



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

NÁUTICA Y TRANSPORTE MARÍTIMO

“SIG ÁRTABRO”

TRABAJO DE FIN DE GRADO

SEPTIEMBRE – 2018

AUTOR: IVÁN GARCÍA QUEIJO
DIRECTOR: JOSÉ VIDAL PAZ

AUTORIZACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

NÁUTICA Y TRANSPORTE MARÍTIMO

D. JOSÉ VIDAL PAZ, autorizo al alumno D. IVÁN GARCÍA QUEIJO, con DNI nº 54130006-N, a la presentación del trabajo fin de grado titulado:

“SIG ÁRTABRO”

CONVOCATORIA: SEPTIEMBRE - 2018

Fdo. El Director

José Vidal Paz

RESUMEN

La motivación que me ha llevado a desarrollar este TFG ha sido conocer el uso y aplicación de las herramientas SIG en el mundo marítimo, y más concretamente en la gestión y operación de nuestros puertos.

Dado que en estos últimos años hemos visto como se han desarrollado importantes infraestructuras portuarias en el área de A Coruña y Ferrol, he decidido crear un SIG que se podría aplicar a la gestión conjunta de estos dos puertos, al que he llamado “SIG Ártabro”.

El trabajo se ha estructurado en tres partes diferenciadas. En la primera parte explico qué es un SIG y qué aplicaciones tiene este tipo de herramientas informáticas, y más concretamente qué ejemplos tenemos en el mundo marítimo. En la segunda parte se hace un análisis económico del *hinterland* de los puertos de A Coruña y Ferrol, estudiando los posibles tráficos portuarios de la zona. Y en la última parte se describe el “SIG Ártabro”, con sus distintas capas de información y las ventajas que nos puede proporcionar.

SUMMARY

The aim to develop this TFG has been to know the use and application of GIS tools in the maritime world, and more specifically in the management and operation of our ports.

In recent years we have seen important port infrastructures developed in the area of A Coruña and Ferrol, I have decided to create a GIS that could be applied to the management of these two ports, which I have called "SIG Ártabro".

This work has been structured in three different parts. In first part I show what a GIS is and in which applications is involved this type of computer tools, and more specifically which examples are in the maritime world. In second part an economic analysis of the hinterland of ports of A Coruña and Ferrol has been carried out, studying possible port traffics in this area. In last part "SIG Ártabro" is described, with his different layers of information and the advantages that it can provide.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	2
OBJETO	6
DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS DE REFERENCIA APLICADAS.....	7
1. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y SUS APLICACIONES	10
1.1. Definición.....	10
1.2. Historia	12
1.3. Aplicaciones del SIG	16
1.4. El ECDIS como ejemplo de SIG marino	20
1.4.1. SIG y ECDIS.....	22
1.4.2. Marine Traffic como otro ejemplo de SIG.....	25
2. EL GOLFO ÁRTABRO	28
2.1. Descripción.....	28
2.2. Zonas industriales próximas al Golfo Ártabro	29
2.2.1. Polígono de La Grela	30
2.2.2. Polígono de Pocomaco	31
2.2.3. Polígono de Bergondo	32
2.2.4. Polígono de Sabón.....	33
2.2.5. Polígono de Coirós.....	34
2.2.6. Polígono de A Piadela.....	35
2.2.7. Polígono de Espíritu Santo	36
2.2.8. Polígono de Alvedro	37
2.2.9. Polígono de Os Capelos	37
2.2.10. Centro Logístico de Transportes de Ledoño	38
2.2.11. Polígono de A Gándara.....	39
2.2.12. Polígono de Penapurreira	40
2.2.13. Polígono de As Lagoas	41
2.2.14. Polígono de Vilar do Colo.....	42
2.2.15. Polígono de Río do Pozo	43
2.2.16. Polígono de Vidreiro	44
2.2.17. Polígono de Os Airíos.....	45
2.2.18. Polígono de Costa Vella.....	46
2.2.19. Polígono de Tambre	47
2.3. El puerto de A Coruña y sus tráficós.....	48

2.3.1.	Graneles líquidos	49
2.3.2.	Graneles sólidos.....	50
2.3.3.	Mercancía general.....	53
2.3.5	Pesca	55
2.3.6	Cruceros	56
2.3.7.	Datos económicos del puerto	56
2.4.	El puerto de Ferrol y sus tráfico.....	62
2.4.1	Datos económicos.....	65
3.	SIG ÁRTABRO	69
3.1.	Capas de información	72
3.1.1.	Polígonos y empresas.....	73
3.1.2.	Red ferroviaria y red de carreteras	74
3.1.3.	Límites portuarios.....	75
3.1.4.	Concesiones y usos portuarios.....	75
3.1.5.	Muelles.....	78
3.1.6.	Cámaras de seguridad y accesos	79
3.2.	El GIS Ártabro como herramienta de análisis	80
4.	CONCLUSIONES	83
	BIBLIOGRAFÍA	84
	DEFINICIÓN DE ABREVIATURAS	87
	ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	88

OBJETO

Este proyecto tiene la finalidad de demostrar que mediante la combinación de unos conocimientos básicos de informática y los adquiridos en distintas asignaturas durante el estudio del grado de Náutica y Transporte Marítimo, se puede emplear un SIG para la resolución de los siguientes objetivos:

1. **USO DEL SIG EN EL MUNDO MARITIMO.** El objetivo principal será analizar la utilidad de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la gestión portuaria, y más específicamente para el área de A Coruña y Ferrol.
2. **UTILIDAD COMO HERRAMIENTA DE GESTION PORTUARIA.** Otro objetivo será estudiar el posible beneficio de una gestión unificada de los puertos de A Coruña y Ferrol, que constituirían lo que llamamos “Puerto Ártabro”, una vez se hayan completado las infraestructuras ferroviarias que se están implantando y que las empresas portuarias se hayan trasladado al puerto exterior de Langosteira.
3. **UTILIDAD COMO HERRAMIENTA DE ANÁLISIS.** Como objetivo secundario se propone el estudio de la posible implantación de nuevos tráficos que puedan abrir nuevos mercados al puerto de A Coruña.

DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS DE REFERENCIA APLICADAS

- INSPIRE

La directiva Inspire (Infrastructure for Spatial Information in Europe) establece las reglas generales para el establecimiento de una Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad Europea basada en las Infraestructuras de los Estados miembros. Aprobada por el Parlamento Europeo y el Consejo el 14 de marzo de 2007 (Directiva 2007/2/CE).

La Directiva 2007/2/CE ha sido desarrollada en colaboración con los Estados miembros y países en proceso de adhesión con el propósito de hacer disponible información geográfica relevante, concertada y de calidad de forma que se permita la formulación, implementación, monitorización y evaluación de las políticas de impacto o de dimensión territorial de la Unión Europea.

La transposición de esta Directiva al ordenamiento jurídico español se desarrolla a través de la *Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España* (LISIGE). El Consejo Superior Geográfico ejerce como punto de contacto con la Comisión Europea para el desarrollo de la Directiva Inspire en España.

Para asegurar que las infraestructuras de datos espaciales de los Estados miembros sean compatibles e interoperables en un contexto comunitario y transfronterizo, la Directiva exige que se adopten Normas de Ejecución comunes (*Implementing Rules*) específicas para las siguientes áreas: metadatos, conjuntos de datos, servicios de red, servicios de datos espaciales, datos y servicios de uso compartido y seguimiento e informes. Estas normas se consideran Decisiones o Reglamentos de la Comisión y por tanto son de obligado cumplimiento en cada uno de los países de la Unión. La implementación técnica de estas normas se realiza mediante las Guías Técnicas o Directrices (*Technical Guidelines*), documentos técnicos basados en estándares y normas Internacionales.

- OGC

El Open Geospatial Consortium (OGC) fue creado en 1994 y agrupa (en febrero 2009) a 372 organizaciones públicas y privadas. Su fin es la definición de estándares abiertos e interoperables dentro de los Sistemas de Información Geográfica y de la World Wide Web. Persigue acuerdos entre las diferentes empresas del sector que posibiliten la interoperación de sus sistemas de geoprocésamiento y faciliten el intercambio de la información geográfica en beneficio de los usuarios.

1. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y SUS APLICACIONES

1.1. Definición

En general, los Sistemas de Información Geográfica (en adelante, SIG) son definidos como un conjunto de programas y aplicaciones informáticas que permite la gestión de datos organizados en bases de datos referenciadas espacialmente.

Consiste en la unión de información en formato digital y herramientas informáticas (programas) para su análisis con unos objetivos concretos dentro de una organización (empresa, administración, etc.). Un SIG es un caso particular de SI (Sistema de Información) en el que la información aparece georreferenciada, es decir, incluye su posición en el espacio utilizando un sistema de coordenadas estandarizado resultado de una proyección cartográfica (generalmente UTM).

Cuando se habla de Sistemas de Información, suele pensarse en grandes sistemas informáticos que prestan apoyo a empresas u organismos de cierta envergadura. Este apoyo implica:

- El almacenamiento de la información relativa al capital de la empresa y a todas las transacciones
- Permitir la consulta de datos particulares con cierta facilidad y desde diferentes puntos
- Analizar estos datos para obtener un mejor conocimiento de las vicisitudes que atraviesa la empresa
- Ayudar en la toma de decisiones importantes

Podríamos considerar, en sentido amplio que un SIG está constituido por:

- **Bases de datos espaciales** en las que la realidad se codifica mediante unos modelos de datos específicos.
- **Bases de datos temáticas** cuya vinculación con la base de datos cartográfica permite asignar a cada punto, línea o área del territorio unos valores temáticos.

- **Conjunto de programas** que permiten manejar estas bases de datos de forma útil para diversos propósitos de investigación, docencia o gestión.
- **Conjunto de ordenadores y periféricos de entrada y salida** que constituyen el soporte físico del SIG. Estas incluyen tanto el programa de gestión de SIG cómo otros programas de apoyo. Debido a los requerimientos de velocidad, almacenamiento y memoria RAM de un SIG, generalmente es preferible destinar un ordenador en exclusiva a la implementación del SIG, bien sea actuando como servidor o como ordenador personal.
- **Comunidad de usuarios** que pueda demandar información espacial.
- **Administradores del sistema** encargados de resolver los requerimientos de los usuarios bien utilizando las herramientas disponibles o bien produciendo nuevas herramientas.

Debido a la complejidad y a la utilidad de este tipo de sistemas resulta importante distinguir entre tres formas de interacción con el SIG:

- **Usuarios**, su misión es obtener información del SIG y tomar decisiones en función de la misma. Suelen necesitar una interfaz de usuario sencilla para enmascarar la complejidad del sistema debido a la falta de conocimientos informáticos.
- **Técnicos en SIG**, encargados de seleccionar las herramientas, los datos, la escala adecuada de representación para los fines propuestos para el Sistema, y los procedimientos para su introducción en el SIG.
- **Informáticos**, en sistemas de cierta importancia, son los encargados de su administración. Esto incluye modificar o incluso crear desde cero las herramientas que contiene el SIG para adaptarlas a los requerimientos de los usuarios cuando estos no puedan ser llevados a cabo por los técnicos en SIG a partir de las herramientas disponibles en el sistema.

1.2. Historia

Se puede fechar el primer prototipo de SIG en el año 1854, cuando el Dr. John Snow cartografió la incidencia de los casos de cólera en el distrito de Soho en Londres (Reino Unido). Esta especie de primer prototipo permitió a Snow localizar con precisión un pozo de agua contaminado como la fuente causante del brote.

Si bien la cartografía topográfica y temática ya se empleaban en aquella época, fue el mapa del Dr. John Snow el primero que, empleando métodos cartográficos, no solo representaba la realidad, sino que analizaba conjuntos de fenómenos geográficos dependientes.



Fig. 1.1. Mapa realizado por el Dr. John Snow

Al comienzo del siglo XX, se desarrolló la foto litografía, donde los mapas eran separados en capas.

El año 1962 vio la primera utilización real de los SIG en el mundo, concretamente en Ottawa (Canadá) a cargo del Departamento Federal de Silvicultura y Desarrollo Rural. Desarrollado por Roger Tomlinson, el llamado Canadian Geographic Information System (CGIS) se empleó para analizar, almacenar y manipular datos recogidos para el Canada Land Inventory, una iniciativa orientada a la gestión de los recursos naturales del país con información cartográfica relativa a tipos y usos del suelo, agricultura, espacios de recreo, vida silvestre, aves acuáticas y silvicultura, todo ello a una escala de 1:50.000. Se añadió, así mismo, un factor de clasificación para permitir el análisis de la información. El SIG de Canadá fue el primero en el mundo similar a tal y como los conocemos hoy en día, y un considerable avance con respecto a las aplicaciones cartográficas existentes hasta entonces, puesto que permitía superponer capas de información, realizar mediciones y llevar a cabo digitalizaciones y escaneos de datos.

En 1964, Howard T. Fisher formó en la Universidad de Harvard el Laboratorio de Computación Gráfica y Análisis Espacial en la Harvard Graduate School of Design, donde se desarrollaron una serie de importantes conceptos teóricos en el manejo de datos espaciales, y en la década de los 70 había difundido código de software y sistemas germinales, tales como SYMAP, GRID y ODYSSEY - los cuales sirvieron como fuentes de inspiración conceptual para sus posteriores desarrollos comerciales.

En la década de los 80, M&S Computing (más tarde Intergraph), Environmental Systems Research Institute (ESRI) y CARIS (Computer Aided Resource Information System) emergerían como proveedores comerciales de software SIG. Incorporaron con éxito muchas de las características de CGIS, combinando el enfoque de primera generación de sistemas de información geográfica relativo a la separación de la información espacial y los atributos de los elementos geográficos representados con un enfoque de segunda generación que organiza y estructura estos atributos en bases de datos.

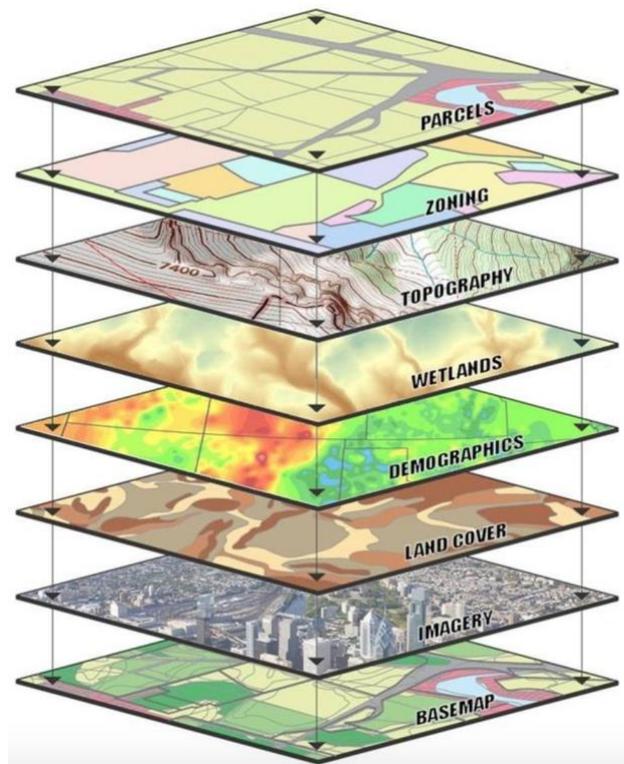


Fig. 1.2. Capas en el SIG

Los 80 y 90 fueron años de fuerte aumento de las empresas que comercializaban estos sistemas, debido al crecimiento de los SIG en estaciones de trabajo UNIX y ordenadores personales. Es el periodo en el que se ha venido a conocer en los SIG como la fase comercial. El interés de las distintas grandes industrias relacionadas directa o indirectamente con los SIG crece.

En la década de los 90 se inicia una etapa comercial para profesionales, donde los sistemas de información geográfica empezaron a difundirse al nivel del usuario doméstico debido a la generalización de los ordenadores personales o microordenadores.

A finales del siglo XX principio del XXI el rápido crecimiento en los diferentes sistemas se ha consolidado, restringiéndose a un número relativamente reducido de plataformas. Los usuarios están comenzando a exportar el concepto de visualización de datos SIG a Internet, lo que requiere una estandarización de formato de los datos y de normas de transferencia.

Más recientemente, ha habido una expansión en el número de desarrollos de software SIG de código libre, los cuales, a diferencia del software comercial, suelen abarcar una gama más amplia de sistemas operativos, permitiendo ser modificados para llevar a cabo tareas específicas.

Algunos ejemplos de este software de código libre son:

- **QGIS** (empleada en este proyecto)
- **Grass**
- **GvSIG**
- **Kosmo**
- **OpenJUMP**
- **SAGA**
- **TerraView**
- **TILEMILL**
- **uDig**
- **Whitebox GAT**
- **GeoPista**
- **GeoServer**
- **LocalGIS**

De forma comercial tendríamos:

- **ArcGIS**
- **ABACO DbMAP**
- **Autodesk Map**
- **Bentley Map**
- **Caris**
- **CartaLinx**
- **Geomedia**
- **GestorProyect**

1.3. Aplicaciones del SIG

- **Transporte terrestre**

Saber dónde están las cosas puede ser de gran importancia para el campo de la logística y el transporte, que se ocupan de movimiento de bienes y personas de un lugar a otro, y la infraestructura que los mueve.

- **Las autoridades viales** necesitan decidir que nuevas rutas son necesarias y dónde construirlas, y luego tener un seguimiento de las condiciones de la carretera.
- **Las compañías logísticas** organizan estas operaciones, decidiendo dónde ubicar su almacén central de clasificación y las instalaciones que transfieren mercancías de un modo a otro, encaminar paquetes desde el origen hasta el destino y cómo crear la ruta de los camiones de reparto.
- **Las autoridades de tránsito** planean rutas y horarios, para mantener un seguimiento de los vehículos y lidiar con los incidentes que los demoran; y proporcionar información al sistema para el viajero público. Todos estos campos emplean SIG, en una mezcla de aplicaciones operacionales, tácticas y estratégicas.

Cada una de estas aplicaciones tienen dos partes: la **parte estática** que trata con la infraestructura fija, y la **parte dinámica** que trata con los vehículos, bienes y personas que se mueven en la parte estática. Por supuesto, ni siquiera las carreteras se reconstruyen, se añaden nuevas e incluso se mueven. Pero el minuto a minuto de la escala de tiempo de los vehículos es bruscamente diferente a los cambios año a año de la infraestructura. Históricamente, SIG ha sido fácil de aplicar a la parte estática, pero recientes desarrollos en la tecnología la hacen mucho más poderosa como herramienta para también abordar la parte dinámica. Hoy en día es posible emplear el GPS para seguir la pista de los vehículos y su movimiento, las autoridades de tránsito usan cada vez más estos sistemas para informar a los usuarios la localización de los buses y trenes.

El GPS también encuentra aplicaciones para lidiar con incidentes de emergencia que ocurren en la red de transporte. El sistema **OnStar** es uno de los productos que emplean la habilidad del GPS para determinar la localización virtual precisa en cualquier sitio. Cuando se instala en un vehículo, el sistema es programado para transmitir la localización automáticamente a una oficina central cuando el vehículo está envuelto en un accidente y sus airbags son empleados. Esto puede salvar la vida de los ocupantes en el caso de no saber en dónde se encuentran o es imposible realizar una llamada telefónica para pedir ayuda.

Internet proporciona un excelente camino para la creación de mapas sobre las condiciones de tráfico minuto a minuto y otros aspectos del sistema de transporte disponibles para los ciudadanos.

- **Transporte aéreo**

En el caso una compañía aérea los SIG se emplean en las operaciones aeroportuarias, la minimización de impactos ambientales, la gestión del aeropuerto, la gestión de infraestructuras, y el uso de otras tecnologías de la información geográfica como la teledetección y los sistemas de posicionamiento.

- **Gestión de territorio**

Si pensamos en el SIG de una región, este contendrá información ambiental y socioeconómica de manera que podamos consultar las características de un determinado espacio o cuales son las áreas que cumplen con el conjunto de criterios recomendables para, por ejemplo, instalar un parque eólico. De este modo un SIG se convierte en una herramienta fundamental para llevar a cabo estudios de Ordenación del Territorio o Evaluación de Impacto Ambiental. También se emplean para la gestión del Catastro (SIGPAC), gestión forestal (SITEGAL), concentración parcelaria y permisos de construcción en el rural.

- **Infraestructura**

Algunos de los primeros sistemas SIG fueron utilizados por las empresas encargadas del desarrollo, mantenimiento y administración de redes de electricidad, gas, agua (DHGC, SIAMS), teléfono, alcantarillado, etc.; en este caso, los sistemas SIG almacenan información alfanumérica de servicios relacionados con las distintas representaciones gráficas de los mismos. Estos sistemas almacenan información relativa a la conectividad de los elementos representados gráficamente, con el fin de realizar un análisis de redes.

La elaboración de mapas, así como la posibilidad de realizar una consulta combinada de información, ya sea gráfica o alfanumérica, son las funciones más comunes para estos sistemas, también son utilizados en trabajos de ingeniería, inventarios, planificación de redes, gestión de mantenimiento, entre otros.

- **Equipamiento social**

Implementación de aplicaciones SIG dirigidas a la gestión de servicios de impacto social, tales como servicios sanitarios, residencias de la tercera edad, centros escolares, hospitales, centros deportivos, culturales, lugares de concentración en casos de emergencias, centros de recreo, entre otros y suministran información sobre las sedes ya existentes en una determinada zona y ayudan en la planificación en cuanto a la localización de nuevos centros. Un buen diseño y una buena implementación de estos SIG aumentan la productividad al optimizar recursos, ya que permiten asignar de forma adecuada y precisa los centros de atención a usuarios cubriendo de forma eficiente la totalidad de la zona de influencia.

- **Demografía**

Se evidencian en este tipo de SIG un conjunto diverso de aplicaciones cuyo vínculo es la utilización de las variadas características demográficas, y en concreto su distribución espacial, para la toma de decisiones.

