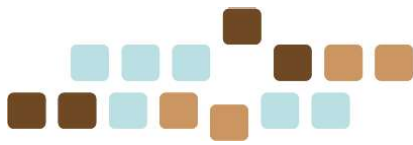


INFRAESTRUCTURAS

(Nivel 2)

2014

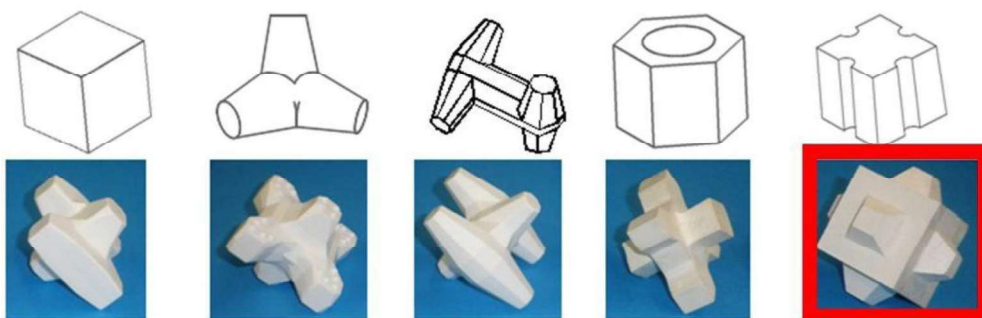


1. Sistemas constructivos y equipos

1.1. Diques rompeolas

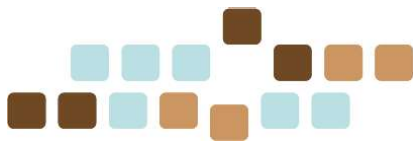
Las operaciones para la construcción de Diques rompeolas son:

- Sustitución del terreno de cimentación, si fuera necesario.
- Vertido del terreno de sustitución y del núcleo del todo uno de cantera. El vertido será por mar hasta la profundidad compatible con los medios marítimos de transporte, y por tierra el resto.
- Fabricación de bloques de hormigón en masa o piezas especiales
- Colocación de los mantos de escollera, bloques paralelepípicos de hormigón en masa o piezas especiales. Los elementos de hasta 20T pueden verse desde tierra o desde el mar y en este caso con gánguiles o embarcaciones basculantes. Los elementos de gran peso se colocan desde tierra con grúas de gran alcance y potencia, la ubicación de cada pieza se define en ensayos en laboratorio y se sitúa en posición con ayuda de sistemas GPS.



Piezas Especiales

- Fabricación y puesta en obra de hormigones para el espaldón y los pavimentos.



1.2. Diques reflejantes

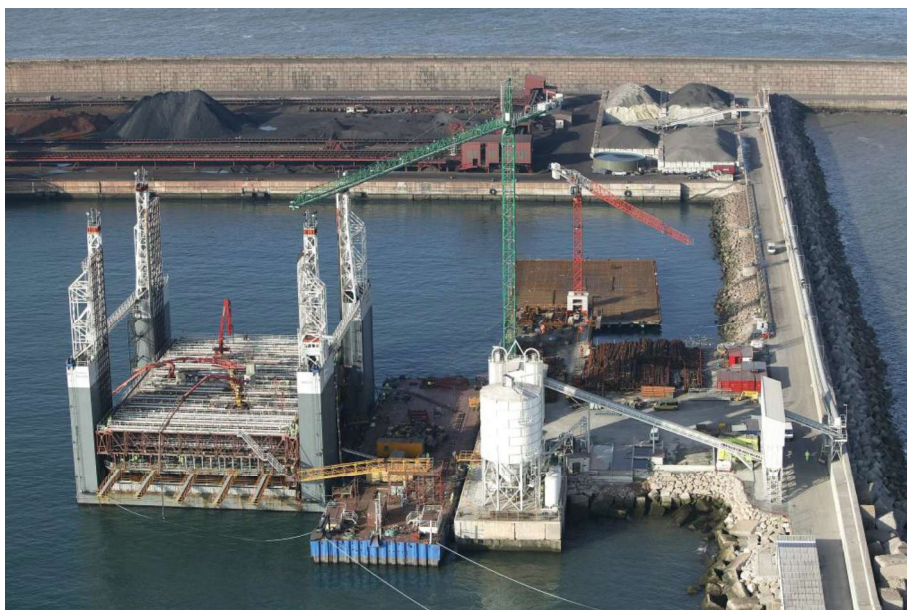
Las operaciones para la construcción de Diques reflejantes son:

- Sustitución del terreno de cimentación si fuera necesario, vertido y rasanteo de los materiales de la solera; para esta operación pueden emplearse buceadores que con carriles igualan la superficie del cimient o palas excavadoras sobre pontonas, dragas de rosario o instrumentos especiales de rasanteo para grandes superficies.

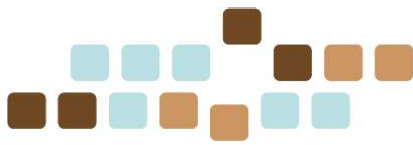
En el apartado de construcción de muelles de contención se describe con detalle la fase de preparación del terreno que es análoga a la de los diques verticales

- Construcción y colocación de los elementos que conforman el dique.

En el caso de cajones celulares su construcción se realiza en seco, en una instalación denominada cajonero, formado por una pontona metálica que permite mediante lastrado maniobras de inmersión y emersión análogas a las de un dique flotante. Sobre la pontona se disponen torretas para facilitar la manipulación de armaduras, encofrados y elementos de hormigonado.



Cajonero



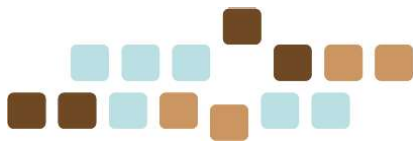
En el cajonero se construye una solera convencional de hormigón armado y sobre ella y por medio de encofrados deslizantes se hormigona el fuste mientras el cajonero se va hundiendo a medida que avanza la operación. Posteriormente, una vez completado el cajón, se realizará su puesta a flote, su remolque y el fondeo en la ubicación definitiva.

