



DRAGADO POR EL DESARROLLO

UNA PUBLICACIÓN CONJUNTA DE

IADC
La Asociación
Internacional de
Empresas de Dragado

IAPH
La Asociación
Internacional de Puertos

NICK BRAY
MARSHA COHEN
EDITORS

6ª EDICIÓN
DICIEMBRE DE 2010



La Asociación Internacional de Empresas de Dragado



La Asociación Internacional de Puertos

Copyright © 2010 IADC/IAPH

Publicado por la Asociación Internacional de Empresas de Dragado (IADC)
Po Box 80521, 2508 GM La Haya Países Bajos y la Asociación Internacional de
Puertos (IAPH).

Todos los derechos reservados.

No está permitido reproducir ninguna parte de esta publicación sin el permiso expreso del editor.

El contenido de esta publicación no refleja necesariamente las opiniones de la Junta de IADC, la Junta de IAPH, o de miembros individuales de estas organizaciones

ISBN/EAN: 978-90-75254-16-7

Editors: Nick Bray y Marsha Cohen

Diseño y tipografía: Margaret M. Wagner, Nueva Jersey, EE.UU

Diseño de la portada: Renato Rauwerda, IADC

Traducción: Joris Vredeling/Roberto Vidal

Fotografías cortesía de Terra et Aqua, empresas asociadas a IADC, Nick Bray, Marsha Cohen y el Banco Mundial



DRAGADO POR EL DESARROLLO

ÍNDICE



RECONOCIMIENTOS 5

PRÓLOGO 6

CAPÍTULO UNO -- ¿QUÉ ES EL DRAGADO? 8

LA IMPORTANCIA DEL DRAGADO 8

OBJETIVOS DEL DRAGADO 10

EL MATERIAL DE DRAGADO COMO RECURSO 12

COLOCACIÓN 12

TIPOS DE MATERIAL A DRAGAR 12

LA INDUSTRIA DEL DRAGADO 13

CAPÍTULO DOS - EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN 14

DESARROLLO SOSTENIBLE 14

LA PLANIFICACIÓN Y EL DISEÑO PRELIMINAR 16

LA FINANCIACIÓN 19



CAPÍTULO TRES - CONSIDERACIONES IMPORTANTES 20

IDENTIFICAR A LOS STAKEHOLDERS 20

COLABORACIÓN Y ASOCIACIÓN DEL SECTOR PÚBLICO Y EL PRIVADO 20

EQUIPOS PROPIEDAD DEL DUEÑO DE LA OBRA 21

COLOCACIÓN DEL MATERIAL EN LA PRIMERA FASE 22

SEGUIMIENTO DE LAS CONDICIONES PREVIAS DEL SITIO 23

CAPÍTULO 4 - EL CONTRATO DE DRAGADO 24

LICITACIONES Y OFERTAS 25

 Contratos por Tarifas, por Coste Unitario o A tanto alzado 26

 Contratos de Coste más Margen y de Fletamento 27

 Ofertas alternativas 27

 Mediciones Provisionales y Aceptación 28

LAS CONDICIONES DEL CONTRATO 28

 La Distribución de Riesgos 29

 Roles del Ingeniero Director y del Supervisor 29



Las Condiciones del Suelo	30
Desviaciones	30
Efectos de Diseño	30
Riesgos definidos	30
Daños y Prejuicios	31
Las Condiciones de Finalización y Aceptación	31
Los Aspectos Medioambientales	31
Seguros	32
LA CONTINUIDAD EN LAS OPERACIONES DE TRANSPORTE MARÍTIMO	32
LA INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE LAS OPERACIONES	33
Establecimiento de Registros	33
LOS PERMISOS PARA LAS OPERACIONES DE DRAGADO	34
CAPÍTULO CINCO - EL PROYECTO DE DRAGADO	36
DISEÑO DE DETALLE	36
Investigación del sitio y Caracterización del Material Dragado	36
La Frecuencia de las Operaciones de Dragado	37
La Colocación de Material Dragado	38
EJECUCIÓN O CONSTRUCCIÓN	38
MONITORIZACIÓN DURANTE EL CONTRATO	39
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	39
CAPÍTULO SEIS - CONSIDERACIONES SOBRE LOS EQUIPOS	40
TIPOS DE DRAGAS	40
LAS DRAGAS MECÁNICAS	41
Las Dragas de Cuchara (o Almeja) y Dragalinas	41
Las Retroexcavadoras	42
Las Dragas de Pala de Empuje (Dipper)	43
Las Dragas de Cangilones	44
LAS DRAGAS HIDRÁULICAS	44
Las Dragas Estacionarias de Succión	45
Las Dragas Dustpan	45
LAS DRAGAS HIDRÁULICAS / MECÁNICAS	47
Dragas con Cabezal Cortador y de Rueda de Cangilones	47
Las Dragas de Tolva de Succión en Marcha	49
LAS DRAGAS HIDRODINÁMICAS	51
Las Dragas de Inyección de Agua (WID)	51
Traillas, Vigas y Rastrillos de arrastre por el fondo	52
EQUIPOS DE DRAGADO AMBIENTAL Y OTROS	53
EQUIPOS PARA EL TRANSPORTE DE MATERIAL EXTRAÍDO	53
LA ELECCIÓN DEL TIPO DE DRAGA	54



portada: Collage de dragas con sistema por cañón ejecutando obras de relleno.

CAPÍTULO SIETE - ASPECTOS SOCIO-ECOLÓGICOS 56

RESUMEN DE CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES 56

PRINCIPALES CATEGORÍAS DE EFECTOS 58

Efectos Relacionados con el Agua 59

Efectos Relacionados con la Tierra 59

Efectos Relacionados con el Aire 60

Colocación, Reubicación o Utilización 60

Efectos Socio-Culturales 61

MONITORIZACIÓN 61

CAPÍTULO OCHO - INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y FORMACIÓN 62

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO 62

FUTUROS TEMAS DE INVESTIGACIÓN 63

FORMACIÓN 67

CAPÍTULO NUEVE - AGENCIAS INTERNACIONALES, REGIONALES Y NACIONALES 68

ORGANISMOS MUNDIALES DE CRÉDITO 68

ORGANISMOS REGIONALES DE CRÉDITO 70

El Instrumento Europeo de Vecindad y Asociación 71

Asia pro Eco II 71

ORGANIZACIONES DE CRÉDITO/ DESARROLLO NACIONALES 71

CAPÍTULO DIEZ - ORGANISMOS REGULADORES 72

CONVENIOS INTERNACIONALES Y REGIONALES 72

El Convenio de Londres y Oskar 72

El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) 74

La Organización Internacional de Normalización (ISO) 75

LA COMISIÓN EUROPEA 75

ORGANISMOS NACIONALES 75

APÉNDICE A - ORGANIZACIONES NACIONALES E INTERNACIONALES 77

ORGANIZACIONES NACIONALES E INTERNACIONALES MÁS RELEVANTES 77

BANCOS DE DESARROLLO 79

ACRÓNIMOS 79

APÉNDICE B - LISTADO DE PUBLICACIONES RECOMENDADAS SOBRE DRAGADO Y DESARROLLO DE PUERTOS 80

LIBROS, INFORMES Y MONOGRAFÍAS 80

PUBLICACIONES PERIÓDICAS 84



RECONOCIMIENTOS

La sexta edición de Dragado para el Desarrollo pretende actualizar la versión anterior y con ello dar a conocer los avances y cambios que ha habido en la industria del dragado desde 2004. La quinta edición tuvo como base las excelentes recopilaciones que Charles Hummer, Jr. realizó para la cuarta edición. Esta de ahora mantiene la misma base.

Asimismo, como viene siendo habitual en la Asociación Internacional de Empresas de Dragado, los anteriores Secretarios Generales Peter Hamburger y Constantijn Dolmans y su sucesor actual Rene Kolman han desempeñado un papel fundamental para garantizar la continuación de esta publicación, esperamos que compacta y completa, y para mantener la necesidad de compartir estos conocimientos a nivel mundial. Numerosos expertos en dragado en empresas asociadas a IADC también han ofrecido su asesoramiento y apoyo. Los servicios de Nicki Clay y Tamsin Watt de HR Wallingfords Environmental Group también han contribuido a mejorar la exactitud de esta nueva edición.

Además de revisiones del texto, en esta edición otros cambios incluyen la actualización del material fotográfico a fin de reflejar los últimos avances en dragado. Estas fotografías provienen de un gran número de organizaciones, pero sobre todo de la revista Terra et Aqua, así como de empresas asociadas a IADC.

Así todo, esperamos que esta edición sea tan bien recibida como las anteriores y queremos agradecer a todos los que han contribuido a la riqueza de la literatura sobre dragado y a hacer de este libro una herramienta útil.

Nick Bray y Marsha Cohen

Diciembre 2010

PRÓLOGO A LA SEXTA EDICIÓN

Desde hace mucho tiempo, la Asociación Internacional de Puertos y Terminales (IAPH) es consciente de la necesidad de ofrecer a funcionarios en países en desarrollo una introducción al complejo campo del dragado; una introducción escrita en un lenguaje directo, no técnico, que cubra los principales elementos que estos funcionarios deben saber, y que ofrezca una fuente de información básica y referencias sobre el campo de la tecnología del dragado. Por esto, *Dragado para el Desarrollo* inicialmente fue presentado a los miembros de la IAPH y publicado en *Terra et Aqua* en 1983. El interés fue inmediato y la IAPH publicó una segunda edición revisada como publicación separada en 1987, seguida de otra importante revisión en 1991. Tras muchas reacciones positivas y a fin de informar sobre importantes desarrollos, IAPH e IADC decidieron emprender la cuarta y la quinta revisión, que fueron publicadas en 1997 y 2004 respectivamente.

La sexta edición ha sido actualizada al máximo posible y por esto contiene algunos cambios importantes respecto a versiones anteriores. Se ha prestado especial atención a nuevas formas de contratos, con énfasis en la cooperación entre el sector público y el privado, en los contratos de alianza y en la participación desde el principio del proyecto de las compañías de dragado y de los stakeholders en una relación de cooperación, más que de posiciones antagónicas. El hecho de que en la mayor parte del mundo la identificación y solución de cuestiones medioambientales se reconozcan ya como esenciales en el desarrollo de un proyecto de dragado, ha facilitado el trabajo entre aquellos interesados en crear una infraestructura necesaria.

Esta publicación no es, ni pretende ser un trabajo exhaustivo que enseñe cómo, ni cuándo ejecutar trabajos de dragado. Está más bien orientado a destacar algunos factores y cuestiones que deberían tenerse en cuenta cuando el dragado se convierte en una parte esencial de un proyecto de desarrollo de un puerto. Asimismo, hemos incluido información sobre la necesidad de considerar la posterior operación y mantenimiento de proyectos portuarios en lo que se refiere al dragado una vez la construcción se haya completado.

En definitiva, esta publicación es una introducción a las complejidades del dragado. Dragar es fundamental para la construcción y mantenimiento de proyectos de navegación y portuarios. Juega un papel destacado en el desarrollo de la producción de energía en el mar, ya sea la exploración de gas y petróleo, o la instalación de molinos de viento en el mar, o la recuperación de zonas industriales contaminadas. Los distintos aspectos del proceso de dragado, los tipos de suelo



Encontrar las soluciones de dragado adecuadas siempre es una prioridad importante. Las técnicas de dragado convencionales pueden ser eficaces y económicas.

que se encuentran en proyectos de dragado, el equipamiento que se suele utilizar, la colocación de material procedente del dragado, los tipos y la naturaleza de las formas de contratación, la vital importancia del equilibrio medioambiental, incluyendo el desarrollo sostenible y asuntos relacionados con la financiación de este tipo de proyectos son todas cuestiones que las autoridades de navegación y portuarias al menos deben tener en cuenta.

Si bien existen muchas publicaciones y fuentes de información para los que trabajan en estos campos como espacialidad, hay pocos documentos elaborados especialmente para los gestores, planificadores y ejecutores. Y son ellos, por encima de los demás, los que deberían tener algún conocimiento general básico sobre cuestiones relacionadas con el dragado a fin de poder dirigir y focalizar las acciones de sus equipos. Deben tener una percepción de estas cuestiones a la hora de considerar la viabilidad de proyectos de navegación en desarrollo.

Esta publicación es un intento de ofrecer un único documento para estos funcionarios y gestores. No pretende ser completa, porque supondría una publicación más extensa que la mayoría de los atareados gestores probablemente no tendrían tiempo de ver ni de examinar. Pretende ser legible, disponible, equilibrada y utilizada ampliamente por administradores de puertos y de vías de navegación, funcionarios y el público en general. La publicación enumera algunas de las más importantes fuentes de información actuales sobre dragado y el desarrollo de puertos, y también ofrece las direcciones web de organizaciones y fuentes de información que pueden ser de ayuda para aquellos que desean seguir explorando este campo.

Esperamos que esta nueva edición ofrezca una fuente de referencia útil y actualizada para administradores y gestores responsables de proyectos portuarios. Aunque nuestro objetivo principal era ofrecer esta información a países en desarrollo, la experiencia ha demostrado que muchos puertos, sus usuarios y el público, tanto en países desarrollados como en países en desarrollo han encontrado esta publicación de utilidad. Como en cualquier publicación de esta naturaleza, hemos intentado mantener un equilibrio entre la brevedad, la legibilidad y el contenido. Todas sus observaciones y propuestas de cambio serán acogidas con el mayor interés.

Comentarios deberán enviarse a:
El Secretario General
Asociación Internacional de Empresas de Dragado. (IADC)
CP 80521, 2508 GM La Haya, Países Bajos
www.iadc.dredging.com, info@iadc-dredging.com

CAPÍTULO UNO

QUÉ ES EL DRAGADO?

Una definición simple de dragado es la excavación subacuática de suelo y roca. El proceso consiste en cuatro fases:

- Excavación
- Transporte vertical
- Transporte horizontal
- Colocación o uso del material dragado.

Como la excavación generalmente tiene lugar bajo el agua, no puede verse. Por esto, se utiliza una tecnología sofisticada para visualizar el trabajo. Para definir la cantidad o la zona a dragar, habitualmente se utilizan levantamientos batimétricos con técnicas acústicas. Para entender la naturaleza del material a dragar, se pueden emplear técnicas de investigación geológicas y geofísicas. En general, la naturaleza y complejidad del dragado no se entiende bien excepto para aquellos que están relacionados con esta actividad. Además, a veces se tiende a considerar solo la fase de excavación, ignorando las de transporte y colocación, que requieren el mismo grado de consideración y énfasis. Por otro lado, puede que solo les interese la fase de colocación (o reubicación), ignorando los beneficios o daños que pueda generar el proceso de excavación. A continuación, se presenta una lista de algunos objetivos de dragado. Con frecuencia, se subestiman la cantidad y la importancia de cuestiones que deben considerarse en la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de proyectos de dragado, y el delicado equilibrio entre medioambiente e ingeniería que se debe conseguir. Por esto, es prudente dar aquí información sobre el proceso y la descripción de los potenciales beneficios e impactos.

LA IMPORTANCIA DEL DRAGADO

Desde el comienzo de la civilización y de la evolución de las comunidades que se iban estableciendo, ha habido necesidad de transportar personas, equipamiento, materiales y productos por vías acuáticas. Como resultado, hubo que incrementar la profundidad de muchas vías acuáticas, a fin de darlas acceso a puertos. La mayoría de grandes puertos en el mundo requieren dragado en algún momento para ampliar los canales de acceso y dársenas de maniobra, y para ofrecer profundidades adecuadas a lo largo de las instalaciones portuarias. Además, estos



canales suelen requerir un dragado de mantenimiento frecuente y periódico. En caso de navegación fluvial, también se requiere dragado para construir y mantener enlaces de vital importancia para puertos e instalaciones interiores.

La evolución demográfica indica que la interacción del hombre con cuestiones relacionadas con el agua seguirá incrementando con el transcurso del tiempo. La población mundial creció hasta los 6,9 mil millones en 2010, con cerca de 3 mil millones – más o menos la mitad de la población mundial – viviendo a menos de 200 kilómetros de la costa. Se prevé que esta cifra se duplique para el año 2025. Así, la población está creciendo rápidamente y, según las previsiones actuales, en 2050 habrá más de 9 mil millones de personas. Este incremento se traducirá, en particular, en más urbanización y, más importante aún, contribuirá a la superpoblación de zonas costeras por encima de la media. La densidad media de población en zonas costeras es de unas 80 personas por kilómetro cuadrado, el doble de la densidad media mundial. Un incremento de la población costera supondrá una mayor demanda de instalaciones residenciales, de empleo y de ocio, así como de protección costera y otras exigencias en materia de salud y seguridad.

La evolución demográfica aquí destacada aquí tendrá un impacto enorme en la necesidad de productos y servicios. Sin embargo para muchos países, además del crecimiento económico basado puramente en el incremento de la población, se pronostica un incremento del Producto Interior Bruto (PIB) en las próximas décadas. Este impulso económico se debe al avance de la globalización de los mercados y la apertura de mercados que antes estaban cerrados, mediante nuevos acuerdos comerciales. Es un hecho generalmente conocido que Brasil, Rusia, la India y China (las naciones BRIC) han cambiado sus sistemas políticos para abrazar el capitalismo global. Los bancos de inversión pronostican que China y la India, respectivamente, serán proveedores globales dominantes de productos y servicios, mientras que Brasil y Rusia se convertirán en proveedores igualmente dominantes de materias primas, antes de 2050. Además, los efectos de desarrollos tecnológicos como el Internet también generarán un creciente flujo de productos y servicios.

Vista aérea del Puerto de Melbourne, Australia: A medida que el transporte marítimo crece, el dragado es una herramienta esencial para el mantenimiento de la profundidad de los puertos, para que puedan acoger buques de gran calado.

La importancia del transporte de productos a través del agua será aún más evidente y exigirá que los puertos sean accesibles para el sector del transporte marítimo. El transporte a través del agua ha demostrado una y otra vez ser preferible al terrestre tanto en términos medioambientales como económicos. El dragado debe formar por tanto parte íntegra de cualquier plan de infraestructura para garantizar que puertos, así como zonas residenciales y de ocio puedan satisfacer estas crecientes demandas. El dragado también tendrá un papel en la construcción y el mantenimiento de las conexiones con el hinterland.

En resumen, el dragado juega y jugará un papel fundamental en las economías de muchos países en el mundo. El transporte marítimo continuará siendo la mayor vía de transporte de productos y seguirá creciendo. Los proyectos de navegación deben mantener el ritmo de las necesidades del transporte marítimo a fin de apoyar y mantener economías locales, regionales y nacionales. Más información sobre el papel de dragado en el desarrollo y mantenimiento de la navegación puede encontrarse en Wilson (1996) y Yell & Riddell (1995).

OBJETIVOS DEL DRAGADO

Los motivos básicos por los que se draga incluyen:

1. **La navegación:** Cuando el motivo es la creación o la ampliación de puertos, dársenas, canales, marinas y otras instalaciones, el trabajo se llama dragado capital o de primera implantación. Cuando es para mantener vías acuáticas existentes, puertos y canales, en general se llama dragado de mantenimiento.
2. **Construcción rellenos:** El dragado también puede proporcionar materiales de construcción como arena, grava, concha y arcilla; o crear nuevas tierras, incluyendo la construcción de zonas industriales y residenciales, autopistas, presas, aeropuertos, carreteras y hábitats para aves y demás fauna silvestre.
3. **Regeneración de playas:** Un tercer motivo es proporcionar material de relleno para la protección y reposición de playas de ocio, así como la construcción de dunas protectoras.
4. **Recuperación medioambiental:** Un uso más reciente de dragado es la eliminación o la remediación de contaminantes subacuáticos. Este tipo de operación de dragado se utiliza para limpiar aguas navegables o instalaciones subacuáticas, como asentamientos o estanques de lodo, o balsas de residuos mineros y rehabilitar proyectos de reacondicionamiento, es decir, zonas industriales contaminadas para su redesarrollo.
5. **Prevención de Inundaciones:** Otro motivo para el dragado es la mejora o el mantenimiento de descargas fluviales, o la capacidad de caudal de los ríos,

Vertido de arena limpia para la creación de nuevas tierras mediante el sistema rainbowing





El Aeropuerto Internacional de Kansai en Japón está ubicado en una isla artificial realizada mediante dragado.



Alicante, España, antes y después de la regeneración de la playa: Dragado para reparar playas erosionadas y costas dañadas.

canales y/o aguas navegables, manteniendo o incrementando la sección transversal, o cambiar el curso de vías acuáticas, o la construcción de estructuras de contención como presas, diques o terraplenes.

6. **La Minería:** El sexto motivo es la extracción de minerales, piedras y metales preciosos y fertilizantes, o la eliminación de materiales suprayacentes para llegar hasta ellos.
7. **General:** Otros motivos incluyen la excavación para cimientos subacuáticos y para el emplazamiento de tuberías de petróleo, gas, etc. y el control de inundaciones en áreas pantanosas o zonas de tierras bajas, donde sea medioambientalmente aceptable. También se utiliza el dragado para el mantenimiento de canales de riego y depósitos, infraestructuras que tendrán más importancia a medida que el mundo trate de conservar y utilizar los escasos recursos del agua dulce.

Obviamente, los proyectos de dragado pueden variar y varían mucho en función del propósito del proyecto, y el volumen y tipo de suelo a transportar. En países en vías de desarrollo, podrían producirse algunos problemas al implementar proyectos de dragado, aunque sean de pequeña escala, y podría ser preferible aplicar soluciones

locales de bajo coste. Los equipos adecuados de dragado que habitualmente están disponibles en países más industrializados, no suelen estar presentes en aquellos menos desarrollados y se deben importar a un elevado coste. La solución de dragado se debe adaptar a esta situación y tener en cuenta las necesidades de los stakeholders locales.

EL MATERIAL DE DRAGADO COMO RECURSO

Ladrillos hechos de material de dragado limpio son un recurso para la construcción.



Demasiado a menudo, se ve el material dragado como suelo sucio, no deseado – algo no limpio. En general, esta afirmación no es correcta. Predominantemente, el material de dragado es un producto limpio, reutilizable; en muchos casos idéntico al suelo de su jardín, en el que cultiva vegetales. El material de dragado es un recurso. Solo en algunas zonas industrializadas del mundo existen cantidades significativas de material afectado por contaminantes industriales. Donde la legislación lo permite, un promotor puede utilizar fácilmente material de dragado limpio de manera eficaz y económica. Si el material es de naturaleza arenosa o rocosa, puede ser un excelente relleno para tierras ganadas al mar; si es cohesivo y fangoso, se puede utilizar para la rehabilitación o mejora de tierras agrícolas.

COLOCACIÓN

A menudo, el material dragado es sedimento que forma parte de la dinámica de un río, estuario o en la costa donde está ubicado. En estos casos, puede ser preferible devolverlo al mismo sistema de sedimentos en un lugar adecuado. Sea el material extraído de un sistema sedimentario dinámico o estático, su recolocación y reutilización debe considerarse cuidadosamente desde un punto de vista de ingeniería y medioambiental.

TIPOS DE MATERIAL A DRAGAR

El tipo de material a dragar puede ser distinto dependiendo del proyecto e incluso dentro de un mismo proyecto. Las principales categorías asociadas con el dragado son:

Suelos de turba y orgánicos, arcillas, limos, arenas, gravas, bolos, cantos rodados, roca fracturada, roca y suelo cemento y corales.

