....	30

4.1.2 Mecanismo MCE.....	31
4.1.3 Fondos de ayuda Brexit.....	31
4.1.4 Iniciativas cofinanciadas.....	32
4.2 FONDOS NACIONALES.....	32
4.2.1 Fondo de Compensación Interportuario.....	32
4.2.2 Fondo Financiero de Accesibilidad Terrestre Portuaria.....	33
4.2.3 Fondo Ports 4.0 .....	33
<b>5. PUERTOS 4.0 .....</b>	<b>33</b>
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>35</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>38</b>

## RESUMEN / ABSTRACT

Este Trabajo Fin de Grado hace un breve recorrido por la historia de la digitalización de los puertos, y mediante una presentación de las nuevas tecnologías que tenemos hoy en día disponibles, cómo se están aplicando al sector logísticos, y más en concreto, al tráfico marítimo, por su alta repercusión en el comercio internacional.

Con el fin de mostrar los avances que implican la inversión e implementación de herramientas autónomas y digitales, se pone el foco en el Puerto de Santander, donde se verán ejemplos reales de cómo ha evolucionado el recinto portuario y los pasos que se están siguiendo para hacer que estas innovaciones no supongan sólo un hecho aislado, si no que cualquier paso hacia el futuro contemple contar con el apoyo de estas nuevas tecnologías. Cualquier país que quiera avanzar en esta materia tendrá que incluirla como requisito mínimo, y se verá que la búsqueda de eficiencia y la mejora de cualquier gestión de tráfico marítimo es un objetivo compartido. Se verán ejemplos de los principales puertos del mundo.

Y es que estas tecnologías están en pleno auge y cada vez hay más empresas en el sector, lo que hace trabajar junto con estas compañías sea más fácil. No obstante, se requiere de una inversión inicial para ejecutar cualquier proyecto y se verá, como en el marco de la Unión Europea, existe legislación concreta para colaborar con el proceso de digitalización de los puertos comunitarios, proporcionando diferentes herramientas para hacer efectiva esta migración a los denominados Puertos 4.0.

*This Bachelor's Final Project briefly describes the journey through the digitalization in harbours, introducing the new technologies available today and how they are being applied in logistics, specifically in the maritime foreign trade.*

*In this Project, the Port of Santander is used as an example of how the implementation of these new technologies have an impact not only in the yard itself, but in the local area of influence too, and how all the decisions taken involve the implementation and the know-how of them, now and in the future, making them a must be in future decisions. Making extensible this premise where the use of these applications helps to the efficiency, more examples in different ports belonging another countries of the world are shown.*

*In the current scenario there are multiple companies that offer their services, support and software to digitalize processes. As it's a common objective led by the European Union strategy, there are shown all the measures and tools it offers to help the member countries to enhance and boost their economies by updating their ports, with the aim of reach the goal to evolve and transform the current ports in Ports 4.0.*

## INTRODUCCIÓN

El actual modelo de consumo y comercio global e inmediato basa su éxito y mantenimiento en la existencia de una buena red logística para transportar materias primas y productos finales de un punto a otro del globo, en unos plazos y a unos costes cada vez más exigentes. Este modelo basa su existencia y éxito en estas premisas: agilidad y precio, y todas las acciones de mejora que se toman hoy en día van encaminadas a potenciar la calidad de ambas. De los múltiples modelos de transporte, este Trabajo Fin de Grado se centra en el transporte marítimo, que se caracteriza por ser la mejor forma de transportar grandes volúmenes a largas distancias y a un coste relativamente bajo respecto al precio final de la mercancía. Esto hace que sea uno de los medios de transporte predilectos para el comercio internacional de mercancías.

El transporte marítimo influye de forma decisiva en los intercambios internacionales de mercancías. Estas puertas de entrada y salida a través de los puertos se han convertido en un factor estratégico en el comercio internacional de un país. Sin duda, el acceso al mar de un país es una oportunidad que hay que explotar para posicionarse comercialmente. Y es necesario gestionarla con los medios adecuados.

Como resultado de la evolución del comercio marítimo, surge la existencia de grandes HUBS (Rotterdam, Hong Kong o Singapur, por ejemplo). Los HUBS, en este caso, marítimos, son también grandes puertos pero en los que, de forma estratégica, se interconectan diferentes líneas navieras. Estos HUBS sirven de escala a estos buques, que siguen rutas sobre todo de gran recorrido, y a su vez se consolidan nuevos contenedores para su posterior redistribución.

Desde un punto de vista comercial, la demanda de un servicio de transportes implica que hay, previamente, una demanda de bienes y servicios que necesita ser satisfecha. Son complementarios. Se generan entonces efectos directos, con las empresas vinculadas directamente con el puerto, e indirectos, como consecuencia de las relaciones comerciales entre empresas de la región con el puerto, como veremos posteriormente.

Desde un punto de vista económico, tanto para tráfico de mercancías de exportación o importación o mercancías en tránsito, se entiende que a mayor volumen de tráfico, mayor actividad periférica, y se considera por tanto un buen indicador de la salud de la economía. Es por ello que habrá que poner foco en que los puertos estén adaptados a las actuales necesidades del conjunto de empresas y sociedad en el que se encuentra situado.

No se puede obviar además que los puertos no son entes aislados, por lo que las decisiones políticas que se tomen en torno a su actividad serán decisivas, sobre todo en estos escenarios de incertidumbre que estamos teniendo post COVID-19, los conflictos actuales, como la guerra de Ucrania, el genocidio perpetrado por el estado de Israel o la inestabilidad de Oriente Medio, además de las diferentes crisis financieras que han sucedido y sucederán a lo largo de la historia.

En este trabajo de fin de grado se habla de todas estas cuestiones mencionadas, mediante una breve presentación del sistema portuario español y su evolución, siendo el puerto de Santander el objeto de estudio del Trabajo.

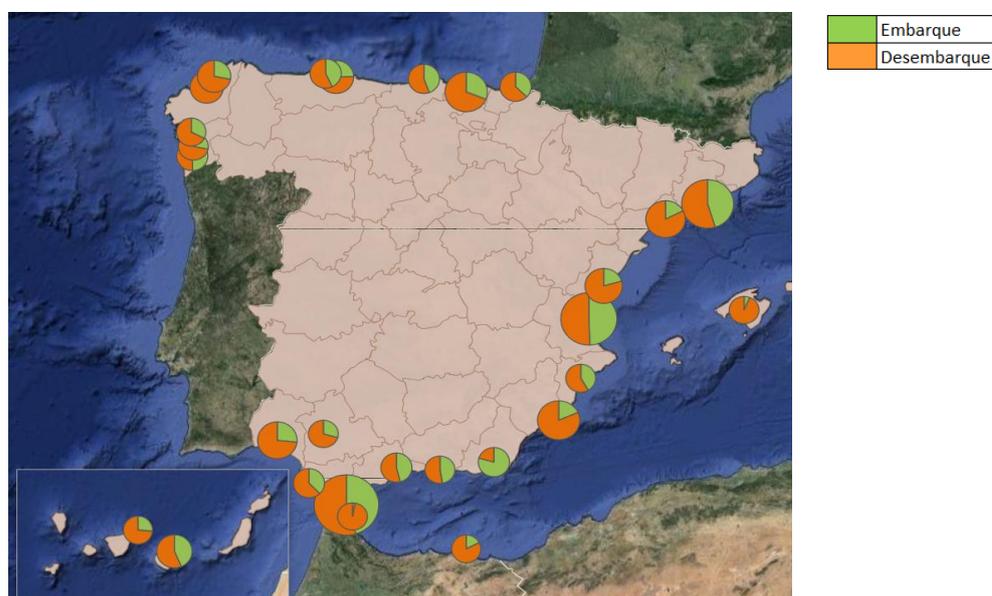
## 1. LOS PUERTOS DE ESPAÑA

La situación geográfica de España como país periférico de Europa y de la UE, cuenta con la mayor longitud de kilómetros de costa del continente (8000 kms) entre la Península y los dos archipiélagos, uno de ellos, el Canario ultraperiférico, que dependen fundamentalmente del transporte marítimo, y que configuran una infraestructura tipo red que hace que el sistema portuario pase a ser un elemento estratégico de primer orden, y que por tanto, el Estado le dote de un régimen jurídico propio, delegando la gestión a una autoridad portuaria dependiente del mismo<sup>1</sup>.

El sistema portuario español integra 46 puertos de interés general, es decir, aquellos que tienen una actividad marítima internacional, o que su zona de influencia afecta de forma relevante a las áreas cercanas, que se gestionan desde 28 Autoridades Portuarias que dependen así mismo del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, articulado directamente desde el Gobierno Central<sup>2</sup>.

En la siguiente imagen, obtenida de la web del OTLE (Observatorio del Transporte y la Logística en España), se muestra, en su última actualización de datos del año 2022, el volumen en toneladas del transporte de mercancía en navegación exterior, tanto de entrada como de salida de los diferentes puertos de España. Gráficamente se puede observar cómo hay tres grandes puertos en la Península que casi doblan el volumen del resto.

**Figura 1.** Transporte de mercancías en puertos de interés general (en toneladas) por tipo de tráfico, tipo de operación y Autoridad Portuaria.<sup>3</sup>



<sup>1</sup> Coto Millán, P., (1995). Características generales y contribución a la economía española del sector portuario. *Boletín ICE Económico*. **2460-2461**, 43, citando a Rezenthel, R. (1992): «Les régimes portuaires dans le monde». *Portus*. **Vol 7**, págs. 40-43.

<sup>2</sup> Disponible en: <https://www.puertos.es/es-es/nosotros/nuestros/Paginas/Nosotros.aspx> [Consultado en mayo de 2024]

<sup>3</sup> Transporte de mercancías en puertos de interés general (toneladas) por tipo de tráfico, tipo de operación y Autoridad Portuaria [en línea], (2023). *Observatorio del transporte y la logística en España*. [Consultado en mayo de 2024]. Disponible en: <https://apps.fomento.gob.es/BDOTLE/visorBDpop.aspx?i=475>. Etiquetas de datos disponibles.

Si atendemos entonces a los datos, tenemos en cabeza el puerto de Algeciras, con un movimiento total de 107.242.746 de toneladas durante el año 2022, seguido del puerto de Valencia, con 79.365.729 toneladas y en tercer lugar el de Barcelona, con 70.904.625 toneladas. Se puede constatar tanto en la primera figura, de forma gráfica, como en la tabla de datos, que los puertos situados en la vertiente mediterránea de la Península son los que más tráfico de mercancía gestionan, debido a todo el comercio entre los países del Mediterráneo y por el flujo de comercio de Asia que pasa por el canal de Suez.

**Tabla 1.** Ranking de los 10 puertos con mayor transporte de mercancías de España, por toneladas.

Autoridad Portuaria	Tipo de tráfico	Año 2022
Autoridad Portuaria Bahía de Algeciras	Subtotal A.P. Bahía de Algeciras	107.242.746
Autoridad Portuaria Valencia	Subtotal A.P. Valencia	79.365.729
Autoridad Portuaria Barcelona	Subtotal A.P. Barcelona	70.904.625
Autoridad Portuaria Cartagena	Subtotal A.P. Cartagena	36.588.349
Autoridad Portuaria Bilbao	Subtotal A.P. Bilbao	32.889.220
Autoridad Portuaria Huelva	Subtotal A.P. Huelva	32.145.663
Autoridad Portuaria Tarragona	Subtotal A.P. Tarragona	29.694.582
Autoridad Portuaria Las Palmas	Subtotal A.P. Las Palmas	28.291.634

*Fuente: Elaboración propia a través de los datos del OTL del año 2022*

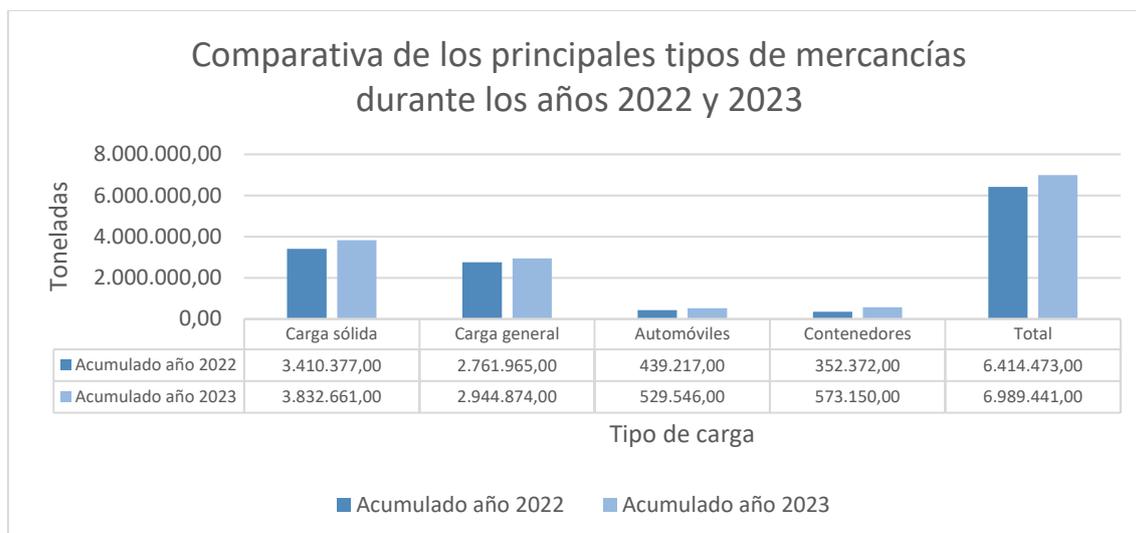
## 2. EL PUERTO DE SANTANDER

### 2.1 ACTIVIDAD DEL PUERTO

Hay una gran variedad en la tipología de mercancías que transitan por un puerto, diferentes tipos de avituallamientos, sin embargo el puerto de Santander aunque si hay registros de carga de mercaderías variadas, destacan cuatro grandes grupos: graneles sólidos, mercancía general, contenedores y automóviles. Cuando se habla de mercancía general se hace referencia a toda la carga manipulable de forma individual y paletizada con su propio embalaje. Los graneles sólidos supusieron en el año 2023 más del 50% de las casi 6.500.000 toneladas totales que pasaron por el puerto de Santander.