Es frecuente la construcción de los cajones en un puerto y su traslado a otro; el caso más llamativo ha sido el remolque de los cajones del dique reflejante de Mónaco desde un dique seco de Algeciras.

1.3. Obras de Dragados.

Los equipos de dragado comprenden elementos de excavación, transporte y vertido, se adaptan a la naturaleza del terreno, a su profundidad, a la altura de ola que limita su empleo y a la distancia a la zona del vertido.

Los equipos de dragado pueden ser completos y cumplir las tres funciones citadas. Si solo cumplen con la función de excavación se complementan con elementos de transporte y vertido denominados gánguiles, embarcaciones que pueden ser autopropulsadas o remolcadas, que reciben en sus cántaras los productos excavados, los transportan y los vierten por apertura de compuertas de fondo.



Gánguil

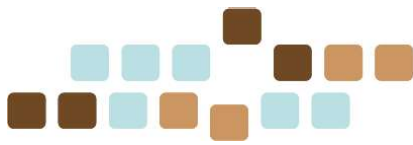
Las dragas son los elementos de excavación y se clasifican en. Dragas de acción mecánica, Dragas de succión y Dragas con cortador:

1.3 1. Dragas de acción mecánica se clasifican en:

- Dragas de cuchara.
- Dragas de pala.
- Dragas de Rosario.

- **Draga de cuchara**

La draga de cuchara consiste en un pontón sobre el que se instala una grúa con una cuchara bivalva análoga y con iguales prestaciones que una grúa terrestre.

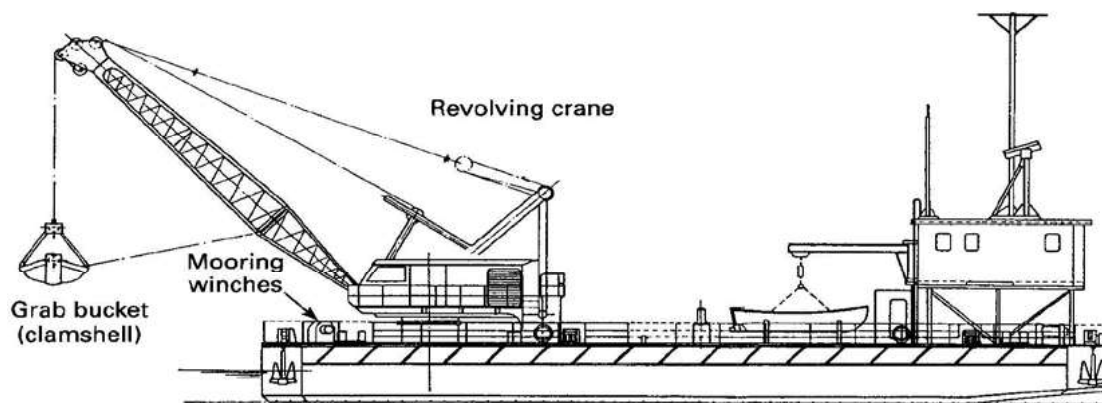


El material se extrae o arranca con la cuchara y se eleva y se vierte en un gánguil que se abarloa al pontón.

El pontón se mantiene en posición y se desplaza mediante anclas y winches o maquinillas.

Esta grúa extrae bien rocas blandas o meteorizadas, arcillas, arenas y gravas.

La mínima profundidad de agua para trabajar es de 1 m y 2m es la máxima altura de hola compatible con la operación; se puede dragar hasta 40 m de profundidad.



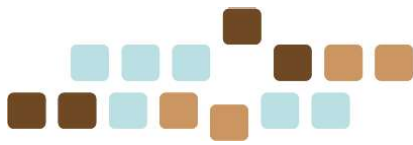
Esquema de draga de cuchara

- **Draga de pala**

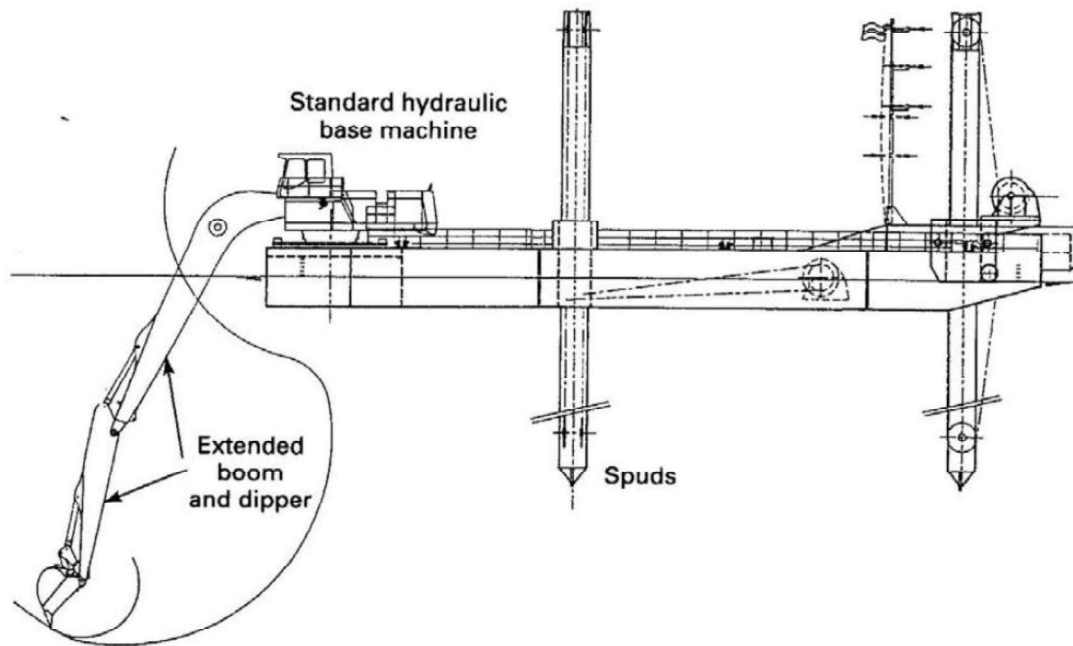
La draga de pala consiste en un pontón sobre el que se instala una pala excavadora con las mismas prestaciones que una terrestre, excava, extrae y vierte su contenido en un gánguil o en una cántara del propio pontón.