Dentro de cada una de estas grandes categorías hay variedad de características como el tamaño de las partículas, su naturaleza y su plasticidad. El tipo de material determina el equipo de dragado más eficaz, las tarifas, los usos finales o colocación potenciales y las características que influyen en el manejo: en bulk, formando bolos de arcilla, etc. Las características químicas y biológicas del

material también son relevantes. Para más información, véase el Informe de la Comisión Internacional para la Clasificación de Suelos que Deban ser Dragados, de 1984 (revisión en preparación), de la Asociación Internacional Permanente de Congresos de Navegación (PIANC).

LA INDUSTRIA DEL DRAGADO

Los motivos básicos de dragado varían mucho, y también la capacidad de llevar a cabo el trabajo. En el caso de un dragado capital o de primera implantación, o dragado de obras nuevas, es probable que el trabajo sea por contrato. El equipo de dragado implica inversiones caras para su adquisición, operadores especialistas de alta formación y apoyo logístico, así como jefes de proyecto con experiencia. Esto hace el trabajo especialmente apropiado para contratistas que cuenten con el equipo y personal adecuados para completar este tipo de trabajo con la experiencia necesaria.

El trabajo de mantenimiento a veces es llevado a cabo por empresas de dragado propietarias del proyecto, pero progresivamente se está eliminando esta práctica, a medida que se da más trabajo a los contratistas. Flotas de dragado propiedad y operadas por gobiernos han sido eliminadas en muchas naciones marítimas, como Brasil, Alemania y México.

Contratistas de dragado pueden operar como subcontratistas para complementar a otros contratistas en proyectos de construcción en los que el dragado es solo una parte de la construcción total. A menudo, en proyectos de desarrollo o mantenimiento de puertos el contratista de dragado es el principal contratista. Los contratistas de dragado pueden ser empresas que actúan a nivel local, regional, nacional o internacional, dependiendo de las condiciones del mercado. La mayoría de los contratos de proyectos de desarrollo de puertos requieren la participación de contratistas internacionales a fin de garantizar la competencia más amplia posible entre los que estén cualificados para llevar a cabo el trabajo. En general, a más amplia competencia baja el precio, pero como destacaremos en otra parte, la oferta más baja no siempre lleva al menor costo global para el proyecto, ni la solución óptima.

En el mercado internacional hay varios contratistas de dragado muy competentes y algunos que solamente operan en determinados mercados internacionales dependiendo de los costes de transportar materiales de dragado. En trabajos muy grandes, no es raro ver a contratistas colaborando como empresas conjuntas en un proyecto específico, aunque sigan siendo competidores en otros mercados. Organizaciones como la Asociación Internacional de Empresas de Dragado son una excelente fuente de información sobre contratistas activos y disponibles para trabajos de dragado en todo el mundo.

Para más información general sobre dragado y la industria de dragados, véase Bray et al. (1997), Herbich (1992), Richardson (2002) y Eismer (2006).

CAPÍTULO DOS

EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN

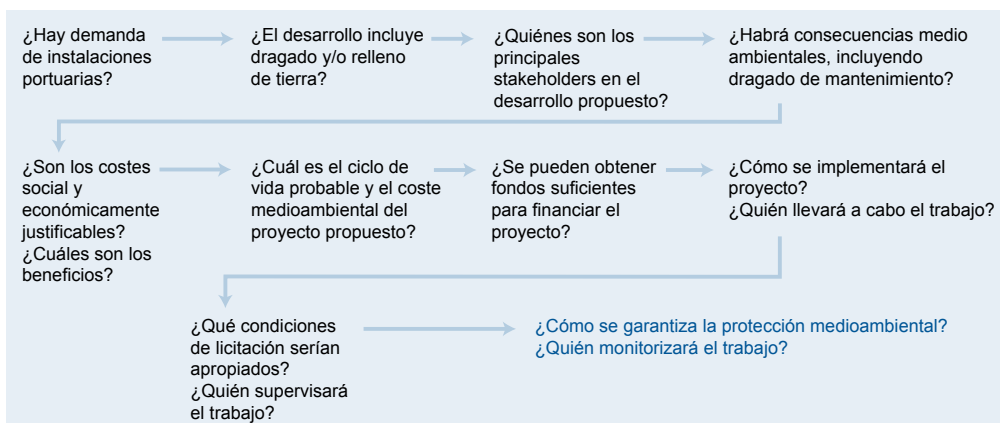
Es evidente que se requiere un proceso para el desarrollo de puertos, en lo que se refiere a la navegación y al dragado, y este proceso debe considerarse cuidadosamente y entendida desde el principio. Existen muchos libros especializados, informes y documentos sobre los detalles de programas que se han aplicado de manera satisfactoria para el desarrollo de puertos, muchos de ellos tratados en ediciones anteriores de la revista de IADC, Terra et Aqua (véase el Apéndice B).

DESARROLLO SOSTENIBLE

El mayor reto del proceso de desarrollo de un proyecto, quizás sea la necesidad de abordar el proyecto en el contexto del medioambiente (véase la Figura 1). Todas las actividades de dragado causan cambios ambientales. Si se perciben como buenos o malos, o indiferentes, depende del punto de vista del observador o stakeholder. Por tanto, hay una necesidad de entender y abordar las preocupaciones de los principales stakeholders desde el principio del proyecto y de que participen en su desarrollo desde la fase más temprana. De esta manera, las consecuencias ambientales del proyecto se pueden explicar, entender y mitigar si fuese necesario, y se pueden incorporar conceptos y costes de protección ambiental desde el comienzo del proceso.

Las instituciones crediticias (véase el Capítulo 9), piden en la actualidad una evaluación ambiental sustancial y completa antes de considerar favorablemente una solicitud de fondos para un determinado desarrollo. De modo similar, estas instituciones financieras han desarrollado unas directrices y medios excelentes para financiar los estudios ambientales iniciales, tan importantes para un desarrollo racional (Davis et al. 1990; Bouwman & Noppen, 1996). Para una descripción más detallada de la relación entre dragado y el medio ambiente, se recomienda leer la publicación *Environmental Aspects of Dredging* (IADC/CEDA, 2008) y *Dredging Management Practices for the Environment: A Structured Selection Approach* (PIANC, 2009). Las publicaciones de la Asociación Internacional de Puertos que tratan sobre la planificación ambiental y la gestión de puertos específicamente, también son fuentes de información valiosas para obtener una información más amplia acerca de estos temas (IPAH, 2001; Nagorski, 1972).

Figura 1. Incorporando el propio Medio Ambiente al Proceso de Desarrollo



Se debería considerar la utilización de un proceso integral en la gestión de proyectos para toda su ciclo de vida que implicara a todas las partes y disciplinas desde el principio. Planificadores, ingenieros de diseño, de costos y de construcción; expertos de dragado, científicos medioambientales, economistas, asesores financieros y especialistas de transporte, todos juegan un papel en el proceso de desarrollo. La gestión integrada, o en colaboración de un proyecto garantiza que todos estos actores estén involucrados a lo largo del proceso y no solo en fases específicas del proyecto.

El proyecto se desarrolla a través de diversas disciplinas pero ciertamente cada disciplina y fase está muy relacionada e influye en las demás y solamente integrando las disciplinas, el proyecto evitará descuidos y errores costosos. Organizaciones de obras públicas con experiencia, como el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos y el Ministerio de Transporte y Aguas (Rijkswaterstaat) en los Países Bajos, que han sido los responsables de proyectos de desarrollo desde hace más de un siglo, han llegado a la conclusión de que sus esfuerzos podrían ser significativamente más efectivos si utilizaran un enfoque integrado o colaborativo.

Aunque hay muchos formatos para un proceso de desarrollo de un puerto, para los propósitos de esta publicación se ha usado un esquema básico y simplificado. Los elementos de este proceso son:

Financiación de la Planificación y Diseño Preliminar	Véase Capítulo 2
Consideración de Aspectos Importantes	Véase Capítulo 3
Licitaciones y Ofertas	Véase Capítulo 4
Diseño Detallado	
La Ejecución o Construcción, incluyendo Monitorización	Véase Capítulo 5
La Utilización y el Mantenimiento	

En algunos casos, el diseño detallado, el pliego de condiciones y las fases de ejecución o construcción se combinan en una fase de diseño/construcción. No obstante, sigue habiendo subelementos incluso en estos casos. El resto de este capítulo se centra en los primeros dos de estos elementos.

LA PLANIFICACIÓN Y EL DISEÑO PRELIMINAR

Planificación es un término amplio y adecuado, porque muchas actividades se deben tener en cuenta durante la fase de planificación o de formulación del proyecto.

1. ¿Es el proyecto consistente con las políticas y objetivos nacionales de comercio y de transporte?
2. Basándose en la infraestructura total de transporte, ¿tiene sentido la inversión?
3. ¿Favorecerá el proyecto los intereses socioeconómicos nacionales, regionales y locales?
4. ¿El horizonte de planificación es suficientemente largo tanto en lo que se refiere a datos retrospectivos como las previsiones de uso en el futuro?
5. ¿Incorpora los últimos avances en términos de equipos, procedimientos y rendimiento, teniendo en cuenta la capacidad de competir por los escasos recursos de capital?
6. ¿Tiene en cuenta alternativas e incluye un análisis de elecciones y costes y beneficios de cada una de las alternativas?
7. ¿Aborda de forma adecuada las consecuencias medioambientales a corto, medio y largo plazo?
8. ¿Hay datos disponibles de obras anteriores, fueran de dragado capital, profundización y ampliación de canales o de mantenimiento?

Con una pequeña embarcación, la recogida de muestras de agua con las botellas Niskin ayuda a los equipos de dragado a determinar las condiciones medioambientales. La investigación del terreno es fundamental para una buena planificación.

Además, la financiación de los proyectos de dragado depende de las evaluaciones de impacto medioambiental.

Centrándose en los aspectos de dragado y de ingeniería, se debería tener en cuenta lo siguiente:

- i. ¿Existe información adecuada sobre la batimetría, morfología, hidrodinámica, geología, meteorología y geografía de los potenciales lugares de desarrollo de puertos?





Izquierda. Para la recogida de muestras se utilizan tanto embarcaciones pequeñas como grandes, a fin de medir la dinámica de las aguas, como la velocidad de la corriente, la turbidez, la temperatura, la salinidad y los niveles de sedimentos en suspensión, entre otros parámetros.

De no ser así, estos conjuntos de datos son fundamentales para evaluar lo siguiente: potenciales escenarios de diseño; especificaciones correctas de las obras, buenas estimaciones de construcción; máxima utilización de las fuerzas de la naturaleza para la construcción y el mantenimiento, como corrientes que erosionan; el impacto de la intrusión de agua salada; usos alternativos de material de dragado; y, finalmente, los requisitos y costes del mantenimiento subsiguiente.

- ii. ¿Existe lo que se llama una Lista de Requisitos?
Estas listas son una evaluación cuantitativa de todas las funciones y partes del proyecto.
- iii. ¿Existe una plantilla de ingenieros adecuada para recoger y analizar los datos existentes, o tratar adecuadamente la recogida y análisis de estos datos de ingeniería, o es necesario contratar a consultores? Si se va a contratar a consultores, ¿en qué elementos deberían centrarse? A menudo, es ventajoso seleccionar al principio un consultor con la capacidad y la competencia de continuar durante las distintas fases. Así se evitan los costes de formación que conllevaría la entrada de un consultor nuevo en una fase nueva. Organizaciones como FIDIC pueden ayudar en el proceso de selección de empresas adecuadas (FIDIC, 2003 y UNIDO). A veces, esto no es posible y se requieren diferentes consultores para cada fase en función de los conocimientos y experiencia necesarios. En cualquier caso, es una oportunidad de formar ingenieros locales en estas disciplinas especializadas de ingeniería y para que ganen experiencia.
- iv. ¿El plan tiene en cuenta la utilización o la recolocación del material de dragado durante la construcción y el subsiguiente mantenimiento (véase Capítulo 3)? ¿Se han considerado suficientes opciones para reducir los costes de transporte del material de dragado al mínimo y el potencial impacto del clima, el estado del mar, y otros elementos sobre los procesos de construcción y mantenimiento?
- v. Hoy día, en muchos casos, se lleva a cabo un análisis de riesgo o probabilístico sobre el proyecto. Utilizando una técnica como un

Abajo. Cámara REMOTS de monitorización ecológica del suelo marino a distancia. Es otra manera de medir los efectos de dragado.



árbol de factores, dicho análisis evaluará los elementos y factores que suponen mayor riesgo para el proyecto. Cuando se han determinado los elementos de alto riesgo, el esfuerzo se dirige al estudio de estos factores y elementos.

Estos son factores muy básicos, pero a menudo las necesidades de investigación y de datos, entre el proceso de planificación o análisis de viabilidad y el de diseño y construcción, se malinterpretados. En muchos casos, se requieren dos conjuntos de datos. El último y más detallado es el de la fase de diseño, en el que estos datos son fundamentales para poder especificar las obras de tal manera que se evite riesgo innecesario para el propietario y los contratistas. Hay muchos casos en los que los datos preliminares de investigación del sitio fueron extrapolados a los diseños y especificaciones inadecuadamente, con resultados costosos e insatisfactorios.

Baliza de monitorización de la calidad de agua. Es una buena manera de recabar datos en un lugar concreto y detectar penachos de sedimentos durante las obras de dragado.

Una vez establecida la viabilidad del proyecto desde la fase de planificación, el siguiente paso suele ser un diseño preliminar. El desarrollo del proyecto se centra en la alternativa más económica y eficaz en términos de ingeniería y de responsabilidad medioambiental, con lo que se evita pasar por alto elementos de ingeniería que pueden ser críticos. Además, proporciona un complemento útil a los documentos de planificación que van a ser necesarios para conseguir financiación. También proporciona otra serie de estimaciones de costes que serán más fiables que los utilizados en los documentos anteriores de planificación.

Cabe señalar que las estimaciones de costes deberían evolucionar y cobrar precisión a medida de que se va desarrollando el proyecto. Considerar únicamente las estimaciones iniciales de coste puede ser otra experiencia costosa. Esta lección se puede aplicar de la misma manera a países desarrollados y subdesarrollados.

LA FINANCIACIÓN

Es evidente que es crítico asegurar la financiación necesaria para los proyectos de desarrollo de puertos. Sin embargo, si la planificación y el diseño preliminares se llevan a cabo adecuadamente. Ello permitirá sentar las bases para lograr financiación para el proyecto de manera creíble. Como se señaló anteriormente, la mayoría de las instituciones crediticias piden una consideración sustancial de los aspectos medioambientales del desarrollo. Por ejemplo, el Banco Mundial en su conocida publicación "Environmental Considerations for Port and Harbor Development (Davis et al., 1990), dice:



“El banco Mundial da gran importancia a los aspectos ambientales de los proyectos de desarrollo. En el caso de desarrollo de puertos, atraques y autoridades portuarias, las firmas de consultoría e ingenieros portuarios del Banco y otros funcionarios introducirán una dimensión ambiental eficaz y profunda al concepto mismo del proyecto, a su preparación, a la ingeniería detallada, a la construcción y a su operación. Esto implica la necesidad de que haya unidades medioambientales adecuadas en cada una de las órganos y agencias responsables del proyecto.”

A continuación, la publicación indica:

“El Banco:

no financiará proyectos que causen degradación ambiental grave o irreversible sin medidas de mitigación aceptables para el Banco...

no financiará proyectos que comprometan la salud y seguridad públicas innecesariamente..

no financiará proyectos que desplace a personas, o desfavorezca ciertos grupos vulnerables sin tomar medidas de mitigación aceptables para el Banco...

no financiará proyectos que contravengan acuerdos ambientales internacionales que el país en cuestión sea parte firmante...

no financiará proyectos que podrían perjudicar seriamente el medio ambiente de un país vecino sin el consentimiento de ese país...

se esforzará para asegurar que los proyectos que tengan consecuencias adversas inevitables para el medio ambiente se sitúen en áreas donde los daños ambientales sean mínimos, aunque sea a un coste algo mayor...”

Por consiguiente, además de los requerimientos tradicionales de las instituciones crediticias, los aspectos ambientales deben considerarse adecuadamente para conseguir financiación para desarrollo de puertos y proyectos de mejora.

Otro desarrollo importante en la financiación son los Principios de Ecuador (<http://www.equator-principles.com>), un conjunto de directrices voluntarias para determinar, evaluar y gestionar los riesgos sociales y ambientales en la financiación de proyectos. Desde su establecimiento en 2003, más de 60 bancos internacionales han adoptado los Principios de Ecuador, incluyendo los principales prestamistas de proyectos del mundo. Los Principios de Ecuador se aplican a toda financiación de proyectos del mundo con un costo de capital de 10 millones de USD o más, en todos los sectores industriales.

CAPÍTULO TRES

CONSIDERACIONES IMPORTANTES

En este punto, merece la pena hacer balance de algunas consideraciones importantes, que podrían afectar la facilidad con la que un proyecto puede ser implementado, así como la eficacia y la viabilidad del desarrollo del dragado en sí.

IDENTIFICAR A LOS STAKEHOLDERS

Debe enfatizarse la importancia de identificar a los mayores stakeholders en un proyecto y hacerles partícipes del desarrollo del proyecto y del proceso de implementación lo más pronto posible. Identificar a todos los stakeholders es fundamental y el efecto de implicarles en el proyecto podría marcar la diferencia entre tener un grupo de colaboradores o tener un grupo de organizaciones en oposición al proyecto.

El Capítulo 2 de Environmental Aspects of Dredging, titulado “Players, Processes and Perspectives” (IADC/CEDA, 2008) ofrece una amplia visión del proceso de desarrollo desde el punto de vista de varios actores en el campo. Una buena identificación y el diálogo con los stakeholders más relevantes genera colaboración, este proceso se describe en el Capítulo 9 de la misma publicación, titulado “Frameworks, Philosophies and the Future”, y se describe brevemente a continuación.

COLABORACIÓN Y ASOCIACIÓN DEL SECTOR PÚBLICO Y EL PRIVADO

Asociación es vincular al cliente con uno o más contratistas dispuestos a colaborar con el cliente en el desarrollo de un proyecto. El proceso de vinculación está diseñado para establecer los objetivos y las finalidades conjuntas de los socios, establecer las reglas básicas de trabajo, las responsabilidades y los riesgos de cada una de las partes. El objetivo es fomentar un clima de cooperación mutuamente beneficiosa, en el cual una finalización con éxito de las obras dentro de los plazos acordados y los estándares establecidos aporta beneficios comerciales definidos a todas las partes. En definitiva, una situación en la que todos ganan.

Los proyectos de Asociación Pública Privada (PPP) son relaciones especiales desarrolladas para juntar dos o más organizaciones con los mismos objetivos, pero distintas perspectivas sobre qué constituye un beneficio. Mientras que una asociación simple normalmente aporta beneficios comerciales a todas las partes, las PPP reconocen que un ente Público puede estar más interesado en los beneficios sociales y políticos de un desarrollo. Estas asociaciones deben ser organizadas de tal manera

que los diferentes riesgos y beneficios para cada una de las partes queden claramente definidos desde el principio. En tales circunstancias, el socio Privado podría ser responsable de asumir los riesgos técnicos de la metodología de construcción, la programación y los factores comerciales relacionados con el aumento de los costes, el control presupuestario, etc., mientras que el ente Público podría asumir los riesgos estructurales relacionados con los permisos, el riesgo político y cambios legales o de las normas de diseño. Se puede encontrar más información en Declercq (1999), Janssen (2008), y Tanis and Vergeer (2008).

EQUIPOS PROPIEDAD DEL DUEÑO DE LA OBRA

En los puertos en los que el organismo administrativo es responsable del mantenimiento de las profundidades adecuadas en canales de acceso y zonas de maniobra, suele surgir la pregunta “¿qué es más económico: dragar con equipos en propiedad y utilizados por dicho organismo, o utilizar contratistas para ejecutar el trabajo?”

Esta pregunta solo puede contestarse tras una evaluación a fondo de todos los factores. Las principales consideraciones son el volumen y el tipo de material a dragar; la distancia de la zona de trabajo hasta la de colocación del material; la frecuencia de repetición del trabajo; el coste de adquisición, mantenimiento y utilización de los equipos de dragado necesarios en propiedad del dueño de la obra, comparando todo ello con el coste y la disponibilidad de equipos adecuados en propiedad del contratista.

Otra consideración debería ser la fiabilidad de los equipos en propiedad utilizados por el dueño de la obra. Los principales contratistas de dragado suelen poseer una extensa flota que puede usarse en caso de que el principal equipo no estuviera disponible. En circunstancias parecidas, el dueño de la obra-operador podría tener que llamar a un contratista para una campaña de emergencia.

Es fundamental saber cuánto trabajo de dragado y de qué tipo se necesita llevar a cabo, a fin de conseguir el resultado deseado. ¿Se trata de mantenimiento, dragado capital, o una combinación de ambos? Solo mediante estudios hidrográficos y mediciones adecuadas se pueden establecer con un grado razonable de exactitud los principales criterios para decidir si un organismo debería tener su propio equipo, o no.

En el pasado, muchas autoridades portuarias han confiado en un número de cargas semanales, o toneladas, para medir el rendimiento. Estos métodos no reflejan fielmente el rendimiento en el que se debe basar una decisión como la de si una autoridad debería ejecutar el trabajo de dragado con medios propios. A menudo, los dueños de obra utilizan buques antiguos, solo trabajan durante horas restringidas y utilizan una instrumentación mínima, dando lugar a un dragado poco económico.

Los dueños de obra-operadores suelen amortizar los costes del buque en un tiempo corto y esto también distorsiona cualquier comparación de costes con los de contratación a terceros.

El dueño de obra-operador también debe tener en cuenta desde el principio que el buque adquirido podría quedarse obsoleto si las circunstancias locales cambian. Por

ejemplo, cambiando la zona de vertido de mar a la tierra (debido a requisitos medioambientales o a la presencia de contaminantes) o la necesidad de llevar a cabo dragado capital podría impedir la utilización del buque existente, debido a restricciones de profundidad, o similares.

También se considera prudente separar las responsabilidades de planificación, fiscalización y control de las de utilización de los equipos en sí. Tener áreas de responsabilidad más o menos separadas, permite una gestión más objetiva y de menos intromisión de todas las actividades técnicas y económicas. En el caso de los países en desarrollo, los equipos suelen estar lejos de los principales centros de dragado y, por tanto, los costes de desplazamiento de dichos equipos en propiedad del contratista pueden ser altos.

De la misma manera, puede que haya falta de experiencia en el dragado o de personal cualificado. La formación y la retención de personal formado puede ser también un factor costoso también y debería formar parte del análisis de si tener en propiedad equipos de dragado o bien contratarlos. Fuera de los principales centros de dragado, p.ej. Europa América Latina, Japón, China y los EE.UU., existe poca formación o investigación en este campo.

