

---

## **ANEJO 10.- PROCESO CONSTRUCTIVO**

---

## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS CONSTRUCTIVAS.....</b>	<b>4</b>
2.1. Vía marítima .....	4
2.2. Vía terrestre .....	5
2.3. Elección de la alternativa deseada .....	6
<b>3. CONSTRUCCIÓN DE LOS DIQUES.....</b>	<b>7</b>
3.1. Nociones prácticas para una buena ejecución.....	7
3.2. Maquinaria requerida .....	7
3.3. Tipo de obras.....	8
3.4. Sistemas de avance en el cuerpo del dique .....	8
3.5. Acceso a los diques exentos sumergidos .....	9
3.6. Materiales a utilizar.....	9
<b>4. APORTACIÓN DE ARENA .....</b>	<b>10</b>
4.1. Trayectos y estado de los accesos.....	10
4.2. Ejecución de la alimentación artificial.....	10
<b>5. FASES DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>

---

## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se describirán las diferentes fases y métodos constructivos que serán necesarias realizar para regenerar la playa de Pinedo. En él se puntualizarán una serie de indicaciones genéricas que deben tenerse en consideración cuando se desarrollan este tipo de obras marítimas, y poder finalizar el proyecto de la forma más óptima posible.

## 2. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS CONSTRUCTIVAS

En el presente apartado se describirán y analizarán las distintas alternativas constructivas para la regeneración de la playa, considerando si es más viable ejecutar las obras por vía marítima o por vía terrestre, para poder seleccionar la alternativa óptima.

### 2.1. Vía marítima

Cuando se recurre a la construcción de los diques con este método, se presentan varios inconvenientes:

- Necesita una inversión elevada, puesto que es necesario utilizar maquinaria especial (gánguiles, pontonas, etc...) para poder ejecutar las obras.
- Provoca un aumento en la turbidez del agua y es menos preciso a la hora de verter y dejar los materiales en su sitio.
- El núcleo del dique no queda compactado, y si se realiza por vía terrestre sí que queda más compacto.
- Las operaciones y la maquinaria marítimas están condicionadas ambientalmente, en especial por la altura de ola.

Por otro lado, se tienen una serie de ventajas en el empleo de este método:

- Maneja mayores cantidades de materiales, reduciendo así los plazos de ejecución de las obras.
- La coronación de los diques puede ser más estrecha ya que no circularán sobre él maquinaria para colocar materiales. Por lo que la cantidad de material a utilizar es más reducida.
- Al tratarse de diques sumergidos la cantidad de material que se necesita también es menor.

El vertido de los materiales y la colocación de estos se realizaría con gánguiles de vertido lateral, grúas sobre embarcaciones y submarinistas controlando las operaciones. La escollera proviene de cantera y esta se transportaría con camiones hasta la zona de operación donde se cargaría en los gánguiles.

En conclusión, el proceso constructivo a seguir sería almacenar el material procedente de la cantera hasta cargarlo, transportarlo hasta la zona de vertido y colocarlo utilizando barcos autopropulsados. Y, por último, se realizaría la colocación de la escollera para construir el manto de los diques exentos realizando el movimiento de las piezas con grúas montadas sobre plataformas.

## 2.2. Vía terrestre

Si las obras se ejecutan desde tierra, la metodología a emplear es muy diferente, y las ventajas que pueden tenerse son:

- Es un proceso más económico.
- Los equipos y la maquinaria que se utiliza pueden servir para realizar varias actividades.
- Se genera menos turbidez en el mar por lo que el impacto que se provoca en ese sentido es inferior.
- La colocación de los materiales es más precisa puesto que se hace el vertido con maquinaria y no desde un barco.
- Se puede compactar el núcleo del dique, ya que la maquinaria esta todo el tiempo pasando sobre este.

Pero también se tienen de este método una serie de inconvenientes, como son:

- Los rendimientos de vertido y colocación de los materiales (escollera, todo-uno etc..) son muy inferiores, ya que vía marítima se realiza todo de golpe con un barco y vía terrestre se realiza con camiones que tienen capacidades inferiores.
- Cuando se construye el dique, se debe asegurar que la anchura de coronación del mismo es suficiente como para que se permita el paso de la maquinaria que está realizando el movimiento y colocación de los materiales, y esta pueda operar sin ningún impedimento.
- Una vez ejecutado el dique, se debe demoler la conexión tierra-dique que se había construido inicialmente.
- El plazo de ejecución del proyecto es más largo ya que los rendimientos son inferiores.

