



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



TRABAJO FINAL DE GRADO

ESTUDIO DE SOLUCIONES DE LA  
AMPLIACIÓN DEL PUERTO DEPORTIVO  
DE OROPESA DEL MAR (CASTELLÓN).  
OBRAS DE ABRIGO Y ORDENACIÓN  
INTERIOR

*Titulación:* Grado en Ingeniería Civil

*Curso:* 2016/2017

*Autor:* Araceli Balsalobre Jiménez

*Tutor:* María Esther Gómez Martín

*Cotutor:* María Piedad Herrera Gamboa

*Valencia, junio de 2017*

# ÍNDICE GENERAL

## DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJO 1. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL

ANEJO 2. DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA

ANEJO 3. ESTUDIOS PREVIOS

ANEJO 4. CONDICIONES GENERALES DEL PROYECTO

ANEJO 5. CLIMA MARÍTIMO Y DINÁMICA LITORAL

ANEJO 6. ESTUDIO DE OFERTA Y DEMANDA

ANEJO 7. REQUERIMIENTOS EN PLANTA Y ALZADO

ANEJO 8. ESTUDIO DE SOLUCIONES EN PLANTA

ANEJO 9. ESTUDIO DE SOLUCIONES Y DIMENSIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE ABRIGO

ANEJO 10. DIMENSIONAMIENTO DEL MUELLE

ANEJO 11. VALORACIÓN ECONÓMICA

## DOCUMENTO Nº 2. PLANOS

PLANO 1. SITUACIÓN ACTUAL

PLANO 2. BATIMETRÍA

PLANO 3. ALTERNATIVA 1

PLANO 4. ALTERNATIVA 2

PLANO 5. ALTERNATIVA 3

PLANO 6. DIQUE. SECCIÓN T1-T1'

PLANO 7. DIQUE. SECCIÓN T2-T2'

PLANO 8. DIQUE. SECCIÓN M1-M1'

PLANO 9. PLANTA DE DRAGADO



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



ESTUDIO DE SOLUCIONES DE LA AMPLIACIÓN DEL PUERTO  
DEPORTIVO DE OROPESA DEL MAR (CASTELLÓN).  
OBRAS DE ABRIGO Y ORDENACIÓN INTERIOR

---

## MEMORIA Y ANEJOS

---

*Autor:* Araceli Balsalobre Jiménez

*Tutor:* María Esther Gómez Martín

*Cotutor:* María Piedad Herrera Gamboa

## DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

1.	OBJETO DEL ESTUDIO Y ORGANIZACIÓN DEL TFG .....	1
2.	LOCALIZACIÓN .....	2
3.	ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL.....	3
4.	ESTUDIOS PREVIOS .....	4
5.	CLIMA MARÍTIMO .....	5
6.	ESTUDIO DE OFERTA Y DEMANDA .....	6
7.	REQUERIMIENTOS EN PLANTA Y ALZADO .....	7
8.	ESTUDIO DE SOLUCIONES EN PLANTA .....	8
9.	DIMENSIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE ABRIGO .....	10
10.	DIMENSIONAMIENTO DEL MUELLE.....	11
11.	VALORACIÓN ECONÓMICA .....	12
12.	CONCLUSIÓN.....	13

ANEJO 1. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL

ANEJO 2. DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA

ANEJO 3. ESTUDIOS PREVIOS

ANEJO 4. CONDICIONES GENERALES DEL PROYECTO

ANEJO 5. CLIMA MARÍTIMO Y DINÁMICA LITORAL

ANEJO 6. ESTUDIO DE OFERTA Y DEMANDA

ANEJO 7. REQUERIMIENTOS EN PLANTA Y ALZADO

ANEJO 8. ESTUDIO DE SOLUCIONES EN PLANTA

ANEJO 9. ESTUDIO DE SOLUCIONES Y DIMENSIONAMIENTO  
DE LAS OBRAS DE ABRIGO

ANEJO 10. DIMENSIONAMIENTO DEL MUELLE

ANEJO 11. VALORACIÓN ECONÓMICA

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Situación del puerto respecto a Oropesa del Mar ..... 2

Imagen 2. Solución elegida en planta ..... 9

Imagen 3. Dimensiones del muelle..... 11

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Situación del puerto ..... 2

Tabla 2. Número actual de amarres según eslora en puerto deportivo de Oropesa ..... 6

Tabla 3. Valoración final del estudio de soluciones en planta..... 8

Tabla 4. Valoración final del estudio de soluciones del manto principal del dique..... 10

## 1. OBJETO DEL ESTUDIO Y ORGANIZACIÓN DEL TFG

El trabajo con el título “Estudio de soluciones de la ampliación del Puerto Deportivo de Oropesa del Mar. Obras de abrigo y reordenación interior” tiene por objetivo la realización del Trabajo Final de Grado (TFG) de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Valencia.

