

INFRAESTRUCTURAS

(Nivel 1)

2014



INFRAESTRUCTURAS 1

INDICE

0. Introducción a la competencia definida como Infraestructuras.....	3
1. Puerto- Definición.....	5
2. Planificación.....	5
3. Obras de abrigo y su tipología.....	6
3.1. Disposición en planta.....	6
3.2. Secciones tipo.....	8
4. Obras de Dragado.....	11
5. Instalaciones de atraque.....	12
6. Materiales y elementos constructivos.....	21
7. Mapa conceptual.....	25
8. Bibliografía.....	26



0. Introducción a la Competencia definida como Infraestructuras

Definición de la Competencia

Conjunto de conocimientos para la realización del proyecto, seguimiento, control y recepción de infraestructuras portuarias (diques, dragados, instalaciones de atraque.)

Conocimientos y Capacidades definidas para esta competencia:

Conocer la terminología asociada al ámbito de las infraestructuras (gánguil, pontona, cabria, cajonero, núcleo, escollera, hormigón etc.). Tener conocimiento de los tipos de obra civil (diques, dragados, instalaciones de atraque) y su funcionalidad para la operativa portuaria.

Conocer las actividades básicas para la realización de obra civil, los tipos de materiales que se aplican a los distintos tipos de obra y la maquinaria asociada.

Objetivos de aprendizaje:

¿Qué conocimientos y capacidades vas a alcanzar una vez estudiado el contenido del manual?

Conocerás los conceptos básicos relacionados con las infraestructuras portuarias.

Obtendrás conocimiento de los tipos de obra civil y su la funcionalidad de las distintas infraestructuras de la Entidad.

Identificarás las actividades básicas para la realización de obra civil, los distintos tipos de materiales, y la maquinaria empleada.



Resumen de los contenidos del manual

En este manual vas a encontrar la información básica necesaria relacionada con las infraestructuras portuarias.

En primer lugar se exponen las definiciones del puerto desde los puntos de vista general, funcional y físico.

En segundo lugar se describe el sistema de planificación empleado en el desarrollo de las obras portuarias.

En tercer lugar, se describen y detallan los tres elementos básicos de la Infraestructura Portuaria, los Diques, las Obras de Dragado y las Instalaciones de Atraque.

Por último figuran los materiales y elementos constructivos utilizados en las infraestructuras portuarias.



1. Puerto-Definición

Puerto es el conjunto de espacios terrestres, aguas e instalaciones que, situado en la ribera de la mar o de los ríos, reúne condiciones físicas, naturales o artificiales y de organización que permiten el enlace entre los modos de transporte marítimo y terrestre

El Puerto, desde un punto de vista funcional, es una empresa integrada al servicio de buques, mercancías y sistemas terrestres de transporte que conforman un nudo logístico intermodal y una zona de asentamiento de industrias que necesitan de la lámina de agua para su actividad

Desde un punto de vista físico, el puerto necesita aguas abrigadas, tranquilas y profundas e instalaciones de atraque para el intercambio modal de mercancías y pasajeros.

2. Planificación.

Para ubicar un nuevo puerto o ampliar uno existente es necesaria una planificación que desarrolle y detalle todos los elementos constitutivos del puerto y de sus accesos

La planificación se basa en una serie de estudios que conducen al planteamiento de alternativas y a la selección de la más conveniente.

Los estudios de tráfico llevarán a definir las características de los clientes del puerto, el buque y la mercancía y como consecuencia los calados necesarios y las condiciones de las obras de atraque y de sus explanadas.

Estudios del Clima Marítimo y condiciones extremas de mareas corrientes, vientos y oleajes son necesarios para definir las obras de abrigo y los canales de acceso.



Los estudios geotécnicos, de agitación interior, de maniobrabilidad de buques y de su comportamiento en los atraques son necesarios para definir la disposición de las obras de atraque y de las dársenas de maniobra.

Con base en la planificación se redactará un plan director de infraestructuras que se completará con el estudio detallado de todos sus componentes.

Las obras de abrigo, junto con las de dragado y atraque, conforman la trilogía básica de las infraestructuras portuarias.

3. Obras de abrigo

3.1. Disposición en planta

La disposición de los diques de abrigo debe guardar un equilibrio entre limitar la penetración de la energía del oleaje y facilitar la entrada de los buques.

En el caso de radas y bahías parcialmente abrigadas los diques completan el abrigo.

En el caso de costas lineales los diques pueden ser paralelos a la costa o convergentes.

En el primer caso los diques pueden ser exentos o unirse por uno de sus extremos a la costa.

Los diques convergentes forman un ángulo con la costa y entre sus extremos más alejados de ésta se dispone la bocana de entrada.



Diques convergentes disimétricos

La distancia a la costa de los diques paralelos a ésta se adapta a las necesidades de muelles y explanadas; esta disposición facilita la ampliación del puerto y su desarrollo en fases.



