

ANEJO 7

ESTUDIO DE SOLUCIONES

ÍNDICE

1.Objeto.	3
2.Descripción de los agentes condicionantes.	4
2.1. Valoración y ponderación de los distintos agentes	4
3.Análisis de alternativas.	6
3.1. Situación.....	6
3.1.1. Alternativa 1: Trasdós del contradique.....	6
3.1.1. Alternativa 2: Nueva obra de abrigo.....	7
3.1.3. Valoración de las alternativas para la situación del muelle	8
3.2. Tipología de Obras de Atraque.	9
3.2.1. Muelle de cajones.	9
3.2.2. Muelle de bloques	10
3.2.3. Muelle de bloques de hormigón sumergido.....	11
3.2.4. Muelles pantalla.....	12
3.2.5 Valoración de las alternativas para la obra de atraque.	13

1.Objeto.

El objetivo del anejo se sitúa en la descripción, evaluación y posterior elección de la localización del muelle de forma que se escoja la solución óptima en referencia a varios condicionantes que se describirán en apartados posteriores.

Para el análisis y valoración de los condicionantes, se propondrá un análisis multicriterio en el que la tipología escogida se tratará con el mayor criterio y objetividad posible. Este método se muestra muy eficaz ante toma de decisiones sobre todo en fases iniciales de proyecto haciéndolo idóneo para el alcance de este trabajo.



2.Descripción de los agentes condicionantes.

Como se ha mencionado anteriormente, la elección de la tipología vendrá determinada en función de varios criterios que son los siguientes:

- **Económicos.** Factor indispensable a la hora de tomar decisiones sobre las diversas soluciones posibles. Es muy variable entre las distintas soluciones que se pueden tomar como se verá a continuación debido a la variabilidad de materiales, disponibilidad de los mismos o proceso constructivo.
- **Ambientales.** Toda obra posee un impacto en el entorno el cual se tratará de minimizar dada la delicadeza del entorno marino.
- **Estructurales.** Se basan en el funcionamiento de la estructura junto con el mayor o menor grado de complejidad de cálculo de la misma.
- **Funcionales.** Trata de ejemplificar como las distintas alternativas casan con las necesidades descritas en anteriores anejos.
- **Constructivos.** Responde ante la gran variabilidad de métodos constructivos existentes y considerar la facilidad de construcción de cada una de las mismas.

2.1. Valoración y ponderación de los distintos agentes

A cada criterio descrito en el apartado anterior se le asigna una puntuación comprendida entre 1 y 5 la cual se refleja en la tabla siguiente:

VALORACIÓN	PUNTUACIÓN
Muy malo	1
Malo	2
Aceptable	3
Bueno	4
Muy Bueno	5

Además de una valoración, a cada agente condicionante se le otorgará un coeficiente que trata de ponderar la importancia de cada criterio respecto al resto de los mismos. La ponderación adopta valores comprendidos entre el 1 y el 10 los cuales se adjuntan en la Tabla siguiente.

CRITERIO	PONDERACIÓN
Economía	9
Ambiental	7
Estructural	5
Funcional	5
Constructivo	7

Las anteriores ponderaciones de los distintos criterios proceden de distintos argumentos objetivos los cuales son expuestos a continuación.

Al aspecto económico se le otorga una ponderación de 9 dado que este es uno de los puntos más importantes de cualquier obra puesto que, además de ser funcional, cualquier proyecto ha de ser viable económicamente.

Respecto al criterio medioambiental se le ha otorgado un valor de 7 debido a, como se ha mencionado anteriormente, ligeras afecciones en el entorno marino pueden traer importantes consecuencias en el mismo.

Se le ha otorgado un coeficiente de ponderación de 5 puntos al criterio estructural dado que este no se pretende que sea definitivo para la elección de la alternativa. Esto se debe a que se presupone que todas las soluciones que se planteen sean eficientes desde un punto de vista estructural.

Del mismo modo que el caso anterior, toda solución responderá a las necesidades expresadas en los anejos anteriores de forma que no se pretende que sean definitivas a la hora de la elección de alternativas.

Los distintos métodos constructivos están íntimamente ligados con el precio de la obra tanto por uso de materiales, disponibilidad como por la viabilidad de los distintos métodos de construcción, a este agente se le ha otorgado un valor de 7 puntos.