El procedimiento constructivo vía terrestre parte de la construcción de uno o varios caminos de acceso que permitieran llegar hasta la distancia de 260 metros para construir el dique. Inicialmente las obras se ejecutarían con un acceso y con un ancho de coronación mínimo de 5,5 metros para permitir la movilidad de la maquinaria en los dos sentidos, a la cota +1 metro del nivel del mar. Es un acceso que solamente se utilizaría el tiempo que duraran las obras, formado con todo-uno procedente de canteras.

Al alcanzar la localización de los diques, se empezaría con la construcción de estos con los materiales y geometría reseñados (*construcción de la sección transversal*). Se arrancarían las obras, con el vertido todo-uno para la construcción del núcleo. A continuación, se incorporaría la escollera que formaría el manto secundario y que actuara como filtro y, por último, se procedería con la construcción del manto principal, alcanzando la cota +1.

Durante el procedimiento de colocación del manto principal y manto secundario, es un momento en el que se acaban de perfilar los materiales, es decir, se retira el todo uno sobrante y se coloca el manto principal, de tal forma que se asegura en todo momento estar cumpliendo con las cotas esperadas. El todo uno se rebaja y se coloca la escollera hasta que el dique este coronado con la cota -0,5 metros y con una anchura de 8 metros. La colocación del manto

principal se realizaría con una grúa-pulpo, o con la retroexcavadora, de tal forma que permite llegar a todos los puntos y tener la precisión deseada.

### 2.3. Elección de la alternativa deseada

Una vez propuestas las dos vías por las que se podría realizar el proceso constructivo de dicho proyecto, se decide que la opción donde los diques exentos sumergidos serán ejecutados con mayor precisión será a través del método terrestre.

En este caso el método marítimo, es un método que nos permite finalizar las obras con mayor rapidez y los resultados no son malos, pero tiene un coste superior debido a que es necesario utilizar maquinaria especializada. Y el método terrestre a pesar de ser una opción en la que la ejecución de las obras es más lenta, y menos costoso, permite ejecutar cada proceso con mayor precisión.

### 3. CONSTRUCCIÓN DE LOS DIQUES

Una vez teniendo decidido como se va a abordar la ejecución de los diques exentos sumergidos con medios terrestres, se explicará detalladamente el proceso constructivo.

#### 3.1. Nociones prácticas para una buena ejecución

Cuando la ejecución de las obras se decide realizarla por vía terrestre únicamente se puede trabajar en avance, un avance que vendrá condicionado por los rendimientos de la maquinaria. Por lo que se dispondrá de anchuras suficientes y superiores a las necesarias para que la movilidad de la maquinaria no sea un impedimento. Para la construcción del dique se necesita construir estructuras provisionales que permitan acceder hasta la ubicación de estos, es decir, estructuras que se emplearan durante la fase de construcción pero que una vez se terminen se retiraran.

Es importante no olvidar que la maquinaria de transporte como la de movimiento de los materiales deben estar por encima del NMM, de esta manera se conseguirá disminuir cualquier riesgo de rebase y la maquinaria podrá trabajar totalmente segura. Por lo que la cota de coronación se fija en +1 metro.

Cuando se abordan este tipo de proyectos es también importante disponer de un parte meteorológico fiable en el que se pueda empezar a trabajar sin problemas aparentes, asegurando buenas condiciones. Conociendo la predicción de las precipitaciones que permiten tomar las medidas de protección y de actuación necesarias. Frente a estos temporales será inevitable no tener pérdidas y daños en las obras, por lo que se deberá contar con maquinaria de limpieza (motoniveladoras y excavadoras) y aportes de material para conservar correctamente las superficies de rodadura.

#### 3.2. Maquinaria requerida

La ejecución de las obras por vía terrestre requiere maquinaria cuya adquisición, amortización, transporte a pie de obra y mantenimiento son generalmente menos costosos que los de la maquinaria necesaria para la ejecución de las obras por vía marítima.

La maquinaria de extracción y transporte de los materiales debe ser de gran capacidad, puesto que será necesario que mueva grandes cantidades de peso y que ofrezca buenos rendimientos. Los trabajos de colocación del manto principal, que estará formado por escollera al igual que el filtro, se necesitaría inicialmente operar con grúas terrestres (maquinaria que se empleará para la colocación del material).

Al mismo tiempo, se podrán utilizar también retroexcavadoras, que permiten colocar los elementos de escollera. Hoy en día en el mercado existe maquinaria suficientemente fuerte como para mover escollera natural de 15 toneladas de peso por unidad.

### 3.3. Tipo de obras

Se realiza una clasificación de tres tipos de obras:

- ***Caminos de acceso***

Son las estructuras provisionales que se utilizarán para llegar a la altura de los diques exentos, que parten de la línea de costa. Es un acceso por el que deberá circular sin problemas la maquinaria en los dos sentidos.

