



Ampliación sur del puerto deportivo y pesquero de Las Casas de Alcanar



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



# Ampliación Sur del puerto de Las Casas de Alcanar (Tarragona): estudio de soluciones, muelles, firmes y aspectos comunes

Trabajo Final de Grado

*Titulación:* Grado en Ingeniería Civil

*Autor:* D. Rubén Marín Tejadillos

*Tutor:* D. Joaquín Catalá Alís

Valencia, Junio de 2014



Documento nº 1

# MEMORIA

---

AMPLIACIÓN SUR DEL PUERTO DEPORTIVO Y PESQUERO DE LAS CASAS DE  
ALCANAR



## Índice

1. Objeto del proyecto	3
2. Localización, antecedentes y estado actual del puerto	3
3. Estudios previos	4
3.1. Estudio geológico y geotécnico	4
3.2. Topografía y batimetría	5
3.3. Estudio de la demanda	5
3.4. Localización de conteras	7
3.5. Climatología	7
3.6. Estimación de superficies	7
4. Estudio de soluciones	8
4.1. Planta	8
4.2. Diques	9
4.3. Muelles	10
4.4. Pantalanes	11
5. Servicios del puerto	11
5.1. Red de saneamiento	11
5.2. Red de abastecimiento	12
5.3. Red eléctrica y alumbrado publico	13
6. Firms	16
7. Cálculo de la bocana	16
8. Dimensionamiento de amarres	17
9. Balizamiento	17
10. Definición de unidades	17
11. Mediciones	18
12. Cuadro de precios	18
13. Presupuesto	18
14. Programa de trabajos	20
15. Estudio de seguridad y salud	20
16. Estudio de impacto ambiental	
17. Declaración de obra completa	
18. Eventual revisión de precios	
19. Documentos que constituyen el proyecto	

## Índice de imágenes

1. Imagen 1: Ampliación Sur	10
-----------------------------	----

## Índice de tablas

1. Tabla 1: Distribución de amarres	8
2. Tabla 2: Intensidad en función de la potencia	14
3. Tabla 3: Sección nominal y neutra de las líneas	15



## **1. OBJETO DEL PROYECTO**

El presente proyecto cuyo título principal es “Ampliación sur del puerto de Las Casas de Alcanar” en Tarragona tiene como objetivo de servir de trabajo final de grado, de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Valencia.

En este proyecto vamos a definir y valorar el conjunto de las obras necesarias para llevar a cabo la ampliación de las actuales instalaciones deportivas y pesqueras del puerto de las casas de Alcanar. Los objetivos principales del proyecto y por los cuales se realiza el mismo es la mejora del acceso de los barcos cambiando la bocana de orientación y hacer una ampliación del puerto que de mejores servicios y permita el amarre de alrededor de 500 embarcaciones deportivas.

Recordamos que este proyecto tiene un propósito exclusivamente académico y ha sido realizado por un grupo de cuatro alumnos en trabajando conjuntamente y siempre en paralelo para conseguir el objetivo de generar un proyecto pero de la manera más genérica posible con la intención de saber todas las partes que componen al mismo.

## **2. LOCALIZACIÓN, ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL PUERTO**

Las coordenadas del puerto de las casas de Alcanar son las siguientes :

Latitud: 40°33'2"N

Longitud: 0°32'E

El puerto de las casas de Alcanar está situado a 175 km al Norte de Valencia, a 195 km al sur de Barcelona y a 97 km de Tarragona. Posee una autopista a menos de 20 km.

Esta buena situación es muy propia a su desarrollo y podría explicar la reciente crecida de su población.

Es importante notar que el puerto de las casas de Alcanar está situado en la comunidad Autónoma de Cataluña y por lo tanto está gestionado por la generalidad catalana más precisamente por “Ports de la Generalitat”.

El puerto tiene dos actividades principales : una pesquera y una deportiva.

Desde hace 10 años, según las autoridades del puerto, la actividad pesquera aumenta un poco pero mucho menos que la actividad deportiva. En efecto, varios elementos a favorecen el desarrollo de este último : su buena situación geográfica entre dos grandes ciudades, la falta de amarres en los puertos catalanes y un gusto creciente por la vela debido al acontecimiento de la America's cup en Valencia.

Las cifras de la demografía local de la última década, pero sobre todo estos



cinco últimos años dejan pretender una demanda cada vez más fuerte en la zona para los amarres, así como un desarrollo muy importante del turismo en esta región, muy conocida por su tranquilidad por su situación cercana al del Delta del Ebro.

El puerto actual tiene dos dársenas, una pesquera y otra deportiva con una superficie marítima total de 32 214m<sup>2</sup> y la superficie total del puerto es de 49 832m<sup>2</sup>.

Las dos obras de abrigo son un dique de 400m y un contradique de 200m. Están orientadas contra los oleajes de dirección E y SE, esto se debe a la presencia del delta del Ebro en la zona.

Las infraestructuras actuales de atraque son 14 muelles con una longitud total de 992m, con una distribución de 170 amarres en totalidad. Los barcos actuales tienen una eslora máxima de 12m.

Es un puerto con una profundidad media baja con una bocana de cinco metros de profundidad.

La capitanía es muy pequeña, situada al norte del puerto, la área de reparaciones y almacenamiento está por su parte situada en el muelle del dique, mientras que la lonja tiene una situación al sur, en el centro del muelle de la dársena pesquera.

Los otros servicios propuestos son, entre ellos : una estación de gasolina y gasoil, aparcamientos, diferentes restaurantes, servicios sanitarios de ducha, baño, muelles de espera y rampa de acceso.

### **3. ESTUDIOS PREVIOS**

#### **3.1. ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO**

Al ser un Trabajo de Final de Grado con fines académicos, existen unas grandes limitaciones para poder llevar a cabo unos estudios geológicos y geotécnicos reales con sondeos en el terreno del puerto de Las Casas de Alcanar.

De esta manera, y por falta de medios suficientes para poder abordar un estudio en profundidad, se ha buscado documentación e información y se ha encontrado un estudio geológico y geotécnico en un proyecto de características similares al del puerto de Las Casas de Alcanar, del cual se ha sacado información para poder llevar a cabo los cálculos de todo el trabajo referentes al terreno.