Algunas de estas aplicaciones pueden ser: el análisis para la implantación de negocios o servicios públicos, zonificación electoral, etc. El origen de los datos regularmente corresponde a los censos poblacionales elaborados por alguna entidad gubernamental.

- **GeoMarketing**

La base de datos de los clientes potenciales de determinado producto o servicio relacionada con la información geográfica resulta indispensable para planificar una adecuada campaña de marketing o el envío de correo promocional, se podrían diseñar rutas óptimas a seguir por comerciales, anuncios espectaculares, publicidad móvil, etc. En palabras de Marwa Mabrouck, *product manager* de Esri, “*quizá el mayor recurso aún por explotar de las Tecnologías de la Información es la posibilidad de analizar y visualizar espacialmente el Big Data*”. Estas palabras nos indican que actualmente ya se están desarrollando aplicaciones SIG que incluyen librerías y utilidades de Big Data, muy utilizadas hoy en día en sectores como la banca, la industria energética o las telecomunicaciones.

- **Medio ambiente**

Son aplicaciones implementadas por instituciones de medio ambiente, que facilitan la evaluación del impacto ambiental en la ejecución de proyectos. Integrados con sistemas de adquisición de datos permiten el análisis en tiempo real de la concentración de contaminantes, a fin de determinar el foco de la contaminación y tomar las precauciones y medidas del caso. Facilitan una ayuda fundamental en trabajos tales como reforestación, explotaciones agrícolas, estudios de representatividad, caracterización de ecosistemas, estudios de fragmentación, estudios de especies, etc.

Un ejemplo de este tipo de aplicaciones sería el sistema **MeteoSIX** que pretende proporcionar una adecuada organización, gestión y difusión de la información meteorológica y oceanográfica en Galicia con el fin de permitir y promover un mejor aprovechamiento de la misma en todos sus campos de utilidad.

Su principal funcionalidad es facilitar la consulta de información mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG) en web (SIG-Web) que ofrezca un acceso integrado a toda la información disponible, a través de un visor de mapas donde se pueda consultar información sobre cualquier lugar y variable.

1.4. El ECDIS como ejemplo de SIG marino

Los sistemas geográficos marinos tuvieron su gran impulso en los años 90 con el avance y la popularidad con los “sistemas científicos terrestres”, y la iniciativa interdisciplinar de la búsqueda de la comprensión de todo el sistema terrestre (atmósfera, océanos, “masa de hielo”, biosfera, corteza y su interior). Otros factores recientes que aumentaron la exposición de la geografía marina, y por consiguiente los SIG marinos, fueron la creciente conciencia y preocupación global con respecto al tema medioambiental, crecimiento de los índices de polución y decrecimiento de la población de peces, el entendimiento del rol que tiene la vida marítima en los ecosistemas del globo, nuevas oportunidades de extracción de mineral marino, y nuevas técnicas para emprender la exploración marina.

El dominio del SIG marino, en contraposición al costero, este definido por los fondos marinos, aguas abiertas y hielos que van más allá de la vista del hombre. Esta distinción se hace porque los GIS marinos y costeros en los últimos años han tenido un desarrollo independiente.

El SIG marino es un “archivo” en crecimiento. Es un archivo que requiere unos mecanismos para representar grandes volúmenes de datos multidimensionales. Cualquier persona que trabaje con datos marinos es muy consciente de los desafíos que se enfrenta al tratar de representar datos multidimensionales de la investigación marina. Estos datos incluyen: datos de tiempos, subidas y variaciones de las mareas; análisis y datos temporales, datos de la superficie marina, salinidad, presiones y todo tipo de cuestiones que afecten a la biodiversidad.

Las ciencias marinas se benefician enormemente de los SIG, esto se debe porque estas herramientas de computación fueron diseñadas para ofrecer diferentes datos espaciales de diferentes fuentes en una única base de datos, a menudo empleando una variedad de estructuras de datos digitales, y representando variaciones de fenómenos espaciales como una serie de capas de datos, los cuáles se encuentran en un registro espacial, lo que significa que se superponen correctamente en todas las ubicaciones.

Así el SIG nos proporciona herramientas para analizar y modelar las interrelaciones marítimas entre las capas de datos espaciales que nos permiten la manipulación de mapas, la geocodificación de los datos de imágenes digitales resultado de sondeos oceanográficos e imágenes satelitales, el mapeado de los suelos marinos y la realización de estudios bioquímicos en los océanos.

El componente principal de todos los SIG son los datos. Dado que las ENC se gestionan como una base de datos, se consideran una forma de Sistemas de Información Geográfica (SIG), y los datos pueden utilizarse en diversas aplicaciones en todas las actividades marítimas.

Las Cartas de Navegación Electrónica (ENC) son una base de datos de contenido, estructura y formato normalizado, que están creados por los Servicios Hidrográficos autorizados por la Autoridad Estatal para su utilización en un equipo ECDIS. Las ENC contienen toda la información cartográfica necesaria para preservar la seguridad en la navegación.

Algunas oficinas hidrográficas iniciaron el desarrollo de las ENC desde etapas tempranas y procediendo a construir el Sistema de Gestión de la Información Costera para la protección del medioambiente empleando datos ENC.

1.4.1. SIG y ECDIS

La introducción de modernas herramientas de mapeado como los Sistemas de Información Geográfica (GIS), los Modelos Digitales del Terreno (MDT), video plotters, cartas raster, mapas numéricos, los Sistemas de Cartas Electrónicas (ECS) y el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) ha forzado que la comunidad hidrográfica deje paulatinamente las cartas de papel tradicionales por el desarrollo de productos digitales de datos espaciales para satisfacer las necesidades de los usuarios.

El mejor ejemplo de SIG marino es el **Sistema Electrónico de Presentación e Información de Cartas (ECDIS)**. Es un SIG utilizado para la navegación náutica que cumple con las reglamentaciones de la Organización Marítima Internacional (OMI) como alternativa a las cartas náuticas de papel.

Un sistema **ECDIS** muestra la información de las ENC e integra información de posición desde la posición, el rumbo y la velocidad a través de sistemas de referencia de agua y, opcionalmente, otros sensores de navegación. Algunos sensores que podrían interactuar con un ECDIS son el radar, Navtex, Sistema de Identificación Automático (AIS) y sondas de profundidad.

Las cartas electrónicas, en sí mismas, representan sólo un aspecto (o "capa") del sistema **ECDIS**, que en realidad está constituido como un SIG, es decir, como un Sistema de Información Geográfica que permite al usuario llamar la información cartográfica, presentarla en pantalla y combinarla con otros datos, como por ejemplo el posicionamiento de un cursor GPS. En el caso de un faro, estará representado en la carta electrónica por un símbolo concreto, pero el sistema también es capaz de informar sobre sus características lumínicas, altura a la que se encuentra, datos de la torre que lo sostiene, etc. También puede exhibir la foto digital del faro, sobreimpresa en la pantalla. La cantidad y calidad de la información disponible sobre objetos individuales depende de cuán actualizada, precisa y bien mantenida sea la base de datos cartográfica subyacente al sistema **ECDIS** de que se trate.

Para el usuario o el navegante, el **ECDIS** constituye un ítem más en el conjunto de equipos del puente de mando de un buque moderno, formando parte integral del equipamiento de abordo, ya que este sistema legalmente puede reemplazar a la carta náutica de papel convencional. El **ECDIS** puede desempeñar mayores y mejores funciones que las de la carta náutica tradicional, haciéndolas más fáciles, precisas y rápidas. Esto incluye la optimización del planeamiento de rutas, de la determinación de la posición del navío, de la actualización de los datos de aviso a los navegantes. El **ECDIS** facilita también la navegación de tipo costero o por círculo máximo (ortodrómica, loxodrómica), etc.

Para el navegante, el **ECDIS** representa un sistema que comprende el hardware, el software y la carta electrónica de navegación (los datos cartográficos digitales).

- El hardware del **ECDIS** es generalmente un ordenador con capacidad gráfica y de altas prestaciones, pudiendo ser un PC de gama alta o una estación de trabajo, conectada a los equipos de localización del buque (Global Positioning System, GPS), girocompás, radar, corredera, ARPA, etc. A través del protocolo de datos NMEA 0183, se suministra al equipo ECDIS la posición constante y precisa del buque (NMEA = National Marine Electronics Association). Igualmente, existe la opción de sobre imponer la pantalla del radar sobre la carta electrónica.
- El software consiste de una interface de usuario (UI) y el llamado kernel ECDIS. El software presenta las cartas electrónicas (ENCs) junto a botones o pulsadores virtuales y comandos que permiten efectuar las diversas funciones para la navegación.
- La Carta Electrónica de Navegación (ENC) contiene los datos en el formato estándar 'S57', y está usualmente almacenada en un CD-ROM o DVD. La carta electrónica puede actualizarse mediante la sustitución de un nuevo disco que se carga manualmente, pero también puede ser actualizada automáticamente por radio-comunicación o por transmisión satelitaria (Inmarsat).

Los datos de la ENC están organizados en celdas que cubren las diversas áreas geográficas sin solapes de datos. Las celdas contienen los objetos geo-cartográficos como son: boyas, faros, áreas de fondeo, áreas restringidas etc., así como aquellos objetos ad-hoc creados por el usuario para fines propios de la navegación como son: way-points, líneas de rumbo, anotaciones, posiciones fijas etc.

La carta electrónica, una vez que se almacena en el **ECDIS**, se denomina Carta Electrónica de Navegación del Sistema (SENC); ésta es generada por los datos originales de la ENC insertados, una vez que los datos en formato S-57 ha sido transformados al formato interno propio del ECDIS del fabricante. El SENC contiene todos los datos de la ENC en el formato digital diseñado por el fabricante del **ECDIS**.

Los datos de la ENC en formato S-57, en general, consisten en información vectorial. Los gráficos vectoriales facilitan su compresión y compactación (ocupan poco espacio), favorecen la eficiencia, calidad y rapidez de la presentación, y ofrecen mayor capacidad de ser combinados con información textual, propia de cada objeto (propia de los objetos y atributos relacionados a cada objeto). La solución vectorial dispone asimismo de flexibilidad para exhibir posiciones geográficas en cualquier escala. En casi todos los aspectos, las ENC vectoriales ofrecen mayores ventajas que las raster.

Las cartas de papel escaneadas (en formato raster), no tienen las características de las cartas vectoriales. La carta raster consiste de imágenes tipo pixel, y no puede asociarse tan fácilmente a los datos textuales necesarios que definen a los objetos y atributos. Exigen del usuario un esfuerzo de interpretación mayor. En contraste, en la carta **ECDIS** vectorial la geometría de los objetos cartográficos está totalmente descrita y definida por medio de nodos (puntos), ejes (líneas) y áreas (polígonos), que a su vez contienen atributos y características que corresponden a elementos geo-cartográficos del mundo real. Esta geometría, exhibible con precisión en cualquier escala, permite la navegación de forma precisa, eficiente y fácil, y permite evitar posibles peligros de colisión, encallamiento, etc.

En especial, cuando se llevan a cabo navegaciones por lugares peligrosos, las **ECDIS** vectoriales facilitan las alertas gráficas automáticas, y la activación de alarmas audibles diseñadas para tal fin.

En conclusión, la relevancia del **ECDIS** es por lo menos triple:

- Es un importante contribuyente a la seguridad de la navegación y por lo tanto evitará muchos de los encallamientos, que han contribuido a gran parte de la contaminación del océano en el mundo.
- Es una demostración de la necesidad de una cooperación global a nivel de los gobiernos y de las agencias gubernamentales para que ese potencial se realice plenamente en beneficio del mundo.
- Demuestra la inmensa capacidad que tiene el desarrollo adecuado y apropiado de sistemas basados en SIG.

1.4.2. Marine Traffic como otro ejemplo de SIG

MarineTraffic es un proyecto de SIG abierto, basado en la comunidad, que proporciona información en tiempo real sobre los movimientos de los buques su ubicación actual en los puertos y embarcaderos. Ofrece detalles del lugar donde se construyeron y las dimensiones de los buques, el tonelaje bruto y el número de la Organización Marítima Internacional (OMI). Los usuarios pueden enviar fotografías de los barcos que otros usuarios pueden calificar. Las ubicaciones de las embarcaciones se muestran en un fondo de Google Maps, usando la Interfaz de Programación de Aplicaciones (API) de Google Maps, cartas náuticas y OpenStreetMap.

Los datos se obtienen de más de 3.370 estaciones voluntarias de AIS en más de 140 países de todo el mundo. La información proporcionada por los equipos AIS a bordo de los buques, como la identificación única, la posición, el rumbo y la velocidad, se transfiere a los principales servidores de MarineTraffic.

El AIS (Sistema de Identificación Automático) es un sistema de seguimiento automatizado que se utiliza ampliamente en el mundo marítimo. Gracias a este sistema, la información del buque y los datos de posición se pueden intercambiar electrónicamente entre las estaciones AIS.

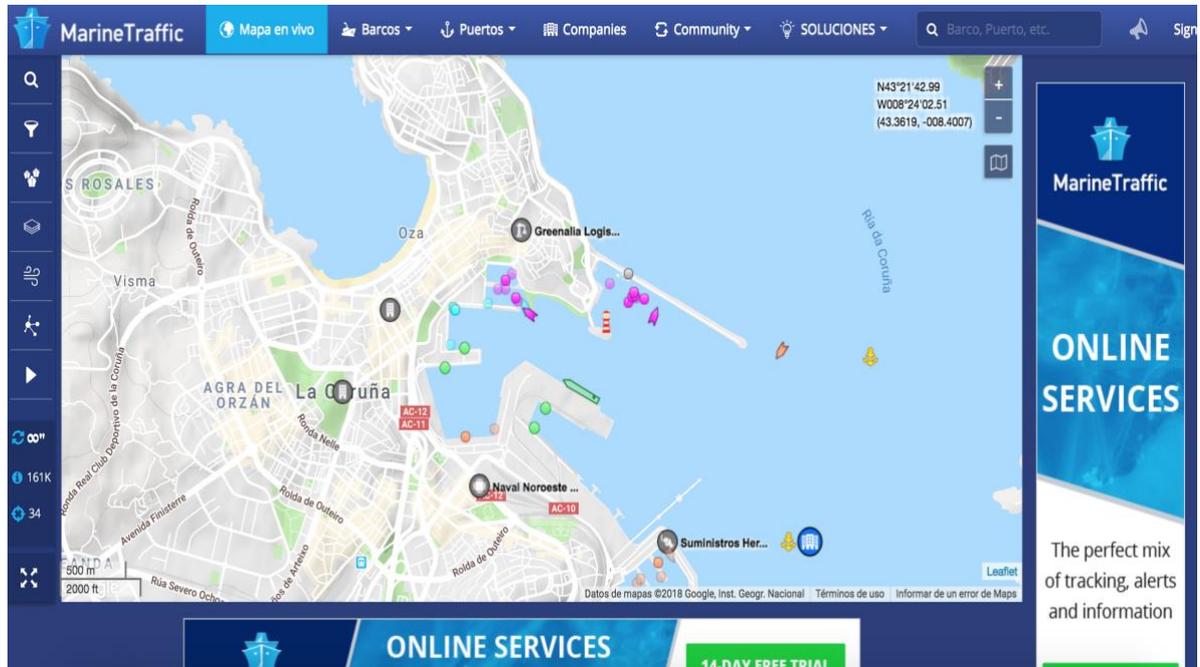


Fig.1.3. Captura del “Live Map” de Marine Traffic.

MarineTraffic es un negocio de fuentes múltiples. La comunidad tiene a más de dos millones de suscriptores que son profesionales, aficionados, radioaficionados o propietarios de estaciones AIS, fotógrafos y traductores. Más de dos millones de fotos han sido cargadas por más de 29.000 fotógrafos de barcos; todas las imágenes son moderadas por un grupo voluntario de fotógrafos profesionales marítimos. El sitio web cuenta con más de 34 idiomas, estas traducciones son impulsadas por un equipo de profesionales marítimos, hablantes nativos y aficionados que dedican su tiempo libre.

2. EL GOLFO ÁRTABRO

En este apartado se pasará a realizar un análisis de todo el entorno del Golfo Ártabro, desde todos los tráficos que manejan el puerto de Coruña y Ferrol, hasta su evolución económica en estos últimos años.

La intención de este análisis es averiguar cuáles son los principales tráficos de cada puerto y plantear soluciones para una mejor gestión de los mismos. En este contexto es en donde entra en juego los SIG ofreciendo esas soluciones.

2.1. Descripción

El golfo Ártabro es la denominación común con la que se conocen las rías de A Coruña, Betanzos, Ares y Ferrol, cuya autoría corresponde al geógrafo Otero Pedrayo. El golfo Ártabro supone el final de la Costa da Morte y el principio de las Rías Altas.

Se caracteriza por su apertura al mar, cerrado por los montes de A Zapateira, O Xalo, Castromaior, Tieira, O Gato, Queixeiro, Capelado y Forgoselo, y abiertas a las rías.

Corresponde con lo que los geógrafos grecorromanos designaron como Portus Magnus Artabrorum, región habitada por el pueblo de los ártabros.

La población indígena quizás estuviera compuesta por gentes diversas pero todas ellas pertenecientes al pueblo ártabro, asentado en un espacio definido y con unas manifestaciones culturales comunes (como así nos lo hace saber la arqueología con los hallazgos cerámicos y de orfebrería).

Destaca su pluralidad de recursos agropecuarios fruto del clima y la calidad de la tierra. Este potencial permite una intensa rotación. La otra de las bases económicas de la comarca la constituyen las reservas pesqueras y marisqueras.

En la zona de Ferrolterra destacan polígonos como Río do Pozo y Vilar do Colo que suman casi 2 millones de m².

Un poco más alejados, aunque con influencia en la economía del Golfo Ártabro, destacan los polígonos del Tambre y Novo Milladoiro en la zona de Santiago.

A continuación, vamos a describir los polígonos más importantes:

2.2.1. Polígono de La Grela

Este polígono se encuentra situado al oeste de A Coruña, y tiene el inconveniente de que casi ha sido absorbido por la ciudad y su edificación residencial.

Es el más antiguo de la provincia de A Coruña y actualmente acoge a más de 500 empresas en sus más de 1.400.000 m² de superficie. Por su ubicación tiene excelentes comunicaciones con las principales carreteras como la nacional VI y la autopista A-9. De la misma manera a escasos minutos se encuentra la estación ferroviaria de San Cristóbal, el puerto y el aeropuerto de Alvedro.

Sin duda, la empresa más importante de este polígono es la **Refinería de Repsol**, que se dedica al refinado de los productos petrolíferos y constituye el principal cliente del puerto de A Coruña.

Otra empresa a destacar es **ALCOA**, que forma parte de un potente grupo siderúrgico internacional que se dedica a la fabricación de perfiles de aluminio, siendo la tercera empresa más potente a nivel mundial.

En este polígono destaca la Fábrica de Cervezas "**Estrella Galicia**", una de las más importantes de España, que actualmente se encuentra en proceso de ampliación de sus instalaciones.

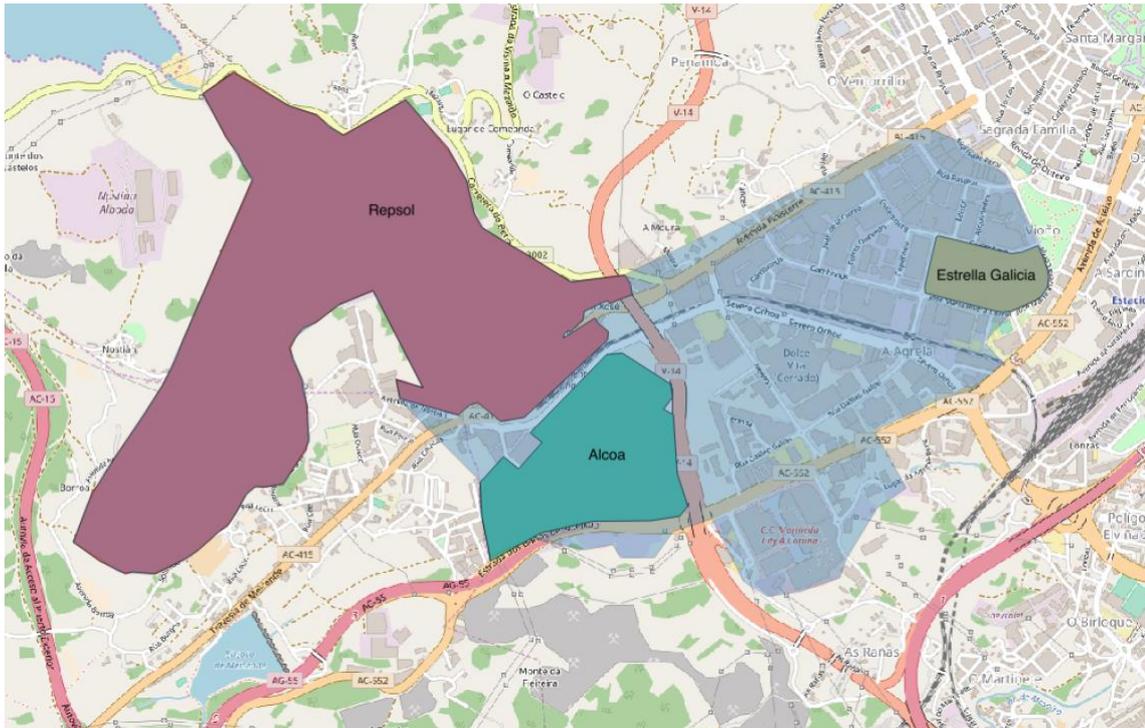


Fig. 2.2. Polígono de La Grela y principales empresas

2.2.2. Polígono de Pocomaco

El polígono de Pocomaco se encuentra situado en el valle de Mesoiro, a unos 5 km de la ciudad de A Coruña, unos 3 km del puerto y 8 km del aeropuerto de Alvedro. Próximo a este polígono se encuentra el del Vío, que sirve como ampliación al de Pocomaco.

