

ANEJO 11

CÁLCULO DEL VOLUMEN DE DRAGADO

ÍNDICE

1. Objeto.	3
2. Marco legal de las operaciones de dragado.	4
2.1. Artículos de interés de las Directrices actuales	4
2.1.1. Artículo 3. Definiciones.	4
2.1.2. Artículo 4. Proyecto de dragado.	5
2.1.3. Artículo 5. Justificación de la necesidad de dragado.	5
2.1.4. Artículo 6. Caracterización de la zona a dragar.	6
2.1.5. Artículo 8. Material exento de caracterización.	7
3. Elección del método de dragado.	8
4. Volumen de dragado.	10
5. Material de relleno.	11

1. Objeto.

Las operaciones de dragado son de vital importancia para el facilitar el acceso al interior de los puertos de los buques. Además, al aumentar el tamaño de los mismos constantemente, los requerimientos de calados cada vez son superiores siendo necesarios así dragar las dársenas para dar cabida a esta clase de buques.

También las operaciones de dragado se realizan no sólo para dar cabida a buques más grandes sino también por mantenimiento de las dársenas para paliar los posibles soterramientos que puedan ocurrir en las mismas.

El objeto del presente anejo es realizar un estudio en el cual se exponga la situación actual del fondo marino en la dársena, de forma que se pueda determinar el volumen de material a extraer de la obra. Para ello previamente se escogerá el tipo de draga más adecuado para extraer el material que compone el fondo del puerto de estudio.

También se planteará la posibilidad de que el material dragado sirva como relleno para el muelle abaratando así costes. Además, se evitará el vertido del mismo al mar pudiendo afectar ambientalmente.



2. Marco legal de las operaciones de dragado.

España forma parte contratante de los Convenios Internacionales, que regulan los vertidos al mar, de Londres, Oslo-París y Barcelona. En consecuencia, España está obligada a informar anualmente a las secretarías de dichos Convenios sobre los volúmenes de materiales dragados, sus características físicas y químicas y las zonas de vertido al mar.

España ha tratado de particular estos Convenios a la superficie nacional, mediante la publicación en 1994 de *“Recomendaciones para la gestión del material dragado en los puertos españoles”* (RGMD) en el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). A pesar de que fracasaron en su ámbito normativo, la RGMD son aplicadas en la práctica totalidad de los proyectos de dragado.

Así pues, no existe una única referencia respecto a la normativa de dragado, sino que las operaciones de dragado quedan legisladas por varias leyes y normativas.

Por ello mismo, las RGMD marcan los contenidos mínimos que han de incluirse en todos los proyectos de dragado, así como un capítulo dedicado al análisis de los permisos y autorizaciones necesarios para la gestión de los materiales en el dominio público marítimo-terrestre (DPMT).

La versión de 1994 ha sido recientemente actualizada con algunas modificaciones basadas principalmente en los avances que se han vivido a los últimos años. Actualmente, la normativa fue renovada por la Comisión Interministerial de Estrategias Marinas en su reunión organizada en 2014 en la cual se actualizó la normativa y sustituyó por la actual *“Directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo-terrestre”*.

2.1. Artículos de interés de las Directrices actuales

2.1.1. Artículo 3. Definiciones.

En su artículo 3, las Directrices ofrecen un conjunto de definiciones las cuales ayudan a comprender mejor el tema tratado. Entre las más importantes se encuentra:

- Dragado → Extracción de materiales del fondo del DPMT.

- Dragado limpieza→ Aquel cuyo único objeto es la retirada deliberada de material contaminado del fondo marino con el propósito de protección de la salud humana y el medio ambiente.
- Dragado de mantenimiento→ Aquel realizado para asegurar que los canales de navegación zonas de atraque o fondeo portuario mantienen sus dimensiones (superficie y profundidad de diseño).
- Dragado de primer establecimiento→ Aquel realizado con fines de navegación, al objeto de aumentar o profundizar los canales de navegación y las áreas portuarias, así como la creación de nuevos puertos y los realizados dentro de otros proyectos de ingeniería como excavación de zanjas para cimentación de estructuras portuarias o colocación de cables o tuberías.
- Antrópico→ Originado por la actividad del ser humano

2.1.2. Artículo 4. Proyecto de dragado.

En este artículo se menciona que, en toda operación de dragado, se tendrá en especial consideración el posible impacto ambiental que pueda tener las operaciones a desarrollar. Además, se deberá de justificar las operaciones de dragado, un estudio de la caracterización de la zona y de la gestión del material dragado.