Dique paralelo a la costa

En el caso de puertos con superficies de flotación ganadas a la tierra, los diques exteriores que conforman la bocana suelen ser perpendiculares a la costa.



Diques perpendiculares a la costa

3.2. Secciones tipo

Los diques de abrigo pueden ser en talud o rompeolas y verticales o reflejantes.

Los diques rompeolas disipan la energía de las olas rotas y los del segundo tipo reflejan las olas sin rotura ni pérdida de energía.

Diques rompeolas

La sección tipo de los **diques rompeolas** se compone generalmente de un núcleo formado por todo uno de cantera, de diversos mantos de escolleras o bloques y de un manto principal exterior formado por bloques de hormigón en masa paralelepíedicos o por piezas de formas especiales. Entre los mantos se disponen capas filtros que impiden la pérdida de materiales del núcleo y de los distintos mantos.

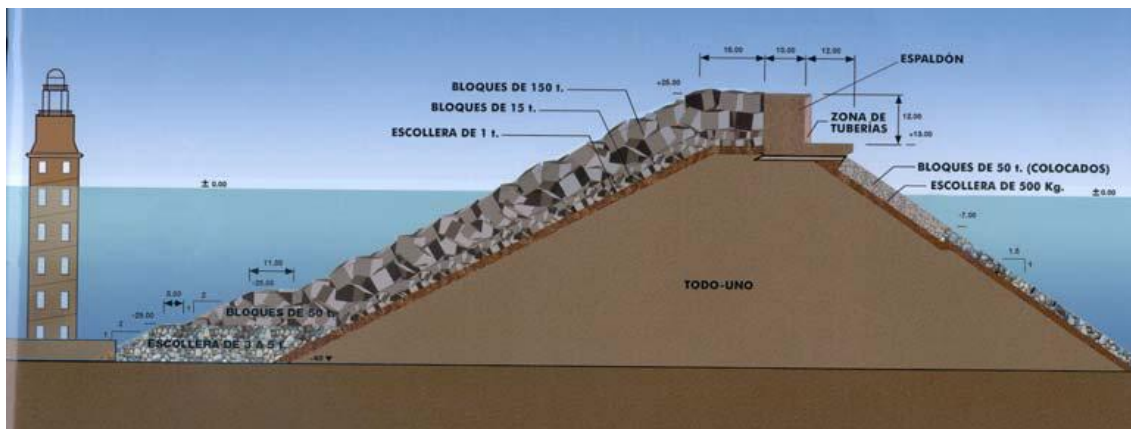


La explotación masiva de una cantera produce un 60% de todo uno con cantos entre 1 y 100 kg y un 15% de escollera con pesos entre 100 y 200 kg.

Las piezas especiales, dolos, tetrápodos o tribares tienen como finalidad la trabazón entre ellos reduciendo el peso en comparación con el de los bloques de hormigón en masa.

El dique se corona con un espaldón que puede ser o no rebasable; en este último caso se pueden disponer muelles adosados al dique

En la figura se puede observar la sección tipo del dique exterior de A Coruña y su comparación con el faro de Hércules.



Sección de un dique en talud

Diques verticales

La sección tipo de estos diques se compone de un monolito formado normalmente por un cajón de hormigón armado con paramentos verticales en el que se reflejan las olas. Entre el cajón y el terreno natural se dispone una banqueta de cimentación de escollera que reparte la carga sobre el fondo,



también pueden disponerse elementos para evitar la socavación y un espaldón de coronación.



Dique vertical

La selección del tipo de dique depende de la naturaleza del terreno, de la existencia de canteras en la proximidad de la obra y de razones económicas y medioambientales entre otras.

A partir de un cierto calado se ha venido utilizando el dique vertical por razones económicas o por dificultad en la obtención de productos de cantera.

Las razones medioambientales desplazan la elección hacia los diques verticales. Como ejemplo puede citarse el dique vertical del puerto de Mónaco. El cajón que forma el monolito se construyó en Algeciras en un dique seco, se llevó remolcado a Mónaco y se instaló fondeado sin contacto con el terreno con un mínimo impacto ambiental.



4. Obras de dragado

Las obras de dragado comprenden las operaciones necesarias para la extracción, transporte y vertido de terrenos situados bajo el agua con el fin de realizar cualquier obra marítima.

La necesidad de aguas profundas para hacer posible la entrada y estancia de los buques, que cada vez tienen mayor porte, lleva consigo la adaptación de la zona de emplazamiento del puerto con obras de dragado.

Un ejemplo característico es el del puerto de Pasajes con un canal de entrada natural y expedito y una bahía abrigada pero colmatada, en su día por las aportaciones de los ríos que desembocan en ella.

Para habilitar el puerto han sido necesarios un intenso dragado de primer establecimiento y continuos dragados de mantenimiento.

En el otro extremo está el caso del Abra del puerto de Bilbao con calados naturales entre 14 y 30 metros pero sin abrigo, que ha sido necesario conseguir mediante diques rompeolas.