En él se encuentran instaladas 376 empresas de diversos sectores. Los sectores con más presencia en Pocomaco son el de la alimentación, transporte y distribución de mercancías. Ocupa unos 736.000 m². Dispone de apartado ferroviario con capacidad para 200 vagones, estafeta de correos, estación de servicio, oficinas bancarias, centro asistencial de primeros auxilios y básculas para vagones de ferrocarril.

Podemos encontrar empresas de diferentes sectores como grupos editoriales (**Anaya, Santillana, Mudéjar, El Ideal Gallego, Marca**), empresas de distribución de material eléctrico, farmacéuticas, y empresas de ingeniería, logística y transportes.



Fig. 2.3. Polígono de Pocomaco

2.2.3. Polígono de Bergondo

El polígono industrial situado en el municipio de Bergondo ocupa una superficie de 1.015.747 m². Actualmente hay instaladas cerca de 290 empresas gracias a su cercanía con la ciudad de A Coruña.

Se puede acceder al polígono por la nacional N-VI y la N-651. El aeropuerto más cercano es el de Alvedro a 29 km, el puerto de A Coruña a 18 km, y la terminal de carga más próxima es la de Betanzos, a 13 km.

Actualmente hay instaladas en Bergondo cerca de 290 empresas gracias a su cercanía con la ciudad de A Coruña y a sus servicios, entre los que destacan el servicio de seguridad, el edificio multiusos o la estación de servicios.

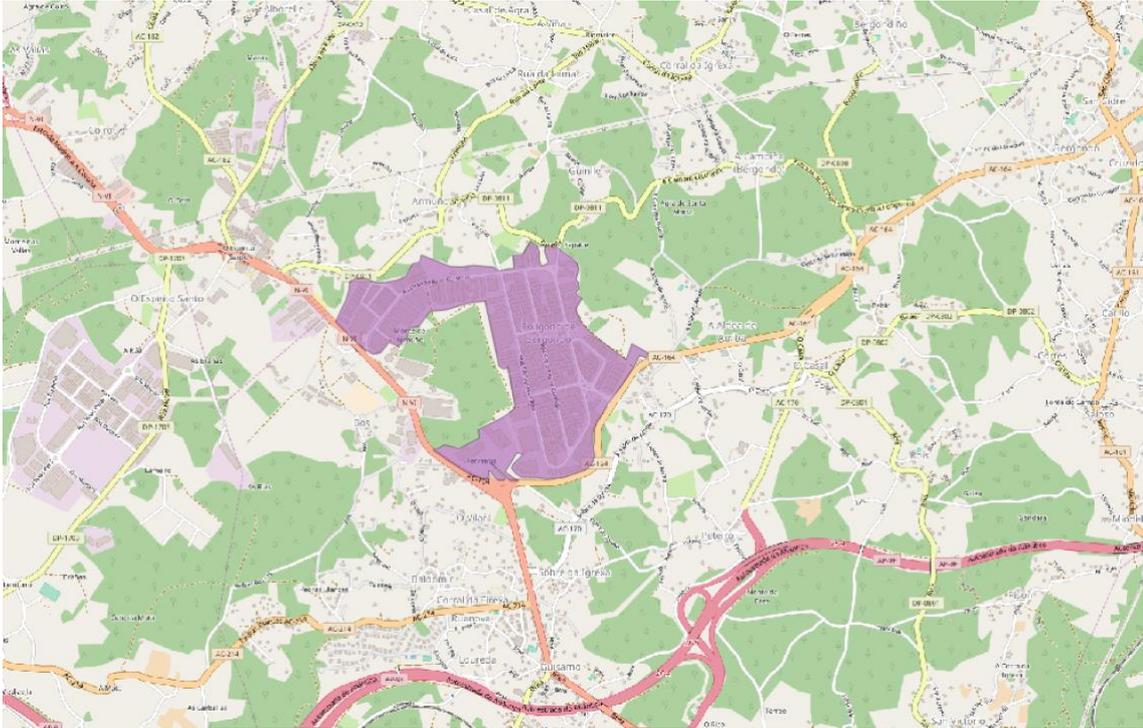


Fig. 2.4. Polígono de Bergondo

2.2.4. Polígono de Sabón

El polígono industrial de Sabón, situado en el municipio coruñés de Arteixo, está asentado en el entorno de un área de interés natural como es el embalse de Rosadoiro, lo que que las industrias estén rodeadas de amplias zonas verdes. De los 3.288.000 m² que tiene, 2.360.000 m² son de uso industrial repartidos en 147 parcelas ocupadas por cerca de 100 empresas.

En este polígono se encuentra ubicada la mayor multinacional del país, la empresa textil **Inditex**. Esta empresa tiene influencia en el tráfico marítimo dado que echa mano de los contenedores para aprovisionarse (recibe parte de la materia prima que adquiere en Asia de esta forma), y en algunos casos es un tráfico marítimo combinado con aéreo para agilizar su llegada.

Otra industria muy importante para el puerto de A Coruña es la Central Térmica de Sabón, ubicada en este mismo polígono, perteneciente al grupo energético "**Gas Natural – Fenosa**". La empresa implantó un ciclo combinado que funciona con gas natural y dejando atrás de utilizar el fuel como combustible.

Arteixo Química es otra de las principales empresas que encontramos en este polígono, dedicada al desarrollo y fabricación de una amplia variedad de especialidades químicas para un amplio abanico de industrias de todo el mundo.

Es también en este polígono donde la empresa **Horta Coslada** fabrica diferentes estructuras metálicas como el pontón que son empleadas en la construcción de plataformas para la extracción de mineral. La cercanía del puerto exterior le permite dar una fácil salida a estos productos industriales a otros países como Senegal.

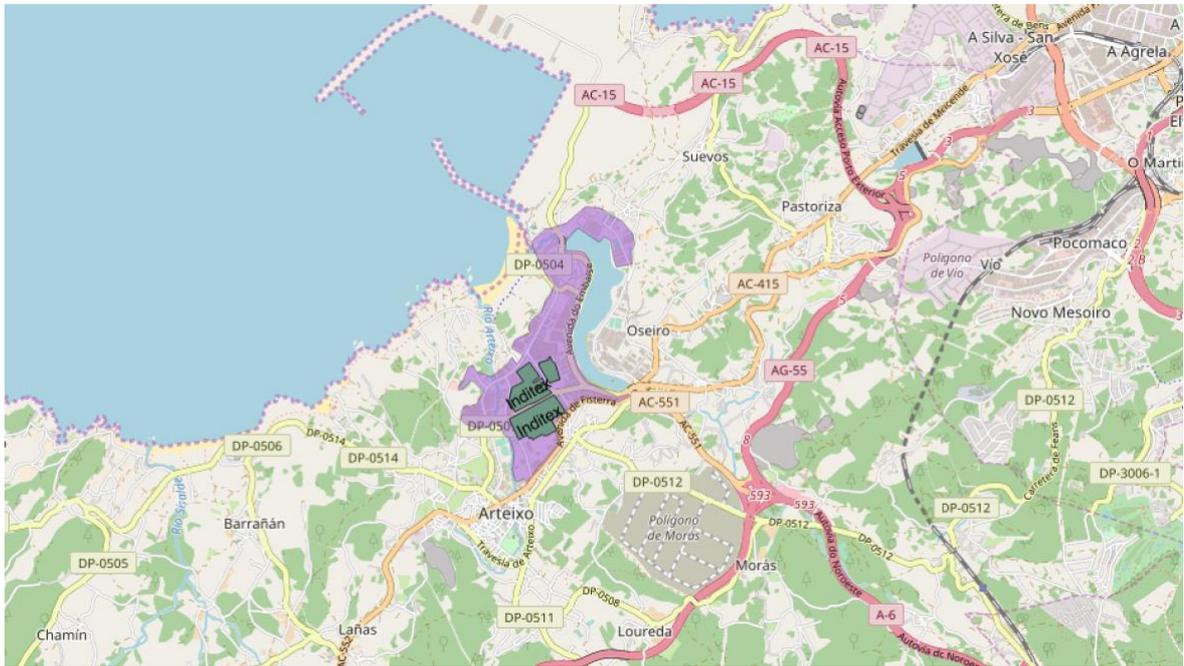


Fig. 2.5. Polígono de Sabón

2.2.5. Polígono de Coirós

También conocido como polígono de Pena Partida. Esta es una zona industrial ubicada en la comarca de Betanzos y por lo tanto en la zona de actividad de A Coruña. Fue promovido por Xestur Coruña, y en el año 2001 inició su funcionamiento con 256.000 m². De estos, 202.000 se destinaron a parcelas. Posteriormente las fases II y III añadieron 184.000 metros de superficie bruta con 140.000 m². Ha sido una zona de gran éxito en la implantación de industrias.

En este polígono destaca la actividad de empresas como la cementera **Gallega de Molienda** de Clinkler o **Emesa**, dedicada a la fabricación de estructuras metálicas y sus componentes.

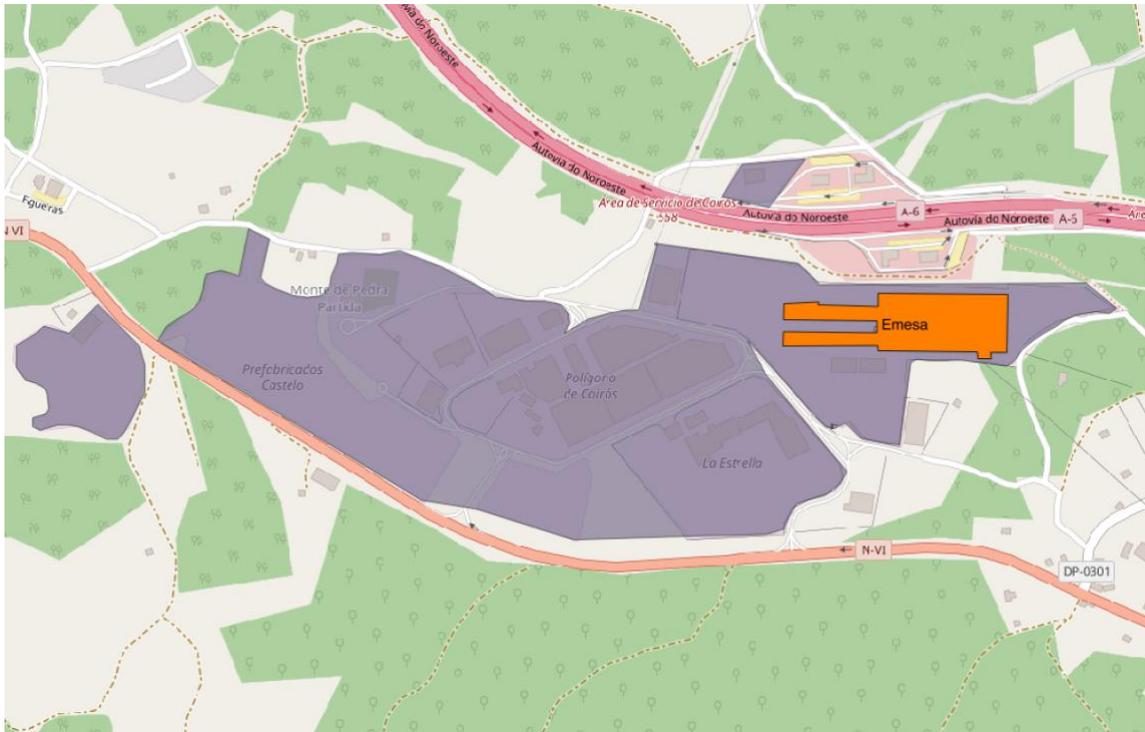


Fig. 2.6. Polígono de Coirós y principales empresas

2.2.6. Polígono de A Piadela

El polígono industrial de A Piadela está ubicado en el municipio de Betanzos, provincia de A Coruña. A Piadela fue promovido por la empresa **Finsa**, y se inauguró en 1991.

El polígono está dividido en dos por la vía del tren, pero en total alcanza los 700.000 m² de superficie bruta. La zona sur tiene aproximadamente 130.000 m², y la zona norte 550.000 m², ya que es donde se han ejecutado las posteriores ampliaciones.

Actualmente en A Piadela hay instaladas cerca de 15 empresas entre las que destaca **Gadisa**. De hecho, muchas de las empresas instaladas allí están relacionadas con la distribuidora. Las actividades con mayor presencia en el polígono son transportes, cogeneración y construcción.

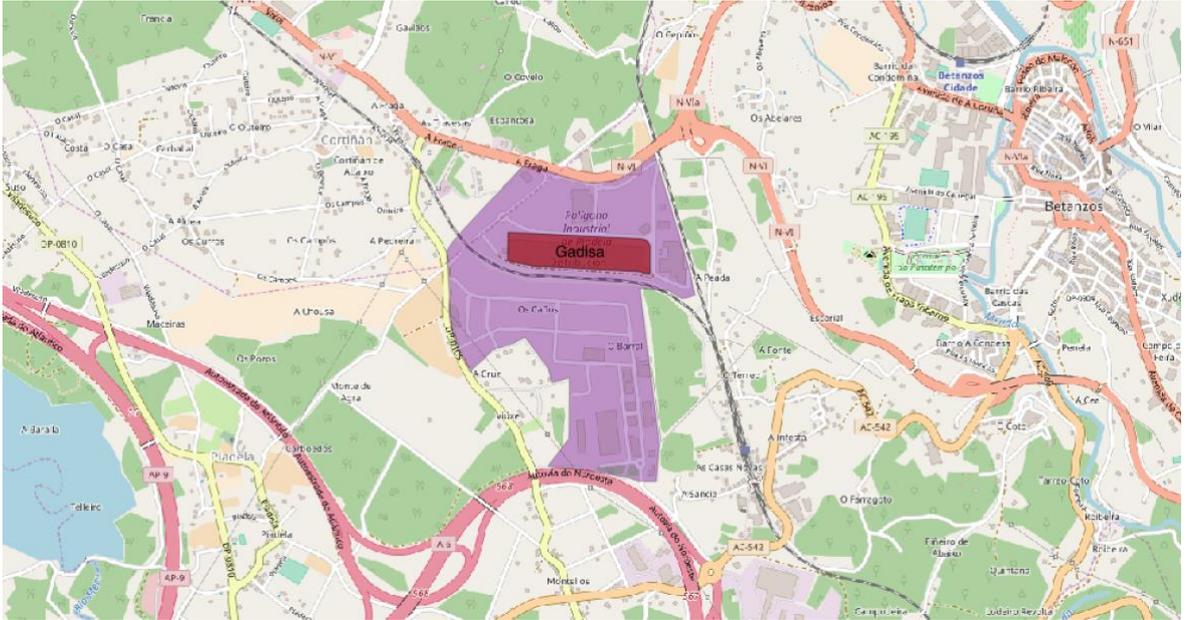


Fig.2.7. Polígono de A Piadela y sus principales empresas

2.2.7. Polígono de Espírito Santo

El polígono industrial de Espírito Santo está situado en el municipio de Cambre, A Coruña. Desde que empezó a funcionar a principios de los 90 el polígono se ha convertido en el principal motor económico de Cambre. Promovido por Sepes (Entidad Estatal de Suelo), Espírito Santo tiene una superficie de 558.809 m² de superficie, de los que 387.559 m² son de uso industrial y 22.614 de uso comercial. En total hay 131 parcelas con posibilidad de segregarse y agruparse.

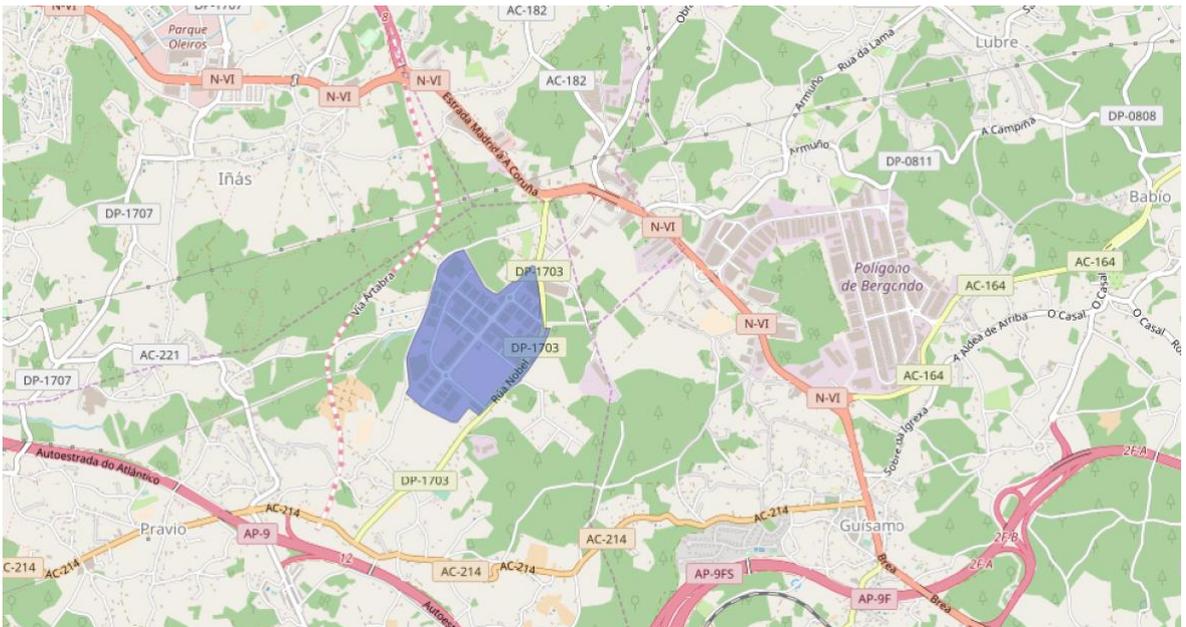


Fig.2.8. Polígono de Espírito Santo

2.2.8. Polígono de Alvedro

El parque empresarial de Alvedro está estratégicamente ubicado en el municipio Culleredo próximo al aeropuerto que le da el nombre, Alvedro.

El polígono de Alvedro tiene una superficie total de 441.903 m², de los que 212.257 m² son uso industrial y 11.666 m² de uso comercial.

Esta superficie se divide en 180 parcelas, aunque existe la posibilidad de segregación y agrupación de las mismas.

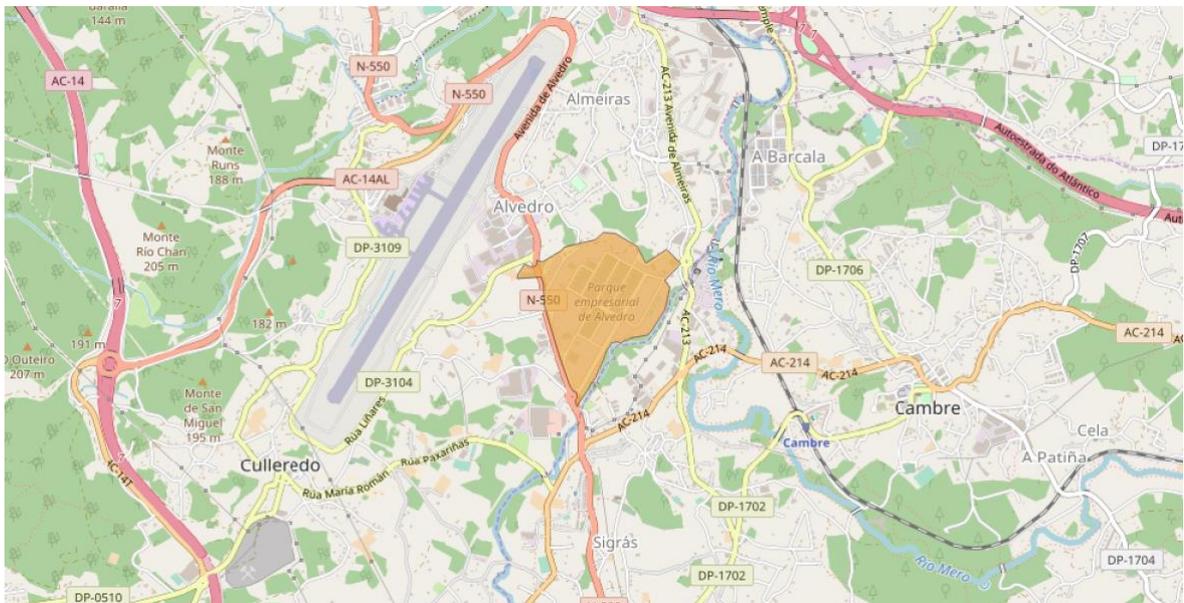


Fig.2.9. Polígono de Alvedro

2.2.9. Polígono de Os Capelos

Capelos, ubicado en el municipio de Carral provincia de A Coruña, lleva en funcionamiento desde 2002. Ha sido gestionado y promovido por Sepes, y tiene una superficie de 439.616 m² de suelo urbanizado de uso industrial y de uso residencial.

La superficie industrial bruta es de 214.455 m², de los que 11.512 m² se reparten en las 59 parcelas, existiendo la posibilidad de segregarlas y agruparlas.

