

ESCUELA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA PORTUARIA

INGENIERÍA DE DRAGADO

ING. RAUL S. ESCALANTE

TEMA 2

INVESTIGACIONES DE CAMPO NECESARIAS PARA LAS OBRAS
DE DRAGADO

Junio 2007

INDICE

| | |
|---------|--|
| 2 | <u>INVESTIGACIONES DE CAMPO NECESARIAS PARA LAS OBRAS DE DRAGADO</u> |
| 2.1 | GENERALIDADES |
| 2.2 | INFORMACIÓN A OBTENER CON LAS INVESTIGACIONES DE CAMPO |
| 2.2.1 | <u>Relevamientos batimétricos</u> |
| 2.2.2 | <u>Datos hidrodinámicos</u> |
| 2.2.2.1 | Niveles de agua |
| 2.2.2.2 | Corrientes |
| 2.2.2.3 | Olas |
| 2.2.3 | <u>Transporte de sedimentos</u> |
| 2.2.4 | <u>Datos meteorológicos</u> |
| 2.2.4.1 | Viento |
| 2.2.4.2 | Lluvia |
| 2.2.4.3 | Niebla |
| 2.2.4.4 | Temperatura |
| 2.3 | BIBLIOGRAFÍA |

2 INVESTIGACIONES DE CAMPO NECESARIAS PARA LAS OBRAS DE DRAGADO

2.1 GENERALIDADES

Las investigaciones de campo necesarias para las obras de dragado se conocen en inglés como *Field investigations*, *Pre tender information* o *Pre contract investigations* porque están directamente relacionadas con la presentación de ofertas a licitaciones o con la firma de contratos.

Las investigaciones de campo para las obras de dragado son tan importantes como las especificaciones técnicas del Pliego para describir para el Contratista las características y dificultades del trabajo a realizar.

La Internacional Association of Dredging Companies (IADC) publicó una nota técnica denominada "Facts about site investigations" IADC (2007) donde analiza los aspectos mas relevantes acerca de las investigaciones de campo. En el documento plantea la pregunta ¿Cuándo es necesario realizar una investigación de campo? Y la respuesta es "Siempre"

Los resultados de las investigaciones de campo tienen influencia en

- la selección del tipo de equipos a utilizar
- el cronograma de la obra
- los costos finales de la obra.

Por su importancia deben efectuarse con gran cuidado y planificación y debe dárseles la importancia que se merecen, el tiempo para realizar las investigaciones de campo y la asignación de recursos adecuados.

El objetivo de realizar las investigaciones de campo para el Comitente es contar con los datos de base para poder realizar un adecuado proyecto de las obras. Para el Contratista contar con adecuados datos de campo le permite realizar una adecuada planificación de la obra y determinar el nivel de riesgo que corre al presentar una oferta.

Objeto:

Los estudios de campo por su complejidad y costo se hacen en una forma progresiva. En primera instancia los hace el Comitente por su cuenta, a través de subcontratistas o por medio del Ingeniero a cargo del proyecto de la obra de dragado. En la etapa de ofertas, dependiendo de la magnitud de la obra y de la calidad de los datos disponibles pueden realizar estudios de campo las mismas empresas de dragado interesadas en la ejecución de la obra.

Un tema de gran importancia es determinar de quien es la responsabilidad por el suministro de los datos.

En el caso de que El Comitente se haga responsable por la calidad de los datos de campo se arriesga a tener variaciones de costo de la obra en función de datos diferentes que se encuentren en la realidad, cosa mas que factible. Por ello es habitual que el Comitente suministre toda la información que dispone pero sin asumir responsabilidades por la calidad de la misma.

Una alternativa para superar este aspecto es tomar los datos existentes como base para la oferta pero acordando variaciones de precio de acuerdo a lo que realmente suceda durante la ejecución del contrato.