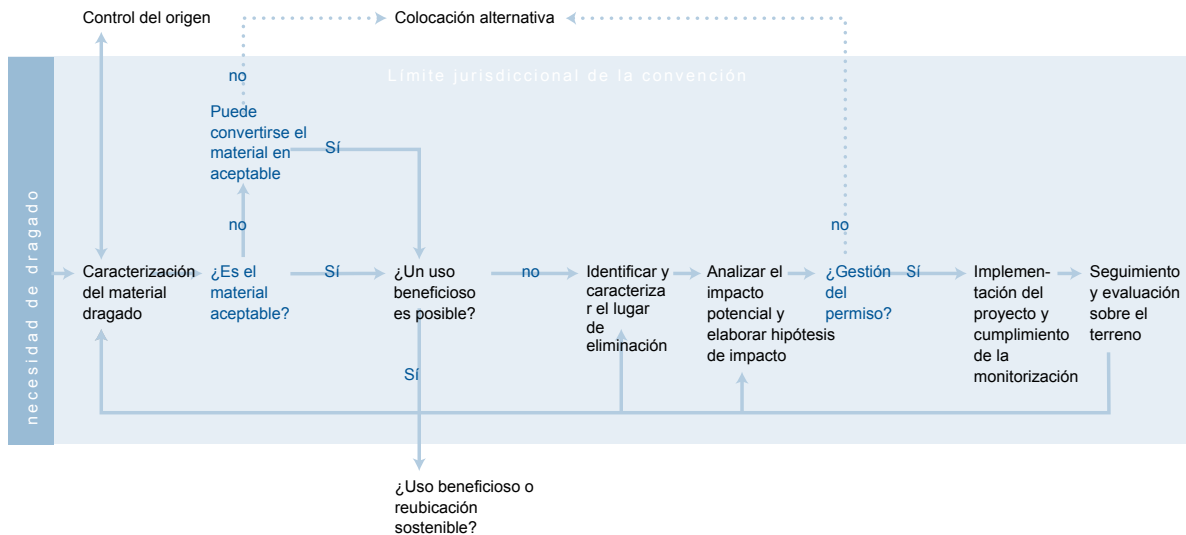
Debido a los altos costes de adquisición, mantenimiento y utilización de equipos de dragado, en general para las autoridades portuarias no suele ser rentable utilizar equipos propios. La tendencia en la mayor parte de los mercados internacionales es un avance hacia la privatización de las flotas de dragado y contar con los contratistas y la competencia entre ellos para conseguir mantener la equidad de precios. Adicionalmente, los equipos de dragado normalmente requieren la contratación de un número importante de trabajadores preparados y no-preparados, con todos los costes relacionados con el mantenimiento de un equipo en estas condiciones. Aun así, si se trata de grandes volúmenes de dragado frecuentes, podría ser rentable para un puerto evaluar la viabilidad de adquirir y utilizar su propio equipo. Pero, como se ha mencionado anteriormente, parece ser una tendencia claramente a la baja. Para más detalles contractuales acerca de equipos, véase Kinlan, 2010.

COLOCACIÓN DEL MATERIAL EN LA PRIMERA FASE

La colocación de material dragado, incluyendo las licencias y permisos necesarios, se debe considerar en la primera fase de la planificación, tanto en el dragado de construcción como el posterior dragado de mantenimiento. Las zonas de colocación adecuadas deben ser planificadas y mantenidas durante todo el proyecto. Como los puertos se congestionan más después de su construcción y desarrollo, podría convertirse en un problema la colocación continuada y ambientalmente responsable de material de mantenimiento.

Muchos proyectos utilizan múltiples zonas de colocación para las diferentes partes del sistema vías navegables. Por ejemplo, los canales de acceso podrían utilizar zonas de colocación en aguas abiertas, tanto para material de construcción como de mantenimiento. En el caso de los puertos interiores se pueden utilizar zonas de colocación intermareales y en tierra. En caso de los puertos ya desarrollados, los sedimentos suelen estar contaminados y posiblemente se necesiten zonas de colocación y almacenamiento permanente especialmente construidos.

Figura 2. Marco de Evaluación de Material Dragado (Adaptado de la Convención de Londres)



La gestión de material dragado es ahora una de las principales consideraciones en cualquier proyecto de dragado. La ubicación de una zona de colocación de material dragado así como el manejo del material dragado tendrá un efecto fundamental en el proceso y en el programa de construcción. Ambos pueden dictar el tipo de draga a utilizar en el proyecto, la manera en que se utilice, los efectos ambientales del dragado, los posibles permisos que se necesitan, las actividades de transporte y reubicación, y las exigencias de monitorización posteriores (véase más abajo). El material dragado se suele gestionar (Figura 2) dentro del Marco de Evaluación de Material Dragado, de acuerdo con la Convención de Londres (véase el Capítulo 10).

SEGUIMIENTO DE LAS CONDICIONES PREVIAS DEL SITIO

Para llevar a cabo obras de dragado de una manera aceptable para el medio ambiente, suele ser necesario controlar las obras de tal manera que la perturbación ambiental sea mínima. Este nivel de perturbación suele estar relacionado con los parámetros ambientales previos medidos en el lugar. Esto en sí puede generar complicaciones que tardan un tiempo considerable en resolverse.

Muchos espacios marítimos están situados en regiones dinámicas de la costa, o en estuarios o ríos. Las condiciones previas en estos lugares varían continuamente, de minuto a minuto, de una hora para otra, en función de las mareas y el flujo de los ríos, actividad de las olas, las precipitaciones y perturbaciones causadas por otros eventos naturales o provocados por el hombre (como el paso de buques). Hay variaciones naturales en la mayoría de los lugares que ocurren debido a cambios estacionales en luz solar, temperatura y actividad biológica. Así que no es fácil definir lo “previo”, aún cuando se midan y analicen todos los parámetros ambientales.

La medición de parámetros ambientales como las velocidades de las corrientes, la temperatura, la salinidad, el oxígeno disuelto, y los niveles de sedimentos en suspensión, generalmente se lleva a cabo en periodos largos de tiempo, antes de que se puedan identificar tendencias subyacentes. Para grandes proyectos de desarrollo de puertos, o de rellenos de tierras, un periodo de dos años o más se considera bastante normal. Es, por tanto, importante comenzar la monitorización ambiental en una fase muy temprana del proyecto, aunque las campañas iniciales de monitorización se limiten a determinar qué parámetros son relevantes y cuál es su variabilidad. En muchas aguas navegables, el grado y la frecuencia de la perturbación de los lechos que causan los buques de gran calado es mayor que el que causan las operaciones de dragado.

CAPÍTULO CUATRO

EL CONTRATO DE DRAGADO

Como se indica en el Capítulo 3, una organización del cliente puede decidir llevar a cabo las obras de dragado por ella misma, si dispone del equipo adecuado, o puede decidir otorgar el contrato a un contratista, o comparar las dos alternativas. Lo importante es que cualquier obra subcontratada se lleve a cabo bajo unas condiciones de contrato justas, con reglas de competencia sean justas y que cualquier comparación entre flotas estatales y privadas sea ejecutada en términos homogéneos.

En la mayoría de los casos, la forma más rentable de llevar a cabo una obra de dragado es convocar una licitación pública en un marco internacional de licitaciones. La competencia libre y justa que lleva implícita este proceso tiene el doble efecto de proporcionar un precio razonable por la ejecución del trabajo y que el contratista consiga un rendimiento satisfactorio de la inversión en personal e instalaciones. La mayor parte de las licitaciones injustas o sesgadas, aunque den ciertas ventajas temporales a un número limitado de contratistas, a largo plazo tienen el efecto de encarecer las obras de dragado, bajar la calidad del trabajo y limitar el desarrollo de la industria local de dragado.

Entre los aspectos que se podrían examinar, cabe mencionar:

- Tiempo: ¿En qué periodo de tiempo hay que entregar el proyecto?
- Coste: ¿Qué importancia tiene saber el coste final antes de comprometerse con una ejecución ?
- Calidad: ¿Qué nivel de calidad se requiere?
- Complejidad: ¿Qué grado de complejidad (técnica) conlleva?
- Flexibilidad: ¿Cuál es la posibilidad de que haya cambios en los requisitos, o cambios impuestos externamente?
- Riesgo: ¿Qué distribución de riesgos se requiere?

Los proyectos de dragado a gran escala tienden a ser complejos; requieren altos estándares de calidad, flexibilidad del equipo, conllevan grandes riesgos y son costosos. Por esto, la participación de un contratista cualificado y con experiencia desde la fase más temprana posible ofrece ventajas. Por ejemplo, cuando el contratista se escoge en una fase temprana, el cliente y el consultor pueden

beneficiarse de los conocimientos y experiencia del contratista – conocimientos y experiencia de los que el cliente puede carecer. En el caso de los proyectos rutinarios a pequeña escala y (de mantenimiento), cuando el cliente cuenta con los conocimientos necesarios, el precio suele ser lo más importante. En estos casos, se puede escoger en una fase mucho más tardía.

Junto con las formas de contratación tradicionales, los Acuerdos de Asociación y Alianza Estratégica se están utilizando para proyectos de dragado a gran escala. La Asociación en sí no es una forma de contratación especial. Puede existir un “Acuerdo de Asociación” que junto a un contrato tradicional proporcione directrices sobre la relación entre los distintos socios (Athmer, 2005). La Alianza a veces es una consecuencia de la relación de socios que da como resultado un contrato de cumplimiento legal (Janssen, 2008).

LICITACIONES Y OFERTAS

Básicamente, hay tres fases en el procedimiento de licitación:

- Calificación previa
- Presentación de la documentación de la licitación
- Recepción y revisión de las licitaciones.

La fase de calificación previa no siempre se sigue pero en muchos casos es recomendable. Supone que a los contratistas interesados presenten pruebas de su calificación antes de aceptar una oferta. FICIC (y también Brown, N. 2006) ofrece pautas sobre las formas más adecuadas de calificación previa.

Las dos fases siguientes son bastante claras. Independientemente del tipo de licitación utilizado, es importante señalar que la oferta más baja no es necesariamente la mejor para el contratante. Por ejemplo, los métodos de trabajo propuestos y el análisis de riesgo también son consideraciones importantes. En general, las licitaciones por contratos de dragado son idénticas a las de contratos de obras públicas, p.ej., en la forma de licitación en competencia basada en documentos de licitación proporcionados por el posible dueño de la obra o contratante, y elaborados por el contratante o por ingenieros consultores nombrados por el contratante. (Véase FIDIC Procedimientos de Licitación.)

Los documentos de licitación exponen las distintas condiciones a aplicar en el aplicar al procedimiento de licitación en sí, las condiciones del contrato que regirán la relación entre el contratante y el licitador seleccionado, en lo que se refiere a la ejecución de las obras en cuestión. Se debe facilitar suficiente información, como resultado del diseño, para una clara descripción de los elementos de la obra, y presentar a los licitadores la información necesaria para que puedan preparar una oferta responsable. En general, se puede decir que

cuanta más información de ingeniería haya disponible y especificada, el contratista ha de incluir menos riesgo en el precio para poder llevar a cabo el trabajo. El resultado puede ser que los costes del proyecto bajen, trasladando el riesgo y los costes iniciales de ingeniería al cliente o propietario.

Cuando se inicia un procedimiento de licitación, contratantes e ingenieros consultores deben tener en cuenta que cuantos menos detalles faciliten y cuanto más imprecisas sean la información y las especificaciones en el expediente de licitación, más grande será el riesgo de que participen licitadores irresponsables. Cuanto menos riesgo deba asumir el contratista, mejor se podrá realizar la comparación entre los distintos licitadores.

Si los riesgos son difíciles de analizar, unos contratistas poco cualificados pueden ofrecer el precio más bajo, porque no pueden anticipar los riesgos. En consecuencia, si algunos de los riesgos se materializan, puede suceder que el contratista no sea capaz de asumirlos y el perjuicio para el contratante puede ser enorme. En este contexto, cabe destacar que recopilar información completa y amplia sobre las condiciones del suelo puede ser costoso, pero se pagará por sí mismo y a menudo lleva al precio contractual más económico y con la menor cantidad de sorpresas y riesgos (véase Kinlan y Roukema, 2010).

No obstante, seguramente habrá momentos en los que un contratista poco cualificado apueste con éxito y en consecuencia tengan un precio realista, a pesar de que el contratante no le haya dado información suficiente.

Como las obras de dragado están sujetas a la influencia de factores externos, como el clima o los requisitos de navegación, que pueden impedir la utilización ininterrumpida de los equipos de dragado, es habitual que se incluyan tarifas de inactividad debida al paso y amarre de los buques. Sin embargo, los costes de inactividad causada por condiciones meteorológicas adversas normalmente se incluyen en los costes de dragado como un riesgo para el contratista.

CONTRATOS POR TARIFAS, POR COSTE UNITARIO O A TANTO ALZADO

La mayoría de las licitaciones de obras de dragado incluyen mediciones y presupuestos. Se trata de listados de ítems, a veces muy detallados, que especifican los distintos tipos de dragado a ejecutar y otras actividades que el contratista debe llevar a cabo en cumplimiento del contrato a fin completar las obras.

También en la mayoría de las licitaciones, estas mediciones y presupuestos incluyen las cantidades estimadas para de cada uno de los ítems de la lista (estas estimaciones no necesariamente son correctas) y el licitador está obligado a dar las tarifas de estos ítems por unidad y, por ende, por toda la cantidad estimada.

En estos casos, la regla es que los totales de las tarifas representen todas y

cada una de las actividades que se llevarán a cabo por el contratista y que representen el precio del contrato, a reserva de que se puedan producir desviaciones de las cantidades estimadas, causando un aumento o una disminución de este precio del contrato.

El riesgo de estas cantidades recae sobre el contratante. No obstante, el contratista puede correr todavía cierto riesgo, sobre todo si las cantidades reales son menores que las estimadas.

El contratista debe ser cuidadoso a la hora de calcular las tarifas, teniendo en cuenta las condiciones del contrato y de la obra que se ha de llevar a cabo, incluyendo la evaluación de los costes de materiales, planta y equipo, combustible, mano de obra, etc. y otros gastos que puedan producirse, incluyendo tasas, royalties, impuestos, etc. Puede alegarse que los precios unitarios indicados en la oferta equivalen a precios a un tanto alzado. Esto se aplica especialmente si el contratante requiere que el contratista acepte el riesgo de que el cálculo de las cantidades sea correcto, impidiendo que se re-evalúen las cantidades en función de lo que se pueda encontrar en la realidad de la obra.

El objetivo de esta lista de tarifas unitarias es facilitar el cálculo de posibles modificaciones u órdenes de modificación. A veces, se les pide a los licitadores que indiquen precios a tanto alzado para la finalización de las obras. En otros casos, solo se piden precios a tanto alzado para algunos elementos bien definidos, como la movilización y desmovilización del equipo de dragado.

CONTRATOS DE COSTE MÁS MARGEN Y DE FLETAMENTO

Aunque no suele ocurrir a menudo, los contratos de tipo coste más un margen pueden ser utilizados en procedimientos de licitación. Pueden emplearse cuando ciertos costes tengan un límite, o cuando rebasar ciertos hitos acordados previamente da lugar a limitaciones en el pago de los costes totales. La principal diferencia entre los contratos de tipo coste más margen y de los de fletamento es la responsabilidad de la gestión.

Esta responsabilidad recae en el contratista en el caso de un contrato de tipo coste más margen y en el contratante en el caso de un contrato de fletamento.

OFERTAS ALTERNATIVAS

Las partes involucradas en procedimientos de licitación deben ser conscientes de los posibles problemas que pueden surgir en la presentación de las llamadas ofertas alternativas. Aparte de la dificultad de comparar estas ofertas con las que sí se ajustan a los requisitos (a menudo, solo se pueden comparar los precios, mientras que las análisis técnicos pueden ser muy complicados), conviene

destacar que este tipo de ofertas podrían alterar profundamente la distribución de los riesgos y responsabilidades entre las partes del contrato.



Sin embargo, hay casos en los que estas ofertas alternativas incluyen procedimientos o técnicas que el contratante haya pasado por alto y que pueden deparar importantes ahorros. No obstante, cabe destacar que la buena práctica comercial impone que las alternativas desarrolladas son propiedad exclusiva de la parte que las desarrolla. En resumen, las ofertas alternativas pueden tener ventajas y desventajas destacadas y merecen especial atención.

MEDICIONES PROVISIONALES Y ACEPTACIÓN

En proyectos muy grandes, en las que se producen altos niveles de sedimentación y erosión, es importante desarrollar un método de medición y aceptación de las secciones de dragado ya terminadas a fin de establecer una manera razonable y clara de definir que una sección esté terminada y cómo se paga por el mantenimiento

posterior de éstas.

En otras palabras, el dragado de mantenimiento puede incluirse en el proyecto de construcción para garantizar que todas las dimensiones del proyecto (calados, anchuras ...) estén conseguidas a la finalización del mismo.

En 2006, la Federación Internacional de Ingenieros Consultores (FIDIC), en colaboración con IADC, desarrolló la publicación Form of Contract for Dredging and Reclamation Works para ofrecer un documento simple que contuviera las disposiciones comerciales para este tipo de obras.

LAS CONDICIONES DEL CONTRATO

A nivel internacional, los contratistas de dragado se enfrentan a muchísimas condiciones contractuales, con frecuencia redactadas según legislación, estatutos, actitudes y costumbres nacionales. Sin embargo, en muchos casos en los que se invita a los contratistas a presentar una oferta por una obra en otro país, se utilizan condiciones contractuales que se ajustan parcial o completamente a las condiciones internacionalmente aceptadas, como las de FIDIC.

En 1999, FIDIC publicó cuatro nuevos modelos estándares de contratos, cubriendo así toda la industria de la construcción. El modelo creado para ser usado en la industria de dragado, el llamado Red Book (FIDIC, 1999), generaba algunos problemas importantes en opinión de los contratistas de dragado, por su gran volumen, textos incoherentes y falta de atención para las necesidades específicas de la industria de dragado. Por esto, FIDIC, en estrecha colaboración con IADC, ha elaborado el Contract for Dredging and Reclamation Works, que se publicó en 2006 (véase también Brown, N., 2006). En 2014 se publicará una revisión de este documento.

LA DISTRIBUCIÓN DE RIESGOS

Cuando se suscribe un contrato, los asuntos más importantes, aparte de las especificaciones de la obra, son el precio del contrato y posibles aumentos (incluyendo la introducción de variaciones), la fecha de finalización, y la distribución de riesgos y responsabilidades entre el contratante y el contratista. En esta relación, el papel de la supervisión, que en el caso de FIDIC es el Ingeniero Director, exige un detenido análisis. En los próximos párrafos se destacarán algunos aspectos de la distribución de riesgos y responsabilidades, pero no tienen como fin ser totalmente incluyentes.

Conforme a las condiciones generales de FIDIC, el Ingeniero Director realiza la tarea de supervisión. En la mayoría de los casos, es la misma persona (privada o jurídica) que diseñó la obra y esta es, aparentemente, la presunción en la que se basan las condiciones de FIDIC. Vistos los poderes que se le conceden al Ingeniero Director, incluyendo tareas cuasi-arbitrales, también es muy importante, tanto para el contratante como para el contratista, que se nombre a un Ingeniero Director capaz y con experiencia. Esto es muy importante ya que el Ingeniero Director no forma parte del contrato y, por tanto, en caso de incumplimiento por parte del Ingeniero Director, solo podría ser juzgado en caso de que fuera culpable de un delito.

ROLES DEL INGENIERO DIRECTOR Y DEL SUPERVISOR

Cuando se emite el pliego de condiciones, debe informarse al contratista sobre quién va a actuar como Ingeniero Director o supervisor. En la última edición de las condiciones de FIDIC se indica que la sustitución del Ingeniero Director solo se puede llevar a cabo con el mutuo acuerdo entre el contratante y el contratista.

Desde luego, la intención de las condiciones de FIDIC no es que se apunte como Ingeniero Director a un empleado del contratante, o una persona que dependa directamente de él. Las condiciones de FIDIC se basan en la suposición que el Ingeniero Director teóricamente es independiente tanto del Contratante como del Contratista y debe actuar justamente.

Otras condiciones del contrato que se usan en mercado internacional asignan la tarea de supervisión a un agente del Contratante. En estos casos, por supuesto, la imparcialidad es discutible, pero si las partes son completamente conscientes de ello, puede que no se creen problemas. En caso de disputas sobre una decisión del supervisor, se podría entrar en una mediación, o iniciar directamente acciones arbitrales o judiciales. A este respecto, es de utilidad mencionar que la Cámara de Comercio Internacional (CCI) ha desarrollado normas especiales para un procedimiento precautorio que en ciertos casos se considera más adecuado que un procedimiento arbitral completo.

LAS CONDICIONES DEL SUELO

Las condiciones del suelo que se encuentren en la obra suelen causar problemas, especialmente en el caso de obras de dragado. Como norma general, parece aceptarse que el contratista asuma el riesgo del suelo, siempre que estas condiciones de suelo hayan sido previstas de una manera razonable y que la información suministrada sea correcta y razonablemente completa.

Para determinar si se han cumplido los requisitos anteriores, sin embargo, se debe tener en cuenta en la mayoría de los casos que el dueño de la obra y sus consultores han tenido suficiente tiempo para conseguir un conocimiento esencial de las condiciones del suelo mientras que los licitadores de un contrato tienen un muy corto periodo de tiempo para familiarizarse con las características del lugar (Kinlan and Roukeman, 2010).

DESVIACIONES

Otro problema que puede surgir en un contrato de dragado es el de las desviaciones. En obras de dragado, con frecuencia se ve una estrecha relación entre el tipo de obra a ejecutar y la planta y el equipo que se requiere para esta ejecución. La introducción de variaciones, que cambien profundamente ciertas características de la obra, podría significar la movilización de otro(s) equipo(s). La posibilidad de introducir variaciones, por tanto, requiere especial atención y, en ocasiones debe limitarse.

EFECTOS DE DISEÑO

Pueden surgir problemas debidos a defectos de diseño. Las partes responsable del diseño, el Dueño de la obra o el Ingeniero Director, negaran a veces que estos problemas sean resultado de un diseño que deba ser investigado. Por tanto, es recomendable y se debe recalcar que las partes se preocupen en que el desarrollo de los trabajos y cualquier problema que se presente esté documentado de mutuo acuerdo, de forma regular y puntual y de la manera más completa posible.

RIESGOS DEFINIDOS

Los formatos de los contratos, como las condiciones generales de FIDIC, así como otras condiciones contractuales estandarizadas, asignan la mayor parte de los riesgos y responsabilidades de la ejecución de la obra al Contratista (en general, la única excepción es la responsabilidad por defectos en el diseño y, hasta cierto punto, las condiciones por desviaciones en las condiciones del suelo). Algunas otras excepciones se han categorizado en las condiciones de FIDIC como los "Riesgos Definidos". Este tipo de riesgos, hasta cierto punto, los

debe asumir el Contratante. Otros fenómenos, como las fuerzas de la naturaleza y guerras atómicas, figuran como tales en la lista. En la publicación Form of Contract for Dredging and Reclamation Works, las responsabilidades del Contratante y el Contratista se han descrito en detalle.

DAÑOS Y PREJUICIOS

Las partes en un contrato de dragado deben ser conscientes de la consideración de un sistema de compensación por daños y perjuicios. En general, estos daños pueden ser solicitados por el Contratante si la obra, o ciertas partes del contrato no se completan dentro del periodo contractual. Sin embargo, los daños y perjuicios no siempre excluyen la posibilidad de que el Contratante o un tercero soliciten otros tipos de daños.

