

PROYECTO BÁSICO DE MUELLE PARA CRUCEROS TURÍSTICOS DE TAMAÑO MEDIO EN EL PUERTO DE TORREVIEJA (PROVINCIA DE ALICANTE). OBRA DE ATRAQUE.

TRABAJO FINAL DE GRADO

TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

AUTOR: JAVIER MARTÍNEZ CANTERO

TUTOR: VICENT DE ESTEBAN CHAPAPRÍA

COTUTOR: JESÚS DOMINGO ALEIXANDRE

ÍNDICE

1. DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

• ANEJOS A LA MEMORIA

- ANEJO 1: SITUACIÓN ACTUAL
- ANEJO 2: TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA
- ANEJO 3: PLANIFICACIÓN Y SITUACIÓN VIARIA
- ANEJO 4: DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA
- ANEJO 5: ESTUDIO GEOTÉCNICO
- ANEJO 6: ESTUDIO DE DEMANDA
- ANEJO 7: CLIMA MARÍTIMO
- ANEJO 8: ESTUDIO DE MANIOBRAS
- ANEJO 9: ESTUDIO DE SOLUCIONES
- ANEJO 10: CÁLCULO DE LA OBRA DE ATRAQUE
- ANEJO 11: DEFINICIÓN DE ELEMENTOS AUXILIARES DE LA OBRA DE ATRAQUE
- ANEJO 12: ESTUDIO DE DRAGADO
- ANEJO 13: PROCEDENCIA DE MATERIALES
- ANEJO 14: PLAN DE OBRA

2. DOCUMENTO Nº2 : PLANOS

3. DOCUMENTO Nº3: PRESUPUESTO



DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

PROYECTO BÁSICO DE MUELLE PARA CRUCEROS TURÍSTICOS DE TAMAÑO MEDIO EN EL PUERTO DE TORREVIEJA (PROVINCIA DE ALICANTE). OBRA DE ATRAQUE.
TRABAJO FINAL DE GRADO

TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

AUTOR: JAVIER MARTÍNEZ CANTERO

TUTOR: VICENT DE ESTEBAN CHAPAPRÍA

COTUTOR: JESÚS DOMINGO ALEIXANDRE

ÍNDICE

1. OBJETO DEL PROYECTO (<i>Luis Blanco Munuera</i>).....	2
2. LOCALIZACIÓN (<i>Luis Blanco Munuera</i>).....	2
3. ANTECEDENTES (<i>Luis Blanco Munuera</i>).....	2
4. DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL PUERTO DE TORREVIEJA (<i>Luis Blanco Munuera</i>).....	2
5. ESTUDIOS PREVIOS	3
6. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.....	4
7. CRITERIOS DE DISEÑO	4
8. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	5
9. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	7
10. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	9
11. DIMENSIONAMIENTO DE LAS OBRA. MÉTODOS DE CÁLCULO Y RESULTADOS OBTENIDOS	11
12. ESTUDIO DE DISPONIBILIDAD DE MATERIALES	12
13. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	13
14. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	13
15. PLAN DE OBRA Y PLAZO DE EJECUCIÓN.....	13
16. PRESUPUESTO	13
17. PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.....	14
18. PROPUESTA DE FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS.....	14
19. DOCUMENTOS DEL PROYECTO.....	14

1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente *Proyecto* es la construcción de un muelle para cruceros turísticos de tamaño medio en el puerto de Torrevieja, provincia de Alicante. En el *Proyecto* desarrollado se contempla la realización de la obra de atraque, urbanización, viales de acceso y una terminal para pasajeros.

2. LOCALIZACIÓN

La obra que se proyecta se ubica en la dársena del actual puerto de Torrevieja, situado al sur de la provincia de Alicante, en la comarca de la Vega Baja en el término municipal que da nombre al puerto.

Las coordenadas geográficas de su localización se corresponden con los siguientes datos:

Latitud	37° 57' 00" Norte
Longitud	0° 41' 00" Oeste

Tabla 1. Coordenadas geográficas de Torrevieja

La obra proyectada se encuentra entre los diques de Levante y de Marina Salinas, descritos posteriormente.

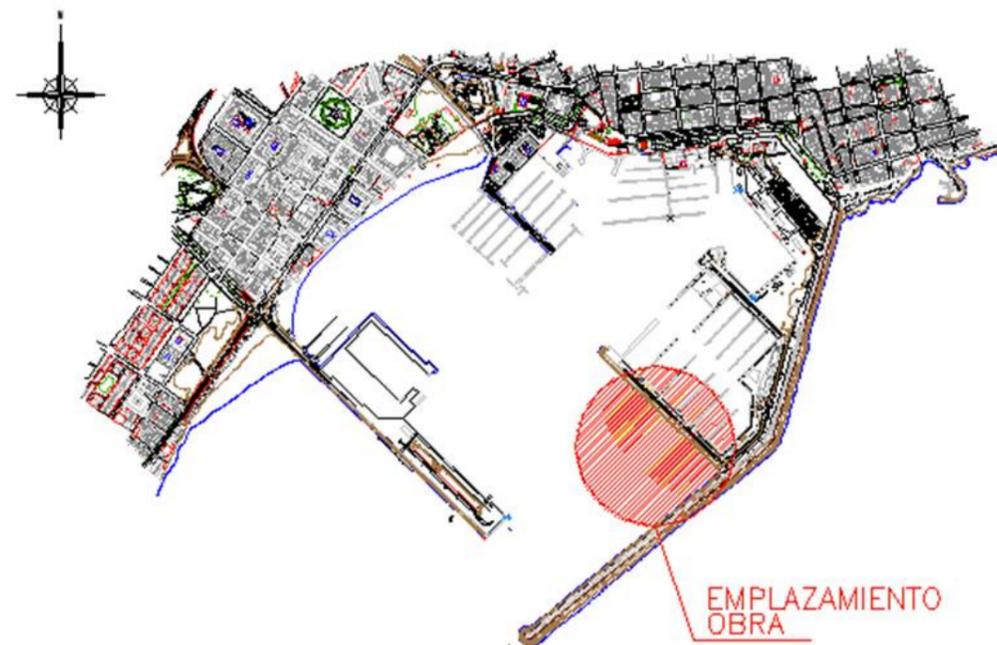


Figura 1. Emplazamiento de la obra

3. ANTECEDENTES

El puerto de Torrevieja, actualmente pertenece a la red de puertos gestionados por la Generalitat Valenciana, siendo este uno de los mayores responsables del crecimiento de población, actividades económicas y turismo en la localidad.

La principal actividad del puerto de Torrevieja tradicionalmente ha consistido en la exportación de sal a granel, siendo necesarias una serie de condiciones en cuanto a calado y abrigo considerables en la zona portuaria.

4. DESCRIPCIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL PUERTO DE TORREVIEJA

El puerto de Torrevieja está formado por dos grandes muelles:

- El muelle de Levante: ubicado al noreste del puerto, que consta de dársena de considerables dimensiones y con un calado medio de entre 4,00 y 5,00 m. El acceso al mismo se realiza a través de las calles internas de la localidad.
- El muelle de la Sal: ubicado al sudoeste del puerto, donde se encuentran todas las instalaciones para labores de transporte y manipulación de la sal a granel, cuenta con gran calado y el acceso al mismo se realiza mediante las calles internas de la localidad.

Los muelles descritos disponen de más conexiones viarias directas con la red de carreteras del Estado Español, concretamente con la N-332 y la CV-905.

Además, el puerto cuenta con el dique de Levante, obra que abriga el puerto de oleajes del Este. El dique de Levante tiene una longitud aproximada de 1.300 metros, consta de la instalación náutico-deportiva Marina Salinas.

Perpendicular al dique de Levante y abrigando la instalación de Marina Salinas de oleajes que pudieran entrar por la bocana, se halla el dique de Marina Salinas. Este tiene una cota de coronación de +3,00 m sobre el Nivel Medio del Mar del Puerto de Torrevieja.

El puerto cuenta con una anchura de bocana de 250 metros y con un calado variable que aumenta conforme uno se va alejando de la costa. En el puerto existen 3 instalaciones náutico-

deportivas, dos dársenas pesqueras, una de ellas actualmente en desuso y la playa de la Acequión, donde está prohibido el baño.



Figura 2. Situación de red de carreteras Estado Español

5. ESTUDIOS PREVIOS

Para llevar a cabo el presente Proyecto hemos considerado todas aquellas premisas que se consideran básicas y necesarias para formular la mejor solución a las necesidades requeridas.

5.1. ESTUDIO DE DEMANDA

Tras un análisis de la demanda actual de cruceros en la costa mediterránea, hemos determinado que el buque de diseño que obedece a las características de la futura demanda cumplirá con los siguientes parámetros:

BUQUE CRUCERO	
Eslora total (L)	220 m
Eslora entre perpendiculares (Lpp)	186,90 m
Manga (B)	33 m
Calado máximo (D)	7,60 m
Desplazamiento (Δ)	25.818 m

Tabla 2. Características del buque crucero

5.2. TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA

Analizando la batimetría del puerto se ha observado la existencia de calados variables, llegan a ser como máximo de 10,00 m en zonas de bocana y mínimos en paramentos de muelles y diques.

Se han obtenido datos topográficos del Proyecto mediante el instituto cartográfico valenciano, a través de su plataforma Terrasit, que proporciona datos relativos a la topografía de Torrevieja con la determinación de puntos geodésicos para poder ubicar las actuaciones. Tan solo a efectos del presente Proyecto desarrollado, se decide tomar dos puntos base en el recinto portuario y cercanos a la zona de actuación para realizar el replanteo relativo de la obra.



Figura 3. Emplazamiento de puntos de replanteo

PUNTOS BASE DE REPLANTEO	COORDENADAS (x, y)
A	(0,0)
B	(-90,130)

Tabla 3. Coordenadas puntos de replanteo

El nivel de referencia altimétrico escogido para replantear en alzado es el cero hidrográfico del puerto de Torrevieja, coincidente con el Nivel Medio del Mar en Alicante.

5.3. CLIMA MARÍTIMO

Debido a que la obra de atraque y amarre se encuentra en un entorno abrigado al estar en el interior del puerto, se ha determinado que los factores de oleaje, viento, corriente y marea son despreciables a la hora del cálculo de la obra de atraque.

Al suponer las acciones del viento, oleaje y marea despreciables, La *ROM 2.0-11* clasifica este clima como Tipo I.

6. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

El presente *Proyecto* recoge el análisis de la estratigrafía, las características geotécnicas del terreno sobre el que irán situadas las obras.

A modo de síntesis conviene resaltar lo siguiente:

- **Estratigrafía**

Mediante un sondeo realizado se ha determinado que el terreno está compuesto por la siguiente disposición:

TERRENO	COTA (desde superficie del terreno)
Grava limosa con arena "GM"	2,05 – 2,40 m
Grava limosa con arena "GM"	3,80 – 4,20

Tabla 4. Composición del terreno

- **Características del material**

PARÁMETRO	VALOR
γ	18,2 kN/m ³
γ_{sat}	21,5 kN/m ³
ϕ	35 °

Tabla 5. Características del terreno

- **Taludes de dragado**

Las obras de dragado constituyen una fase constructiva del muelle, con una vida útil inferior a un año.

Los taludes de dragado admisibles para el dragado en zanja de cimentación se indican mediante el ángulo de rozamiento del material dragado.

Siguiendo este principio se obtiene que el talud máximo admisible para el dragado en gravas arenosas es de 30°.

- **Taludes de excavación terrestre**

Del mismo modo se han analizado los taludes admisibles para el desmante de partes del dique existente. El ángulo de rozamiento de la escollera existente es de 45°, lo que nos permite obtener el talud máximo admisible con este material.

7. CRITERIOS DE DISEÑO

En este apartado se describen y justifican los criterios seleccionados para el dimensionamiento de las obras y la normativa aplicad.

Las principales determinaciones son las siguientes:

7.1. CONDICIONANTES GENERALES DE PROYECTO

De acuerdo con lo recogido en la *ROM 0.0*, las principales determinaciones son las siguientes:

La Repercusión económica (IRE) de la obra según la *ROM 0.0* es considerada media.

La Repercusión social y ambiental (ISA) de la obra según *ROM 0.0* es descrita como baja.

La Vida útil del muelle proyectado es de 25 años

7.2. CONDICIONANTES DE CÁLCULO

Para los cálculos realizados se han tenido en cuenta las consideraciones detalladas a continuación.

- Se ha supuesto una densidad del agua según lo especificado por la *ROM 2.0-11* de $\rho_w = 1030 \text{ kg/m}^3$.
- El agente gravitatorio actuante sobre los distintos elementos estructurales en condiciones operativas o sísmicas, tendrá un valor $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.
- Debido a la importancia sísmica de la zona, se ha considerado la existencia de una aceleración sísmica básica que según la *NCSR-02* es $a_b = 0,14g$. El método de cálculo

empleado está recogido en la *ROM 0.5-05* y es el denominado método estático equivalente. Además se ha contemplado que la flexibilidad de la obra Estructura de gravedad sin coacciones en base la misma recomendación se rige por el coeficiente $\alpha=0,5$. Por último, los esfuerzos dinámicos considerados son los expuestos por las *ROM 0.5-05* y *ROM 2.0-11*.

