

ANEJO Nº4: DRAGADO

TUTOR:

VICENTE CERDÁ GARCÍA DE LEONARDO

AUTORES:

ROBERTO PONCE NUÉVALOS

FECHA: JUNIO 2015



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	2
2	OBJETO	2
3	ELECCIÓN DE LA DRAGA.....	2
4	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN	3
5	CONCLUSIONES	4

1 INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se muestra el procedimiento de ejecución del dragado y posterior relleno del material procedente del dragado con el correspondiente emplazamiento de ambas zonas en la terminal objeto de este proyecto y las áreas afectadas, tanto de dragado como de relleno.

2 OBJETO

En lo que respecta al dragado, se tiene un doble objetivo: por un lado se ha de ejecutar el dragado para cimentar las estructuras en terreno granular competente y por otro, dotar a las áreas de navegación y flotación de los buques que acceden a la terminal de contenedores del calado suficiente para cumplir su función en condiciones de seguridad.

En cuanto al relleno, su objetivo es aprovechar el material procedente del dragado para ser utilizado como relleno hidráulico y así constituir el apoyo del firme.

3 ELECCIÓN DE LA DRAGA

Para comparar los distintos tipos de dragas y seleccionar la más óptima para nuestro dragado, deben establecerse distintos condicionantes con el fin de poder caracterizar las diferentes dragas en cada uno de estos condicionantes, poder compararlas entre ellas y elegir la más adecuada. Los condicionantes más importantes son los siguientes:

- a) Emplazamiento: considerar en nuestro caso que nuestro dragado se ubica en el interior del puerto, en una zona abrigada, en una zona próxima donde operan los buques, por lo que este factor será importante y será necesario una draga que sea capaz de trabajar en espacios relativamente reducidos y conciliar con el tráfico marítimo.
- b) Características del terreno: decir que en nuestro caso el material a dragar se trata de arenas (terrenos sueltos), que será por tanto de compacidad floja y donde no será necesario realizar voladura ni será un material de difícil extracción.
- c) Calados: puesto que en nuestra terminal está destinada a que operen buques *Post Panamax II*, cuyo calado necesario para que puedan operar es de 16m y que se realizará además un dragado de 18,5m en el muelle, se trata de una profundidad media y este condicionante será fundamental a la hora de la elección.
- d) Plazo y volumen: dado que el volumen a dragar es considerable y el plazo de tiempo debe ser lo más rápido posible puesto que condiciona el resto de actividades del proceso constructivo, el equipo de dragado debe garantizar un alto rendimiento.
- e) Clima marítimo: dado que nuestra terminal de contenedores se ubica en el Puerto de Castellón, el cual es'' bañado'' por el mar Mediterráneo, se trata de aguas tranquilas; donde la altura de ola no va a resultar *a priori* un impedimento para la elección del equipo de draga.

Una vez citados y comentados los principales condicionantes que tendremos en cuenta, vamos a hacer referencia a

las principales dragas, que son:

- 1. Dragas de cuchara: en el caso particular que se trata, esta draga presenta como ventajas que pueden trabajar en zonas muy localizadas, cerca de estructuras, con gran precisión, pueden dragar en terrenos emergidos abriendo canal, son flexibles en cuanto a la profundidad de dragado y presentan facilidad para instalar barreras anticontaminantes. Respecto a inconvenientes es su bajo rendimiento, su alto coste y no son aplicables para arenas sueltas, como es este caso.
- 2. Dragas de pala: como ventajas presentan que requieren poco calado, que pueden trabajar en zonas muy localizadas, cerca de estructuras, pueden dragar en terrenos emergidos abriendo canal, versátiles en cuanto al tipo de terreno, muy aptas para dragado en zanja (característica fundamental puesto que en este caso se realizará un dragado en zanja en el muelle) y facilidad para instalar barreras anticontaminantes. Como inconvenientes están su alto coste, que existen pocas unidades en el mercado y tampoco son válidas para arenas sueltas.
- 3. Dragas de rosario: sus ventajas son su alta precisión, versátiles en cuanto al tipo de terreno, aptos para dragado en zanja y son adecuadas para enrasar banquetas. Inconvenientes: operación de montaje lenta, existen pocas unidades, requieren calado mínimo de 6m (existen líneas batimétricas de profundidad 5-5,5m) y son ruidosas con los consiguientes impactos ambientales negativos.
- 4. Dragas estacionarias sin cortador: sus ventajas son la gran variedad de modelos, buenos rendimientos, bajo coste y fácil movilización. En cuanto a inconvenientes presenta que son muy limitadas en cuanto al tipo de terreno y que requieren instalar tubería.
- 5. Dragas estacionarias con cortador: las ventajas que tiene son su gran variedad de modelos, su alto rendimiento, son versátiles en cuanto al tipo de terreno, bajo coste y adecuadas para verter en recinto. Como inconvenientes son que requiere instalar tubería.
- 6. Dragas de succión en marcha: las ventajas son su alto rendimiento, que no requieren instalación, bajo coste, autopropulsadas y buen control del dragado. Respecto a sus inconvenientes son que no son aptas para dragados localizados (como es este caso, ya que se trata de dragar en una terminal situada en la Dársena Sur), requieren amplias zonas para maniobrar (el recinto a dragar es el interior de un puerto, rodeado por diques de abrigo, muelles y otro tipo de estructuras), requiere calado mínimo en torno a 5m para dragar (esta limitación en este caso no sería un problema) y no son adecuadas para fangos.

