

ESCUELA DE GRADUADOS EN INGENIERIA PORTUARIA

CATEDRA

INGENIERIA DE DRAGADO

PROFESOR TITULAR

ING. RAUL S. ESCALANTE

TEMA 15

COSTOS DE LAS OBRAS DE DRAGADO

Junio 2007

## 15 COSTOS DE LAS OBRAS DE DRAGADO

### 15.1 CONSIDERACIONES GENERALES

En función del volumen a dragar, las características del suelo, los plazos prefijados para ejecutar la obra y otras características específicas del lugar y el trabajo a realizar se ha determinado el plantel de dragado. Este debe tener la producción suficiente para cumplir los requisitos de volumen y plazo y ser el adecuado para realizar la obra. Elegido el equipo y el procedimiento de trabajo se puede valorizar cada uno de los componentes y determinar cual es el costo de la obra

Esta determinación se realiza tanto en la etapa de proyecto de la obra para poder prever las partidas presupuestarias correspondientes como en la etapa de presentación de propuestas por parte de los eventuales contratistas.

Queda claro que la determinación de costos se puede realizar una vez que se ha definido el equipamiento de dragado necesario para realizar la obra, o sea dragar los volúmenes solicitados en el plazo de obra. Se desprende de ello que el aspecto mas importante de todo el proceso es determinar adecuadamente la producción del equipamiento a utilizar que es lo que va a determinar cuanto tiempo debo utilizar cada equipo

Es importante hacer una diferencia entre “costo” de la obra de dragado y “precio” de la misma. El costo es un valor objetivo que resulta de valorizar todos los ítems que son necesarios para la ejecución de la misma. Esta tarea realizada por dos profesionales diferentes y para condiciones similares debería dar resultados parecidos. El precio es un valor que resulta de adicionar a los costos una serie de aspectos subjetivos y de oportunidad, por lo que para una misma obra, los costos son muy parecidos pero los precios pueden ser muy diferentes.

A los efectos de determinar el costo de la obra se tienen en cuenta los siguientes aspectos

- Movilización / Desmovilización

- Costos de capital

- Costos operativos

Para determinar el precio de la obra se deben agregar los siguientes conceptos

- Gastos Generales (Overhead)

- Riesgos

- Beneficios

Otros componentes que hacen a la determinación del precio final ofertado son:

- Costos financieros

- Impuestos

La determinación de costos se realiza de manera diferente cuando se trata de empresas públicas o empresas privadas. Se va a destacar este aspecto a medida que se vayan analizando cada uno de los componentes del costo.

Para el análisis de los costos se va a seguir primero un método analítico, o sea, analizar en detalle los componentes y comportamiento de cada uno de los costos y posteriormente se mencionará en el parágrafo 15.7 el método de costos standard.

El costo de las obras de dragado es muy dependiente del tiempo necesario para realizar las operaciones pues como se mostrará en los parágrafos que siguen muchos de los componentes mas importantes del costo se valorizan por unidad de

tiempo como son los costos de capital de los equipos, los costos asociados a personal y otros. Por ello la adecuada previsión en la ejecución de cada una de las tareas tiende principalmente a conocer con anticipación la real duración de las mismas y a evitar cualquier demora que pudiera producirse.

## 15.2 MOVILIZACIÓN / DESMOVILIZACIÓN

La movilización de los equipos, personal y materiales necesarios para realizar una obra de dragado es una tarea muy específica y que debe analizarse obra por obra.

Hay una diferencia muy importante si se trata de dragas autopropulsadas o no. Dragas autopropulsadas son las dragas de succión por arrastre y las grandes dragas de succión con cortador que tienen la capacidad de navegar y desplazarse por sus propios medios.

El tiempo necesario para realizar la movilización se cuenta dentro del plazo del contrato y en los contratos cortos puede constituir una parte importante de los plazos y de los costos.

Debe tenerse en cuenta que en muchos casos, principalmente cuando se refiere a obras de gran magnitud, las tareas son realizadas por empresas extranjeras por lo que la movilización puede realizarse desde distancias muy significativas.

Una vez iniciado el contrato se realiza una preparación de los equipos y materiales que va a ser necesario trasladar hasta el sitio de obra. Esto puede incluir la adecuación de algún aspecto de los equipos de dragado para poder realizar específicamente la obra a iniciar. En el caso de las dragas de succión por arrastre puede referirse a la adecuación de la longitud del tubo de succión, a la elección del tipo de cabezal adecuado, a la adaptación de algún tipo de cabezal especial. En el caso de las dragas de succión por cortador debe seleccionarse el tipo de cortador, las tuberías de descarga en longitudes adecuadas, la necesidad o no de contar con barcasas para la descarga de material. Además de los equipos de dragado debe tenerse en cuenta los repuestos necesarios para realizar el mantenimiento y reparaciones durante la duración del contrato. Este aspecto es importante para no tener demoras durante la ejecución de las obras por falta de repuestos. Todos los elementos necesarios se cargan a bordo de las dragas para su transporte.