El estudio del proyecto encontrado provenía de un estudio de la Conselleria d'Infraestructures i Transport de València, y fue realizado por la empresa COMAYPA, S.A. Dicho estudio es relativamente actual fue hecho para unas obras en el puerto de Vinaroz. El motivo de la elección de este estudio es porque posee unas características geológicas y geotécnicas muy similares al puerto de Las Casas de



Alcanar ya que ambos puertos distan entre si menos de 8 km y tienen unas obras de abrigo similares.

Cabe destacar que en este TFG se van a utilizar los resultados del presente estudio para todos los cálculos de obras, pero a la hora de ejecutar el proyecto, sería necesario realizar un estudio geológico y geotécnico en la zona de construcción para verificar que los resultados de los dos puertos corresponden, y así tener un estudio actual y con datos del mismo terreno sobre el que se va a construir

### **3.2. TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA**

Al estar realizando un Trabajo de Final de Grado, no se puede disponer de medios necesarios y suficientes para evaluar y obtener correctamente los datos para poder trabajar con el nivel de detalle óptimo. Para su correcta obtención sería necesario hacer un levantamiento topográfico de la zona y unas mediciones de las batimetrías del puerto y de sus alrededores.

Teniendo en cuenta estas limitaciones anteriores, se han buscado diferentes documentos oficiales y recientes de la zona que sirven de base para el presente proyecto.

Para la topografía del puerto, se han buscado mapas en Instituto Geográfico Nacional (Signa) y en el Institut Cartogràfic de Catalunya (Vissir). Al tener dos fuentes de información, han sido escogidos los datos de la Generalitat de Catalunya por tener mayor precisión y detalle.

En cuanto a la batimetría se ha buscado información en las Cartas Náuticas del Instituto Hidrográfico de la Marina (CN 4851) y se ha conseguido una imagen donde no se pueden ver con mucho detalle las líneas batimétricas del puerto (interiores y exteriores). Por ello se ha pedido un plano actual de la batimetría del puerto a Ports de la Generalitat, el cual ha sido sacado de un proyecto suyo de ampliación del mismo puerto. Éstos han accedido a prestarlo sin problemas para fin académico.

### **3.3. ESTUDIO DE LA DEMANDA**

El objetivo es obtener un número de amarres de forma objetiva considerando diferentes aspectos que a continuación, se explicarán y a su vez, corroborar si son proporcionales a los que pone como requisito el promotor( 500 amarres ). Una vez definido el número de amarres se detalla la flota tipo, utilizando como referencia los datos de la Generalitat de Cataluña.

Para estimar la población se toma como valor un año horizonte objetivo, en este caso, 2040, y tomando como referencia el incremento poblacional desde los



últimos 30 años, se estima que la población en los próximos 35 años se incrementará en torno a unos 120 habitantes por año.

El número de habitantes es de 13.500 habitantes para 2040.

Una vez se ha estimado la población se debe determinar la demanda que puede tener dicho puerto. Para ello, se estudia por 3 métodos distintos y se realiza un análisis comparativo.

#### Método del libro de *Giorgio Berriolo, 1972*

Se determina el número de embarcaciones presentes en el puerto suponiendo que esta representa el 4% del total de los habitantes. El resultado es de 540 embarcaciones. A continuación se estiman los residentes temporales, que se supone que es  $\frac{1}{4}$  de el total de embarcaciones, es decir, 135 embarcaciones. Los residentes permanentes, equivale a  $\frac{3}{4}$  del total de embarcaciones, es decir, 405 embarcaciones.

Se debe considerar, que un 3% o 5% de los residentes temporales, puede realizar reparaciones en seco, es decir, un total de 14 embarcaciones. Con este estudio, el resultado final es de 526 amarres.

#### **Método utilizando el número medio de amarres por puerto.**

Según la estadística nacional que relaciona los habitantes por amarres en los distintos países europeos España se sitúa en 4 lugar con un resultado de 404 habitantes por amarres. Sin embargo, hay que concretar que las comunidades de Cataluña, Baleares, Valencia y Andalucía aglutinan prácticamente la mayor parte de los puertos e instalaciones, que representa entre el 62% y 72% del total respectivamente.

La comunidad valenciana tiene un total de 47 puertos deportivos, Cataluña 46, a su vez Cataluña tiene 27.208 amarres, 10.000 mas que la C. Valenciana, y del orden de 593,5 amarres/puerto en Cataluña un ratio de 200 amarres más que en la Comunidad Valenciana.

Debido a la situación geográfica del puerto, se considera la media de las provincias entre la C. Valenciana y Cataluña

#### **Determinación de la flota tipo:**

Se va a hacer una comparación entre la media Catalana y los puertos que hoy en día tienen menos de 500 amarres. Entre los datos analizados, se opta por aumentar las esloras. El resultado final es de un total de 151 amarres para esloras de 6m, 190 amarres para esloras de 8m, 68 amarres para las esloras de 10 m, 55 amarres para eslora de 12 m, 19 amarres para esloras de 15 m, 25 amarres para esloras 20m. El resultado final es de 508 amarres.



A su vez, se hace una estimación de los calados, el calado máximo para esloras de 20 m es de 3,67 sirve como condición de contorno para las obras de dragado y profundidad de diques y pantalanés en el puerto

Se entiende que las exigencias del promotor de 500 amarres son consecuentes con los análisis hechos. La ampliación finalmente se hará para 508 amarres.

### **3.4. LOCALIZACIÓN DE CANTERAS**

El objetivo radica en localizar las distintas canteras existentes en los alrededores del puerto de Las Casas de Alcanar. Los criterios que se han seguido para la elección se basan en :

- ✚ Los materiales que ofrecen
- ✚ La distancia a la cual están del puerto
- ✚ La ruta (tiempo de transporte)

Por proximidad se distinguen PROMSA (70 km) y Aricemex S.A. (40 km)

Con todo ello se decide escoger los áridos para hormigón de Aciremex, al igual que el material para rellenos, basándonos en proximidad.

No obstante, por calidad en el material, se opta por READYMIX S:A, que proporciona escolleras de pesos hasta 7t. Por tanto la escollera para las obras de abrigo se van a obtener de esta cantera.

### **3.5. CLIMATOLOGÍA**

La zona del puerto de Las Casas de Alcanar se encuentra en la costa catalana. Concretamente al sur de la Comunidad Autónoma de Cataluña.