En gran parte de los puertos son necesarias obras de dragado tanto para su primer establecimiento con canales de acceso y dársenas de maniobra como para su mantenimiento.

Los parámetros que definen la importancia de estas obras son la naturaleza del terreno a dragar, su volumen y el transporte al lugar de vertido.

La naturaleza del terreno es el aspecto más determinante en relación con los medios a emplear y oscila desde el fango de relativa fácil extracción y difícil vertido hasta la roca de difícil extracción y fácil vertido y en un término medio



las arenas de fácil extracción y vertido. La necesidad de mantenimiento procede de aterramientos por aportación de ríos o corrientes costeras.

La obtención de terrenos para rellenos de muelles y explanadas es otra de las facetas a ser consideradas por las obras de dragado.

Además de las obras de dragado relacionadas con el puerto son muy importantes las de los canales de navegación como Panamá, Suez o Corinto.

Otra de las facetas a ser consideradas en las obras de dragado es su impacto ambiental en el ecosistema marino, tanto en la zona de extracción como en la de vertido.

5. Instalaciones de atraque.

El **muelle** es la instalación de atraque más completa; sus prestaciones son amarre, paramento vertical de contacto con el buque y explanada horizontal para manipulación transporte y almacenamiento de mercancías.

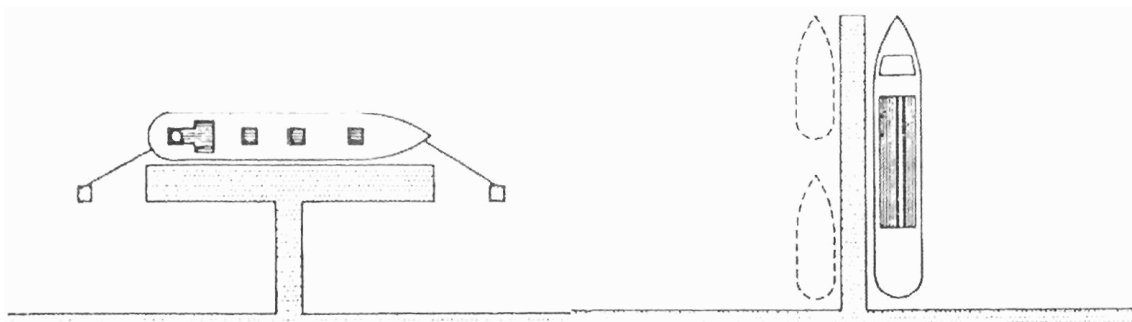
El **duque de alba** es la instalación de atraque más sencilla, es una estructura prácticamente puntual, exenta y separada de la costa que proporciona amarre o apoyo puntual al buque; se compone usualmente de uno o varios pilotes encepados superiormente.



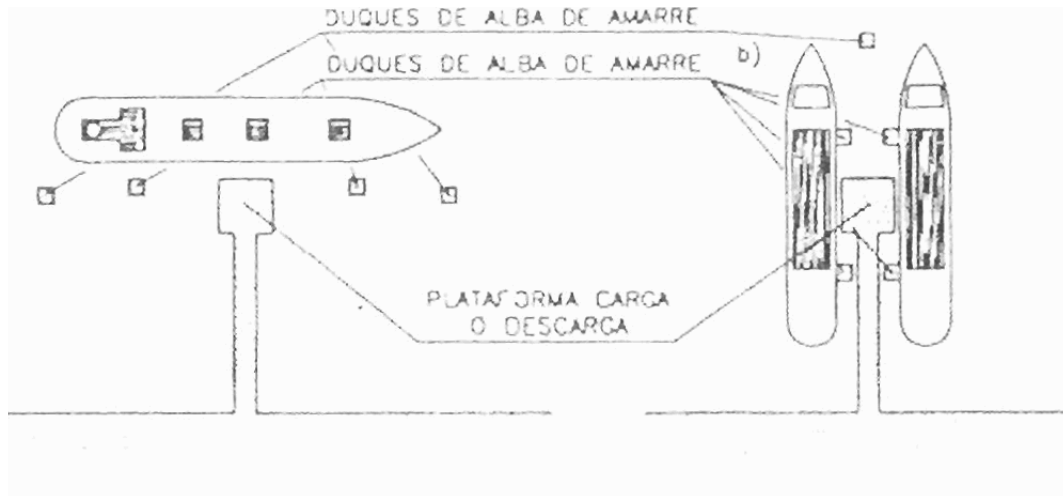
Duque de Alba

Si la explanada horizontal para depósito de mercancías se hace muy estrecha, la instalación se denomina **pantalán**, que se podrá disponer con su dimensión mayor perpendicular o paralela y alejada de la costa, en este caso el enlace con tierra se resuelve con pasarelas para vehículos, conductos o cintas transportadoras.

El pantalán proporciona al buque atraque y amarre.