LAS CONDICIONES DE FINALIZACIÓN Y ACEPTACIÓN

Los procedimientos de finalización y aceptación se han de definir en detalle, al igual que las formas de pagos y los procedimientos contables finales. A este respecto, es importante señalar que las normas aplicables a la entrega y devolución de garantías bancarias deben quedar bien definidas. No es habitual que se incluyan cláusulas de responsabilidad por defectos a subsanar (antes llamado mantenimiento) en contratos de dragado. En la mayoría de los casos no se le puede pedir al contratista que acepte ninguna responsabilidad por defectos en la obra tras su finalización. Las corrientes del agua, el fenómeno de la sedimentación, etcétera, pueden modificar la obra y normalmente ciertos defectos no se pueden atribuir a un incumplimiento por parte del contratista, sino más bien a defectos en el diseño. Por supuesto, se pueden acordar términos y condiciones especiales a este respecto, pero deberían ajustarse a las peculiaridades de la obra en cuestión.

LOS ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES

Los problemas de contaminación requieren cada vez más atención por parte de diseñadores, contratantes y contratistas. Se requieren conocimientos de la legislación y estatutos locales y de tratados internacionales sobre el medio ambiente. Las partes en un contrato de dragado deben determinar cuidadosamente las obligaciones, las responsabilidades y los riesgos implicados. Se deben definir métodos para evitar contaminación, al igual que sus costes. También debe tenerse en cuenta el posible pago de indemnizaciones, así como las



Por razones de seguridad y eficacia, en puertos muy concurridos, como el de Hong Kong que vemos en la foto, los contratistas de dragado deben ser avisados del tráfico marítimo y se debe avisar a los navegantes de las inminentes actividades de dragado.

posibilidades que ofrece contratar un seguro que cubra los riesgos que surjan. Desarrollar un Plan de Gestión Ambiental (PGA) y contratar un gestor ambiental con conocimientos específicos sobre estos asuntos puede, en algunos casos, ser aconsejable y conveniente especificarlo contractualmente.

SEGUROS

En la mayoría de los contratos de dragado, se especifican las condiciones de los seguros por riesgos por diferentes causas que producen daños a una de las partes del contrato, o a terceras partes. Aparte de la distribución de riesgos y responsabilidades entre las partes, la opción de un seguro conjunto y su coste podría ser beneficiosa para ambas partes. La Guía de Usuario para la Cuarta Edición del Red Book (IADC, 1990) da información valiosa para aquellos que trabajan en la redacción y ejecución de contratos de dragado capital.

LA CONTINUIDAD EN LAS OPERACIONES DE TRANSPORTE MARÍTIMO

Antes del comienzo del proyecto, el contratante debe informar al Contratista de los horarios de las operaciones de transporte marítimo que se pueden esperar. Esta información puede ser tenida en cuenta en el precio o en una cláusula de provisión especial o se puede establecer una cláusula y acordar un pago por retrasos que razonablemente no se pudieron prever o evaluar.

Es importante que el Contratante revise estos movimientos de transporte marítimo para que el Contratista esté informado y pueda optimizar el uso del tiempo y el equipo de dragado. Puede que sea necesario un acuerdo especial si un determinado atraque tiene un volumen excepcionalmente alto de movimientos o en el caso de los atraques de roll-on roll-off que suelen tener una frecuencia alta de movimientos.

La ubicación de la zona a dragar y posiblemente el área de colocación pueden tener influencia en el tipo de draga a usar. Las dragas estacionarias puede que se tengan que fondear con mediante patas (spuds) para evitar que los cables de fondeo de las anclas dificulten los movimientos de otros barcos. De la misma manera, cuando se usa una draga de succión con cortador (véase Capítulo 6) y se coloca el material en tierra, podría ser necesario utiliza una tubería sumergida, a fin de no obstaculizar el paso de otros barcos. Suele ser un requisito obligatorio que antes de iniciar las operaciones, se avise a los usuarios marítimos y/o al público en general de la posible ubicación de las dragas y se les informe de qué tipo de acción deben tomar. Normalmente, las autoridades portuarias avisarán a los prácticos y usuarios marítimos por radio VHF de que se están llevando a cabo operaciones subacuáticas o con peligros potenciales.

Cuando corresponda, se debe informar también al Contratista de si existe la posibilidad de que durante el tiempo que dura la obra, otras personas o contratistas estén trabajando en los alrededores y si el tráfico marítimo continuará de manera habitual. Por tanto, al Contratista se le exige que planifique y efectúe las operaciones para que todo suceda en armonía con, y sin interferir innecesariamente en, o poner en peligro el tráfico marítimo y otras personas que trabajen en la zona. Todas las obstrucciones temporales dentro de la zona de trabajo designada como anclas, muelles flotantes, tuberías y demás, se deben marcar e iluminar claramente.

LA INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE LAS OPERACIONES

Se le debe exigir al Contratista que facilite la asistencia necesaria para la inspección, según indique el Ingeniero Director, y garantizar al Ingeniero Director y el Inspector el acceso a todas las partes de la planta. Se debe facilitar el traslado del Inspector de dragado desde y hasta un lugar conveniente de desembarque al comienzo y al finalizar cada periodo de trabajo.

ESTABLECIMIENTO DE REGISTROS

El Contratista debe facilitar al Ingeniero director o a su representante, en tantas ocasiones como resulte razonable solicitarlo, los registros suficientes para que las obras puedan ser supervisadas y monitorizadas. Es importante tanto para el Contratista como para el Contratante (sobre todo cuando opera su propia planta) mantener registros exactos y actuales de las horas trabajadas, lugares, cantidades extraídas, retrasos registrados, e instrucciones que se hayan dado o recibido para la adecuada monitorización de las obras. Así, en caso de que surjan reclamaciones, habrá suficiente información disponible tanto para el Contratista como para el Ingeniero Director para poder resolver el conflicto de manera justa.

También es aconsejable mantener información precisa sobre el tiempo, las mareas y corrientes para, una vez finalizadas las obras, poder llevar a cabo un análisis y comparativa con el tiempo de ejecución de la obra inicialmente previsto. Esta información puede resultar útil a la hora de estimar la duración de futuras campañas y/o el tipo de instalación a utilizar.

El material dragado se debe colocar en el mar de acuerdo con las normas de la autoridad competente, o recolocado en otro lugar, con la autorización escrita de los propietarios de la zona de colocación y los permisos necesarios. En caso de que se permita que durante la extracción o el transporte los materiales se filtren hacia, o se depositen en aguas navegables o cualquier lugar distinto al lugar de colocación utilizado, se le debe requerir al Contratista que pague por retirar estos materiales.

LOS PERMISOS PARA LAS OPERACIONES DE DRAGADO

Las autoridades nacionales podrían requerir que el organismo responsable obtenga un permiso para operaciones de dragado, de conformidad con los convenios internacionales (véase Environmental Aspects of Dredging, Annex A, IADC/CEDA, 2008). En estos casos, el requerimiento debe identificarse y cumplirse antes de que al Contratista o a la draga propiedad de un dueño de obra, se le permita iniciar las operaciones.

Los permisos para las operaciones de dragado normalmente se dividen en las siguientes categorías:

- Permisos de planificación,
- Evaluaciones o declaraciones de impacto ambiental,
- Permisos para la colocación y
- Permisos para la extracción.

El permiso de planificación se puede obtener del organismo pertinente y normalmente lo pedirá el Contratante durante la fase conceptual. La autoridad competente tomará en cuenta consideraciones como el efecto global sobre el país o la comunidad, los posibles efectos medioambientales negativos, y la posible alteración del sistema existente y su efecto sobre zonas cercanas.

En la UE, EE.UU. y muchos otros países, se exige que, antes de aprobar la mayoría de los proyectos capitales, se lleve a cabo una evaluación de impacto ambiental. Asimismo, habrá que consultar a distintos organismos, como organismos de conservación de la vida silvestre y la naturaleza y, en ocasiones, se deben celebrar consultas al público en general.

El permiso para la colocación se suele exigir en la mayoría de los países industrializados en caso de que el material dragado se va a colocar en el mar o en tierra. Los países en desarrollo suelen tener el propósito de aplicar un sistema adecuado de licencias para las zonas de colocación, pero muchas veces no disponen ni de la capacidad de organización ni del respaldo económico.

En caso de colocación en el mar, la autoridad expedidora de la licencia normalmente toma en cuenta factores como la profundidad del agua, las corrientes, el volumen y la naturaleza del material a colocar y el grado de contaminación, cuando la hay, y la ecología del entorno receptor, incluyendo la vida marina, a fin de especificar la zona permitida para la colocación.

Se necesitaría información detallada sobre los buques empleados en la colocación que se debería presentar de manera periódica para comprobar la cantidad colocada, la naturaleza del material y su procedencia. A medida que aumenta la conciencia medioambiental en todo el mundo, los reglamentos de

recolocación de material inútil están siendo más estrictos. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la mayor parte del material dragado, es útil.

La colocación en tierra está regulada de una manera similar a la colocación en el mar y normalmente se requieren muestras del material a dragar para llevar a cabo un análisis químico, antes de conceder el permiso.

Muchos países cuentan con organismos estatutarios que supervisan y/o conceden permisos de dragado y proyectos de colocación a fin de garantizar que no haya efectos negativos sobre las estructuras de defensa contra el mar, la seguridad y las profundidades de navegación y que los proyectos no tengan un impacto negativo en el medio ambiente.

Cabe destacar que, en el momento de la primera exploración del área de extracción a fin de comprobar la dragabilidad del material y la viabilidad económica del esquema, se deben recoger muestras representativas adecuadas. Éstas deben guardarse para su uso y análisis llegado el momento de solicitar un permiso para la colocación. Se debe cuidar especialmente el almacenamiento y la preservación de las muestras, para garantizar que se mantengan las condiciones exactas del sitio, en la medida de lo posible.

Muchos países regulan la extracción de materiales de recuperación y/o construcción de sus ríos o fondos marinos. Es habitual que la autoridad que concede los permisos pida el pago de un canon antes de autorizar la extracción de materiales como arena y gravas del fondo marino.

CAPÍTULO CINCO

EL PROYECTO DE DRAGADO

Los proyectos de dragado normalmente se pueden clasificar en dragado capital, de mantenimiento y correctivo. Si el dragado se va a llevar a cabo en una ubicación nueva, y se trata de material que no ha sido dragado antes, se suele hablar de un proyecto capital. El dragado de mantenimiento, generalmente es recurrente, aunque hayan pasado varios años entre dos campañas consecutivas. Dragado correctivo es el término con el que describen los proyectos e los que la extracción del material se ha de llevar a cabo por razones puramente ambientales, para mejorar la calidad del lugar de alguna manera. Esto normalmente implica la extracción de suelo contaminado.

DISEÑO DE DETALLE

Esta fase presupone que se han considerado todas las alternativas viables, y que se ha seleccionado un proyecto que cumple los criterios económicos, financieros y ambientales que se han establecido. Luego se convierte el diseño preliminar en un paquete detallado de diseño de ingeniería.

A menudo, el dragado capital implica la creación de tierra para fines residenciales e industriales.

A efectos de esta publicación, este paquete detallado es el vehículo principal para el desarrollo de un conjunto de especificaciones adecuadas para pedir ofertas internacionales a empresas de dragado. Además, al final del diseño detallado, se debe presentar una estimación fiable de costes en la que se pueda basar la evaluación posterior de estas ofertas.

Existe un número de elementos muy importantes en el proceso de diseño detallado. Aquí se describen algunos puntos especialmente significativos.

INVESTIGACIÓN DEL SITIO Y CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL DRAGADO

Para determinar el tipo de material que se pueda encontrar en un proyecto, se realizan exploraciones subsuperficiales, utilizando técnicas geofísicas, químicas y biológicas con las que se recoge un conjunto de muestras representativas a lo largo de las dimensiones potenciales, o reales del proyecto.



Como habitualmente existe una distribución vertical y horizontal de materiales, se suelen tomar muestras verticalmente hasta al menos un metro por debajo de las profundidades previstas en el proyecto. Estas muestras se someten a investigación posterior en un laboratorio para completar la caracterización inicial que se haya podido hacer tras las observaciones visuales habituales en el momento de su toma. Existen importantes riesgos cuando no se recogen datos de caracterización del suelo suficientes (Kinlan and Roukema, 2010).



Se debe hacer hincapié en que generalmente la exploración geológica o subsuperficial realizada durante la fase de viabilidad o planificación, no es suficiente para el nivel de detalle necesario para las fases de diseño y construcción. Estos programas de muestreo o exploración detallados se requieren una vez que el proyecto alcance el nivel de alineación y definición de lo que se va a construir. Es preciso destacar la necesidad de llevar a cabo dos exploraciones, con su diferente nivel de detalle y su coste significativo y que pueda ser comprendido tanto por los técnicos como por los gestores.



Aunque los costes de las dos fases de estudio del lugar no sean insignificantes, son relativamente pequeños si los comparamos con los costes totales del proyecto, y son un gasto esencial si lo que se quiere es evitar el riesgo de sobrecostes altos e impredecibles (Costaras, M.P. et al., 2010).

LA FRECUENCIA DE LAS OPERACIONES DE DRAGADO

En los proyectos de dragado de mantenimiento, la frecuencia de las operaciones de dragado puede determinarse fácilmente realizando sondeos periódicos para determinar el grado de sedimentación que se esté produciendo en una zona determinada, en condiciones meteorológicas normales.

Suele ser preferible dragar hasta una profundidad muy superior al mínimo requerido a fin de permitir que se produzca sedimentación durante un largo periodo de tiempo, reduciendo así la frecuencia de las operaciones de dragado y la necesidad de costosas y repetitivas movilizaciones y desmovilizaciones de equipos. Sin embargo, en algunos casos puede que la proximidad de estructuras adyacentes haga que este procedimiento sea poco práctico.

Los trampas de sedimentos estratégicamente ubicados son una forma de concentrar los sedimentos, y por tanto la operación de dragado, en una zona predeterminada, fácilmente accesible para el equipo de dragado elegido. Esto puede ser especialmente útil para reducir el riesgo de que se formen bancos de arena.

Además de los sondeos periódicos, se deben realizar análisis de densidad, a fin de establecer en qué momento la sedimentación se convierta en un peligro para la

parte superior. Los proyectos de dragado de mantenimiento, como la profundización de canales de navegación, normalmente se producen periódicamente.

abajo. Uno de los usos beneficiosos de material dragado se muestra en este proyecto en Bélgica en el que se utilizaron sedimentos desecados y tratados, para la rehabilitación de un terreno.

navegación. Ya hay puertos que definen la navegabilidad en términos de densidad del suelo. Cabe destacar que no todas las operaciones de dragado tienen efectos positivos y cuando se impone un régimen anormal, esto puede tener efectos negativos a corto y largo plazo.

Por supuesto, siempre es aconsejable consultar datos recogidos en campañas de dragado anteriores en la misma zona, se hayan utilizado para obras capitales o de mantenimiento.

LA COLOCACIÓN DE MATERIAL DRAGADO

El último paso en el proceso de dragado, si no se recicla el material, es la colocación, recolocación o depósito del material en un emplazamiento distinto al lugar del que fue extraído. Hay una serie de alternativas de colocación.

Para material no contaminado, las opciones básicas son:

- aguas abiertas
- zonas intermareales y zonas interiores, o
- relleno hidráulico en tierra.

La(s) opción(es) empleada(s) dependen de varios factores, a saber:

- la accesibilidad del lugar de la obra
- el tipo de draga y sistema de transporte empleados
- si el material dragado está contaminado o no
- los costes, y
- factores ambientales.

Siempre que sea posible es deseable utilizar el material dragado para fines beneficiosos. Estos fines pueden ser la rápida creación de tierra para la construcción, utilizarlo como árido para construcción, crear hábitats de vida silvestre, construir elementos de protección de la costa, regeneración de playas, llenar minas abandonadas o excavaciones, o incluso, si el material es adecuado, utilizarlo como capa superior de suelos. Cuando se utiliza para fines beneficiosos, normalmente hay un enfoque coste-beneficio, reduciendo así los costes reales del dragado.

Si no es posible utilizar el material dragado, ya sea por su naturaleza, volumen, o porque está contaminado, se debería colocar de una manera que cree el mínimo daño ambiental posible, que sea rentable, y en un emplazamiento que pueda adquirirse razonablemente. En muchos casos, podría ser posible reciclar el material en el mismo sistema sedimentario del que fue extraído.

EJECUCIÓN O CONSTRUCCIÓN

Como se mencionaba anteriormente, para entrar en la fase de ejecución, o construcción, se deben preparar y usar documentos de contrato y especificaciones detalladas, para pedir ofertas para la construcción de la obra en sí. El capítulo 4 describe las disposiciones y condiciones típicas para este tipo de documentos en

detalle. Es preciso destacar la necesidad de designar por parte del dueño de la obra a un “Ingeniero Director “ y a un “Representante del Contratista”.

En algunos casos, la función de Ingeniero Director es realizada por una empresa de consultoría en ingeniería responsable, cualificada y bien informada. La selección de una de empresa de este tipo es otro proceso que requiere suficiente atención y cuidado. Sobre la base de las ofertas, se lleva a cabo una evaluación y se selecciona un contratista para la ejecución de la obra. Cabe señalar en especial la necesidad de que el propietario garantice que una adecuada estructura de administración del contrato y un sistema de control e inspección de las obras, estén funcionando antes de comenzar la fase de ejecución o construcción.

MONITORIZACIÓN DURANTE EL CONTRATO

Frecuentemente el Contratista debe realizar actividades de monitorización durante las obras. Puede que esté obligado contractualmente, o como condición del permiso. La monitorización puede hacerse en forma de levantamientos batimétricos, tanto en el lugar de extracción como en el de colocación, a fin de comprobar que las tareas de dragado y colocación están siendo controladas eficazmente. Adicionalmente, la monitorización de sedimento en suspensión también puede exigirse a fin de garantizar que las plumas de sedimento producidas por el dragado o por la colocación sean aceptables.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La finalización de la fase de ejecución o construcción hace realidad los objetivos físicos del proyecto. Existe la necesidad de desarrollar y poner en marcha un esquema de operación y mantenimiento para el proyecto finalizado y se ha de establecer una clara definición entre la fases de construcción, y la de operación y mantenimiento. Esto puede ser apoyado por un plan de gestión supervisado por un gestor dedicado al efecto.

En proyectos grandes, en los que el propietario puede aceptar una parte como “terminado”, incluso se puede requerir mantenimiento de partes finalizadas antes de finalizar el proyecto total. Mucho de lo que se requiere para un esquema así, se puede definir en las fases de planificación e ingeniería. Pero en el caso de dragado, parece haber una tendencia de ignorar o minimizar la importancia del mantenimiento ulterior.

Los costes de mantenimiento pueden ser elevados y recurrentes. A no ser que se haya previsto un mantenimiento adecuado del proyecto, las fuerzas de la naturaleza, como la sedimentación, pueden reducir con el tiempo las dimensiones del proyecto (como el calado) limitando así la utilización y eficacia de dicho proyecto. Es obvio que estas limitaciones tendrán un importante impacto en la capacidad de cumplir las obligaciones financieras y los objetivos principales del proyecto. El esquema de mantenimiento no solo debe incluir las principales funciones de navegación, sino también características estructurales como rompeolas, espigones, ayudas de navegación y similares.

CAPÍTULO SEIS

CONSIDERACIONES SOBRE LOS EQUIPOS

El lector descubrirá que existe una variedad de dragas y maneras de usarlas en función de los detalles específicos de un proyecto concreto. Ningún tipo de draga o sistema sirve para todos los proyectos.

La cantidad y naturaleza del material a dragar, las opciones de colocación o reubicación, la disponibilidad de equipos o el coste de movilización, o la precisión, son algunos de los muchos factores que influyen en la elección final de la draga (Construction and Survey Accuracies, Rotterdam Public Works, 2001). Esta sección ofrece un resumen global de este tema.

“Construction and Survey Accuracies for the execution of dredging and stone dumping works” insiste en la necesidad de lograr un entendimiento mutuo sobre los requisitos de un dragado.

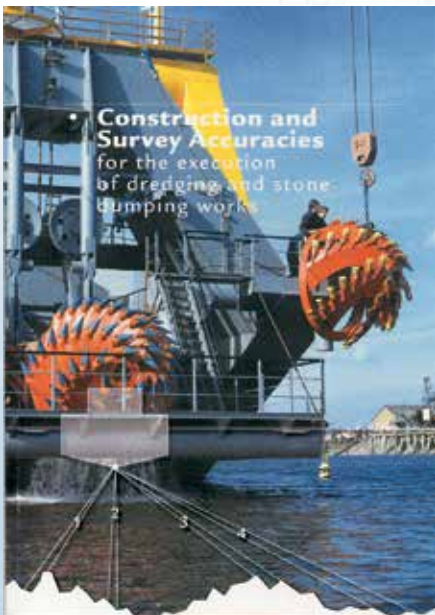
TIPOS DE DRAGAS

Existe múltiples esquemas para describir tipos de dragas. A efectos de este documento, los tipos de dragas se describen en cuatro clasificaciones amplias basadas en la manera de excavar y de su funcionamiento.

- Dragas mecánicas
- Dragas hidráulicas
- Dragas hidráulicas/mecánicas (utilizan ambos elementos básicos en combinación)
- Dragas hidrodinámicas.

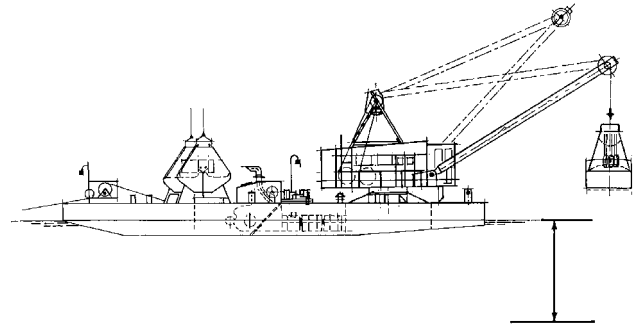
Dentro de estas cuatro categorías se puede establecerse una subdivisión basada en el sistema de propulsión, es decir, las que son autopropulsadas durante la fase de excavación, la de transporte, o ambas, y las que son estacionarias.

El rendimiento de producción de las dragas es muy variables, dependiendo de las circunstancias, del material a dragar y de los métodos de transporte y colocación utilizados. Otros factores que afectan al rendimiento de producción son: el estado del tiempo y de la mar; el tráfico marítimo; y la profundidad y el espesor de la capa del material a eliminar. El rendimiento puede variar desde los 50 metros cúbicos hasta 5.000 metros por hora, o más. Para más información sobre este tema, véase Bray (1997).