3. Análisis de alternativas.

3.1. Situación

Para definir el lugar exacto en el que se va a situar la obra se plantean dos posibles soluciones. La primera es situarlo en las instalaciones ya existentes, así como la segunda es crear nuevas instalaciones para acoger la terminal.

3.1.1. Alternativa 1: Trasdós del contradique.

Se propone localizar la obra en el trasdós del contradique, colindante al denominado muelle Serpis. Esta solución posibilita la fácil salida de pasajeros dado que, actualmente, se está construyendo un acceso Sur al puerto por la denominada playa Venecia tal y como se puede apreciar en la *Figura 1*. Este acceso consta de un puente que salva el río Serpis de forma que facilitaría el traslado de pasajeros hasta la ciudad dado que, además de poder salir del puerto de una forma más rápida, también sería más segura dado que se atravesarían menos instalaciones industriales como las que se encuentran en el muelle citado con anterioridad. Se lograría también una mejor percepción estética del pasajero por lo mencionado anteriormente.

Sin embargo, cabe mencionar, que esta solución afectaría ligeramente a la longitud de atraque que posee ahora mismo el muelle existente (300 m.) explotado actualmente por la empresa Navarro y Boronad S.L.

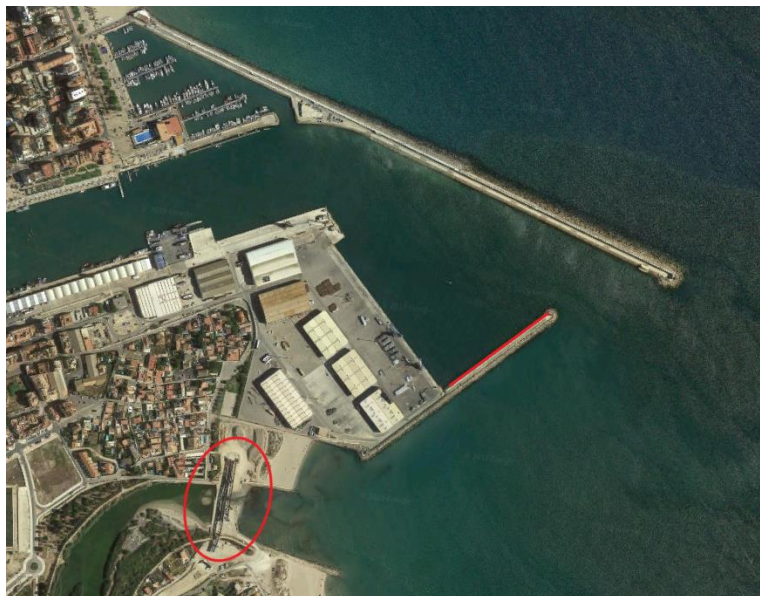


Figura 1. Posible situación del muelle y nuevo acceso al puerto. (Fuente: Elaboración propia).

Se recomienda en la ROM 2.0-11 “Recomendaciones para el proyecto y ejecución de obras de Atraque y Amarre (Tomo I)” que la longitud de atraque sea de, al menos, la longitud del buque, siendo la misma de 181 m y la longitud del contradique de 230 m, hay espacio suficiente para la construcción del mismo. Además, el calado en la zona es del orden de los 10 m cumpliendo también con los requisitos necesarios.

3.1.1. Alternativa 2: Nueva obra de abrigo.

Esta solución se basa en la construcción del muelle en el intradós del contradique creando del mismo modo un nuevo dique de abrigo de forma, tal y como se puede apreciar en la *Figura 2* que se abriguen las aguas que conformarían la nueva dársena a la que accederían los navíos. La nueva dársena tendría que tener, como mínimo las características geométricas descritas en el *Anejo 6. Estudio de la maniobra de parada* para permitir el atraque del mismo.

No obstante, esta alternativa, a pesar de no afectar al muelle existente sí que supone una gran ampliación de las instalaciones ya existentes encareciendo así la obra. La salida de los pasajeros se efectuaría por el mismo acceso en construcción que se ha mencionado en el apartado anterior.