La alternativa mencionada se utiliza poco en obras de dragado sobre todo cuando el Comitente es el Estado pues uno de los objetivos del Comitente es tener un precio final definido al momento de la formalización del contrato, aspecto que no lograría hasta la finalización de la obra

Por otra parte el objetivo del Contratista es lograr una rentabilidad adecuada en las obras que ejecuta por lo que si debe asumir el riesgo de la calidad de los datos de campo debe incorporar este riesgo en su cotización.

IADC (2007) publicó una guía con los aspectos principales relacionados con las investigaciones de campo.

En la Conferencia organizada por CEDA en Noviembre 2006 en Londres denominada "Conference on Contract Management" se realizó una presentación destacando el tipo de datos requerido y su importancia. Ver CEDA (2006)

Estos aspectos son de gran importancia en la redacción del contrato como se indica en el Tema 16: Contratos de Dragado.

2.2 INFORMACIÓN A OBTENER CON LAS INVESTIGACIONES DE CAMPO

Los factores que se detallan a continuación son importantes para el diseño de la obra y también para determinar como afecta cada uno de ellos el comportamiento de las dragas sometidos a sus efectos. Por ello, algunos de los efectos sobre las dragas se mencionaran cuando se proceda a describir las dragas.

Las principales áreas a investigar son:

- Relevamientos batimétricos
- Datos hidrodinámicos
- Investigaciones geológicas y geotécnicas
- Transporte de sedimentos
- Datos meteorológicos
- Limitaciones ambientales

En el desarrollo del tema se pretende poner de manifiesto la importancia de contar con los datos de campo pero no profundizar en los métodos para obtenerlos o analizarlos. Los aspectos vinculados con mediciones de campo han sido vistos con cierto detalle por los alumnos que cursaron la materia Diseño de Canales de Navegación. Por ello, en este curso no se profundiza en los aspectos relativos a la ejecución de las mediciones en sí sino que se destacan principalmente los aspectos relacionados con Ingeniería de Dragado. Por otra parte hay publicaciones que se pueden consultar donde este tema está desarrollado con amplitud como Bray (1997) y PIANC (2000)

De los aspectos mencionados mas arriba las Investigaciones geológicas y geotécnicas se evalúan en forma separada en el desarrollo del Tema 4 de este curso por su importancia dentro de los datos necesarios para el proyecto.

Los aspectos que se relacionan con los aspectos medioambientales se desarrollan en el Tema 16, Parágrafo 16.7

2.2.1 Relevamientos batimétricos

La ejecución de relevamientos batimétricos es una tarea que se realiza en forma continua a lo largo de todo el desarrollo de la obra de dragado. Por ello hay relevamientos que se ejecutan durante la etapa de proyecto de las obras, previo al comienzo de las obras de dragado, durante la ejecución de las obras, al finalizar las mismas y posteriormente para el seguimiento de la sedimentación en las áreas dragadas. Por ello es muy recomendable contar con profesionales, equipos de relevamientos de campo y procedimientos de procesamiento de la información de campo confiables y modernos.

Los relevamientos batimétricos sirven para:

- determinar el volumen a dragar mediante la comparación entre el estado natural del fondo y el perfil de dragado de proyecto
- determinar el volumen disponible en las zonas de descarga
- verificar que se han alcanzado las profundidades especificadas en el contrato
- en los casos en los que se debe ejecutar un relleno para calcular el volumen de relleno necesario para lograr la cota de coronamiento proyectada
- garantizar que las profundidades son adecuadas a lo largo del recorrido que deben efectuar las dragas entre el lugar de dragado y el lugar de descarga
- determinar la existencia de cualquier tipo de obstrucciones que puedan limitar las operaciones de dragado: basura portuaria (anclas, cadenas, otros), cables de teléfono submarinos, oleoductos, gasoductos
- ubicar con precisión la ubicación de cascos pique existentes. En ese caso debe tenerse en cuenta las posibles consideraciones arqueológicas
- la comparación de sedimentos batimétricos puede indicar tendencias de sedimentación o erosión
- determinar la existencia de cualquier tipo de obstrucciones que puedan limitar las operaciones de dragado: basura portuaria (anclas, cadenas, otros), cables de teléfono submarinos, oleoductos, gasoductos