Tiene un clima mediterráneo que se caracteriza por veranos calurosos pero no extremos e inviernos suaves. La temperatura media está alrededor de los 17º C. La media estival está entorno a los 24ºC y la invernal no supera los 12ºC de media.

En cuanto a las precipitaciones el puerto se encuentra dentro de la zona en que las precipitaciones son menores a 700 mm/año, siendo habitual que se produzca precipitación en no más de 5 días al mes.

Los vientos predominantes son los que provienen del sureste y del noroeste.

### **3.6. ESTIMACIÓN DE SUPERFICIES**

La primera de las cosas fue determinar las superficies marítimas y terrestres del puerto y cumplir las recomendaciones de 1/3 – 2/3.

Estas dos superficies determinadas, se ha podido definir de manera precisa lo necesario para cada servicio.



En a parte terrestre hemos determinado, por métodos relativos al numero de embarcaciones en el puerto la superficies necesarias de aparcamientos, de talleres de reparaciones, de edificios de administración, de vías de acceso etc.

En la parte marítima, se determina el espejo de agua que contiene el cana principal así como los secundarios, la distribución de los barcos según su eslora. Está prevista la distribución siguiente :

ESLORA	AMARRES	%
<b>L&lt;6</b>	151	29.72
<b>6&lt;L&lt;8</b>	190	37.4
<b>8&lt;L&lt;10</b>	68	13.39
<b>10&lt;L&lt;12</b>	25	4.92
<b>12&lt;L&lt;15</b>	49	9.65
<b>15&lt;L&lt;20</b>	25	4.92

Tabla 1: Distribución de los amarres

## 4. ESTUDIO DE SOLUCIONES

### 4.1. PLANTA

El objetivo el estudio y la valoración de las diferentes alternativas que se plantean, una vez determinados los condicionantes, de manera que pueda escogerse la más conveniente de forma razonada.

La selección de la solución constituye un proceso complicado en que deben tenerse en cuenta los factores funcionales, tecnológicos, ambientales, económicos y estéticos, cumpliendo en cualquier caso, las restricciones impuestas por la normativa vigente.

Para elegir la distribución en planta que nos parecía la más adecuada, teníamos primero que tener varias alternativas con superficies marítimas y terrestres parecidas. A partir de este momento, al compararlas, se han establecido unos coeficientes de ponderación (económico, funcionalidad, impacto ambiental) y una puntuación para darles valor a dichos criterios.

Una vez analizadas ambas soluciones se concluye que la solución más adecuada es la alternativa 2, en cuanto a los criterios establecidos anteriormente.

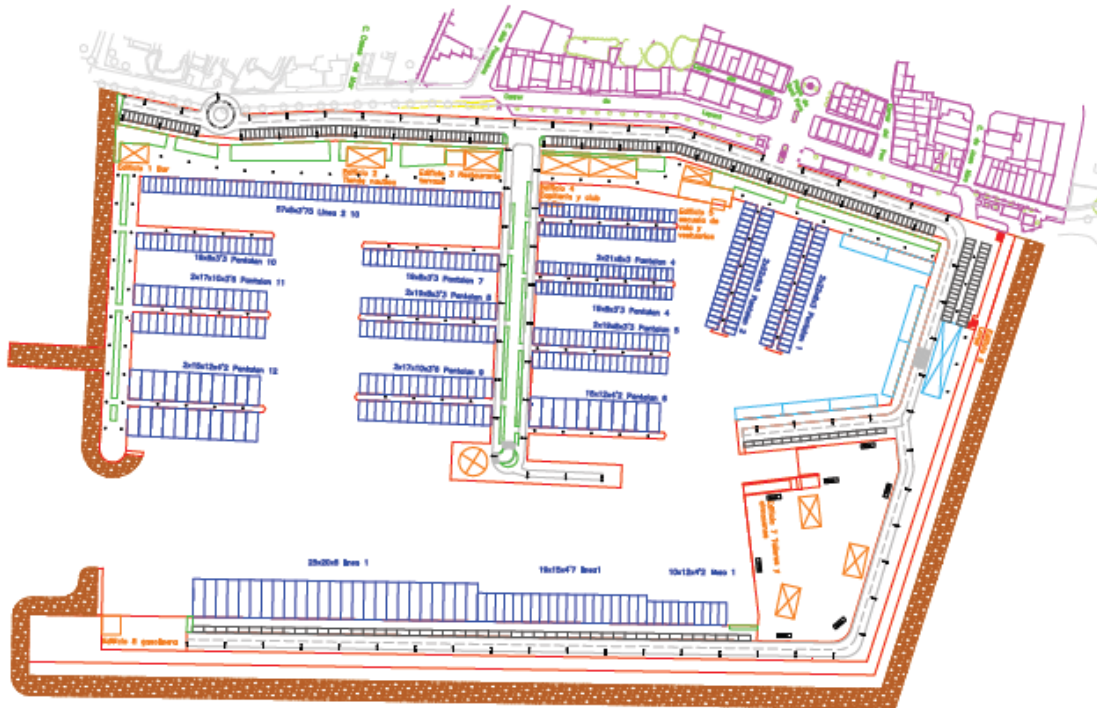


Imagen 1: Ampliación sur

Esta solución también destacaba de la otra por los criterios establecidos anteriormente, pero también por otras razones:

- ✚ Con esta distribución se observa la ventaja de poder separar de forma muy clara las tres grandes partes del puerto: la parte pesquera al norte, la parte noble y deportiva dividida por el muelle central donde se deposita la torre de control y el muelle de recepción, y la parte del muelle del dique donde se atracan los barcos más grandes junto a la zona de carena.
- ✚ Las formas de las explanadas permiten una distribución de los edificios de forma que se sitúan los aparcamientos muy repartidos en todo el puerto, permitiendo así accesos a todas las infraestructuras y servicios.

## 4.2. OBRAS DE ABRIGO

El objetivo es el dimensionamiento de las obras de abrigo., en el actual proyecto se ha diseñado un nuevo dique y contradique el cual será en talud convencional con espaldón y escollera natural. Se distinguen a efectos de cálculo el dique este y contradique.

Para el cálculo se basa en la determinación de una altura de ola de cálculo de 4,8m y el dique Norte con una altura de 2,4 m.

Mediante la fórmula de Hudson se determina el peso unitario de la escollera, se debe tener en cuenta que el oleaje incidente va a estar condicionado por el fondo. Con la altura de ola de cálculo, se determinan pesos de 7t para la escollera del dique del este y contradique y de 3t para la escollera del dique norte. El talud que se ha tomado, es una talud de 2,5:1.