Dicho todo esto se descarta en primer lugar las dragas de cuchara y de pala puesto que no son adecuadas para arenas sueltas, siendo éste el principal tipo de terreno a dragar.

Asimismo se descarta la draga de rosario de cangilones puesto que requiere un calado mínimo para dragar de 6m, habiendo zonas para dragar con calado inferior.

Se descarta también las dragas de succión en marcha dado que requieren amplias zonas para maniobrar y en este

caso la zona a dragar viene limitado por todo tipo de infraestructuras alrededor de dicha zona.

Por tanto, tenemos que escoger entre dragas estacionarias sin cortador o con cortador, dado que ambas son las que mejor se adaptan a los calados, a los plazos de ejecución, al emplazamiento de una zona ubicada en una dársena, al tipo de terreno a dragar y a las limitaciones económicas.

Finalmente seleccionamos la draga estacionaria con cortador por su mayor versatilidad a todo tipo de terrenos y por su mayor rendimiento, dado que se encuentran estratos de conglomerado calcáreo de 2 metros de potencia y consistencia media (100kg/cm2), por lo que se propone una draga de cortador con una potencia en el cabezal de corte de aproximadamente 2000 CV.

4 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Previo a la ejecución del dragado es necesario retirar del fondo marino los diversos objetos que están ahí en la actualidad (neumáticos, cables, bloques, etc.). Se ha realizado una campaña en la que se han identificado y ubicado los objetos que se encuentran en el área de dragado.

Se realizarán dos tipos de dragado diferenciados. Por un lado, se ejecutará el dragado general de la zona de maniobra de los buques en el interior de la dársena sur, previsto hasta la cota -16 metros. Por otro lado, se realizará el dragado en zanja hasta la cota -18,50 metros. El ancho en la base de la zanja es de 24,75 metros y los taludes a adoptar son 3H:1V.

La superficie a dragar es de unos 196.764,89m2, localizados en la zona delimitada por el muelle de la Terminal de Graneles Sólidos y el Dique de Poniente (ver en *el Plano 5.2 del documento Planos*).

Los volúmenes de dragado que se obtendrán tanto de la zanja como del dragado general se emplearán íntegramente en los rellenos generales precisos para obtener la superficie de explanada prevista.

Para calcular el volumen de dragado se llevaron a cabo cinco perfiles longitudinales equidistantes donde a lo largo de cada perfil se corta cada isobata con la profundidad correspondiente, ya sea -16m para el dragado general o -18,5m para el dragado en zanja para medir el desnivel correspondiente y así a lo largo de cada perfil para obtener la superficie a dragar que, multiplicado por su área tributaria (la cual es de 125m,125m,125m,125m y 125m en los perfiles 1,2, 3, 4 y 5 respectivamente) nos da como resultado final el volumen de dragado, el cual es de 1.444.499,25m3.

Perfil de dragado	P.K.	Dragado en zanja (m3)	Dragado general (m3)
1	0+685	60937.5	51.015,625
2	0+810	62.523,75	147.046,875
3	0+935	63.421,1875	290.640,625
4	1+060	63.421,1875	383.281,25
5	1+185	60.232,5	261.978,75

Tabla 1. Perfiles de dragado

A este volumen de dragado hay que añadirle el dragado en zanja de la parte del muelle en la que no se realiza el dragado general puesto que está a cota -16,5m, el cual es de 240.753,75m3 lo que, añadido a lo anterior se trata de un volumen de dragado de 1.685.253m3.

Para la obtención de los volúmenes de dragado se emplea una escala horizontal de 1/2000 y una escala vertical de 1/100.

Respecto a los rellenos, se indica que se utilizarán rellenos hidráulicos, los cuales son conseguidos mediante un proceso de sedimentación de partículas sólidas contenidas en un efluente que procede del dragado. Dicho efluente se caracteriza principalmente por su caudal y por el contenido de sólidos en suspensión.

En líneas generales, la ejecución consiste en verter una corriente de agua con sólidos en suspensión en un recinto cerrado y relativamente estanco. El agua se hace salir por un vertedero dispuesto en uno de los extremos del recinto, de manera que, estando los puntos de vertido y de desagüe separados lo máximo posible, en su recorrido se vayan sedimentando los sólidos que forman el relleno y los materiales finos se concentren junto al punto de desagüe para luego extraerlos.