- ***Núcleos de avance***

Es una capa provisional, que se retirará una vez termine el uso de la vía que conecta con los diques. Permite la realización de los trabajos un metro sobre la cota de coronación prevista, operando con facilidad sobre el NMM.

- ***Diques exentos***

Los materiales y las dimensiones quedan determinados en el '*Anejo9.- Desarrollo de la alternativa*'. A continuación, se describirá un breve resumen de los pasos a seguir para ejecutar cada una de estas construcciones.

Los caminos de acceso anteriormente comentados son estructuras provisionales que se construyen solamente para ayudar en la ejecución de las obras del dique exento. Estos tramos tendrán un ancho de coronación de 5,5 metros, suficiente para que la maquinaria pueda circular, a una cota de +1 metro sobre el NMM y con unos taludes de 1:1 de todo-uno de cantera, formado por los materiales al verterse directamente al mar.

Una vez terminados los caminos de acceso, se empezará con la construcción de los diques donde los materiales y la geometría deseada están explicados con detalle en el *Anejo9.- Desarrollo de la alternativa*. En un principio se verterá el todo-uno que formará el núcleo de avance, hasta alcanzar la cota de coronación +1 metro. A continuación, una vez posicionado el material del núcleo se colocará la escollera que formará el manto secundario y finalmente, se terminará con la colocación del manto principal. Se colocarán las escolleras que formarán los mantos, con retroexcavadora.

Por último, una vez construido el dique se procederá con las últimas fases donde se quitará poco a poco el sobrante de todo-uno hasta alcanzar la cota deseada para el núcleo definitivo. Y sobre este núcleo una vez rebajado, se colocará la escollera de los mantos. De esta forma se alcanzará la cota de coronación de -0,5 metros con un ancho deseado.

### 3.4. Sistemas de avance en el cuerpo del dique

Como se ha expuesto en el apartado anterior, el sistema constructivo por el que se ha optado ejecutar las obras es por el de ir creando al avance la sección transversal constituida por el núcleo-avance.



Según se va avanzando en las obras se va formando el núcleo-avance del dique, donde es más alto que el definitivo y el que se proyecta en el proyecto, pero después se rebajara, se colocara el manto principal y secundario a ambos lados del núcleo para protegerlo.

Antes de 'cerrar el dique' por arriba, se retirará el material sobrante todo-uno del núcleo-avance con una retroexcavadora hasta alcanzar la cota de coronación de -0,5 metros. Sobre el núcleo definitivo es cuando se coloca la escollera alcanzando la construcción definitiva del dique.

### 3.5. Acceso a los diques exentos sumergidos

El proyecto consiste en la construcción de dos diques en total de unos 180 metros de longitud cada uno, y separados entre sí unos 846 metros. Y la distancia entre la línea de costa actual y la alineación de los diques es de 260 metros. Esta distancia es la que se ha considerado para el cálculo de los diques, es decir, parte de la línea de costa actual, previa a la línea de costa que se creara con la realización de la alimentación artificial, porque la construcción de los diques será lo primero que se construya.

En primer lugar, para diseñar los caminos de accesos de los diques se parte de la simplicidad y de lo económico. Por lo que, para cada uno de los diques dispondrá de un camino de acceso que se construirá buscando la distancia más corta desde la línea de costa y facilitando las operaciones de circulación de la maquinaria.

Luego, como se ha comentado anteriormente, los caminos tendrán una cota de +1 metros sobre el NMM, con un núcleo de un ancho de 5,5 metros de material para rodadura.

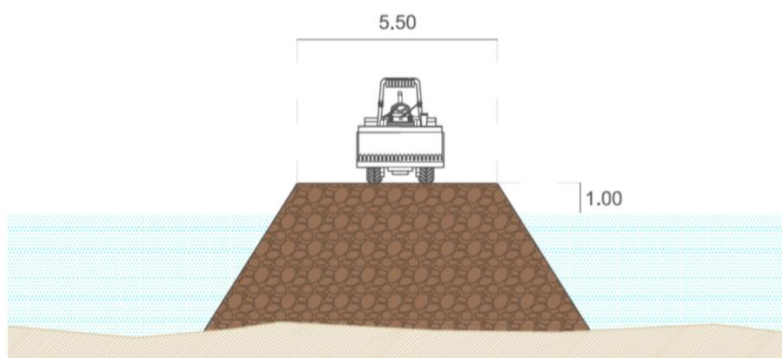


Ilustración 1. Sección del camino de acceso.

### 3.6. Materiales a utilizar

La construcción de los caminos de acceso desde la línea de costa hasta los diques, en la capa de coronación solo se extenderá una capa de zahorras como capa de rodadura de la maquinaria. Las estructuras provisionales necesitaran también esa capa de zahorras, donde se tendrán en cuenta los huecos y la zahorra que se colocará es de  $0,25 \text{ m}_3/\text{m}_2$ .