En este trabajo se estudian distintas soluciones para realizar una ampliación del puerto deportivo de Oropesa, de manera que pueda atracar en él un ferri procedente de las Islas Baleares, más concretamente de Palma de Mallorca. Así, se crearía otro punto de conexión entre las Islas Baleares y la Península, cuya finalidad es que aumente el número de visitantes al complejo turístico Marina d’Or, situado en este municipio. Además, se crearán nuevos amarres para embarcaciones con esloras superiores a las que hay actualmente en este puerto.

En esta memoria se explicarán brevemente los aspectos más importantes, estando todos ellos más detallados en sus respectivos anejos.

## 2. LOCALIZACIÓN

El puerto objeto de este estudio se encuentra en el municipio de Oropesa del Mar, en la provincia de Castellón.



*Imagen 1: Situación del puerto respecto a Oropesa del Mar*

Las coordenadas del puerto son:

Situación del Puerto	
Latitud	40° 04' 06" N
Longitud	00° 08' 03" W
Carta náutica	482

*Tabla 1: Situación del puerto*

### 3. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL

El puerto deportivo de Oropesa del Mar se inauguró en 1992, fruto del esfuerzo del club náutico creado en 1982. Desde entonces, el puerto deportivo ha trabajado de forma incansable por mantener una línea coherente de crecimiento y promoción de las actividades náuticas.

Se accede a esta localidad desde Castellón a través de la N-340 y la AP-7. También puede acceder mediante ferrocarril.

Es uno de los principales puntos de salida para visitar las Islas Columbretes, que es una interesante reserva marina declarada Parque Nacional.

Desde la construcción del macrocomplejo turístico Marina d'Or en 1983 ha visto aumentada su demografía, contando en la actualidad con 9.245 habitantes empadronados, según datos oficiales del INE del 2016.

Actualmente, el puerto deportivo cuenta con 706 amarres, distribuidos en 7 pantalanes fijos tipo claraboya. También cuenta con un club náutico y 14 locales comerciales.



## 4. ESTUDIOS PREVIOS

Es importante realizar una serie de estudios previos para conocer las características del suelo de Oropesa del Mar y alrededores. Estos estudios previos son: topografía, batimetría, geología, litología, geomorfología y geotecnia.

Conocer la batimetría del lugar es esencial en este tipo de obra, ya que determinará si es necesario dragar, y en ese caso, el volumen necesario.

En la hoja 616 (Villafames) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, está detallada la descripción geológica de esta zona. En ella se puede ver que el suelo que hay en Oropesa del Mar es aluvial.

La geotecnia este municipio viene detallada en la hoja 48 del Mapa Geotécnico a escala 1:200.000, publicado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME). En ella se observa que las condiciones constructivas en esta zona son aceptables.

## 5. CLIMA MARÍTIMO

Es imprescindible el estudio del clima marítimo para conocer la altura de ola que incidirá sobre las obras de abrigo. Para ello se ha utilizado información de la ROM 0.3-91 y de la web oficial de Puertos del Estado. De esta última se ha obtenido la información correspondiente a la Boya de Valencia, que es la más cercana al puerto.

Al estudiar el oleaje se ha obtenido que el más frecuente es el que procede de la dirección ENE, que además es el que posee una mayor altura de ola significativa.

También se ha realizado la propagación del oleaje hasta nuestro dique, tanto para el régimen extremal como para el régimen medio.

Asimismo, se ha estudiado cómo afecta el puerto a la dinámica litoral.

En el “Anejo 5. Clima marítimo y dinámica litoral” se puede consultar el desarrollo completo.

## 6. ESTUDIO DE OFERTA Y DEMANDA

En el “Anejo 6. Estudio de oferta y demanda” se ha estudiado la oferta y la demanda de amarres en España, centrandó el estudio en la Comunidad Valenciana.

Actualmente el puerto deportivo de Oropesa del Mar cuenta con 706 amarres. La eslora máxima de las embarcaciones que pueden atracar en este puerto es de 15 metros, mientras que la tendencia actual es adquirir embarcaciones con mayores esloras.