Una vez se han determinado los pesos de las escolleras de los diques, se procede al dimensionamiento de espesores de capa. Ambos tienen una disposición de capas de la siguiente forma: El manto principal en dos capas, que es la que va a resistir en primera instancia el impacto de las olas. El espesor de la misma varía en función del peso de la escollera, siendo de mayor espesor para el dique este y contradique que para el dique norte. En segundo lugar, se determina una primera capa para el manto secundario de peso de escollera 10 veces inferior a la del manto principal y con espesor, por tanto también menor. Se va a disponer de una segunda capa de manto secundario de un peso 200 veces inferior al de manto principal. Esta capa tiene una función de filtro que separa el núcleo del manto. Para el núcleo se va a utilizar reple de escollera sin clasificar o todo en uno, en ambos casos.

La cota de coronación del espaldón se situará 1,5 veces la ola de cálculo y la escollera 0,75 veces por encima.

Como el dique va a contener espaldón, este será distinto en función del dique, requiere una serie de comprobaciones que garanticen su estabilidad.

En primer lugar se determina el peso activo de la escollera exterior que ejerce contra el espaldón. En un segundo lugar determinar las presiones de las olas y por último la subpresión que se puede ejercer en el espaldón debido al oleaje incidente. Para la subpresión se considerará lo establecido por *Pedersen (1996)*.

Las comprobaciones se deben determinar a deslizamiento con un coeficiente de un valor de 1,5.

En cuanto al vuelco, se ha establecido un coeficiente de seguridad de 2.

Por último hay que comprobar las tensiones que se ejercen en el terreno. Estas tensiones no pueden sobrepasar unas tensiones máximas y mínimas, teniendo en cuenta la excentricidad, y el ancho de la sección de apoyo.

### **4.3. MUELLES**

La tipología de muelles finalmente adoptada es la de muelle de bloques prefabricados de hormigón.

Como ya se comentó anteriormente, la nueva dársena está prevista para alojar embarcaciones de hasta 20 m. de eslora, que según la ROM 0.2-90 requieren un calado máximo de 3,2 m. Añadiríamos 0,8 metros de resguardo por ser la zona “abrigada sin oleaje”, según las recomendaciones de Iribarren. Finalmente añadiremos 0,5 m de resguardo ante problemas transporte de sólidos y precisión de la batimetría. Así pues, estableceremos un calado total de 4,5 m, manteniéndonos del

lado de la seguridad.

El muelle en cuestión consta de una estructura formada por 3 bloques de hormigón apilados de 3 metros, 2,5 metros y 2 metros de lado respectivamente y 1,5 m. de altura, estando todo ello coronado por una la viga cantil de 1 m de altura. El conjunto reposa sobre una banqueta de escollera de 1.5 m de espesor.

#### **4.4. PANTALANES**

Se van a disponer pantalanes fijos sobre pilas, ya que en el emplazamiento donde se encuentra la obra, las mareas son menores a 1m, como se puede ver en el anejo N°5 Clima marítimo. Caracterización y propagación del oleaje.

La solución adoptada la óptima, puesto que es mejor que la de los diques flotantes por ser más rentable a largo plazo, por tener menores costes, ser más resistente, más durable y estable, y tener mayor capacidad de soportar cargas e impactos.

El proceso constructivo está muy detallado en el anejo N°12 Pantalanes.

Las dimensiones que nuestro puerto nos impone a 12 los pantalanes de 70 metros de longitud son:

- ✚ Una anchura de 3,60 m formada por 3 losas alveolares pretensadas de 1,2 m
- ✚ Una longitud de 10 m entre ejes de pilas

Se ha decidido que la cota de coronación de todos los pantalanes sea de 1 m sobre NMM

## **5. SERVICIOS DEL PUERTO**

### **5.1. RED DE SANEAMIENTO**

En la red de saneamiento y alcantarillado se ha optado por una red separativa de las aguas pluviales y las aguas residuales, para un mayor control de las aguas en su tratamiento.

En el dimensionamiento de la red se han utilizado tuberías de PVC de diferentes diámetros nominales. Se ha utilizado este material ya que presenta numerosas ventajas frente a tuberías de fibrocemento o hormigón.

Como condicionantes hidráulicos para el diseño de las mismas se han dispuesto de velocidades mínimas que aseguren la autolimpieza, con una velocidad de 0,6 m/s para la red de aguas residuales y de 0,9 m/s para la red de aguas pluviales asociada a un chubasco con un de periodo retorno de dos años. Como

velocidad máxima que evite la erosión de la instalación se dispone una velocidad de 4 m/s para ambas redes.

Para el diseño de la red se ha usado un periodo de retorno de veinticinco años, ya que aunque no hay ninguna normativa al respecto es lo habitual. Para la estimación de dicho caudal se ha usado el método de la serie monográfica del ministerio de fomento.

Para recoger las aguas pluviales de se han dispuesto de varios sistemas:

- ✚ Para las aguas procedentes de los tejados de los edificios se dispone de canalones y bajantes.
- ✚ Para las aguas que están cercanas a los muelles evacuaran directamente al mar con una pendiente del 5%
- ✚ El resto de aguas se recogen con rejillas dispuestas a lo largo del puesto y a los laterales de los viales. Esta agua recogida en las rejillas desciende por gravedad hasta unos imbornales dispuestos a lo largo de la traza de la misma.

Esta agua serán recogidas por colectores que a medida que aumente el área que recogen irán aumentando de tamaño y por último se avocarán estas a la red existente del pueblo.

Las aguas residuales se han estimado mediante una mayoración del caudal de consumo medio de cada edificio.

Esta agua se recogerán en diferentes colectores que abocarán a un colector principal que posteriormente se conectará con la red de saneamiento del pueblo el cual se encargará de su tratamiento. Para cada uno de los colectores se comprobara su velocidad mínima y máxima.

## **5.2. RED DE ABASTECIMIENTO**

En la nueva zona de ampliación se diseñan los suministros de las nuevas edificaciones, riego de zonas verdes y para garantizar la demanda de embarcaciones. Se diseña un nuevo depósito que de servicio de la nueva demanda y un sistema de bombeo, con una presión mínima de 10 m.c.a que garantice el correcto funcionamiento de la red. La red que se adopta es unitaria ramificada.