Si el atraque y amarre se confían a un conjunto de duques de alba la instalación resultante se denomina **plataforma**, que se podrá disponer con independencia de la situación del buque y podrá enlazarse con tierra con pasarelas.



En el caso de los muelles para el tráfico de elementos rodantes, **roll-on roll-off** el contacto con el buque puede ser exclusivamente por proa o popa y confiar el contacto lateral y el amarre a duques de alba; la zona en tierra puede reducirse al enlace directo, o por rampas, del buque con tierra y a un vial para el acceso de vehículos.

Muelles

El diseño de un muelle tiene dos condicionantes fundamentales: su destino y su entorno físico.

El destino del muelle nos lleva a conocer las características de las mercancías que se moverán por él y de los buques que lo frecuentarán.

Con el conocimiento del buque y de las mercancías se podrán definir, por un lado, las características externas del muelle, longitud, calado y altura, superficies de depósito, pavimentos, vías y almacenes, y por otro, las solicitaciones a las que deberá responder, tiro de bolardos, acción sobre las defensas y sobrecarga de uso.

En la definición de las características relacionadas con el destino del muelle, y en su diseño y construcción deben de tenerse muy en cuenta la planificación general del puerto y la explotación concreta del muelle, que deberá estudiarse



en profundidad y con detalle, y no se debe olvidar nunca que el muelle es un medio concreto al servicio del tráfico portuario, siendo el eslabón físico en el enlace tierra-mar.

El conocimiento del entorno físico, mareas, resacas, corrientes, vientos y principalmente el terreno es fundamental para la elección del tipo de muelle más conveniente desde el punto de vista funcional y económico.

La naturaleza del terreno, especialmente a la cota del calado y por debajo de él, puede influir decisivamente en el emplazamiento de los muelles cuando haya libertad para decidir este emplazamiento.

El terreno será el principal condicionante y normalmente el más difícil de conocer.

Una vez estudiados los dos principales condicionantes en el diseño de los muelles, su destino y su entorno físico, pasaremos a desarrollar las clasificaciones de los muelles.

Clasificación por Destino

Tomando como base el destino del muelle, la clasificación puede ser:

- Muelles comerciales, pesqueros, de reparaciones
- Dentro de los comerciales, pueden subdividirse en muelles para graneles líquidos, graneles sólidos, mercancía general, contenedores, pasajeros, y muelles para el tráfico Ro/Ro.

La clasificación por destinos lleva consigo la definición de las dotaciones y servicios que debe tener cada muelle.



Clasificación en función de la contención del relleno

Tomando como base el otro condicionante, que es el entorno físico, y en particular el sistema de contención de tierras, podemos dividir los muelles en tres grandes clases: Muelles de contención, muelles en talud y muelles mixtos.

- **Muelles de contención:** El muelle, con paramento vertical, contiene directamente el terreno.
- **Muelles en talud:** El terreno queda en su talud de equilibrio y la horizontalidad hasta el cantil se establece por medio de una plataforma prácticamente independiente del terreno.
- **Muelles mixtos:** Parte de las tierras quedan en talud libre y parte son contenidas por el muelle.

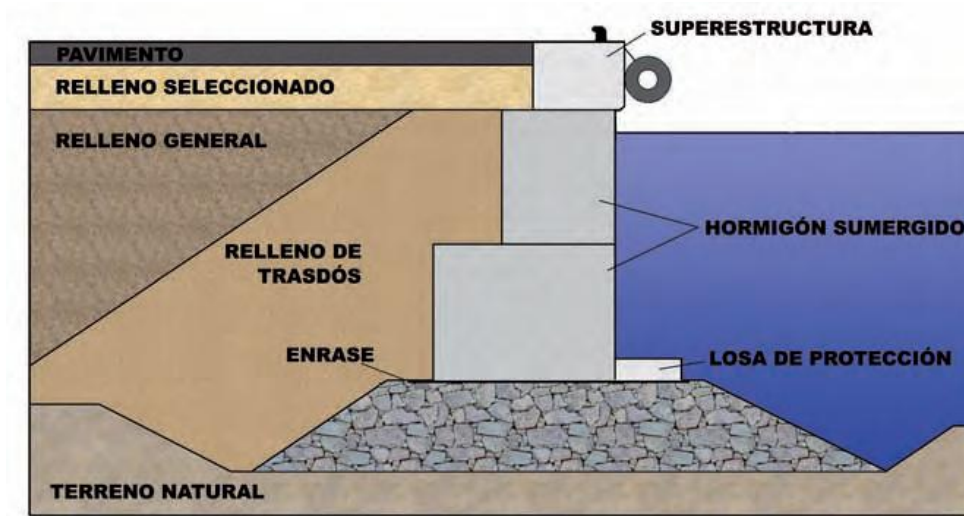
Dentro de los muelles de contención, podemos a su vez distinguir dos grupos:

- **Muelles de gravedad:** El terreno es contenido por el peso del propio muelle.
- **Muelles ligeros de paramento vertical:** El terreno es contenido por flexión, tracción o esfuerzo cortante de los elementos del muelle, cuyo espesor normalmente es reducido.