La draga se apoya y fija por medio de pilones o spuds, vierte el material excavado a gánguiles abarloados al pontón y se desplaza auxiliándose de la pala.

Excava bien materiales análogos a la draga de cuchara, la altura máxima de ola admisible es de 2,5 m y la profundidad de trabajo alcanza los 30m.,



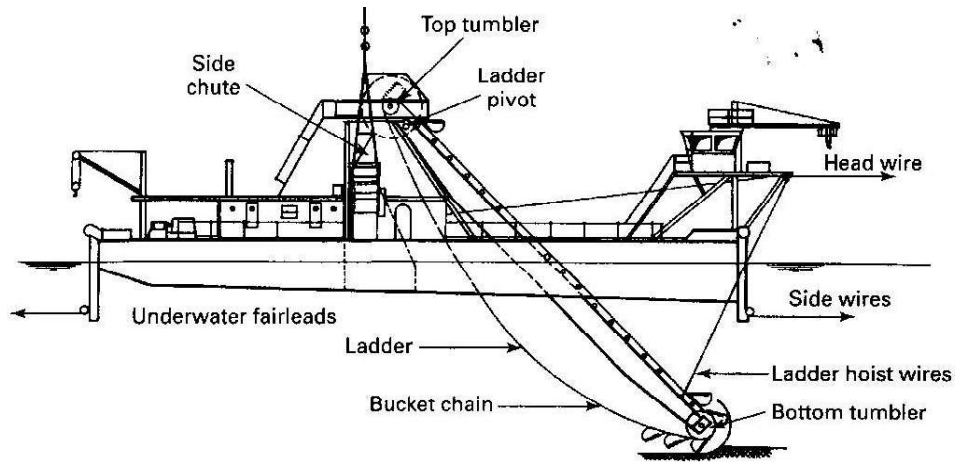
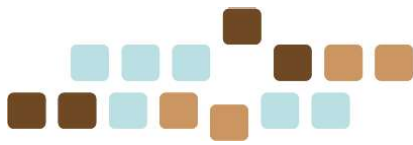
Trabaja muy bien en zanja y se emplea en el rasanteo de soleras y banquetas bajo cajones o bloques.



Esquema de la draga de pala

- **Draga de Rosario**

Consiste en un buque o un cajón flotante con una ranura en un extremo por la que pasa una cadena de cangilones o cucharas, que a su vez se soporta por una gran viga o escala sujeta en uno de sus extremos en un castillo central y colgada por el otro de un soporte en la proa. La cadena está formada por una serie de cangilones o cazoletas unidos por eslabones que se mueven por un tambor o prisma. El producto extraído se vierte en un pozo central y de éste vierte sobre gánguiles.



Esquema de draga de rosario

La draga de Rosario opera bien en rocas sedimentarias blandas en gravas y arenas. Alcanza profundidades hasta 30 m y los rendimientos, según la naturaleza del terreno y la capacidad de los cangilones, pueden variar entre 1500 y 10.000 m³/día

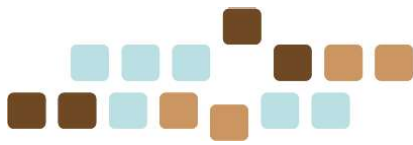
1.3.2. Dragas de succión

Las dragas de succión pueden ser estacionarias o de arrastre, las primeras pueden ser a su vez impulsoras o auto portadoras.

Draga estacionaria impulsora.

Se trata de un pontón flotante con una bomba centrífuga que dispone de un tubo rígido ajustable dirigido hacia proa y que, puesto en contacto con el fondo, lo succiona y envía bien directamente o a través de tuberías a la zona de vertido o bien a gánguiles abarloados a la draga, para su posterior transporte y vertido.

Para pequeños trabajos existe un modelo que, para su transporte, puede acomodarse en un contenedor de 40 pies.

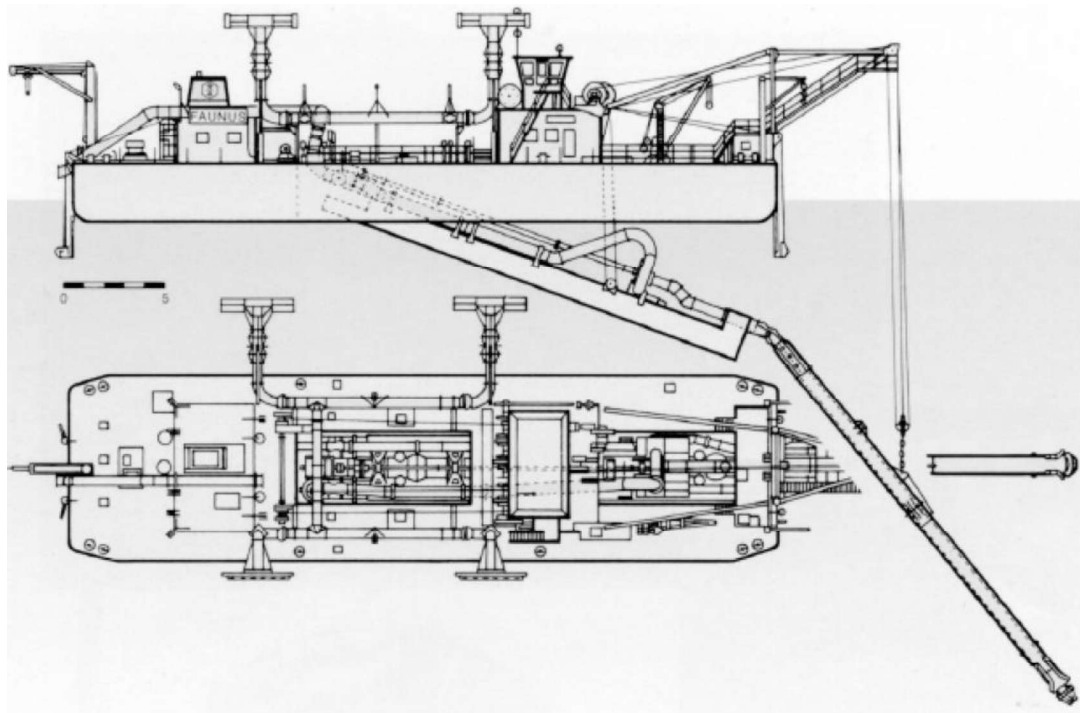


Draga autoportadora estacionaria.