El material escogido para las conducciones es el Polietileno de alta densidad PE100. Los diámetros son muy variados siendo el mínimo de 60 para la zona de pantalanos llegando hasta 350 en cabecera para depósitos.

En cuanto a la red de incendios, se van a disponer de 16 hidrantes tipo 100 mm y garantizar un caudal mínimo de 16,6 l/s.

El caudal de cálculo que se considera es aquel para un consumo de 25 l/min con un coeficiente de simultaneidad del 30% y considerando que hay una toma cada dos embarcaciones. En segundo lugar una dotación estándar de 200 l/hab/día, una dotación de 3l /s para riegos y a edificaciones de 11 L/ s.

El depósito está situado a una cota +5, lo que la red requiere de un sistema de bombeo. La disposición adoptada es la colocación de dos bombas en paralelo, una en régimen de funcionamiento normal y otra que actúe en caso de una demanda de agua adicional en caso de incendio. Esta segunda hipótesis de incendio, la red es capaz de abastecer a gran número de hidrantes funcionando al mismo tiempo en caso de propagación del incendio, a su vez la red cumpliría con los requisitos de presiones máximas y mínimas, así como las velocidades máximas y mínimas de la red. Todo ello ha sido dimensionado con el programa *Epanet*, con lo cual se ha comprobado las distintas hipótesis.

### **5.3. RED ELÉCTRICA Y ALUMBRADO PÚBLICO**

En este estudio, se ha estudiado primero estudiado cuáles son las demandas eléctricas de las diferentes entidades del puerto:

- ✚ Para en conjunto de los barcos del puerto de las casas de Alcanar, tenemos una potencia necesaria de 518.375 W
- ✚ Para el conjunto de los edificios una potencia necesaria total de 89.600 W
- ✚ Para los alumbrados públicos la potencia necesaria total es de 43.900 W

Por lo tanto obtenemos una potencia total :  $P1 + P2 + P3 = 608.018 \text{ W}$

Así para el resto de los cálculos hemos considerado que para el puerto de las casas de Alcanar necesitamos una potencia total de 650 kW.

Los resultados de los estudios de diseño y de los diferentes cálculos se encontrarán en la tabla resumen siguiente :

Línea	Descripción	Potencia individual en W	Numero de unidades	Potencia total	Potencia total línea	Longitud	Intensidad
Línea 1	Línea 1 muelle eslora 20	3150	25	78750	162.55	428	391.03
	Línea 1 muelle eslora 15	2200	19	41800			
	Línea 1 muelle eslora 12	2200	10	22000			
	Gasolinera	20000	1	20000			
Línea 2	Taller 1	7500	1	7500	22.5	110	36.08
	Taller 2	7500	1	7500			
	Taller 3	7500	1	7500			
Línea 3	Muelles pescadores	37500	1	37500	45.5	314	109.46
	Lonja	8000	1	8000			
Línea 4	Pantalán 1	200	44	8800	20.6	433	49.56
	Pantalán 2	200	44	8800			
	Escuela de vela y vestuarios	3000	1	3000			
	Pantalán 3	200	42	8400			
Línea 5	Pantalán 4 eslora 6	200	21	4200	96.35	864	231.78
	Pantalán 4 eslora 8	875	19	16625			
	Pantalán 5	875	19	16625			
	Pantalán 6	2200	15	33000			
	Capitanía y club náutico	17500	1	17500			
Línea 6	Pantalán 7	875	19	16625	87.725	762	211.03
	Pantalán 8	875	38	33250			
	Pantalán 9	875	34	29750			
	Restaurante	8100	1	8100			
Línea 7	Pantalán 10	875	19	16625	116.87	956	281.16
	Pantalán 11	875	34	29750			
	Pantalán 12	2200	30	66000			
Línea 8	Bar	4500	1	4500	6	527	14.43
	Alumbrado publico	250	24	6000			
Línea 9	Alumbrado publico	250	73	18250	18.25	1486	43.90
Línea 10	Alumbrado publico	150	131	19650	19.65	3174	47.27
Línea 11	Línea 2	875	57	49875	55.875	696	134.41
	Tienda náutica	6000	1	6000			

Tabla 2: Intensidad en función de la potencia



Línea	Potencia	Longitud	Tensión de la línea	Intensidad	Por tensión	Por potencia	Mínima sección	Sección nominal	Sección neutro
Línea 1	162.55	428	360	391.03	191.72	308.12	308	400	185
Línea 2	22.5	110	360	36.08	6.82	4.87	7	10	10
Línea 3	45.5	314	360	109.46	39.37	63.28	63	70	35
Línea 4	20.6	433	360	49.56	24.58	39.50	40	50	25
Línea 5	96.35	864	360	231.78	229.40	368.69	369	400	185
Línea 6	87.725	762	360	211.03	184.21	296.05	296	300	150
Línea 7	116.875	956	360	281.16	307.90	494.85	495	500	200
Línea 8	6	527	360	14.43	8.71	14.00	14	16	10
Línea 9	18.25	1486	360	43.90	74.73	120.11	120	150	70
Línea 10	19.65	3174	360	47.27	171.87	276.22	276	300	150
Línea 11	55.875	696	360	134.41	107.17	172.23	172	185	95

Tabla 3: Sección nominal y neutra de las líneas



## 6. FIRMES

El diseño de los firmes depende sobre todo de las cargas a las cuales está sometido, así que hemos dividido el diseño en diferentes zonas y para cada una de ella tendremos capas con un espesor de elementos variables :

✚ La zona deportiva y de varada :

Tenemos primero 25cm de zahorra natural, después 25cm de zahorra artificial y por fin unos 30cm de hormigón HP40.

✚ Las zonas de estacionamiento :

Tenemos primero 20cm de zahorra natural, después 25cm de zahorra artificial, 25cm de hormigón HP40 y por fin 7cm de mezcla bituminosa. (se colocarán para le hormigón, juntas de contracción separadas una distancia de, aproximadamente, 5 metros)

✚ Diferentes zonas de circulación

Colocaremos 20cm de zahorra natural, 30cm de zahorra artificial y una capa de rodadura de 6cm de mezcla bituminosa en caliente.