En el caso de dragas no autopropulsadas o elementos de gran dimensión que no pueden llevarse a bordo de las mismas debe realizarse una preparación para el transporte de todos los elementos. Podemos considerar el caso de tuberías flotantes para dragas de succión por arrastre con descarga en tierra o para dragas de succión con cortador.

Se debe tener en cuenta el transporte en tierra, mediante camiones o ferrocarril, hasta el lugar de embarque y puede ser en algún caso el transporte en tierra en el lugar de destino. En ambos casos debe tenerse en cuenta los gastos necesarios en el puerto de embarque y desembarque, tanto gastos portuarios como gastos de grúas para el movimiento.

Para el caso de dragas no autopropulsadas debe considerar el costo del transporte por agua o el costo del remolque

En el lugar de destino se construye un armador y se realizan todas las tareas de rearmado y preparación de los equipos para el trabajo de manera que puedan estar en condiciones de empezar la obra dentro de los tiempos previstos.

Para realizar todas estas tareas se debe contar con un equipo de personal de supervisión que se encargue de todas las tareas referentes a la movilización.

El personal técnico asignado al proyecto debe trasladarse a la zona, instalarse, instalar las oficinas para el seguimiento del proyecto y contratar el personal local de apoyo.

El personal embarcado asignado a los equipos de dragado llegará de acuerdo al tipo de draga y a la programación del trabajo.

Dentro del costo de movilización debo tener en cuenta los costos directos de todas las operaciones necesarias para la movilización incluyendo los costos de capital de los equipos por el tiempo ocioso, los seguros, los costos de supervisión y los correspondientes gastos generales.

Teniendo en cuenta la importancia que tiene el tiempo en la determinación de los costos en esta etapa es recomendable tener muy en cuenta todos los aspectos aduaneros y reglamentaciones de los diferentes Organismos que pueden tener algo que ver.

Por ejemplo, en la Argentina es conveniente verificar los siguientes aspectos, entre otros:

- Tener la excepción al Art. 6 de la Ley de Cabotaje para poder operar con los buques extranjeros en el país. Verificar que dicha excepción tiene validez durante todo el período de la obra y sus ampliaciones
- Haber obtenido la correspondiente declaratoria para la ejecución de la obra emitida por la Subsecretaría de Puertos y Vías Navegables (SSPyVN)
- Tener resuelto el tema de personal embarcado de acuerdo a lo estipulado por el Decreto 1010 para obras con duración mayor a los 30 días
- Verificar que no hay objeciones desde el punto de vista ambiental a nivel nacional, provincial y municipal
- Conocer las ordenanzas de Prefectura Naval Argentina que pudieran estar relacionadas con el tema. Importante para el caso de restricciones a la navegación o zonas demarcadas especialmente
- Prever tiempos adecuados para los trámites aduaneros. Verificar que las hipótesis realizadas durante la propuesta no hayan sido modificadas por nuevas reglamentaciones en lo que hace a autorizaciones de importación permanente o temporaria, montos de derechos, etc
- Para el caso de la importación de repuestos verificar si están alcanzados o no por la Ley de Compre Argentino

Una vez finalizados los trabajos de dragado se procede a la desmovilización de todos los equipos y personal. Se debe verificar que para retirar el plantel de dragado de la obra no haya dificultades con la obtención de la autorización por parte del Comitente.

Para calcular el costo de la desmovilización se debería proceder de la misma manera que en cálculo de la movilización. Sin embargo hay algunos ítem que

pueden ser evaluados de manera diferente. Este es el caso de los costos de capital de los equipos. Hay épocas en que los equipos de dragado están muy ocupados y por lo tanto se dan ocasiones en que la desmovilización de una obra puede ser considerada como movilización de la obra siguiente. En este caso los costos de desmovilización pueden ajustarse en este aspecto.

### 15.3 COSTOS DE CAPITAL

El precio de los equipos de dragado es muy elevado aun para los equipos de menor magnitud que pueden valer más de un millón de dólares. Los equipos grandes, como las dragas de succión por arrastre grandes o las dragas de cortador grandes pueden llegar a valores superiores a los 100 millones de dólares.

Por lo tanto el monto que se atribuye a un contrato en concepto de amortización del capital invertido es uno de los elementos más importantes en el costo total de la obra.

Este valor comprende la amortización del capital inicial ( $V_0$ ) mas los intereses ( $i$ ) compensatorios de una inversión equivalente.