Atendiendo a la evolución del tráfico de mercancías, se observa cómo se ha producido un incremento generalizado de la actividad en el puerto, dándose aumentos significativos en todos los tipos de mercancías, pero hay que hacer especial mención a la muy buena evolución del tráfico de contenedores que está pasando por el puerto.

**Gráfico 1.** Comparativa de los principales tipos de mercancías durante los años 2022 y 2023, en toneladas<sup>4</sup>.



Fuente: elaboración propia con datos de las estadísticas de tráfico del puerto de Santander<sup>5</sup>

## 2.2. INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA DISPONIBLES

El puerto de Santander se sitúa en la parte sur de la ciudad, aprovechando la forma de la bahía. Cuenta con un total de 283 hectáreas terrestres y 3700 hectáreas de lámina de agua

El 70% de las instalaciones terrestres se encuentran en un régimen de concesión, más de 400 autorizaciones que engloban el 35% de la cifra de negocio del puerto<sup>6</sup>.

Las empresas concesionarias operan a través de las 14 terminales de última generación con las que cuenta el puerto, además de infraestructuras aledañas que hacen que la actividad de todas las empresas vinculadas al puerto se desarrolle de forma eficaz.

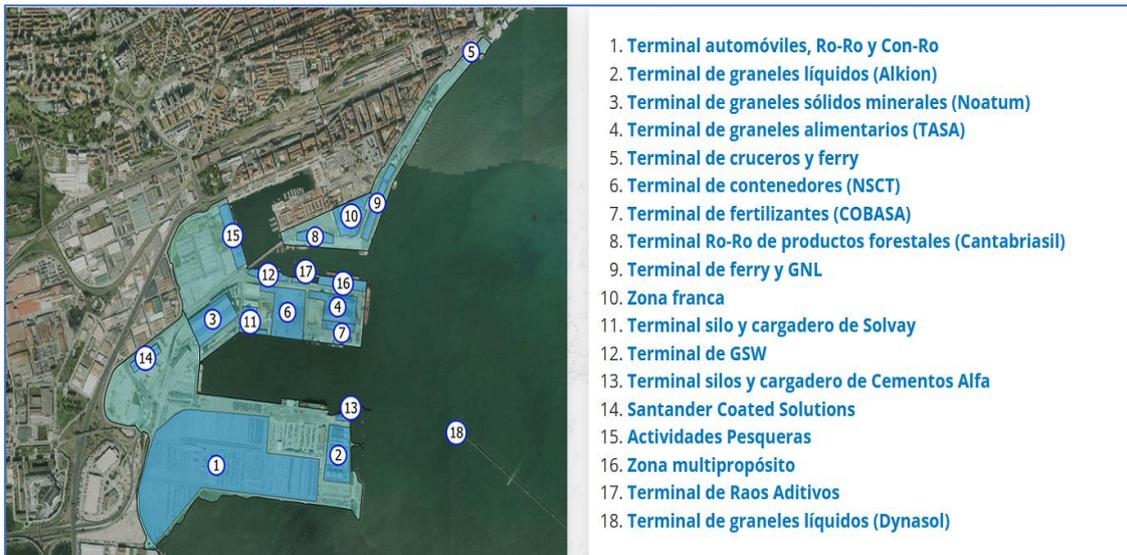
En el siguiente plano aéreo podemos observar la delimitación del puerto y las diferentes terminales e instalaciones y cómo están integrados en la ciudad

<sup>4</sup> Los contenedores, aunque se deben medir en TEUs, aparecen en la tabla con datos de volumen. **TEU:** Medida de carga en el transporte marítimo, que corresponde a la capacidad de carga de un contenedor de 20 pies, 6,1 metros en el sistema de medida europeo.

<sup>5</sup> Estadísticas de tráfico [en línea], (actualización 2024). [Consultado en mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.puertasantander.es/es/estadisticas-de-trafico>. Serie limitada a los años 2022-2023 en este TFG. Histórico disponible en la misma web.

<sup>6</sup> Autoridad Portuaria de Santander, (2022). *DECLARACIÓN MEDIOAMBIENTAL 2022* [en línea]. **Reglamento Europeo EMAS**, 6. [Consultado en de mayo de 2024].

**Figura 2.** Plano aéreo del puerto de Santander.



Fuente: página web del Puerto de Santander, sección "Terminales"<sup>7</sup>

Haciendo referencia a la tipología de mercancía que supone más volumen para el puerto de Santander, graneles sólidos, líquidos, mercancía general y automóviles, se detallan a continuación cada una de estas terminales, que es donde se encuentra el mayor nivel de inversión en innovación y mantenimiento.

Para una localización más detallada de los diferentes muelles, se pueden consultar otros tipos de planos aéreos en la misma web del puerto<sup>8</sup>.

El puerto de Santander extiende su zona de influencia hacia la Meseta y la zona del Valle del Ebro, integrando en su hinterland dos puertos secos<sup>9</sup>: el de Azuqueca de Henares, próximo a Madrid y el de Santander - Ebro, próximo a Zaragoza.

Estos centros de consolidación de carga amplían el hinterland del Puerto de Santander y ofrecen servicios de valor añadido a las mercancías, atrayendo a un amplio número de agentes, tanto del transporte marítimo como del transporte terrestre, así como transitarios y distribuidores.<sup>10</sup>

<sup>7</sup> Terminales [en línea], (2024). [Consultado en mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.puertosantander.es/es/terminales#roro>

<sup>8</sup> Infraestructuras [en línea]. [Consultado en mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.puertosantander.es/es/muelles>

<sup>9</sup> Los puertos secos son estaciones intermodales donde van a parar mercancías que han llegado a puertos convencionales, situados en la costa, conectados mediante una vía terrestre o ferroviaria, y que tiene todos los servicios de consolidación y distribución de mercancía, así como potestad en materia de gestión aduanera.

<sup>10</sup> Puertos secos [en línea] [Consultado en mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.puertosantander.es/es/puertos-secos>

**Figura 3.** Red ferroviaria del puerto de Santander.



Fuente: Sitio web Puerto de Santander<sup>11</sup>

### 2.3.1 Terminal de automóviles, ro-ro y con-ro

Las mercancías Ro-Ro son todas aquellas que se transportan en buques dedicados al transporte de cargamento rodado, como automóviles, camiones o incluso vehículos industriales.

La actividad de tráficos Ro-Ro comenzó en el puerto en el año 1989, con la intención de diversificar más la actividad portuaria, y a día de hoy sigue siendo uno de los puertos de referencia de España para el transporte de vehículos, sobre todo la exportación, de las fábricas de Seat, Renault y Volkswagen.

Hay varios factores por los que el tráfico Ro-ro funciona muy bien en el puerto de Santander:

Primero, por los acuerdos y compromisos estratégicos llevados a cabo entre los fabricantes, navieras y operadores de la AP (Autoridad Portuaria), y en segundo lugar, por las inversiones destinadas a esta parte del puerto. En la actualidad este muelle cuenta con 600.000 m<sup>2</sup> dedicados al tránsito y almacenaje de automóviles y un kilómetro de línea de atraque dividido en dos muelles con una rampa ro-ro fija a tierra en cada uno de ellos, que ocupan la extensión de Raos 7 y Raos 8. Cuenta también con una terminal marítima propia y dos centros PDI (puesto de preentrega) operados por las empresas Bergé y CAT.

<sup>11</sup> Conexiones / Área de influencia [en línea] [Consultado en de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.puertasantander.es/es/conexiones-area-de-influencia>

Además, cuenta con vías de ferrocarril, lo que facilita el transporte de mercancías en tren desde las principales fábricas de automoción situadas en Valladolid (Renault) y Navarra (VW).

En febrero del año 2021 comenzó además la ampliación de los silos de almacenaje de la terminal Ro-ro, con una inversión estatal de 33.000.000<sup>12</sup> y que elevará dos plantas la actual infraestructura, así podría llegar a disponer de una planta baja y tres más superiores que se irán utilizando según las futuras necesidades.

La consecuencia de todas las inversiones ha sido el reconocimiento y promoción del puerto, que atrae cada vez a más empresas a operar en Santander. Mención importante en este caso a ANFAC, la Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones, que ratifica el primer puesto del Puerto de Santander a la buena gestión logística marítimo- portuaria.

**Tabla 2.** Ranking de los puertos peninsulares en la gestión de vehículos.

		Valoración		Nº de vehículos PTOS. DEL ESTADO	Representatividad (1)
1º	Santander	4,4	↑	287.715	84,5 %
2º	Tarragona	4,2	↓	168.917	83,5 %
	Sagunto *	4,2	↑	121.712	80,1 %
3º	Pasaia	4,1	↓	239.946	89,8 %
4º	Barcelona	3,7	↓	504.015	64,7 %
	Valencia	3,7	↓	411.608	80,1 %
	Vigo *	3,7	=	444.442	92,5 %
5º	Málaga *	3,5	↑	44.247	91,5 %
VALORACIÓN TOTAL		3,9	↓	2.222.602	81,2 %

Fuente: Informe de Anfac de la logística marítimo-portuaria

Según el análisis de la ANFAC, se han valorado de forma positiva la gestión de los trámites aduaneros, las inversiones en infraestructuras y la manipulación, carga y descarga de camiones y trenes. Este informe se puede consultar de forma íntegra en su página web<sup>13</sup>.

De esta manera, se aprecia el círculo virtuoso que ha supuesto que el puerto haya invertido en mejoras, y por tanto la ANFAC reconozca la buena gestión del puerto, lo que atrae a nuevas empresas y operadores y se puede seguir invirtiendo con los beneficios generados. Por ejemplo, la inclusión de la marca Suzuki a finales del último

<sup>12</sup> El Plan de Empresa del Puerto de Santander contempla una inversión de 216 millones de euros para el periodo 2023-2027 [en línea], (2023) [Consultado en de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.puertosantander.es/es/noticias/el-plan-de-empresa-del-puerto-de-santander-contempla-una-inversion-de-216-millones-de>

<sup>13</sup> Valoración de la logística marítimo - portuaria, (2023). Anfac [en línea]. Informe 2022(16), 9. [Consultado en mayo de 2024]. Disponible en: [https://anfac.com/categorias\\_publicaciones/logistica/](https://anfac.com/categorias_publicaciones/logistica/)

año 2023, que comenzó a trabajar con el puerto de Santander importando vehículos desde el puerto de Portbury (Inglaterra).

### 2.3.2 Terminal de graneles líquidos

La gestión de los graneles líquidos supone el 3% de las mercancías que se manejan en el puerto de Santander, cerrando el 2023 con casi 212.000 m<sup>3</sup> gestionados.

Los graneles líquidos más comunes en los puertos son la descarga y almacenamiento de compuestos químicos, petrolíferos, aceites vegetales o minerales.

La terminal está equipada con 47 tanques con capacidad de almacenar hasta 86.000 m<sup>3</sup> de líquidos y conectada a la salida de la ciudad tanto por carretera para el transporte por tráiler y cisternas como por vías para el transporte ferroviario.

En la actualidad la actividad de los graneles líquidos está bajo la gestión de las empresas Alkion, la cual es propietaria de los tanques y Repsol, que tiene otro tipo de instalaciones repartidas por el puerto.

**Figura 4.** Vista aérea terminal de graneles líquidos.



En el caso de Alkion, exporta bioetanol, producido por la empresa Vertex Bioenergy.