Es un tipo de draga análoga a la anterior con los elementos de succión instalados en un buque con cántara donde se vierte el producto dragado y, una vez llena, navega hasta el punto de vertido donde, abriendo compuertas, se vacía por fondo. La operación de succión se realiza con el barco fondeado.

Existe gran variedad de modelos con rendimientos entre 500 y 100.000 m³ /día.

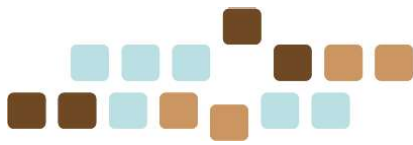
Estas dragas son muy adecuadas para materiales sueltos, arcillas y rocas blandas en profundidades de hasta 30 m.



Esquema de draga autoportadora estacionaria

Draga de succión de arrastre

Este tipo de draga es de gran versatilidad y eficacia; los elementos de succión van instalados en un buque con cántaras que disponen de compuertas de fondo.



La instalación está formada por una tubería rígida dispuesta hacia popa en el sentido contrario al de la marcha, dotada de una cabeza que entra en contacto con el fondo y en ella, además de los elementos de succión, pueden disponerse chorros de agua para disgregar el material.

La operación de dragado se realiza con el buque en marcha a una velocidad lenta de unos dos nudos.

El material depositado en la cántara puede verterse por apertura de las compuertas de fondo o impulsando el material a través de una tubería o proyectándolo por medio de un cañón.

Esta draga es adecuada y eficaz para rocas blandas, arena y limos no cohesivos y arcillas blandas. En las arenas el rendimiento se incrementa si se utilizan chorros de agua.

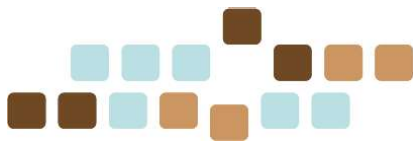
La profundidad de dragado alcanza los 100 m y la velocidad de el buque navegando es de 10 nudos.

La capacidad de las cántaras varía entre 1.500 y 40.000 m³ el tiempo de llenado es de una hora y el rendimiento puede alcanzar los 100.000 m³ día.

Las dragas de succión disponen de modernos sistemas de posicionamiento y navegación.



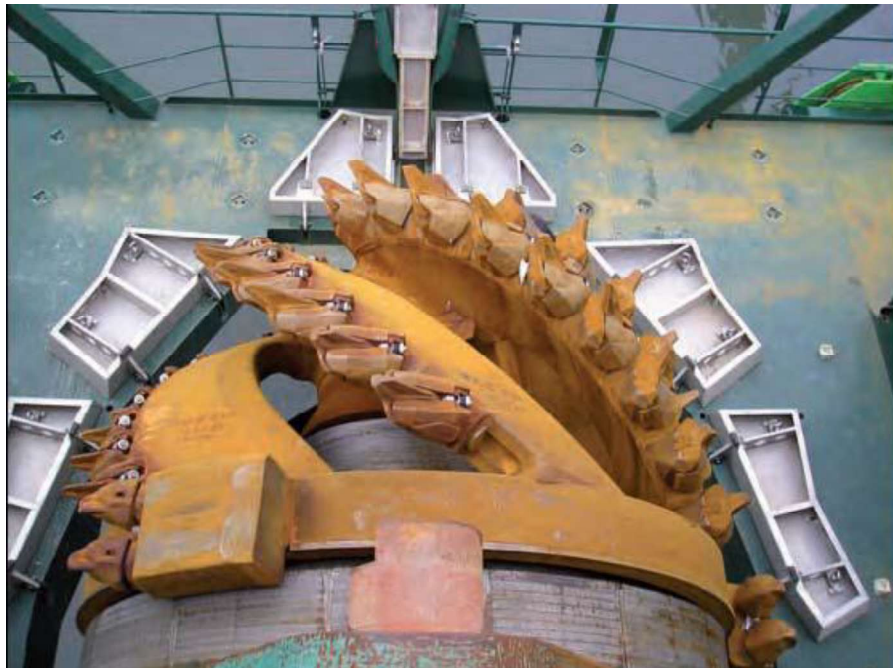
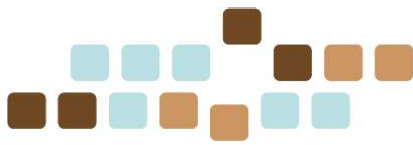
Draga de succión en marcha



Draga de succión en marcha bombeando mezcla de agua y productos de dragado en la formación de un relleno

1.3.3. Draga con cortador o "cutter"

El "cutter" es un dispositivo que se monta en el extremo del tubo de succión de una draga. Está formado por una serie de cuchillas dispuestas en círculo que al rotar van destrozando el terreno y dejándolo suelto, lo que facilita su posterior aspiración. Se utiliza para suelos compactos de arcillas, arenas y gravas y para rocas de baja resistencia.



Cortador-cutter

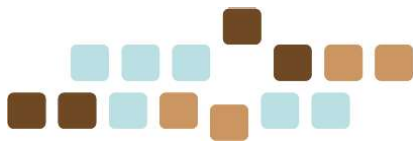
1.4. Sistemas constructivos de Muelles

1.4.1. Muelles de contención

Preparación del terreno

Por ser comunes a todos los sistemas de prefabricados y a los muelles ejecutados con hormigón sumergido, describiremos la preparación del terreno y los trasdosados.