Para cada tipo de equipo se considera una vida útil por lo se amortiza en un número de años ( $n$ ) En la Tabla 15.1 se indican periodos de tiempo indicativos para diferentes tipos de equipos

*Tabla 15.1 – Periodo de amortización de equipos*

Tipo de equipo	Periodo (n) años
TSHD pequeña	20
TSHD mediana o grande	30
CSD pequeña	10
CSD mediana	20
CSD grande	25
Retroexcavadora	20
Draga de cucharas con cántara	25
Draga de cucharas	20
Barcaza autopropulsada	25
Barcaza no autopropulsada	25
Remolcador pequeño	10
Remolcador grande	20

Se considera una tasa de interés ( $i$ ) por el capital inmovilizado. Las inversiones que realizan las grandes empresas son a través de préstamos otorgados a tal efecto.

En algunos países se otorgan préstamos con tasas de interés muy favorables para la construcción de equipos de dragado como apoyo a los astilleros.

Se especifica un Valor Residual ( $V_r$ ) al final de la vida útil que va del 5% al 20 %

La cuota de capital o costo anual amortizable ( $CA$ ) se determina de la siguiente forma

$$CA = (V_0 - V_r) \times fr + V_r \times i$$

donde

fr = factor de recuperación del capital para la vida útil (n) y tasa de interés (i) se calcula con la siguiente fórmula de interés compuesto

$$fr = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Tabla 15.2 – Ejemplo de cálculo

		i = 0,03	i = 0,06	i = 0,09
Vo	u\$s	10,000,000	10,000,000	10,000,000
Vr	%	10	10	10
n	años	15	15	15
fr		0,083767	0,102963	0,124059
CA	u\$s/año	783,899	986,665	1,206,529

Como se aprecia en la Tabla 15.2 el efecto de la tasa de interés sobre la cuota de capital es determinante para el costo de la obra. En estas condiciones los contratistas de países que favorecen tasas de interés bajas pueden realizar ofertas más económicas y por lo tanto con más chance de ganar.

#### 15.4 COSTOS OPERATIVOS

Los costos operativos incluyen todos los costos directos necesarios para ejecutar la obra.

##### 15.4.1 Personal

El personal necesario para realizar las operaciones se divide en personal embarcado y personal de supervisión

##### 15.4.1.1 Personal embarcado

El personal a cargo de las operaciones de dragado es personal muy especializado y muy bien cotizado en el mercado de trabajo internacional. Hay dos situaciones: las dragas autopropulsadas y las dragas no autopropulsadas. En las dragas que no tienen propulsión el personal realiza mayormente tareas de dragado mientras en que en las dragas autopropulsadas se realizan tareas de dragado y también se debe mantener la draga en navegación. Vamos a considerar una draga de succión por arrastre en los comentarios que se realizan a continuación.

El régimen del personal embarcado es un tiempo embarcado y un tiempo equivalente de franco en tierra o 1 x 1. Por ejemplo, hay regímenes de 21 días x 21 días. Años atrás cuando en el mundo del dragado se trabajaba con un régimen de 2 x 1 se habituaba hacer 60 días embarcado por 30 días de franco.

A bordo de la embarcación se trabaja en dos turnos de 12 horas los 7 días de la semana. Estas condiciones de trabajo además de la especialización necesaria para operar las dragas modernas hacen que los sueldos sean muy elevados.

La dotación de las dragas tiende a disminuir en los equipos más modernos. Por ello, a pesar de que el tamaño de las dragas aumenta la dotación de personal se mantiene en igual número o incluso disminuye.

La cantidad de personal a bordo de cada draga depende de las empresas y de los países. Años atrás las dragas de China solían tener mayor cantidad de personal que las dragas europeas. En la actualidad tienden a tener la misma cantidad de tripulantes

En el costo del personal embarcado hay que tener en cuenta otros costos que hacen al valor total gastado. Entre ellos debemos considerar

- pasajes: el personal viaja a su lugar de origen cada 30 días aproximadamente. Hay que prever todos los gastos de ida y retorno
- viáticos
- entrenamiento: cada vez mas el personal debe ser entrenado en forma continua
- seguros
- premios

#### 15.4.1.2 Personal de supervisión

La cantidad de personal que hace falta para la supervisión de los trabajos depende de la magnitud del mismo. En un trabajo de mediana magnitud se instala una oficina en la zona que tiene, entre otras, las siguientes funciones:

- sirve de nexo con el Comitente, suministrando toda la información necesaria para el buen desempeño del trabajo
- atiende las necesidades logísticas de los equipos de dragado en lo que hace a repuestos, provista, combustible
- se ocupa de los desplazamientos de personal y del recambio de las tripulaciones
- realiza las tareas de oficina técnica en lo que hace a la programación de trabajos de dragado, procesamiento de relevamientos, verificación de profundidades, cálculo de volúmenes, preparación de certificados de obra
- hace un seguimiento de los requerimientos ambientales, toma de muestras, análisis de laboratorio, informes