En el año 2021 se acometió una obra para la renovación de 180 metros de estructura ferroviaria y la creación de un nuevo trazado que facilitará el acceso a la terminal de Alkion.

Por otro lado, Repsol opera también en el puerto de Santander, suministrando y almacenando GNL (Gas Natural Licuado) que llegan a través de cisternas, estrenando el pasado mes de abril del año 2023 la nueva terminal, con una capacidad de almacenamiento de 1000m<sup>3</sup> y modernas infraestructuras de seguridad, como un tanque criogénico, y que suministrará este combustible a cualquier tipo de embarcación que

sea apta. Además, ha sido un movimiento estratégico tanto para Repsol como para el puerto de Santander, avanzando a favor del desarrollo sostenible, atrayendo productos y negocios que fomenten, en este caso, en proceso de descarbonización en el sector marítimo.

Otra estructura que entra dentro del grupo de graneles líquidos gestionados en el puerto, es el pantalán de Dynasol.

### 2.3.3 Terminal de graneles sólidos

Los graneles sólidos suponen el mayor grupo de mercancías gestionadas en el Puerto, aproximadamente el 50% de todo el grupo de productos, moviendo este pasado año 2023 más de 3.800 toneladas de graneles<sup>14</sup>. Entre los más destacados: abonos naturales y fertilizantes, piensos y forrajes y sulfato sódico, además de otros minerales destinados para la industria.

Hasta hace unos años, Santander sufría con viento sur la propagación por toda la ciudad de restos minerales como el carbón, tiñendo las fachadas y los coches de negro y llenando el aire que respiramos de partículas nocivas. El carbón se almacenaba en el puerto en una montaña de mineral a cielo abierto hasta la construcción en el 2004 de una nave de 51.000 m<sup>2</sup> que puso fin a este problema de contaminación que había en la ciudad.

En esta obra financiada conjuntamente por el Puerto y la empresa concesionaria se han invertido 50.000.000€, sólo en levantar la nueva nave, además de otra partida de inversión para gastos varios para adecuar correctamente la terminal, como asentar el terreno donde se iba a localizar (Raos 1), la construcción de un muelle totalmente equipado con grúas para automatizar las tareas de carga y descarga, la construcción de tolvas para el almacenamiento del mineral y carga de camiones, dos grúas, cintas transportadoras y 6 vías ferroviarias.<sup>15</sup>

La actual concesión de la manipulación de graneles sólidos está en manos de las empresas Noatum, especializada en sólidos minerales, y en Bergé, especializada en la estiba de cereales, harinas y otros productos agroalimentarios.

Los graneles sólidos son un tipo de mercancía estratégica para la región, ya que el carbón descargado sirve de combustible a grandes fábricas que operan en Cantabria, como Solvay, Cementos Alfa o Iberdrola, por tanto es interesante poner todos los

---

<sup>14</sup> Estadísticas de tráfico [en línea], (actualización 2024). [Consultado en mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.puertosantander.es/es/estadisticas-de-traffic>

<sup>15</sup> **Inversión total:** 50.871.390 euros. **Puerto:** 2.655.318 euros. Corresponde a cambio de trazado de las vías de ferrocarril en los muelles de Raos 1 y 2 y al cambio de servicios afectados. **Concesionario:** 48.216.072 euros Esa cifra incluye la inversión en equipos mecánicos (18.329.300 euros); obra civil (23.712.023 euros); sistemas auxiliares como equipos contra incendios y otros ( 3.873.749 euros) e ingeniería (2.300.000 euros). La terminal de carbón podrá acoger 300.000 toneladas en su gran nave [en línea], (2004). [Consultado en mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.skyscrapercity.com/threads/terminal-de-carbon-40metros-puerto-de-santander.137090/>

medios y tecnología posible para que el puerto siga siendo un punto estratégico de llegada de esta materia prima.

### **2.3.4 Terminal de contenedores**

El puerto cuenta con una superficie destinada a contenedores de 67.000 m<sup>2</sup>, con una capacidad de 112.000 TEUs para ser gestionadas y dos grúas de barco a muelle (STS por sus siglas en inglés).

El pasado año, tras meses de negociaciones la empresa Boluda expandió su actividad, con un acuerdo de colaboración público-privada, ocupando una nueva terminal que se ha inaugurado para su explotación. Sin duda una apuesta por el Puerto de Santander, que verá aumentada su actividad y que atraerá a más empresas que se beneficiarán de ese nuevo negocio.

Las estimaciones prevén que en esta nueva terminal se puedan gestionar más de 44.000 TEUs anuales, lo que casi cuadriplica el volumen que se estaba descargando con la infraestructura anterior. Esto no sería posible sin maquinaria y tecnología que agilizará los procesos de carga y descarga de contenedores.<sup>16</sup>

### **2.3.5 Otras instalaciones**

El puerto de Santander cuenta con más instalaciones y terminales que ocupan el resto de la superficie y que proporcionan otra serie de servicios igualmente importantes:

- Terminal de cruceros
- Terminal de fertilizantes
- Terminal ro-ro de productos forestales
- Terminales de GSW y Solvay
- Terminal de silos y cementos Alfa
- Santander Coated Solutions
- Terminal de Raos Aditivos

Y resto de espacios propios de un puerto como las zonas francas, áreas donde se desarrolla la actividad pesquera, espacios para la práctica de diversos deportes y superficies multipropósito y el mismo recinto periférico al puerto que aloja decenas de empresas y naves.

## **2.4 LINEAS Y NAVIERAS**

En la siguiente tabla se pueden ver las líneas que operan actualmente en el puerto de Santander.

---

<sup>16</sup> El puerto de Santander entra en el siglo XXI con Boluda Terminal [en línea], (2023). [Consultado en mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.diarioelcanal.com/boluda-terminal-santander/>

**Figura 5.** Líneas y empresas que operan en el puerto.

LINEA	CONSIGNATARIO	PAÍS	FRECUENCIA	TRÁFICO
AMASUS SHIPPING NV	Bergé Marítima, S.L.	Reino Unido	Semanal	Granel
BALTRADER Schiffahrtsgesellschaft mbH & Co. KG	Modesto Piñeiro, CYA S.L.	Reino Unido	Semanal	Granel
BOLUDA LINES	Miller y compañía, S.A.	Irlanda, Reino Unido	Semanal	Contenedores
BOLUDA LINES	Miller y compañía, S.A.	España, Portugal	Semanal	Contenedores
BRITTANY FERRIES BAI, S.A.	Modesto Piñeiro, CYA S.L.	Reino Unido, Irlanda	4 por semana	Ro-Ro, Pasaje
CLdN	Vapores Suardíaz Norte, S.L.	Bélgica, Irlanda	4 por semana	Ro-Ro y contenedores
HOEGH AUTOLINERS	Davila Agencia y Servicios Portuarios, S.A.	Varios*	Quincenal	Ro-Ro
K-LINE (KAWASAKI KISEN KAISHA, LTD.)	Bergé Marítima, S.L.	Varios*	Mensual	Ro-Ro
Mitsui O.S.K. Lines (MOL)	Bergé Marítima, S.L.	Varios*	Quincenal	Ro-Ro
NEPTUNE LINES SHIPPING AND MANAGING ENTERPRISES S.A	Noatum Maritime Spain, S.A.	Varios*	Semanal	Ro-Ro
SAMSKIP	Miller y compañía, S.A.	Varios*	Semanal	Contenedores
UNITED EUROPEAN CAR CARRIERS (UECC)	Noatum Maritime Spain, S.A.	Varios*	Semanal	Ro-Ro
UPM-KYMMENE SEAWAYS OY, LTD.	Cantabriasil, S.A.	Varios*	Quincenal	Ro-Ro, M. General
VOLKSWAGEN KONZERNLOGISTIK GMBH & Co. OHG	Bergé Marítima, S.L.	Varios*	Semanal	Ro-Ro
WALLENIUS WILHELMSSEN	Bergé Marítima, S.L.	Varios*	Mensual	Ro-Ro
WIJNNE & BARENDIS CARGADOORS	Bergé Marítima, S.L.	Reino Unido	Quincenal	Granel

Fuente: Elaboración propia de datos obtenidos en la web del puerto de Santander <sup>17</sup>

<sup>17</sup> Servicios Marítimos | Puerto de Santander [en línea]. *Inicio | Puerto de Santander*. [Consultado en mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.puertasantander.es/es/servicios-maritimos>. Nota: la casilla “varios” implica que la empresa consignataria opera desde y para muchos países, véase Bélgica, Países Bajos, Alemania, Reino Unido, Francia, Marruecos, Sudáfrica, Madagascar, Mauricio, Australia, Nueva Zelanda, Nueva Caledonia, República de Singapur, Japón, Taiwán etc.

### 3. NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA LOGÍSTICA

#### 3.1 INTRODUCCIÓN A LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

La función logística ha adquirido, en los últimos años, una importancia máxima en la competitividad de las empresas, en especial por su capacidad para generar valor para el consumidor.<sup>18</sup>

La logística se entiende como “*los procesos que permiten el **flujo de materiales** desde el punto de adquisición de éstos, hasta el punto de **consumo** o atención al usuario final; teniendo en cuenta la información que permite **monitorear su movimiento** hasta que llega al consumidor, manteniendo un adecuado servicio de **calidad**, a un **coste** razonable*”.<sup>19</sup>

En el escenario actual de comercio y servicios globales, en el que se tienen que suplir las demandas de los clientes con unos márgenes de tiempo mínimos, y la alta competencia entre empresas por conseguir facturar un servicio, es indispensable desarrollar cualquier oportunidad que suponga una mejora en el rendimiento. Una de las palancas que va a permitir explorar nuevas oportunidades de negocio y llegar más lejos en los mercados es la tecnología.

Uno de los pilares fundamentales de la modernización de la logística fue la democratización de uso del Big Data. El Big Data viene definido por las llamadas 3 vs: *variedad, volumen y velocidad* con la que se transmiten los datos. Y es que hoy en día todas las personas y empresas generan datos de forma diaria sin darnos cuenta: usando cualquier aplicación del móvil, en casa con electrodomésticos inteligentes o comprando en un supermercado.

Existe tal disponibilidad de tecnología en nuestro día a día, que se considera ya un requisito mínimo que todos los agentes logísticos con los que se interactúa sean capaces de facilitar información fiable y rápida, y las empresas que no son capaces de hacerlo se quedan atrás en esta carrera. Las soluciones digitales que manejamos día a día son las que proporcionan principalmente la comunicación en negocios B2B o B2C.

En los siguientes puntos se muestran sólo algunos ejemplos de uso nuevas tecnologías aplicadas a la logística hoy en día. En unos pocos años habrá soluciones más sofisticadas.

##### 3.1.1 Automatizaciones de procesos

En todos los sectores y trabajos hay procesos estándar y repetitivos, en el que las acciones que lo componen y la información que se transmite no implica gran riesgo. Este tipo de procesos hasta hace pocos años, estaban controlados y ejecutados por personas, que ocupan su tiempo en hacer seguimiento a un flujo de acciones estable. Con la automatización se consigue que diferentes máquinas o softwares sean los que ejecuten esas tareas, que no aportan demasiado valor al trabajo, pero si hay que seguir

---

<sup>18</sup> Servera-Francés, D. concepto y evolución de la función logística. *Marketing*, 1969(79), 1980-1989.

<sup>19</sup> Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro*. Pearson educación.

haciendo, liberando tiempo de trabajo al personal para aprender y realizar otras tareas que impliquen más dedicación.

Ejemplos claros donde es recomendable incluir un mayor o menor grado de automatización pueden ser en procesos de inventarios, de facturación, preparación de pedidos o de seguimiento de mercancías, entre otros, y las herramientas que nos pueden ayudar a automatizar estas tareas son SGAs (sistemas de gestión de almacenes), herramientas de seguimiento que proporcionan las empresas de transporte o software que facilitan la gestión contable.

La base de los sistemas de información es el *big data*. Esta base de datos junto con herramientas de automatización permite no solo ejecutar procesos, sino analizar información que nos permita crear modelos de trabajo, patrones y tendencias de comportamiento, y con ello planificar y tomar decisiones de forma más segura.

**Figura 6.** Ejemplo herramienta de tracking DHL. Cada tarea ejecutada es registrada en tiempo, fecha y lugar en el sistema. Todos los movimientos son trazables.