- Se ha previsto la consideración de una sobrecarga de uso y explotación del muelle durante la estancia de los cruceros. Se prevé que esta englobe las cargas de embarque/desembarque de pasajeros y tráfico terrestre. Se contemplan dos Sobrecargas, una de estacionamiento y otra de almacenamiento. Sus valores según *ROM 2.0-11* son de 10 kN/m² y 20 kN/m² respectivamente. Además se prevé una zona de operación de 15 metros cumpliendo con el ancho mínimo citado por dicha recomendación.
- Los elementos de atraque y amarre se han configurado y calculado según modelos de *ROM 2.0-11*.
- Para realizar el dimensionamiento del muelle de gravedad, incluyendo en este la superestructura, se ha recurrido a verificar los modos de fallo siguientes:

Verificación de modos de fallo adscritos a ELU:

- Pérdida de equilibrio estático (EQU)
 - Deslizamiento hormigón – banqueta según *ROM 0.5-05*

Para su realización se ha optado por los métodos de cálculo clásicos.

- Vuelco rígido

Dicha verificación se ha efectuado mediante métodos de cálculo clásicos

- Geotécnicos (GEO)
 - Hundimiento según *ROM 0.5-05* y *Puertos del Estado*

Para su realización se ha optado por los métodos de cálculo clásicos.

- Para realizar el procedimiento de verificación se han supuesto dos condiciones de trabajo basadas en las expuestas en la *ROM 0.0*, descritas posteriormente en el presente documento.
 - C1 condiciones operativas normales
 - C2 condiciones excepcionales debidas a la presencia de alguna acción sísmica.

8. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Se ha realizado un análisis de posibles variantes técnicas que determinarían la tipología y forma de la obra de atraque.

El análisis de alternativas ha consistido básicamente en la combinación, en relación con la tipología de obra, de las distintas formas en planta de la futura terminal.

8.1. UBICACIÓN DE LA OBRA

Se han analizado dos ubicaciones para el emplazamiento de la obra:

- **Alternativa 1**

Ubicada junto a Marina Salinas, cuenta con un espacio para la realización de la obra de 400x300 metros aproximadamente con un calado que oscilaría entre 8-9 metros, debiéndose realizar una totalidad del muelle.



Figura 4. Ubicación 1

- **Alternativa 2**

Se encuentra en el muelle de la sal, actualmente ocupado por las instalaciones de transporte de sal. Cuenta con un espacio de 71x330 metros y con un calado de 7,50 metros aproximadamente. El coste principal reside en la habilitación del muelle para no afectar a las labores de transporte y carga de la sal.

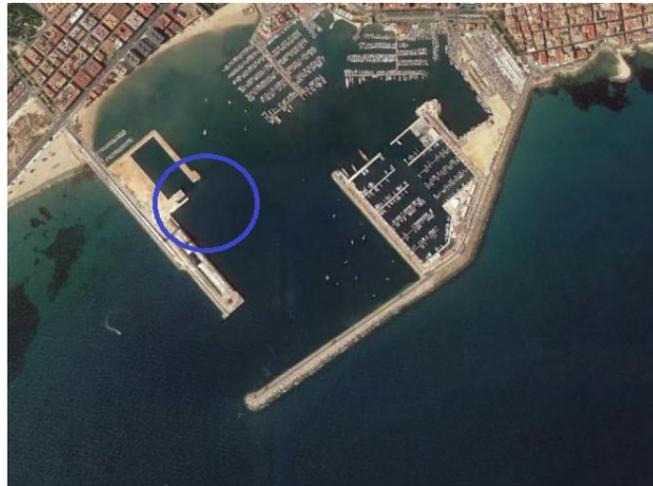


Figura 5. Ubicación 2

Mediante análisis multicriterio no hemos decantado por la primera alternativa, siendo más viable económicamente y funcionalmente.

8.2. SOLUCIONES EN PLANTA

- **Forma triangular**

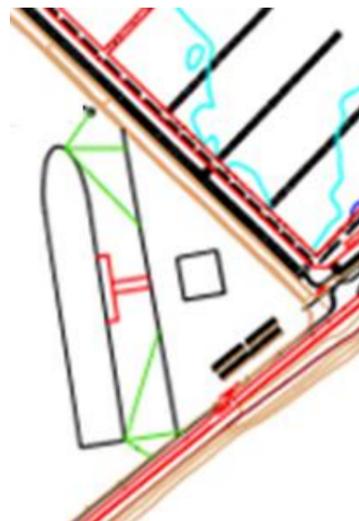


Figura 6. Forma triangular

Mediante esta disposición triangular en planta, se habilita un espacio suficiente para poder albergar todas las instalaciones necesarias para el desarrollo de la actividad considerada. Se requerirá que la línea de atraque gane bastante espacio al mar para permitir de esta manera el amarre del buque. Por ello es necesario rellenar un importante volumen de tierras del orden en una explanada con una superficie del orden de los 25.000 m². La terminal quedaría con los aparcamientos cercanos a la conexión con la red interior de viales del puerto.

- **Forma de "L"**

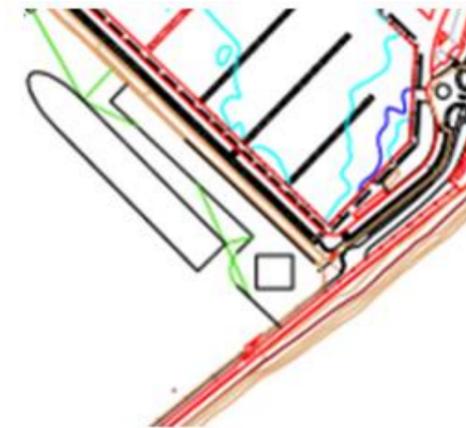


Figura 7. Forma de L

Esta disposición inhabilita las actividades de otra índole que no sean las previstas de embarque/ desembarque de pasajeros o carga/ descarga de mercancías. Debiéndose resolver el acceso de los pasajeros hasta la terminal, lejana. La línea de atraque no cubre la totalidad de la longitud del buque, lo que permite ahorrar costes de relleno. Para solucionar el déficit de longitud expuesto, se recurre a la disposición de elementos puntuales de amarre. El edificio y aparcamientos, quedan bien comunicados con la red interior de viales del puerto.