#### 15.4.1.3 Eficiencia por calificación del personal

Se acepta que la mejor calificación que tenga el personal embarcado y el personal de supervisión mejora la eficiencia del trabajo. En la Tabla 15.3 se presenta una relación entre los tres factores

*Tabla 15.3 – Eficiencia por calificación del personal*

Calificación de la supervisión	Calificación de la tripulación				
	Muy buena	Buena	Mediana	Mediocre	Pobre
Muy buena	0,90	0,84	0,78	0,73	0,67
Buena	0,88	0,82	0,77	0,71	0,65
Mediana	0,86	0,80	0,75	0,69	0,64
Mediocre	0,84	0,79	0,73	0,67	0,62
Pobre	0,82	0,77	0,71	0,65	0,60

Los valores indicados corresponden a situaciones climáticas aceptables. Para condiciones climáticas adversas se deben multiplicar por un factor de 0,95 y cuando las condiciones climáticas son muy severas por un factor de 0,90

Al margen de la exactitud de los números o el caso específico tenido en cuenta para su elaboración es interesante destacar que la calificación de la tripulación tiene más efecto que la calificación de la supervisión. Otro aspecto es que la variación entre extremos de un factor de 0,90 a un factor de 0,60 justifica pagar buenos sueldos y hacer todos los esfuerzos si con eso se puede obtener personal mejor calificado.

#### 15.4.2 Combustible y Lubricantes

##### 15.4.2.1 Combustible

Con respecto a los costos de combustibles hay que tener en cuenta:

- Tipo de combustible
- Precio unitario en el lugar de trabajo
- Potencia de los equipos de dragado: para estimar la potencia es necesario examinar cada elemento del ciclo de dragado y determinar aproximadamente qué porcentaje de la potencia disponible se va a utilizar y por cuanto tiempo. Algunos equipos continúan utilizando parte de la potencia aún en las etapas de parada
- Horas de trabajo
- Horas ociosas
- Eficiencia de los equipos
- Pérdidas de combustible

##### 15.4.2.2 Lubricantes

El consumo de lubricantes depende de las características de los equipos, su edad y estado de mantenimiento. En general se adopta un porcentaje del costo de combustibles que varía del 10 al 15%

##### 15.4.3 Otros consumibles

Cada tipo de draga consume una cantidad de productos de diferentes características. Entre ellos pueden encontrarse todos o algunos de los siguientes:

- Pinturas
- Cabos de acero y otros
- Provista
- Materiales de limpieza
- Agua

##### 15.4.4 Mantenimiento de rutina

Se refiere al mantenimiento de rutina y a las reparaciones diarias. En general son realizadas por el personal de a bordo: electricista, jefe de máquinas, etc. Este componente del costo depende de las horas de funcionamiento y se calcula en u\$s/hr

Entre los ítem incluidos en este concepto podemos mencionar:

- Cambios de aceite y engrase
- Limpieza y pintura

- Reemplazo de partes gastadas
- Reemplazo de filtros, empaquetaduras
- Reparaciones menores en motores, válvulas
- Reemplazo de cañerías y tuberías
- Reparaciones eléctricas
- Mantenimiento de instrumental de medición

Para una primera estimación pueden utilizarse los valores indicados en la Tabla 15.4 donde el costo por día del equipo se determina multiplicando el factor  $K_1$  por el valor del equipo

*Tabla 15.4 – Costos estimativos por día de mantenimiento de rutina*

Tipo de equipo	$K_1$
Draga de succión por arrastre	0,000135
Draga de succión con cortador	0,000140
Draga tipo retroexcavadora	0,000140
Draga de cucharas	0,000130
Barcaza autopropulsada	0,000130
Barcaza no autopropulsada	0,000025
Remolcador	0,000145

#### 15.4.5 Reparaciones mayores

Los contratos de dragado tienen, en general, una duración corta, de algunos meses. Por lo tanto la mayoría de las reparaciones mayores no se realiza durante el periodo en el que se desarrolla el contrato. Por lo tanto se carga un monto a todos los contratos para este rubro basado en el tiempo proporcional del contrato. Este monto se calcula en u\$s/año, lo que nos indica que es un costo fijo que tienen los equipos de dragado. Estos costos incluyen alguno o todos los elementos que se enumeran a continuación:

- Reemplazo de elementos principales
- Recorrido regular de motores y generadores
- Repintado completo
- Reparación de guinches
- Salida a dique seco para reclasificación
- Reparaciones estructurales, cambio de chapa