Alcanzada con dragado, si es necesario, la cota general del calado en todo el frente del muelle, incluida la zona del cimiento, se procederá a rebajar la cota de éste para encajar en él una capa de escollera o de sacos de hormigón que, con un espesor mínimo de 1 a 1,5 metros, formarán el asiento de los elementos prefabricados del muelle o el de los encofrados de hormigón sumergido.



Cuando el terreno de cimiento es roca, es más adecuado ejecutar el cimiento directamente sobre ella con hormigón sumergido, con lo que se evitan los asientos y se puede aumentar la carga sobre el terreno ya que el contacto es directo sin intermedio de zonas menos consistentes.

Antes de iniciar el hormigonado, hay que proceder a una limpieza exhaustiva de la roca, limpieza que suele ejecutarse por escafandristas provistos de mangueras lastradas que impulsan agua a presión

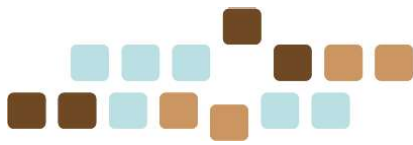
Una vez perfectamente limpio el cimiento, se procede a la colocación del encofrado, que en aguas tranquilas puede hacerse con sacos de yute llenos de hormigón seco. Es importante que la última hilada de sacos esté perfectamente horizontal, pues sobre ella deben de apoyarse con toda precisión los encofrados para el alzado del muro de hormigón sumergido o los elementos prefabricados.

Si el terreno es de mala calidad, deberá estudiarse detenidamente en cada caso el ancho y la profundidad del cimiento, pudiéndose llegar a la sustitución total del terreno por arenas y gravas hasta alcanzar con ellas una capa subyacente de suficiente calidad para sustentar el muelle.

La zona inferior de la zanja es conveniente llenarla con arena y la parte superior con escollera de entre 15 y 50 kilogramos. La arena ayudará al lento proceso de consolidación del terreno y la escollera impedirá el sifonamiento de las arenas y que las aguas removidas por las hélices de los barcos destruyan el cimiento.

Las arenas y escolleras mejoran el reparto de las cargas sobre el terreno y la seguridad al deslizamiento superficial o profundo.

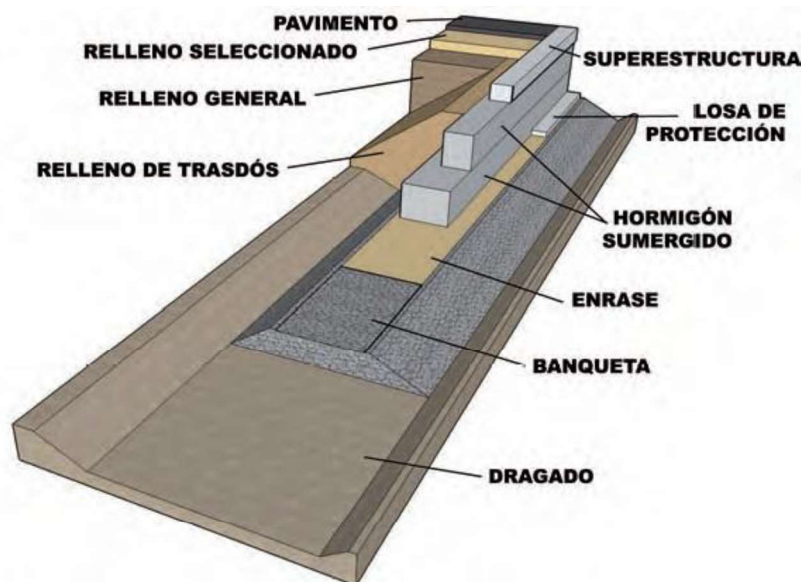
El vertido de los áridos puede hacerse desde gánguiles con apertura por fondo o desde pontonas basculantes en el caso de la escollera, y en el caso de la



arena por medio de tuberías, previa su emulsión con agua. La arena no suele necesitar enrase, pero sí lo necesita la escollera.

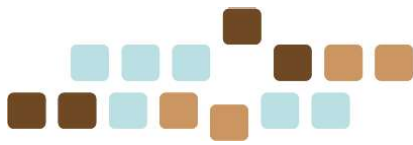
Con el fin de disminuir el empuje del relleno y el posible desnivel hidrostático entre las dos caras del muro, suele ser conveniente ejecutar el trasdosado del muelle con escolleras o con rellenos de la mejor calidad.

Muelles de Hormigón sumergido



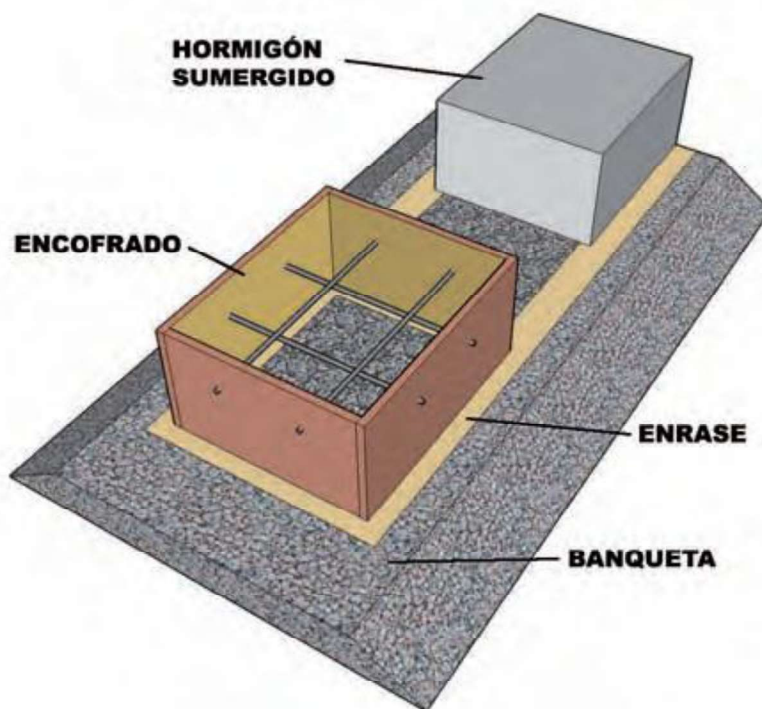
El sistema constructivo del muelle de hormigón sumergido se indica en la figura adjunta. El encofrado metálico deslizante es el más empleado, también es frecuente el empleo de tablestacas recuperables.