Eslora	Nº Amarres
8 m	328
10 m	226
12 m	89
15 m	63
<b>Total</b>	<b>706</b>

*Tabla 2. Número actual de amarres según eslora en puerto deportivo de Oropesa*

Se propone la ampliación de este puerto con el objetivo principal de dar servicio a un ferri que conecte Palma de Mallorca con Oropesa del Mar, con el fin de que los turistas que visitan las Islas Baleares puedan ir al complejo turístico de Marina d’Or, ubicado en Oropesa del Mar. Además, se crearía otro punto de conexión entre las Islas Baleares y la Península.

Además, dado que está pensado primordialmente para los turistas que visiten las Islas Baleares, se propondrá el uso de fast ferries, de manera que el viaje sea más breve que en un ferri convencional.

El buque de proyecto tendrá una eslora máxima de 97 metros, y también se crearán nuevos amarres para dar servicio a embarcaciones de 45 y 30 metros de eslora.

## 7. REQUERIMIENTOS EN PLANTA Y ALZADO

El dimensionamiento en planta y alzado de cualquier puerto deportivo viene restringido por una serie de condicionantes a tener en cuenta.

La orientación de la bocana será lo más perpendicular posible a la dirección del oleaje más frecuente, que es ENE en este caso, de manera que las embarcaciones puedan acceder al puerto de forma segura. En este

El ancho de la bocana y de la vía de navegación ( $B_t$ ) es la anchura nominal de la vía de navegación o espacio libre que debe quedar permanentemente disponible para la navegación de los buques más una anchura adicional de reserva para tomar en consideración los factores relacionados con los contornos.

$$B_t = 128 \text{ metros}$$

Para la determinación de la profundidad en las diferentes áreas de navegación y flotación se deberán tener en cuenta distintos factores relacionados con el nivel del agua, con el buque y con el fondo. El calado en la bocana y en la vía de navegación, para nuestra flota tipo, deberá ser mínimo 6.3 metros, mientras que en atraque deberá ser 4.4 metros. Así pues, se ha decidido dragar toda la dársena hasta una cota -6.3 metros.

Para que el buque pueda cambiar de dirección o de orientación en redondo invirtiendo su sentido de marcha, es necesario disponer de un área de maniobra, cuyas dimensiones están calculadas en el "Anejo 7. Requerimientos en planta y alzado" para el caso de que se efectúe con ayuda de remolcadores.

## 8. ESTUDIO DE SOLUCIONES EN PLANTA

Se han propuesto varias alternativas en planta de la ampliación del puerto. Con el fin de elegir cuál es la solución óptima, se ha realizado un análisis multicriterio.

Los criterios estudiados son económicos, funcionales, ambientales, técnicos, estéticos y legales, y se ha asignado a cada criterio un coeficiente de ponderación, en función de la importancia.

En todas las alternativas propuestas se demolerá el morro del dique actual, y se construirá un muelle por la parte exterior. Se aprovechará este muelle para ubicar en él el atraque del ferri, facilitando la entrada y salida del puerto.

La primera de ellas, la alternativa 0, estudia la posibilidad de que no se realice la ampliación y, por tanto, el puerto se quede tal y como está actualmente.

La alternativa 1 propone la construcción de un nuevo dique con forma curva, de manera que se adapte al área de maniobra necesaria dentro de la dársena y, por tanto, se aproveche bastante bien el espacio.

La alternativa 2 es muy parecida a la alternativa 1, con la diferencia de que el nuevo dique se propone con alineaciones rectas. La superficie marítima ocupada es mayor, y la diferencia del número de amarres creados es muy pequeña.