✓ Número de albarán: [REDACTED] <b>Miércoles, Febrero 28, 2024 at 13:16</b> <span>▼ 1 Pieza</span> Envío entregado a [REDACTED] <small>Área de Servicio de Origen:</small> Obtener Prueba de Entrega [REDACTED] <small>Área de Servicio de Destino:</small> [REDACTED]				
	Miércoles, Febrero 28, 2024	Dirección	Tiempo	Piezas
12	Envío entregado a	ISTANBUL - TURKEY	13:16	<span>▼ 1 Pieza</span>
11	El envío está en manos del courier para su entrega	ISTANBUL - TURKEY	12:12	<span>▼ 1 Pieza</span>
10	Envío procesado en ISTANBUL - TURKEY	ISTANBUL - TURKEY	09:48	<span>▼ 1 Pieza</span>
9	Llegada al centro de clasificación de DHL ISTANBUL - TURKEY	ISTANBUL - TURKEY	09:35	<span>▼ 1 Pieza</span>
8	El envío ha salido de un centro de DHL LEIPZIG - GERMANY	LEIPZIG - GERMANY	04:46	<span>▼ 1 Pieza</span>
7	Envío procesado en LEIPZIG - GERMANY	LEIPZIG - GERMANY	03:18	<span>▼ 1 Pieza</span>

Fuente: Herramienta de seguimiento de envíos [www.dhlexpress.com](http://www.dhlexpress.com)

### 3.1.2 Tecnologías blockchain

Las tecnologías blockchain son relativamente nuevas y es posible que no estemos del todo familiarizadas con ellas. El término se compone por las palabras inglesas “*block*” y “*chain*”.

¿Qué es la tecnología Blockchain?:

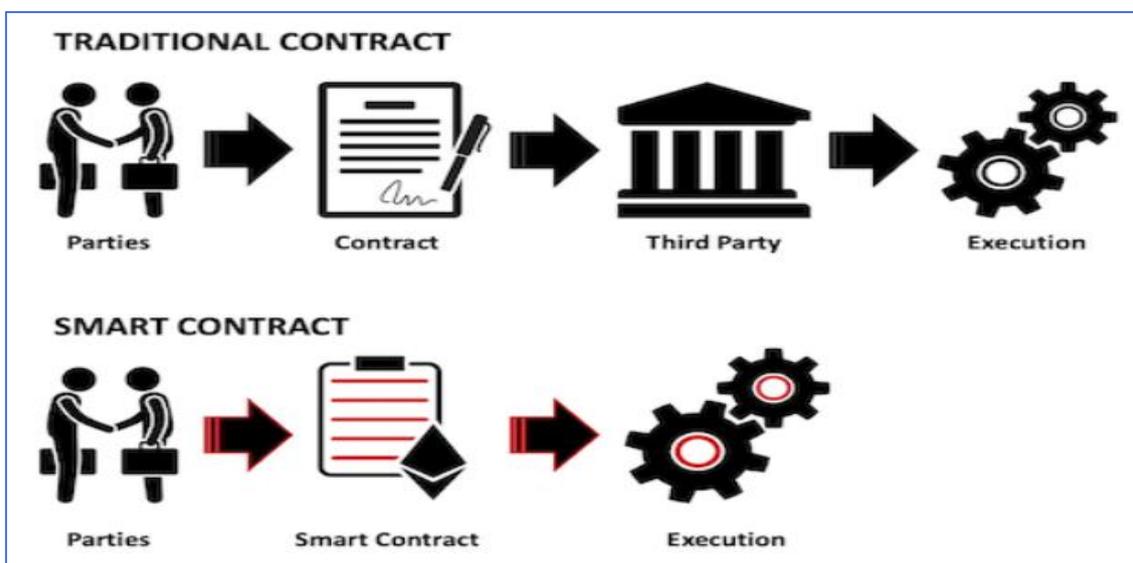
*“[...] es un registro digital de transacciones inalterable, descentralizado y distribuido para generar confianza que es, en principio, altamente resistente”.*<sup>20</sup>

<sup>20</sup> GANNE, Emmanuelle; “¿Pueden las cadenas de bloques revolucionar el comercio internacional?”, Copyright Publicaciones de la OMC, 2018

Esta definición recuerda a los procesos automatizados, *big data*, diferentes fuentes de información de diferente procedencia, etc.

En los niveles más bajos de procesos, tiene la misma aplicación que una herramienta de automatización: control de inventarios, seguimiento de envíos, preparación de pedidos y ese conjunto de tareas rutinarias. Pero con el *blockchain* añadimos otro concepto: la encriptación de datos, por lo que además de las tareas anteriores, se ha dado paso a una nueva forma de gestionar información: los *Smart contracts*, es decir, contratos inteligentes. La aplicación práctica permite firmar acuerdos, cláusulas o acciones entre varias partes, que son ejecutadas por programas informáticos en un entorno seguro. Esto permite que la información no se vulnere, se pierda o se modifique.

**Figura 7.** Comparativa entre el *Smart contract* y contratos estándar.



Fuente: <https://www.1kosmos.com/article/smart-contracts/>

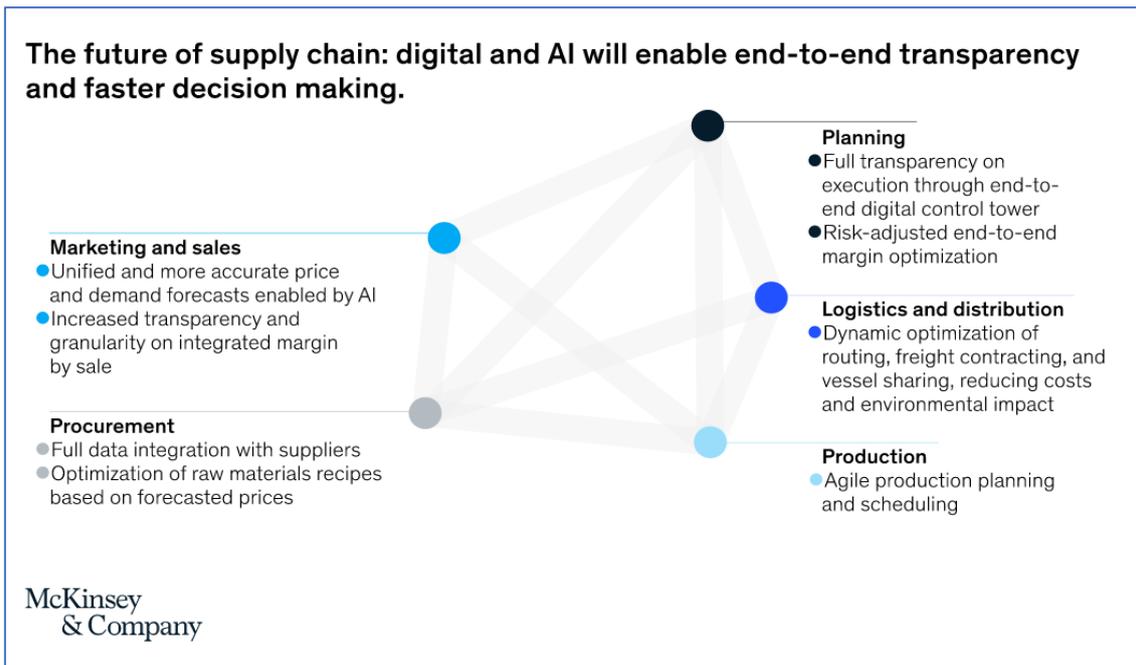
### 3.1.3 Inteligencia Artificial (IA)

Otra de las nuevas innovaciones que nos ha traído esta década es la inteligencia artificial, cada vez más lograda y realista. La IA es la capacidad de las máquinas para usar algoritmos, aprender de los datos y utilizar lo aprendido en la toma de decisiones tal y como lo haría un ser humano.<sup>21</sup>

Es decir, las máquinas aprenden de forma autónoma y exponencial comportamientos y son capaces de ejecutar acciones y tomar decisiones. Es capaz de ver, oír y comprender. En este sentido hay que ser cautos porque, aunque se está demostrando que la IA es muy útil en determinados ámbitos, es una tecnología que no está acotada, ni sabemos cómo va a evolucionar y hay riesgo de que se use de forma negligente.

<sup>21</sup> ROUHAINEN, Lasse. Inteligencia artificial. Madrid: Alienta Editorial, 2018.

**Figura 8.** Campos de influencia de las IA en logística



Fuente: Análisis de McKinsey & Company<sup>22</sup>

Con la IA además incorporamos un factor adicional, que es la simulación de cómo puede trabajar un cerebro humano, pero mucho más veloz y con un margen de fallo mínimo. Un ejemplo de IA que vemos ya de forma habitual en muchas páginas web son los *chatbots* o la revolución de estos últimos años, el chat GPT.

Estas herramientas simulan una conversación con un experto, y basadas en las *FAQs* (preguntas frecuentes, de las siglas en inglés), el conocimiento aprendido y la información recogida en su base de datos devuelve respuestas, con mayor o menor exactitud, detectar incidencias o ser capaz de asistir en procesos de compra y pagos, acelerando estas acciones del consumidor. También en procesos fabriles y de producción mediante detección visual, vehículos autónomos o mantenimientos predictivos de máquinas.

### 3.1.4 Transport management systems (TMS)

Los sistemas de gestión de transporte son unas herramientas puramente logísticas y estás orientadas a mejorar los procesos del transporte de mercancías o personas. Estas herramientas se valen de información que procesan y transcriben para optimizar los costes y tiempos de tránsito, pero también analizan información en tiempo real,

<sup>22</sup> New technology solutions could be transformative—but only if executives properly prepare their organizations. [en línea], (2021). [Consultado en mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/succeeding-in-the-ai-supply-chain-revolution#:~:text=Successfully%20implementing%20AI-enabled%20supply,stroke,%20multiple%20solutions%20have%20emerged.?cid=eml-web>

ofreciendo a las empresas de transporte los próximos vuelos, los precios de transporte más baratos o las rutas más rápidas, además de hacer seguimiento a los transportistas.

Una de las principales soluciones que aportan los TMS son la disposición en tiempo real de la ubicación de una mercancía. Disponer de esta información permite planificar procesos de acuerdo a la llegada o expedición de esos envíos y establecer plazos de forma más ajustada y fiable. De esta forma, se optimiza todo el proceso logístico en su conjunto.

Un TMS es vital por ejemplo, en sistemas de fabricación donde se aplica el modelo JIT (*Just in Time*).

Un ejemplo de TMS es *Transporeon*, una herramienta que tiene un alcance global y que pone en contacto a empresas de transporte, transportistas, agentes y empresas para mover, gestionar y controlar cargas.<sup>23</sup>

**Figura 9.** Interconexiones a través del TMS Transporeon.



Fuente: Sitio web Transporeon.

### 3.1.5 ERPs

Las siglas ERP vienen de las palabras en inglés *Enterprise Resource Planning*, es decir, la gestión de recursos empresariales. Esta definición es muy amplia, pero también lo son los mencionados recursos empresariales, porque lo que cada empresa tendrá que analizar y elegir el ERP que mejor se adapte a sus necesidades, ya que son herramientas totalmente modulables a los consumidores.

<sup>23</sup> Transporeon [en línea]. *Transporeon*. [Consultado en mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.transporeon.com/es>

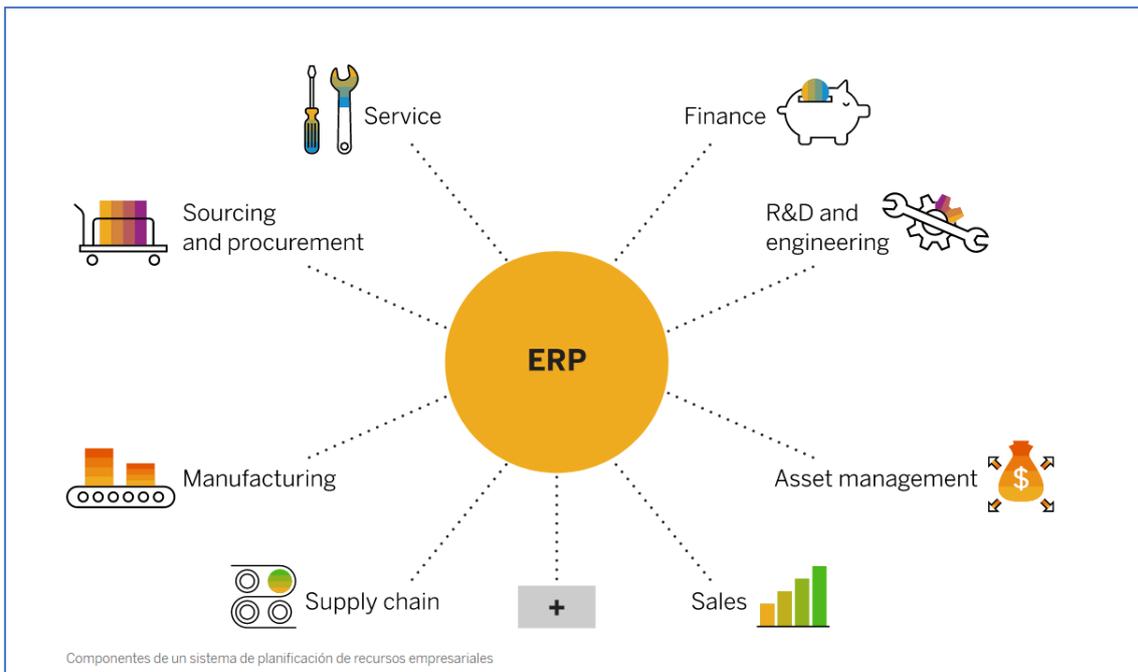
La estructura de una empresa por ejemplo industrial estándar está compuesta por unos departamentos básicos, como son los de desarrollo e I+D, compras, contabilidad, logística, RR.HH., producción y almacén, entre otros. Los ERPs van a coordinar y poner en contacto a todos los departamentos poniendo toda la información disponible para todos los usuarios, haciendo posible acceder a ella en pocos pasos. Es decir, los módulos de información de cada departamento están conectados mediante este ERP.