*Tabla 15.5 – Costos estimativos por día de reparaciones mayores*

Costo por día = $K \times$ Valor del equipo	
Tipo de equipo	K
Draga de succión por arrastre	0.000275
Draga de succión con cortador	0.000300
Draga tipo retroexcavadora	0.000300
Draga de cucharas	0.000250
Barcaza autopropulsada	0.000260
Barcaza no autopropulsada	0.000050
Remolcador	0.000300

Un caso ilustrativo es el de la renovación de certificado de clasificación. Las dragas para poder asegurarse deben contar con un certificado de una sociedad de clasificación. Las sociedades de clasificación principales son Bureau Veritas, Lloyd's, American Bureau of Shipping, De Norske Veritas y pocas mas. Este certificado certifica la idoneidad del buque para navegar con seguridad y el cumplimiento del mismo de todas las reglamentaciones internacionales al respecto. La certificación de un buque es un proceso complejo que comienza con el diseño del mismo, sigue durante la adquisición de materiales y construcción, la certificación de motores y otros elementos principales que se incorporen y lo acompaña durante toda la vida útil del buque. Un certificado es válido solamente si está vigente y si ha levantado todos los pendientes en las fechas correspondientes. Este certificado se renueva cada 4 o 5 años a través de una revisión completa del buque que incluye la sacada del mismo a dique seco, la medición de espesores de chapa, la revisión de motores principales, etc. El mantenimiento de la certificación es un gasto importante tanto por el costo propio de la revisión como por el tiempo que el buque debe estar fuera de operación. Al realizarse en intervalos superiores a la duración de los contratos individuales se carga una proporción de este costo a cada contrato.

#### 15.4.6 Desgaste (Wear and Tear)

Se consideran costos de desgaste a aquellos costos necesarios para cubrir el desgaste de las partes de la draga que entran en contacto directo con el material dragado. Este valor es variable en función de la producción y se calcula en u\$/m<sup>3</sup>.

Entre las partes sujetas a desgaste se pueden mencionar:

- Cabezales de succión
- Cucharas y dientes
- Tuberías y codos
- Bombas de succión
  - o Caracol
  - o Rotor
  - o Chapas de desgaste
- Salida de la cántara
- Paredes de la cántara
- Sistema de vertedero
- Compuertas

#### 15.4.7 Seguros

Las empresas de dragado son muy cuidadosas de mantener los seguros al día y con buenas coberturas. Las dragas operan en zonas de mucho tráfico marítimo, en condiciones ambientales severas, deben ser trasladadas por mar de un lugar a otro. Todas estas situaciones presentan un riesgo que debe ser cubierto con una buena póliza. Se han dado durante los últimos años una serie de casos de destrucción parcial o total de dragas importantes por eventos de diferente naturaleza desde colisión con un buque mercante, varaduras importantes, pérdida de una draga durante el transporte en navegación de ultramar.

El costo del seguro varía mucho para los diferentes contratistas. Una empresa que ha realizado pocos reclamos paga menos que una que tiene accidentes frecuentes. La prima anual es un porcentaje del valor de los equipos y a los efectos de disminuir las primas las franquicias suelen ser importantes.

En la Argentina siguiendo el concepto que el Estado se autoasegura las empresas del Estado no aseguran los equipos.

#### 15.4.8 Relevamientos batimétricos

El costo de los relevamientos batimétricos necesarios para el seguimiento y control de la obra dependen mucho de la naturaleza de cada proyecto y de los términos contractuales. Para las empresas de dragado la ejecución de relevamientos es parte integral de la tarea de dragado y en dragas como la draga de succión por arrastre, el tren de dragado está compuesto por la draga más la embarcación de relevamiento asociada.

En este costo debe incluirse los siguientes elementos

- Embarcación para relevamiento
- Instrumental de relevamiento
- Mantenimiento de la medición de niveles de agua
- Personal
- Procesamiento de la información

En el caso de la Vía Navegable Troncal entre el Océano y el Puerto de Santa Fe donde el contrato establece que se debe realizar un relevamiento completo de la vía navegable cada tres meses el costo de esta tarea es muy importante.

#### 15.5 GASTOS GENERALES

Los gastos generales de la empresa, llamados también "overhead", cubren todos aquellos gastos que no están directamente generados por la obra pero son necesarios para el funcionamiento de la empresa y la ejecución del contrato. Pueden ser muy variables de empresa a empresa. En general se aplica un porcentaje fijo a todos los contratos que resulta del valor medio anual que gasta la empresa en esos conceptos. En algunos casos puede ajustarse ese porcentaje en función de la estrategia de la empresa para ser más competitiva y ganar un determinado contrato

Como gastos generales se pueden considerar todos o algunos de los siguientes conceptos:

- Oficina central: comprende todos los gastos que requiere la oficina central para su funcionamiento. La empresa se presenta a muchas licitaciones de las cuales gana solo algunas. El costo de mantener la oficina funcionando sale de los contratos que se ganan. Valor tentativo: 7%
- Impuestos: es muy variable contrato a contrato. Valor tentativo 3 %
- Agente: la empresa necesita un agente que la represente en un país, compre los pliegos, presente las licitaciones y haga todos los trámites hasta que el contrato esté en funcionamiento: Valor tentativo: 1%
- Seguro de cambio: En general la moneda del contrato es diferente de la moneda del país de la empresa de dragado por lo que acostumbra tomar un seguro de cambio. Valor tentativo: 1,5 %
- Seguro a la exportación: Hay países que consideran el dragado realizado por sus empresas en otros países como una exportación de servicios. Por ello, estos contratos se pueden asegurar en los países de origen frente a eventuales incumplimientos de los Clientes: Valor tentativo: 2 %

- Asistencia legal: la asistencia legal e impositiva es permanente durante las etapas de preparación de propuestas, licitación, ejecución del contrato y finalización del mismo. Valor tentativo: 0,5 %
- Garantías: las licitaciones y los contratos requieren de los contratistas garantías de oferta y garantía de fiel cumplimiento de contrato. Para contratos importantes suelen ser fianzas bancarias de alto costo. Es muy variable según los requerimientos del pliego y del contrato. Valor tentativo: 0,5 %

El porcentaje resultante se aplica sobre el total del contrato. Si suma 20% se aplica 25% sobre los costos

Las empresas públicas en general no calculan ningún valor en concepto de gastos generales ya que son costos pagados por la Administración Pública

### 15.6 BENEFICIOS

La determinación de los beneficios para un determinado contrato está basada en una estrategia que tiene en cuenta una serie de factores que pueden diferir a lo largo del tiempo. El nivel de beneficios que se carga internamente es bajo en relación a los márgenes que se cargan en la Argentina. Valor indicativo: 6%

El objetivo principal de una empresa de dragados es tener un nivel satisfactorio de empleo de todos sus equipos y personal y en la medida que las condiciones de mercado lo permitan recuperar todos los costos más una ganancia razonable. En un mercado con poco trabajo el contratista puede conformarse temporariamente con recuperar los costos directos.

El concepto de beneficio se maneja teniendo en cuenta el beneficio mismo deseado por la empresa, la estrategia general de la empresa con respecto a ese contrato o región y los riesgos que puede tener la ejecución del contrato.

### 15.7 PRECIO FINAL

En general se puede decir que el precio de un contrato:

- Se estudia en cada caso en función de la estrategia de la empresa.
- Si hay un interés especial en ganar un determinado contrato, el precio ofertado disminuye
- Si se considera que los riesgos que presenta el trabajo son altos, el precio aumenta. Una forma de mejorar este aspecto es tomando provisiones en el contrato para disminuir los riesgos
- Si hay mucho trabajo en el mundo, el precio aumenta
- Si la obra es muy extensa, con volúmenes muy grandes o plazos de obra muy largos, el precio disminuye
- Si el Cliente o el país es poco confiable, el precio aumenta

### 15.8 ESTRATEGIAS POSIBLES DEL CLIENTE

El Cliente por su parte quiere que los trabajos estén bien realizados, en los plazos previstos y al menor precio posible. Hay algunas estrategias que puede seguir el Cliente para lograr este objetivo.

Una forma de tener precios competitivos es que el contratista tenga su plantel de dragado trabajando la mayor cantidad de tiempo posible. Sin embargo esto no es habitualmente posible pues **no** hay una programación general de los trabajos de

dragado entre los diferentes clientes internacionales. Es habitual que un determinado momento haya que ejecutar dos trabajos y en otros momentos no haya ninguno. Una posibilidad que tienen los Clientes de mejorar los precios es ofreciendo flexibilidad en las fechas de ejecución de los trabajos, dejando a los contratistas la facultad de programar las tareas entre diferentes trabajos para lograr la máxima ocupación. En trabajos de apertura esto no es habitualmente posible pero en los trabajos de dragado de mantenimiento suele haber mucha mayor flexibilidad. Asimismo esta programación puede realizarse a nivel país poniéndose de acuerdo los diferentes organismos que requieren obras de dragado.

Por otra parte los trabajos de dragado que deben ejecutarse en condiciones de mar abierto suelen ser más eficientes cuando se realizan en la época del año de mejores condiciones meteorológicas. Por ello, un Cliente que requiere un trabajo en aguas protegidas puede beneficiarse esperando para realizarlo en el invierno. Este análisis debe realizarse tanto para las zonas de dragado como para las zonas de vaciado.

La conclusión con respecto a este aspecto de la utilización del equipo de dragado es que si se permite al contratista un mejor uso del equipo de dragado se pueden conseguir mejores precios.