Cabe mencionar que la APV tiene previsto crear en esa misma zona un muelle comercial que difiere de los objetivos que posee el presente proyecto de este modo, se podrían llevar a cabo los dos proyectos tanto la terminal de cruceros como la ampliación comercial.

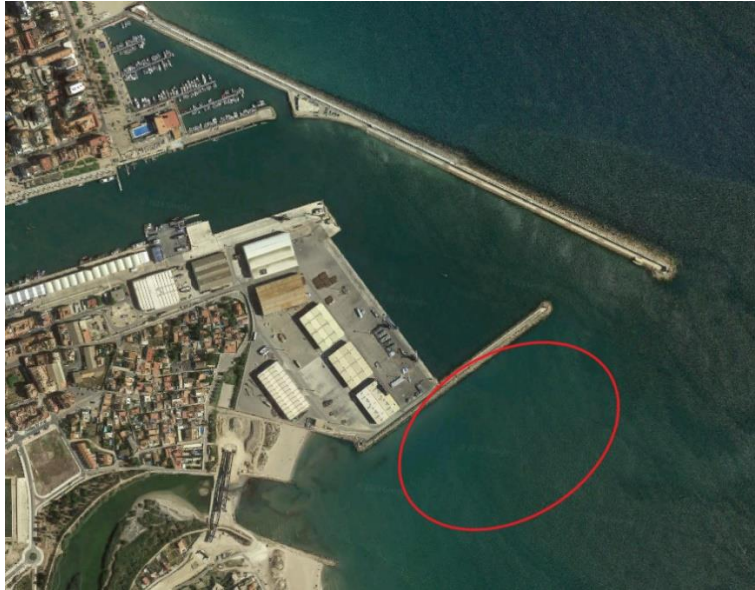


Figura 2. Situación de la posible nueva dársena del puerto de Gandía

3.1.3. Valoración de las alternativas para la situación del muelle

Una vez presentadas las dos alternativas posibles para determinar la situación de la obra a proyectar se procede a la valoración de las mismas para determinar cuál es la solución óptima.

Criterio	Ponderación	ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2	
		Valor	Ponderado	Valor	Ponderado
Económico	9	5	45	2	18
Ambiental	7	3	21	3	21
Estructural	5	4	20	2	10
Funcional	5	3	15	3	15
Constructivo	7	3	21	1	7
		TOTAL	122	TOTAL	71

Figura 3. Matriz multicriterio para el análisis de las posibles situaciones de la obra.

De este modo, tal y como se puede apreciar en la Figura anterior la solución óptima para la obra es la denominada Alternativa 1 situando así la obra en el trasdós del contradique.

3.2. Tipología de Obras de Atraque.

Existen un gran tipo de obras de atraque que varían en función de las necesidades y de las condiciones de partida como puedan ser el terreno, el calado disponible etc.

Las alternativas propuestas responden tanto a la creación de la línea de atraque como la plataforma para el desembarque de pasajeros y avituallamiento de los cruceros; es por ello que se descartarán tipo pilotes puesto que la complejidad de cálculo y ejecución es mayor y una solución de tipo muelles de base, será más deseable que las anteriores. Se estudiarán alternativas de tipo muelles de gravedad y muelles pantalla, especialmente.

3.2.1. Muelle de cajones.

Esta tipología responde a un muro formado por cajones, ya sea de hormigón armado o bien pretensado, apoyados sobre una banqueta los cuales, debido a su peso, puedan soportar los empujes sobre su trasdós que el terreno les provoca.

Los cajones normalmente tienen formas paralelepípedicas con huecos en su interior para el aligeramiento del mismo y que, posteriormente, serán rellenos para el fondeo del mismo. Son capaces de transmitir a la banqueta cargas que en punta pueden llegar a los 0,7 MPa. Normalmente, debido a su gran costo, se emplean en grandes calados dado que el puntal de los mismos suele oscilar entre los 12 y los 25 m. de altura.



Figura 4. Esquema de un muelle de cajones. (Fuente: Guía de buenas prácticas para la ejecución de obras marítimas. Puertos del Estado).

Los muelles de cajones requieren de las siguientes operaciones para su construcción, algunas de ellas determinantes para la elección de esta tipología.

- Dragado en zanja y mejora del terreno en caso de ser necesario.

