



## ANEJO Nº 8.

### **CÁLCULO DEL VOLUMEN DE DRAGADO**





## Índice

---

1.	INTRODUCCIÓN .....	5
2.	CONDICIONANTES EN EL ÁREA DE TRABAJO .....	5
4.	VOLUMEN DE DRAGADO .....	6
5.	MEDIOS DE DRAGADO.....	7
6.	USO DEL MATERIAL DRAGADO.....	9
7.	REFERENCIAS .....	12



## **1. INTRODUCCIÓN**

En el presente anejo se calcula el volumen de dragado y los diferentes condicionantes existentes, se valoran y seleccionan también los medios a emplear para la ejecución de estos trabajos y finalmente se detallan los usos de los materiales dragados, indicando los puntos de vertido aptos para los materiales que lo requieran.

## **2. CONDICIONANTES EN EL ÁREA DE TRABAJO**

El trabajo a realizar se refiere a un dragado con el objetivo de asegurar un calado adecuado para la construcción de la obra que se proyecta y su posterior explotación, sirviendo principalmente como obra de atraque disponiendo en ella nuevas instalaciones y dando servicio a la tipología de buque de megayates, así como también conseguir con la misma un aumento de la superficie terrestre.

El espacio a dragar se encuentra dentro del puerto, por lo que el oleaje no será un condicionante, ya que en el interior será poco probable que existan  $H_s > 1\text{m}$ . Se sitúa próximo al muelle existente, frente al canal de entrada, sin llegar a impedir la circulación del tráfico marítimo en la bocana.

La profundidad actual es de alrededor de 3 metros, bajo la futura línea de atraque, para la que se pretende un calado de 6,5 metros, al igual que del que dispone el muelle anexo.

Existen en el área de operación, como ya se ha mencionado en anejos anteriores, elementos que impiden la facilidad de maniobra de los diferentes medios para la ejecución del dragado. Estos son, los duques de alba que se encuentran frente al espigón y la salida de pluviales, la cual sobresale respecto a la alineación del muelle existente y el que se proyecta.

Teniendo estos condicionantes en cuenta, se debe considerar el empleo de equipos que eviten el descalce de los elementos ya existentes. Así mismo, se deberá realizar una correcta delimitación de la zona de actuación, y un balizamiento que garantice la continuidad del tráfico marítimo de manera segura.

## **3. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

En cuanto al terreno a dragar, según los datos procedentes del informe de los trabajos de sondeo y reconocimiento de los fondos del puerto de Denia, documento recogido en el anejo



3, los materiales que conforman el fondo, se tratan principalmente de una primera capa de fangos sobre una capa de areniscas.

Tal y como menciona el informe, en las recomendaciones que proporciona, la dragado del material del que se dispone, se orienta principalmente hacia métodos de excavación mecánica de rocas. Es laborioso conseguir excavar los materiales rocosos, como es el caso del macizo arenoso, cuyo dragado podrá proyectarse orientándolo según dos premisas que se consideran fundamentales: dragado con pretratamiento o el empleo de draga de succión y cabezal cortador.

Por otra parte, la remoción de los fangos y suelos no ofrece dificultad práctica frente a ningún método de dragado, aunque debe ser estudiado el medio a emplear ya que repercute de manera directa en la capacidad y los rendimientos de los diferentes equipos, debiendo seleccionar el que más se adecue al suelo. La mayor dificultad que se aprecia es la de llegar a limitar el desplazamiento de estos materiales, proporcionado por las corrientes marinas, al quedar desprotegidos frontal o lateralmente. Es por ello que se debe contemplar la disposición de una barrera antiturbidez en la zona a dragar.

#### **4. VOLUMEN DE DRAGADO**

Para los 65 metros de línea de muelle que se proyectan, el cálculo del volumen de terreno a retirar, se ha llevado a cabo mediante la tramificación de dicha alineación cada 6,5 metros, abarcando un espacio de hasta 75 metros. Posteriormente se ha realizado el alzado de los perfiles de cada uno de los tramos y se ha obtenido el volumen entre el trazado del terreno existente y la cota que se quiere conseguir, -6,5 metros para el calado del muelle y -7,5 en la zona donde se ubicará la banqueta de la estructura, sobre las areniscas.

De esta manera, se obtiene un volumen total a dragar de  $1860 \text{ m}^3$ , compuesto por dos materiales diversos,  $760 \text{ m}^3$  de areniscas, y el resto de fangos, considerando que la separación entre estos materiales se encuentra en la -5,5 metros.