Por tanto, con los ERPs las empresas y usuarios consiguen obtener una visión unificada de todas las áreas de negocio, conseguir información mucho más rápido y facilitar la coordinación y comunicación entre los departamentos de la compañía.

Hoy en días los ERPs se valen de procesos de automatización, de IA o de bases de datos, herramientas descritas anteriormente. Y es se crear sinergias entre todas y ninguna sería funcional sin la clave de todo, que es el intercambio de datos.

Como ejemplo, uno de los ERP más completos y usados que hay hoy en día en el mercado, es SAP.

**Figura 10.** Campos de influencia de los ERPs en la industria y comercio.



Fuente: Página web SAP<sup>24</sup>

### 3.1.6 Movilidad conectada

Considerada como ya uno de los principales ejes de las operaciones logísticas, trabajar en la conectividad entre los agentes es clave para que la información sea veraz, fluya correctamente y llegue a todas las personas implicadas en cada transacción. Campos como, de nuevo, la digitalización, la robótica, la gestión de datos o el *IoT* (Internet de las cosas, en inglés) se interconectan para dar resultado a esta movilidad. Podemos ver

<sup>24</sup> Módulos de ERP comunes [en línea]. [Consultado el 26 de mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.sap.com/latinamerica/products/erp/what-is-erp.html>

muestras de que estas tecnologías ya conviven con la sociedad en por ejemplo drones de reparto, vehículos inteligentes, robots que preparan pedidos en un almacén de *picking* y seguro que, de aquí a unos años, cuando la legislación vaya regulando nuevos usos, estas tecnologías se expandirán aún más.

La movilidad conectada es ya una realidad. Además, el desarrollo de esta tecnología supone una mejora en la competitividad de las empresas. Las ventajas derivadas no sólo son reconocidas en un entorno empresarial, si no que tanto la Comisión Europea y, en España, el Ministerio de Transporte, movilidad y agenda urbana – en el marco europeo de la Agenda 2030 y documentado en el Informe de estrategia de movilidad 2030<sup>25</sup>, se están comprometiendo a crear un marco que englobe, defina y proteja todas las actividades asociadas a la nueva movilidad.

## **3.2 APLICACIONES DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES (TIC) AL TRÁFICO MARÍTIMO**

### **3.2.1 Introducción a la actividad portuaria**

Se engloba en este contexto a todas las actividades logísticas que vienen dadas en torno al transporte de mercancías en buques. Para ello no solo tenemos que pensar en el propio hecho del transporte, sino todos los procesos previos y posteriores a la navegación.

Se produce actividad tanto en los puertos de carga, en el interior del buque durante la travesía, en los puertos de descarga y en toda la red logística orquestada alrededor de un puerto que facilita la entrada, distribución y salida de todas las mercancías del recinto. Es un mismo proceso en el que la gestión del hito anterior va a repercutir en los posteriores.

Para situar todos los procesos que tiene una operación de tráfico marítimo, es necesario identificar las principales figuras intervinientes:

- El armador o naviero. Es el propietario físico del barco.
- El consignatario: es la empresa que representa al armador, y que gestiona los servicios que necesita un buque, como la gestión administrativa y la gestión comercial
- El transitario: es la empresa que se encarga de la planificación y distribución de las mercancías (que no personas) que se van a cargar en los barcos.
- Estibadores: la empresa que se encarga de las cargas y descargas de mercancías de los buques
- Representantes aduaneros y la administración pública de Aduanas
- Otras figuras intervinientes como los remolcadores, prácticos, operadores de tráfico marítimo, etc. que tienen funciones importantes dentro del puerto.

---

<sup>25</sup> Estrategia de movilidad, (2021). *Informe es. Movilidad* [en línea]. [Consultado en mayo de 2024]. Disponible en: [https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/esmovilidad/ejes/211223\\_es.movilidad\\_accesibilidad\\_BAJA\\_vf.pdf](https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/esmovilidad/ejes/211223_es.movilidad_accesibilidad_BAJA_vf.pdf)

Cada vez es más frecuente que haya empresas de transporte que tengan una sucursal o base en el propio recinto portuario, esto constituye las llamadas ZAL - Zona de actividades logísticas. Estas áreas propician que las actividades fluyan de forma segura, rápida, flexible y eficiente, y atraen a más empresas que ofrecen un valor añadido al puerto, ofreciendo servicios de almacenamiento, agrupación, gestión, embalado o incluso producción de otras mercancías, como podemos apreciar en este planeo aéreo del puerto de Santander.

En las ZAL, las empresas de transporte están en completo contacto con las consignatarias. Hoy día estas empresas consignatarias usan herramientas tecnológicas como las mencionadas anteriormente, que cifran datos de geolocalización y las transmiten a tiempo real para que todos los agentes que tengan que intervenir en esa operación planifiquen correctamente sus recursos para gestionarla de forma eficiente.

**Figura 11.** Plano aéreo de empresas situadas en el puerto de Santander.

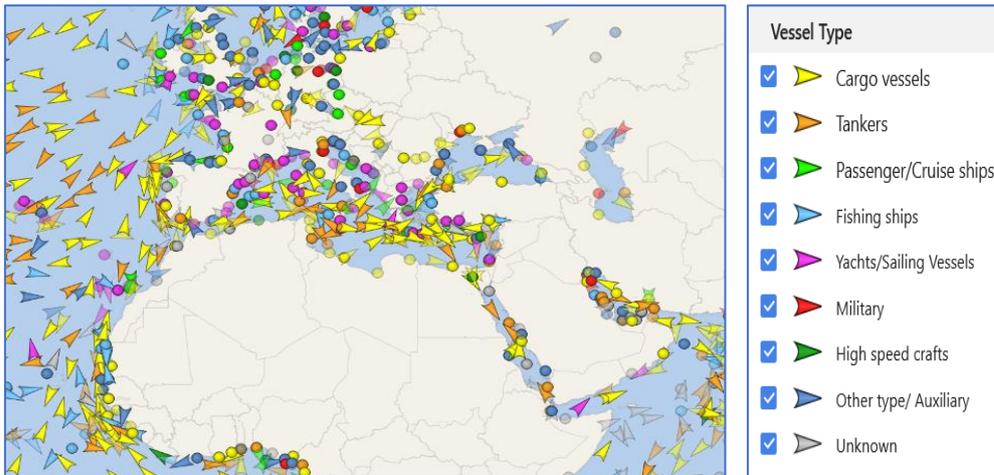


Fuente: Elaboración propia a través del plano aéreo de la web del Puerto de Santander

### 3.2.2 Tecnologías en el sector portuario

Hoy en día, los barcos disponen de una herramienta de modernas herramientas que facilitan la navegación. Una de ellas es el AIS (*Automatic Identification System*) y son el equivalente a las cajas negras de los aviones. Pueden calcular posibles colisiones, identificar objetos, ayuda en la navegación dando información meteorológica, viento, oleaje etc., e identifican cualquier cambio repentino de rumbo. Esta información puede transmitirse por radio (voz), satélite y ser transcritos en una carta electrónica (EDCIS). En la siguiente figura podemos ver la localización de barcos que transmiten su información a través del AIS.

**Figura 13.** Tráfico de buques en tiempo real.



Fuente [www.vesselfinder.com](http://www.vesselfinder.com)

Una vez que se sabe la fecha y la hora de llegada del buque a puerto se pone en marcha la tarea de la planificación de la estiba, un trabajo tradicionalmente físico, ya que las tareas eran muy duras y penosas. Con la inclusión de diferentes vehículos y grúas no sólo las condiciones laborales mejoraron, si no que las cargas y descargas de efectúan de forma más ordenada, segura y rápida. Las nuevas tecnologías aplicadas en los procesos de estiba y desestiba pasan por programas de software que, mediante planos, optimizan la distribución de la carga dentro de los buques.

La empresa consignataria ONE dispone de un portal de búsqueda que ofrece servicios de seguimiento de contenedores y buques, fechas de llegada y salidas de los puertos, siguientes paradas, también un calendario de próximas salidas desde el puerto seleccionado. Se puede comprobar la funcionalidad de la herramienta a través del portal de la propia empresa: <https://ecomm.one-line.com/one-ecom>.

**Figura 12.** Herramienta de seguimiento de buques.

Arrival Time 2024-01-30 20:00 <span style="color: blue;">A</span>	Berthing Time 2024-01-31 03:40 <span style="color: blue;">A</span>	Departure Time 2024-02-03 11:58 <span style="color: blue;">A</span>
Port <a href="#">JEDDAH</a>	Voyage 005E	Terminal DP WORLD JEDDAH <span style="color: blue;">i</span>
Arrival Time SKIP CALLING <span style="color: red;">C</span>	Berthing Time SKIP CALLING <span style="color: red;">C</span>	Departure Time SKIP CALLING <span style="color: red;">C</span>
Port <a href="#">BARCELONA</a>	Voyage 005E	Terminal APM TERMINALS BARCELONA <span style="color: blue;">i</span>
Arrival Time 2024-02-07 17:57 <span style="color: blue;">A</span>	Berthing Time 2024-02-07 18:50 <span style="color: blue;">A</span>	Departure Time 2024-02-09 10:50 <span style="color: blue;">A</span>

Fuente: Herramienta de seguimiento de la empresa ONE<sup>26</sup>

<sup>26</sup> ONE : eCommerce [en línea]. ONE : eCommerce. [Consultado en mayo de 2024]. Disponible en: <https://ecomm.one-line.com/one-ecom/manage-shipment/cargo-tracking>

Otro proceso crítico en los puertos que se ha visto beneficiado con la llegada de las nuevas tecnologías es el varado. Mediante herramientas de diseño asistido (CAD) se pueden obtener planos del barco o localización de los puntos de tensión. Para las tareas de reparación y conservación se usan sensores ópticos y herramientas robóticas que hacen las tareas de forma más rápida y precisa que un ser humano. Estas herramientas además usan bases de datos que permiten crear modelos y patrones, y analizar tendencias en base a trabajos registrados, de forma que se puedan crear procesos lo más estándar posible.

Las nuevas tecnologías también se aplican a la maquinaria utilizada en el puerto. Por ejemplo, el puerto de Bilbao aprobó en el año 2020 un proyecto de digitalización de las grúas portuarias. El objetivo de esta inversión es la realización de un diagnóstico que permita adelantarse a los fallos de las grúas. Con esta herramienta “se facilitará la realización de las reparaciones programadas, reducirá el mantenimiento correctivo y minimizarán las actividades de mantenimiento preventivo innecesarias, ahorrando sus costes asociados”<sup>27</sup>

Una vez que las mercancías están en suelo firme, las empresas transitorias gestionarán toda la documentación necesaria para poder sacarlas en sus vehículos. Cada país recoge en su legislación los documentos necesarios para liberar estas mercancías. Generalmente, la factura, el conocimiento de embarque (BL), Declaración de valor (para mercancías superiores a 20.000€), una prueba de origen, el DUA, una declaración sumaria de entrada (DSE) y el despacho de aduanas. Si no hubiera una gestión telemática de toda esta información el tiempo de gestión y las personas que se tendrían que dedicar a estas tareas sería enorme, al nivel de actividad que tienen los puertos hoy en día.