LAS DRAGAS MECÁNICAS

Esta categoría utiliza medios mecánicos para la excavación del material y en general los equipos son similares a los que se utilizan para excavaciones en tierra seca. Ejemplos de dragas mecánicas son:



LAS DRAGAS DE CUCHARA (O ALMEJA) Y DRAGALINAS

Éste tipo de draga tiene un equipo instalado o en cabinas giratorias o bien en estructuras fijas con forma de A, montadas sobre un pontón flotante. El equipo dispone de sistemas de elevación y de control y utiliza un dispositivo de extracción, como puede ser una cuchara o un cazo, para excavar el material del fondo y elevarlo verticalmente desde el agua hacia unas barcasas que lo

Dibujo de una draga de cuchara

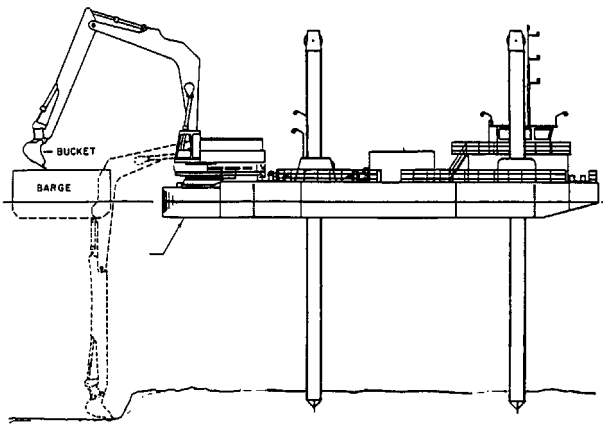


Una draga de cuchara o de almeja montada en una cabina rotatoria

abajo izquierda. Una draga de cuchara conectada a una máquina hidráulica



abajo derecha. Una cuchara, de cerca.



parte superior izquierda. Dibujo de una retroexcavadora.

parte superior derecha. Cazo de una retroexcavadora, de cerca.

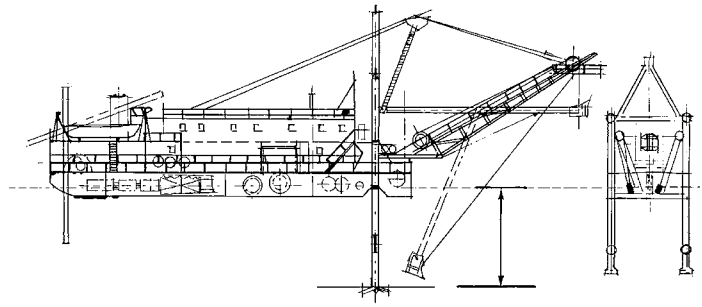
arriba. Las retroexcavadoras se suelen montar sobre pontones especialmente diseñados.

transporta posteriormente al lugar de colocación. Se pueden utilizar las dragas de cuchara para excavar arenas, algunos tipos de arcilla, gravilla, grava, y en algunas ocasiones bolos. No son demasiado eficaces cuando se trata de sedimento muy fino, porque tiende a escaparse del cazo. No obstante, se utilizan para este fin en proyectos pequeños, o cuando se les instala cucharas con cierres herméticos especiales.

Una de las ventajas de la draga de cuchara es que se pueden emplear en aguas relativamente profundas y para llevar a cabo un dragado en un punto muy concreto, ya sea para eliminar zonas aisladas por encima de la rasante del prisma de navegación, o junto a muelles y esquinas de muelles. Dependiendo del tipo de material excavado, tienen un rendimiento de producción moderado o bajo. En general son estacionarias y se fijan en la zona de excavación mediante anclas o spuds de fijación.

LAS RETROEXCAVADORAS

Las retroexcavadoras son comunes a las excavadoras en tierra seca y se utiliza cada vez más para dragar. Como se puede observar en la foto superior, se monta sobre un pontón para dragado, generalmente no es autopropulsado y su rendimiento de producción suele ser moderado. Las retroexcavadoras utilizan un cazo de excavación articulado, montado sobre un brazo también articulado. Utilizan brazos hidráulicos para moverse, posicionarse y excavar. El material se



Dibujo de una draga de pala.



Las dragas de pala de empuje son útiles sobre todo para dragar roca blanda y arcillas rígidas.

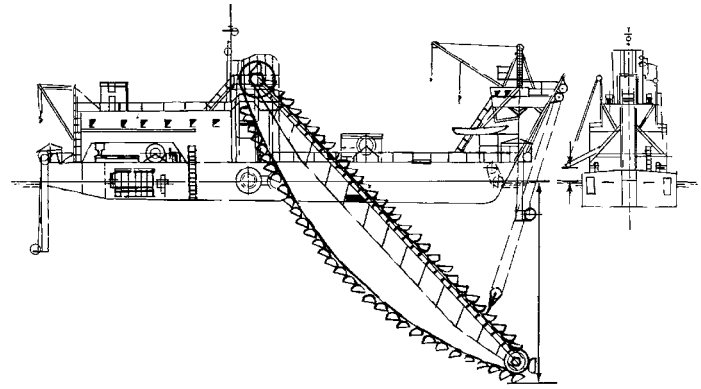
extrae, se eleva a la superficie y se coloca en barcasas que lo transportan a la zona de colocación.

Pueden excavar una gran variedad de materiales, como arena, arcilla, gravilla, bolos y roca relativamente dura, fracturada o no fracturada. Su radio de operación y alcance de profundidad son limitados, pero con algunos modelos nuevos se puede llegar hasta profundidades de más de 30 metros. Generalmente, estas dragas son estacionarias y requieren spuds, o en algunos casos anclas, para fijarlas en el lugar del dragado.

LAS DRAGAS DE PALA DE EMPUJE (DIPPER)

Las dragas de pala de empuje constan en realidad de una pala mecánica con un cazo montada en una barcaza. Las versiones más antiguas utilizaban un brazo giratorio con un diseño de pedestal fijo y pala excavadora. Los diseños más modernos montan una cabina tipo whirley o giratoria, un brazo basculante y una pala con cazo. Estas dragas utilizan un sistema de fijación de patas o spuds. Tienen un spud en la parte posterior de la draga para soportar la fuerza de reacción provocada por la fuerza de excavación.

Hay dragas de pala de empuje de todos los tamaños, pero los cazos de las más grandes de las modernas tienen una capacidad superior a 15 metros cúbicos. Estas dragas son especialmente indicadas para dragar roca dura y materiales altamente compactos. También han demostrado su eficacia en la retirada de cimentaciones submarinas inútiles de zonas de proyecto. Existen limitaciones en las profundidades que las dragas de pala de empuje pueden dragar. Muchos proyectos que antes se llevaban a cabo con estas dragas, ahora se ejecutan con



izquierda. La draga de cangilones, inventada por Leonardo da Vinci, es una de las formas más antiguas de dragado todavía en uso.

derecha. Dibujo de una draga de cangilones.

retroexcavadoras grandes, aunque todavía están en uso algunas dragas grandes de pala de empuje.

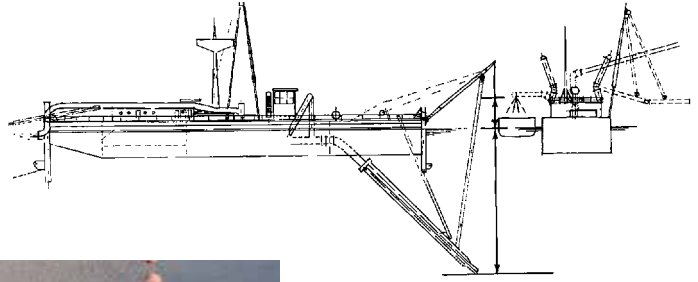
LAS DRAGAS DE CANGILONES

Las dragas de cangilones solían formar la mayor parte de la flota de dragado europea y en efecto son los descendientes directos de los antiguos molinos de lodos, las primeras dragas usadas. Utilizan una serie de cubos o cangilones montados en una cadena sinfín. La cadena es mecánica, por lo que los cangilones se mueven de tal manera que excavan los materiales del fondo en la situación más baja de la cadena, lo sube a la parte más alta de la cadena sinfín, donde acaban volcando su contenido en una tolva que lo vierte sobre barcasas o gabarras abarloadas a la draga.

Al igual que las otras dragas mecánicas, las barcasas o gabarras se utilizan para transportar el material extraído al lugar de colocación, o reubicación. Las dragas de cangilones pueden utilizar de manera eficaz en una gran variedad de materiales, que podría incluir hasta roca blanda. En algunos casos, estas dragas son autopropulsadas para el transporte hasta el lugar de la obra. Cayeron en desuso por su rendimiento de producción relativamente bajo, la necesidad de usar líneas de cables de fondeo y maniobra, que afectan al tráfico marítimo o fluvial, y sus altos niveles de ruido, pero todavía se siguen utilizando para tareas específicas, como la eliminación de arcilla rígida y capas de roca blanda, dragado de zanjas y mantenimiento en algunos puertos.

LAS DRAGAS HIDRÁULICAS

Estas dragas utilizan bombas centrífugas hidráulicas que les proveen la fuerza de excavación, sin elementos de corte mecánicos, para el posterior transporte hidráulico de una mezcla de agua con material sólido desde el lugar de excavación, a través de un tubo, a la superficie y desde allí al lugar de descarga. En algunos



arriba. Dibujo de una draga de succión.



izquierda. Uno de las dragas de succión más nuevas de extracción de arena en grandes profundidades.

casos especiales, las dragas hidráulicas vierten el material sobre barcazas para su transporte al lugar de colocación.

LAS DRAGAS ESTACIONARIAS DE SUCCIÓN

Pueden dragar a gran profundidad utilizando bombas centrífugas que están montadas en una escala para mejorar la producción. También montan inyectores de agua para fluidificar el material a dragar. Son eficaces con materiales no consolidados como arena y gravilla y se utilizan mucho en operaciones de extracción de áridos y para grandes operaciones de relleno. Debido a su incapacidad de operar con materiales no consolidados y el hecho de que suelen producir pozos de excavación profundos, no son muy aptas, ni suelen utilizarse para proyectos de construcción de canales o puertos. Pueden ser estacionarias o autopropulsadas, aunque la autopropulsión no se utiliza durante el proceso de excavación. Con un material adecuado, tienen un alto rendimiento de producción.



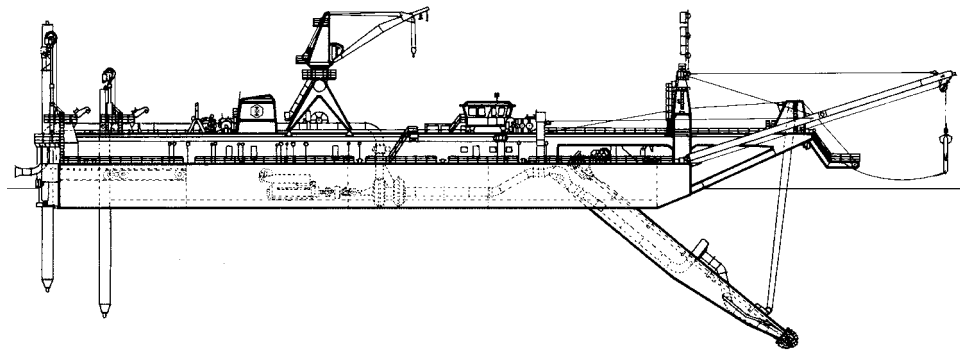
Una draga dustpan operando en un río.

LAS DRAGAS DUSTPAN

Un tipo de draga de succión especial, llamada draga dustpan, se utiliza con



arriba. Dragas de succión con cortador (CSD) se utilizan para dragar roca y arcilla dura. Esta CSD es autopropulsada.



derecha. Dibujo de una draga de succión con cortador

Un cabezal cortador, de cerca.



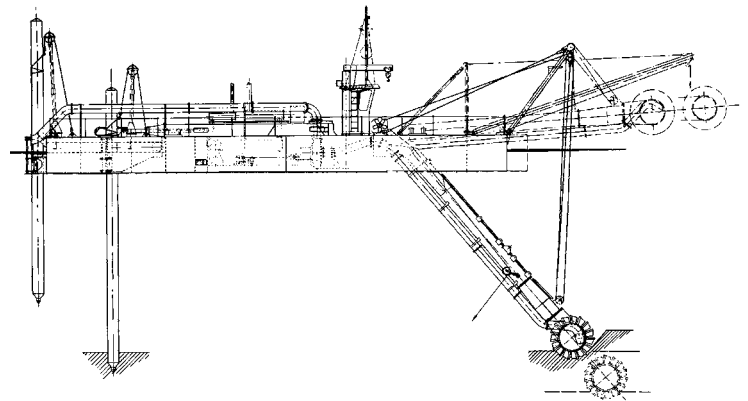
eficacia en ríos con aguas que contienen altas cantidades de material en el fondo o concentraciones de sólidos en suspensión como arena y gravilla y que, en determinadas condiciones, forman barreras u obstrucciones en los canales de navegación. Las dragas dustpan son capaces de mover altos volúmenes de material desde zonas localizadas utilizando un cabezal de aspiración con forma de recogedor. Normalmente, el material se fluidifica mediante inyectores (jets) de agua que se encuentran en la parte superior del lado de excavación del



izquierda. Las dragas de rueda de cangilones se utilizan sobre todo en la industria minera.

abajo. Dibujo de una draga de rueda de cangilones.

cabezal, se aspira hacia dentro del cabezal y de allí asciende por el tubo de succión a través de la bomba. Posteriormente el material, por medio de una línea flotante de descarga relativamente corta se puede o descargar en una zona del río en la que haya corrientes fuertes que lo mantenga en suspensión y lo lleve aguas abajo lejos de la barrera que obstaculizaba, o se puede verter sobre barcasas o bombear a tierra. Las dragas dustpan se diseñaron para su uso en grandes sistemas de navegación fluviales en los que las condiciones son adecuadas para su diseño y utilización.



LAS DRAGAS HIDRÁULICAS / MECÁNICAS

Entre las dragas mecánicas / hidráulicas están los verdaderos “pesos pesados” de la industria del dragado. La draga de succión con cortador, la draga de rueda de cangilones y de succión en marcha (THSD) son representativos de las dragas hidráulicas / mecánicas. Estas dragas se suelen utilizar en proyectos de construcción y de mantenimiento.

DRAGAS CON CABEZAL CORTADOR Y DE RUEDA DE CANGILONES

Tanto la draga con cabezal cortador como la de rueda de cangilones utilizan unos dispositivos mecánicos, llamados cortadores, montados delante de la boca de succión. Los cortadores excavan el material y lo rompen para que tenga un tamaño más adecuado. Luego, el tubo de succión aspira el material dentro de una mezcla solida/ líquida y lo bombea hacia la superficie. Mediante bombas montadas en la escala, una estructura que llega desde la superficie hasta el fondo, estas dragas pueden operar de manera eficaz a profundidades de hasta 36 metros.



arriba izquierda. Una representación artística de una draga de succión en marcha (TSHD) con brazo de arrastre alargado.



arriba derecha. Hay una gran variedad de tamaños de TSHD y son muy flexibles. Aquí se ve uno de los más grandes, al lado del más pequeño.

derecha. Trailers autopropulsados pueden transportar arena a largas distancias y colocarlo donde se requiera.



abajo. Un trailer colocando material mediante el sistema por cañón (rainbowing) con dos salidas

Se caracterizan por un alto rendimiento de producción y la capacidad de dragar limos, arcillas, arena, gravas, bolos, y roca fracturada y sólidas de manera eficaz. Las más potentes pueden dragar piedras duras de manera eficaz, de forma continua. Funcionan en modo estacionario con spuds o anclas. Algunas son autopropulsadas para su propio transporte hasta el lugar de trabajo. Tienen alternativas flexibles de descarga y pueden descargar en barcazas o, como se suele hacer habitualmente, mediante tubos de descarga al lugar de colocación. Utilizando bombas en estaciones de rebombeo dentro de los tubos de descarga, pueden transportar y colocar materiales a distancias relativamente grandes del lugar de trabajo.



Los cabezales cortadores rotan sobre el eje del tubo de succión, mientras que las dragas de



rueda de cangilones rotan perpendicularmente al eje del tubo de succión. La rueda de cangilones se encuentra sobre todo en aplicaciones mineras.

izquierda. Desde el puente de un TSHD moderno se ve el área de trabajo del capitán de la draga.

LAS DRAGAS DE TOLVA DE SUCCIÓN EN MARCHA

Las dragas de tolva de succión en marcha, o trailers, son barcos autopropulsados con tolvas, o almacenaje de material extraído dentro del casco. Cuentan con tubos de dragado articulados, o “brazos de succión “ que llegan hasta el fondo del mar. La draga va succionando mientras navega a una velocidad muy reducida.

derecha. Un cabezal de arrastre (ripper), de cerca.

El cabezal de arrastre puede ser activo o pasivo. En el caso del cabezal pasivo, no se aplica ninguna fuerza en el cabezal y el material a excavar lo disgrega las corrientes hidráulicas producidas en el cabezal por su arrastre. El cabezal activo utiliza o un sistema para mover unos dientes de cortador o unos los inyectores de agua para excavar el material y ayudar a formar una mezcla sólida / líquida que posteriormente se succiona.

El peso del cabezal de arrastre hace que se mantenga el contacto con el fondo tanto en el caso de los cabezales de arrastre pasivos como activos. La succión en el cabezal atrae el material suelto del fondo y hace que pueda ser transportado hidráulicamente como mezcla. Por la acción de la bomba centrífuga el material asciende hidráulicamente a través de tuberías de succión hasta la superficie, y se descargan en la tolva de la draga. Allí los sólidos se sedimentan y se retienen para su transporte y posterior colocación. Algunas de las fracciones más finas del material extraído por el exceso de agua en la tolva, saldrá de ella por rebose de y volverá de nuevo al fondo del agua.

Los trailers son bastante flexibles en lo que se refiere al material a dragar, alternativas de colocación y su capacidad de trabajar en aguas protegidas y



arriba. Una draga de inyección de agua fue una manera eficaz y rentable de allanar el fondo marino en Mumbai, India.



derecha. Una representación artística de una draga de inyección de agua en funcionamiento.

extremo derecho. Una draga de casco tipo Split descargando por fondo.

desprotegidas. El material extraído se transporta con una tolva dentro del mismo barco hacia un lugar de colocación lejos de la zona de trabajo. El material se descarga a través de compuertas o válvulas en el fondo de la tolva o, en el caso de un barco split con apertura longitudinal del casco, por el fondo, o se puede bombear desde las tolvas a través de las tuberías de descarga hacia sitios de colocación en tierra, con o sin la utilización de bombas de carga. Los trailers más grandes ya tienen tolvas con capacidades de superiores a los 45.000 metros cúbicos.



Muchos de los trailers más grandes pueden excavar de manera eficaz a profundidades de hasta 60 metros, utilizando bombas instaladas en el brazo de



succión, y algunos están diseñados para dragar a profundidades por encima de los 150 metros. Son eficaces en limos, arenas, arcillas y gravas pero hasta hace poco no se solían utilizar para excavar roca compacta. Tienen un rendimiento de producción relativamente alto. Tienen la ventaja añadida de que como son auto-propulsados, pueden operar en zonas congestionadas por tráfico marítimo alterándolo solo mínimamente. También pueden operar en aguas desprotegidas, como canales de acceso en alta mar, y bajo condiciones meteorológicas en las que los equipos estacionarios tienen sus límites. El trailer es relevante en el sentido de que utiliza su propia propulsión durante los procesos de excavación y transporte.



LAS DRAGAS HIDRODINÁMICAS

Las dragas hidrodinámicas movilizan el material debajo del agua y luego utilizan las pendientes del fondo, las corrientes naturales de agua y los gradientes de densidad en el lugar del dragado para mover el material a una ubicación diferente. Pueden ser mecánicas o hidráulicas. Algunas de las dragas anteriormente descritas pueden utilizarse en modo hidrodinámico. Las que se describen a continuación están especialmente diseñadas para este fin.

LAS DRAGAS DE INYECCIÓN DE AGUA (WID)

Aunque este método se conoce desde hace algún tiempo y se ha utilizado en circunstancias especiales, es ahora cuando la draga de inyección de agua está teniendo unos éxitos más notables, sobre todo en dragado de mantenimiento. La draga utiliza presión hidráulica para fluidificar el material del fondo a eliminar, creando una masa densa de material licuado. Esta masa se transporta muy cerca del fondo desde el lugar de excavación aprovechando las corrientes inducidas por el gradiente de densidad entre la masa y el agua, o por corrientes naturales dentro de la zona de dragado, como corrientes de marea o fluviales, o por la pendiente del fondo marino o del lecho del río.

arriba. Una draga de cangilones con rosario aislado por un encerramiento para dragar sedimentos contaminados.

arriba. Imagen de cerca de un cabezal especial de discos cortadores para un dragado ambiental.



Esta es una técnica de dragado relativamente barata cuyo uso está limitado a limos, arcilla no consolidada y arenas finas. El sistema puede montarse sobre una barcaza autopropulsada o estacionaria, o bien puede ser una estructura fija en un muelle que suela tener sedimentaciones.

TRAILLAS, VIGAS Y RASTRILLOS DE ARRASTRE POR EL FONDO

Esta es una categoría de dispositivos que generalmente cuelgan de una estructura en forma de A, montada sobre el extremo de popa de un remolque o barco de trabajo, que se arrastran por el fondo del mar o río. Las traillas pueden ser vigas con diseños especiales o cubos sin fondo que retienen el material del fondo marítimo solo durante poco tiempo, mientras que los rastrillos y las vigas de arrastre generalmente son de una forma que simplemente remueven el material del fondo. Todos estos dispositivos colocan el material a eliminar en la columna de agua como sedimento suspendido de manera directa o indirecta. Los arados, vigas de arrastre y rastrillos tienen un rendimiento de producción relativamente bajo, pero son baratos de movilizar y utilizar. Normalmente se pueden colgar de equipos flotantes, propiedad del cliente. Pueden ser utilizadas de manera conjunta con un trailer (véase arriba). Se puede encontrar más información sobre dragado hidrodinámico en Van Raalte and Bray (1999).

parte superior. Se utilizan tuberías flotantes para transportar arena dragada hacia el lugar de colocación.

arriba. Barcazas utilizadas para transportar sedimentos.

EQUIPOS DE DRAGADO AMBIENTAL Y OTROS

Existen otros tipos de dragas, algunas de las cuales caben en las categorías anteriormente descritas, pero no se describen aquí. Son herramientas especializadas desarrolladas para fines específicos como limpieza ambiental, pequeños proyectos de mantenimiento, y operaciones de extracción. Cabe destacar las dragas modulares o portátiles que pueden ser transportados en camión hasta el lugar de la obra. Las que se han descrito anteriormente, son de las categorías y tipos utilizados generalmente en grandes proyectos de construcción y los de operaciones rutinarias y mantenimiento.

Varias dragas de limpieza ambiental han sido desarrollados en años recientes para ayudar en la eliminación, aislamiento, o tratamiento de material altamente contaminado. En general, estas dragas de saneamiento son elementos de plantas convencionales, adaptadas para reducir la cantidad de sedimentos que se vuelven a suspender durante las operaciones de dragado. “Environmental Aspects of Dredging”, en su Capítulo 6 sobre “Machines, Methods and Mitigation” (IADC/CEDA, 2008) presenta un estudio de estas dragas.

EQUIPOS PARA EL TRANSPORTE DE MATERIAL EXTRAÍDO

El transporte de material extraído es parte integral del proceso de dragado y su modo lo determina en gran medida el tipo de equipo utilizado y las opciones disponibles de colocación. Como se ha comentado anteriormente, las dragas de succión hidráulicas y con cortador utilizan tuberías para transportar el material extraído hacia el lugar de colocación. Cuando la distancia es más larga, se pueden utilizar estaciones de rebombeo en puntos determinados de la línea de descarga. Estas líneas de tuberías pueden ser flotantes, montadas en pontonas, o se pueden sumergir (“sinker lines”) en lugares donde líneas flotantes interfieren con tráfico marítimo, o gasoductos. Generalmente, se utilizan los tres tipos de tubería de descarga en un mismo proyecto.