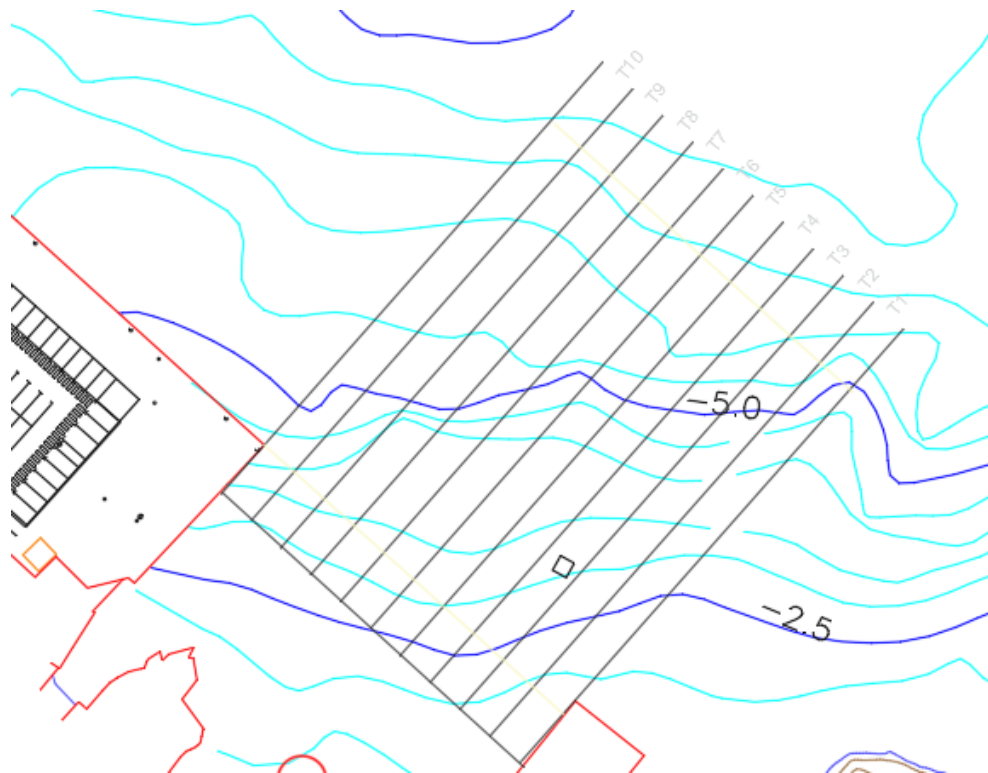


Imagen 1. Tramos para el cálculo el dragado. (Fuente: Elaboración propia)

## 5. MEDIOS DE DRAGADO

El comportamiento frente a la excavación de los materiales, el transporte y el vertido condicionan de manera directa los medios y técnicas de dragado. Estos equipos contemplan costes superiores a los medios terrestres, por lo que el tipo de maquinaria escogida será decisivo en el coste final, y por tanto se deberá seleccionar el equipo de manera juiciosa, para así emplear el medio más coherente.

Para la elección del equipo de dragado, se ha realizado una tabla comparativa con cada una de las características de los medios disponibles en el mercado. Se ha analizado cada una de las propiedades y asignado un color, (verde, amarillo o rojo), en función de si se trata de un condicionante favorable, adecuado/aceptable o desfavorable/desaconsejado, en relación con la situación y requisitos de trabajo que precisa el proyecto que se estudia.



MECÁNICAS				HIDRAULICAS		
	CUCHARA	PALA	ROSARIO	SUCCIÓN MARCHA	CORTADO RA	SUCCIÓN EST.
<b>Alcance</b>	Poco calado	<35 m	20-30 m	<100 m	<30 m	<30 m
<b>Calado</b>	Poco	Poco	>6m	>5m		
<b>Emplazamiento</b>	Muelles o espigones. Puede trabajar desde tierra.  Zonas muy localizadas	Proximidad de estructuras  Zonas localizadas		Succión en movimiento  No localizados	Verter en el recinto	Dársenas y ejecución de rellenos.  NO interfieren en la navegación
<b>Materiales</b>		Arena compacta	Arena compacta	Arena compacta	Arena compacta	
			Arena suelta	Arena suelta		Arena suelta
	Arena fangosa		Arena fangosa	Arena fangosa		Arena fangosa
	Fangos		Fangos	Fangos		Fangos
	Arcillas	Arcillas	Arcillas		Arcillas	
	Arena con grava	Arena con grava	Arena con grava	Arena con grava	Arena con grava	
		Margas	Margas		Margas	
		Rocas sin voladura	Rocas sin voladura		Rocas sin voladura	
	Rocas con voladura	Rocas con voladura	Rocas con voladura			
<b>H<sub>s</sub></b>	<1m	<1m	<1m	Mar abierto <2,5m	Sensibles al oleaje	Sensibles al oleaje
<b>Rendimiento</b>	<1500 m³/día	2000-6000 m³/día	2500-10000 m³/día	1500-38000 m³/día	500-100000 m³/día	500-100000 m³/día
<b>Vertido</b>	Gánguil	Gánguil	Gánguil	Cántara /Tubería	Tubería	Tubería
<b>Autopropulsión/ Autoportante</b>	Variable no determinante (Posibilidad de dragado desde tierra y vertido sobre explanada anexa o utilización de elementos auxiliares)					
<b>Disponibilidad</b>	24,50%	3,90%	10,20%	14,20%	36,80%	9,30%
<b>Clima marítimo</b>	Dentro del puerto la afección a la operación debida a altura de ola y las corrientes será mínima. Por tanto, no se considera una variable determinante.					
<b>Tráfico marítimo</b>	Posible obstáculo al tráfico portuario. Considerar equipos que requieran poco desplazamiento u ocupen poco espacio.					
<b>Precisión</b>	Precisión		Alta Precisión (enrase)	Buen control	Superficies precisas	No gran grado de precisión
<b>Coste/ Producción</b>	Alto	Alto	Adecuado	Bajo	Bajo	Bajo