Los encofrados metálicos, que ocupan todo el perímetro del recinto, constan de dos tramos, el inferior, con una altura de unos dos metros, es fijo en toda la operación y sobre él, por medio de tinteros y soportes, se apoyan unas



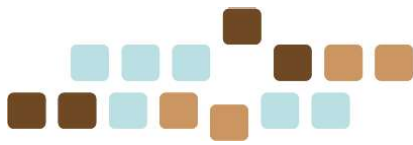
guiaderas a lo largo de las cuales se desliza en las distintas posiciones el segundo tramo de encofrado, que es móvil.

El deslizamiento se hace con ayuda de unos trácteles fijos a las partes superiores de las guiaderas y al borde superior del encofrado móvil.



El sistema de colocar el hormigón sumergido con bomba de hormigón es el más usado y su rendimiento y resultado son óptimos.

El sistema consiste en adosar al extremo de la manguera de la bomba de hormigonado un tubo de unos tres metros de longitud. El escafandrista conducirá el tubo teniendo cuidado de que su extremo esté siempre dentro del cono de hormigón que se forma en el vertido. Con un poco de experiencia el lavado del hormigón es mínimo, ciertos aditivos limitan también el lavado.



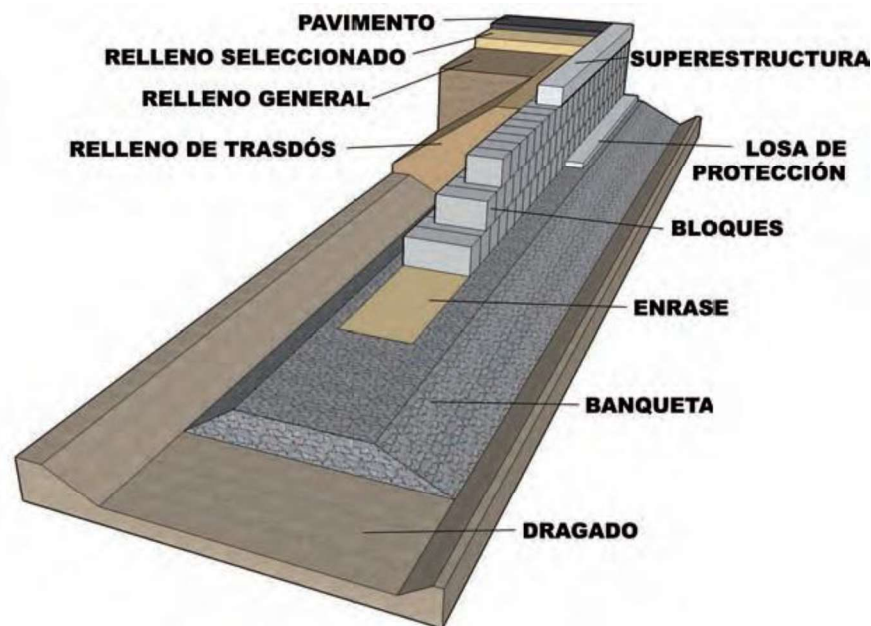
Muelle de Bloques

Los elementos fundamentales en el sistema de construcción con bloques son el taller de fabricación y los medios de transporte y puesta en obra.

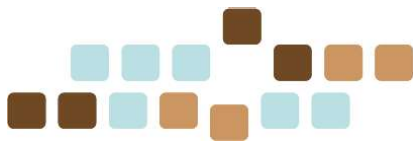
Normalmente un taller deberá comprender las siguientes instalaciones:

- Machaqueo y clasificación de áridos.
- Almacenamiento de áridos y cementos.
- Fabricación y puesta en obra del hormigón.
- Almacenamiento y transporte de bloques acabados.

Todas las operaciones son análogas a las de un taller de fabricación para obras terrestres, el control del hormigón deber ser exhaustivo comprobando las resistencias y cuidando el tiempo de desencofrado.



Muelle de Bloques



El tamaño de los bloques se deberá proyectar con una magnitud y peso adecuado para los medios que se prevean,

.

La colocación de los bloques en el agua suele hacerse con cabrias, que son grúas montadas sobre pontonas, con pluma generalmente fija y dotadas solamente de mecanismo para elevación y descenso de la carga. La potencia de las cabrias suele oscilar entre 50 y 400 toneladas y su alcance puede llegar hasta los 20 metros; no suelen ser autopropulsadas

Los bloques, a partir de unas determinadas dimensiones, podrán en su colocación no tener ningún enlace entre sí, confiando exclusivamente al peso el monolitismo de la obra.

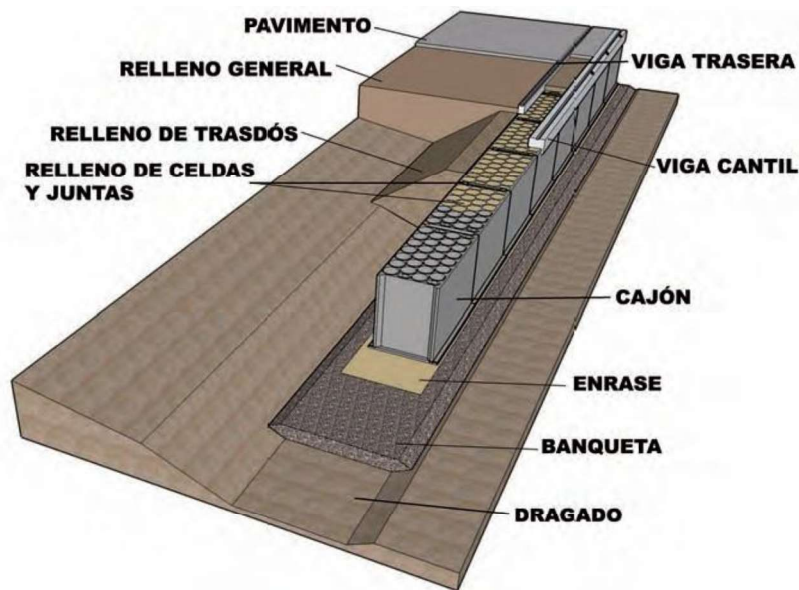
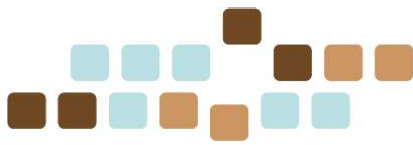
En el caso de que los bloques tengan dimensiones reducidas o no ocupen el ancho total del muro, deberán disponerse elementos de enlace.