Como en todas las actividades comerciales en un mercado deprimido, con poco trabajo se van a conseguir mejores ofertas que en un mercado altamente demandante. No es fácil modificar el mercado pero si se puede tener un conocimiento del mismo e informar acerca de las obras previstas de manera que los contratistas interesados puedan planificar con anticipación.

## 15.9 MÉTODO DE COSTOS STANDARD

### 15.9.1 Bases del método

Bray (2006) publicó un método que denominó "Cost Standards for dredging equipment" basado en la experiencia de muchos años del NIVAG aplicado en Holanda. Este método permite determinar el valor de los diversos equipos de dragado mediante fórmulas que tienen en consideración las características principales de los mismos. Este aspecto es importante pues no es fácil obtener valores de adquisición de equipos con una cierta aproximación.

Además propone una forma de calcular los costos de mantenimiento mediante un porcentaje variable sobre el valor del equipo considerado.

Para cada tipo de equipo de dragado se presentan tablas que resumen los valores a aplicar y consideraciones que deben evaluarse caso a caso para su correcta aplicación.

Un aspecto a tener en cuenta es el periodo de utilización anual que se asigna a cada tipo de equipo. Para la draga de succión por arrastre, por ejemplo, Tabla 100, se le asigna un periodo de utilización anual de 33 semanas por año. Este aspecto que resulta de una evaluación estadística debe ser evaluado con cuidado.

Los cálculos para la cuota de capital mas intereses Bray la calcula con un interés del 7%.

Todos los valores están obtenidos así como la actualización anual de los mismos de la IADC - International Association of Dredging Companies.

### 15.9.2 Ejemplo de aplicación

Cálculo de la “depreciación + interés” y “mantenimiento y reparación” usando el método de “costos standard” para una draga de succión por arrastre de las siguientes características:

Peso (W):	10.500 tn
Potencia de las bombas de dragado (Pt):	6.000 kW
Potencia de las bombas de jet (Jt):	1.900 kW
Potencia de propulsión navegando (S):	15.000 kW

Se asume un coeficiente de indexación para este tipo de dragas y para la fecha (2008) de 1.05. Se asume para este ejemplo que la draga trabajará 140 horas por semana.

La fórmula de cálculo sin indexación es

$$V = 4400 \times W + 89400 \times W^{0.35} - 4766000 + 1400 \times P_t + 580 \times J_t + 670 \times S$$
$$V = \text{€ } 83.829.033$$

Teniendo en cuenta la indexación (1.05) este valor pasa a ser

$$V = \text{€ } 88.020.484$$

El costo semanal (D+i: Depreciación e interés) se obtiene multiplicando por 0.292 % de acuerdo a lo indicado en Tabla 100 página 27.

$$V(D+i) = \text{€ } 257.019$$

Hay que recordar que este valor tiene implícita una tasa de interés del 7%

Para computar los costos de Mantenimiento y reparación (M+R) debe tomarse el valor de base y compararse con los costos estándar (Tabla 100)

Hopper Volume	Displacement at Dredging mark	Lightweight W	Power dredge pumps during suction Pt	Power jet pumps on draghead Jt	Free sailing propulsion power S	Value V	Cost per week		M+R/week
							D+i	M+R	
m <sup>3</sup>	t	t	kW	kW	kW	€	€	€	% of V
900	2.000	635	350	220	950	7.840.000	22.893	18.032	0,230
1.100	2.500	780	450	260	1.250	9.480.000	27.682	21.330	0,225
1.300	3.000	945	600	300	1.550	11.300.000	32.996	24.747	0,219
1.600	3.500	1.100	750	340	1.900	13.000.000	37.960	27.690	0,213
1.800	4.000	1.260	880	360	2.200	14.600.000	42.632	30.076	0,206
2.400	5.200	1.640	1.000	660	2.500	17.800.000	51.976	32.930	0,185
2.700	5.800	1.800	1.250	660	3.550	20.000.000	58.400	34.000	0,170
3.500	7.600	2.400	1.550	760	4.000	24.700.000	72.124	37.297	0,151
4.700	9.900	3.050	1.950	800	5.100	30.100.000	87.892	40.033	0,133
6.200	13.000	3.925	2.400	850	6.450	36.900.000	107.748	45.387	0,123
7.700	16.000	4.780	2.600	1.000	7.350	42.800.000	124.460	48.792	0,114
9.100	19.000	5.635	3.500	1.600	9.400	50.500.000	147.460	54.035	0,017
11.000	23.000	6.830	4.320	1.600	10.800	59.100.000	172.572	60.873	0,103
12.500	26.000	7.610	5.200	1.600	13.000	66.000.000	192.720	66.660	0,101
<b>13.500</b>	<b>29.000</b>	<b>8.685</b>	<b>5.200</b>	<b>1.600</b>	<b>13.000</b>	<b>71.900.000</b>	<b>209.948</b>	<b>71.900</b>	<b>0,100</b>
<b>18.000</b>	<b>40.000</b>	<b>12.100</b>	<b>6.680</b>	<b>1.800</b>	<b>16.700</b>	<b>94.200.000</b>	<b>275.064</b>	<b>93.258</b>	<b>0,099</b>
19.000	42.000	13.750	7.000	2.000	17.500	104.000.000	303.680	102.960	0,099
22.500	48.000	15.950	7.200	3.000	18.000	116.000.000	338.720	114.840	0,099
24.000	60.000	18.250	9.600	4.000	24.000	135.000.000	394.200	132.300	0,098
35.000	83.000	22.440	9.600	4.000	24.000	156.000.000	455.520	152.880	0,098