- Ejecución de la banqueta de cimentación→ Tiene por función distribuir de forma uniforme las cargas mediante un apoyo lo más horizontal posible del cajón. Consta de escollera de 25 a 100 kg.
- Enrase de la banqueta→ Garantiza la horizontalidad de los cajones.
- Fabricación, colocación y fondeo de los cajones→ Como se ha mencionado anteriormente los cajones normalmente poseen grandes dimensiones alcanzando mangas cercanas a los 20 m y esloras muy variables dependiendo del método de construcción. Los cajones se ejecutan mediante cajoneras que pueden estar en el mismo puerto o bien que los cajones sean transportados hasta el puerto de destino; requieren condiciones climáticas muy restrictivas. Las operaciones de fondeo se realizan en aguas abrigadas.
- Relleno del trasdós→ Las características del material de relleno, ángulo de rozamiento interno, densidad, permeabilidad... son claves para la correcta estabilidad, garantizando así un buen comportamiento; para ello se controlarán tanto la granulometría como el contenido en finos del relleno.
- Filtro y relleno general.
- Superestructura→ Sólo puede ser realizada una vez se han trasdosado los cajones y se han estabilizado los posibles movimientos ocasionados por los empujes.
- Pavimento.

3.2.2. Muelle de bloques

Al igual que los anteriores, se trata de bloques paralelepípedicos que pueden ser o macizos o huecos para aligerar los mismos. También constan de una banqueta de todo-uno o escollera convenientemente enrasada.

Se utilizan en calados inferiores a los 15 metros, como es el caso, situando los bloques a tresbolillo o con un ligero retranqueo de unos bloques respecto otros.

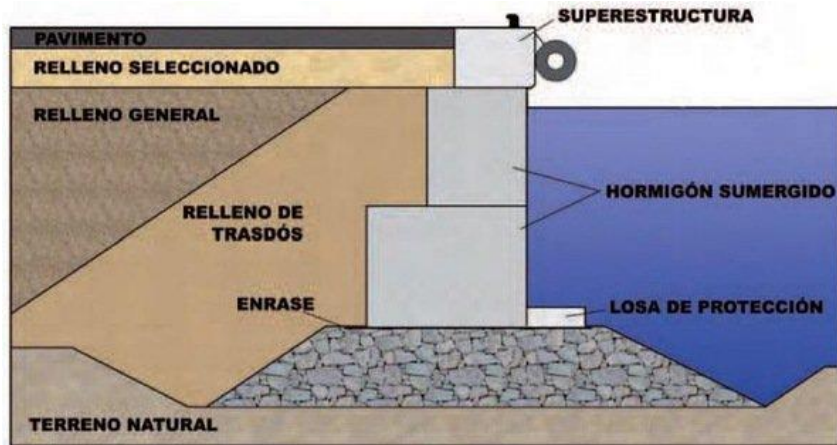


Figura 5. Esquema muelle de bloques. (Fuente: Guía de buenas prácticas para la ejecución de obras marítimas. Puertos del Estado).

Las operaciones requeridas para su construcción son las siguientes, siendo algunas compartidas con las descritas anteriormente:

- Dragado y mejora del terreno en caso de ser necesario.
- Ejecución de la banquetta y enrase → Al realizarse en calados inferiores a los cajones, en ocasiones se pueden llevar a cabo las operaciones desde tierra mediante grúas reduciendo así los costes.
- Fabricación y acopio de los bloques → Se deberá controlar de forma exhaustiva las características del hormigón, baja relación A/C y consistencia seca, requiriendo para su colocación el uso de cintas, vertido directo etc.
- Colocación de los bloques → Se ha de diseñar la operación con sumo cuidado, tanto el posicionamiento de la grúa como la secuencia de colocación, comprobando también que no se producen aterramientos de la grúa y registrando la situación de cada bloque.
- Relleno, superestructura y pavimento.

3.2.3. Muelle de bloques de hormigón sumergido.

Se trata de una tipología basada en bloques de hormigón en masa hormigonados *in situ* los cuales requieren de condiciones muy limitantes como terrenos con alta capacidad portante y baja deformabilidad, aguas abrigadas, ambientes no agresivos químicamente,

calados inferiores a los 10 m. y falta de espacio tanto para parque de bloques como para su transporte y colocación.