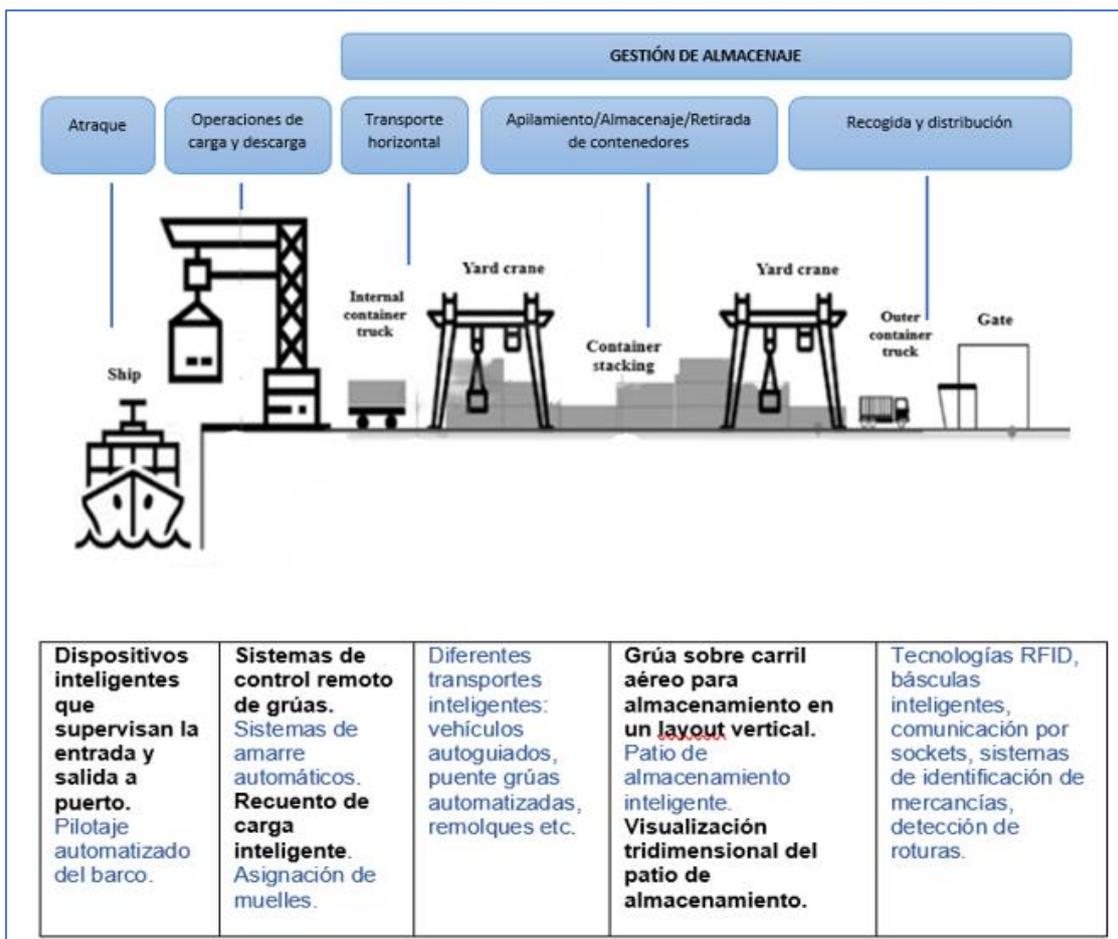
En el caso de almacenar las mercancías en los puertos, éstos están ya equipados con cintas transportadoras, torres de transferencias, tolvas automáticas o básculas de pesaje continuo. Además, a los almacenes se les puede equipar de dispositivos que tracen y vigilen las condiciones ambientales si hubiera material susceptible de dañarse por no estar en entornos adecuados.

Cuentan también con sistemas de videovigilancia, que no solo tienen capacidad de grabación continua, si no que transmiten imágenes y voz en tiempo real y están conectadas con los agentes de seguridad. Otros elementos de vigilancia son los escáneres de calor que sirven para detectar polizones en los barcos.

---

<sup>27</sup> El proyecto Predicrane de digitalización de grúas STS incorporará nuevas tecnologías de mantenimiento predictivo en los puertos [en línea]. *SPRI*. [Consultado en mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.spri.eus/es/teics-comunicacion/proyecto-predicrane-digitalizacion-gruas-sts-incorporara-nuevas-tecnologias-mantenimiento-predictivo-puertos/>

**Figura 14.** Aplicaciones de las nuevas tecnologías en un puerto.



Fuente: Elaboración propia a través de información obtenida en el Informe de desarrollo global de los puertos, Instituto de comercio Internacional de Shanga<sup>28</sup>

### 3.3 APLICACIONES EN EL PUERTO DE SANTANDER

#### 3.3.1 Proyecto Control de Intrusos

##### DESCRIPCIÓN

Sistema de seguridad para el control de acceso al puerto y para el seguimiento de movimientos en tiempo real en el interior de este.

El sistema está integrado por 4 subsistemas para la detección de intrusos en el área logístico-portuaria: control de accesos y geolocalización de individuos autorizados, plataforma de visión artificial, array de antenas y plataforma de inteligencia artificial con *Machine Learning* que recibirá los datos de todos los subsistemas anteriores, combinándolos y realizando cálculos en tiempo real sobre ellos.

<sup>28</sup> Global Port Development Report 2022, (2023). *Shangai International Shipping Institute*. 67.

El sistema se retroalimentará y aumentará su capacidad de aprendizaje con cada información recibida, generando nuevos resultados que permitan predecir movimientos y actuaciones en el interior o exterior de la zona portuaria.

### **3.3.2 Proyecto “MUON CARGO”**

#### DESCRIPCIÓN

Dispositivo de inspección rápida, inocua y no invasiva de contenedores, elementos de transporte terrestre y vehículos para la detección de amenazas, tráfico de bienes ilegales y de personas ocultas en su interior mediante la aplicación de la tecnología de tomografía muónica.

Esta tecnología hace uso de unas partículas denominadas muones que se generan de forma natural en las capas altas de la atmósfera y que llegan a la superficie terrestre a razón de 10 000 por minuto y metro cuadrado, disponiendo de gran poder de penetración en la materia. Cuando dichas partículas atraviesan un objeto, su energía y su trayectoria se modifican en función de la naturaleza (composición y geometría) de ese objeto.

### **3.3.3 Next Port Digital Twin**

#### DESCRIPCIÓN

M&N Spain está trabajando en la elaboración de un Producto que busca integrar diferentes fuentes de datos del área portuaria y que, convenientemente tratados mediante capas de algoritmos y modelos de inteligencia artificial y simulación, doten a las Autoridades Portuarias de capacidades descriptivas, predictivas y prescriptivas avanzadas, apoyando así la toma de mejores y más eficientes decisiones sobre cualquiera de los ámbitos sobre los que tienen competencias estas entidades.

## **3.4 OTROS PUERTOS DE REFERENCIA**

Después de todo, el puerto de Santander, aunque en constante crecimiento, no deja de ser un puerto relativamente pequeño dentro de la península, y un puntito en todo el sistema de puertos del mundo. Esto, lejos de desanimar, tiene que servir como impulso para seguir invirtiendo, tomando como ejemplo a puertos que tienen una mayor tecnificación en los procesos.

A nivel mundial tenemos gigantes de los que tomar referencias, por ejemplo:

### **3.4.1 Puerto de Shanghái.**

Es el puerto más importante del mundo. Desde que el comercio asiático tomó importancia hace ya unas décadas, el ritmo de operaciones en los puertos de Asia no deja de crecer.

En el foro North Bund, que se celebra de forma anual en Shanghái y que reúne a los principales agentes de transporte del mundo y que cuenta con el patrocinio del Gobierno Chino y el ministerio de transportes del país, se dieron varias claves de cómo va a evolucionar el puerto de Shanghái.

Una de las principales claves del foro del año 2022 fue “*Green, Intelligent and Resilient Global Shipping & Aviation through Global Partnerships*”<sup>29</sup>

El puerto de Shanghái tiene operarios trabajando en una torre de control desde las cual se controla de forma remota a través de joysticks las cinco grúas automatizadas del puerto, teniendo control a tiempo real de todo lo que ocurre a través de pantallas. Cada trabajador puede gestionar el movimiento de 28 contenedores por hora.

Se usa también la tecnología para paliar uno de los problemas que tiene este puerto y es el almacén para gestionar los contenedores vacíos y así paliar la falta de ellos, facilitando la rotación. En este caso, el uso de las tecnologías JIT facilitan la planificación para descargar y liberar contenedores más rápido.

El puerto de Shanghái ya está utilizando tecnologías 5.0, con el apoyo de la empresa nacional Huawei.

### 3.4.2 Puerto de Rotterdam

El puerto de Rotterdam pone mucho empeño, desde la implementación en el 2020, en el uso del sistema JIT (*Just in Time*). El éxito de ese sistema, de nuevo, por una red de comunicaciones que funcione eficientemente, combinando tecnologías de IA, blockchain y IoT.

El concepto se traduce en la llegada de forma puntual de los barcos, es decir, optimizar la velocidad y ruta de los buques para que atraque en el momento esperado. Esto repercute en una disminución del consumo de combustible, de emisiones y de costes de demora y almacenaje para reducir la huella de carbono.

Para verificar que el proyecto funcionaba, hicieron una prueba junto con las navieras Maerks, MSC y IMO, avisando a los 26 buques que compusieron la muestra de a qué hora y en qué muelle atracar, con 12 y con 24 horas de antelación. En ambos escenarios, el ahorro de combustible fue del 9% y del 8% respectivamente<sup>30</sup>

Otro proyecto en el puerto de Rotterdam es la implementación de un gemelo digital (*digital twins*) que consiste en la recreación de procesos reales de forma digital, procesando datos del mundo real para crear simulaciones.

---

<sup>29</sup>The 2022 North Bund Forum will start on the 22nd of November in Shanghai! [en línea] [Consultado en mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.ccs.org.cn/ccswzen/articleDetail?id=202211221099067155>

<sup>30</sup> Port of Rotterdam hails Just-in-Time success [en línea]. *Port Technology International*. [Consultado en mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.porttechnology.org/news/port-of-rotterdam-hails-just-in-time-success/>

El próximo proyecto para convertirse en el puerto del futuro es transformarse en una plataforma digital donde se dirijan en remoto todos los movimientos en el puerto, de almacenes, trenes y barcos.

### 3.4.3 Puerto Algeciras

Además de los ya comunes sistemas de digitalización logística y puertos inteligentes, en el 2019 se creó el Centro Avanzado de Tecnologías Digitales, con la intención de consolidarse como un puerto de última generación. El pasado Julio del 2023 la Autoridad Portuaria de Algeciras firma un contrato con la empresa Sopra Steria, con una inversión de 4.000.000€ para desarrollar y gestionar un centro de operaciones de servicios de las tecnologías de la información.

Ese mismo año, implementaron también la tecnología *OnShore Power Supply* (OPS). Consiste en la conexión a la red general eléctrica del puerto a los buques atracados. De esta forma pueden apagar los motores auxiliares, ahorrando combustible y contaminando menos y disminuyendo ruidos y vibraciones.

Por otro lado, desde el 2020 el puerto de Algeciras está dotado de tecnología 5G, proporcionada por Vodafone tras una prueba piloto, en la que quedó patente la mejora en la velocidad de las comunicaciones, resolución de incidencias o acceso a datos técnicos más rápido. Esto mejora la calidad de la información entre todo el personal del puerto, incrementando la comodidad y flexibilidad laboral.

### 3.4.4 Puerto Valencia

Como los puertos de referencia anteriores, el puerto de Valencia también usa desde hace varios años sistemas digitales de gestión.

Otra de las innovaciones de las que se hacen eco en la página del puerto es de la implementación del proyecto RESPOND-A. Una iniciativa que responde a la necesidad de ser más ágiles frente a situaciones peligrosas que requieran la presencia de los servicios de emergencias, como ha sucedido en la propia prueba, simulando una colisión entre dos vehículos cisterna con líquidos peligrosos. Este choque se ha monitorizado con herramientas como “drones con cámaras 4K, video 360°, robots terrestres con cámaras térmicas y de video, chalecos para los equipos de emergencia con monitorización de constantes vitales, cámaras personales de los equipos de rescate, realidad aumentada, etc. Las imágenes y datos de todas estas herramientas se han centralizado e integrado en un sistema que hace las veces de centro de mando avanzado, realizando todas estas comunicaciones con tecnologías 5G”<sup>31</sup>

Además, tiene varios proyectos en curso, sobre todo orientados a la descarbonización y mejora de la sostenibilidad ambiental, investigando en nuevas formas de combustible, como el GNL y el hidrógeno. El proyecto europeo Green Ports Project cuenta como

---

<sup>31</sup> Proyectos [en línea], *Valenciaport*. [Consultado en mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.valenciaport.com/sostenibilidad/proyectos/>

asociado el puerto de Valencia en España y a otros puertos europeos como el Pireo en Grecia o el de Venecia.

Se puede consultar más sobre este proyecto en la web <https://greencportsproject.eu/>

## 4. FUENTES DE FINANCIACIÓN

No cabe duda que el actual cambio de paradigma hacia puertos modernos, eficientes y sostenibles requiere una inversión de recursos muy elevada. Apostar por incluir nuevas tecnologías en los puertos para mejorar su competitividad es una estrategia que requiere reformular todo el sistema de gestión habido hasta ahora y por su magnitud, es necesario invertir todos los medios posibles en ello. Un impulso para invertir en proyectos que de forma individual o a pequeña escala no sería posible pero que generará unos beneficios en un futuro una vez implementados.