2.1.3. Artículo 5. Justificación de la necesidad de dragado.

Se extiende en la explicación de lo mencionado anteriormente sobre la justificación del dragado, la cual se basa en 5 aspectos principalmente:

- Objetivos del dragado a realizar (primer establecimiento, mantenimiento...).
- Razones técnicas que hagan necesaria la realización del dragado.
- El volumen de materiales a dragar en m^3 .
- Superficie afectada por el dragado en m^2 .
- El espesor de materiales a dragar en cada zona de la superficie afectada.

- Método de dragado previsto y eventuales medidas que se plantean.

Además, en zonas ya dragadas previamente, se deberá adjuntar información de los anteriores dragados y los efectos han producido tras la actuación de los seguimientos ambientales correspondientes.

Por último, se tratará de minimizar, en la medida de lo posible, el volumen de material a dragar, el de material vertido al mar y, en general, las superficies afectadas por el dragado y el vertido.

2.1.4. Artículo 6. Caracterización de la zona a dragar.

Como se marca en el Artículo 4, los proyectos de dragado están obligados a incluir una caracterización de los materiales a dragar la cual deberá incluir los siguientes detalles:

- Descripción del tipo y fuentes de contaminación significativa que soporta la zona a dragar (emisarios submarinos, aportes de ríos...)
- Estimación de los objetos o materiales de origen antrópico que pudiera contener el material a dragar.
- Existencia de algún programa de control sobre las fuentes de contaminación, o si ha sido realizada previamente alguna intervención ambiental significativa en relación con los vertidos a las aguas de la zona a dragar o su entorno.
- Composición granulométrica esperada
- Características batimétricas de la zona.
- Descripción de las características biológicas, con especial atención a los hábitats y especies, y a la posible presencia de especies invasoras las cuales puedan propagarse debido a las acciones de dragado.
- Resultado de los programas existentes de seguimiento de calidad de las aguas.

- Localización de las áreas marinas o marítimo-terrestres enmarcadas por cualquier figura de protección ya sea autonómica como nacional o internacional en el entorno de la zona de actuación, con la determinación expresa de la distancia mínima hasta las mismas.
- Identificación de otros usos legítimos del mar que coincidan con la zona a dragar o el entorno que pudiera verse afectado por las operaciones de dragado. Se prestará especial atención a la existencia de zonas sensibles y de explotación de recurso pesqueros y marisqueros.

2.1.5. Artículo 8. Material exento de caracterización.

Existen 2 casos en los que no es necesario la caracterización del material:

- Cuando, en ausencia de fuentes apreciables de contaminación, el volumen proyectado a dragar sea igual o inferior a 10.000 m³ de los que se tenga información local acerca de la calidad del sedimento que permita asegurar que el material no está contaminado.
- Aquellas zonas de dragado que estén exclusivamente constituidas por materiales geológico consolidado o no consolidado de tamaño superior a 2 mm.

3. Elección del método de dragado.

Existen en el mercado multitud de tipos de dragas las cuales se adecuan a distintos tipos de terrenos, por ello es importante tanto la caracterización del terreno como la elección del tipo de draga de forma que se optimice los costes.

A continuación, se muestran unos cuadros resúmenes con el tipo de draga más adecuado en función del terreno a dragar.

Se parte de la base de que, en el Puerto de Gandía, el terreno sobre el cual se realizarán las operaciones de dragado, está conformado por arenas de compacidad media.

	Cuchara	Pala	Rosario	Succión en macha	Cortadora	Succión estacionaria
Arena compacta				Cabeza apropiada		
Arena suelta						
Arena fangosa						
Fangos				Desgasificadores		
Arcillas	Sueltas o plásticas	Plásticas o compactas	Sueltas o plásticas			
Arena con grava						
Margas						
Rocas	Voladura	Voladura	Voladura			

Figura 1. Tipo de draga según el material. (Fuente: Apuntes de Obras Marítimas).