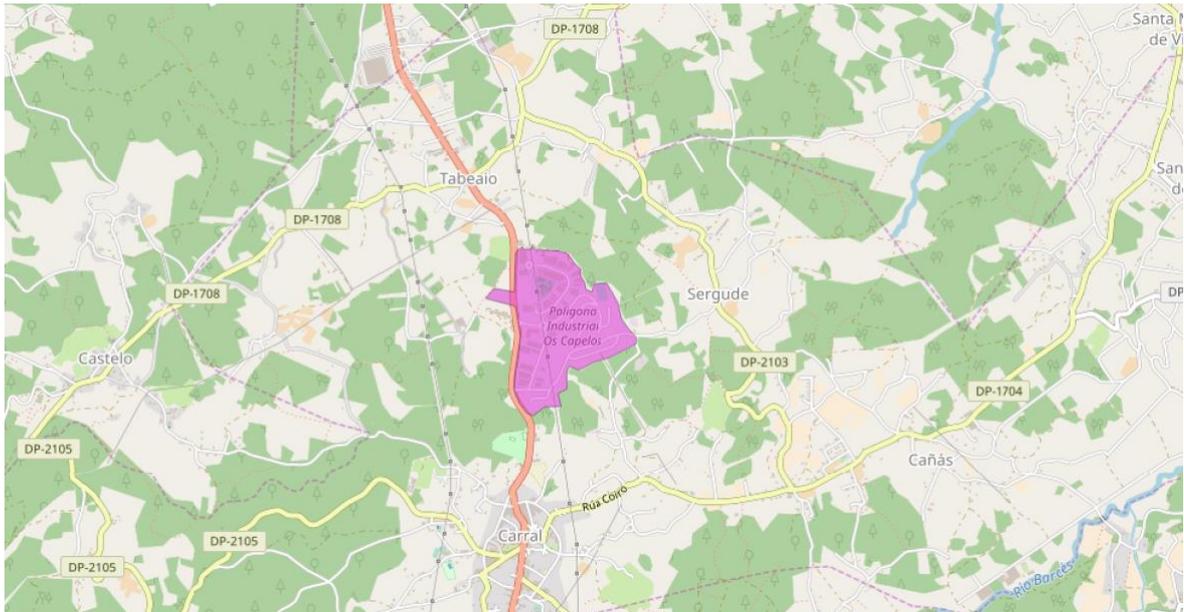


Fig.2.10. Polígono de Os Capelos

2.2.10. Centro Logístico de Transportes de Ledoño

El Centro Logístico de Transportes de Culleredo está ubicado en el municipio coruñés de Culleredo. Este centro logístico es conocido también como CLT Ledoño, y es el centro de transportes más grande de Galicia. Ledoño ha sido gestionado por la empresa privada Obralar, propiedad de Fadesa, en colaboración con el Ayuntamiento de Culleredo. La superficie es de 602.479 m² de los que 180.000 m² son de uso industrial y logístico, 51.000 m² de zonas de servicios, 35.828 m² de aparcamientos y 133.199 m² de zonas verdes.

Durante 2007 se vendieron todas las parcelas del polígono a un total de 27 empresas, no obstante, la ocupación actual no supera el 40%. Actualmente en Ledoño están instaladas empresas de la talla de **Azkar**, **Rías Altas Express** o **Boreal**.

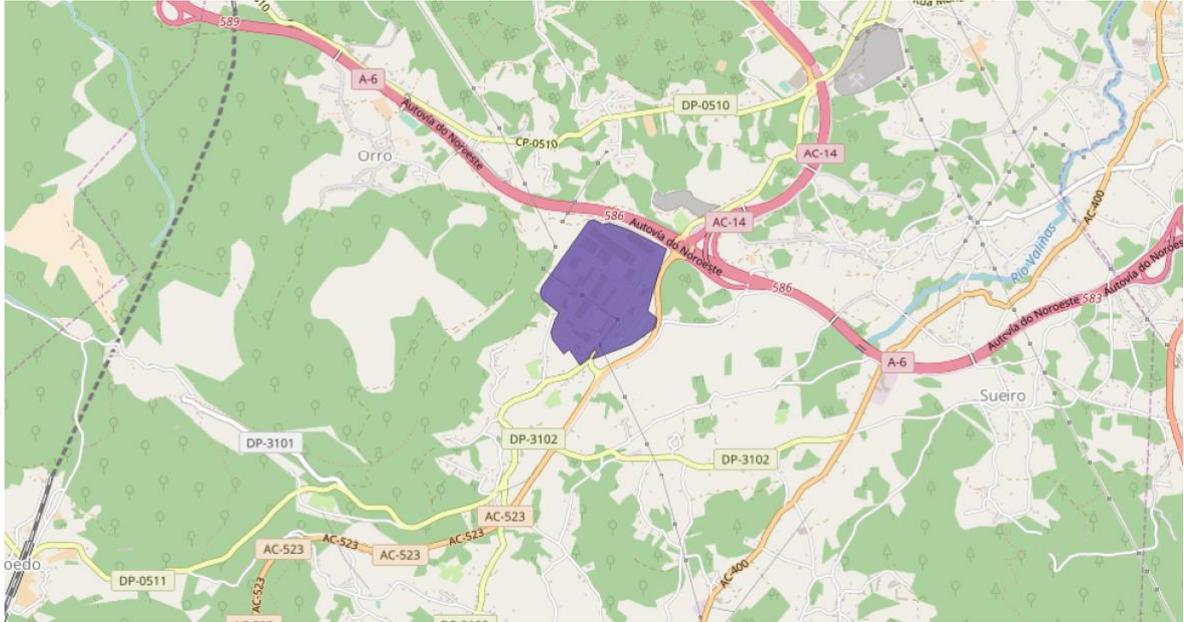


Fig.2.11. Polígono de Ledoño

2.2.11. Polígono de A Gándara

El polígono industrial de A Gándara marca el límite entre el municipio de Narón y el de Ferrol.

A Gándara fue inaugurado en 1982, y desde ese momento ha cambiado mucho, ya que, si en el momento de su inauguración la actividad más importante era la del sector naval e industria pesada, en estos momentos es el punto comercial más importante de la zona.

La superficie de A Gándara es de 1.337.045 m², de los que 823.174 son de uso industrial y 224.505 m² son de uso comercial. Actualmente hay instaladas cerca de 230 empresas.

Una de las empresas con mayor relevancia en este polígono es **Megasa**. Su principal actividad es la fabricación de malla electrosoldada de acero - estándar y especial - y separadores (armadura básica en vigas de celosía). Se encuentra situada en este polígono debido a la cercanía que existe con el puerto de Ferrol.

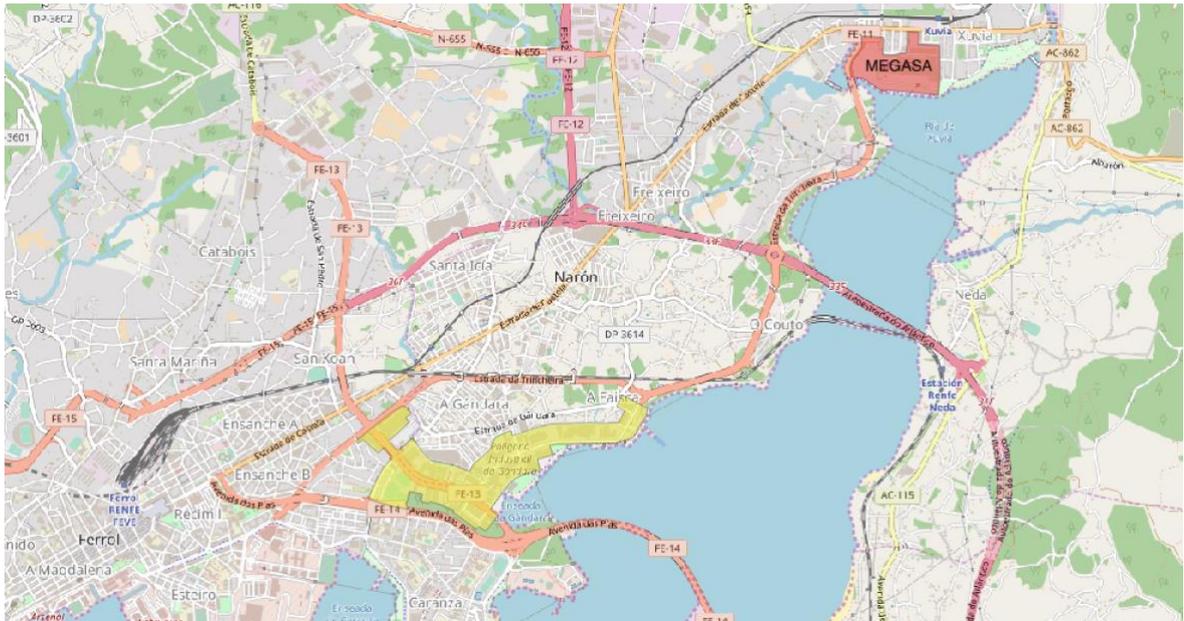


Fig.2.12. Polígono de A Gándara y principales empresas

2.2.12. Polígono de Penapurreira

El polígono industrial de Penapurreira está ubicado en el municipio de As Pontes de García Rodríguez, provincia de A Coruña.

Desde su puesta en funcionamiento en 1998, este polígono ha alcanzado los 822.267 m². Esta superficie se ha ejecutado en tres fases, la primera de 388.846 m², la segunda de 145.325 m² y la tercera de 288.096 m².

La superficie de uso industrial supera los 532.000 m², que se reparten en 14 parcelas. La superficie mínima de las parcelas es de 484 metr, aunque existe la posibilidad de agruparlas.

En Penapurreira las actividades con mayor presencia son las actividades relacionadas con las telecomunicaciones, la fabricación de estructuras metálicas, el comercio de madera y el transporte de mercancías.

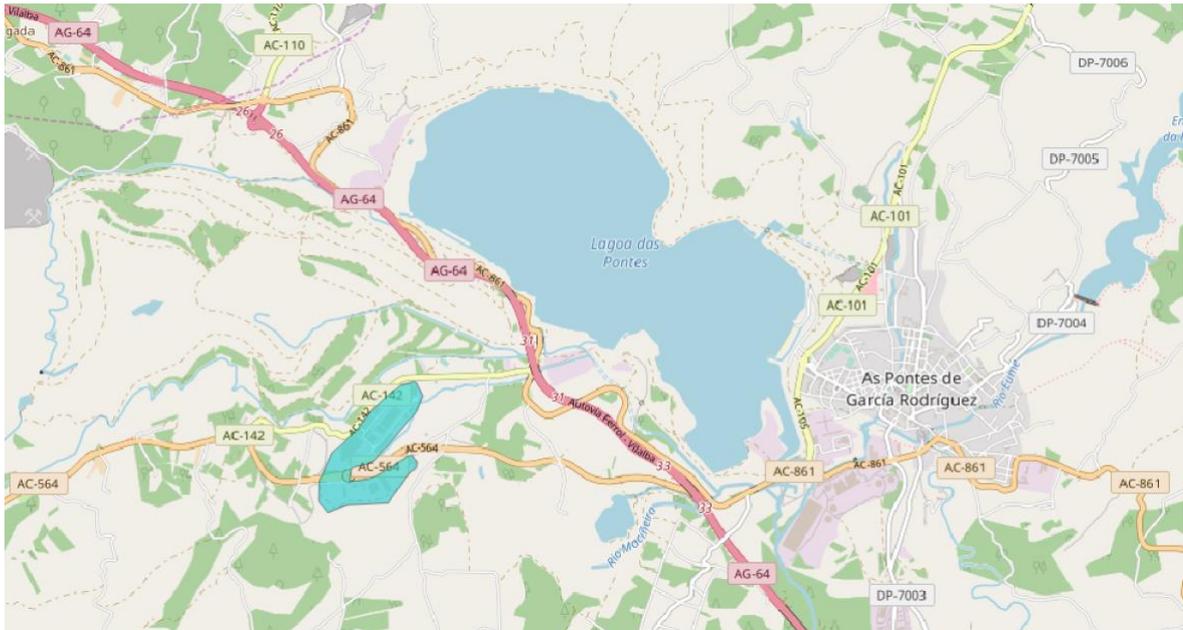


Fig.2.13. Polígono de Penapurreira

2.2.13. Polígono de As Lagoas

El polígono industrial de As Lagoas está ubicado en el municipio de Narón, en la provincia de A Coruña.

As Lagoas fue el primer polígono de la comarca de Ferrolterra. A principios de los 70 los propietarios de almacenes y pequeñas industrias se fueron asentando en Narón a ambos lados de la carretera de Cedeira.

Una de las empresas más importante que encontramos en este polígono es la empresa **Cementos Cosmos**, perteneciente al grupo de **Votorantim Cimentos**.

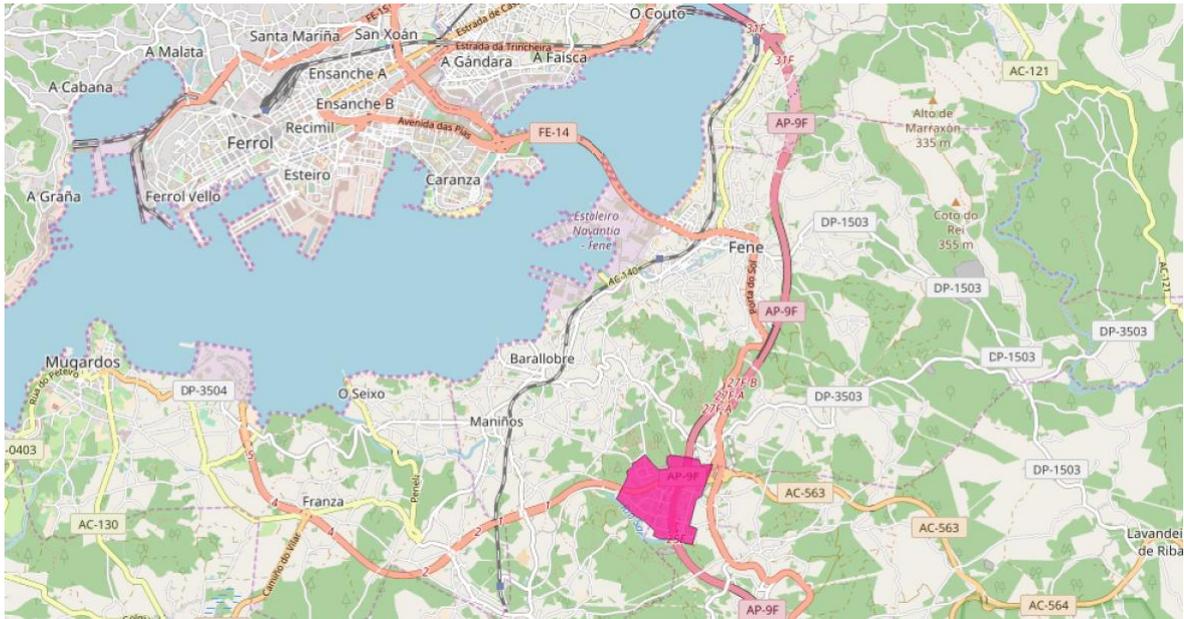


Fig.2.15. Polígono de Vilar do Colo

2.2.15. Polígono de Río do Pozo

El polígono industrial de Río do Pozo está en el municipio coruñés de Narón. Desde que empezó a funcionar en 1993, ha ido creciendo hasta convertirse en el tercer polígono más grande de Galicia por detrás del polígono de San Cibrao y el polígono de Sabón.

Por ello, Río do Pozo se ha convertido en el motor económico, industrial y comercial de la comarca Ferrolterra, dando cabida a empresas de la talla de **Inditex** o **Lidl**. Dentro del **grupo Inditex**, la empresa que se encuentra en este polígono es **Pull & Bear** con una ocupación de unos 58.000 m².

En total ocupa una superficie de 2.370.000 m² que se han desarrollado en cuatro fases. Los primeros dos sectores suman 646.734 m² de uso industrial y comercial repartidos en 204 parcelas. El segundo sector tiene una superficie neta de 310.558 metros cuadrados repartidos en 64 parcelas. El último sector tiene una superficie neta de 665.346 m² repartidos en 144 parcelas.

2.2.17. Polígono de Os Airíos

El parque empresarial de Os Airíos está ubicado en el municipio coruñés de As Pontes de García Rodríguez, donde está ubicado también el polígono de Penapurreira. Os Airíos ha sido gestionado y promovido en dos fases por el propio Ayuntamiento de As Pontes. En total tiene una superficie de 269.953 m².

La primera fase se inauguró en 1998 con una superficie de 130.197 m² repartidos de 19 parcelas. La ampliación del polígono se ejecutó en 2007 con una superficie de 139.759 m² repartidos en 21 parcelas.

Las empresas situadas en el parque son mayoritariamente pequeñas, debido en gran parte a la superficie de las parcelas, que oscila entre los 900 y los 5.000 m². En cuanto al tipo de actividades, las empresas de Os Airíos se dedican al sector industrial, al de servicios y al sector de la construcción.

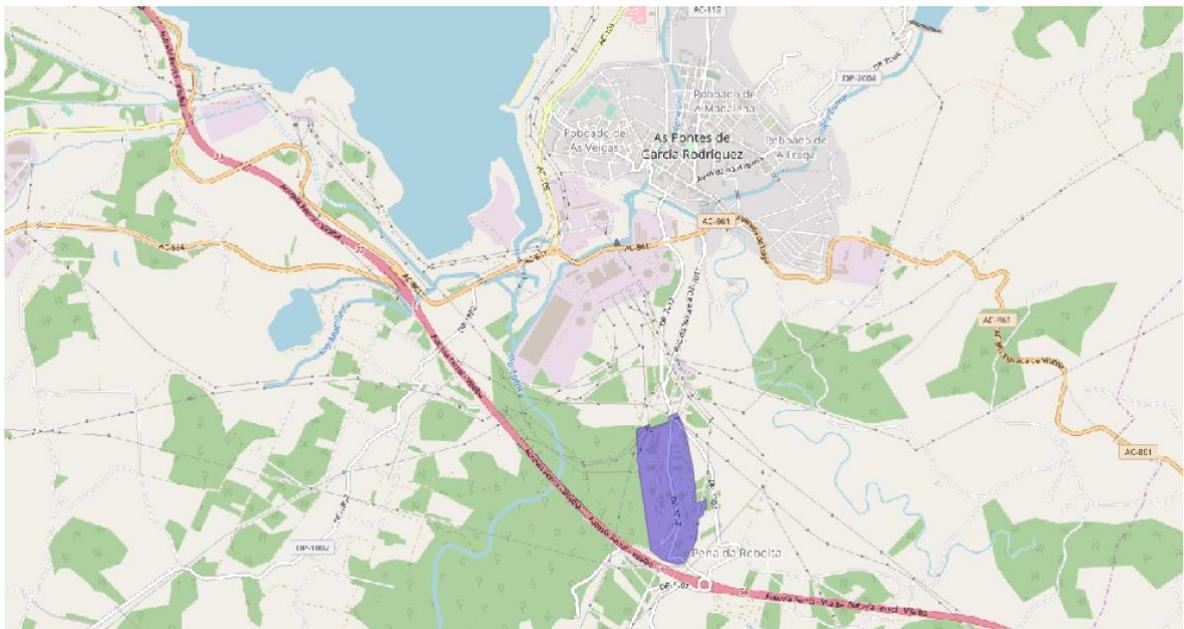


Fig.2.18. Polígono de Os Airíos

2.2.18. Polígono de Costa Vella

El parque empresarial Costa Vella está ubicado en el municipio de Santiago de Compostela, provincia de A Coruña. Costa Vella está enmarcado por la Autovía de Lavacolla, la carretera a Coruña, el polígono del Tambre y el recinto ferial de Amio.

Este polígono ha sido ejecutado por Emuvissa, Empresa Municipal de Vivenda e Solo de Santiago, y se inauguró en 2004.

Costa Vella alcanza los 400.000 m² brutos, de los que 264.853 m² son de uso empresarial, 44.000 m² de zonas verdes y 61.000 m² para aparcamiento y viales.

La superficie empresarial se reparte en 131 parcelas, ocupadas en gran medida por actividades comerciales. Así, actualmente están asentadas empresas de la talla de **Decathlon**, **Lidl**, **Porcelanosa**, **Leroy Merlin** o la empresa maderera **FINSA**, dedicada a la fabricación de tablonos de madera.