Tabla 15.6 – Tabla 100 Costos Standard

Este valor de base cae (Tabla 100) entre los valores:

€ 71.900.000 y € 94.200.000

Los porcentajes de Mantenimiento y reparación (M+R) para estos dos valores son:

0,100 % 0,099 %

El porcentaje real para el valor V=83.829.033,00 está dado por:

$$\frac{83.829.033 - 71.900.000}{94.200.000 - 71.900.000} \times (0,100 - 0,099) + 0,099 = 0,099535\%$$

Esto representa un Mantenimiento y reparación (M+R) semanal:

$$V = € 83.439 \times 1,05 = € 87.611$$

Este valor debe ser incrementado en un 15 % debido a la descarga del material por bombeo

$$V = € 87.611 \times 1,15 = € 100.752$$

Este valor tiene en cuenta un trabajo de 84 horas semanales

El 30 % de de este costo es fijo y el 70 % es variable

$$V_{fijo} = € 100.752 \times 0,30 = € 30.225$$

El elemento variable debe ser incrementado para tener en cuenta las 140 horas semanales de trabajo

$$V_{Variable} = € 70.527,01 \times \left( \frac{140 - 84}{84} + 1 \right) = € 110.022,14$$

$$V_{variable} = € 100.752 \times 0,70 = € 70.527$$

El total de M+R es finalmente la suma de ambos elementos

$$V = €30.225,86 + €110.022,14 = €140.248,00$$

#### 15.10 PROGRAMA CSDCEP

El USACE ha desarrollado un programa de computadora de uso libre que sirve para calcular los costos de dragado utilizando una draga de succión con cortador (CSD) y la descarga mediante una tubería. Las características de la draga y la distancia de dragado pueden ser variables.

Un aspecto importante del programa es que para calcular los costos de dragado primero calcula la producción de la draga de potencia dada descargando con una tubería de determinadas características a una distancia prefijada. Entra en consideración asimismo el tipo de material que se draga.

Una excelente referencia para conocer los fundamentos del programa se encuentra en GIWW (2000). También Herbich (2000) da una descripción detallada del procedimiento a seguir para utilizar el programa

#### 15.11 Costo de dragado en New Orleans

En la revista DPC December 2006 pp21 se da una estimación del precio que resultaría de ejecutar una obra de defensa contra los huracanes en New Orleans. Se considera una draga de succión por arrastre de 20.000 m<sup>3</sup> de cántara y una distancia de transporte del material de 250 km. El precio resultante al que llegan los autores del artículo con su análisis es de 11 u\$s/m<sup>3</sup>. Comparado con los beneficios que traería una obra de estas características los autores consideran que es un precio rentable para ese proyecto.

#### 15.12 BIBLIOGRAFIA

- 14.13.1 Bray R.N., Bates, A.D, and Land, J.M., (1997) "Dredging, a handbook for engineers", Second edition, John Wiley and Sons Chapter 10, pp 297-312
- 15.12.1 Operating costs standards for Construction Equipment – Editor Waltman Delft, The Netherlands
- 15.10.3 R. N. Bray "Cost Standards for Dredging Equipment 2005" CIRIA C655 London 2006 [www.ciria.org](http://www.ciria.org) [www.iadc-dredging.com](http://www.iadc-dredging.com)
- 15.10.4 Herbich, J. (2000) Handbook of dredging engineering, Second Edition, McGraw Hill Appendix 9
- 15.10.5 Revista Dredging and Port Construction - DPC December 2006 pp21
- 15.10.6 GIWW (2000) TEXAS GULF INTRACOASTAL WATERWAY (GIWW) DREDGED MATERIAL: BENEFICIAL USES, ESTIMATING COSTS, DISPOSAL ANALYSIS ALTERNATIVES, AND SEPARATION TECHNIQUES Robert Randall et al Texas Transportation Institute The Texas A&M University System College Station, Texas, Project No. 0-1733