- **Forma de "L" Invertida**

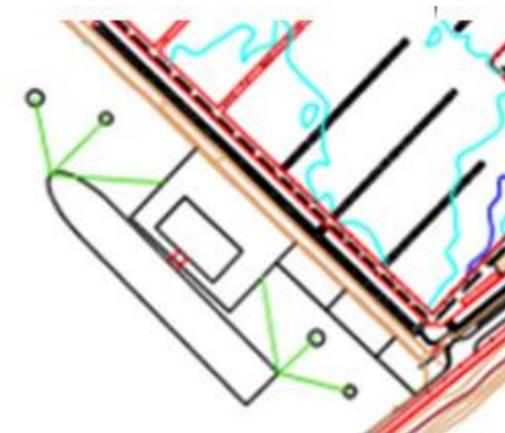


Figura 8. Forma de L invertida

La configuración expuesta acortaría la distancia recorrida por pasajeros al desembarcar, generando un recorrido organizado. Accederían directamente a la terminal, y posteriormente se dirigirían a una zona de aparcamiento de servicios públicos. La línea de atraque no cubre la totalidad de la longitud del buque, lo que permitiría ahorrar en costes de relleno. La medida empleada para solventar este problema es la disposición de elementos puntuales de amarre.

Mediante un análisis multicriterio dónde la funcionalidad y el coste adquieren gran importancia, la solución de "L" invertida es seleccionada como la opción que mejor se adapta a la respuesta del Proyecto.

SOLUCIONES DE TIPOLOGÍA

Todas las tipologías expuestas a continuación contemplan fases como dragado de mejora, cimentación y relleno, por lo que la elección quedará fijada por criterios económicos y de plazos en cuanto a la concepción de la obra.

- **Cajones**

Son soluciones para obras de calado mayor de 15 metros, no siendo de aplicación en este el caso pues el calado es cercano a los 8,50 m. Requiere la fabricación de los cajones flotantes y posterior colocación, además de las labores comunes de obra marítima como dragado, banquetas y rellenos.

- **Bloques de hormigón prefabricados**

Tipología empleada en obras de calados inferiores a 15 metros, siendo este el caso, pues el calado en la zona determinada es de aproximadamente 8,50 m. Requiere la prefabricación de bloques de hormigón en una planta cercana a la zona de colocación para evitar alargar los plazos de la obra.

- **Bloques de hormigón sumergidos**

Tipo de muelle de mismas bases que los bloques de hormigón prefabricados, realizados en su defecto mediante hormigón in situ, decisión que amplía considerablemente los plazos de realización de la obra debido al encofrado y demás tajos que conlleva su colocación.

- **Muro Pantalla**

Estructuras formadas por una pantalla de hormigón armado, que transmite las cargas al terreno natural mediante su empotramiento en el mismo, y a su trasdós mediante un sistema de anclaje. Tiene cierta complejidad técnica comparado con las demás soluciones y suele emplearse con terrenos de trasdós natural ya existente y no es el caso.

Mediante un análisis multicriterio dónde el coste y plazos adquieren gran importancia, la solución de bloques de hormigón prefabricados es seleccionada como la opción que mejor se adapta a la respuesta del Proyecto.

9. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

En este apartado definimos detalladamente la solución finalmente escogida.

9.1. DISPOSICIÓN DEL MUELLE EL PLANTA Y ALZADO

Atendiendo al diseño propuesto, se dispone de cuatro alineaciones formando una única línea de atraque de 175,00 metros y otra zona retranqueada de acceso a la terminal.

Se contempla únicamente la creación de un punto de atraque para cruceros del orden de 220 metros de eslora y dónde se prevén dos anchuras necesarias para las explanadas anexas de 82,00 m y 32,00 m respectivamente.

- **Longitud de la línea de atraque**

De acuerdo con los apartados 3.2.1.3, 3.2.1.5 de la *ROM 2.0-11* la longitud de la línea de atraque debería ser como mínimo de unos 220 metros aproximadamente. En la configuración de muelles propuesta, es necesario la implantación de dos monoboyas, pues la línea de atraque de 175,00 metros no cumple con los 220 metros recomendados en esta misma recomendación.

- **Disposición en alzado**

Atendiendo a los criterios de explotación, de no rebasabilidad de las aguas y de diseño de los demás muelles del puerto, resulta un nivel mínimo de coronación de 1,70 metros de las obras de atraque para asegurar la explotación adecuada de la obra de atraque, para la flota de buques y las operaciones portuarias previstas. Del lado de la seguridad ante posibles asentamientos de la estructura a lo largo de su vida útil, se adopta una cota de coronación de 2,00 m a lo largo de toda la alineación.

- **Nivel de coronación de los bloques**

Atendiendo a criterios como oleaje interior del puerto y asentamientos estimados de la estructura durante su puesta en obra, resulta una cota mínima de coronación de los bloques para asegurar la seguridad de la obra durante todas las fases constructivas, de + 0,50 m.

• Calados

Atendiendo a los criterios de la ROM 3.1-99 Proyecto de la configuración marítima de los puertos; canales de acceso y áreas de flotación, el calado mínimo, necesario para la maniobra del buque de cálculo, es de 8,95 metros en la dársena y 8,65 m en el atraque.

Se fija un calado de la dársena de 9,00 m, mientras que no es necesaria la intervención en la zona de atraque para obtener calado operativo.

Se comprueba que el resguardo bruto mínimo ($h1-De$) cumple las especificaciones de la ROM 2.0-11, en ambos casos, ya que se requiere un mínimo de 0,50 m.

• Dragado

Las consideraciones establecidas en cuanto a tipología del muelle (bloques prefabricados de hormigón en masa) supone la ejecución de una zanja de dragado para llevar a cabo la cimentación de la estructura, y debería realizarse al menos hasta la cota 9,30 m, para retirar el terreno natural existente de baja calidad.

La zanja será variable según el calado existente actualmente.

El material dragado se reutiliza en obra como relleno siempre que cumpla las prescripciones especificadas para cada uno de los rellenos.