Las dragas mecánicas suelen utilizar barcazas o gabarras para transportar el material. En estos caso, a no ser que la barcaza sea autopropulsada, se utilizan barcos auxiliares como remolcadores u otro tipo buques para remolcar o empujar las embarcaciones de transporte. Se pueden transportar de manera individual, o en grupos, dependiendo de la potencia de los buques y el estado del mar.

El material se descarga por la parte inferior de la barcaza, mediante puertas hidráulicas, bien operadas por cable o hidráulicamente o, en el caso de barcos Split, por fondo con apertura longitudinal del casco. A veces, se descargan las barcazas con bombas hidráulicas o equipos mecánicos. Dependiendo del modo de transporte elegido, los costes pueden ser importantes, como en el caso de un sistema de bombeo hidráulico o en operaciones con barcazas o gabarras. En el caso de los métodos hidrodinámicos son prácticamente nulos.

LA ELECCIÓN DEL TIPO DE DRAGA

La elección del tipo de draga a utilizar en un determinado proyecto está basada en:

- Las condiciones del suelo o de la roca
- Las opciones de transporte
- La configuración de la zona de dragado, incluyendo las profundidades del agua antes y después del trabajo.
- Los requisitos de la colocación

Por ejemplo, en el caso de roca que no haya tenido tratamiento previo, generalmente solo se pueden utilizar dragas mecánicas o con cortador, especialmente diseñadas para dragado en roca. Si el material puede dragarse de manera eficaz con distintos tipos de equipos, será necesaria una evaluación más detallada de los parámetros de la operación, como son las opciones de transporte.

Las dragas de tolva de succión en marcha pueden trabajar eficazmente en canales de acceso donde el estado del mar y del tráfico marítimo hacen que plantas estacionarias sean menos deseables y eficaces. La ubicación y el acceso a la zona de colocación del material también puede ser un factor importante en la decisión final del tipo de draga más adecuado y eficaz.

Las opciones de transporte afectan el proceso de toma de decisiones de la siguiente manera:

CARACTERÍSTICAS DE TRANSPORTE	MEDIO DE TRANSPORTE PROBABLE
Distancia larga sobre el agua	Transporte en la tolva (de succión en marcha, de barcaza, etc.)
Distancia larga sobre el agua	Bombeo a través de una tubería, o navegación hacia un lugar más cercano y posterior bombeo
Distancia corta sobre el agua	Bombeo, a no ser que la fluidificación del suelo sea indeseable o si el método de dragado no lo permite, entonces barcaza
Distancia corta sobre tierra	Bombeo o transporte vehicular

Esta tabla solo es una guía general para la elección de la forma de transporte. Cualquier decisión tendrá varios enfoques alternativos técnicamente viables. Puede que la elección final se tenga que basar en los efectos económicos, ecológicos, o ambos. Todos estos factores requieren un análisis tanto técnico como económico durante el proceso de decisión. Por ejemplo, puede que la draga más eficaz para cierto proyecto, no esté disponible ceca del lugar de la obra y entonces hay que tomar en cuenta los costes y el tiempo de movilización.

Para dar una aproximación del uso de los distintos tipos de draga, un estudio reciente (por cortesía de Bert Visser, www.dredgers.nl) muestra la distribución mundial de dragas, por tipo, así:

470 dragas de succión en marcha,	70 retroexcavadoras/ dragas de pala de empuje,
262 dragas con cortador,	29 dragas de cangilones,
56 dragas estacionarias de succión,	62 dragas de cuchara/ almeja,
3 dragas dustpan,	71 dragas de cuchara con cántaras,
14 dragas de rueda de cangilones,	11 dragas de inyección de agua/ de agitación,
8 equipos de descarga de barcazas,	1 draga tipo auger.

En resumen, existen muchas herramientas o dragas adecuadas para según qué proyecto. Todos los factores mencionados influirán en la selección del equipo más adecuado para una obra concreta. No obstante, en última instancia, si la obra se ha de conseguir por contrato, el proceso de licitación suele servir como mecanismo de toma de decisión.

CAPÍTULO SIETE

ASPECTOS SOCIO-ECOLÓGICOS

La referencia más exhaustiva sobre los aspectos medioambientales en el desarrollo de puertos y vías de transporte marítimo es la publicación *Environmental Considerations for Port and Harbor Development* (Davis et al, 1990) del Banco Mundial, citada anteriormente. Es de lectura sencilla y ofrece una lista de control extremadamente útil, así como información sobre convenios internacionales originales. La mayor parte de este capítulo ha sido extraído de esta publicación del Banco Mundial. También se recomiendan como fuentes de información relevantes “*Environmental Aspects of Dredging*” (IADC/CEDA 2008) y una serie de publicaciones de PIANC sobre temas específicos.

RESUMEN DE CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES

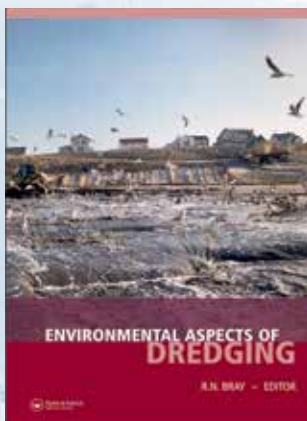
Los aspectos socio-ecológicos son un factor cada vez más importante en los proyectos de desarrollo de puertos y vías de transporte marítimo. Los días en los que las estrategias de desarrollo se basaban solamente en consideraciones económicas y de ingeniería comprensiblemente han terminado. Ciertamente, se puede señalar innumerables casos en los que el desarrollo se ha producido en detrimento del medio ambiente a corto y largo plazo.

Los países industrializados pagan un alto precio para paliar las consecuencias de su indiferencia anterior hacia el medio ambiente. Es mucho más costoso adoptar medidas correctivas que tomar decisiones ecológicamente responsables desde el inicio de un proyecto de desarrollo. Desafortunadamente, el dragado, los operadores de dragas y de draga misma han sido señalados de manera irrazonable como los instigadores de los daños ambientales, cuando la aparición de sedimentos contaminados realmente

han tenido diferentes causas. Con el tiempo, la industria de dragado se ha basado en pruebas científicas y actitudes públicas actuales en su preocupación y cuidado del medio ambiente (*Dredging and Port Construction Around Coral Reefs*, PIANC 2010).

A pesar de esto, los proyectos de dragado suelen provocar reacciones no razonadas. De hecho, muchos grandes proyectos de dragado se ejecutan para conseguir mejoras ambientales a largo plazo, pero, a fin de conseguirlo, puede que sea inevitable que haya algunos impactos negativos a corto plazo. El ingeniero tiene como obligación

Environmental Aspects of Dredging (2008), del IADC/CEDA ofrece una descripción completa de equipos, tecnologías, investigaciones científicas y seguimiento para proteger el medioambiente durante los proyectos de dragado.



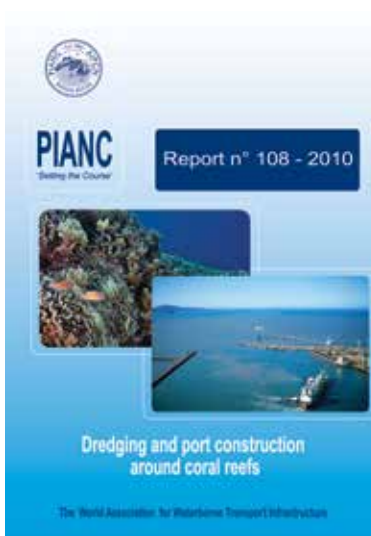


Superior Izquierda.
Una instalación de tratamiento de sedimentos contaminados.

Abajo.
Un depósito de almacenamiento. Las instalaciones para el almacenamiento de sedimentos que no pueden ser tratados ayudan a mejorar el ambiente marino.



Izquierda.
Es necesaria la supervisión ambiental en todas las fases de un proyecto de dragado y en cualquier condición climatológica.



La publicación "Dredging and Port Construction Around Coral Reefs" del PIANC

reducir al mínimo estos impactos a corto plazo. Hoy en día, allí donde se producen impactos negativos por obras de dragado, se implementan medidas compensatorias. Se espera que ofreciendo una mejor información a los stakeholders, se valoren en su debido contexto los efectos de cantidades relativamente pequeñas de material contaminado que se pudieran producir en un dragado y se reconozcan los esfuerzos positivos de remediación que se estén realizando.

La amplia investigación del tratamiento y colocación de sedimentos contaminados ha proporcionado soluciones viables y aceptables para el medio ambiente. Sin embargo, sigue siendo un hecho que debido a la percepción pública y a los casos que se han dado en el pasado en los que se han producido daños ambientales, la responsabilidad ambiental sigue y seguirá siendo un factor muy importante en proyectos de desarrollo. Se ha publicado informaciones recientes sobre el uso y la colocación de material (contaminado) dragado en *Dredging Management Practices for the Environment* (PIANC, 2009) y *Dredged Material as a Resource* (PIANC, 2009).

En este contexto, parece apropiado subrayar cómo la desafortunada elección de términos ha fomentado, y sigue fomentando una imagen del dragado como causante de daños ambientales. Los términos empleados por los operadores de dragado y los medios, han llegado a tener connotaciones peyorativas. "Dañar" y "lodos" y "residuos", así como el concepto que el material dragado se "vierte", son algunos de los términos que para la opinión pública son por definición negativos y cuestionables desde el punto de vista medioambiental. Es mucho mejor utilizar el término "material dragado" o "sedimentos" y "colocación", que términos que tengan un significado negativo implícito. De hecho, la mayoría del material que se extrae está limpio. La Directiva Marco sobre Residuos de la UE (2008/98/CE) reconoce este hecho excluyendo el material dragado en general del ámbito de la directiva (siempre que no sea no peligroso).

Los términos "colocación" y "lugar de colocación" deberían sustituir el término original y negativo de "vertido", "residuos" y "vertedero de residuos". La experiencia nos ha demostrado que las palabras cuentan y que la percepción pública moldea la política, mucho más que la ciencia. Todos los que estamos en la industria del dragado o desarrollo de puertos y vías navegables, tenemos la responsabilidad de replantear, no solo la esencia de las consideraciones medioambientales, sino también su percepción.

PRINCIPALES CATEGORÍAS DE EFECTOS

Los proyectos de desarrollo tienen algunos problemas comunes relacionados con el medio ambiente. Las principales categorías se pueden resumir de la siguiente manera:

- Efectos Relacionados con el Agua
- Efectos Relacionados con la Tierra
- Efectos Relacionados con el Aire
- La Colocación de Material Dragado
- Efectos Socio-Culturales.

La concienciación y consideración de estas categorías deben formar parte del proceso de desarrollo de un proyecto desde el principio. Las encuestas llevadas a cabo por el IAPH entre los puertos del mundo han confirmado que los puertos sí consideran que los primeros cuatro elementos son problemas importantes. Estos efectos tienen un impacto profundo sobre el ambiente. Cualquier cambio en la calidad del agua/ aire, pérdida o alteración de un hábitat ya sea en el lugar de dragado o en el de colocación puede causar una alteración proporcional en bentos, la vida de los peces y poblaciones de mamíferos marinos.

EFFECTOS RELACIONADOS CON EL AGUA

Los efectos relacionados con el dragado pueden ser subdivididos en los siguientes elementos:

EFFECTO	CAUSADO POR PROYECTO	CAUSADO POR PROCESO
Dispersión y deposición de sedimentos resuspendidos		•
Efectos de voladuras		•
Resultados de una batimetría alterada	•	
Efectos de una configuración de la costa cambiante	•	
Pérdida/ alteración del fondo y hábitat marino	•	•
Corrientes alteradas de agua y flujo de aguas subterráneas	•	

Los factores relacionados con la colocación de material dragado son más complicados y serán tratados por separado.

EFFECTOS RELACIONADOS CON LA TIERRA

Los efectos relacionados con la tierra incluyen:

EFFECTO	CAUSADO POR PROYECTO	CAUSADO POR PROCESO
Efectos de polvo y otras emisiones aéreas	•	•
Ruido del equipo para rellenos		•
Efectos debidos a cubrimientos de tierra o intermareales con material de dragado	•	
Escorrentía de agua salina y dulce hacia corrientes de agua locales	•	•



EFFECTOS RELACIONADOS CON EL AIRE

Es poco probable que el dragado contribuya directamente a provocar efectos relacionados con el aire, aparte de las emisiones de los equipos propulsores que mueven los equipos de dragado, que generalmente son insignificantes comparadas con otros factores (EuDA, 2009). El polvo puede ser un problema en países calurosos y secos. Debe prestarse especial atención a las zonas en las que los suelos a dragar captan gases, especialmente los sulfuros. Estos pueden suponer un peligro durante el proceso de dragado y, si se sabe, se podrían tomar las medidas adecuadas.



COLOCACIÓN, REUBICACIÓN O UTILIZACIÓN

Parte superior.

El tsunami de diciembre de 2004 destruyó muchas de las islas de coral que componen las Maldivas, incluyendo Vilufushi.

Arriba.

Vista aérea de las obras de dragado para reconstruir Vilufushi en 2006.

Los materiales dragados se dividen básicamente en cuatro categorías:

1. Material obtenido de dragado de mantenimiento de zonas afectadas por sedimentación resultante de escorrentía de ríos, estuarios o tierras.
2. Material obtenido de dragado de mantenimiento de bancos de arena a la entrada de puertos, desembocaduras o canales.
3. Material obtenido de obras de dragado capitales o nuevos dentro de un puerto.
4. Material obtenido de obras de dragado capitales o nuevos de canales o zonas de puertos exteriores.

Debido a la naturaleza de las actividades alrededor de los puertos, como la agricultura, la industria y el tratamiento de residuos relacionados con municipios, los materiales con mayor probabilidad de contener altos niveles de contaminación son los de la Categoría 1. En este sentido, la gestión de estos materiales es objeto de especial preocupación ambiental.

De los materiales de la Categoría 2 es menos probable que estén contaminados y suelen ser aptos para la regeneración de playas y ser usados como rellenos de construcción o como áridos.

Los materiales clasificados en la tercera Categoría probablemente contengan altos niveles de contaminación en las capas superiores, mientras los subyacentes no lo están. Según cada caso, puede que los niveles superiores estén sujetos a restricciones o alternativas especiales de colocación, mientras el material subyacente no contaminado puede colocarse en aguas abiertas, o ser utilizado en tierra.

En el caso de los materiales de la Categoría 4, también es probable que no estén contaminados y por tanto se puedan colocar en aguas abiertas, o ser utilizados de manera beneficiosa para la protección de la costa, o la regeneración de playas, por ejemplo.

Los materiales de las Categorías 1 y 3, que contienen contaminantes son, desde el punto de vista ambiental, los de mayor preocupación. También son los que más probablemente cuenten con algún tipo de restricción estipulada en acuerdos, normativas o convenios locales o internacionales. La mayoría de los convenios internacionales se limitan en su alcance a la colocación de materiales en el mar, con

restricciones locales. Estas restricciones locales, si las hay, son o bien congruentes con los convenios de colocación en océanos internacionales, o bien se establecen para reducir los daños de colocación en zonas intermareales o en tierras altas. En cualquier caso, el patrocinador del proyecto debe considerar las opciones de una colocación ambientalmente sensible y responsable.

EFFECTOS SOCIO-CULTURALES

Es difícil evaluar los efectos socio-culturales pero no por ello son menos importante. Hasta con la mejor ingeniería, una planificación ambiental encomiable y una justificación económica extensa, pueden resultar en nada si se subestiman, o se ignoran los efectos socio-culturales. Por ejemplo, las prácticas de laborales, la selección de lugares y la estética pueden ir en contra de estándares y tradiciones socio-culturales. La falta de consideración de determinados factores como tradiciones tribales, culturales, étnicas, históricas y religiosas, podría prácticamente anular cualquier beneficio del proyecto. De nuevo, puede que esta sea un área en la que el propio proceso de dragado no tenga mucho impacto. Sin embargo, la colocación de material dragado sí puede tener un impacto importante sobre ella y, por tanto, merece una consideración más amplia.

MONITORIZACIÓN

Antes de iniciar un proyecto, siempre es importante evaluar adecuadamente las características de los materiales a dragar y el lugar de colocación previsto. Dichas caracterizaciones facilitan:

La definición de opciones de colocación;

- Las cantidades de material que se puede colocar en cada una de las opciones;
- El equipo de dragado a utilizar, no solo tomando en consideración los requisitos de colocación, sino también el transporte hasta los distintos lugar de colocación y la minimización de la re-suspensión de sedimentos y pérdidas durante el dragado;
- Programas de supervisión tanto en el lugar del dragado como en el de colocación;
- Medidas de mitigación que se requieran en los lugares de dragado o colocación.

Es probable que una monitorización ambiental eficaz de los lugares de dragado y de colocación sea un requisito para conceder el permiso, o para que sea coherente con los convenios internacionales. Adicionalmente, la monitorización del lugar de colocación, posterior a la construcción tanto en aguas abiertas como en tierra, es fundamental para determinar si las medidas de mitigación son adecuadas para prevenir daños ambientales severos. Sobre todo es el caso de tratarse de materiales contaminados. Este tipo de monitorización también es útil para la elaboración de una base de datos para futuras obras en la misma zona, en las que pueden ser necesarios controles más, o menos estrictos. Cabe destacar (Véase Capítulo 3) que es posible que haya que prolongar los periodos de monitorización a fin de poder obtener otros conjuntos de datos adecuados.

CAPÍTULO OCHO

INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y FORMACIÓN

La industria del dragado se está esforzando constantemente para mejorar su rendimiento, tanto en lo que se refiere a la eficacia técnica y de gestión, como en relación al entorno en el que se llevan a cabo las obras de dragado y de reubicación. Para ayudar a alcanzar estos objetivos, compañías y organizaciones de dragado, consultores, y centros de investigación científica realizan un gran número de investigaciones y desarrollos. La formación operativa y del personal también es impartida por las mayores compañías de dragado y de suministro. Este trabajo se financia, salvo algunas excepciones, por organizaciones privadas que trabajan en el ámbito del dragado.

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Los frutos de esta investigación y desarrollo se puede ver en la aparición de nuevas e innovadoras maneras de trabajo, tecnologías respetuosas con el medio ambiente, y la capacidad de predecir y monitorizar los efectos del dragado.

Algunos ejemplos recientes de los resultados de la investigación y desarrollo se presentan a continuación.

Las dragas hidráulicas de barrido, dragas de cortador auger, las dragas de disco y las dragas de almeja de perfilado horizontal, todas fueron desarrolladas para aumentar la precisión y para reducir la re-suspensión de sedimentos a la hora de dragar materiales contaminados y no-contaminados.

La draga de inyección de agua (WID) fue desarrollada para facilitar , en el emplazamiento adecuado, un método rápido pero barato de ejecutar dragado de mantenimiento en aguas limosas.

La construcción de las grandes dragas de succión en marcha fue consecuencia de la necesidad de transportar grandes volúmenes de relleno a largas distancias, porque había escasez de material de relleno cercano a de las zonas de obtención de nuevas tierras en países del Lejano Oriente y Medio Oriente. Las grandes dragas también tienen la capacidad suficiente para cargar materiales a grandes profundidades.

Innovaciones como los sistemas de chorros de agua a alta presión en los cabezales

de succión y cortadores (denominado sistema Drácula), así como técnicas disgregadoras especiales, utilizadas recientemente para cabezales de succión, hacen que las dragas de succión en marcha y las de cortador puedan trabajar en suelos mucho más duros de lo que fue posible hasta hace poco.

La Asociación Holandesa de Dragado, Vereniging voor Waterbouwers, ha financiado el desarrollo de modelos de análisis de predicción de turbidez (TASS) para el análisis de sedimentos en suspensión, causado por dragas (Burt et al, 2000).

Se han desarrollado distintas técnicas para procesar la retrodispersión acústica de medidores de corriente acústica, produciendo grandes cantidades de datos sobre la generación de plumas y el movimiento de sedimentos en suspensión antes y durante las operaciones de dragado (Land and Bray, 1998, Claeys et al, 2001).

FUTUROS TEMAS DE INVESTIGACIÓN

Se destacan futuros temas de investigación en Environmental Aspects of Dredging (IADC/CEDA, 2008). Son temas que la CEDA e IADC han identificado como temas que deberían ser investigados. La lista no implica ningún orden de prioridades, ni es exhaustiva.

A. **Especificaciones Estándares para la toma de muestras y Ensayo**

Los métodos de detección de contaminantes varían considerablemente y no existe mucha consistencia en los procedimientos realizados. Los métodos analíticos deberán normalizarse. Algunos métodos analíticos para la medición de sustancias peligrosas todavía no se han desarrollado.

B. **Colocación de Material Relleno de Terrenos Acuáticos Débiles Se debe**

investigar y publicar sobre métodos de diseño y construcción aptos para la colocación de material de relleno de terrenos débiles y acuáticos. Se han llevado a cabo diseños para el relleno y se han desarrollado algunas técnicas de colocación. No son muy conocidos fuera de la industria y o incluyen todos los tipos de terreno. Los proyectistas deberían ser capaces de diseñar esquemas de relleno/recubrimiento que sean adecuados para su entorno y que se puedan construir a un precio razonable. Actualmente, se necesitan más datos sobre terrenos existentes donde se ha llevado a cabo un relleno.

C. **Técnicas de dragado ambientalmente sensibles El Capítulo 6 de Aspectos**

Ambientales del Dragado describe varias dragas especialmente diseñadas para trabajar en zonas ambientalmente sensibles. Se están desarrollando nuevas dragas continuamente, así como nuevas técnicas de mitigación en cuestiones ambientales. Se requiere que los proyectos de investigación identifiquen y describan las medidas de mitigación. Pueden ser ejemplos de medidas de mitigación específicas in situ, o medidas genéricas contra el “efecto invernadero”, que ya se están aplicando en algunos países, como la reducción del consumo de combustible mediante medidas de eficiencia energética, los pros y contras de energía eléctrica, la utilización de combustibles con bajo contenido en azufre, etc. Estas medidas deberían ser promovidas en todo el mundo.