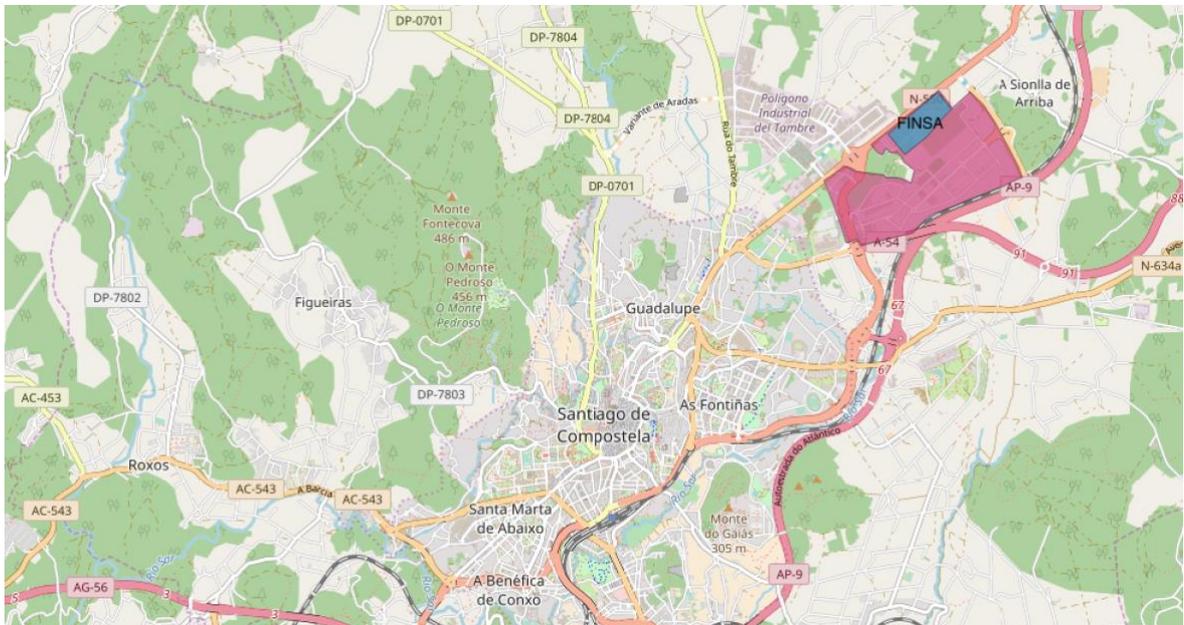


Fig.2.19. Polígono de Costa Vella y sus principales empresas

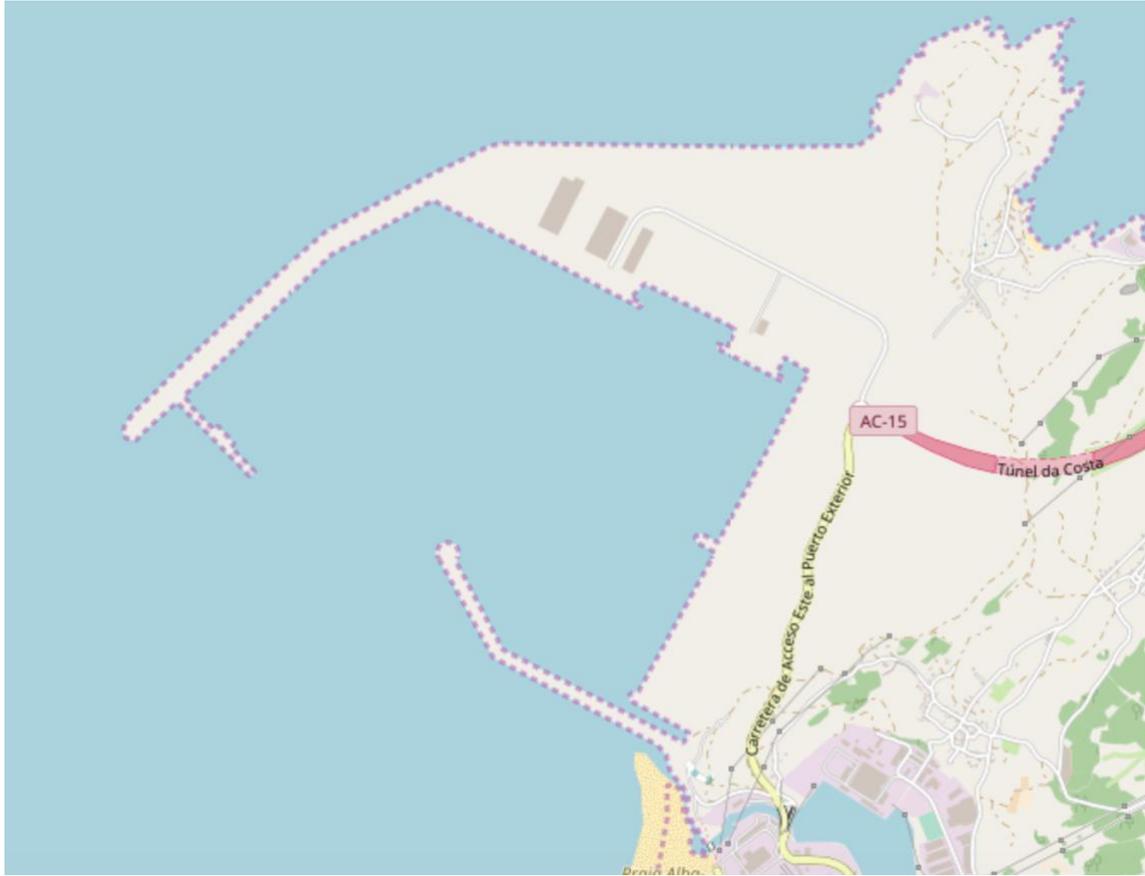


Fig. 2.22. Puerto Exterior de A Coruña

En el puerto se dan diferentes tipos de tráficos de mercancías y existen diferentes sectores de actividad: tráfico de graneles líquidos y sólidos, tráfico de mercancía general, tráfico de contenedores, pesca y cruceros.

2.3.1. Graneles líquidos

En el puerto se mueven anualmente entre 6 y 8 millones de toneladas de crudo y derivados que tienen por destino la Refinería de Repsol en la ciudad. La actividad de la terminal petrolera en la dársena interior representa en torno al 60% del tráfico portuario total.

Las infraestructuras portuarias disponibles en la dársena interior para el tráfico de graneles líquidos y cargadero de coque y azufre abarcan una superficie de 98.000 m² y cuentan con 4 pantalanes con calados de 11 a 16 metros, para el atraque de los petroleros que transportan petróleo crudo de importación y cargan productos derivados como gasolinas, nafta, queroseno, azufre, coques, etc....

Los tanques de almacenamiento con los que cuenta la terminal tienen capacidades desde 5.000 m³ hasta 35.000 m³.

Por otra parte, el nuevo puerto exterior, alejado de los núcleos urbanos, que cuenta en la actualidad con 178 hectáreas de superficie terrestre, y calados superiores a 22 metros, permitirá el traslado de la actual terminal de Repsol en la dársena interior a las nuevas infraestructuras portuarias de Punta Langosteira. Esto implica además que Repsol liberará en el puerto interior, en una primera fase de su traslado, una superficie de 26.397 m², correspondiente básicamente al área actual de almacenamiento de crudos y de azufre.

Las nuevas infraestructuras portuarias tienen potencialidad para convertirse en un destacado *hub* de productos petrolíferos, con una ubicación estratégica en las principales rutas de tráfico marítimo internacional. Una empresa del sector petrolero que llegará en los próximos años al puerto exterior será **Deep Water Oil Transshipment Hub** que ocupará una parcela de 45.095 m².

Constará de 9 tanques de almacenamiento, con capacidad para 347.000 m³. En esta terminal, que se estima entrará en funcionamiento en 2019, podrá operarse desde petróleo hasta nafta, gasolina, queroseno, diésel, gasóleo, biodiesel, fuelóleo, lubricantes o líquidos oleosos.

La combinación de grandes calados y amplitud de superficies disponibles que ofrece el puerto exterior de Punta Langosteira está al alcance de muy pocos puertos a nivel europeo.

2.3.2. Graneles sólidos

El tráfico de graneles sólidos por el puerto de A Coruña representa en torno al 30% del tráfico portuario total; siendo los tráficos más importantes los productos agroalimentarios, seguidos de los carbones y coques. Otros graneles que se mueven por el puerto son el cemento, la alúmina y el cuarzo.

Las empresas del cemento como **Votorantim Cimentos**, suponen un cliente muy importante para el puerto debido a que tiene diferentes puntos de expedición cercanos al puerto. Estos puntos se encuentran en el puerto de A Coruña, en el polígono de Narón y en A Susana.

La empresa **FerroAtlántica** es una empresa situada en el polígono de Sabón dedicada a producir una gran variedad de ferroaleaciones y otros productos metálicos. Esto supone de gran interés para el puerto dada su posición estratégica y la importancia que tienen los productos comentados anteriormente para el tráfico marítimo de A Coruña. La fábrica situada en Sabón tiene una superficie edificada de 124.600 m² y un área de filtrado instalada de 59.500 m².

El puerto de A Coruña es el principal puerto de la fachada Atlántico-Cantábrica en el movimiento de cereal con destino a la cabaña ganadera de Galicia. En su mayor parte son cereales como la cebada, el maíz o el trigo, además del haba de soja, una materia fundamental para la fabricación de piensos.

Los muelles de la dársena interior en los que se operan estas cargas son el muelle de Batería, en el que se encuentra la instalación especial para la operativa de la alúmina; el muelle del Centenario, que da cabida a los movimientos de carbón en la instalación cerrada conocida como “La Medusa”, así como a movimientos de productos agroalimentarios y el muelle de San Diego.

Como se comentó anteriormente, el movimiento de carbón supone uno de los productos más importantes para el tráfico de granel en el puerto. La descarga de este producto se realiza en las instalaciones de “La Medusa”, para luego ser transportado mayoritariamente hacia la central térmica de Meirama. Perteneciente a “**Gas Natural-Fenosa**”, esta es una instalación termoeléctrica de ciclo convencional situada en la parroquia de As Encrobas, en el término municipal de Cerceda, en la provincia de A Coruña. El transporte a la central se realiza gracias a la cercanía que tiene las instalaciones de descarga con las vías ferroviarias.

Por otra parte, en el muelle y zona de operaciones del puerto exterior, se están desarrollando movimientos de carga de clinker y descargas de cemento, carbón, cereales, habiéndose iniciado el proceso de traslado de los principales operadores portuarios que se han implantado en las nuevas instalaciones de Punta Langosteira, con naves para el almacenamiento y distribución de graneles sólidos, en las que paulatinamente se irá incrementando su volumen de actividad.

La combinación de grandes calados de hasta 22 metros, que permite la llegada de los mayores bulk carriers y la amplitud de superficies disponibles para la implantación de naves de almacenamiento de graneles, colocan al nuevo puerto de A Coruña en una ventajosa posición para la captación de nuevos operadores.

Los tres operadores portuarios en el puerto de A Coruña son **Galigrain**, **Pérez Torres Marítima** y **TMGA**. Todos ellos cuentan con presencia tanto en el puerto interior como en el puerto exterior (a este último todavía se está en un proceso de traslado). Son los encargados de la manipulación de las diferentes cargas que llegan a puerto, también cuentan con presencia en el puerto de Ferrol.

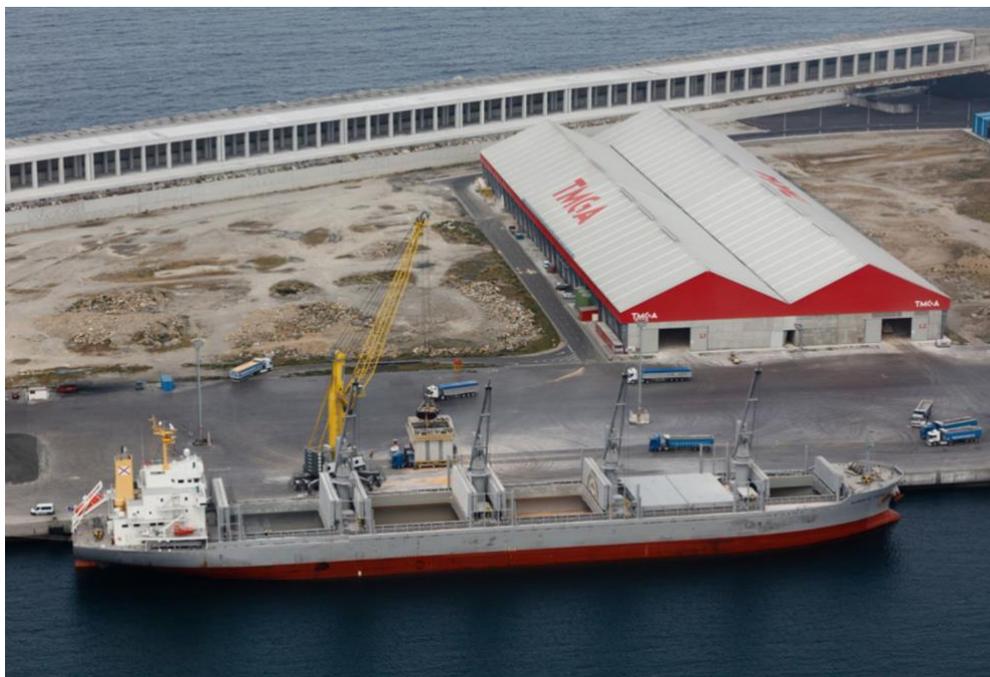


Fig. 2.23. Naves de TMGA en Punta Langosteira



Fig. 2.24. Naves de Pérez Torres Marítima en Punta Langosteira



Fig. 2.25. Naves de Galigrain en el puerto interior

2.3.3. Mercancía general

La mercancía general representa en torno al 10% del tráfico portuario total. Los tráficos más importantes en este sector son los productos siderúrgicos, maderas y tableros, aerogeneradores y vidrio.

En el sector de la madera en Santiago de Compostela está situada la empresa maderera FINSA, pionera en la fabricación de tableros de madera glomerada y MDF en la Península Ibérica. Esta empresa supone un porcentaje muy alto del total de tráfico de madera efectuado en la ciudad.

Los muelles de la dársena interior en los que se operan estas cargas son el muelle de Calvo Sotelo, el muelle de San Diego y, en ocasiones, el muelle del Centenario. En las explanadas del muelle Batería se almacenan actualmente productos siderúrgicos.

Por otra parte, en el muelle y zona de operaciones del puerto exterior, se están desarrollando movimientos de carga de grandes estructuras metálicas fabricadas en el polígono industrial de Sabón, lo que, dadas las dimensiones de las piezas, facilita la operativa y evita problemas derivados de la necesidad de solicitar permisos especiales para realizar este tipo de transportes de cargas con grandes dimensiones.

La amplitud de las superficies terrestres disponibles en el nuevo recinto portuario, así como de suelo industrial en el entorno, permiten enfocar la estrategia comercial hacia la implantación de proyectos industriales, en los que la reducción de costes logísticos asociados a la operativa de la carga general y la necesidad de transportes especiales sean un factor determinante.

2.3.4 Contenedores

La terminal de contenedores, operada por la empresa **Terminales Marítimos de Galicia (TMGA)**, está ubicada en la zona portuaria que se encuentra entre los muelles del Este y del Centenario, con una superficie de 30.000 m² y 3 atraques disponibles con un calado de 9,5 m.

Las navieras **Transinsular** y **JSV** prestan este servicio, comercializado por **Marítima Consiflet** y con **TMGA** como empresa encargada de la estiba.

La terminal dispone de 120 conexiones reefer para mercancía refrigerada y está equipada con grúas móviles de hasta 130 toneladas de capacidad, además de disponer de Reachstackers y carretillas desde 4 hasta 425 toneladas. Respecto a las conexiones viarias, cuenta con acceso directo a la red de autovías y autopistas para la rápida entrada y salida de los contenedores, así como conexión directa por ferrocarril a la cercana estación Intermodal de San Diego.

Actualmente no tiene una gran relevancia dentro del tráfico de mercancías del puerto. Pese a tener vías y sistemas para mover contenedores al lado del puerto, los tráficos de ese tipo fueron cayendo progresivamente hasta casi desaparecer en el 2014. Ese año solo se movieron 218 contenedores en San Diego frente a los casi 4.000 que salían y entraban en el 2008. La estación cuenta con una nave cubierta de casi 9.000 metros cuadrados con cuatro dársenas que está sin uso desde hace años. El tren de contenedores funcionó durante muchos años con una frecuencia diaria, progresivamente reducida en los últimos ejercicios hasta dejarla, desde septiembre del 2014, en un único tren semanal que, además, en lugar de llegar en línea recta desde Barcelona a A Coruña por Monforte, se desviaba por Vigo haciendo que el transporte de la mercancía sea más caro.

2.3.5 Pesca

La pesca constituye uno de los pilares del puerto y uno de los grandes motores económicos de la ciudad. Con una posición de liderazgo en España, con una media de 40.000 toneladas anuales de pesca fresca y marisco, genera un volumen de negocio de en torno a 100 millones de euros por año en primera venta, y unos 10.000 puestos de trabajo. El Puerto de A Coruña ha concluido el año 2017 con el segundo mejor registro en tráficos de pesca fresca de los últimos 20 años, al superar las 50.000 toneladas, continuando con la tendencia positiva mantenida a lo largo de todo el ejercicio. En concreto, el crecimiento de los tráficos de pesca entre 2016 y 2017 se eleva al 17%, con lo que A Coruña sigue posicionada como líder nacional en volumen de capturas.

Las instalaciones, situadas en el muelle de Linares Rivas, cuenta con 31.341 m² de superficie útil. Su forma alargada da solución a las necesidades del sector: un amplio frente de contacto con el borde marítimo y fachada de acceso a los grandes vehículos de carga.

La distribución de las instalaciones está organizada en doce áreas de servicios, entre las que figura el muelle de atraque y cantil de descarga, que permite operar a 23 barcos tipo de los que habitualmente faenan en el Gran Sol.

Otra de las áreas más importantes es la de preparación y exposición, que ocupa el frente del edificio al mar y cuenta con una longitud de 368 metros, compartimentados en ocho salas que suman más de 8.000 metros cuadrados. A ellas llega el pescado, tanto directamente en buques pesqueros como por camión procedentes de otros puertos, que se expone en cajas para la subasta. Operan unos 50 barcos de altura y arrastre de litoral y 120 embarcaciones de bajura.

Cuenta con dos dársenas dedicadas específicamente a este sector. La dársena constituida por los muelles de Linares Rivas, La Palloza, parte del Muelle del Este y la tercera línea de San Diego está dedicada a la comercialización y manipulación de pescado. Por su parte, la dársena de Oza concentra los departamentos para armadores, naves de suministros y rederos y otras instalaciones, además de los pantalanes para el amarre de las embarcaciones.

2.3.6 Cruceros

El muelle de trasatlánticos se encuentra situado justo en el corazón de la ciudad y supone un gran atractivo para los miles de cruceristas que llegan anualmente a la ciudad.

La importancia del tráfico de cruceros para la ciudad y su impacto económico en el comercio local y sector servicios, suponen factores claves para que el puerto apueste por aumentar el crecimiento del tráfico de cruceros suponiendo una importante inyección económica para la ciudad.

2.3.7. Datos económicos del puerto

El ejercicio de 2015 registró datos muy positivos para la Autoridad Portuaria de A Coruña, una cifra de negocio de 26,9 millones de euros y un volumen de tráficos superior a 14,1 millones de toneladas.

El tráfico de mercancías en Punta Langosteira superó las 952.000 toneladas. Estas cifras han situado al muelle de Langosteira como el segundo del puerto de A Coruña en volumen de actividad (exceptuando los pantalanes petroleros), concentrando ya más del 30% del movimiento de graneles sólidos.

El incremento del tráfico de graneles sólidos que ha propiciado la dársena exterior, junto al crecimiento de los graneles líquidos, han elevado el movimiento total de mercancías en 2015 a 14,1 millones de toneladas, un 18,35% por encima del año anterior. De esta forma el puerto de A Coruña volvió situarse como el primero de Galicia en volumen de tráfico y fue el segundo que experimentó el mayor crecimiento entre las 28 autoridades portuarias españolas. En términos económicos, esta evolución se tradujo en un aumento de la cifra de negocio de un 14%.

El tráfico de graneles líquidos, fundamentalmente energéticos vinculados a la **refinería de Repsol**, ha aumentado significativamente. El tráfico total de graneles líquidos ha sido de 7.913.588 toneladas, de las cuales 5.203.534 corresponden a crudos de petróleo, 2.516.706 a productos refinados y 193.348 a otros líquidos, entre los que se encuentran las melazas, los aceites comestibles y el bioetanol de exportación.

El movimiento de graneles sólidos ha experimentado un incremento cercano al 14%. El volumen total de mercancías movidas ha sido de 4.909.017 toneladas, de las cuales 4.563.361 toneladas se han movido sin instalación especial y 345.656 por instalación especial; destacando el incremento significativo del cemento a granel; por su parte, la alúmina, con un crecimiento más moderado, pasó de 114.000 a 128.000 toneladas. En las mercancías movidas sin instalación especial, el incremento más relevante ha sido el experimentado por el carbón, para la generación energética, que ha supuesto un total de 1.463,297, representando un 29,68% más que el año anterior, motivado por la entrada en el Puerto Exterior de esta carga para **Endesa**, con destino a su central de Compostilla.

En el tráfico de mercancía general se han producido unos descensos del 10,09%. El total de las toneladas movidas dentro de este segmento asciende a 938.310 toneladas, y la mayor reducción se produce en los movimientos de exportación de maderas, vinculados fundamentalmente al sector de la construcción, aunque es de destacar, de forma aislada, el aumento en un 16% del movimiento de tablero de fibras.

Los tráficos de productos siderúrgicos han decrecido en 2015 (último año del que se disponen datos), con valores inferiores respecto a 2014 en lo que al movimiento de palanquilla se refiere, así como en la producción de alambrón y disminución de la producción de varilla; todo ello condicionado por las necesidades concretas de las empresas siderúrgicas del entorno.

El tráfico de cruceros se consolidó en los últimos años y durante el año 2015 se han mantenido unos muy buenos resultados en cuanto a escalas y tráfico de pasajeros.

En total, el ejercicio se ha cerrado con 92 escalas, cifra algo superior a la de 2014, y un total de 140.451 pasajeros, lo que supone un incremento de un 8,28% respecto al año precedente. Este tipo de tráfico es de una gran importancia por el impacto económico que supone para el comercio local y sector servicios.

En cuanto a la pesca ha cerrado con un decrecimiento de un 22,55% con respecto al año anterior. Se alcanzaron las 43.471 toneladas de pesca fresca y 86 millones de euros en transacciones comerciales realizadas en la Lonja de A Coruña.

En cuanto al tráfico de contenedores, durante el año 2015 se ha recuperado el servicio, con la incorporación de una nueva línea compartida por las navieras **Transinsular**, especializada en tráficos con Africa, y **JSV**, compañía de logística especializada en el tráfico con Canarias. Pero todavía no cuenta con la suficiente relevancia en el tráfico del puerto.

La actividad en el puerto de A Coruña durante el año 2016 ha mantenido un movimiento de tráfico total muy similar al año precedente, consolidando los incrementos de años anteriores y alcanzando la cifra total de 13.919.796 toneladas, lo que supone un ligero descenso del 1,65 % con respecto al año 2015, motivado particularmente por los descensos registrados en los tráficos energéticos del carbón.

El hecho más destacable es la continuación de las operaciones en el Puerto Exterior con el movimiento de nuevos buques, que incrementan el nivel de las operaciones iniciadas en años anteriores y la plena consolidación de los tráficos de carga y descarga especialmente de graneles sólidos y mercancía general, haciendo uso de las nuevas naves de almacenamiento y equipos de manipulación de mercancías puestos a disposición por los distintos operadores, que refuerzan su apuesta inversora en Punta Langosteira.

A lo largo de 2016 ha continuado en la dársena del Puerto Exterior el movimiento de carga de clínker y coque, también se han embarcado piezas metálicas, se han mantenido los movimientos de importación de cemento y se ha registrado un volumen similar en el tráfico de cereales. Además, se han iniciado las cargas de cuarzo y descarga de fosfatos.