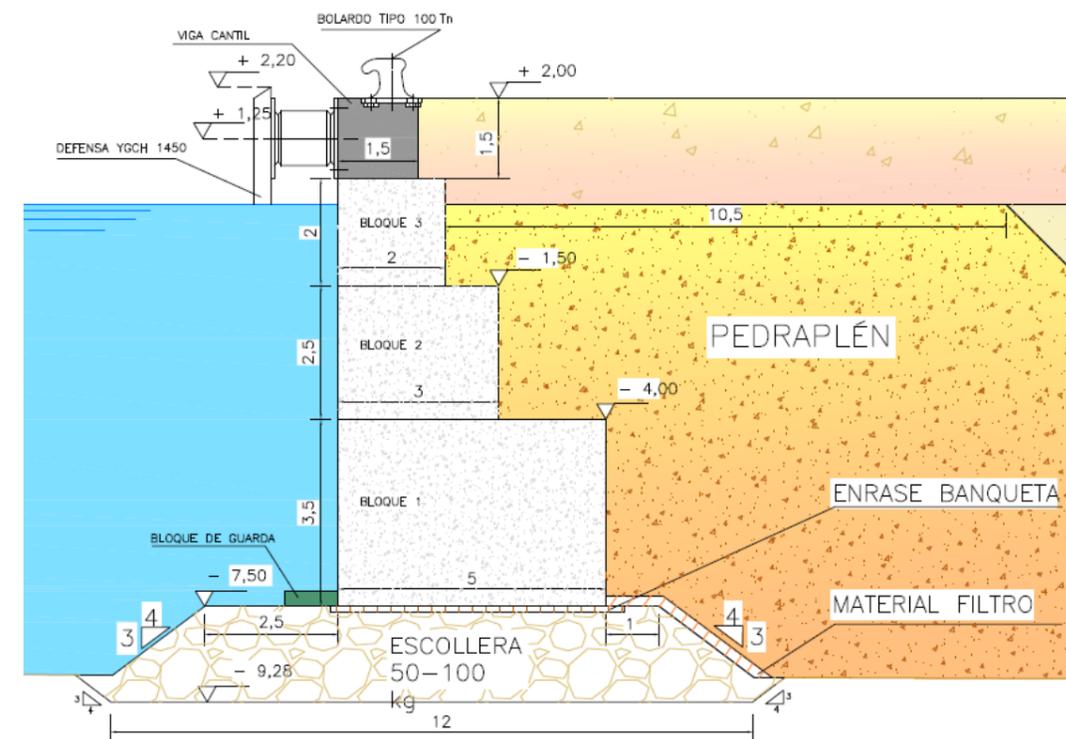


Figura 9. Sección tipo

9.2. SECCIÓN TIPO DEL MUELLE

• Geometría

La estructura del muelle está conformada por bloques prefabricados de hormigón en masa HM-20/S/40/III b y por una viga cantil de hormigón armado HA-30/F/20/IIIc

Los bloques proyectados tendrán dimensiones diferentes. El bloque de base tiene un puntal de 3,50 m, y una base de 5,00 m, con esta última colocada en la cota -7,50 m. El bloque 2, dispuesto sobre el de base, tiene un puntal de 2,50 m y una base de 3,00 m, con esta última colocada a la cota -4,00 m. El bloque 3 situado sobre el segundo, tiene un puntal de 2,00 m y una base de 2,00 m, esta última colocada a la cota -1,50 m y coronando la estructura a la cota +0,50 m.

Sobre los bloques, coronando a la cota +2,00 m se coloca una viga cantil que deberá contener una galería por la que pasarán instalaciones, y de dimensiones 1,50 x 1,50 m.

En cuanto a la coronación de la viga cantil se ha tomado +2,00 en concordancia con la cota de los muelles adyacentes del puerto de Torrevieja y de acuerdo con las cotas mínimas definidas anteriormente.

La banqueta tiene un espesor medio de 1,80 metros y estará formada por escollera.

• Funcionalidad

Con la finalidad de asegurar la funcionalidad en el diseño de la sección se han contemplado las siguientes consideraciones:

- El calado de 9,00 metros garantiza el mínimo requerido para el buque crucero de proyecto, a la vez que permite otros tipos de tráfico.
- La dimensión de la anchura de la viga cantil permite albergar una galería para redes de servicio si fueran necesarias.
- La ubicación del cantil del muelle respecto a las estructuras colindantes permite disponer una explanada con anchura suficiente para permitir las operaciones y configuraciones necesarias (> 32 metros como mínimo)

• Cierre de la explanada

La delimitación de la explanada del lado este del futuro muelle, se realizará mediante el dique de Levante existente. En los lados sur y oeste se realiza mediante la alineación de los propios bloques. En el lado norte, la explanada queda delimitada por el dique de Marina Salinas.

- **Explanada**

El trasdós del muelle se rellenará con pedraplén.

El resto del relleno hasta las estructuras existentes en el trasdós de los muelles proyectados, se considera relleno general y puede estar constituido por material de aportación o bien material procedente de dragado que será vertido por medios de vertido sobre pontona, y una vez allí extendido hasta la cota +0,00 metros. El material de aportación necesario, cumplirá con un mínimo requerido.

- **Bolardos**

La acción de atraque del buque proporciona una fuerza resultante que justifica la colocación de bolardos de 100 t de tiro nominal a lo largo de la alineación del muelle.

- **Defensas**

Se contempla la colocación de defensas del tipo YGCH 1450 porque la posible energía desarrollada por el buque durante su atraque, será absorbida por las mismas.

10. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

10.1. OBRA DE ATRAQUE

Las obras previstas en este Proyecto Básico se ubican entre Marina Salinas y el Dique de Levante y estarán constituidas por cuatro sub-alineaciones de muelle con un perímetro total de 407,00 m y la adecuación de la explanada de servicio contigua que ocupará la terminal, de unos 17.275 m² de superficie, en la que se dispondrá un edificio terminal de pasajeros, viales de acceso y aparcamientos. La obra se realizará pues en cuatro fases como se muestra a continuación:

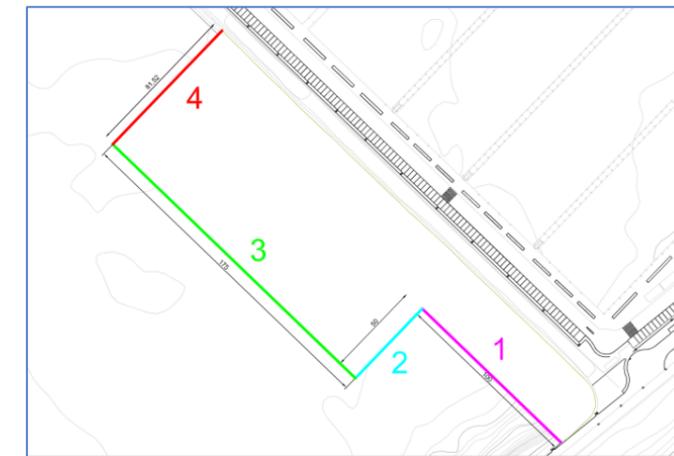


Figura 10. Alineaciones del muelle

- **Tareas previas**

- **Planta de Hormigón**

Se prevé la instalación de una planta hormigonera en el mismo Puerto para que posibilite y agilice las labores de fabricación de los bloques y demás elementos necesarios para el muelle.

Dada las condiciones del puerto y las características de la obra, no se prevé la realización de un relleno para colocar la planta de hormigón. Se propone un emplazamiento en tierra existente con acceso al mar para que mediante pontonas permita el transporte y colocación de los bloques que se vayan fabricando.