En las obras de dragado de cierta magnitud los trabajos de relevamiento batimétrico son muy importantes en cantidad y requieren habitualmente un equipo permanente de trabajo. Además del trabajo de campo hay que tener en cuenta el trabajo de gabinete para la elaboración de planos y documentación técnica

2.2.1.1 Equipos para efectuar los relevamientos

Los relevamientos batimétricos se han realizado desde hace muchos años mediante ecosondas de una sola frecuencia según el tipo de suelo del fondo. Por ejemplo, se han utilizado ecosondas de 210 KHz para suelos de arena y 30 KHz para suelos con barros. El relevamiento mediante ecosondas se realiza habitualmente recorriendo piernas paralelas separadas distancias que pueden ir

desde 50 m hasta 1.000 m dependiendo de la zona a relevar y la escala de representación de los relevamientos. Es evidente que se conoce con precisión solamente la traza del recorrido efectuado debiéndose interpolar entre perfiles para el resto de los puntos.

Para detectar basura portuaria o cualquier otro elemento sobre el fondo se recomienda utilizar sistemas de barrido lateral denominados Side Scan Sonar. Pueden utilizarse también sistemas multihaz pero en la mayoría de los casos tienen menor definición. Lanckneus (2007) recomienda el uso conjunto de estos equipos.

Recientemente se ha incorporado a la lista de equipos de relevamiento los sistemas denominados Geo Swath de la firma Geoacustics que son un sistema combinado de relevamiento batimétrico multihaz con mediciones de barrido lateral. Se puede obtener información sobre estos equipos es www.geoacustics.com La utilización de este tipo de equipos permite tener una descripción del fondo en forma completa

2.2.1.2 Procesamiento de la información

Cuando se efectúa relevamiento mediante perfiles la herramienta mas adecuada para el procesamiento de los datos obtenidos es la utilización de un Modelo Digital de Terreno (DTM). El Modelo Digital de Terreno toma los puntos relevados y hace pasar una superficie de segundo orden por esos puntos con lo cual la interpolación entre los mismos mejora sensiblemente con respecto a las interpolaciones lineales.

Cuando se utilizan equipos tipo Geo Swath la cartografía resultante da una descripción continua del fondo. El sistema viene con software muy potente para el procesamiento de los datos

2.2.2 Datos hidrodinámicos

Los datos hidrodinámicos son necesarios para el diseño de las obras de dragado y para determinar las posibilidades de funcionamiento de las dragas y sus equipos de apoyo elegidas para realizar el trabajo

2.2.2.1 Niveles de agua

La variación de los niveles de agua de un lugar está determinado por si es una zona fluvial donde depende del ciclo hidrológico o una zona marítima con influencia de mareas.

La profundidad disponible en un lugar al iniciar la obra de dragado determina en algunos casos el tipo de draga y tamaño de draga que puede utilizarse. De la misma manera en lo que respecta a las profundidades máximas.

La medición de los niveles de agua en forma continua en el espacio y en el tiempo es necesaria para tener una adecuada reducción de los sondajes.

2.2.2.2 Corrientes

Los valores de intensidad y dirección de la corriente influyen de manera diferente sobre cada tipo de draga sea porque afecta el comportamiento de la draga o porque tiene influencia sobre los sedimentos que están siendo movilizados. Este aspecto se va a ver dentro de las condiciones límites al estudiar cada draga en particular.

Las corrientes también tienen efecto sobre las dragas que requieren estar ancladas para realizar su operación.

En el caso de sedimentos a dragar ambientalmente sensibles las corrientes juegan un papel muy importante en su dispersión.

2.2.2.3 Olas

Las condiciones de oleaje de un lugar determinan si una draga va a poder operar y en el caso de que pueda hacerlo cuanto tiempo va a perder en la operación por condiciones de oleaje adversas. Por lo tanto las condiciones de oleaje nos permiten efectuar una selección del equipo y método de trabajo y estimación de las demoras.