A continuación vamos a desarrollar los distintos tipos de muelle más comúnmente utilizados.

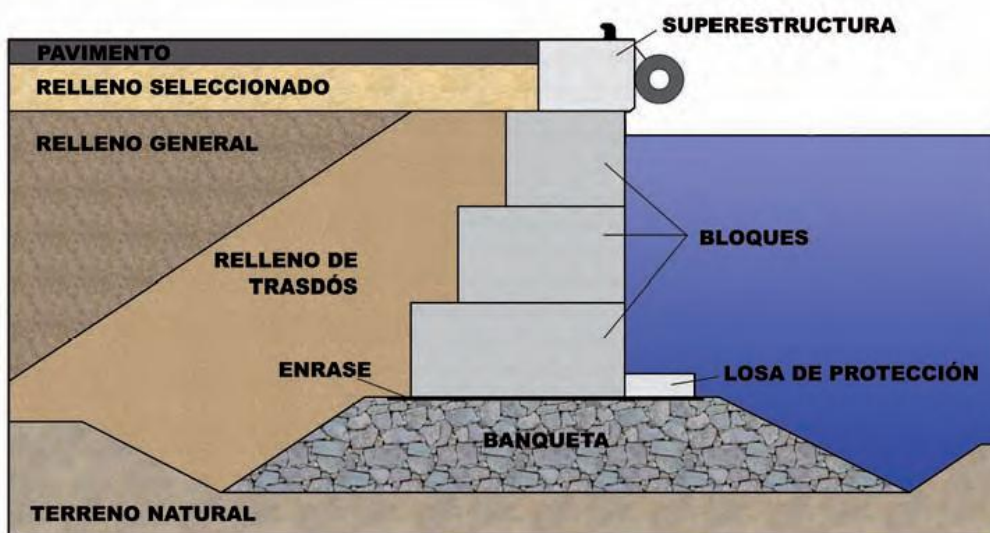
Muelles de contención

Muelle macizo ejecutado "in situ" bajo el agua con procedimientos de hormigón sumergido, normalmente su espesor es uniforme o tiene pocos escalonamientos para facilitar el encofrado.



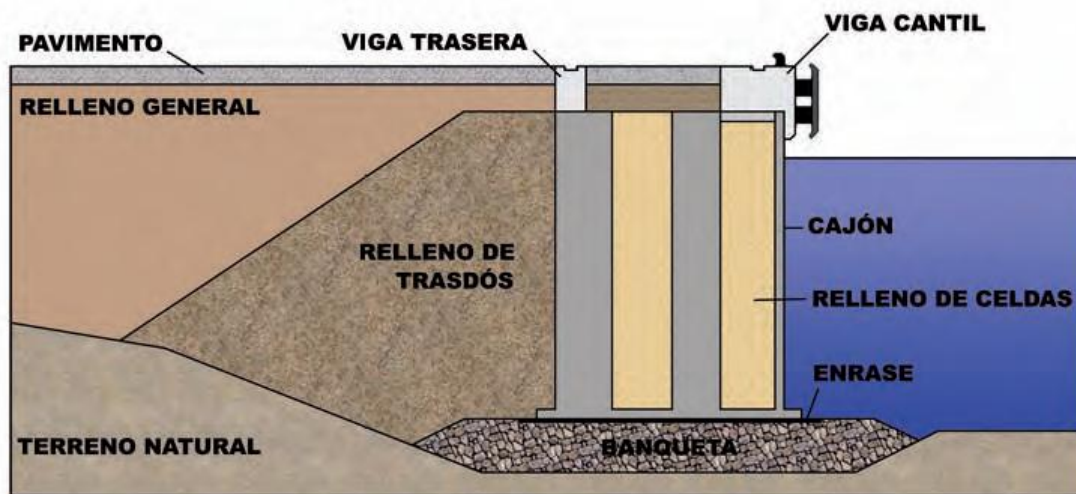
Muelle macizo de hormigón sumergido

Muelles de Bloques Los bloques se construyen en seco y son colocados bajo el agua mediante grúas o cabrias, formando su conjunto el muro.