Como va a ser una capa que va a tener que soportar el paso de mucha maquinaria cargada con materiales y sin ellos, se espera que esta capa acabe perdiéndose por lo que no se considerara la retirada de esta.

Por otro lado, el material que se empleara para formar el manto principal de los diques serán piezas de escollera, con formas angulosas. Para poder estimar los volúmenes necesarios para la construcción de las estructuras, se deberá considerar la profundidad a la que se van a construir y partiendo de esa información se estimara el volumen necesario de todo-uno para la formación del núcleo y el volumen de piezas de escollera para el manto.

Partiendo de los cálculos obtenidos en el *Anejo 9.- Desarrollo de la alternativa*, se sabe que serán necesarias las siguientes cantidades de materiales para la construcción de los diques:

<b>VOLUMEN ESCOLLERA PARA EL MANTO PRINCIPAL</b>	<b>VOLUMEN DE FILTRO</b>	<b>VOLUMEN DE TODO-UNO</b>
12532,5585	1709,748	1957,68

<b>VOLUMEN CAMINOS DE ACCESO A LOS DIQUES CON TODO-UNO</b>
51675

## 4. APORTACIÓN DE ARENA

### 4.1. Trayectos y estado de los accesos

Antes del inicio de las obras es importante determinar por donde van a circular los camiones que proveerán de los materiales necesarios al proyecto. Donde se deben considerar factores como el tráfico, la facilidad de paso, cruces, los pasos superiores, la rapidez con la que se trasladan de un punto a otro etc... Solamente se utilizaran carreteras de gran capacidad y solo para los tramos de la cantera a estas carreteras o de la carretera de gran capacidad hasta la playa se utilizaran las carreteras locales.

### 4.2. Ejecución de la alimentación artificial

Como se ha comentado en anejos anteriores, se empezará extrayendo arena del primer tramo de la playa de Pinedo P-1/P-2 (Figura azul de la Ilustración 2). Es una zona donde está muy focalizado un problema de acreción y por lo tanto se tiene un ancho excesivo, y como se ha calculado en el *Anejo 9* podrían extraerse hasta 180180 m<sup>3</sup> de arena a repartir entre las zonas donde sea necesaria la ampliación de la playa y el resto de material se obtendría de las canteras.

El movimiento de tierras se realizaría con camiones, donde estos verterían directamente en las zonas necesarias hasta obtener el ancho previsto.



Ilustración 2. Perfil de la playa una vez realizada la alimentación artificial. Fuente: Elaboración propia.

## 5. FASES DE CONSTRUCCIÓN

En el presente apartado se va a desarrollar las fases del proceso de construcción de los diques exentos sumergidos, así como de la retirada del material de los caminos de accesos.

- **Fase 0: Retirada de los dos espigones existentes**

Antes del inicio de la construcción de los caminos de acceso para construir los diques exentos, se retirarán los dos espigones existentes de aproximadamente metros de longitud que se encuentran en la playa.

- **Fase 1: Construcción del camino de acceso hasta el primer dique exento**

El camino de acceso que se construirá hasta alcanzar el primer dique exento tendrá una cota de coronación de +1 metro y una anchura de coronación de 5,5 metros. La distancia entre la línea de costa y el dique será perpendicular y tendrá una longitud total de 260 metros con un talud de 1:1. Se necesitará un total de 51675 m<sup>3</sup> de todo-uno.

- **Fase 2: Construcción del primer dique exento**

Es una fase en la que será necesario utilizar m<sup>3</sup> de escollera para el manto principal y para el manto secundario 1709,75 m<sup>3</sup> y 1957,68 m<sup>3</sup> de todo-uno para el núcleo. Tanto la escollera, como el material que se utilizara para el núcleo vendrán de cantera. El material que se vierte en la fase de construcción provisional del núcleo-avance, se retirara a acopio después de tener construido el dique.

- **Fase 3: Retirada del camino de acceso al primer dique exento**

Una vez terminado el primer dique y retirado el camino de acceso del primer dique, se procederá a construir el segundo dique, por lo que se aprovechara los materiales que se utilizan en el primer camino de acceso para construir el segundo y procediendo de la misma forma.

- **Fase 4: Construcción de la misma forma el camino de acceso hasta el segundo dique exento**
- **Fase 5: Construcción del segundo dique, siguiendo los mismos procedimientos constructivos que el primer dique exento**
- **Fase 6: Una vez finalizado la construcción del segundo dique se procede a la retirada del segundo camino de acceso**
- **Fase 7: Una vez construidos los diques exentos se realizará la alimentación artificial**