### 4.1 FONDOS EUROPEOS

#### 4.1.1 Fondo Next Generation

Es un fondo autorizado por la Comisión Europea, dotado de una bolsa de hasta 750.000 millones de euros que los 27 estados miembros acordaron endeudarse para invertir en un futuro común. Estos fondos se acordaron como respuesta a la crisis económica que dejó la pandemia del COVID 19 y que estará disponible para ejecutar proyectos hasta el año 2027.

Los fondos Next Generation se componen de dos instrumentos: la partida REACT-EU, y los MRR, que están orientados a inversiones y reformas para conseguir soluciones de recuperación sostenible y resilientes, que tengan la digitalización y el clima como sujetos principales.<sup>32</sup>

Los MRR constituyen la mayor partida de los fondos Next Generation, con una dotación de 672.000 millones de euros, de los que España se podrá beneficiar de hasta 140.000 millones, 60.000 de ellos no reembolsables.

Al sistema portuario de titularidad estatal le han sido asignados un importe de ayuda que asciende a 456 millones de euros, al objeto de financiar actuaciones relacionadas con la accesibilidad y la sostenibilidad.<sup>33</sup>

Se pueden consultar todos los proyectos que se han visto beneficiados en los puertos de España con los fondos Next Generation en el link <https://www.puertos.es/es-es/FondosNextGeneration> , y en concreto en el puerto de Santander han ido destinados a las siguientes obras:

---

<sup>32</sup> PuertosDelEstado, (2024). 456 M€ de los fondos #NextGenerationEU | Puertos del Estado [en línea]. *YouTube*. [Consultado en mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=PlwcojOh3F4>

<sup>33</sup> Fondos Next Generation | puertos.es [en línea], (sin fecha). *Página Inicio | puertos.es*. [Consultado en mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.puertos.es/es-es/FondosNextGeneration/Paginas/default.aspx>

1. Renovación doble vía de ffcc de acceso al puerto (obra terminada)

*“Renovación de las vías de ancho ibérico y ancho métrico de acceso al puerto, transformándolas en doble vía de ancho ibérico y manteniendo una de las vías con 4 hilos para el ancho métrico. Se Incluyen los desvíos de ancho ibérico hacia el espigón central de Raos (terminales de automóviles, Cementos Alfa y Alkion) [...] Se ejecuta una renovación completa de la plataforma y material de vía en un tramo de 975 metros aproximadamente (doble vía). La actuación consiste en el saneo, drenaje y mejora de explanada, capas de subbalasto y balasto, traviesas de hormigón, carriles nuevos y señalización”*<sup>34</sup>

2. Renovación vía norte de ffcc Espigón Central de Raos (en ejecución)

*“Renovación del acceso ferroviario a las terminales portuarias situadas en el testero del espigón central (cemento, productos químicos y contenedores), mediante vía hormigonada de ancho ibérico para permitir el paso de vehículos sobre la vía en todo el tramo que discurre frente a la terminal de automóviles. La longitud total de vía es de 1.800 metros, incluyendo un apartadero final de carga/descarga de contenedores.”*<sup>35</sup>

Si bien a priori estas medidas no están destinadas a la digitalización del puerto ni a la inversión en nuevas tecnologías, si es una herramienta que está orientada a la mejora de la sostenibilidad y que conseguirá atraer a más empresas, más tráfico y rutas lo que derivará inevitablemente en la búsqueda soluciones tecnológicas para gestionar un cada vez más importante volumen de actividad.

#### **4.1.2 Mecanismo MCE**

Es un presupuesto alcanzado en el Parlamento Europeo dotado de 33.700 millones de euros que serán distribuidos en forma de subvenciones hasta el año 2027. El propósito de esta partida, como su nombre indica es “Conectar Europa”, apoyando la mejora en la conexión entre países europeos mediante infraestructuras digitales, de transporte o de distribución de energía. En España, por ejemplo, el puerto de Algeciras se ha beneficiado de esta subvención para implementar el sistema OPS, que mediante la electrificación de sus muelles permitirá a los barcos tener los motores parados y ahorrar en combustible y reducir el ruido en el puerto.

#### **4.1.3 Fondos de ayuda Brexit**

Con la salida de Reino Unido de la UE tras el brexit muchos puertos sufrieron consecuencias por ser uno de los clientes más importantes para los puertos de España. En concreto, para el puerto de Santander era uno de los socios principales, llegando a representar el 20% total de su tráfico. El monto recibido en subvenciones ha sido de 56,4 millones de euros que se han invertido en varios proyectos, muchos de ellos

---

<sup>34</sup> *Página Inicio | puertos.es.* [Consultado en de mayo de 2024]. Disponible en: [https://www.puertos.es/es-es/FondosNextGeneration/Documents/Santander\\_Renovación%20doble%20vía%20ffcc%20acceso%20al%20puerto.pdf](https://www.puertos.es/es-es/FondosNextGeneration/Documents/Santander_Renovación%20doble%20vía%20ffcc%20acceso%20al%20puerto.pdf)

<sup>35</sup> *Página Inicio | puertos.es.* [Consultado en mayo de 2024]. Disponible en: [https://www.puertos.es/es-es/FondosNextGeneration/Documents/Santander\\_Renovación%20vía%20norte%20ffcc%20Espigón%20Central%20Raos%20\(002\).pdf](https://www.puertos.es/es-es/FondosNextGeneration/Documents/Santander_Renovación%20vía%20norte%20ffcc%20Espigón%20Central%20Raos%20(002).pdf)

dedicados a construir y adaptar nuevos espacios e infraestructuras, y relaciono con las nuevas tecnologías, la implementación de un nuevo sistema de videovigilancia electrónico y control de mercancía, con el fin de evitar la intrusión en buques con destino a Reino Unido.

#### **4.1.4 Iniciativas cofinanciadas**

Son proyectos diseñados y ejecutados entre varias empresas o agentes, en este caso, con la intención de mejorar la eficiencia de los puertos y que cuentan con algún tipo de subvención de fondos de la UE. La UE cuenta con 5 fondos estructurales (FEADER, FEMP, FEDER, FSE y FC) de los que destinar partidas a esta clase de iniciativas, por ejemplo, el proyecto “Green Ports” en el que está involucrado el puerto de Valencia, y empresas como Balearia (turismo) y Vira (energética).

Además, no solo tenemos que pensar en la figura de la autoridad portuaria como única entidad que se postula a incorporar nuevas soluciones digitales ni único sujeto de subvenciones, si no que las propias empresas privadas que trabajan en el puerto e interactúan con el mismo, también están en constante búsqueda de avances digitales que optimicen su actividad. Por ejemplo, la empresa Noatum, que también tiene actividad en el puerto de Santander ha recibido una subvención de los fondos Next Generation para la implementación de dos proyectos propios, el proyecto Portos y el proyecto eGate.

## **4.2 FONDOS NACIONALES**

El Estado también destina fondos en sus presupuestos anuales destinados a la gestión portuaria.

Los principales son los tres comentados a continuación, pero no nos podemos olvidar de otras iniciativas privadas y proyectos a menor escala entre puertos concretos y empresas privadas que no tienen por qué depender totalmente del Estado. Por ejemplo, el proyecto Estiba2022+, de la empresa Ficoba y con subvención del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades para la migración hacia Smart Ports.

### **4.2.1 Fondo de Compensación Interportuario**

De acuerdo a la información extraída del Ministerio de Fomento, el fondo de Compensación Interportuario es una herramienta que sirve para distribuir los recursos de todo el sistema portuario español y que todos es su conjunto sean rentables. Estos fondos han ayudados a puertos como los de Ceuta y Melilla y los de los archipiélagos Balear y Canario a potenciar su actividad, ya que tienen un hinterland<sup>36</sup> más limitado, y a aquellos puertos que necesiten ese apoyo económico para obras, reparaciones o mantenimiento, y puedan seguir manteniendo su actividad. Este fondo está aprobado y

---

<sup>36</sup> El Hinterland de un puerto hace referencia a la zona de influencia territorial dentro de ese puerto. Es decir, el terreno donde van a parar o desde donde salen las mercancías que se gestionan en el puerto.

vigente en la Ley de Puertos de 1992 y se renueva anualmente. Este año 2024 se dotará al fondo de 36,1 millones de euros.

#### **4.2.2 Fondo Financiero de Accesibilidad Terrestre Portuaria**

Este Fondo también está recogido en el Ministerio de Fomento y está destinado a subvencionar y promover los accesos a los puertos y las comunicaciones en los mismos. Es un instrumento para reforzar las redes del transporte de mercancías y construir accesos terrestres, por carretera o ferrocarril (ADIF) y favorecer la multimodalidad.

Como ejemplo, tenemos la mejora del acceso no sólo al puerto de Santander, si no a la Ciudad del Transporte, desde el ramal que se ha construido desde la A-67, mejorando la entrada, disminuyendo el flujo de vehículos por las entradas de Raos y Nueva Montaña. Esta iniciativa está respaldada por el Ministerio de Transportes.

#### **4.2.3 Fondo Ports 4.0**

Estos fondos están destinados, según el portal web de los puertos del Estado, a “promover e incorporar activamente la innovación disruptiva o incremental como elemento de competitividad, de eficiencia, sostenibilidad, seguridad y protección en el sector logístico- portuario español, tanto público como privado para facilitar su transición hacia la economía 4.0”<sup>37</sup> con la finalidad de crear un tejido de empresas o líneas de negocio que aporten sus productos en innovaciones al sistema logístico portuario.

La forma de trabajar en este caso consiste en una convocatoria que se abre cada año, donde los diferentes participantes y empresas, tras cumplir unos requisitos, exponen una memoria de todas las ideas, procesos, tecnologías o servicios que pueden aportar al sector, y que mejore sustancialmente ámbitos “infraestructurales, operacionales o de prestación de servicios”. El proceso funciona como una licitación, se podría decir: se abren las convocatorias, se reciben las solicitudes, se evalúan y se adjudican las mejores, se conceden las ayudas y finalmente, comienzan los desarrollos y pilotos.

En el caso del puerto de Santander, actualmente las convocatorias del programa Ports 4.0 son las que están trayendo ideas y proyectos innovadores, como los descritos anteriormente.

### **5. PUERTOS 4.0**

Todo el análisis anterior nos ha podido crear una idea de la situación actual de los puertos y a dónde queremos llegar. Han sido muchos años de análisis de la actividad portuaria la que ha hecho que esta se vaya adaptando a los nuevos tiempos.

Al final, la economía global hacer que sea necesario comprar y vender fuera de las fronteras, cada vez más lejos, más rápido, más barato y contaminando lo menos posible.

---

<sup>37</sup> Ports 4.0 | puertos.es [en línea], *Página Inicio* | puertos.es. [Consultado en mayo de 2024]. Disponible en: <https://www.puertos.es/es-es/Paginas/ports40.aspx>

El concepto de Puertos 4.0 o Smart Ports parte de una necesidad de ser más eficientes, sostenibles, transparentes y optimizar procesos. Debido a todos los agentes que actualmente intervienen en la logística portuaria y la gran tipología y fuente de toda la información que se genera en esa cadena, ha sido necesario hacer un estudio exhaustivo de la casuística actual y buscar soluciones para homogeneizar procesos y aprovechar todo el conocimiento disponible y las ideas que están por llegar. Crear estándares y procesos es básico para crear directrices que se puedan digitalizar y optimizar.

**Figura 15.** Clasificación de los puertos según su nivel de desarrollo.



*Fuente: Gráfico rediseñado a partir de Rodés y Luezas (2007). Mencionado en Garín, M. (2018) y usado en Las tecnologías exponenciales y su impacto en los puertos y sus cadenas logísticas. 7ª ed. Santander: Autoridad Portuaria de Santander.*

Han sido varios los factores que han catalizado esta evolución de los puertos, según lo descrito por Óscar Pernía Fernández (Ing. Telecomunicaciones y Socio Fundador Next-Port), no sólo tenemos que tener en cuenta las variables de eficiencia y competitividad sino de los cambios de contorno, como los cambios en los modelos productivos, de consumo, estilo de vida, de concienciación, o políticos. Hitos como la aparición del e-commerce han hecho imprescindible que las empresas ofrecieran información fiable y en tiempo real a los consumidores<sup>38</sup>.

Todos estos aspectos tienen que ser gestionados en los Puertos 4.0, diseñando y consiguiendo herramientas que hagan de los puertos unos centros de operaciones eficientes y competitivos, con una infraestructura, una capacidad y unos servicios adecuados, con un consumo responsable de los recursos, contaminando lo menos posible y por supuesto, conectado. Todas estas medidas tienen que estar contempladas en un marco de completo conocimiento de las características individuales de cada

<sup>38</sup> Pernía Fernández, Ó., (2021). *Las tecnologías exponenciales y su impacto en los puertos y sus cadenas logísticas*. 7ª ed. p 121. Santander: Autoridad Portuaria de Santander.

puerto, y aunque la tecnología está al alcance de todos, hay que saber adaptarla de forma concreta.