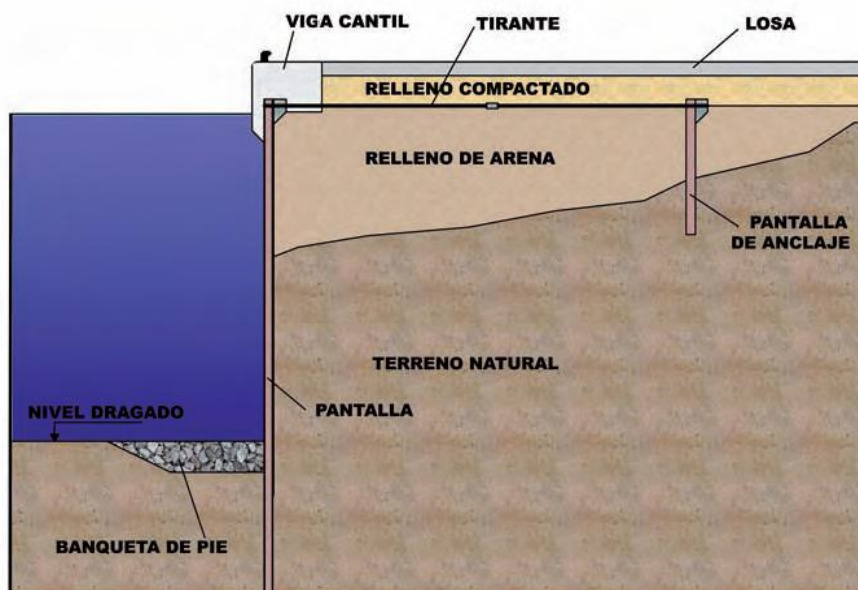
Muelle de bloques prefabricados

Muelles de cajones. Formados por cajones celulares prefabricados de hormigón armado que son transportados flotando hasta su emplazamiento definitivo para su fondeo y posterior relleno con hormigón o áridos.



Muelle de cajones

Muelles ligeros de paramento vertical el más usado es el Muelles de tablestacas ancladas, el empuje del relleno se resiste en parte por las tablestacas y en parte por un anclaje superior enlazado a éstas por medio de tirantes.



Muelles de tablestacas

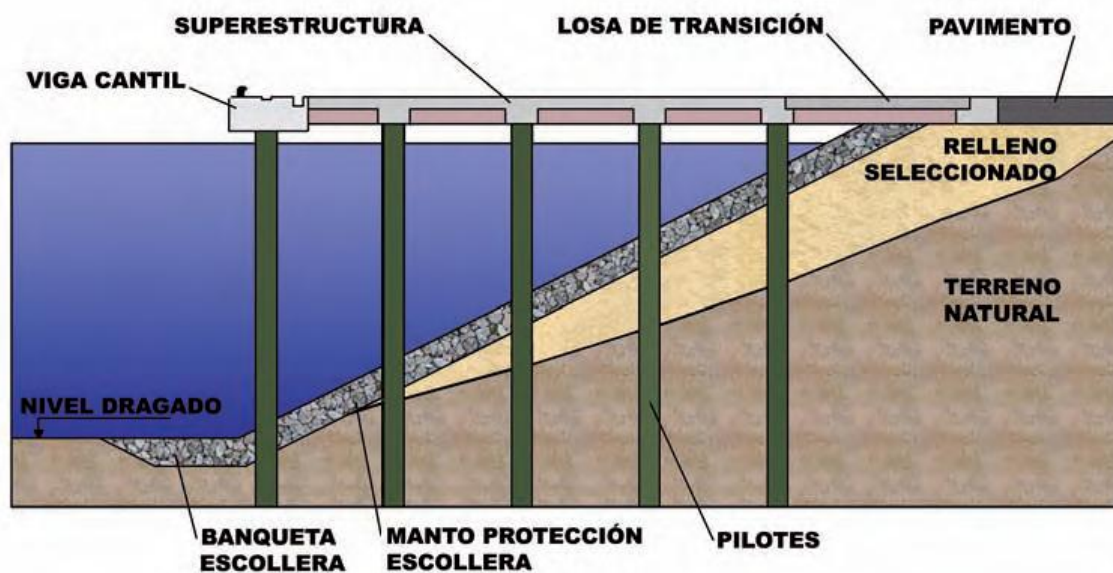


Muelles en talud

La plataforma, que en estos muelles completa la horizontalidad hasta el borde del cantil, debe absorber los esfuerzos verticales debidos a las cargas y los horizontales procedentes del buque.

Los tipos más normales, con plataformas que pueden ser aparentes o enterradas, son:

Muelles de pilotes verticales o inclinados

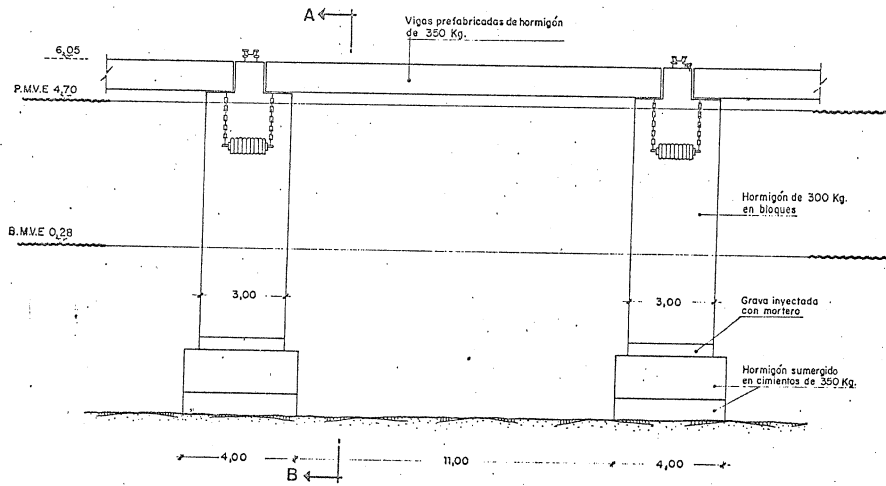


Muelles de pilotes

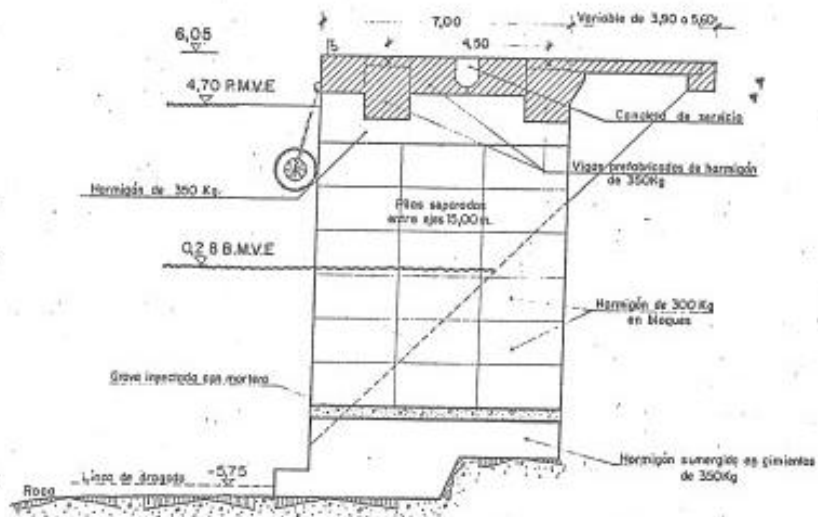
Muelles de pilas con igual dimensión en el sentido perpendicular al cantil que el ancho del tablero, En las figuras se indica el alzado y la sección transversal de un muelle de pilas.



ALZADO



SECCION A-B





6. Materiales y elementos constructivos

Rellenos.

En un muelle con calado de 20 m y en un puerto con marea el espesor del relleno puede alcanzar los 25 m, por lo que los materiales empleados deben de seleccionarse para hacer posible su compactación y evitar asentos excesivos en la explotación del muelle.

Generalmente se emplean los productos procedentes del dragado si reúnen las características adecuadas.

Todo uno de cantera.

Es el material procedente de la explotación de una cantera del que se separan normalmente aquellos elementos que por su tamaño y peso pueden servir como escollera.

Se consideran elementos del todo uno aquellos que tienen peso inferior a 500 kg y tamaño inferior a 50 cm.

Escollera.

Materiales procedentes de la explotación de canteras con tamaño superior a 50cm y hasta 6 t de peso.

Cemento

Es un conglomerado formado a partir de la calcinación de una mezcla de caliza y arcilla, posteriormente molida que se endurece al contacto con el agua.

Áridos

Son elementos pétreos procedentes generalmente de la explotación de canteras y de su machaqueo que se clasifican por tamaños en:



- Arena menor de 12 mm.
- Gravilla entre 12 y 20 milímetros.
- Grava entre 20 y 40 milímetros.

Hormigón

Es el material compuesto por agua, áridos y cemento como aglomerante, endurece o fragua con rapidez, toma la forma de los moldes o encofrados en los que se vierte y tiene una gran resistencia a compresión.

La mezcla de agua cemento y arena se denomina mortero.

Hormigón Armado

Para dotar al hormigón de resistencia a los esfuerzos de tracción, flexión, torsión y cortante se le dota de varillas de acero y el conjunto se denomina hormigón armado.

Como puede deducirse de lo anterior la expresión cemento armado no es correcta.

Al hormigón pueden añadirse aditivos para variar sus características básicas de fraguado, ductilidad y resistencia.

Hormigón sumergido

El hormigón que se coloca bajo el agua se denomina hormigón sumergido, suele utilizarse con aditivos y alcanza resistencia similar a los hormigones en seco. Es muy empleado en obras portuarias, su colocación se realiza utilizando bombas de hormigonado y es compatible con el empleo de armaduras.



Tablestacas.

Perfiles de acero laminado que en sus bordes longitudinales dispone de formas especiales para facilitar su enlace y formar pantallas o recintos.