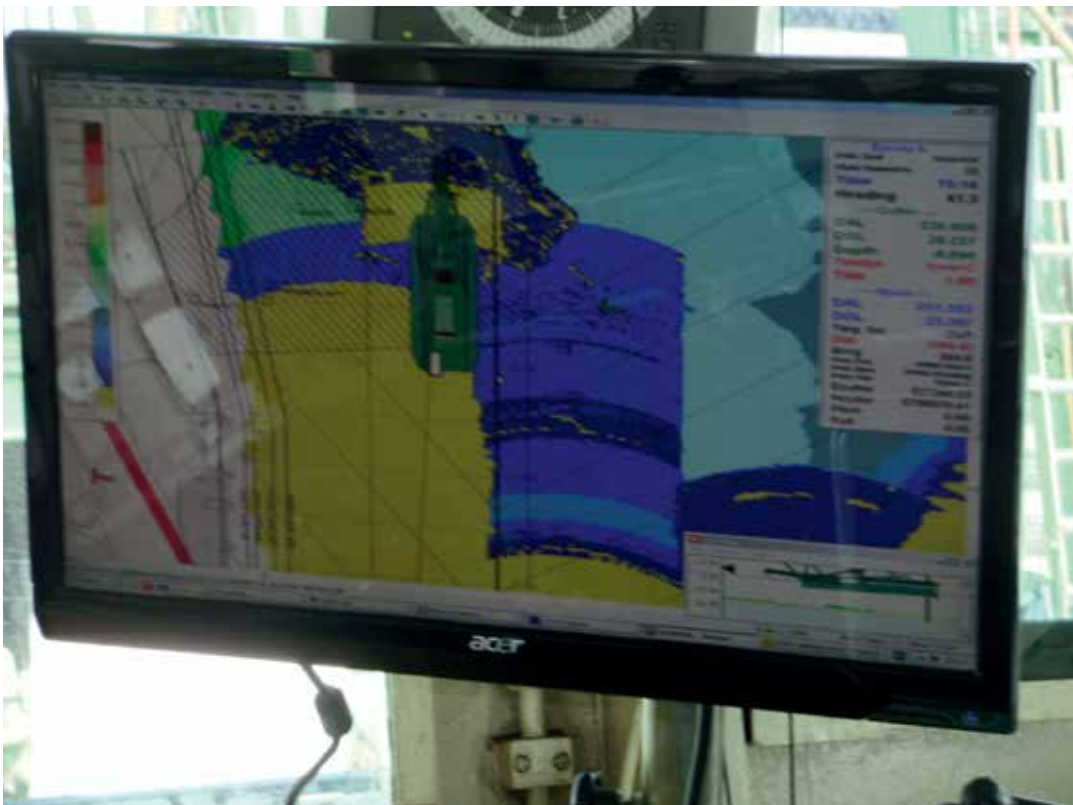
Derecha.

Las imágenes de satélite son una manera eficaz de desarrollo de proyectos, aunque puede ser costoso.



Abajo.

Los datos y modelos informáticos que procesan rápidamente datos relevantes han ayudado a las empresas de dragado a trabajar con más precisión y sensibilidad ambiental.



D. El Desarrollo de Análisis de Efectos Acumulativos

Se debería adoptar un método de análisis normalizado que suponga igualdad de condiciones para todas las actividades humanas (léase “controlables”). Esto forma parte del llamado “análisis de efectos acumulativos”. La investigación debería poner el foco en el análisis de efectos acumulativos: en quién, en última instancia, debería evaluar el status quo de una región, en quién debería costear la recogida de datos requeridos y cómo encontrar el equilibrio entre las distintas fuerzas económicas y ambientales, que compiten entre ellas. Obsérvese que estos análisis se deberían llevar a cabo en sistemas costeros cerrados y/o cuencas (áreas de captación).

E. El Efecto de Eventos Extremos sobre un Análisis Ambiental

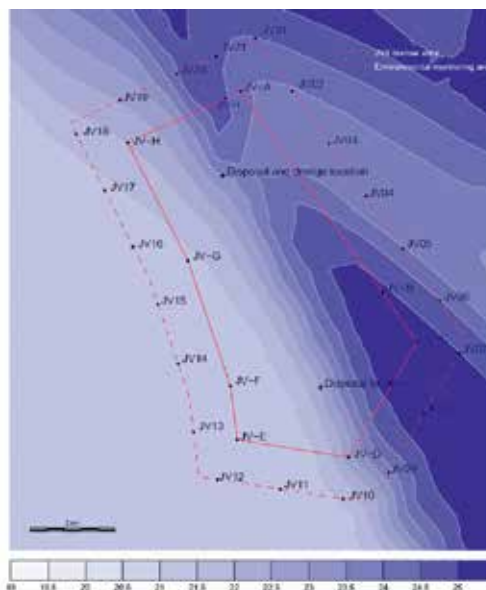
En muchas ocasiones, el grado del impacto ambiental de una operación de dragado es menor que el de un evento natural extremo, como una tormenta o una gran inundación. Sin embargo, estos eventos extremos no suelen registrarse debidamente y muchos parámetros ambientales ni se registran debido al costes y/o la dificultad. Se requiere que un proyecto idee medios para registrar mejor los parámetros ambientales durante eventos extremos y cómo incorporar estos datos en el análisis ambiental.

F. El desarrollo de herramientas baratas de detección de contaminantes

Actualmente, la detección de contaminantes puede ser costosa, causando alguno de los problemas que se describen anteriormente, en el Área de Investigación (a). Para paliar este problema, será necesaria una investigación adicional para desarrollar métodos baratos de detección de contaminantes.

G. La evaluación de efectos crónicos / sub-letales de material dragado contaminado

Es necesario investigar para identificar los niveles de contaminación en material dragado que causen efectos crónicos o sub-letales en diferentes organismos.



Los modelos numéricos pueden ofrecer una simulación realista de plumas de sedimentos producidas por el dragado y ayudar a analizar los impactos reales del dragado en entornos específicos.



Arriba.

La formación se puede llevar a cabo en simuladores, como el que se presenta, en los que jóvenes trabajadores de dragado trabajan en un sistema de automatizado de draga de cortador.

Derecha.

Facilitar a las autoridades portuarias y otros la información sobre el complejo asunto del dragado, muchas veces se consigue a través de seminarios y visitas a la obra.



H. La evaluación del impacto real en los cambios físicos en el entorno ambiental

Existen grandes diferencias entre la biodiversidad y la sensibilidad de sistemas ecológicos según la latitud y el tipo de clima. Se necesita una investigación en cada categoría del impacto real de cambios en los parámetros ambientales. Esta investigación podría contribuir considerablemente a garantizar que se apliquen las normas de forma correcta a cada situación, más que hacerlo de manera indiscriminada en todo el mundo.

FORMACIÓN

La formación es uno de los ingredientes esenciales que se necesitan para crear una industria del dragado sana, segura, eficaz y ambientalmente sensible. Aparte de las obvias ventajas comerciales de contar con trabajadores bien formados dirigiendo una planta de dragado, y personal bien preparado gestionando el despliegue de esta planta, también existen otras consideraciones, no tan obvias. Se ha escrito mucho sobre los efectos ambientales de las actividades de dragado y existen muchas publicaciones sobre este tema. La mayoría de ellas se centran en los propios equipos. Pero muchas veces es la capacitación del operario que utiliza la planta la que determina si la operación de dragado tiene un impacto ambiental grande o pequeño sobre el entorno.

La página web de IADC www.iadc-dredging.com ofrece un listado de programas relacionados con el dragado en universidades y escuelas en todo el mundo. Algunas escuelas y universidades cuentan con programas de posgrado y másters, destinado específicamente al dragado y la construcción marítima, por ejemplo:

- La Universidad Tecnológica de Delft (Países Bajos), cuya Facultad de Ingeniería tiene programas de posgrado y másteres en Ingeniería Hidráulica, Ingeniería de Dragado e Ingeniería Costera;
- La Universidad A&M de Texas, dentro de la cual está el Centro de Estudios de Dragado;
- El Instituto UNESCO-IHE para la Educación relativa al Agua, con un MSc en Ciencias Acuáticas e Ingeniería;

La formación no-comercial y la formación en asuntos relacionados con el dragado la ofrecen unas pocas organizaciones, como son:

- El Seminario de IADC sobre Dragado y Relleno. Este seminario se presenta semestralmente de manera conjunta con UNESCO-IHE en Delft, Países Bajos, y en otro lugar, como p.ej. Singapur en colaboración con la Universidad Nacional de Singapur, en Buenos Aires, o en Dubái (EAU);
- El Seminario sobre los Aspectos Ambientales del Dragado de IADC/CEDA, ofrecido de manera conjunta con el Instituto de Educación post-académica de la Universidad Tecnológica de Delft, así como previa solicitud (IMO, CEFAS Reino Unido y otros);
- USACE Varios manuales y notas de orientación publicados por Waterways Experiment Station en Vicksburg y su página web educativa <http://education.usace.army.mil>

Los contratistas de dragado también ofrecen cursos y programas en formato in-house, como el programa VOUB que ha sido desarrollado por la Asociación Holandesa de Dragado (Vereniging voor Waterbouwers). Por último, una institución comercial, el Training Institute for Dredging (www.dredgetraining.com), organiza cursos intensivos sobre dragado y asuntos relacionados, periódicamente. También existe la posibilidad de pedir cursos hechos a medida.

CAPÍTULO NUEVE

AGENCIAS INTERNACIONALES, REGIONALES Y NACIONALES

Frecuentemente, los proyectos de dragado en países en desarrollo dependen de la disponibilidad de fondos provenientes de terceras partes, en forma de agencias de organismos de crédito. Existen distintas posibilidades, incluyendo organismos de crédito mundiales, regionales y nacionales. El apoyo económico por parte de estos organismos suele depender de la adhesión a los convenios internacionales y regionales que regulan la colocación de material dragado en el mar.

ORGANISMOS MUNDIALES DE CRÉDITO

El organismo de crédito más grande y activo es el Banco Mundial, también conocido como el Grupo del Banco Mundial. Consiste de distintos afiliados, a saber:

- El Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF)
- La Asociación Internacional de Desarrollo (AID)
- La Corporación Financiera Internacional (CFI)
- La Agencia de Garantía de Inversiones Multilaterales (AGIM)
- El Centro Internacional de Arreglo de Diferencias relativas a Inversiones (CIADI)

El objetivo común de estas instituciones es ayudar a mejorar la calidad de vida en los países en desarrollo canalizando recursos financieros desde los países desarrollados hacia el mundo en desarrollo.

El BIRF pertenece a los gobiernos de 185 países y presta dinero a países en desarrollo que se encuentran en una fase más avanzada de crecimiento económico y social. Generalmente, los préstamos tienen un periodo de gracia de cinco años, se reembolsan en quince años o menos y deben estar garantizados por el gobierno en cuestión. El tipo de interés se calcula de acuerdo con una directriz que se refiere al coste de pedir el dinero prestado. La decisión del Banco de conceder el préstamo debe basarse solamente en consideraciones económicas, con la debida atención a las perspectivas de reembolso. Normalmente, en lo que respecta al desarrollo de puertos y vías navegables, el préstamo sería concedido a la autoridad portuaria, el propio puerto, o una agencia paraestatal responsable de las vías navegables.



La AID comparte los mismos objetivos que el BIRF, pero su asistencia se centra en los países en desarrollo más pobres, y en condiciones que no pesen tanto en su balanza de pagos. Actualmente, pueden participar unos 80 países. Las condiciones de los préstamos de la AID, que son agencias internacionales, regionales y nacionales, son que solamente se conceden a gobiernos, tienen un periodo de gracia de diez años, un vencimiento de treinta y cinco o cuarenta años, y no tienen intereses. Para el desarrollo de puertos y vías navegables, el préstamo probablemente se conceda a la autoridad portuaria, o la agencia portuaria o responsable de vías navegables, a tipos de interés que reflejen el coste de pedir el dinero prestado y con un vencimiento basado en la capacidad financiera de dicha agencia.



El CFI contribuye al desarrollo económico en países en desarrollo, fomentando el crecimiento en el sector privado de sus economías y ayudando a movilizar capital doméstico y extranjero con este propósito. Así, mediante el movimiento de capital entre otras medidas de apoyo, el CFI ha promovido el desarrollo de un número de terminales marítimas e instalaciones portuarias relacionadas con actividades industriales. Algunos de estos proyectos han supuesto grandes trabajos de dragado.

La AGIM se estableció con el fin de fomentar las inversiones de capital y otras inversiones directas en los países en desarrollo. La AGIM ofrece garantías a los inversores contra riesgos no comerciales; asesora a gobiernos sobre políticas y programas que fomenten las inversiones extranjeras; y patrocina el diálogo entre la comunidad empresarial internacional y los gobiernos receptores, sobre asuntos relacionados con la inversión. Cabe destacar aquí, que los bancos comerciales y otras entidades financieras privadas se han interesado por las instalaciones y operaciones portuarias, como posibles áreas para invertir. La mayoría de los puertos en el mundo son rentables y también son fuentes de ingreso de divisas extranjeras y, por tanto, atractivos para los inversores comerciales.

Mejorar la calidad de vida en los países en desarrollo es el objetivo común de las agencias internacionales de crédito. La existencia de puertos modernos que fomenten el transporte marítimo, el comercio y el turismo, son esenciales para crear bienestar.



Arriba.

Los proyectos eficientes benefician a todos. Para ello, una vez que un proyecto de dragado está en marcha, muchas veces el trabajo continúa las veinticuatro horas del día.



Derecha.

En el puente, por la noche.

Actualmente, el elemento central de las políticas del Banco Mundial es cumplir los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) de los cuales los objetivos 7 (garantizar la sostenibilidad del medio ambiente) y 8 (Fomentar una asociación mundial para el desarrollo) son especialmente relevantes para el sector del dragado.

ORGANISMOS REGIONALES DE CRÉDITO

En paralelo con el Banco Mundial, se han instituido un número de organismos de desarrollo regionales para atender a zonas geográficas específicas.

Éstos son:

- El Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo
- El Banco Africano de Desarrollo
- El Banco Interamericano de Desarrollo
- El Banco Asiático de Desarrollo.

Adicionalmente, existen otras instituciones financieras multilaterales (IFM), como:

- La Comisión Europea (CE) y el Banco Europeo de Inversiones (BEI)
- El Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA)
- El Banco Islámico de Desarrollo (BID)
- El Fondo Nórdico de Desarrollo (FND) y el Banco Nórdico de Inversiones (BNI)
- El Fondo OPEP para el Desarrollo Internacional (Fondo OPEP).

Y bancos subregionales, como:

- Corporación Andina de Fomento (CAF)
- El Banco de Desarrollo del Caribe (BDC)

- El Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE)
- El Banco de Desarrollo de África Oriental (BDAO)
- El Banco de Desarrollo de África Occidental (BOAD).

Estos bancos financian el desarrollo en sus regiones de una forma muy similar al Banco Mundial.

EL INSTRUMENTO EUROPEO DE VECINDAD Y ASOCIACIÓN

En 1991, la CE inició el Programa de Asistencia Técnica para la Comunidad de Estados Independientes (TACIS) para proporcionar asistencia técnica financiada a 12 países de Europa del Este y Asia Central (Armenia, Azerbaiyán, Bielorrusia, Georgia, Kazajstán, Kirguizistán, Moldavia, Rusia, Tayikistán, Turkmenistán, Ucrania y Uzbekistán). Actualmente, TACIS está incluido dentro del programa EuropeAid. Desde la Perspectiva Financiera 2007-2013 de la UE, para los países de la Política Europea de Vecindad y Rusia, el Programa TACIS ha sido reemplazado por el Instrumento Europeo de Vecindad y Asociación.

ASIA PRO ECO II

El Programa Asia Pro Eco se inició en 2002 como una alternativa de la Unión Europea (UE) para reforzar el diálogo ambiental entre Europa y Asia. El objetivo de este programa, de cinco años de duración, fue brindar apoyo a organizaciones europeas y asiáticas para permitirles compartir estrategias, tecnología avanzada, y conocimientos técnicos sobre cómo abordar cuestiones ambientales en Asia. Asia Pro Eco II es un programa que se basa en los logros medioambientales de Asia Pro Eco I y los programas de Asia Urbs I+II. Asia Pro Eco II financia programas de asociación entre la UE y Asia, especialmente en el campo del Desarrollo Urbano.

ORGANIZACIONES DE CRÉDITO/ DESARROLLO NACIONALES

A más pequeña escala, la mayoría de los países industrializados han creado departamentos gubernamentales para abordar la oferta de asistencia a un determinado número de países y regiones. Habitualmente, el foco de esta asistencia al desarrollo se ve afectado por relaciones históricas o circunstancias comerciales actuales. Por ejemplo, los programas de ayuda Británicos, Holandeses y Franceses, suelen estar enfocados, aunque no siempre, a sus antiguas colonias. Este sesgo ha cambiado y refleja ahora los acuerdos comerciales cambiantes y los aspectos socio-políticos del mundo moderno. En caso de emergencias, como las inundaciones en Bangladesh, o el tsunami en el Sudeste de Asia, muchos países colaboran para llevar la ayuda a las zonas más afectadas.

CAPÍTULO DIEZ

ORGANISMOS REGULADORES

CONVENIOS INTERNACIONALES Y REGIONALES

EL CONVENIO DE LONDRES Y OSPAR

Durante mucho tiempo, se ha considerado que la capacidad de los océanos de recibir y absorber todo tipo de residuos no tenía límites. Al comienzo de los años 1950, diferentes científicos empezaron a advertir que esta capacidad sin límites se estaba agotando y que la propia supervivencia del medio marino no estaba asegurada.

Muchos grupos ecológicos empezaron a pedir el cese de toda eliminación de residuos en el medio marino. Inicialmente, se centraban en la eliminación de residuos químicos y nucleares, o en la incineración en el mar de residuos de sustancias órgano-halogenadas. Posteriormente, la eliminación de lodos de depuradoras y las grandes cantidades de material de dragado, sobre todo de zonas muy industrializadas, dio lugar a demandas de prohibición de verter estos materiales en los océanos. Estas demandas no se limitaban a los océanos. Por ejemplo, a principios de los años 1970, tanto Estados Unidos como Canadá limitaron la reubicación de material dragado de los Grandes Lagos a instalaciones cerca de la costa y en tierra, y solo se permitía la colocación de muy poco material en aguas abiertas.

Empezando por el Convenio de Oslo de 1974 y el Convenio de París de 1978, los países europeos buscaron limitar la introducción de contaminantes en aguas marinas adyacentes. Los convenios trataban sobre aguas internacionales. Se permitió la colocación de materiales dragados, siempre que no contuvieran más que cantidades ínfimas de contaminantes. Materiales como arena, gravas o roca, cuando provienen de zonas con mucha corriente, no es probable que contengan altas concentraciones de sedimentos contaminados de grano fino. Si están destinados a la regeneración de playas u otras formas de protección de la costa, no es necesario examinarlos. (Nota: Los sedimentos de grano fino, como los limos y arcillas, tienden a absorber o unir contaminantes, así quedando contaminados, mientras que las arenas no tienen estas características).

El convenio intergubernamental sobre el “vertido” de residuos en el mar, llamado el Convenio de Londres de 1972 (LC72), adoptó la filosofía general y comparte muchos artículos con el Convenio de Oslo y se aplica a todas las aguas internacionales. El LC72 contiene un número de Anexos en los que se enumeran numerosos productos y compuestos químicos que se consideran peligrosos o potencialmente peligrosos y por tanto era recomendable su regulación. Al igual que convenios anteriores, LC72 fue diseñado principalmente para regular el vertido de residuos químicos o industriales en el ambiente marino.

La regulación de material dragado y su colocación en zonas oceánicas han girado alrededor de los siguientes términos:

- contaminantes en traza,
- cantidades considerables,
- transformado rápidamente en inocuo,
- tóxico, persistente, y
- bioacumulativos.

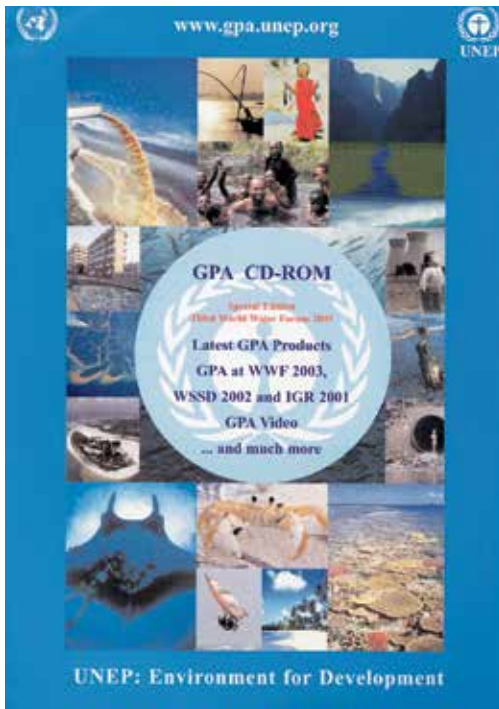
Surge la pregunta de qué concentraciones de dichos compuestos se pueden considerar trazas, o qué forma han de tener para que sean transformados rápidamente en inocuos. Este término surgió de las reacciones químicas que ocurren cuando se entremezclan varios líquidos contaminados con metal con agua de mar y el elevado pH y la salinidad crean compuestos metálicos insolubles, que no están disponibles para la biota.

Las directrices del LC72 sobre la eliminación de material dragado recomiendan:

- un muestreo representativo,
- medir las características generales,
- medir los contaminantes prioritarios,
- pruebas biológicas, si fuese necesario.

para demostrar que el material puede eliminarse sin que cause efectos crónicos inmediatos o bio-acumulación en organismos marinos sensibles típicos del lugar de eliminación.

Más recientemente, el Convenio aprobó un Marco de Evaluación Residuos que ofrece las consideraciones prácticas básicas, aunque no necesariamente detalladas, que requiere la determinación de las condiciones bajo las cuales se pueden o no se pueden depositar en el mar. Parte de este marco se refiere a material dragado, en forma de una guía genérica para los responsables en el área de la gestión de material dragado. La industria del dragado prefiere llamarlo el Marco de Evaluación de Material Dragado (DMAF, por sus siglas en inglés), ya que no considera que el material dragado sea un residuo (véase la Figura 1 en la página 23).



El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) es uno de los organismos que apoya el desarrollo sostenible.

El Convenio también aprobó el principio de precaución de que los estados, aunque no existieran suficientes pruebas científicas de daño al medio ambiente, deberían considerar la posibilidad de tal daño con prudencia y por tanto evitarse. Asimismo, el convenio también confirmó el principio de “quien contamina paga”, en el que aquellos que realmente causaron el problema de contaminación, deberían ser los responsables de pagar los costes de recuperación.

El Convenio de Londres de 1972 y otros acuerdos internacionales pertinentes son de obligatorio cumplimiento para aquellos proyectos que busquen financiación por parte de las organizaciones internacionales de crédito como el Banco Mundial y los Bancos Regionales y Subregionales.

Se puede encontrar más información sobre el Convenio de Londres y otros convenios regionales que aplican a material dragado en el “Anexo A” de “Aspectos Ambientales del Dragado” (IADC/ CEDA, 2008).

EL PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA)

El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) reconoce que casi el 50% de las costas en el mundo están amenazadas por actividades relacionadas con el desarrollo. La salud, el bienestar y, en algunos casos, la propia supervivencia de poblaciones costeras (alrededor de mil millones de personas viven en centros urbanos costeros) dependen de la salud y el bienestar de sistemas costeros como estuarios y humedales.

Con esto presente, los miembros del PNUMA han establecido un Plan de Acción Global (PAG) para la protección del Medio Marino contra las Actividades Terrestres (1995). El PAG está diseñado para ser una fuente de orientación conceptual y práctica con la que autoridades nacionales y/o regionales puedan idear y realizar medidas sostenidas para prevenir, reducir, controlar y/o eliminar la degradación del medio marino causada por actividades terrestres. Para más información, véase www.gpa.unep.org

LA ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN (ISO)

La ISO (International Organization for Standardization) es el Organismo más grande del mundo que desarrolla estándares. Es una red de institutos de normalización nacionales de 163 países que colaboran con organizaciones internacionales, gobiernos, la industria, representantes de las empresas y los consumidores. Es un puente entre el sector público y el privado.