Respecto a los Smart Ports y toda la arquitectura digital que está en construcción solo puntualizar que es el principio, que aún no es posible saber dónde puede estar el fin, y que seguramente en unos años estaremos hablando de puertos de sexta generación, porque la tecnología no para de avanzar, aunque esa cuestión es de otro campo de investigación.

## 6. CONCLUSIONES

El principal motivo por el que elegí este tema es porque llevo trabajando en el sector industrial y logístico desde hace ya diez años y he podido ser consciente de todos los avances que ha habido desde que empecé hasta ahora. En los últimos años también asumí responsabilidades de gestión del tráfico marítimo, y dado que me gusta mi trabajo y me generaba mucha curiosidad todo el entramado logístico que hay en una transacción de compra e importación, quise plasmar primero, con el conocimiento que tengo por la experiencia laboral y segundo con la investigación sobre el tema en concreto en qué punto está actualmente la tecnología implementada en el sector logístico y más específicamente, en el tráfico marítimo.

Sin duda un punto de apoyo en el desarrollo de este Trabajo Fin de Grado ha sido poder contar con la experiencia de profesionales que trabajan en el puerto de Santander, y la cantidad de información que he podido obtener debido a que colaboran de forma activa con la Universidad de Cantabria y con la UIMP (El proyecto CITAP fue una colaboración conjunta).

El Puerto, aunque es relativamente pequeño en tamaño y volumen de mercancías respecto a otros de la Península, lleva implementando en los últimos años muchos avances tecnológicos que ya estaban funcionando en otros puertos de mayor actividad, como son el de Barcelona o Valencia. Se parte así con la ventaja de que se están implementando tecnologías ya conocidas y testadas, por lo que el coste, la complejidad y el riesgo de empezar a trabajar con ellos es menor. A medida que he ido desarrollando el trabajo he sido consciente de que cada paso que ha dado la Autoridad Portuaria en la implementación de estas tecnologías y la inversión en infraestructuras ha supuesto una mejora en el puerto, bien atrayendo clientes nuevos y abriendo rutas, y generando más actividad alrededor de éste.

El objetivo principal del trabajo ha sido comprobar los siguientes puntos:

- Qué grado de implementación de las nuevas tecnologías existe en los diferentes puertos de España.
- Qué efectos en la economía local tiene la inversión e implementación en nuevas tecnologías.
- Si hay línea estratégica a seguir, tanto a nivel local (en el puerto de Santander) como estatal, y como miembro de la CEE que es España.

Una de las primeras conclusiones obtenidas que he sacado es que hace unos años la logística era un campo al que se accedía mayoritariamente de la rama de ciencias

sociales y que, en los últimos años, y en busca de crear procesos y modelos eficientes que no son ejecutables por una mente humana si no por ordenadores y sistemas de gestión y cifrado de datos, es ya una rama más que se puede incluir en estudios de ingenierías (en informática, en telecomunicaciones, industriales, etc.).

Además se ha podido constatar el impacto económico directo, indirecto e inducido que genera un puerto en una ciudad, vía relaciones económicas entre los puertos y empresas de diversa índole (transportistas, proveedores, fábricas, navieras, consignatarias, almacenes, etc.) y como todas ellas, inevitablemente necesitan ese sistema de comunicación e interacción mutua para desarrollar su actividad de la forma más eficiente y ser competitivos en el sector.

Son visibles también las alianzas que se crean entre las administraciones y las empresas, ya que alrededor de un puerto se ubican estratégicamente empresas que se van a aprovechar de la actividad de ese puerto y el mismo puerto también las va a utilizar a ellas. Uno de los varios ejemplos que muestro en trabajo es la mejora y ampliación de las vías de acceso por ferrocarril en la terminal donde se ubica Cementos Alfa. Esta maniobra hace que Alfa pueda gestionar más volumen de mercancía más rápido y el Puerto cuenta con esa infraestructura polivalente para ser explotada por más empresas ubicadas en el puerto. Si las empresas perciben facilidades y bajos costes en una ubicación es probable que quieran localizarse en torno a estas infraestructuras.

En este TFG se ha podido constatar la naturaleza competitiva de cada Autoridad Portuaria. Es lógico y deseable que busquen ser eficientes, pero debería haber un consenso entre los puertos de Estado. Por ejemplo, el puerto de Santander ha sido históricamente un puerto orientado al sector de la automoción. En los últimos años, el puerto de Bilbao está incrementando el volumen de vehículos que importa y exporta, y a pesar de los esfuerzos que se hacen desde el puerto de Santander, es fácil que, debido al volumen que gestionan se acaben generando economías de escala que inevitablemente hagan más atractivo por costes, por ejemplo, desviar el tráfico a este puerto.

En este trabajo quería averiguar si existía una línea estratégica y funcional que agrupara a todos los puertos de Estado. Después de analizar diferentes puertos puedo probar que no existe y que cada puerto actúa de forma independiente.

Aunque todos los avances que se están implementando van en pos de la sostenibilidad, considero que como sociedad tenemos que preguntarnos a título individual qué podemos hacer para ser más sostenibles. El origen de lo que consumimos, en que cantidad y la necesidad real que tenemos. Un sistema capitalista como el actual nos empuja a un constante consumo, y, sin que sea necesario tener que volver a políticas proteccionistas, por ejemplo, mediante tasas arancelarias, hay un amplio rango de opciones que se pueden desarrollar como consumir de proximidad, crear y potenciar industria cercana para estimular la economía interior y reducir la huella de carbono del transporte o investigar en materiales alternativos cuyo uso sea más eficiente.

Como se ha mencionado anteriormente, el puerto de Santander presentó en el año 2010 el CITAP (Centro Internacional de Tecnología y Administración Portuaria). Un centro de

desarrollo tecnológico que abordaba la problemática marítima en materia de puertos, transporte marítimo y logística y muy vinculado con la Universidad de Cantabria y la UIMP. El centro no llegó nunca a rendir al completo y actualmente está en desuso. La tarea de innovación se ha canalizado a través de la Universidad a las aulas, que mediante becas y concursos presentan proyectos de mejora e innovación que tras ser valorados se implementan en el Puerto de Santander.

La estrategia que debería seguir el puerto es la reimplementación de este centro, y considerarlo una actividad más dentro del puerto. Más aún, comparando la escalada tecnológica que está habiendo en el resto de países, necesitamos un organismo sólido, como ya cuentan otros puertos de España como el Hub de Innovación abierta del puerto Valencia o el comité de Innovación del puerto de Algeciras.

A lo largo de todo el trabajo se ha podido comprobar como la implementación de nuevas tecnologías y diferentes soluciones de software han repercutido positivamente en la actividad de los puertos. Son pequeñas inversiones teniendo en cuenta todas las prestaciones que ofrecen y tenemos que considerar que esto sólo es el inicio. Sin embargo, hay varios puntos que deben ser mencionados y tomados con precaución:

El primero es que en este entorno de inversión en herramientas tecnológicas, puede haber PYMES que no tengan los recursos necesarios para su adquisición. Tenemos que tener en cuenta que el tejido empresarial de España está compuesto en su gran mayoría por este tipo de empresas y que si se quedan fuera del mercado puede repercutir en la economía del país. Es necesario que se les acompañe en este proceso.

En segundo lugar, hay que limar imperfecciones de estos sistemas, sobre todo aquellos que gestionan horarios, tiempos de tránsito y cualquier tarea en la que haya interacción humana, porque aunque una máquina diga que, de acuerdo a unos algoritmos y cálculos un barco llegará a puerto a una hora concreta o que será descargado en x horas, la realidad es que los trabajadores no somos máquinas, hay imprevistos y no se trabaja de forma continua a pleno rendimiento, además de otros factores externos, como las condiciones meteorológicas, huelgas o festivos, etc.

Y por último, y creo que esta conclusión es de las más evidentes, es sobre la fragilidad del sistema. Antes el punto débil eran los piratas que asaltaban un barco, y ahora son los piratas que pueden robar, manipular o hacer desaparecer cantidad de información que se almacena de forma digital y encriptada, pero que no se está a salvo de posibles ataques porque son datos muy sensibles y muy útiles para quien los esté buscando. Al estar varias empresas interconectadas, si falla un eslabón, se cae toda la cadena. Esto unido a la situación política global tan crítica que se está dando actualmente hace que toda la actividad marítima se vea afectada, véase en los últimos meses los ataques de buques en el mar rojo. Muchos barcos han cambiado la ruta y desactivado los sistemas de geolocalización para no ser atacados, por lo que se trabaja completamente a ciegas.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Coto Millán, P., (1995). Características generales y contribución a la economía española del sector portuario. Boletín ICE Económico. 2460-2461, 43, citando a Rezenthel, R. (1992): «Les régimes portuaires dans le monde». Portus. VoL 7, págs. 40-43.

<https://www.puertos.es/es-es/nosotrospuertos/Paginas/Nosotros.aspx>

OTL España. <https://apps.fomento.gob.es/BDOTLE/visorBDpop.aspx?i=475>

<https://www.puertosantander.es/es/estadisticas-de-traffic>

Autoridad Portuaria de Santander, (2022). DECLARACIÓN MEDIOAMBIENTAL 2022 [en línea]. Reglamento Europeo EMAS, 6.

Terminales <https://www.puertosantander.es/es/terminales#roro>

Infraestructuras <https://www.puertosantander.es/es/muelles>

Puertos secos <https://www.puertosantander.es/es/puertos-secos>.

ServiciosMarítimos | Puerto de Santander: <https://www.puertosantander.es/es/servicios-maritimos>.

Conexiones / Área de influencia <https://www.puertosantander.es/es/conexiones-area-de-influencia>

<https://www.puertosantander.es/es/noticias/el-plan-de-empresa-del-puerto-de-santander-contempla-una-inversion-de-216-millones-de>

Valoración de la logística marítimo - portuaria, (2023). Anfac Informe 2022(16), 9. [https://anfac.com/categorias\\_publicaciones/logistica/](https://anfac.com/categorias_publicaciones/logistica/)

<https://www.skyscrapercity.com/threads/terminal-de-carbón-40metros-puerto-de-santander.137090/>

<https://www.diarioelcanal.com/boluda-terminal-santander/>

Servera-Francés, D. concepto y evolución de la función logística. Marketing, 1969(79), 1980-1989.

Ballou, R. H. (2004). Logística: Administración de la cadena de suministro. Pearson educación.

GANNE, Emmanuelle; “¿Pueden las cadenas de bloques revolucionar el comercio internacional?”, Copyright Publicaciones de la OMC, 2018

ROUHIAINEN, Lasse. Inteligencia artificial. Madrid: Alienta Editorial, 2018.

<https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/succeeding-in-the-ai-supply-chain-revolution#:~:text=Successfully%20implementing%20AI-enabled%20supply,stake,%20multiple%20solutions%20have%20emerged.?cid=eml-web>

<https://www.transporeon.com/es>

<https://www.sap.com/latinamerica/products/erp/what-is-erp.html>

[https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/esmovilidad/ejes/211223\\_es.movilidad\\_accesibilidad\\_BAJA\\_vf.pdf](https://cdn.mitma.gob.es/portal-web-drupal/esmovilidad/ejes/211223_es.movilidad_accesibilidad_BAJA_vf.pdf)

<https://ecommerce.one-line.com/one-ecom/manage-shipment/cargo-tracking>

Global Port Development Report 2022, (2023). Shanghai International Shipping Institute. 67.

<https://www.ccs.org.cn/ccswzen/articleDetail?id=202211221099067155>

<https://www.porttechnology.org/news/port-of-rotterdam-hails-just-in-time-success/>

<https://www.valenciaport.com/sostenibilidad/proyectos/>

<https://www.youtube.com/watch?v=PlwcojOh3F4>

en: <https://www.puertos.es/es-es/FondosNextGeneration/Paginas/default.aspx>

[https://www.puertos.es/es-es/FondosNextGeneration/Documents/Santander\\_Renovación%20doble%20vía%20ffc%20acceso%20al%20puerto.pdf](https://www.puertos.es/es-es/FondosNextGeneration/Documents/Santander_Renovación%20doble%20vía%20ffc%20acceso%20al%20puerto.pdf)

[https://www.puertos.es/es-es/FondosNextGeneration/Documents/Santander\\_Renovación%20vía%20norte%20ffc%20Espigón%20Central%20Raos%20\(002\).pdf](https://www.puertos.es/es-es/FondosNextGeneration/Documents/Santander_Renovación%20vía%20norte%20ffc%20Espigón%20Central%20Raos%20(002).pdf)

<https://www.puertos.es/es-es/Paginas/ports40.aspx>

Pernía Fernández, Ó., (2021). Las tecnologías exponenciales y su impacto en los puertos y sus cadenas logísticas. 7ª ed. p 121. Santander: Autoridad Portuaria de Santander.