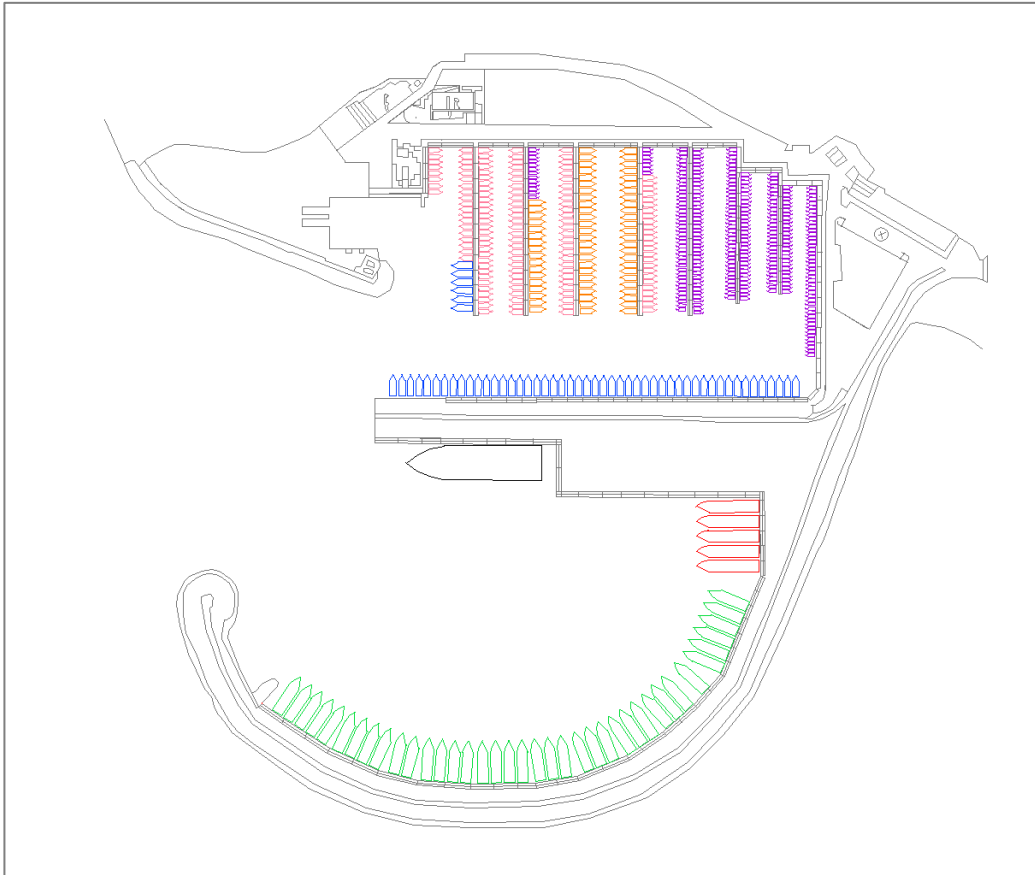
En la última alternativa, la alternativa 3, se propone también la construcción de un dique de manera que la dársena tenga forma rectangular. Es la que tiene un mayor número de amarres creados, pero también es la que más superficie marítima ocupa.

Una vez realizado el estudio de soluciones de todas las alternativas propuestas, se ha llegado a la conclusión de que la que resulta más adecuada es la alternativa 1.

	Alternativa 0	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Condicionantes económicos	0	20	20	15
Condicionantes funcionales	15	20	20	25
Condicionantes ambientales	16	16	16	8
Condicionantes técnicos	15	15	15	15
Condicionantes estéticos	8	10	8	8
Condicionantes legales	20	16	16	16
<b>TOTAL</b>	<b>74</b>	<b>97</b>	<b>95</b>	<b>87</b>

Tabla 3. Valoración final del estudio de soluciones en planta

A continuación, se muestra la vista en planta de la solución elegida:



*Imagen 2. Solución elegida en planta*

## 9. DIMENSIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE ABRIGO

Se ha optado por la construcción de un dique en talud. En este tipo de dique, el manto principal es la parte del dique que debe resistir las acciones generadas por las olas rompiendo sobre el talud durante los grandes temporales.

Se ha realizado un estudio de soluciones del manto principal, estudiando distintos materiales posibles y eligiendo el más adecuado. Los materiales estudiados son la escollera, los cubos, los cubípodos y los acrópodos. Este estudio se ha realizado de la misma manera que el estudio de soluciones en planta, pero en este caso los criterios estudiados han sido económicos, ambientales, funcionales y estéticos.

Se han obtenido los siguientes resultados, resultando como mejor opción el uso de cubípodos.

	Escollera	Cubos	Cubípodos	Acrópodos
Criterios económicos	25	15	20	15
Criterios ambientales	10	6	8	8
Criterios funcionales	15	15	25	10
Criterios estéticos	12	12	16	12
<b>TOTAL</b>	<b>62</b>	<b>48</b>	<b>69</b>	<b>45</b>

*Tabla 4. Valoración final del estudio de soluciones del manto principal del dique*

A continuación se ha realizado el dimensionamiento de la obra de abrigo. Para ello se ha dividido el dique en tres secciones representativas. La sección T1-T1' corresponde al arranque del dique, la sección T2-T2' al tramo del tronco del dique situado en una línea batimétrica mayor, y la sección M1-M1' corresponde al morro del dique.