Hay que tener en cuenta los casos donde es necesario trabajar con equipos de apoyo que en general son más sensibles al oleaje por sus menores dimensiones. Por ejemplo, las embarcaciones necesarias para efectuar el recambio de personal de la draga tienen una limitación del orden de 1 m de altura de ola para periodos del orden de los 8 segundos [Bray (1997)]

2.2.3 Transporte de sedimentos

El transporte de sedimentos es difícil de determinar ya sea mediante mediciones de campo o estudios de gabinete. Hay una serie de situaciones que se presentan en las obras de dragado en que pasa a ser un factor de gran importancia.

En el caso de obras de una cierta duración el conocimiento del transporte de sedimentos permite calcular el dragado de mantenimiento que va a ser necesario realizar durante el dragado de apertura. Dependiendo de cada cuanto se realicen las mediciones y como esté estipulado contractualmente la oportunidad de realizarlos, método de medición y pago puede tener una gran influencia sobre los costos.

En el caso de dragado de trincheras temporarias con deposición del material al costado de la trinchera puede ser muy importante.

2.2.4 Datos meteorológicos

Es habitual que exista abundante información meteorológica para el sitio de trabajo o lugares cercanos obtenida por servicios meteorológicos. En la Argentina se puede obtener muy buena información del Servicio Meteorológico Nacional, el Servicio Meteorológico de la Armada y en muchos casos de instalaciones aeroportuarias. Debe efectuarse el procesamiento de los datos de acuerdo al interés específico del proyecto.

2.2.4.1 Viento

Los vientos de gran intensidad además de producir olas de viento pueden obligar a interrumpir las operaciones de dragado y desplazamiento hacia zonas protegidas. El viento hace que la maniobra de los buques sea más difícil, especialmente en áreas confinadas. El viento afecta más a las embarcaciones menores, especialmente las barcasas vacías. Pueden producir asimismo el garreo de anclas

2.2.4.2 Lluvia

Las lluvias intensas afectan la eficiencia de equipos y personal. Las lluvias pueden afectar el material dragado puesto en tierra. Afectan también a los operarios a cargo de las tuberías en obras de relleno

2.2.4.3 Niebla

La niebla obliga a navegar y operar con visibilidad reducida con lo que restringe los movimientos de las dragas y embarcaciones de apoyo produciendo demoras. En aguas con navegación comercial pueden llegar a interrumpir el dragado. Aunque la draga puede navegar con sistemas de posicionamiento pueden producirse colisiones con otros buques. Hay que tener en cuenta la demora en las operaciones por este motivo. En algunos lugares y épocas del año puede ser significativo.

2.2.4.4 Temperatura

Las temperaturas extremas afectan la eficiencia de equipos y personal. Puede ser necesario contar con aire acondicionado en sala de máquinas u oficinas en tierra.

2.3 BIBLIOGRAFÍA

- 2.3.1 Bray, R.N., Bates, A.D, and Land, J.M., (1997) "Dredging, a handbook for engineers", Second edition, John Wiley and Sons
Chapter 6: Pre-contract investigations pp112-134
Chapter 8: par 8.3. Site characteristics and conditions pp242-248
- 2.3.2 CEDA (2006) "Contract Management for Dredging and Maritime Construction". No hay Proceedings de la conferencia pero se puede obtener de la página web de CEDA una copia de las presentaciones en Power Point realizadas
- 2.3.3 IADC (2007) "Facts about site investigations" An information update from IADC, January 2007
- 2.3.4 PIANC (2000) "Site investigation requirements for dredging works" PTC II – Report of working group 23 – Supplement to Bulletin Nro 103 (2000) Muy buena publicación
- 2.3.5 Se sugiere consultar el sitio www.geoacustics.com
- 2.3.6 Lanckneus, J. (2007) "Scanning the sea bed" Dredging and Port Construction May 2007 pp12-14