Figura 11. Emplazamiento planta de hormigón

En la zona remarcada, puede establecerse una planta de hormigonado para la obra, al existir una explanada inutilizada con un área suficiente, del orden de los 800 m² para poder albergar esta infraestructura y cumplir con un mínimo de 5,00 metros de calado.

La planta constará de silo de cemento, de silo de agua dulce. Se dispondrá de acopios de áridos en la cercanía de la planta.

- **Demolición puntual diques**

En el presente Proyecto se contempla la excavación de 4.039,66 m³ de escollera existente en el talud del dique de Levante y talud de Marina Salinas.

- **Dragado de la dársena**

Simultáneamente a la tarea de demolición, se dragará la zona de la dársena hasta la cota - 9,00 m. Se dispondrá un talud 4H:3V

- **Cargaderos**

Se puede prever la disposición de 4 cargaderos cercanos a la planta de hormigón y explanada de materiales, con el fin de poder agilizar labores de carga de gánguiles con materiales terrestres o carga/descarga de bloques mediante grúa sobre pontona

- **Muelle**

El atraque para buques está constituido por cuatro alineaciones tal y como se refleja en la *figura 15*. Se procederá a construir sucesivamente por alineaciones.

El contorno que forma la explanada se completa mediante la colocación perimetral del muro de bloques y los taludes de los diques existentes al norte (Marina Salinas) y al este (Levante).

El muelle cuenta con un calado variable en la dársena, y un calado mayor a los 8,65 metros en la zona de atraque, garantizando la operatividad del buque crucero de diseño y más grandes existentes en el mercado europeo en este momento.

La estructura del muelle está formada por bloques prefabricados de hormigón en masa y de una viga cantil de hormigón armado. Se colocarán en total de 82 bloques de 3,50 x 5,00 x 5,00 m, sobre banqueta. Encima de estos, 55 bloques de dimensiones 2,50 x 3,00 x 7,50 m. Sobre estos, 41 bloques de dimensiones 2,00 x 2,00 x 10,00 m. Coronando la estructura se coloca un total de 41 vigas cantiles de dimensiones 1,50 x 1,50 x 10,00 metros.

La profundidad del dragado de la zanja para cimentación de las estructuras, debe alcanzar la cota -9,30 m. La zanja de dragado presenta una anchura variable a lo largo de la traza del muelle.

El material dragado, se verterá en el lugar que designe la Dirección de las obras, ya sea en el lugar de relleno, o en la explanada de materiales dispuesta siempre y cuando cumpla con una mínima calidad.

Sobre esta base se construye una banqueta de 1,80 metros de altura media, con bermas de 2,50 metros y 1,00 metro, en el lado del mar y en el lado de tierras respectivamente. Dicha banqueta está formada por un núcleo de escollera de 50 a 100 kg y sobre esta pegada a la base del muro, un bloque de guarda de sección 1,00 x 0,30 m que proteja la estructura de posibles socavaciones y descalces por la acción de las hélices de los buques. El material de escollera será de aportación. Se debe contemplar adecuar el ritmo de transporte del material desde cantera directamente con el de puesta en obra.

El primer bloque de base se fondea a la cota -7,50 m, tras haber enrasado la banqueta con grava de menor tamaño con un sobreecho respecto a la manga del muro de bloques de un mínimo de 0,15 m y máximo de 0,35 m de cada lado, con el fin de garantizar su correcta cimentación.

La berma del lado de tierra se cubre en su totalidad con un material de filtro para evitar la contaminación del trasdós con finos.

Los bloques tienen eslora variable, como se ha especificado, y se distribuirán a lo largo de la traza. Se deberá respetar en su colocación la verticalidad del paramento en la línea de atraque.

Todos los bloques son transportables y pueden serlo mediante grúa sobre medios auxiliares marítimos como pontonas, teniendo un peso inferior a las 200 t y se manipularán gracias a las asas dispuestas en ellos.

La estructura del cantil está constituida por una viga de hormigón de 10,00 m de eslora y 1,50 x 1,50 m de sección coronando a la cota +2,00m, sin vuelo apreciable.

Esta tipología de superestructura se extiende a lo largo de toda la alineación de los muelles.

Sobre el cantil del muelle se disponen defensas tipo YGCH 1450 simples, con escudo de 1,50 x 1,50 m sujetas mediante anclajes y cadenas, con una separación de 12,00 m.

Asimismo la superestructura lleva alojados bolardos de 100 t de tiro nominal, dispuestos en general cada 25,00 m, sujetos mediante anclajes y armadura de refuerzo en la superestructura.

Las 2 monoboyas dispuestas constarán de un flotador cilíndrico de 3 metros de radio, y de cadenas que lo unan al muerto enterrado 1,00 metro por debajo de la cota del fondo en el punto de colocación. El muerto tendrá unas dimensiones de 5,00 x 4,00 x 2,00 m.

- **Explanada**

En el interior del perímetro se rellena la explanada de servicio para la terminal de 17.275 m².

Hasta alcanzar la superficie, se procede a efectuar rellenos de cuatro tipos: relleno del trasdós, relleno general, relleno de coronación de la explanada y paquete de pavimento. Únicamente considerando aquí los dos primeros.

Los trabajos de relleno comienzan antes de haber cerrado el perímetro de la explanada, por lo que se puede recurrir al uso barreras físicas que eviten fugas de material en las zonas de relleno. Una vez se haya realizado todo el vertido de material dragado utilizable en relleno general, se procederá al relleno general por medios terrestres, simultáneamente con el relleno de trasdós, el cuál irá separado del primero mediante un geotextil.

El trasdós de los bloques está protegido por un relleno de pedraplén, coronado a la cota +0,00 metros en los 10,50 metros contiguos desde dónde se inicia el talud con una pendiente 1H: 1V hasta el terreno natural.

El material considerado como relleno general será material procedente de dragado con características de relleno general (ángulo de rozamiento mínimo 30° y preferiblemente 35°) o bien material procedente de préstamos que cumpla los requerimientos para relleno general. La cota de relleno por lo general será por lo general +0,00 m.

Se considera que el material granular de dragado sólo precisará labores de extensión y perfilado para cumplir las condiciones del relleno general.

Sobre el relleno general y de trasdós se dispone una capa llamada relleno de coronación, con las características indicadas posteriormente. El espesor de este relleno será variable, con el fin de que, al colocar las capas de firme superficial, adquiera la pendiente necesaria para aguas pluviales.