Se ha realizado el dimensionamiento de las distintas partes que forman el dique: manto principal, filtro, berma de pie y espaldón.

Finalmente, se ha comprobado su estabilidad frente a deslizamiento y vuelco, resultando estable en ambos casos.

## 10. DIMENSIONAMIENTO DEL MUELLE

Se propone construir un muelle de bloques de hormigón, que resiste por gravedad. La estructura estará formada por tres bloques de hormigón, colocados uno encima del otro. Sobre el bloque superior se colocará una viga cantil.

Las dimensiones de los distintos bloques se muestran en la siguiente imagen:

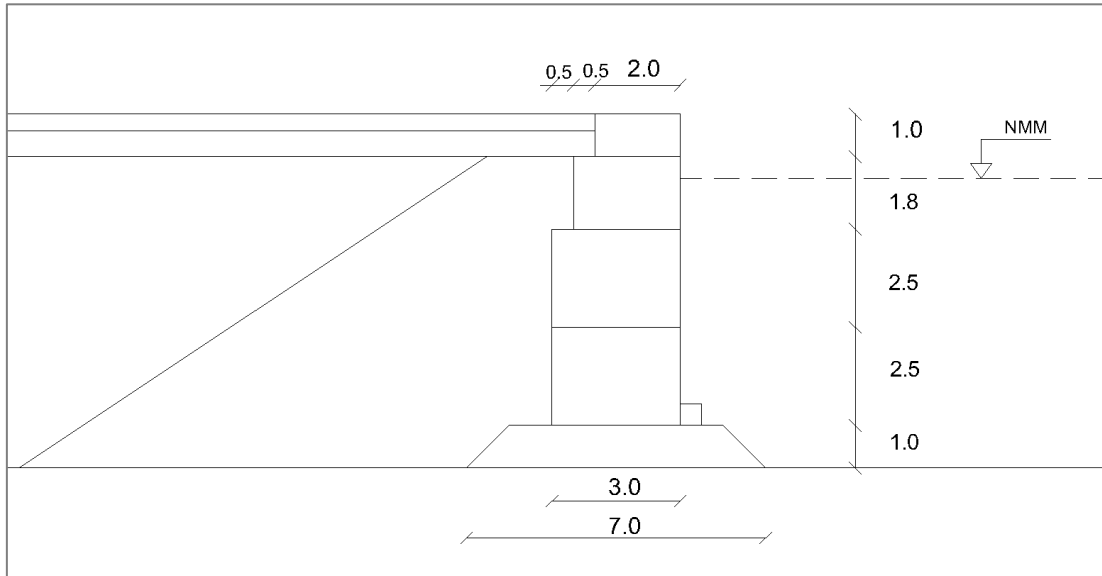


Imagen 3. Dimensiones del muelle

Se ha comprobado que el muelle es estable frente a deslizamiento, vuelco y hundimiento. Para realizar estas comprobaciones se han calculado las fuerzas actuantes sobre el muelle: peso propio, empujes del terreno y subpresión.



## 11. VALORACIÓN ECONÓMICA

El presupuesto de ejecución material de la obra será:

Capítulo	Importe
<b>CAPÍTULO 1. REPLANTEO Y REPARACIÓN</b>	7.310,00
<b>CAPÍTULO 2. DEMOLICIONES</b>	44.149,44
<b>CAPÍTULO 3. DRAGADO</b>	1.178.296,70
<b>CAPÍTULO 4. OBRAS DE ABRIGO</b>	6.480.890,32
<b>CAPÍTULO 5. MUELLE</b>	1.633.446,26
<b>CAPÍTULO 6. SERVICIO DE REMOLCADOR</b>	2.000,00

Presupuesto de ejecución material	9.346.092,72
-----------------------------------	--------------

Y el presupuesto de licitación:

<b>Presupuesto de ejecución material</b>	9.346.092,72
<b>16 % Gastos generales</b>	1.495.374,84
<b>6 % Beneficio industrial</b>	560.765,56
<b>Total €</b>	<b>11.402.233,12</b>

<b>21 % IVA</b>	2.394.468,96
-----------------	--------------

<b>Presupuesto de licitación €</b>	<b>13.796.702,08</b>
------------------------------------	----------------------

## 12. CONCLUSIÓN

Una vez recogida toda la información recogida en la memoria, estando desarrollada en los distintos anejos, se puede concluir que la ampliación del puerto deportivo de Oropesa del Mar propuesta puede satisfacer las necesidades actuales, y además, puede llegar a ser factible económicamente.