En total, durante el año 2016, se han realizado 145 escalas con operaciones comerciales en el Puerto Exterior y una entrada para reparación, que suponen un total de 146 buques en Punta Langosteira en 2016, cifra que casi duplica los barcos entrados el año 2015, en el que se recibieron 79 buques.

El número total de buques mercantes movidos por el puerto ha sido de 1.209, ligeramente superior a la entrada de buques en puerto del ejercicio precedente (1.132), acorde con el incremento anteriormente mencionado de movimiento de ciertas mercancías y el mayor número de atraques en Punta Langosteira.

El tráfico de graneles líquidos, fundamentalmente energéticos vinculados a la **refinería que Repsol** posee en las inmediaciones de la ciudad de A Coruña, ha aumentado significativamente en el año 2016 con respecto al 2015, superando los ocho millones de toneladas. En su conjunto, los graneles líquidos han aumentado un 3,24% respecto al año precedente. En 2016, el tráfico total de graneles líquidos ha sido de 8.169.622 toneladas, de las cuales 5.004.977 corresponden a crudos de petróleo, 1.269.655 a gasolinas y productos refinados, entre los que se encuentra el bioetanol de exportación.

Además, hay que sumar 1.390.183 toneladas de productos como el gasoil y fueloil y 213.424 que corresponden a gases (butano y propileno). El resto corresponden a aceites, melazas y otros graneles líquidos.

Por su parte, el movimiento de graneles sólidos ha experimentado un decrecimiento cercano al 11%. El volumen total de mercancías movidas ha sido de 4.345.101 toneladas, de las cuales 3.981.508 toneladas se han movido sin instalación especial y 363.593 por instalación especial; destacando el incremento significativo del cemento a granel, que pasó de 152.000 toneladas en 2015 a 166.000 toneladas en 2016.

En 2016 el tráfico de mercancía general se ha producido un incremento, superando en el millón de toneladas. En concreto, el total de las toneladas movidas dentro de este segmento asciende a 1.012.375, lo que representa un crecimiento cercano al 8% con respecto a la carga general movida en 2015. Los tráficos de productos siderúrgicos han aumentado en 2016, con valores superiores respecto a 2015, pasando a mover cifras que se aproximan a las 900.000 toneladas, motivado por las necesidades concretas de las empresas siderúrgicas del entorno, fundamentalmente **Celsa Atlantic**, y los productos para exportación que sus clientes finales demandan.

El tráfico de cruceros se ha seguido consolidado durante el año 2016, se han mantenido unos muy buenos resultados en cuanto a escalas y tráfico de pasajeros. En total, el ejercicio se ha cerrado con 94 escalas, 2 cruceros más que en 2015, y un total de 126.735 pasajeros. La importancia del tráfico de cruceros y su interacción con la ciudad, por el impacto económico que genera en el comercio local y sector servicios, son aspectos que llevan a la Autoridad Portuaria a considerarlo un tráfico estratégico para el puerto, posicionando este destino en las rutas de cruceros por el Atlántico, con el fin de conseguir la llegada de más cruceristas a la ciudad en los años venideros.

El puerto cerró el año 2017 con 121 escalas y 171.000 visitantes, un récord histórico tras una ascensión constante desde hace una década, convirtiéndose líder en este ámbito en la fachada Atlántica.

Para el año 2018 están cerradas al menos otras cien escalas y la consignataria **Rubine e Hijos**, a quien se le debe buena parte de ese crecimiento junto con la Autoridad Portuaria, ya tiene fechas cerradas con buques para dentro de tres años.

Finalmente, por lo que respecta a la pesca, se alcanzaron las 43.690 toneladas de pesca fresca lo que representa un mínimo descenso del 0,12% con respecto a las cifras de 2015; y se superaron los 87 millones de euros en transacciones comerciales realizadas en la Lonja de A Coruña, importe ligeramente superior a los 86,5 millones del año 2015.

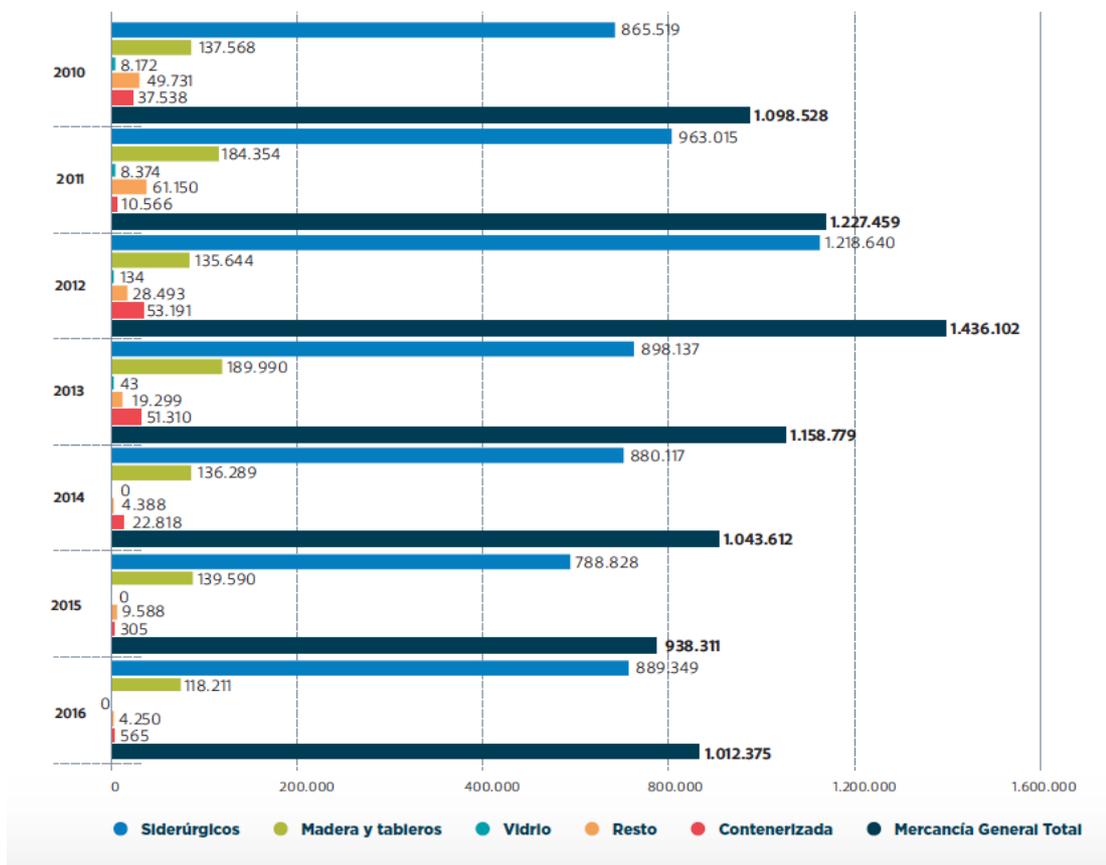


Fig.2.26. Gráfico de la evolución del tráfico marítimo en el puerto de A Coruña.

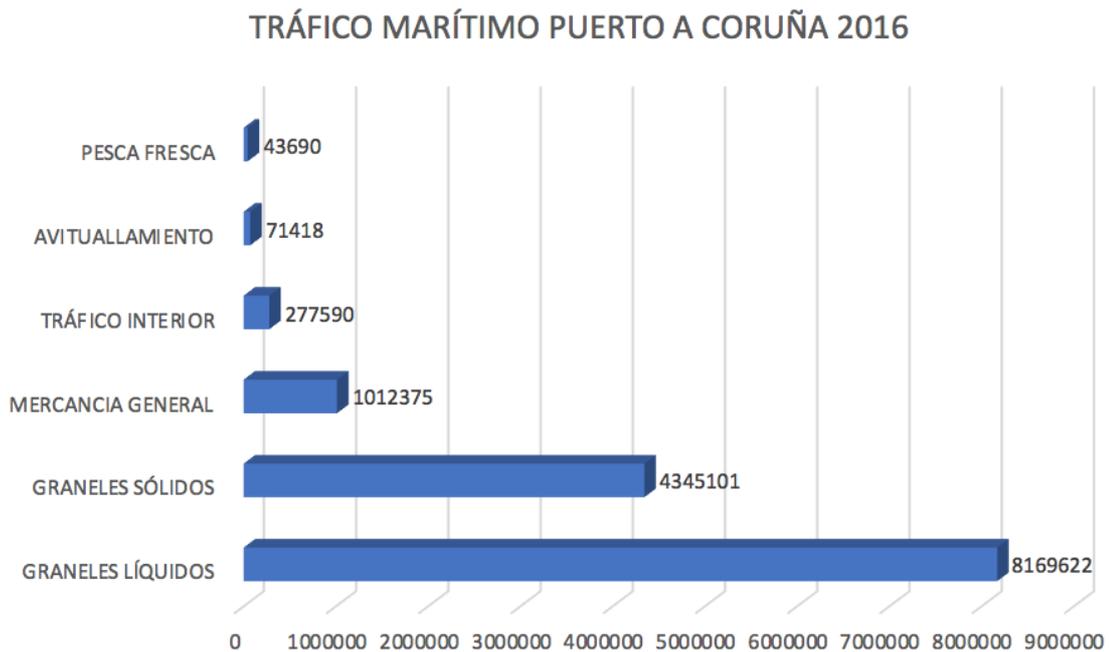


Fig.2.27. Gráfico del tráfico marítimo en el puerto de A Coruña en 2016.

2.4. El puerto de Ferrol y sus tráficos

Situado al norte de la provincia de A Coruña, el puerto de Ferrol es el puerto de mayor actividad comercial de los que gestiona la Autoridad Portuaria de Ferrol-San Cibrao.

El puerto de Ferrol domina la ría del mismo nombre que baña las costas de los municipios de Ares, Mugardos, Fene, Neda, Narón y Ferrol y a la que se accede entre la Punta Coitelada y el Cabo Prioriño Chico, lugar en el que está situado el puerto exterior de Caneliñas. Debido a su estratégica posición geográfica, al abrigo que le ofrece la ría, acoge un tráfico continuo de buques mercantes, pesqueros, militares y embarcaciones de recreo.

La terminal gasística de Mugardos, en el puerto de Ferrol, entra en operación en noviembre de 2007. Pone a disposición del sistema una capacidad de 3,6 bcm (billion cubic meters) anuales de gas natural (el 14% de la demanda española de gas natural en 2014). Su pantalán admite el atraque de cualquier buque gasero de los que componen la flota mundial.

Los brazos de descarga se conectan con dos tanques que permiten almacenar hasta 300.000 metros cúbicos de GNL y conservar el gas natural licuado a una temperatura de -160 C° a presión atmosférica. El GNL almacenado puede ser cargado en buques o cisternas o enviado a las instalaciones de regasificación de la planta. Estas efectúan el cambio de fase del GNL a su estado gaseoso a través de dos vaporizadores de agua de mar y uno de reserva de combustión sumergida. Posteriormente el gas natural es inyectado a la red de transporte.

Esta terminal cobra más relevancia si cabe debido al gran interés que existe en el sector marítimo de emplear el GNL como combustible para los buques mercantes. Esta tendencia, con el paso de los años, va a más ya que supone un avance muy importante en la lucha contra las emisiones de gases de efecto invernadero.

El GNL es uno de los combustibles más respetuosos con el medio ambiente, ya que genera alrededor de un 30% menos de emisiones de CO_2 que el petróleo y sus derivados. Además, contribuye a la reducción de las emisiones de óxidos de azufre (SO_x), partículas (PM) y óxidos de nitrógeno (NO_x), lo que permitirá cumplir con la normativa medioambiental, al mejorar la calidad del aire en entornos portuarios. De esta forma el empleo del GNL se muestra como una opción más que interesante como combustible para los buques. En los años venideros la terminal de Mugaros podría ser un punto de gran importancia para el suministro de GNL.

En las unidades de producción que Navantia tiene en la ría de Ferrol, con instalaciones en Fene y Ferrol, la empresa cuenta con medios tecnológicos en construcción naval que permite alcanzar una excelente calidad y una disminución de costes y plazos. En estos centros, situados en el noroeste de España, Navantia construye buques militares de última generación, como fragatas con el sistema de combate AEGIS, buques anfibios, portaaviones, petroleros de flota, corbetas, etc.

En esta zona también está ubicada la Fábrica de Turbinas dedicada a la fabricación de turbinas de vapor y aerogeneradores para plantas de generación de energía, así como de engranajes reductores, líneas de ejes, tubos lanzatorpedos y otros equipos para buques. Además, mantiene una importante actividad de asistencia técnica y servicio postventa.

Además, en la Ría de Ferrol, **Navantia** cuenta con un reconocido renombre en la reparación y conversión de buques. Entre sus actividades de reparación y conversión de todo tipo de buques, destaca la reparación de buques LNG y LPG, unidades off-shore, buques químicos y otros buques especializados.

Su gran capacidad de renovación y fabricación de acero y tuberías; alta calidad en tratamiento de superficies (tank coating); reparaciones eléctricas, hidráulicas, etc.; así como su taller mecánico dotado de personal altamente cualificado convierten al centro de **Navantia** en la ría de Fene en uno de los más importantes en reparación de toda Europa. Las instalaciones que **Navantia** en Fene en los últimos años se están especializando en la construcción de *jackets*, llegando en 2017 a un acuerdo para la construcción de 42 estructuras para aerogeneradores destinadas al parque eólico de East Anglia One (Reino Unido).

Situado al nordeste de la provincia de Lugo, en los municipios de Cervo y Xove, el puerto de San Cibrao sirve de apoyo a la actividad industrial de la factoría **ALCOA**, concesionarios de su gestión administrativa.

El puerto de San Cibrao se sitúa en la denominada Mariña Lucense, el tramo de costa cantábrica que se encuentra entre el Cabo de Bares y Ribadeo, localidad que marca el límite con el principado de Asturias. El puerto y el complejo industrial del mismo nombre se encuentran entre la Punta de Morás y el Cabo de San Cibrao, en una sección de la costa abierta al mar Cantábrico, muy cercanas al puerto.

2.4.1 Datos económicos

La Autoridad Portuaria de Ferrol-San Cibrao movió durante el año 2015, 12.777.211 toneladas de mercancías en sus diferentes instalaciones. Del total de toneladas movidas, los graneles sólidos fueron los que registraron un mejor comportamiento, superando las cifras del 2014.

En el apartado del granel líquido sobresalen el biodiésel con 54.852 toneladas y los aceites con 82.874 toneladas. Estas cifras reflejan la reactivación de sectores que fueron testimoniales en ejercicios anteriores.

En los graneles sólidos, destaca la recuperación del carbón con 4.165.512 toneladas, un 5,8% más respecto a 2014. También la alúmina, con 1.208.325 toneladas, se incrementó un 10,3%, obteniendo un registro histórico.

La **central térmica de As Pontes** es una central térmica convencional situada en el municipio de As Pontes de García Rodríguez, al noreste de la provincia de A Coruña. Consta de cuatro grupos generadores con una potencia total de 1.468,5 MW. El complejo cuenta además con dos centrales hidroeléctricas (60 MW), el núcleo eólico de Tesouro (161 MW) y la central de ciclo combinado de gas natural (800 MW). Todo ello forma el centro generador más importante de España. Esta central, debido a su capacidad, tiene una gran influencia dentro del tráfico de graneles sólidos (carbón).

En cuanto a la mercancía general, sobresale el incremento de un 5,2% del movimiento de aerogeneradores con 104.723 toneladas. Se trata de una mercancía muy importante dentro de las exportaciones de la industria de la zona.

Además, por las instalaciones portuarias pasaron 1.070 buques, superando nuevamente el millar e igualando las cifras de 2014.

En 2014 hubo unos resultados muy satisfactorios con una cifra total que asciende a 13.091.450 toneladas, lo que supone un crecimiento anual del 4,4%. La cifra de trece millones de toneladas solo se ha superado dos veces en la historia, en 2012 y ahora en 2014.

En mercancía general, el acero, con más de 400.000 toneladas en su mejor registro, tuvo ese año un excelente comportamiento. En los graneles sólidos, la bauxita alcanzó en 2014 su record histórico y el carbón crece un 18,0% respecto a 2013 mientras que, en los líquidos, el gas natural se situó en unos 1,8 millones de toneladas llegando a su mayor dato histórico.

Bajo este contexto cobra importancia la empresa **MEGASA**, situada en el ayuntamiento de Narón, dedicada a la laminación de redondos para la construcción y la distribución de productos siderúrgicos.

Otros aspectos significativos respecto a las cargas son la reactivación en 2014 del biodiesel, inexistentes en el ejercicio anterior, el crecimiento de la importación de papel, después de años de caídas, o el inicio del tráfico de abonos dentro del sector agroalimentario.

La terminal de **FCT (Ferrol Container Terminal)** aspira a convertirse, gracias a la disponibilidad de superficie y grandes calados y a su ubicación en las rutas que conectan el norte de Europa con el resto del mundo, en referente para el tráfico de contenedores de la fachada atlántica ibérica. La capacidad estimada de la terminal es de 1,5 millones de TEU al año y cuenta con una superficie de almacenamiento de contenedores de unas 30 hectáreas.

Los tráficos superaron los 13,5 millones de toneladas en 2017, siendo la cifra provisional de 13.549.787 en el acumulado, lo que supone un incremento del 8,24% respecto a 2016.

Dentro del grupo de mercancía general se registró un crecimiento del 3,16% respecto a 2016, con 779.030 toneladas de acumulado. Destacan mercancías como la madera y los aerogeneradores, que superaron de nuevo las 100.000 toneladas.

En cuanto a los graneles sólidos, se movieron 10.451.516 de toneladas. El carbón registró un total de 4.796.067 de toneladas movidas. También se inició un nuevo tráfico, la piedra de exportación, granito. En cuanto a los líquidos, destacaron los aceites y el biodiésel.

Las salidas de tráfico por ferrocarril superaron las 80.00 toneladas, lo que implica un incremento del 33,41% con respecto al año anterior, y el tráfico ro-ro se mantuvo con unas cifras similares a 2016, destacando el aumento del papel en un 3,8%.

Por otro lado, en los muelles de la Autoridad Portuaria se han suministrado avituallamientos a buques, como agua o combustibles, por un total de 20.265 toneladas. En cuanto a los buques, se recibieron un total de 1.107 escalas, lo que supone un 5% más que el año anterior.

Por lo que se refiere a cruceros turísticos, realizaron escala en Ferrol un total de 22, situándose la cifra de pasajeros que pasaron por el puerto en 30.049, incluyendo el pasaje interior.

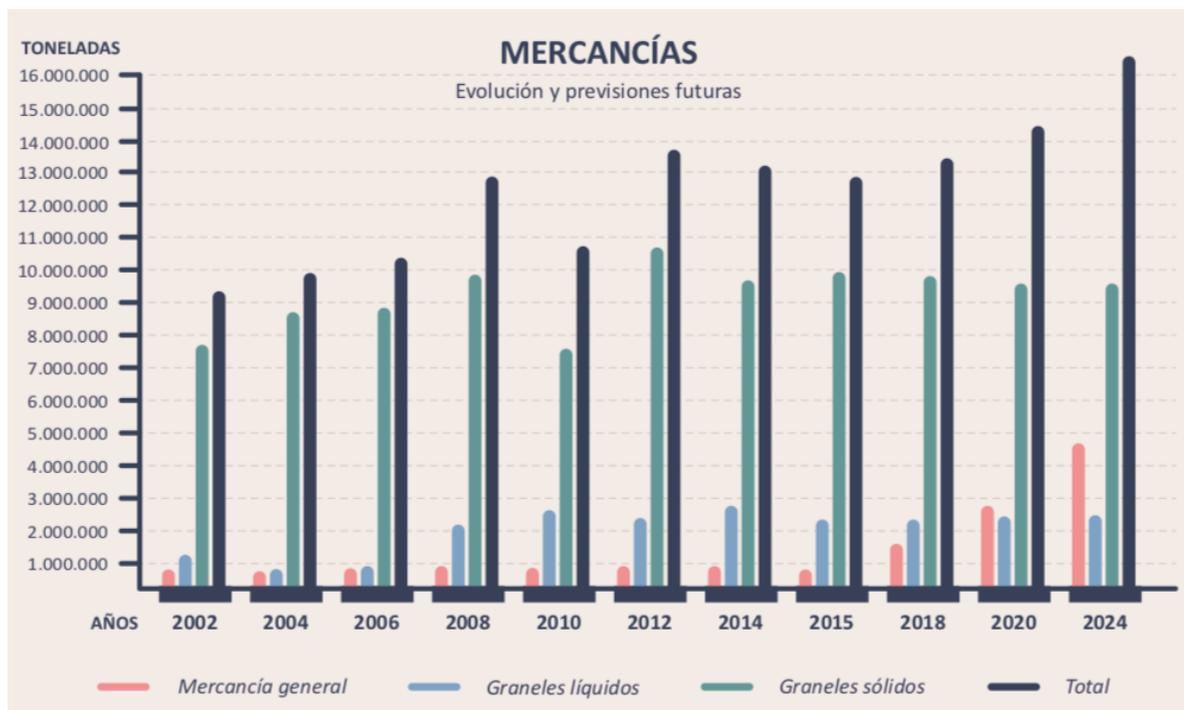


Fig.2.28. Gráfica de los movimientos actuales y previsiones del puerto de Ferrol

3. SIG ÁRTABRO

Una vez explicado lo que es un Sistema de Información Geográfica e identificar los diferentes tráficos de los puertos de A Coruña y Ferrol, incluyendo los polígonos y empresas de interés para los dos puertos, toca explicar en que consiste el “proyecto” SIG Ártabro.