La coronación de los muros de bloques en la zona seca debe de hacerse con hormigón "in situ" para mejorar el monolitismo de la obra y anclar, en esta parte superior, los elementos de amarre.

En los puertos con marea, la zona seca suele considerarse la situada por encima del tercio inferior de la máxima carrera de mareas.

Muelle de Cajones

El sistema contrativos de los elementos de los muelles de cajones es análogo al de los cajones de los Diques verticales.



Muelle de Cajones

1.4.2. Alternativas de construcción

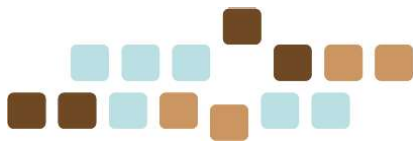
En las obras marítimas siempre es conveniente estudiar las alternativas de construcción desde tierra o desde mar, teniendo en cuenta los medios disponibles, el plazo y los aspectos económicos.

En general suele ser más conveniente la construcción por tierra, tanto por la posibilidad de utilizar medios convencionales como por ser menor y más cierto el plazo de ejecución.

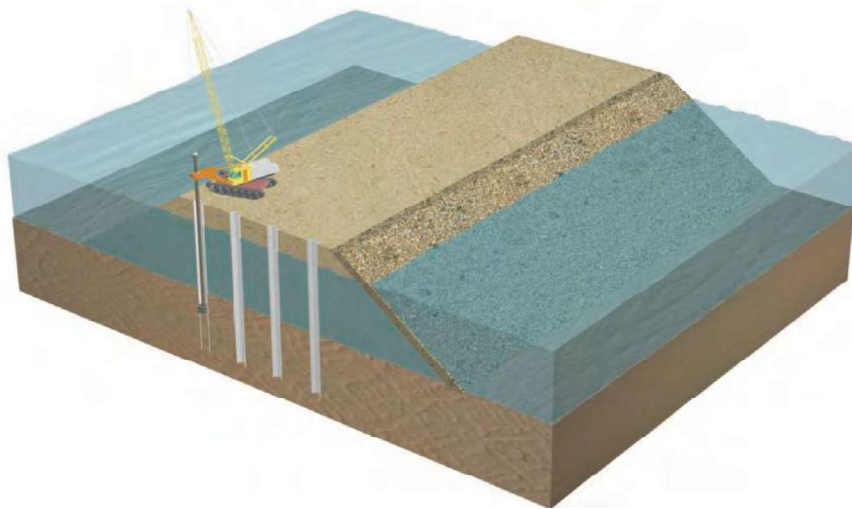
1.4.3. Muelles de Pilotes

En obras marítimas los pilotes más usuales son los metálicos y los prefabricados de hormigón. En función de la naturaleza del terreno su hincia puede ser por percusión o por vibración, y para ello se utilizan elementos de hincia provistos de mazas de caída libre o elementos de vibración en la cabeza del pilote.

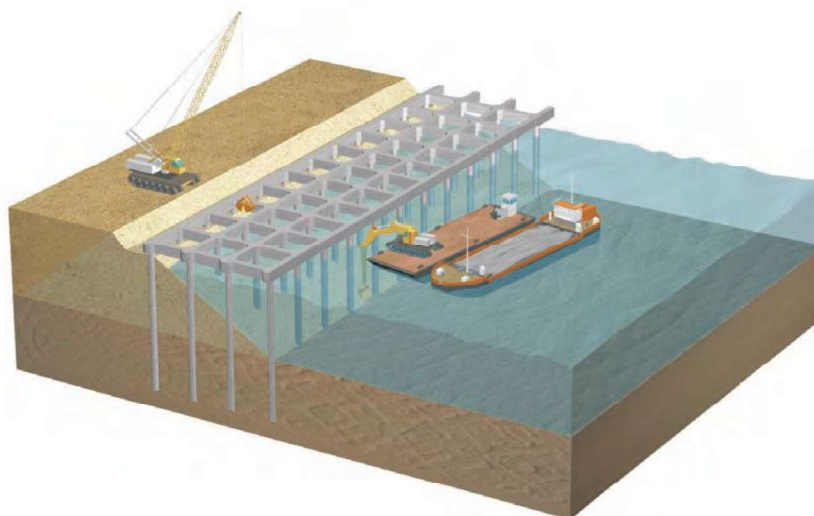
Si los pilotes se hincan desde mar todos los elementos de hincia se sitúan en una pontona con sistemas efectivos de posicionamiento.



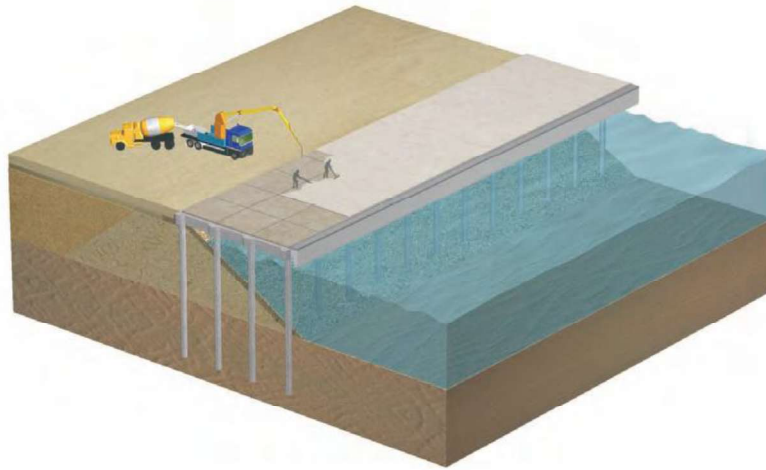
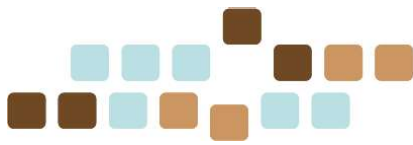
Si, como es muy usual la hinca, se hace desde tierra, tal como se indica en las figuras que se acompañan, en primer lugar se realiza una mota o relleno provisional sobre el que se desplazan la maquinaria de hinca. Una vez hincados todos los pilotes se draga el relleno provisional y, por último, sobre los pilotes y también desde tierra se construye la superestructura por medio de vigas y losas.