Tabla 1. Propiedades de los equipos de dragado. (Fuente: Elaboración propia)



Tras el análisis de los diferentes criterios, se considera el equipo de dragado más óptimo y por tanto el medio seleccionado para la ejecución de los trabajos, la **draga hidráulica de succión con cabeza cortadora**, por las diversas ventajas y propiedades que presenta.

Este tipo de draga es una mejora directa de la draga de succión estacionaria, que incorpora además un dispositivo disgregador del terreno montado en el extremo del tubo de succión. Las dragas cortadoras son dragas estacionarias, es decir que no se desplazan conforme realizan el dragado.

El cabezal cortador permite trabajar sobre materiales más cohesivos y con una resistencia al corte superior que los permitidos con el resto de dragas hidráulicas. Este cabezal giratorio disgrega el material y succiona la pulpa mediante un sistema de bombeo. El material aspirado puede verterse en gánguiles o, como es más frecuente, trasladarlo directamente a través de una tubería flotante o sumergida hasta la zona de deposición.

El campo de aplicación de estas dragas es muy amplio, la capacidad de corte de la cabeza cortadora suele tener una potencia entre 15 kW y 4.500 kW.

Es debido a la elevada producción obtenida por estos equipos que el coste por metro cúbico dragado e impulsado es el más económico de todos. Su gran eficiencia hace que las dragas cortadoras sean las más utilizadas en el mundo, con un total de 930 unidades, representando el 36.8 % de la flota mundial de dragas, lo cual agiliza mucho el proceso de su adquisición.

A pesar de venir recomendado expresamente en el informe geotécnico que se recoge en el anejo 3, la conveniencia de trabajar con una draga de rosario de cangilones, por las características heterogenias del terreno, y además de cumplir esta tipología de draga con la mayoría de los requisitos de trabajo, se ha descartado su uso principalmente por la elevada existencia de fangos, la baja disponibilidad, un coste superior, la necesidad de disponer de un calado mínimo de 6m y la poca eficacia de esta tipología en espacios localizados.

## 6. USO DEL MATERIAL DRAGADO

En primer lugar, el volumen de areniscas extraído, será reubicado en la zona del trasdós como parte del material de relleno, pudiendo ser necesario en este caso una clasificación previa del material o una fragmentación en rocas más pequeñas.



Por otro lado, el volumen de fangos dragado será vertido en el mar, siguiendo las *“Directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo-terrestre”*. Así pues, son de aplicación para el vertido de este material los siguientes artículos, que se reflejan en dicho documento:

Artículo 11, número de estaciones de muestreo, tratándose el área de estudio de una zona M, próxima a los muelles, en la que se ubicará al menos una estación de muestreo cada 100 metros lineales, siendo necesario únicamente una estación de muestreo en este caso.

Artículo 12, distribución de las estaciones de muestreo. Se deberá cubrir la variabilidad prevista de toda la zona objeto de dragado respecto a la contaminación, debiendo ser su número superior en las proximidades de fuentes puntuales de contaminación (aliviaderos de aguas pluviales, vertidos urbanos e industriales, etc.). En el caso estudiado, deberá prestarse especial atención a la salida de pluviales que vierte en la zona.