✚ Las aceras

Para las aceras, hemos decidido colocar pavimentos de adoquín. Están constituidos por los pavimentos de 8 \* 10 \*20 cm<sup>3</sup>, colocados en un cama de 3cm de arena. Utilizaremos un cemento Pórtland para la unión entre ellos.

## 7. CÁLCULO DE LA BOCANA

Uno de los problemas que tenía el puerto actual era la orientación de la bocana, orientada hacia el norte, esta orientación era debida a la cercanía del Delta del Ebro y este ejerce una protección sobre los puertos que se encuentran cercanos a él. El puerto de Las Casas de Alcanar es el último puerto situado al sur del delta y por lo tanto la protección que tiene es mucho menor, esto genera que cuando se producen un temporal que proviene del sur los barcos al entrar por la bocana no disponen de suficiente radio de giro ni resguardos y tienen que ir al puerto de San Carlos de la Rápita, lo que genera un malestar entre los usuarios del puerto.

Como solución a este problema se propone la construcción de la bocana orientada hacia el sur evitando así este problema.

Las dimensiones y la disposición de la bocana tiene que proporcionar una entrada segura y cómoda a los barcos.

Para determinar el ancho de la bocana se han utilizado dos métodos, uno basado en la experiencia del libro de Rafael del Moral llamado *Obras Marítimas*, que

nos da un ancho de la bocana de 60 metros.

El otro método utilizado es el propuesto por la ROM, donde se considera un ancho de navegación dependiendo de la manga del barco, y unos resguardos por disposición del terreno y por seguridad. Con este método la anchura de la bocana obtenida es de 72 metros. Al ser esta la más restrictiva utilizaremos esta para su construcción, y la longitud del dique vendrá condicionada por la difracción interior del puerto y los radios de giro de los diferentes barcos.

## **8. DIMENSIONAMIENTO DE AMARRES**

El dimensionamiento de los amarres en el puerto de Las Casas de Alcanar se han dimensionado todos de proa, donde se ha calculado el impacto que generan las embarcaciones en los muelles y en los pantalanes.

Al ser todos los atraque de proa se dispone como método de atraque un sistema de bolardos en proa y muertos en popa.

## **9. BALIZAMIENTO**

Consiste en la señalización del canal por donde transitarán las embarcaciones, tanto en el exterior en el canal de entrada como en el interior del puerto en los canales principales y secundarios.

Se realizará según el Reglamento Internacional de Balizamiento Marítimo.

El puerto se encuentra en la zona A.

El balizamiento se reparte de la siguiente manera:

- ✚ Bocana: Se disponen balizas tanto en el dique como en el contra dique
- ✚ Balizamiento interior: las balizas se distribuyen por los pantalanes y muelles que se ven afectados por el tránsito del canal principal de navegación.
- ✚ Balizamiento exterior: Debido a que se tiene un terreno muy poco accidentado tan sólo haría falta una baliza en el codo del dique.
- ✚ Balizamiento menor: Se dispondrán boyas de color amarillo para señalar el camino entre los muertos que sirven para el amarre de las embarcaciones.

## **10. DEFINICIÓN DE UNIDADES**

El conjunto de las unidades relativas a la ejecución de las obras están reunidas en el presupuesto.

Las unidades relativas a la seguridad y salud están en el documento de Estudio de seguridad y salud.

Al tratarse de un trabajo final de grado con una finalidad exclusivamente académica la definición de las unidades solo se ha desarrollado completamente de



los capítulos de obras de abrigo, capítulo 2, muelles, capítulo 3, pantalanes, capítulo 4 y de red de alumbrado y eléctrica, capítulo 7. Los demás capítulos se han estimado a partir de otros proyectos con muy pocas unidades de obra o a partir de partidas alzadas.

## **11. MEDICIONES**

El conjunto de las medidas relativas a la ejecución de las obras están reunidas en el Documento de Presupuesto.

Las medidas relativas a la seguridad y salud están en el documento de Estudio de seguridad y salud, en la parte presupuesto del documento.

Al tratarse de un trabajo final de grado con una finalidad exclusivamente académica la definición de las unidades solo se ha desarrollado completamente de los capítulos de obras de abrigo, capítulo 2, muelles, capítulo 3, pantalanes, capítulo 4 y de red de alumbrado y eléctrica, capítulo 7. Los demás capítulos se han estimado a partir de otros proyectos con muy pocas unidades de obra o a partir de partidas alzadas.

## **12. CUADRO DE PRECIOS**

Los cuadros de precios uno y dos relativos a la ejecución de las obras están reunidas en el Documento de Presupuesto.

Los cuadros de precios uno y dos relativos a la seguridad y salud están en el documento de Estudio de seguridad y salud, en la parte presupuesto del documento.

Al tratarse de un trabajo final de grado con una finalidad exclusivamente académica la definición de las unidades solo se ha desarrollado completamente de los capítulos de obras de abrigo, capítulo 2, muelles, capítulo 3, pantalanes, capítulo 4 y de red de alumbrado y eléctrica, capítulo 7. Los demás capítulos se han estimado a partir de otros proyectos con muy pocas unidades de obra o a partir de partidas alzadas.

En el cuadro de precios dos solamente se han calculado dos unidades de obras descompuestas, las demás serán unidades sin descomposición.

## **13. PRESUPUESTO**





El presupuesto total asciende a 16.109.197,79.

## **14. PROGRAMA DE TRABAJOS**

En el anejo de programa de trabajos, se puede ver el diagrama de barras detallado con todas las tareas.

Obtenemos un plazo de ejecución total de 1 año y 3 meses. Este valor ha estado obtenido a partir de la estimación de los diferentes rendimientos y de las mediciones realizadas para cada una de las unidades de obra que componen el proyecto de ampliación del puerto de Las Casas de Alcanar.

## **15. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

El objeto de este Estudio de Seguridad y Salud es describir, analizar y proponer medidas de prevención de riesgos laborales en la obra en cumplimiento del Real Decreto 1627/1997 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Este es el documento N°5 del Trabajo de Final de Grado y está formado por las siguientes partes:

- ✚ Memoria
- ✚ Planos de seguridad y salud
- ✚ Pliego de prescripciones técnicas particulares
- ✚ Presupuesto
- ✚ Apéndices

El presupuesto general del Estudio de Seguridad y salud asciende a la cantidad de 200853,42 €, y se incluye como una partida alzada en el capítulo 12 y 13 del presupuesto del proyecto.