Los rellenos hidráulicos son los que posiblemente presentan más a menudo la mejor relación calidad/precio. Como ocurre con todos los rellenos portuarios, sus excesivos asientos y sus deficiencias de capacidad de soporte son más debidas a los fondos (donde se encuentran materiales fangosos) que inherentes al propio relleno. Dado que una parte del relleno se encuentra sumergida por debajo del nivel del mar, para mejorar sus características resistentes y de deformabilidad no se pueden emplear los habituales métodos de compactación con los medios mecánicos, debiéndose de utilizar otras mejoras de terreno como la precarga o la compactación dinámica, detallándose lo citado en el *Anejo de Mejora del Terreno*.

En cuanto a este relleno hidráulico, cabe decir que se trata de un relleno con un contenido de finos inferior al 10%, por lo que se trata de buenos rellenos si se mantiene la superficie con pocas irregularidades para evitar acumulaciones de limos y arcillas.

El área que abarca el relleno es de 350.182,92m2, situados en la zona por encima de donde se va a construir el muelle de la Terminal de Contenedores, delimitado por la zona de operación y almacenamiento de la Terminal de Graneles Sólidos y por el Dique de Poniente (observar en el *Plano 5.2 del documento Planos*).

Para determinar el volumen resultante de relleno se procede a realizar cinco perfiles longitudinales en el área constituyente del relleno, estando todos los perfiles equidistantes entre sí, teniendo los perfiles 2, 3, 4 y 5 un área tributaria de 150 metros, mientras que el perfil 1 tiene un área tributaria de 255 metros, partiendo como cota final de relleno +1,5m y se intersecta cada curva de nivel de la batimetría (isobata) con el perfil longitudinal, midiendo así la diferencia de altura existente que requiere relleno. Realizando este procedimiento a lo largo de cada uno de los perfiles longitudinales se obtiene en cada uno de estos perfiles el área de relleno que, multiplicado por su área tributaria que abarca cada perfil da como resultado el volumen de relleno necesario, el cual es de 3.604.933,05m3.

Perfil de relleno	P.K.	Volumen de relleno (m3)
1	0+370	1.117.017,3
2	0+520	695.158,5
3	0+670	661.930,5
4	0+820	693.085,5
5	0+970	437.741,25

Tabla 2. Perfiles de relleno

Para el cálculo de los volúmenes de relleno se emplea una escala horizontal de 1/2000 y una escala vertical de 1/100.

A este relleno hay que añadirle el resultante del relleno de las celdas de los cajones, el cual se trata de 226.318,6m3, constituyendo un relleno final de 3.831.251,65m³.

5 CONCLUSIONES

Dado que el volumen de relleno (3.831.251,65m3) es superior al volumen de dragado (1.685.253m3) se necesitará dragar a mayor profundidad en la dársena, así como dragar una mayor superficie de la inicialmente prevista.

Como el volumen de dragado es igual a 1.685.253m3 que se incrementa un 15% por hinchamiento, el material que falta por dragar es: 3.831.251,65-(1.685.253.+0,15*1.685.253)=1.938.040,95m3.

Para ello se recurre dragar la dársena a la profundidad -18,5 metros con el fin de obtener el volumen necesario para todo el relleno.

Como la superficie a dragar que inicialmente no estaba prevista para su dragado tiene todas las curvas de nivel batimétricas a -16,5m, no es preciso realizar perfiles longitudinales de la dársena, sino simplemente multiplicar la superficie de la dársena por los dos metros de desnivel existentes entre los -16,5 metros actuales y los -18,5 metros que se pretende alcanzar. Como la superficie es de 627.333,076m2, el volumen resultante es: 627.333,076*2=1.254.666,15m3. Tan sólo faltaría aumentar la profundidad de dragado general en los perfiles anteriormente realizados hasta la cota -18,5m.

De esta forma el dragado general de los cinco perfiles longitudinales antes realizados una vez incrementado su

profundidad de dragado hasta -18,5 metros es el siguiente:

Perfil de dragado	P.K.	Dragado general (m3)
1	0+695	141.625,31
2	0+820	297.852,69
3	0+945	449.586,295
4	1+070	614.375,83
5	1+195	321.101,25

Tabla 3. Perfiles de dragado

Por tanto el volumen total de dragado es igual a 3.630.497,4m3 lo que añadido al 15% debido al hinchamiento da como resultado: 4.175.072,01, volumen ligeramente superior al volumen de relleno, por lo que se prescinde de préstamos de origen terrestre y todo el material de relleno proviene del material de dragado.

Valencia, Junio 2.015

AUTOR DEL PROYECTO



Fdo. F. Roberto Ponce Nuévalos