#### Artículo 32. Clasificación de la zona de vertido

1. A los efectos de evaluar la zona más adecuada para la reubicación del material dragado, el medio marino se clasificará en:

1.1.- Zonas de exclusión: Aquella parte del DPMT cuyo fondo esté constituido por hábitats bentónicos de interés identificados en espacios marinos protegidos, o por praderas de fanerógamas marinas, bosques de laminarias, comunidades de maërl, formaciones de coralígeno o arrecifes, así como zonas de baño, zonas de cultivos marinos, bancos marisqueros y las ocupadas por cualquier infraestructura submarina. En estas zonas no podrá ser autorizado el vertido de materiales, limitándose su colocación en estas zonas únicamente a un uso productivo.

1.2.- Zonas de vertido restringidas: Aquellas que reúnan al menos uno de los siguientes requisitos:

i. Profundidad igual o inferior a 25 metros, excepto la zona I de los puertos de interés general o zona abrigada de los puertos autonómicos.

ii. Zonas marinas o marítimo-terrestres protegidas en virtud de la legislación autonómica, nacional o internacional.

iii. Entorno de las zonas de exclusión hasta una distancia igual a 2 millas náuticas desde el borde exterior de las mismas.

1.3. - Zonas de vertido no restringidas: resto del medio marino. Siempre y cuando la normativa específica de conservación de estos espacios no indique lo contrario, no tendrán la consideración de zonas de exclusión o restringidas aquellas que estén histórica o tradicionalmente autorizadas para el vertido de material dragado, previa justificación de que los vertidos realizados con anterioridad no han tenido efectos negativos significativos sobre la calidad del medio marino u otros usos legítimos del mar.

Para la delimitación de la zona de vertido, se ha consultado el Plan de Ecocartografías del litoral español, llevada a cargo de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar, en la provincia de Alicante.

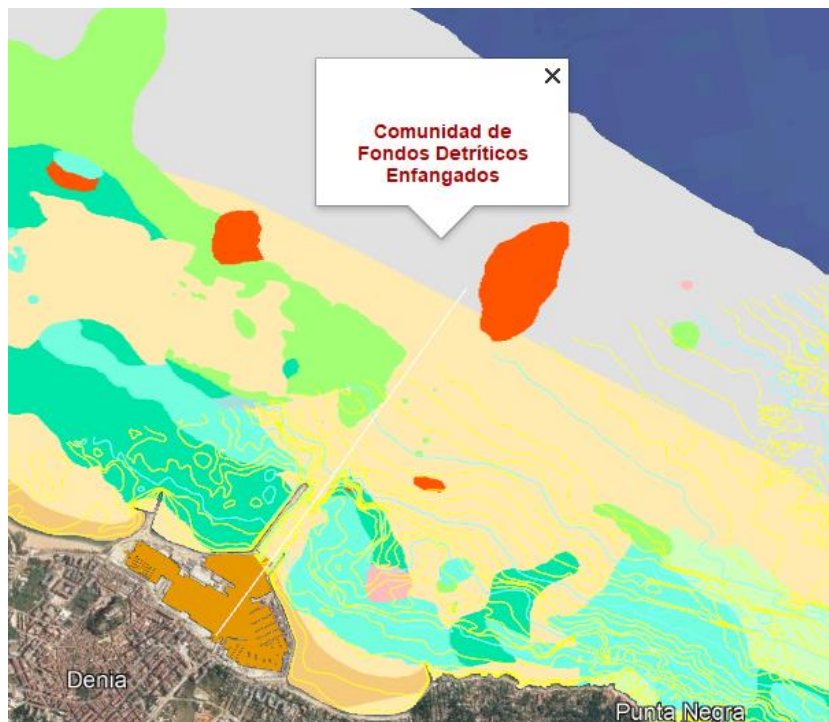


Imagen 2. Comunidades marítimas y batimetría. (Fuente: Plan de Ecocartografías del litoral Español)

Como se observa en la imagen, la posible zona de vertido se encuentra a 1,7 millas náuticas del área de trabajo, vertiéndose el material sobre comunidad de fondos detríticos enfangados, y a una profundidad superior de 25 metros, alejado de la costa.

El transporte y vertido se realizará sobre gánguiles, cargando estos medios con el material hasta el punto de vertido, y garantizando así el trabajo continuado del equipo de dragado, el cual supone un coste superior.



## 7. REFERENCIAS

Técnicas de dragado. Disponible en:  
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/5971/04.pdf?sequence=5&isAllowed=y>  
[Consultado 5-6-2022]

**Comisión interministerial de estrategias marinas** . Directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo-terrestre. Disponible en: [https://www.miteco.gob.es/images/es/anexo\\_directrices\\_tcm30-435295.pdf](https://www.miteco.gob.es/images/es/anexo_directrices_tcm30-435295.pdf)  
[Consultado 5-6-2022]

**Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico**. *Ecocartografía de Alicante* . Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-costa/ecocartografias/ecocartografia-alicante.aspx> [Consultado 9-6-2022]