Este estudio servirá de base al contratista adjudicatario de la obra para elaborar el Plan de Seguridad y Salud.

## **16. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

La realización del estudio de impacto ambiental es obligatoria en cumplimiento del Real Decreto Legislativo 1.302/1.986 de evaluación de impacto ambiental.

Para redactar el proyecto se realiza una identificación de acciones que pueden causar impactos. Se establecen medidas protectoras y correctoras para paliar los impactos y, por último, se fija un plan de vigilancia ambiental.

El conocimiento de la distancia litoral en el tramo en cuestión se considera fundamental para la predicción de la estabilidad a largo plazo de las instalaciones portuarias y de las zonas de playa contigua.

La mayor incidencia del oleaje provocada por los vientos da lugar a una corriente litoral resultante que presenta una dirección neta Norte-Sur, responsable

del transporte longitudinal de sedimentos costeros, pero en lo que al delta del Ebro se refiere, la cantidad de dichos sedimentos es insignificante comparada con la disposición de los sedimentos que aporta el río

Todo ello queda recogido en el Documento nº6 *Estudio de Impacto Ambiental del presente Proyecto*

## **17. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA**

La ampliación sur que se proyecta en el presente proyecto tiene carácter de obra completa en el sentido del artículo del Reglamento General de Contrataciones del Estado, y es por tanto susceptible de ser entregada al uso público en general sin perjuicio de posteriores ampliaciones o mejoras que posteriormente se pudieran producir.

En efecto en este proyecto hemos verificado en las diferentes obras que constituyen el proyecto no impedir una eventual paliación norte del puerto en el futuro.

## **18. EVENTUAL REVISIÓN DE PRECIOS**

Durante la ejecución de las obras contenidas en el presente proyecto se admite la revisión de precios en el caso de que se produzcan modificaciones sensibles en los índices de los precios nacionales. De acuerdo a lo dispuesto en el Decreto Ley del 8 de Febrero de 1964, se proponen las siguientes fórmulas de revisión:






Fórmula tipo nº 11: obras de gran volumen de hormigón.

Fórmula tipo nº 2: explanaciones con explosivos; nivelaciones y movimientos de tierras mecanizados; escolleras naturales; rellenos consolidados y dragados sin roce.

Para la obra del puerto e instalaciones para embarcaciones deportivas y de recreo :

$$K_t = 0,28 \cdot \frac{H_t}{H_0} + 0,11 \cdot \frac{E_t}{E_0} + 0,32 \cdot \frac{C_t}{C_0} + 0,14 \cdot \frac{S_t}{S_0} + 0,15$$

donde:

-   $K_t$ : Coeficiente teórico de revisión de precios en el momento de ejecución t.
-   $H_0$ : Índice del coste de la mano de obra en el momento de la licitación.
-   $H_t$ : Índice del coste de la mano de obra en el momento de la ejecución t.
-   $E_0$ : Índice del coste de la energía en el momento de la licitación.
-   $E_t$ : Índice del coste de la energía en el momento de la ejecución t.

- ✚ S<sub>0</sub>: Índice del coste de los materiales siderúrgicos en el momento de licitación.
- ✚ S<sub>t</sub>: Índice del coste de los materiales siderúrgicos en el momento de la ejecución t.
- ✚ C<sub>0</sub>: Índice de coste del cemento en el momento de la licitación.
- ✚ C<sub>t</sub>: Índice del coste del cemento en el momento de la ejecución t.

## 19. DOCUMENTOS QUE CONSTITUYEN EL PROYECTO

### Documento N<sup>o</sup> 1: Memoria y anejos

Memoria

Anejos

1. Antecedentes y estado actual
2. Estudio geotécnico y geológico
3. Topografía y batimetría
4. Climatología
5. Caracterización y propagación del oleaje
6. Localización de canteras
7. Estimación de la demanda y flota tipa
8. Estimación de superficies
9. Estudio de soluciones
10. Obras de abrigo
11. Muelles
12. Pantalanes
13. Ordenación terrestre del puerto
14. Servicios afectados
15. Red de saneamiento y alcantarillado
16. Red de abastecimiento
17. Red eléctrica y de alumbrado público
18. Cálculo de la bocana
19. Dimensionamiento de amarres
20. Firmes
21. Balizamiento

### Documento N<sup>o</sup> 2: Planos

1. Situación
2. Batimetría actual
3. Ampliación sur
  - 3.1. Ampliación planta general
  - 3.2. Ampliación sur A Norte
  - 3.3. Ampliación sur B Sur
4. Solución I desestimada
5. Solución II desestimada
6. Superficies
7. Amarres
8. Replanteo:
  - 8.1. Replanteo General



- 8.2. Replanteo Talleres
- 8.3. Replanteo Norte
- 8.4. Replanteo muelle central
- 8.5. Replanteo contradique
- 8.6. Replanteo Dique
9. Sección dique Este y Contradique.
10. Sección Dique norte
11. Muelles detalles
12. Pantalanes
13. Abastecimiento
  - 13.1. Abastecimientos A norte
  - 13.2. Abastecimientos B sur
14. Detalles abastecimiento
15. Cuencas de pluviales
16. Red de pluviales
  - 16.1. Red de pluviales A NORTE
  - 16.2. Red de pluviales B SUR
17. Líneas eléctricas y media tensión
  - 17.1. Líneas eléctricas y media tensión A norte
  - 17.2. Líneas eléctricas y media tensión B Sur
18. Líneas de alumbrado publico
  - 18.1. Líneas de alumbrado publico A Norte
  - 18.2. Líneas de alumbrado publico B Sur
19. Detalles de alumbrado publico
20. Balizamiento y señalización
21. Combustibles 1
22. Combustibles 2
23. Zona de varada
24. Detalles Bolardos

### **Documento Nº 3: Pliego de preinscripciones técnicas particulares**

1. Objeto y normativa.
  - 1.1. Objeto del pliego
  - 1.2. Disposiciones a tener en cuenta.
2. Descripción de las obras
  - 2.1. Obras que comprende el presente proyecto.
  - 2.2. Descripción de las obras
    - 2.2.1. Movimiento de tierras
    - 2.2.2. Obras de defensa
    - 2.2.3. Muelles y pantalanes
    - 2.2.4. Red de abastecimiento de agua y anti-incendio.
    - 2.2.5. Red eléctrica y de alumbrado
    - 2.2.6. Firmes.
    - 2.2.7. Señalización y balizamiento
3. Condiciones que deben satisfacer los materiales y la mano de obra.