- **Medidas de control de vertido**

Se tendrá previsto en la realización de la obra un estricto control de vertidos y disposición de barreras antiturbidez. Con ello se evitará que ciertos fangos removidos lleguen a causar problemas de aterramiento cercanos a la bocana o afecten a la batimetría del puerto. Además será positivo para las especies acuáticas de la zona.

Las barreras antiturbidez son de flotación sólida dotada de una cortina geotextil recomendada para su uso en áreas donde se realicen trabajos de obra civil en aguas protegidas y con poco oleaje (puertos, astilleros, presas...).

11. DIMENSIONAMIENTO DE LAS OBRA. MÉTODOS DE CÁLCULO Y RESULTADOS OBTENIDOS

Para efectuar el diseño de la obra de atraque se han tenido en cuenta las siguientes normas y recomendaciones:

- *R.O.M. 0.0: Procedimiento general y bases de cálculo en el proyecto de obras marítimas y portuarias.*
- *R.O.M. 2.0-11: Recomendaciones para el proyecto y ejecución de obras de atraque y amarre.*
- *R.O.M 0.5-05: Recomendaciones geotécnicas para el proyecto de obras marítimas y portuarias.*
- *R.O.M. 3.1-99: Recomendaciones para el proyecto de la configuración marítima de los puertos; canales de acceso y áreas de flotación.*
- *R.O.M. 0.2-90: Acciones en el proyecto de obras marítimas y portuarias.*
- *NCSE-02: Norma de Construcción Sismorresistente.*

11.1. DIMENSIONAMIENTO ELEMENTOS DE ATRAQUE Y AMARRE

En *el Anejo 10* se procede al cálculo de las defensas y bolardos necesarios para la operación del buque de diseño previsto, de acuerdo con los criterios de la *ROM 2.0-11*.

- **Atraque**

Mediante la energía desarrollada en el atraque se determina el modelo de defensa idóneo para absorber esta energía de 72,90 t.m.

- **Amarre**

Los tiros de amarre considerados para elementos de amarre están, en este Proyecto Básico, únicamente ligados a las dimensiones del buque, despreciando acciones climatológicas, por las condiciones de abrigo.

Por lo tanto, de acuerdo con la *ROM 2.0-11* y en función del buque de diseño, se determina que los bolardos han de resistir un tiro nominal de 80 t, mientras que la monoboya ha de resistir 90 t.

11.2. DIMENSIONAMIENTO DEL MUELLE DE GRAVEDAD

En el presente Proyecto se ha procedido a la verificación de la seguridad de la estructura que conforma el muelle frente a los modos de fallo descritos en apartados anteriores de este documento.

Para ello, cada uno de los modos de fallo se comprueba en condiciones de trabajo a las que va a ser sometido durante su vida útil previsiblemente y son las siguientes:

- **Situación C1**

Incluyen los estados de proyecto habituales, en los cuales la obra presta el servicio para el que ha sido concebida. Con esta verificación se pretende verificar la estabilidad de la estructura ante condiciones operativas de embarque/desembarque de pasajeros, carga/descarga de elementos de avituallamiento. Los agentes del medio físico exterior no serán considerados por las buenas condiciones climatológicas y la no consideración de procesos sísmicos en este supuesto.

Los factores existentes que actúan simultáneamente en estas condiciones de trabajo son:

- Uso y explotación
 - Estacionamiento y Almacenamiento en área de Operación (Con dos hipótesis expuestas posteriormente), incluyendo:
 - Equipo de movilidad para pasarela
 - Pasarela
 - Equipos de movilidad no restringida de carga/descarga
- Terreno
- Gravitatorios

- **Situación C2**

Los agentes del medio físico exterior no serán considerados por las buenas condiciones climatológicas. Los factores existentes que actúan simultáneamente en estas condiciones de trabajo son:

- Uso y explotación
 - Estacionamiento y Almacenamiento en área de Operación (Con dos hipótesis expuestas posteriormente), incluyendo:
 - Equipo de movilidad para pasarela
 - Pasarela
 - Equipos de movilidad no restringida de carga/descarga
- Terreno
- Medio físico

- Acción sísmica
 - Gravitatorios

La forma de obtener cada tipo de combinación de carga es definida en la *ROM 0.5-05* y *ROM 2.0-11*.

Con todo ello, los coeficientes de seguridad a cumplir para la verificación del ELU son los siguientes:

Modo de fallo	Clase	C1	C2
Deslizamiento	EQU	1,30	1,10
Vuelco Rígido	EQU	2,00	2,00
Hundimiento	GEO	3,00	1,80

Tabla 6. Coeficientes de seguridad ELU

Los coeficientes de seguridad más desfavorables obtenidos, escogiendo una de las dos hipótesis de sobrecarga expuestas, se muestran en el cuadro siguiente:

Situación	Verificación	Coeficiente obtenido	Coeficiente mínimo
C1	Deslizamiento	3,88	1,30
	Vuelco Rígido	5,27	2,00
	Hundimiento	5,66	3,00
C2	Deslizamiento	3,1	1,10
	Vuelco Rígido	4,3	2,00
	Hundimiento	7,6	1,80

Tabla 7. Resultado de coeficientes según situación.

Como puede apreciarse todos los coeficientes de seguridad son inferiores a los indicados en la normativa.

12. ESTUDIO DE DISPONIBILIDAD DE MATERIALES

Las obras que comprende el presente *Proyecto* emplean como materiales de construcción tanto productos obtenidos de las obras de dragado como materiales provenientes de cantera.

A modo de síntesis, el balance de materiales resultantes del dragado queda de la siguiente forma:

DESTINO	VOLUMEN (m ³)
Volumen dragado y excavado	22.431,66
Volumen usado en relleno	22.431,66

Tabla 8. Volúmenes de dragado.

Dado que el material de dragado extraído es insuficiente para ejecutar completamente el relleno general de la explanada, éste deberá completarse con material granular adecuado de aportación externa. Además, se precisan otros materiales de aportación como:

MATERIAL	DESTINO	CANTIDAD
Escollera 50-100 kg	Banqueta Obra de atraque	10.958,74 m ³
Pedraplén	Relleno de trasdós	47.620,26 t
Terreno granular	Relleno general	42.041,00 m ³

Tabla 9. Materiales necesarios para ejecución de obra.

13. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

En el estudio de Seguridad y Salud se establecen las directrices para la prevención de riesgos de accidentes laborales, de enfermedades profesionales y de daños a terceros. Asimismo se fijan las instalaciones de sanidad, higiene y bienestar de los trabajadores durante la construcción de la obra, todo ello siguiendo lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Los medios de protección e higiene deberán ser estudiados en el correspondiente Proyecto de construcción. Se ha estimado que su presupuesto a lo largo de todas las fases de la obra será de 60.000 €

14. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

El Estudio de Gestión de residuos contempla la identificación, cuantificación de cantidades, las medidas para la prevención de la generación, separación, clasificación y recogida selectiva así como las operaciones de gestión a las que serán destinados los residuos que se generen como consecuencia de desmontajes y demoliciones así como los residuos sobrantes de materiales de

ejecución de la obra y los residuos de envases y embalajes de dichos materiales, en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero.