LA COMISIÓN EUROPEA

Organizaciones regionales, como la Comisión Europea, pueden emitir directivas que los estados representados por la Comisión deben cumplir. Algunas de estas directivas afecta al dragado. Por ejemplo, las siguientes directivas tienen un impacto directo en actividades de dragado y de colocación.

- La Directiva Marco del Agua
- La Directiva Marco de Residuos
- La Directiva sobre Hábitats y la Directiva sobre Aves.

ORGANISMOS NACIONALES

Una de las características de los acuerdos internacionales anteriormente descritos, es que los firmantes deben identificar los departamentos gubernamentales que implementen las recomendaciones y protocolos de los convenios. Esto departamentos también deben desarrollar estrategias de protección del medio ambiente en su legislación nacional. Así, por ejemplo, el Departamento de Protección Medioambiental de un país, podría ser el encargado de desarrollar el marco de evaluación de la gestión de materiales dragados, acorde con el Marco de Evaluación de Material Dragado.

Para mayor orientación sobre este tema, véase el Anexo A “Aspectos Ambientales del Dragado” (IADC/CEDA, 2008), pero debería considerarse que las regulaciones específicas de cada país y procedimientos de autorización se actualizan y cambian constantemente. Por esto, a las entidades interesadas en llevar a cabo proyectos de dragado o de construcción marítima, se les aconseja que se pongan en contacto con las autoridades locales y regionales para asegurarse de que cumplan con todos los requisitos, antes de emprender el proyecto.

The background features a seascape under a bright, cloudy sky. A large ship's wake is visible in the foreground, leading towards a distant horizon. A faint, white line-art outline of a ship is centered behind the text. The overall color palette is light blue and white.

APÉNDICES

APÉNDICE A

ORGANIZACIONES NACIONALES E

INTERNACIONALES

ORGANIZACIONES NACIONALES E INTERNACIONALES MÁS RELEVANTES

Asociación Americana de Autoridades Portuarias (AAPA), 1010 Duke Street,
Alexandria, VA 22314, EE.UU..

Página web: www.aapa-ports.org

Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE) Oficinas centrales,
1801 Alexander Bell Drive, Reston, VA 20191, EE.UU..

Página web: www.asce.org

Centro de Estudios de Dragado, Departamento de Ingeniería Civil,
Texas A&M University, College Station, TX 77843-3136, EE.UU..

Página web: <http://oceaneng.civil.tamu.edu>

Asociación Central de Dragados (CEDA), PO Box 488, 2601 AL Delft, Países Bajos.

Página web: www.dredging.org

CIP-OAS, La Comisión Interamericana de Puertos – Organización de Estados
Americanos, 1889 “F” St N.W., Washington, D.C. 20006, EE.UU.,

Tel. (202)458 3871, Fax. (202)458 3517, cip@oas.org.

Páginas web: <http://www.oas.org/CIP/index.html> o <http://www.oas.org/CIP>

Universidad Tecnológica de Delft, PO Box 5, 2600 AA Delft, Países Bajos.

Página web: www.tudelft.nl

Asociación Oriental de Dragado (EADA), Secretaría General, c/o Autoridad de Puerto
Klang, Servicio de Valija 202, 42009 Puerto Klang, Malasia.

Laboratorio Ambiental, Estación Experimental Waterways, 3909 Halls Ferry Road,
Vicksburg, MS 39180-6199, EE.UU..

Página web: www.erd.usace.army.mil

Principios del Ecuador (<http://www.equator-principles.com>),

Federación Internacional de Ingenieros Consultores (FIDIC), World Trade Center II,
PO Box 311, CH-1215 Ginebra 15, Suiza.

Página web: www.fidic.org

Instituto de Ingenieros Civiles (ICE), 1 Great George Street, Londres SW1P 3AA,
Reino Unido.

Página web: www.ice.org.uk

Asociación Internacional de Empresas de Dragado (IADC), Secretaría General,
PO Box 80521, 2508 GM, La Haya, Países Bajos.
Página web: www.iadc-dredging.com

Asociación Internacional de Puertos (IAPH), 7ª Planta,
South Tower New Pier Takeshiba, 1-16-1 Kaigan Minato-ku, Tokyo 105-0022,
Japón.
Página web: www.iaphworldports.org

Organización Marítima Internacional, Sede del Convenio de Londres de 1972,
4 Albert Embankment, Londres SE1 7SR, Reino Unido.
Página web: www.londonprotocol.imo.org

Instituto de Formación de Dragado (TID), PO Box 8, 2960 AA Kinderdijk, Países Bajos.
Página web: www.dredgetraining.com

El Instituto UNESCO-IHE para la Educación relativa al Agua, PO Box 3015, 2601 Delft,
Países Bajos.
Página web: www.unesco-ihe.org

UNCTAD, Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo,
Palacio de las Naciones, 8-14, Avenue de la Paix, 1211 Ginebra 10, Suiza.
Página web: www.unctad.org

CESPAP, (Comisión Económica y Social de las Naciones Unidas para Asia y el
Pacífico), División de Transporte y Comunicaciones, United Nations Building,
Rajadamnern Noie Avenue, Bangkok 10200, Tailandia.
Página web: www.unescap.org

ONUDI, Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial,
PO Box 300, A-1400 Vienna, Austria. Página web: www.unido.org

Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos, Oficinas Centrales,
Director de Obras Civiles, 441 G Street, NW, Washington, DC, 20314, EE.UU..
Página web: www.usace.army.mil

Asociación Occidental de Dragado (WEDA), PO Box 5797, Vancouver, WA 98668,
EE.UU..
Página web: www.westerndredging.org

Asociación Mundial de Infraestructuras del Transporte Acuático (PIANC), Edif. Graaf de
Ferraris, 11ª Planta, Boulevard du Roi Albert II, 20-Box 3, B-1000 Bruselas, Bélgica.
Página web: www.pianc-aipcn.org

BANCOS DE DESARROLLO

Banco Interamericano de Desarrollo, 1300 New York Avenue NW,
Washington, DC 20577, EE.UU.

Página web: www.iadb.org

Banco de Desarrollo del Caribe, PO Box 408, Wildey, St. Michaels, Barbados,
West Indies.

Página web: www.caribank.org

Banco Asiático de Desarrollo, PO Box 789, 0980 Manila, Filipinas.

Página web: www.ADB.org

Banco de Desarrollo Africano, Rue Joseph Anoma, 01 BP 1387 Abidján 01,
Costa de Marfil.

Página web: www.afdb.org

Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo (BERD), One Exchange Square,
Londres EC2A 2JN, Reino Unido.

Página web: www.ebrd.com

Fondo Europeo de Desarrollo de la CE, Rue de Genève 12, B-1140 Bruselas, Bélgica.

Página web: www.europa.eu.int/comm/development

Banco Europeo de Inversión, 100 Boulevard. Konrad Adenauer, L-2950 Luxemburgo.

Página web: www.eib.org

El Banco Mundial, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, EE.UU.

Página web: www.worldbank.org

Acrónimos

AAPA	Asociación Americana de Autoridades Portuarias (EE.UU.)
ASCE	Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (EE-UU)
EC/CE	Comisión Europea
FIDIC	Federación Internacional de Ingenieros Consultores
IADC	Asociación Internacional de Empresas de Dragado
IAPH	Asociación Internacional de Puertos
ICC/CCI	Cámara de Comercio Internacional
ICE	Instituto de Ingenieros Civiles (Reino Unido)
IMO/OMI	Organización Marítima Internacional
ISO	Organización Internacional de Normalización
LC72	Convenio de Londres de 1972 (antes Convenio de Londres sobre el Vertido de Desechos)
OSPAR	El Convenio Oslo-Paris
PIANC	Asociación Mundial de Infraestructuras del Transporte Acuático
UNCTAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo
UNDP/PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
UNEP/PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente

APÉNDICE B

LISTADO DE PUBLICACIONES RECOMENDADAS SOBRE DRAGADO Y DESARROLLO DE PUERTOS

LIBROS, INFORMES Y MONOGRAFÍAS

- AAPA (1970) Port Maintenance. Asociación Americana de Autoridades Portuarias, Washington, DC, USA.
- AAPA (1973) Standing Committee IV, Construction and Maintenance, Port Planning, Design and Construction: A Manual. Asociación Americana de Autoridades Portuarias, Washington, DC, USA.
- Aarninkhof, S. (2008) "The Day After We Stop Dredging: A World Without Sediment Plumes". Terra et Aqua, nº 110, Marzo.
- Aarninkhof, S. y Luijendijk, A. (2010) "Safe Disposal of Dredged Material in a Sensitive Environment Based on Innovative Plume Predictions". Terra et Aqua nº 119, Junio.
- ADB (1993) Office of the Environment. Environmental Guidelines for Selected Infrastructure Projects. Banco de Desarrollo de Asia, Manila, Filipinas.
- Agerschou, H. and Lundgren, H. (1983) Planning, Design of Ports and Marine Terminals. John Wiley and Sons, Nueva York, EE.UU.
- ASCE (1974) Comité de Costes Estructurales de Puertos. Port Structure Costs, Sociedad Americana de Ingenieros Civiles, Nueva York, EE.UU..
- Athmer, J., Hamer, B., Kersley, T. y Sanderson, P. (2005). "Partnering: The Right Procurement Tool for Risky Contracts". Terra et Aqua, nº 98, Marzo.
- Baudelaire, J.G. (1986) Port Administration and Management. IAPH, Tokio, Japón.
- Bray, R.N., Bates, A.D. y Land, J.M. (1997) Dredging, A Handbook for Engineers. Segunda Edición. Butterworth Heinemann Publishing.
- Brown, Nicholas A. (2006). "Reclaiming the Initiative: Remarks on the Form of Contract for Dredging and Reclamation Works, First Edition". Terra et Aqua, nº 102, Marzo.
- Brown, A.H.J. (1967) Port Economics, 2ª Edición. Autoridad Portuaria, Londres, Reino Unido.
- Bruun, P. (1989) Port Engineering, Volúmenes 1 y 2. Gulf Publishing Co, Houston, TX, EE.UU.
- Burt, T.N., Roberts, W., y Land, J.M. (2000 Junio). "Assessment of Sediment Release During Dredging: A New Initiative called TASS". Trabajo del 32º Seminario Anual de


- Dragado de la Texas A & M.
- CEDA (1991) The Measurement of Dredged Quantities for the Calculation of Payment. Secretaría de la CEDA, Delft, Países Bajos.
- Chapon, J. (1974/75) Travaux maritimes Vols. I y II. Eyrolles, Paris, Francia.
- CIRIA (1996) Guidance on the Disposal of Dredged Material to Land, Informe 157. Asociación para la Información y la Investigación en la Industria de la Construcción, Londres, Reino Unido.
- Claeys, S. et al. (2001) "Mobile turbidity measurements as a tool for determining future volumes of dredged material in access channels and estuarine ports". Terra et Aqua. n° 84, Septiembre.
- Clarkson Research Services Ltd. (2009) Dredgers of the World, 7ª Edición, Ledbury, Reino Unido.
- Costaras, M.P., Bray, R N., Lewis, R.P. y Lee, M.W.E. (2010) The Importance of Bed Material Characterisation in Planning Dredging Contracts. Trabajo del 19º Congreso Mundial de Dragado, Pekín, China.
- Davis, J.D., MacKnight, S. et al. (1990) Environmental Considerations for Port and Harbor Development. Banco Mundial, Washington, DC, EE.UU..
- de Bree, S.E.M. (1977) Centrifugal Dredge pumps. División de Bombas de Dragado, Kinderdijk, Países Bajos.
- Declercq, E. (1999) "The Concept of Public-Private Partnerships: A New Approach to Transport Infrastructure Financing?" Terra et Aqua, n° 75, Junio.
- Donze, M. et al. (1990) Shaping the Environment: Aquatic Pollution and Dredging in the European Community. Delwell Publishing, La Haya, Países Bajos.
- Engler, R.M. (1990) Managing Dredged Materials. Oceanus, Woods Hole, MA, EE.UU..
- EuDA (2009) Position Paper on Emission Reduction of Greenhouse Gases by the European Dredging Sector, Bruselas, Bélgica.
- Evans, A.A. (1974) Technical and Social Changes in The Worlds Ports. ILO/OIT, Ginebra, Suiza.
- FIDIC (1988) Conditions of Contract for Works of Civil Engineering Construction, 4ª Edición.
- Federación Internacional de Ingenieros Consultores, Lausanne, Suiza. Versión con comentarios editoriales.
- FIDIC (1999). Conditions of Contract for Construction for Building and Engineering Works Designed by the Employer. Primera Edición. Fédération Internationale des Ingénieurs-Conseils, Lausanne, Suiza.
- FIDIC (2003 May) Guidelines for the Selection of Consultants. Federación Internacional de Ingenieros Consultores, Lausanne, Suiza.
- FIDIC Standard Prequalification Form. 2ª Edición. Federación Internacional de Ingenieros Consultores, Lausanne, Suiza.
- FIDIC Tendering Procedures. 2ª Edición. Federación Internacional de Ingenieros Consultores, Lausanne, Suiza.
- Geyer, R.A. (1981) Editor. Marine Environmental Pollution, 1) Hydrocarbons. Elsevier Oceanography Series, Amsterdam, Oxford, Nueva York.
- Geyer, R.A. (1981) Editor. Marine Environmental Pollution, 2) Dumping and Mining. Elsevier Oceanography Series, Amsterdam, Oxford, Nueva York.
- Hamer, D.G. y Goos M. De Boer, G.M. (2010) "Maasvlakte 2: An Innovative Contractual

- and Systems Engineering Approach". Terra et Aqua, nº 121, Diciembre.
- Herbich, J.B. (1991a) Editor. Handbook of Coastal and Ocean Engineering, Volume 2: Offshore Structures, Marine Foundations, Sediment Processes and Modeling. Gulf Publishing Co., Houston, TX, EE.UU..
- Herbich, J.B. (1991b) Editor. Handbook of Coastal and Ocean Engineering, Volume 3: Harbors, Navigation Channels, Estuaries, and Environmental Effects. Gulf Publishing Co., Houston, TX, EE.UU..
- Herbich, J.B. (1992) Editor. Handbook of Dredging Engineering, McGraw-Hill Inc, New York, EE.UU..
- Hoyle, B.S. y Hilling, D. (1984) Seaport Systems and Spatial Change. John Wiley & Sons, New York, EE.UU..
- Hummer, C.W., Jr., Burt, T.N., y d'Angremond, K. (1993 Enero) "The Role of WODA in the London Dumping Convention". Terra et Aqua, nº 50.
- Huston, J. (1986) Hydraulic Dredging, Principles, Equipment, Procedures and Methods, Cornell Maritime Press, Inc, Cambridge, MA, EE.UU..
- IADC (1990) Users Guide to the 4th Edition of the FIDIC. Asociación Internacional de Empresas de Dragado, La Haya, Países Bajos.
- IADC/CEDA (2008) Environmental Aspects of Dredging. Asociación Internacional de Empresas de Dragado/ Asociación de Dragado, La Haya, editado por R.N. Bray y Publicado por Taylor y Francis, Leiden, Países Bajos.
- IAPH (1991) IAPH Guidelines for Environmental Planning and Management in Ports and Coastal Developments. Asociación Internacional de Puertos, Tokio, Japón.
- IAPH (2001) Guidelines for Port Planning and Design. Asociación Internacional de Empresas de Dragado, Tokio, Japón.
- IAPH (1995 Enero) Final Report on the 1994 IAPH Membership Survey. Asociación Internacional de Empresas de Dragado, Tokio, Japón.
- Janssen, S. (2008). "Conceptual Model for Partnering in the Dredging Industry". Terra et Aqua, nº 113, Diciembre.
- Kinlan, David (2009). "Vesting and Ownership of Plant on Dredging Projects: A Fair Remedy Or A Relic of the Past?", Terra et Aqua, nº 115, Junio.
- Kinlan, D. and Roukema, D. (2010). "Adverse Physical Conditions and the Experienced Contractor". Terra et Aqua, nº 119, Junio.
- Land, J.M. and Bray, R.N. (1998) Acoustic Measurement of Suspended Solids for Monitoring of Dredging and Dredged Material Disposal. Trabajo del 15º Congreso Mundial de Dragado, Las Vegas, NV, EE.UU..
- Nagorski, B. (1972) Port Problems in Developing Countries: Principles of Port Planning and Organization. Asociación Internacional de Puertos, Tokio, Japón.
- National Research Council (1985) Dredging Coastal Ports: An Assessment of the Issues. National Academy Press, Washington, DC, EE.UU..
- National Research Council (1990) Managing Troubled Waters—The Role of Marine Environmental Monitoring. National Academy Press, Washington, DC, EE.UU..
- PIANC (1984) Informe de the International Commission for the Classification of Soils, and Rocks to be Dredged, Suplement del Boletín Nº. 47. Asociación Internacional de Navegación, Bruselas, Bélgica.
- PIANC (2000). Site Investigation Requirements for Dredging Works. Informe del Grupo de Trabajo 23. Suplemento del Boletín Nº. 103. Bruselas, Bélgica.

- PIANC (2002) Environmental Guidelines for Aquatic, Nearshore and Upland Confined Disposal Facilities for Contaminated Dredged Material. Informe de Envicom, Grupo de Trabajo 5, Asociación Internacional de Navegación, Bruselas, Bélgica.
- PIANC (2003). Ecological and Engineering Guidelines for Wetlands Restoration in Relation to the Development and Maintenance of Navigation. Informe de Envicom, Grupo de Trabajo 7, Asociación Internacional de Navegación, Bruselas, Bélgica.
- PIANC (2006). Environmental risk assessment of dredging and disposal operations. EnviCom Informe del GT 10. Bruselas, Bélgica.
- PIANC (2009). Dredged Material as a Resource – Options and Constraints. Informe de Envicom Grupo de Trabajo 14. Informe n°. 104. Bruselas, Bélgica.
- PIANC (2009). Dredging Management Practices for the Environment: A Structured Selection Approach. Informe n°. 100. Bruselas, Bélgica.
- PIANC (2010). Dredging and Port Construction Around Coral Reefs. Informe n°. 108. Bruselas, Bélgica.
- Population Reference Bureau (2010). <http://www.prb.org/Publications/Datasheets/2010/2010wpds.aspx>
- Regul, R., (1971) Editor. L'avenir des ports européens, Vols. I y II. De Tempel, Brujas, Bélgica.
- Richardson, M. J. (2002) The Dynamics of Dredging. World Dredging, Irvine, CA, EE.UU. Dpto. de Obras Públicas de Rotterdam, Puerto de Rotterdam, VBKO e IADC (2001) Construction and Survey Accuracies for the execution of dredging and stone dumping works. IADC, La Haya, Países Bajos.
- Tanis, M. y Vergeer, T. (2008) Long-Term Coastal Defence And Management At Pevensey Bay, UK: A Public Private Partnership. Terra et Aqua n° 108, Diciembre.
- Thomas, R.E. (1968) Stowage: The Properties of and Stowage of Cargoes. Rev. by O.O. Thomas, 6ª Edición. Brown, Son y Ferguson, Glasgow, Reino Unido.
- UNCTAD (1979) Port Development, a Handbook for Planners in Developing Countries. UNO, Ginebra, Suiza.
- UNESCAP (1984) Major Issues in the Field of Shipping, Ports, and Inland Waterways: Dredging for Development. ESCAP, Bangkok, Tailandia.
- UNIDO Manual on the use of consultants in developing countries. Publicaciones de las Naciones Unidas, No. de venta E.72.II.B.10. United Nations Technological Change in Shipping and its Effects on Ports. Documento UB/B/C de las Naciones Unidas.
- United States Congress Office of Technology Assessment (1990). Wastes in Marine Environments. US Government Printing Office, Washington, DC, EE.UU..
- Van der Burg, Ton (2010) "Dredging for Development on the Lower River Niger Between Baro and Warri, Nigeria". Terra et Aqua n° 121, Diciembre.
- Van Raalte, G.H. and Bray, R.N. (1999 Noviembre) Hydrodynamic Dredging: Principles, effects and methods. Trabajo de los CEDA Dredging Days, Amsterdam, Países Bajos.
- Vellinga, T. (1997) Handling and Treatment of Contaminated Dredged Material from Ports and Inland Waterways. Informe del Grupo de Trabajo 17 del PTC 1, Asociación Internacional de Navegación, Bruselas, Bélgica.
- Wilson, J.R. (1996) Dredging: Building and Maintaining Our Underwater Highways. US Army Corps of Engineers, Washington, DC, EE.UU.
- Yell, D. and Riddell, J. (1995) ICE Design and Practice Guide: Dredging. Thomas Telford, Londres, Reino Unido.

PUBLICACIONES PERIÓDICAS

- CIP Magazine, Desarrollos Editoriales S.A. and Trading News, Buenos Aires, Argentina, www.globalports.com.ar
- Dredging and Port Construction, DPC Magazine, IHS Fairplay, Lombard House, 3 Princess Way, Redhill, Surrey, RH1 1UP, Reino Unido Suscripción, mensual. www.dpcmagazine.com
- International Dredging Review (IDR), 319 N. 4th St. St. Louis, MO 63102, EE.UU. Tel: +1 314-241-7354. Suscripción, 8 veces al año. www.dredgemag.com
- Port Engineering Management (IMR department) PO Box 51, Bordon, Hampshire, GU35 9YL, Reino Unido. Suscripción, bimensual. www.pem.mainpage.net
- Port Strategy, Mercator, Media Limited, The Old Mill, Lower Quay, Fareham, Hampshire PO16 0RA, Reino Unido. Suscripción, mensual. www.portstrategy.com
- Port Technology International (PTI) Henley Publishing Ltd, Trans-world House, 100 City Road, Londres EC1Y 2BP, Reino Unido. Suscripción, trimestral. www.porttechnology.org
- Terra et Aqua. International Association of Dredging Companies, PO Box 80521, 2508 GM La Haya, Países Bajos. Sin cargo, trimestral. www.terra-et-aqua.com
- World Dredging Mining & Construction, PO Box 17479, Irvine, CA 92713-7479, EE.UU.. Suscripción, mensual. www.worlddredging.com
- World Port Development, Chantry House, 156 Bath Road, Maidenhead, Berkshire SL6 4LB, Reino Unido. Suscripción. Mensual. publications@milleniumconferences.com



**La Asociación Internacional de Empresas de Dragado y
La Asociación Internacional de Puertos**

se han unido para ofrecer una introducción al complejo campo del dragado. El dragado es esencial para la construcción y el mantenimiento de proyectos de navegación y puertos, para el desarrollo de recursos energéticos en el mar, y la rehabilitación de lugares industriales contaminados. Aunque existen muchas publicaciones dirigidas a los que tratan el dragado como una especialidad, este libro está diseñado especialmente para gestores, planificadores, responsables y stakeholders. Publicado originalmente en 1983, pensando en los países en desarrollo, ya en su sexta edición ha conseguido un público amplio que integra a todos los que desean comprender mejor el proceso de dragado y saber más de proyectos de navegación viables y sostenibles. and of feasible and sustainable navigation projects.

Margaret M. Wagner, diseño

Renato Rauwerda, Diseño de la portada