- 3.1. Condiciones generales
- 3.2. Reconocimiento de los materiales
- 3.3. Origen de los materiales.
  - 3.3.1. Materiales para rellenos seleccionados
  - 3.3.2. Escollera.
  - 3.3.3. Pedraplenes-filtro.
  - 3.3.4. Pedraplén-cimentación de pilas.
  - 3.3.5. Áridos para morteros y hormigones.
  - 3.3.6. Aguas para morteros y hormigones
  - 3.3.7. Cemento.
  - 3.3.8. Productos de adición en morteros y hormigones.
  - 3.3.9. Hormigones y morteros.
  - 3.3.10. Morteros.
  - 3.3.11. Acero en armaduras.
  - 3.3.12. Acero para elementos de amarre
  - 3.3.13. Materiales del firme
  - 3.3.14. Madera
  - 3.3.15. Bordillos prefabricados
  - 3.3.16. Baldosas de gravilla lavada
  - 3.3.17. Fábricas
  - 3.3.18. Materiales cerámicos
  - 3.3.19. Carpintería de madera
  - 3.3.20. Carpintería metálica
  - 3.3.21. Pintura
  - 3.3.22. Red de distribución de aguas
  - 3.3.23. Red de saneamiento
  - 3.3.24. Instalación de fontanería
  - 3.3.25. Instalación eléctrica
  - 3.3.26. Instalación telefónica
  - 3.3.27. Instalación de suministro de combustible
  - 3.3.28. Acero laminado para estructuras metálicas
  - 3.3.29. Elementos prefabricados
  - 3.3.30. Materiales que no reúnan condiciones
  - 3.3.31. Materiales de adquisición imposible
  - 3.3.32. Materiales no especificados en el presente pliego
  - 3.3.33. Medios auxiliares
  - 3.3.34. Muestras y ensayos
4. Capítulo: ejecución de las obras.
  - 4.1. Dirección de obra
  - 4.2. Replanteo
  - 4.3. Instalaciones auxiliares



- 4.4. Carteles
- 4.5. Plan de trabajo
- 4.6. Maquinaria
- 4.7. Nivel de referencia
- 4.8. Condiciones que deben cumplir los acopios a pie de obra
- 4.9. Despeje y desbroce del terreno
- 4.10. Demoliciones.
- 4.11. Excavaciones y dragados.
- 4.12. Excavación en zanjas.
- 4.13. Encuentro de canalizaciones de cualquier naturaleza
- 4.14. Instalación de tuberías.
- 4.15. Sujeción y apoyos
- 4.16. Pruebas de las tuberías instaladas.
- 4.17. Rellenos.
- 4.18. Vertido y colocación de escolleras.
- 4.19. Vertido de pedraplenes para cimentación de pantalanes y muelles.
- 4.20. Obras de hormigón.

#### Documento N<sup>o</sup> 4: Presupuesto

1. Mediciones
2. Cuadro de precios n<sup>o</sup> 1
3. Cuadro de precios n<sup>o</sup> 2
4. Presupuesto general
5. Resumen presupuesto
  - 5.1. Resumen sin iva
  - 5.2. Resumen con iva

#### Documento N<sup>o</sup>5: Estudio de seguridad y salud

1. Introducción
2. Memoria
  - 2.1. Objeto
  - 2.2. Características de las obras
    - 2.2.1. Descripción de la obra y situación
    - 2.2.2. Plazo de ejecución y mano de obra
    - 2.2.3. Interferencias del tráfico terrestre
    - 2.2.4. Unidades constructivas que componen la obra
  - 2.3. Riesgos
    - 2.3.1. Riesgos profesionales
    - 2.3.2. Riesgos de daños a terceros



- 2.4. Prevención de riesgos profesionales
  - 2.4.1. Protecciones individuales
  - 2.4.2. Protecciones colectivas
  - 2.4.3. Formación
  - 2.4.4. Medicina preventiva y primeros auxilios
  - 2.4.5. Buzos
  - 2.4.6. Flotabilidad de las barcas
- 2.5. Prevención de riesgos de daños a terceros
- 3. Planos
- 4. Pliego de condiciones
  - 4.1. Disposiciones legales de aplicación
  - 4.2. Condiciones de los medios de protección
    - 4.2.1. Protecciones personales
    - 4.2.2. Protecciones colectivas
  - 4.3. Sujetos, atribuciones y obligaciones
    - 4.3.1. Dirección facultativa
    - 4.3.2. Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra
    - 4.3.3. Constructor
    - 4.3.4. Administración
  - 4.4. Servicios de prevención
    - 4.4.1. Servicio técnico de seguridad y salud
    - 4.4.2. Servicio medico
  - 4.5. Vigilante de seguridad y comité de seguridad y salud
  - 4.6. Instalaciones provisionales
    - 4.6.1. Instalaciones medicas
    - 4.6.2. Instalaciones de higiene y bienestar
  - 4.7. Maquinaria
  - 4.8. Plan de seguridad y salud
  - 4.9. Índices de control
  - 4.10. Parte de accidentes y deficiencias
  - 4.11. Estadísticas
  - 4.12. Seguros de responsabilidad civil y construcción
  - 4.13. Normas para la certificación de elementos de seguridad
  - 4.14. Libro de incidencias
- 5. Presupuesto
  - 5.1. Mediciones del estudio
  - 5.2. Presupuesto
  - 5.3. Cuadro de precios
- 6. Apéndices

## **Documento Nº 6: Estudio de impacto ambiental**



1. Introducción
2. Legislativa vigente
3. Descripción del proyecto
4. Identificación de las acciones
  - 4.1. Fase de planeamiento
  - 4.2. Fase de construcción
  - 4.3. Fase de explotación
5. Inventario ambiental
  - 5.1. Medio biótico
  - 5.2. Fauna y flora
  - 5.3. La playa
  - 5.4. Los paisajes
6. Impactos ambientales
  - 6.1. Fase de construcción
  - 6.2. La matriz de impactos de la fase de construcción
  - 6.3. Fase de explotación
  - 6.4. Matriz de impactos de la fase de explotación
7. Medidas protectoras y correctoras
8. Programa de vigilancia ambiental



## Ampliación sur del puerto deportivo y pesquero de Las Casas de Alcanar