	Buen comportamiento	Mal comportamiento
Cuchara	Terrenos sueltos algo cohesivos	Terrenos fluidos o duros
Pala	Casi todo, incluso terrenos duros y compactos	Terrenos fluidos
Rosario	Fangos, arcillas y arenas compactas hasta rocas blandas	Arcillas muy cohesivas
Succión en marcha	Gravas, arenas sueltas, arenas fangosas, limos etc.	Terrenos compactos
Cortadora	Todo tipo de terreno excepto rocas duras	Rocas
Succión estacionaria	Arenas sueltas o semicompactas, fangos sueltos	Arenas compactas o cohesivas

Figura 2. Comportamiento de dragas según el terreno. (Fuente: Apuntes de Obras Marítimas).

En función al tipo de terreno, los tipos de draga más adecuados serían la draga de cuchara, la de rosario, la de succión en marcha o la de succión estacionaria.

Las dragas de cuchara son capaces de trabajar en zonas muy localizadas, cerca de estructuras con una gran precisión. Además, puede dragar en terrenos emergidos abriendo canal y no presentan problemas respecto a la profundidad de calado junto la facilidad para instalar barreras anticontaminantes. Sin embargo, poseen un elevado coste y un bajo rendimiento.

Las dragas de rosario, requieren un calado mínimo de 6 m para operar el cual se cumple en la dársena de estudio. Igualmente, presentan grandes rendimientos para materiales suelos o de baja compacidad. Por último, poseen una gran precisión geométrica siendo idóneas para operaciones de enrase de banquetas etc.

Las dragas de succión estacionaria, funcionan bien con el material a dragar, existe una gran variedad de modelos en el mercado, y tienen un bajo coste unitario. Conjuntamente, la extracción del material mediante tubería no entorpecería en tráfico marítimo.

En lo referente a las dragas de succión en marcha, son inviables en el caso estudiado dado que requieren de amplias áreas de maniobra haciéndolas poco idóneas para dragados localizados y situados en el interior de dársenas.

Por ello mismo se recomienda el uso de dragas de cuchara o de rosario en función de la disponibilidad de las mismas en el mercado, dado que los volúmenes a dragar son pequeños y además el material será empleado como material de relleno.

4. Volumen de dragado.

A pesar de que se trate de una nueva obra, las instalaciones ya están preparadas en términos de calado para albergar al buque de proyecto. Por ello mismo, las únicas operaciones a realizar sería un pequeño dragado en zanja hasta la cota -10,5 para ubicar la banquetta.

Como se ha mencionado, el puerto ya se encuentra dragado hasta una profundidad de 10 metros aproximadamente así pues los volúmenes de dragado serán pequeños. Los mismos se han obtenido mediante el programa AutoCAD representando la batimetría del puerto de Gandía. Al tratarse de dársena muy regular, no se ha requerido de numerosas secciones para la definición del dragado.

Se han establecido 4 secciones de dragado cada 70 metros. Para calcular el volumen de cada sección se toma el área representada en los planos y, para transformarla en volumen, se multiplica la misma por el área tributaria de cada sección suponiéndose así que el área será uniforme a lo largo de esa zona. Se pueden consultar las secciones de dragado en el *Plano 7. Planta Secciones de Dragado* y *Plano 8. Perfiles Transversales de Dragado*.

SECCIÓN	ÁREA (m ²)	A. TRIBUTARIA (m ²)	VOLUMEN (m ³)
Sección 1	9,244	35	323,54
Sección 2	3,340	70	233,8
Sección 3	3,770	70	263,9
Sección 4	8,320	35	291,2

Tabla 1. Secciones y volúmenes de dragado. (Fuente: Elaboración propia).

Obteniéndose un total de 1112,44 m³ a dragar.

5. Material de relleno.

El material extraído durante las operaciones de dragado se podrá emplear como material de relleno del muelle abaratándose así los costes de construcción de la obra.

Se tratará así de un relleno hidráulico cuya función se realizará tras un proceso de sedimentación de las partículas sólidas contenidas en el material extraído que, como se ha indicado antes, se trata de arenas semicompactadas.

Como se ha mencionado antes, esta clase de rellenos son los que presentan una mayor relación calidad/precio. Como sucede con la práctica totalidad de los rellenos portuarios, tanto los asentamientos como los posibles problemas en cuanto a la capacidad de soporte surgen principalmente de la naturaleza de los fondos en lugar del material de relleno.

Por ello, únicamente será necesario caracterizar el contenido en finos del fondo marino para ver posibles problemas de consolidación durante la ejecución del relleno.