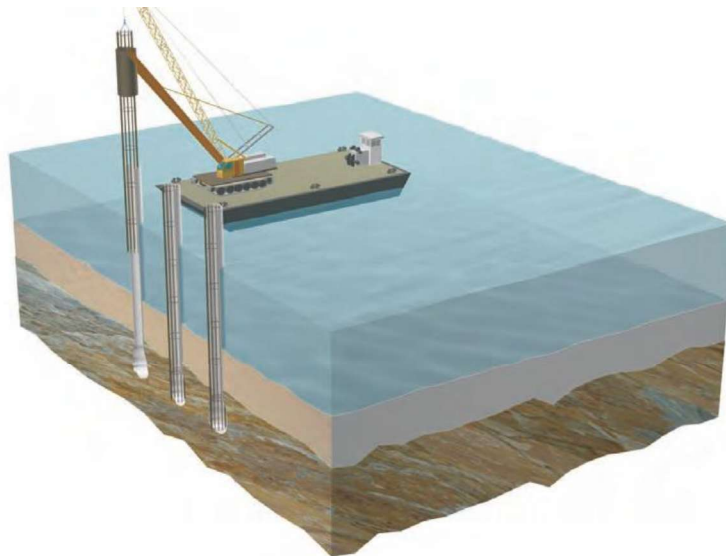
Muelle de pilotes, hinca desde un relleno provisional o mota



Muelle de pilotes, dragado de la mota



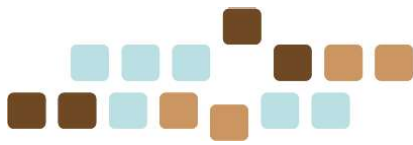
Muelle de pilotes, construcción de vigas y losas.



Muelle de pilotes, hincia desde mar

1.4.4. Muelles de Tablestacas

El sistema constructivo de las tablestacas que forman el paramento del muelle es análogo al descrito de los pilotes.



Si la hinca se hace desde tierra, en primer lugar se realiza un relleno para posibilitar el desplazamiento de los elementos de hinca. Una vez hincadas las tablestacas del paramento exterior, se hincan las de la pantalla de anclaje posterior y previa excavación se disponen los tirantes de enlace entre las dos pantallas, a continuación se realiza el dragado del terreno sobrante frente a la pantalla exterior y se completa el muelle con rellenos y pavimentos.

En la hinca de tablestacas desde mar, al igual que en el caso de los pilotes, todos los elementos de hinca se disponen en una pontona y una vez hincadas la pantallas anterior y posterior se disponen los tirantes de anclaje y se realizan los dragados, rellenos y pavimentaciones.

1.4.5. Muelles de Pilas

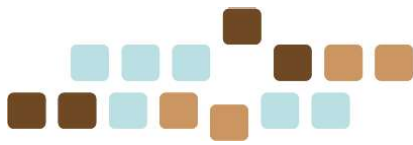
El sistema constructivo de las pilas de los muelles de pilas es análogo, en su caso, al de los muelles de hormigón sumergido, de bloques o de cajones.

La superestructura de vigas y losas o de arcos se construye sobre las pilas desde tierra.

1.4.6. Rellenos

Para acelerar la consolidación de los rellenos y poder poner cuanto antes las explanadas en servicio, se utilizan diversos medios, entre ellos la precarga, la vibración profunda y la compactación dinámica.

La precarga consiste en depositar y mantener durante un cierto tiempo una carga sobre el terreno. La precarga se puede realizar en fases midiendo en cada una de ellas los parámetros iniciales y finales que reflejan el estado de la compactación. La carga suele ser el propio material de relleno que se va trasladando de una a otra zona.



La vibración profunda mejora los terrenos por la acción de una vibración energética, especialmente indicada en terrenos granulares flojos como las arenas. La técnica se realiza por medio de vibradores con diámetros entre 20/50 centímetros y 20/40 KN.

La compactación dinámica, indicada en materiales heterogéneos, se realiza mediante mazas con peso entre 1 y 100 t y una altura de caída de hasta 40m.

2. Plan Director de Infraestructuras

La normativa portuaria vigente, Real Decreto Legislativo 2/2011 de 5 de Septiembre en su Artículo 5.4.1 indica que la construcción de un nuevo puerto de titularidad estatal y la realización de nuevas obras de infraestructura de uno existente que supongan una modificación significativa de sus límites físicos exteriores en el lado marítimo, requerirá la previa aprobación de un Plan Director de Infraestructuras que será elaborado por la Autoridad Portuaria e incluirá los estudios y análisis que se desarrollan a continuación.

La finalidad del Plan Director es identificar las necesidades de infraestructura en un horizonte de 10/20 años para tomar las medidas adecuadas, en los distintos ámbitos de planeamiento y realizaciones, a fin de disponer de la infraestructura precisas con la suficiente antelación.

2.1. Evaluación de la situación inicial del puerto

Se analizará la situación actual del puerto desde dos puntos de vista, el físico y el funcional, su profundo conocimiento es básico para la previsión del futuro desarrollo

- **Análisis físico**

Estudio de la situación actual de las infraestructuras, atendiendo a los siguientes aspectos: accesos marítimos, distancia de parada del mayor buque, accesos terrestres, viarios y ferroviarios , superficies longitud y calados de