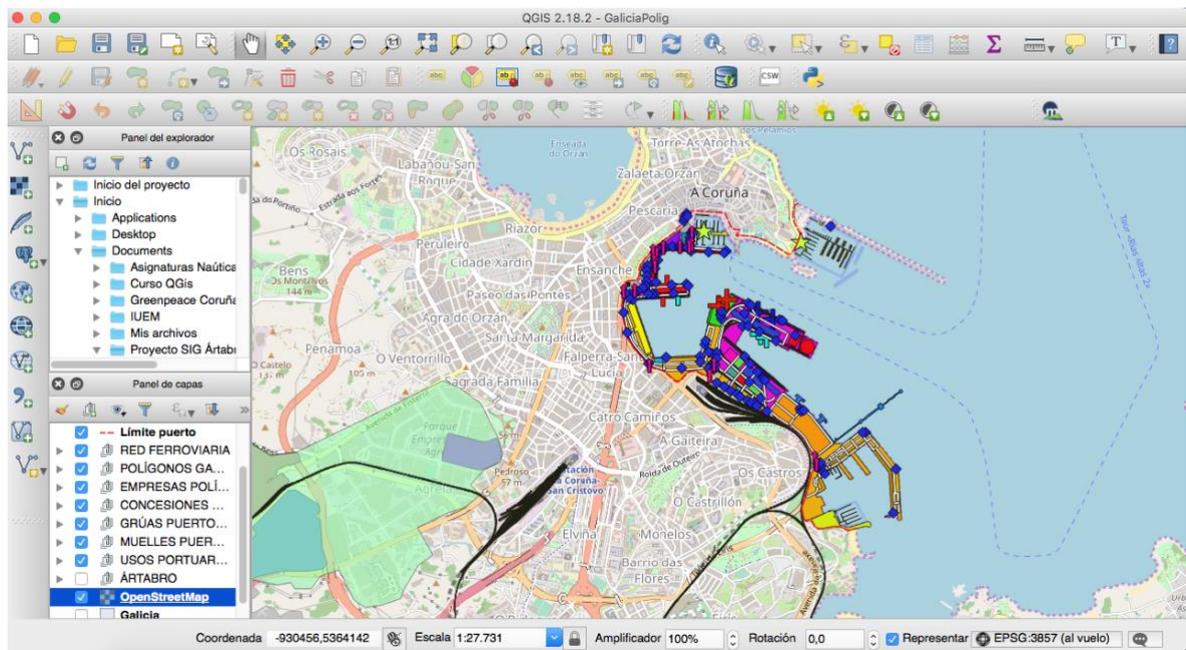


Fig.3.1. Imagen del programa

El nombre nace de la de la “idea” de poder gestionar los dos puertos de una forma conjunta, y dado que se encuentran en el golfo Ártabro, recibe el nombre del mismo. Las posibilidades que ofrece un SIG para el entorno portuario son altísimas ya que permite tener toda la información geográfica que nos interesa convertida en capas de forma que la tengamos toda en un sólo “sitio”.

La decisión de hacer este tipo de trabajo se debe al interés de poder reunir los conocimientos adquiridos durante todos los años de estudio del grado con la logística y los sistemas informáticos. Es por esto que tomé la decisión de realizar un Sistema de Información Geográfica (SIG). El software que utilicé para hacer este trabajo fue el QGIS.

Decidí emplear este software principalmente por dos razones: se trata de software libre y de que la búsqueda de información y la posibilidad de poder formarme para saber utilizarlos, era mucho más sencillo que con cualquier otro software del mismo tipo.

Antes de empezar a desarrollar la “idea” en el QGIS, lo primero que hice fue buscar información sobre otros puertos tanto de España como de Europa que emplearan tipo de herramientas informáticas para la gestión portuaria. Principalmente fueron dos los puertos que tenían algo similar a la “idea” que yo tenía en mente: el puerto de Barcelona y el puerto de Rotterdam. Los dos tienen dos aplicaciones WebSIG en la que se puede ver diferente información de los puertos mostrada en diferentes capas.

Estas capas muestran información de las diferentes concesiones que tienen cada puerto, profundidades de los muelles, entradas y salidas del puerto, etc. Ofrecen la opción de cargar el número de capas que el usuario quiera visualizar, constituyendo una herramienta de análisis para las Autoridades Portuarias.



Fig.3.2. Imagen del SIG del puerto de Barcelona

A mayores de lo que pude ver en estas dos aplicaciones, tenía interés en poder integrar el *hinterland* de los puertos de A Coruña y Ferrol dado que, tal y como se pudo observar en los puntos anteriores del trabajo, las empresas del entorno portuario tienen mucha influencia en los tráficos que se mueven en los dos puertos. Es por esta razón que decidí crear una capa donde aparecieran los diferentes polígonos del entorno del Coruña y Ferrol con las principales empresas de interés para el puerto.

Después de haber analizado las diferentes aplicaciones existentes, busqué información de la existencia de alguna herramienta informática similar que emplearan la Autoridad Portuaria de Coruña o la de Ferrol. De los dos puertos, el de Coruña era el que tenía algo similar, llamado **SmartPort**, que era un sistema basado en Web pero que estaba siendo poco utilizado porque los usuarios no le veían mucha utilidad en las operaciones diarias del puerto. Tuve la oportunidad de reunirme con el Jefe de Departamento de Operaciones Portuarias y Desarrollo de Nuevas Tecnologías de la Autoridad Portuaria de A Coruña el cual me enseñó lo que usaban internamente para la gestión portuaria.

Esta herramienta web estaba dividida en dos partes. Por un lado, se podía gestionar todo lo que tuviera que ver las cámaras de seguridad (se podía visualizar las operaciones que estaban realizando los buques atracados en tiempo real), subir o bajar vallas de seguridad, control de los accesos, etc. Y, por otro lado, tenían todos los planos con diferente información del puerto: posición de cámaras de seguridad, carreteras interiores, concesiones, red contraincendios, etc. Estos planos se encontraban en una base de datos y se podían consultar de forma individual, es decir, no se podía cargar más de un plano a la vez. Otro inconveniente era que esos planos eran estáticos, así por ejemplo no se podía visualizar la zona de un muelle que estaba ocupada por un buque atracado, qué norays estaban ocupados, etc.; este tipo de información lo tenían almacenado en una hoja de cálculo. Las dos partes están separadas, y la problemática que tiene esto es que no se podía realizar un análisis conjunto, ya que no existe forma de juntarlas con el sistema que emplean. Al igual que en el caso de Barcelona y Rotterdam, no existía una capa con el *hinterland* del puerto.

En cuanto al puerto de Ferrol, no pude obtener información sobre si empleaban alguna herramienta informática similar para la gestión portuaria.

Una vez apuntadas las diferentes virtudes y defectos que tenía el programa que empleaban, y gracias a la información y los planos que me fueron proporcionados por parte de la Autoridad Portuaria de A Coruña, comencé a elaborar mi propio SIG que sirviese cómo herramienta de gestión para las dos Autoridades Portuarias.

3.1. Capas de información

Para cada una de las capas que se van a describir a continuación, es necesario crear un fichero vectorial de tipo *shape*. Un *shapefile* es un formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos. Puede tratarse de un punto, una línea o un polígono.

Para poder crear las diferentes capas usé *OpenStreetMaps* como guía para georreferenciar los diferentes puntos de los *shapes*.

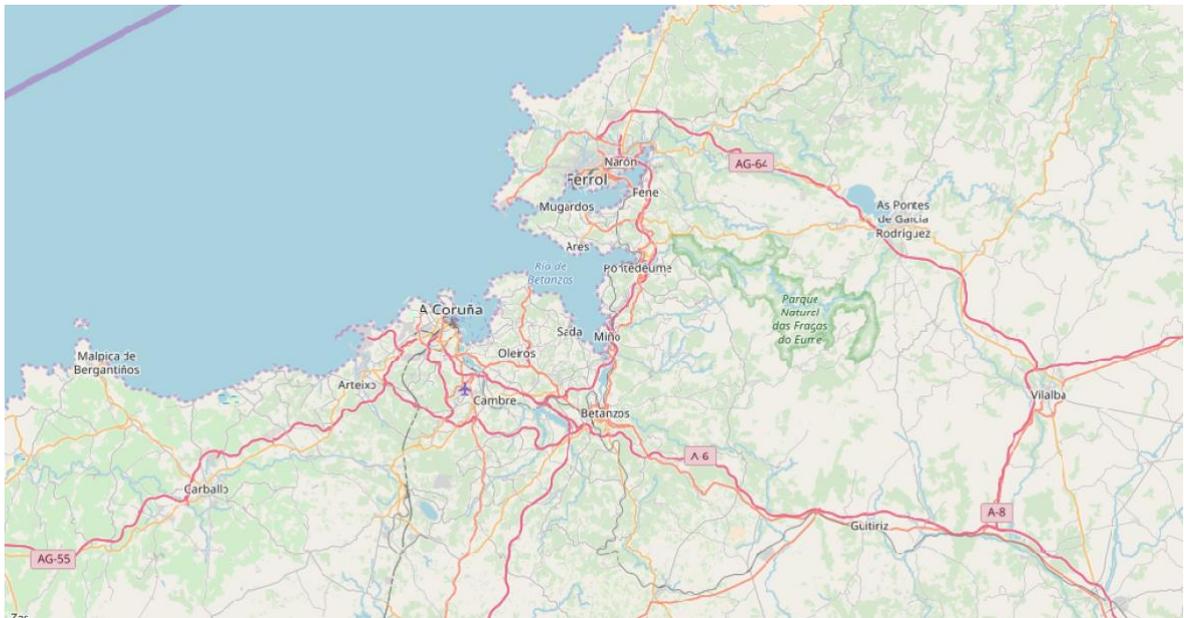


Fig.3.3. Capa base del proyecto

3.1.1. Polígonos y empresas

La primera capa que creé fue la de “Polígonos Gallegos”. En esta capa situé la zona que formaban los diferentes polígonos del *hinterland* del puerto de A Coruña y Ferrol. La segunda capa fue la de “Empresas Gallegas”, en donde aparecen las principales empresas que tienen influencia en el tráfico portuario.

La unión de estas dos capas es muy interesante para ver la situación geográfica de los polígonos que tienen empresas que reciben mercancías gracias a la disposición de los puertos de Coruña y Ferrol.

También puede resultar muy útil a la hora de atraer más tráfico al puerto, es decir, de una forma simplificada y rápida se pueden observar las empresas más importantes de los diferentes polígonos del golfo Ártabro y el potencial que pueden dar a los puertos ya que podemos cargar información a las capas con una descripción de su ocupación.

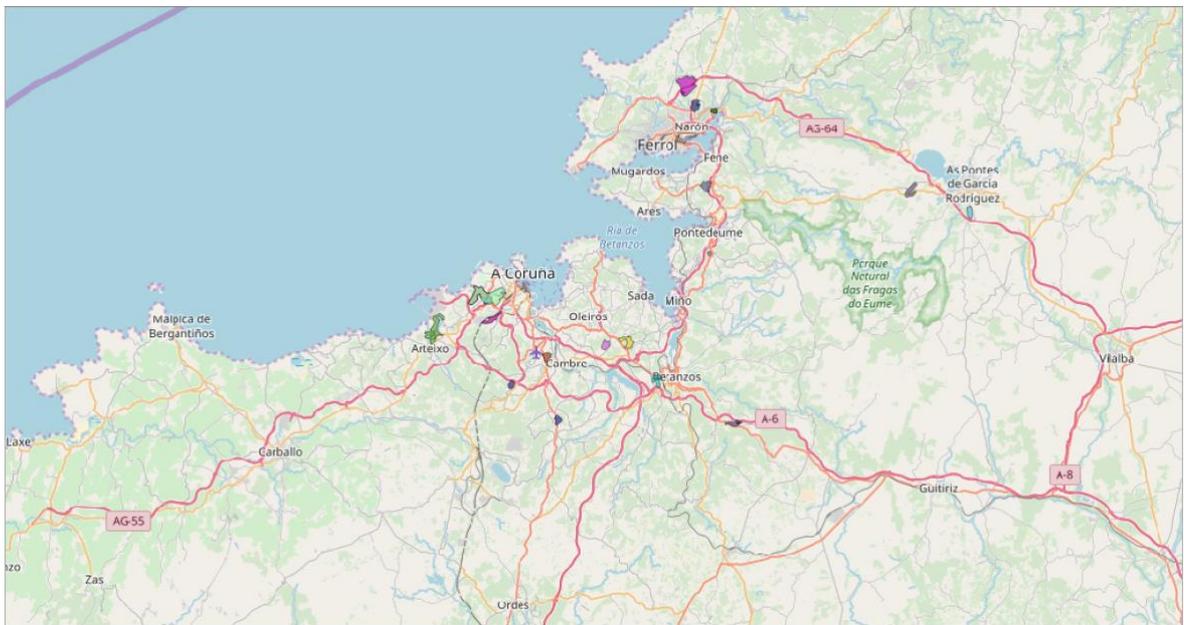


Fig.3.4. Capa con el “hinterland” del puerto de Coruña y Ferrol

3.1.2. Red ferroviaria y red de carreteras

Una vez creadas las dos primeras capas, las siguientes fueron la de la “Red Ferroviaria” y la de “Red de Carreteras”. Estas eran muy importantes ya que se trata de las vías de comunicaciones que existe entre puertos y polígonos y permite saber las posibilidades que existen a la hora de poder transportar los distintos tipos de mercancías. Para ello cargué en el programa los *shapes* que pone a disposición pública la página del Centro Nacional de Información Geográfica. El problema que encontré es que no había nada de información respecto a las vías ferroviarias interiores de los puertos ni de las carreteras interiores. Por este motivo las tuve que crear desde cero siguiendo la capa base de *OpenStreetMaps* y los planos que puso a mi disposición la Autoridad Portuaria de A Coruña. En el caso de Ferrol únicamente pude usar la primera opción.

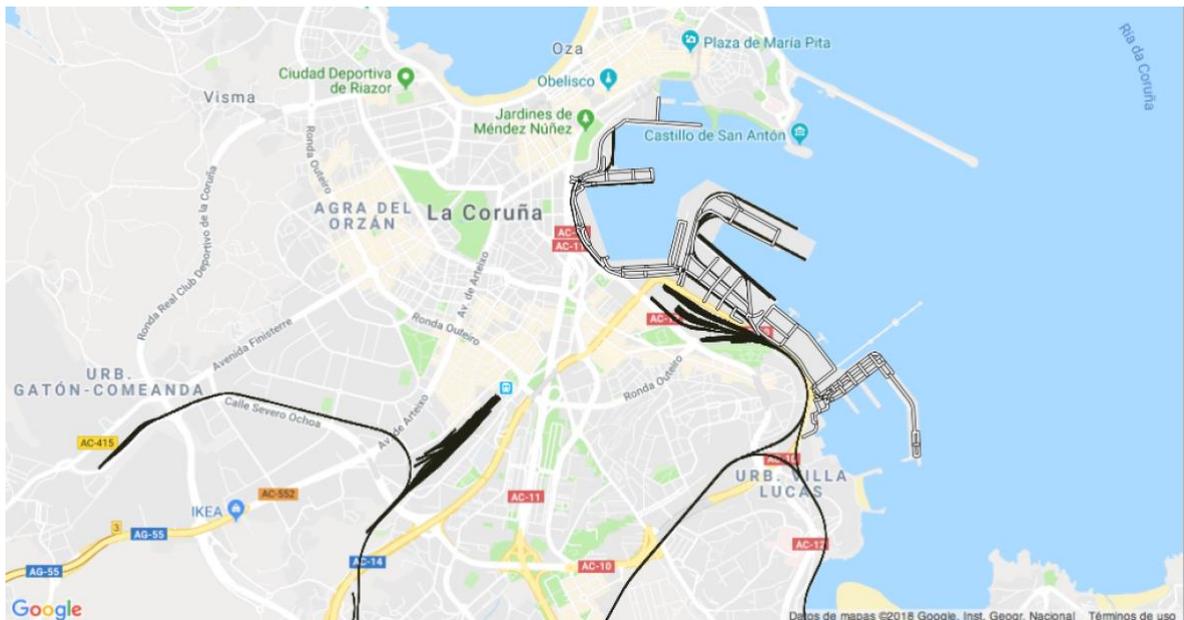


Fig.3.5. Vías ferroviarias y carreteras interiores del puerto de Coruña

Mediante el empleo de las memorias portuarias (y tal como se muestran en puntos anteriores de este trabajo), se puede ver el tipo de tráfico que se mueven en los puertos, pero resulta mucho más complicado saber las empresas que trabajan en el puerto. Por este motivo creé diferentes *shapes* que sirviesen para mostrar las empresas que están en el puerto empleando como base la capa de *OpenStreetMaps*.

Para saber dónde están situadas las empresas, y ante la falta de información al respecto, decidí visitar el puerto de A Coruña para anotar su situación de una forma muy aproximada a la realidad. En el caso del puerto de Ferrol no pude hacer lo mismo, por eso esta capa de “Concesiones Portuarias” está centrada en el puerto de A Coruña. En el caso de “Usos Portuarios”, usando la información que encontré en las memorias de los puertos, puede hacerla tanto para el puerto de Ferrol como para el de Coruña.

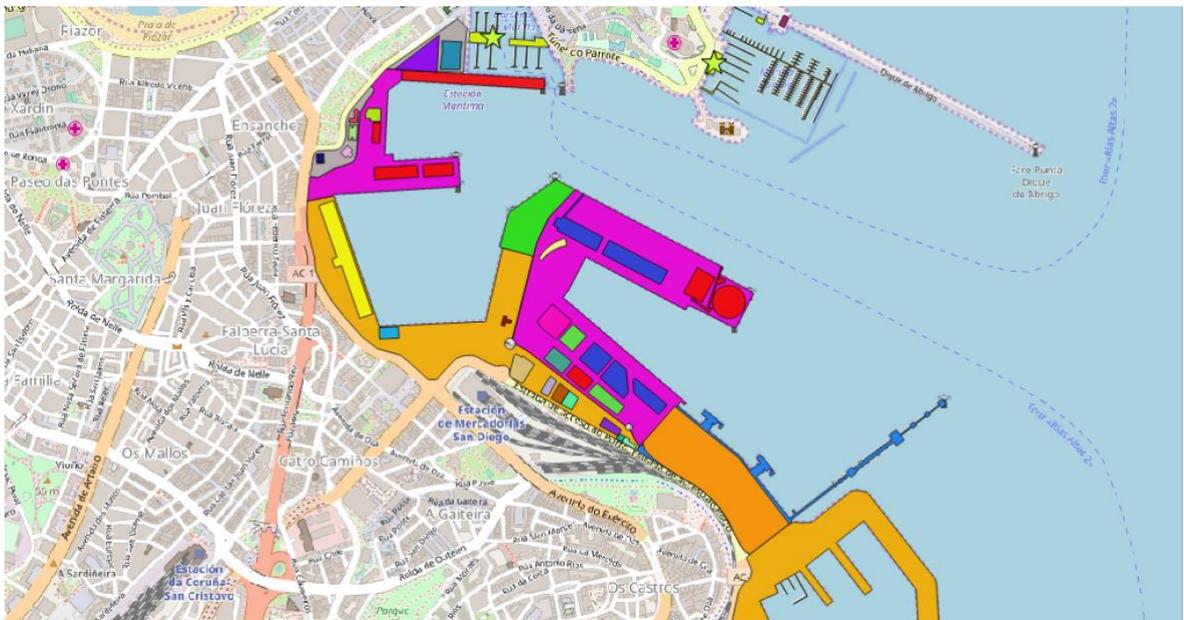


Fig.3.7. Usos portuarios y concesiones del puerto de Coruña

Toda esta información unida puede ser muy útil para escoger el atraque de un buque. Si tuviéramos el caso de un buque que llega al puerto de A Coruña, estas capas nos pueden ayudar a escoger atraque dependiendo de la situación de la grúa más adecuada para realizar esa descarga y de la cercanía de las instalaciones para guardar el producto a descargar. Lo mismo sería en el caso de un buque que viene a descargar mercancía.

3.1.5. Muelles

Cómo ejemplo de la utilidad que tienen los Sistemas de Información Geográfica para la gestión decidí hacer la capa “Muelles Puerto”. Esta capa tiene la intención de mostrar todos los muelles del puerto mostrando la siguiente información: número de escala, nombre del buque, nombre del muelle en donde está atracado, ETA, ETD, consignatario que lleva ese buque, eslora, tipo de buque, mercancía que va a cargar/descargar, tonelaje y estibador que va hacer la operación de carga/descarga. Lo primero que se hizo fue diseñar una base de datos *PostgreSQL* con extensión *PostGIS* para poder almacenar la información anterior en cada uno de los muelles de esta capa.