Dicho estudio será incluido en un Proyecto posterior, y su coste en toda la obra completa se prevé que sea de 15.000€

15. PLAN DE OBRA Y PLAZO DE EJECUCIÓN

En el presente Proyecto se establece un plan de obra mediante el cual se ha estimado un plazo para la ejecución de la totalidad de la obra de 6 meses de acuerdo con los rendimientos determinados y las mediciones establecidas en el presente Proyecto.

16. PRESUPUESTO

16.1. MEDICIONES PRINCIPALES Y COSTE PARCIAL

UNIDAD DE OBRA	MEDICIÓN	IMPORTE PARCIAL
Dragado	22.431,66 m ³	134.852,71 €
Hormigón de bloques	11.789,08 m ³	928.154,27 €
Escollera de banquetta	10.958,75 m ³	116.272,34 €
Pedraplén de trasdós	47.620,26 t	343.342,07 €
Defensa tipo YGCH 1450	15 ud.	355.265,25 €

Tabla 10. Principales mediciones e importe parcial.

16.2. PRESUPUESTO

Una vez aplicados los precios a las mediciones de las distintas unidades de obra, se obtiene un Presupuesto de Ejecución Material de tres millones siete mil doscientos veintiocho euros con cuarenta y tres céntimos (3.007.228,43€). Aplicando a esta cifra los porcentajes del 13% de gastos generales y 6% de beneficio industrial se obtiene el presupuesto de inversión, que asciende a la cantidad de tres millones quinientos setenta y ocho mil seiscientos un euros con ochenta y cuatro céntimos (3.578.601,84€). Si a esta cifra se le aplica el correspondiente 21%

de IVA se obtiene el Presupuesto de Ejecución por Contrata que asciende a la cantidad de cuatro millones trescientos treinta mil ciento ocho euros con veintitrés céntimos (4.330.108,23 €).

17. PROPUESTA CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

En función de las características de la obra proyectada y en concordancia con lo dispuesto en la *O.M. de 28 de Marzo de 1968, modificada por la O.M. de 28 de Junio de 1991*, se propone que en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares que rija la licitación, se exija a los posibles licitadores que acrediten la siguiente clasificación:

- Grupo: F (marítimas)
- Subgrupos: 1 (dragados), 2 (escolleras) y 3 (bloques de hormigón)
- Categoría: f (anualidad media superior a 2,4 millones de euros)

18. PROPUESTA DE FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

Dado que el importe y el plazo de ejecución de las obras que se proyectan exceden de los mínimos establecidos, se propone la adopción como fórmulas polinómicas de revisión de precios la del tipo 6 para las estructuras de obra marítima como la desarrollada.

- *Fórmula tipo 6* (Obras con predominio del coste de las estructuras de hormigón armado y/o pretensado, ambos con cuantías elevadas. Obras con predominio, simultáneo, de los costes de las estructuras de hormigón armado y/o pretensado, ambos con cuantías elevadas, y de los costes de estructuras mixtas y/o estructuras metálicas. Diques y muelles de cajones. Muelles de pilotes):

$$K = 0.30 \cdot H_T / H_0 + 0.08 \cdot E_T / E_0 + 0.13 \cdot C_T / C_0 + 0.34 \cdot S_T / S_0 + 0.15$$

Siendo:

- K_T : Coeficiente teórico de revisión para el momento de ejecución t.
- H_0 : Índice de coste de la mano de obra en la fecha de licitación.
- H_T : Índice de coste de la mano de obra en la fecha de ejecución t.
- E_0 : Índice de coste de la energía en la fecha de licitación.

- E_T : Índice de coste de la energía en la fecha de ejecución t.
- S_0 : Índice de coste de materiales siderúrgicos en la fecha de licitación.
- S_T : Índice de coste de materiales siderúrgicos en la fecha de ejecución t.
- C_0 : Índice de coste del cemento en la fecha de licitación.
- C_T : Índice de coste del cemento en la fecha de ejecución t.
- L_0 : Índice de coste de los ligantes bituminosos en la fecha de licitación.
- L_T : Índice de coste de los ligantes bituminosos en la fecha de ejecución t.

19. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

ANEJO 1.- SITUACIÓN ACTUAL

ANEJO 2.- TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA

ANEJO 3.- PLANIFICACIÓN Y SITUACIÓN VIARIA

ANEJO 4.- DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA

ANEJO 5.- ESTUDIO GEOTÉCNICO

ANEJO 6.- ESTUDIO DE DEMANDA

ANEJO 7.- CLIMA MARÍTIMO

ANEJO 8.- ESTUDIO DE MANIOBRAS

ANEJO 9.- ESTUDIO DE SOLUCIONES

ANEJO 10.- CÁLCULO DE LA OBRA DE ATRAQUE

ANEJO 11.- DEFINICIÓN DE ELEMENTOS AUXILIARES DE LA OBRA DE ATRAQUE

ANEJO 12.- ESTUDIO DE DRAGADO

ANEJO 13.- PROCEDENCIA DE MATERIALES

ANEJO 14.- PLAN DE OBRA

DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

- 1.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
- 2.- BATIMETRÍA Y TOPOGRAFÍA
- 3.- PLANTA GENERAL DE LA OBRA
- 4.- PLANTA GENERAL DEL MUELLE
- 5.- PLANTA SITUACIÓN SECCIONES TIPO
- 6.- SECCIONES TIPO
- 7.- CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES DE LOS BLOQUES Y VIGA CANTIL
- 8.- DETALLES ELEMENTOS DE MANIPULACIÓN DE LOS BLOQUES
- 9.- REPLANTEO DRAGADO
- 10.- REPLANTEO BANQUETA
- 11.- REPLANTEO BLOQUES MUELLE
- 12.- PLANTA PERFILES DE DRAGADO
- 13.- PERFILES DE DRAGADO (1)
- 14.- PERFILES DE DRAGADO (2)

15.- PLANTA PERFILES DE RELLENO

16.- PERFILES DE RELLENO (1)

17.- PERFILES DE RELLENO (2)

18.- PERFILES DE RELLENO (3)

DOCUMENTO Nº 3: PRESUPUESTO

MEDICIONES

CUADRO DE PRECIOS Nº1

PRESUPUESTOS PARCIALES

PRESUPUESTO GLOBAL