El proceso constructivo presenta grandes diferencias con los expuestos anteriormente, siendo el mismo el siguiente:

➤ Actividades iniciales→ Se deberán de prever las operaciones de encofrado dado que los mismos pueden llegar a tener un plazo de entrega de hasta 2 meses. Además, se deberán de coordinar con las operaciones de los buzos de modo que suelen encarecer la obra. Además, se deberá de realizar una banqueta de escollera dada la presencia de materiales sueltos en el fondo además de dosificar un hormigón con características de bombeabilidad, consistencia entre fluida y plástica y TMA de 25 mm.

➤ Encofrado→ Bien pueden ser perdidos o a 2,3 o 4 caras, siendo preferibles los encofrados con caras pares puesto que así, se permite que sendas caras se arriostren o atiranten.

➤ Hormigonado→ Se cuidará de hormigonar cada módulo sin paradas y manteniendo el extremo de la manguera en torno a 20 cm. Además, se deberá limpiar cada tongada entre bloques dado que se pueden generar juntas que comprometan la seguridad del muelle.

➤ Rellenos, superestructura y pavimentos.

3.2.4. Muelles pantalla.

Mientras las estructuras descritas anteriormente funcionan por gravedad, esta tipología resiste los esfuerzos mediante una pantalla, ya sea de hormigón o metálica, empotrada en el terreno, y en su trasdós un sistema de anclaje.

Las pantallas metálicas son adecuadas en terrenos granulares y que presenten facilidad para su instalación mediante hinca mientras, las de hormigón se ejecutan en terrenos no consolidados y presentan una difícil reparación de los paramentos externos además de una gran dificultad para mantener los recubrimientos de las armaduras.

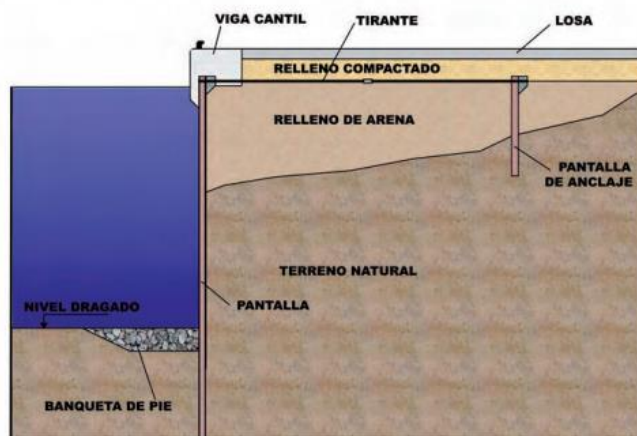


Figura 6. Esquema de una muelle pantalla. (Fuente: Guía de buenas prácticas para la ejecución de obras marítimas. Puertos del Estado).

En la zona en la que se sitúa la obra resulta más práctica la hincа de tablestacas metálicas en lugar de pantallas de hormigón dado su facilidad para ser hincadas en terrenos granulares. Adicionalmente se añade que la hincа puede ser desde métodos terrestres o bien desde medios marinos.

3.2.5 Valoración de las alternativas para la obra de atraque.

A continuación, del mismo modo que se ha procedido en el caso anterior se procede a analizar las alternativas para la elección de la tipología de la obra de atraque, así pues, la matriz es la siguiente.

		ALTERNATIVA 1:CAJONES		ALTERNATIVA 2:BLOQUES		ALTERNATIVA 3: H. SUM.		ALTERNATIVA 4:PANTALLA	
Criterio	Ponderación	Valor	Ponderado	Valor	Ponderado	Valor	Ponderado	Valor	Ponderado
Económico	9	2	18	4	36	2	18	2	18
Ambiental	7	3	21	3	21	3	21	3	21
Estructural	5	3	15	4	20	2	10	3	15
Funcional	5	3	15	3	15	3	15	3	15
Constructivo	7	2	14	2	14	1	7	2	14
		TOTAL	83	TOTAL	106	TOTAL	71	TOTAL	83

Como se puede apreciar en la matriz la alternativa óptima es un muelle de bloques de hormigón dado que además poseer un mejor resultado, ofrece una mayor continuidad con el ya existente muelle de bloques que es el denominado *muelle Serpis*.