Tablestacas

Pilotes

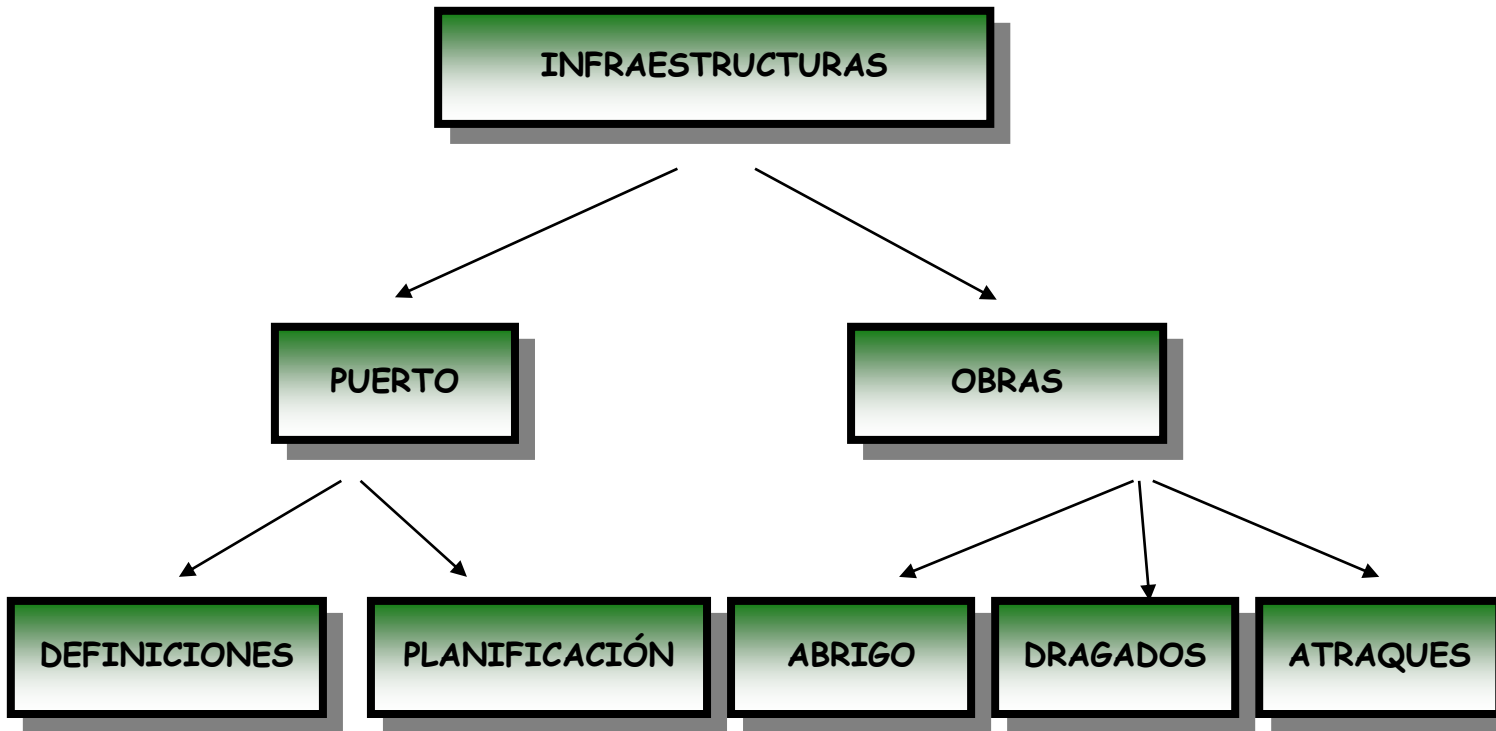
Elementos de sustentación de estructuras con resistencia por fuste o por punta, pueden ser de acero de fabricación especial o formados por tablestacas soldadas longitudinalmente y pueden ser de hormigón armado, prefabricados o fabricados "in situ".



Pilotes



7. Mapa conceptual





8. Bibliografía

1. Normas ROM Puertos del Estado.
2. Evolución de las tecnologías de las infraestructuras marítimas de los puertos españoles tomos uno y dos Modesto Viguera González y Javier Peña Abizanda Puertos del Estado.
3. Guías de buenas prácticas para la ejecución de obras marítimas 2008 Puertos del Estado.
4. Dirección y explotación de puertos Fernando Rodríguez Pérez 1986 Puerto Autónomo de Bilbao.
5. Planificación y explotación de puertos, ingeniería oceanográfica y de costas tomos uno y dos Rafael del Moral Carro y José María Berenguer Pérez 1980 MOPU, CEEOP.
6. Terminales portuarias polivalentes. Recomendaciones para su planificación y gestión. Francisco Enríquez Agós UNCTAD, Naciones Unidas.
7. Curso El cemento y el hormigón en las obras marítimas portuarias – Muelles, Manuel Santos Sabrás 1979 Madrid.
8. Diseño y elección del tipo de obras de abrigo de acuerdo con la explotación Primer Congreso internacional de ingeniería marítima portuaria México 1989 Manuel Santos Sabrás.
9. Diseño de dique rompeolas Vicente Negro y Ovidio Varela 2002.



10. Diseño de diques verticales Vicente Negro.