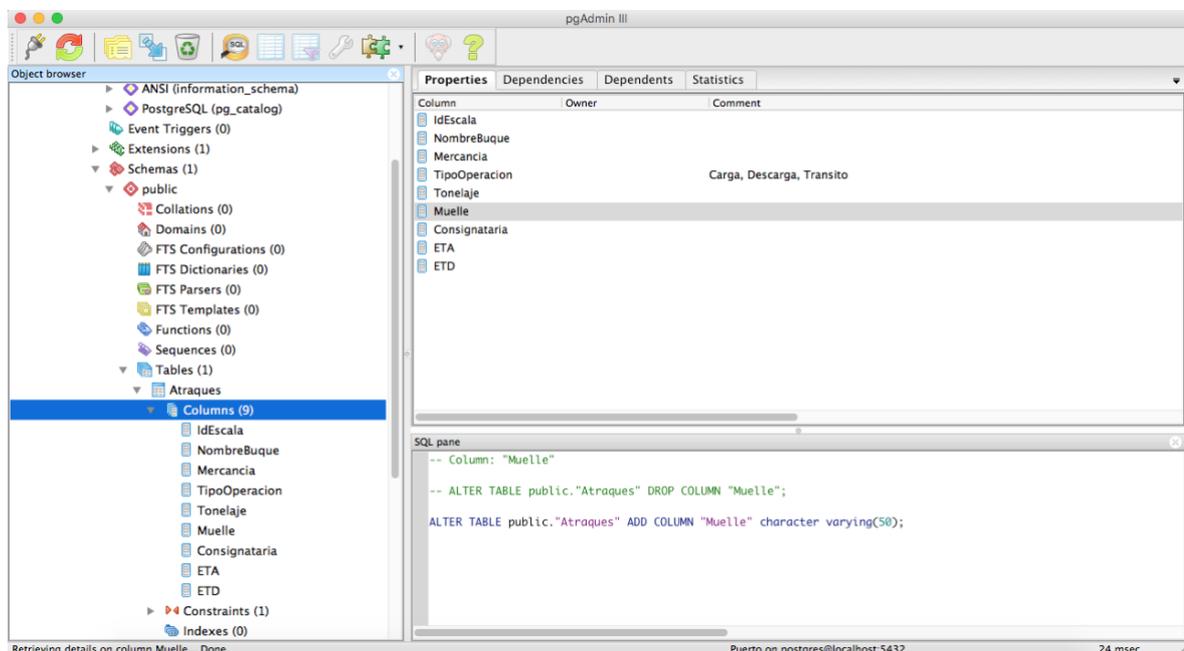


Fig.3.10. Captura de la base de datos PostgreSQL empleada en el proyecto

Una vez creada la base de datos, el siguiente paso fue hacer los diferentes *shapes* que permitiese visualizar toda esta información en el mapa. Toda esta información puede ser muy útil para la Autoridad Portuaria, ya que permite mostrar la situación de los diferentes muelles de una forma simplificada. Al estar vinculado cada *shape* de cada muelle a la base de datos, la información se puede actualizar continuamente e incluso se puede tener un historial de los atraques.

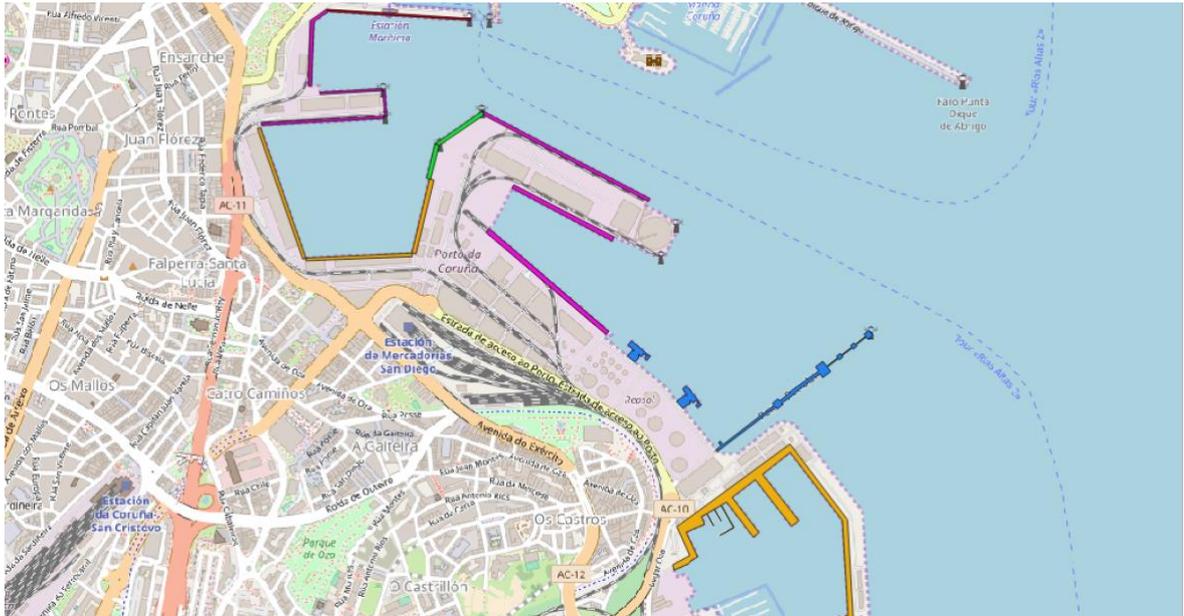


Fig.3.11. Capa con los muelles del puerto de Coruña

3.1.6. Cámaras de seguridad y accesos

Para un ente como la Autoridad Portuaria, puede resultar de mucha ayuda una capa que sirva para saber las posiciones de las cámaras de seguridad y los diferentes accesos que existen al puerto. Como comentaba anteriormente, en la actualidad, el puerto de Coruña emplea muchas de sus cámaras para supervisar las operaciones que se realizan en el puerto.

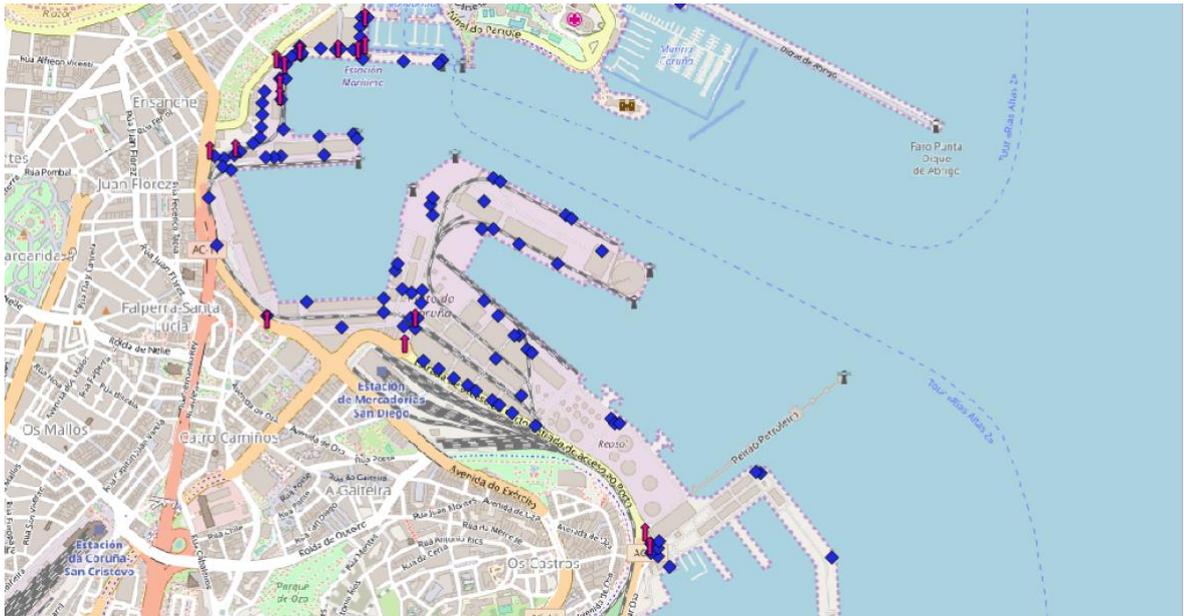


Fig.3.12. Posición de las cámaras y accesos al puerto de Coruña

3.2. EL GIS Ártabro como herramienta de análisis

Dentro de la utilidad para el análisis que puede tener la aplicación, se puede emplear para poder atraer nuevos tráficos que puedan interesar al puerto. Si unimos las capas que contiene todo el *hinterland* del puerto con las vías de acceso, vías de ferrocarril, muelles, empresas que se encuentran dentro del puerto, muelles y las grúas; tenemos todo lo necesario para ver las capacidades que puede tener la Autoridad Portuaria para atraer nuevos tráficos (en este caso en el puerto de Coruña).

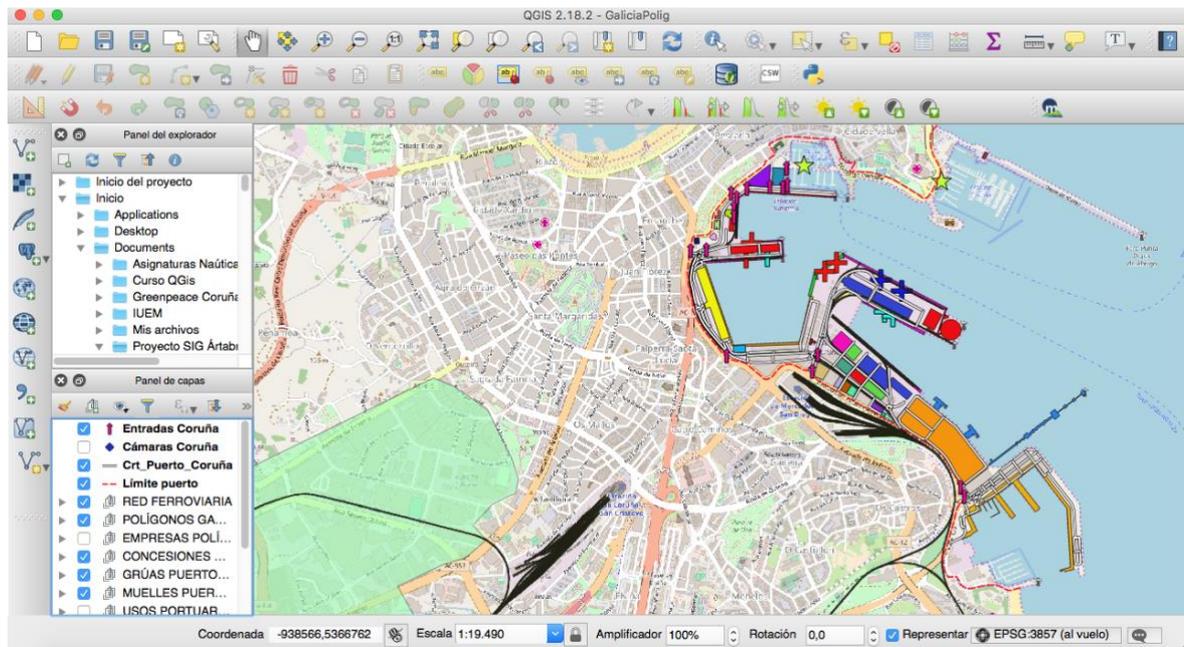


Fig.3.13. Capas cargadas para el análisis de tráfico

En la imagen superior podemos observar como quedarían cargadas todas las capas citadas anteriormente. El uso combinado de todas ellas permite ver las posibilidades que puede tener el puerto. Por ejemplo, para el caso del muelle Centenario que sus terrenos van a quedar liberados en los próximos años, podría ser interesante proponer una terminal de contenedores. Usando las capas podemos observar que existe acceso cercano de vías ferroviarias, permitiendo que el transporte de los contenedores pudiera ser mucho más sencillo. Además, contamos con polígonos cercanos al puerto con posibles intereses en el transporte de mercancías mediante contenedores, como puede ser la empresa **Inditex** situada en el polígono de Sabón. Para ver si el atraque sería posible, contamos con la capa de los muelles del puerto que cuentan con información del calado.

Con todo esto, podemos ver las múltiples utilidades que puede tener la aplicación GIS Ártabro tanto para la gestión como para el análisis.

4. CONCLUSIONES

Los Sistemas de Información Geográfica, tal y como se muestra a lo largo de este trabajo, tienen una amplia aplicación en muchos ámbitos de nuestra vida. En el caso del mundo marítimo, conocemos casos como el ECDIS o Marine Traffic, pero resulta más desconocida la aplicación que pueden tener en los puertos.

El SIG Ártabro nace con la intención de mostrar las posibilidades que tienen los SIG para el análisis y la gestión portuaria, es decir, en todo lo que tenga que ver con la logística portuaria. Una de las claves, en la que es muy importante incidir, es en la unión de todas las capas con una base de datos. Esta unión nos permite visualizar nuestras capas de mapas y, a mayores, añadir información y actualizarla en todo momento.

Lo más importante en un SIG es la base de datos en la que reside toda la información. Un SIG no sólo permite visualizar mapas, una de sus mayores virtudes es la posibilidad que existe de unir las capas que diseñamos con una base de datos que nos permita: elaborar determinada documentación, informes, gráficos de tráfico, historial de usos (como se pudo comprobar con la capa "Muelles"), poder realizar telecontrol de cámaras de seguridad y accesos, etc. Por todo esto, la base de datos es una parte fundamental de los SIG.

Durante todo el trabajo se muestra como las capas, y las bases de datos a las que van vinculadas, nos ayudan a analizar determinadas situaciones de una forma mucho más visual y sencilla haciendo que la toma de decisiones sea mucho más sencilla. También nos ayuda a poder entender un poco más el puerto y como todas las empresas que lo rodean tienen influencia sobre él.

Con todo esto se pretende demostrar que los conocimientos adquiridos durante el grado no solo sirven para trabajos realizados en la mar, sino que también se pueden aplicar a otros campos, en este caso en el de la logística portuaria.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Davis, S. GIS for Web Developers. Adding where to your web applications. Pragmatic Bookshelf, 2007
- [2] F. Worboys, Michael. GIS A Computing Perspective. Taylor & Francis, 2001
- [3] Longley P. et al. Geographic Information Systems and Science. Wiley, 2003
- [4] Naveiro López, Juan L. El Golfo Ártabro. Arqueología e historia del gran puerto de los Galaicos Lucenses. Asociación de Amigos del Museo Arqueológico de La Coruña, 1994
- [5] Alonso, V., Colmenero, A. R., Goy, A. (eds.), El golfo Ártabro. Fragmentos de historia litoral y patrimonio. Servizo de Publicacións Universidade da Coruña, 2014
- [6] Weintrit, Adam. The Electronic Chart Display and Information System (ECDIS). An Operational Handbook. CRC Press, 2009
- [7] Planol.portdebarcelona.cat. (2018). Planol. [online] Disponible en: <http://planol.portdebarcelona.cat/planol> [Acceso 8 Oct. 2017]
- [8] Unal.edu.co. (2018). Universidad Nacional de Colombia: Universidad Nacional de Colombia. [online] Disponible en: <http://unal.edu.co/> [Acceso 8 Oct. 2017]
- [9] Peña Llopis, J. (2006). SciELO - Scientific electronic library online. [online] Scielo.conicyt.cl. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/> [Acceso 8 Oct. 2017]
- [10] WikiCrimario. (2018). QGIS: A Geographic Information System (GIS). [online] Disponible en: http://wiki.crimario.eu/doku.php/en/visualisation_des_donnees_d_interet_maritime/qgis_-_un_systeme_d_information_geographique_sig [Acceso 8 Oct. 2017]

- [11] Autoridad Portuaria A Coruña. (2018). Autoridad Portuaria de A Coruña | Español. [online] Disponible en: <http://www.puertocoruna.com/es/index.html> [Acceso 6 Mar. 2018]
- [12] Autoridad Portuaria Ferrol. (2018). Autoridad Portuaria de Ferrol – San Cibrao – Autoridad Portuaria de Ferrol – San Cibrao. [online] Disponible en: <http://www.apfsc.com/> [Acceso 6 Mar. 2018]
- [13] Diario de Ferrol. (2016). El Puerto consigue en 2015 el tercer mejor resultado en tráfico de mercancías. [online] Disponible en: <https://www.diariodeferrrol.com/articulo/ferrol/puerto-consigue-2015-tercer-mejor-resultado-trafico-mercancias/20160115214634143716.html> [Acceso 9 Nov. 2017]
- [14] Puertos del Estado. (2018). Página Inicio | puertos.es. [online] Disponible en: <http://www.puertos.es/es-es> [Acceso 14 Nov. 2017]
- [15] Ministerio de Fomento. (2018). Marítimo - Portal de los servicios. [online] Disponible en: <http://portalservicios.fomento.es/maritimo.html> [Acceso 19 Nov. 2017].
- [16] Galicianaves (2014). Parques Empresariales y Polígonos Industriales en A Coruña | Galicia Naves. [online] Disponible en: <https://galicianaves.com/parques-y-poligonos/a-coruna/> [Acceso 9 Dic. 2017]
- [17] Alonso Sarría, F. (2018). [online] Universidad de Murcia. Available at: <http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf> [Acceso 25 En. 2018]
- [18] Tinoco Guevara, R. (2018). Definición y Algunas Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica [online] Monografias. Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos14/informageogra/informageogra.shtml> [Acceso 12 Feb. 2018]

- [20] IMO (2018). [online] Disponible en: http://www.imo.org/Safety/mainframe.asp?topic_id=350 [Accessed 12 Feb. 2018]
- [21] Moreno Navarro, J. and Ventura Fernández, J. (2018). METODOLOGÍA CON SIG EN DOS ESTUDIOS DE COMPETITIVIDAD: EL PUERTO DE GRANADILLA DE ABONA. [online] Age-geografía. Disponible en: http://www.age-geografia.es/tig/docs/XII_3/124%20-%20Moreno%20y%20Ventura.pdf [Acceso 12 Jun. 2018]
- [22] Nosolosig. (2014). Información geográfica y Big Data. [online] Disponible en: <http://www.nosolosig.com/articulos/275-informacion-geografica-y-big-data> [Acceso 14 Abr. 2018]
- [23] ArcGIS Pro. (2018). ¿Qué es la geocodificación? - ArcGIS Pro | ArcGIS Desktop. [online] Disponible en: <http://pro.arcgis.com/es/pro-app/help/data/geocoding/what-is-geocoding-.htm> [Acceso 6 Mar. 2018]

DEFINICIÓN DE ABREVIATURAS

SIG: Sistema de Información Geográfica

UTM: Universe Transverse Mercator

ECDIS: Electronic Chart Display and Information System

CGIS: Canadian Geographic Information System

ESRI: Environmental Systems Research Institute

CARI: Computer Aided Resource Information System

GPS: Global Positioning System

ENC: Electronic Nautical Charts

MDT: Modelos Digitales del Terreno

ECS: Sistema de Cartas Electrónicas

AIS: Automatic Identification System

NMEA: National Marine Electronics Associations

UI: Interfaz de Usuario

OMI: Organización Marítima Internacional

API: Interfaz de Programación de Aplicaciones

MDF: Tablero de Fibra de Densidad Media

FCT: Ferrol Container Terminal

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1.1. Mapa realizado por el Dr. John Snow

(https://es.wikipedia.org/wiki/John_Snow#/media/File:Snow-cholera-map.jpg)

Figura 1.2. Capas en el SIG (<http://www.mobes.info/article/7096157508/>)

Figura 1.3. Captura del “Live Map” de Marine Traffic

(<https://www.marinetraffic.com/>)

Figura 2.1. Municipios que conforman el Golfo Ártabro (Elaboración propia)

Figura 2.2. Polígono de La Grela y principales empresas (Elaboración propia)

Figura 2.3. Polígono de Pocomaco (Elaboración propia)

Figura 2.4. Polígono de Bergondo (Elaboración propia)

Figura 2.5. Polígono de Sabón (Elaboración propia)

Figura 2.6. Polígono de Coirós y principales empresas (Elaboración propia)

Figura 2.7. Polígono de A Pielada y sus principales empresas (Elaboración propia)

Figura 2.8. Polígono de Espírito Santo (Elaboración propia)

Figura 2.9. Polígono de Alvedro (Elaboración propia)

Figura 2.10. Polígono de Os Capelos (Elaboración propia)

Figura 2.11. Polígono de Ledoño (Elaboración propia)

Figura 2.12. Polígono de A Gándara y principales empresas (Elaboración propia)

Figura 2.13. Polígono de Penapurreira (Elaboración propia)

Figura 2.14. Polígono de As Lagoas con sus principales empresas (Elaboración propia)

Figura 2.15. Polígono de Vilar do Colo (Elaboración propia)

Figura 2.16. Polígono de Río do Pozo y sus principales empresas (Elaboración propia)

Figura 2.17. Polígono de Vidreiro (Elaboración propia)

Figura 2.18. Polígono de Os Airios (Elaboración propia)

Figura 2.19. Polígono de Costa Vella y sus principales empresas (Elaboración propia)

Figura 2.20. Polígono de Tambre (Elaboración propia)

Figura 2.21. Puerto interior de A Coruña (Elaboración propia)

Figura 2.22. Puerto exterior de A Coruña (Elaboración propia)

Figura 2.23. Naves de TMGA en Punta Langosteira

(http://www.tmga.es/Terminal_Punta_Langosteira)

Figura 2.24. Naves de Pérez Torres Marítima en Punta Langosteira

(<http://www.marportactivities.com/2016/07/puerto-de-coruna.html>)

Figura 2.25. Naves de Galigrain en el puerto interior

(<https://www.elidealgallego.com/articulo/coruna/sale-exposicion-publica-primer-proyecto-traslado-puerto-exterior/20131018012840153824.html>)

Figura 2.26. Gráfico de la evolución del tráfico marítimo en el puerto de Coruña

(<http://www.puertocoruna.com/es/index.html>)

Figura 2.27. Gráfico del tráfico marítimo en el puerto de A Coruña en 2016

(Elaboración propia)

Figura 2.28. Gráfico de los movimientos actuales y previsiones del puerto de

Ferrol (<http://www.apfsc.com/>)

Figura 3.1. Imagen del programa (Elaboración propia)

Figura 3.2. Imagen del SIG del puerto de Barcelona

(<http://planol.portdebarcelona.cat/GISWeb>)

Figura 3.3. Capa base del proyecto (Elaboración propia)

Figura 3.4. Capa con el “hinterland” del puerto de Coruña y Ferrol (Elaboración propia)

Figura 3.5. Vías ferroviarias y carreteras interiores del puerto de Coruña

(Elaboración propia)

Figura 3.6. Límites de los puertos de Ferrol y Coruña (Elaboración propia)

Figura 3.7. Usos portuarios y concesiones del puerto de A Coruña (Elaboración propia)

Figura 3.8. Usos portuarios y concesiones del puerto de Ferrol (Elaboración propia)

Figura 3.9. Capa con la posición habitual de las grúas móviles del puerto de Coruña (Elaboración propia)

Figura 3.10. Captura de la base de datos empleada en el proyecto (Elaboración propia)

Figura 3.11. Capa con los muelles del puerto de Coruña (Elaboración propia)

Figura 3.12. Posición de las cámaras y accesos al puerto de A Coruña (Elaboración propia)

Figura 3.13. Capas cargadas para el análisis (Elaboración propia)