

21121
40



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ACATLÁN**

**"PROCESO DE DRAGADO Y SU IMPACTO ECOLÓGICO EN OBRAS
PORTUARIAS".**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL
PRESENTA: RAUL RIVERA GAONA.**

ASESOR: ING. MANUEL SILICEO RAMÍREZ.

NOVIEMBRE DEL 2003



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS ...

AGRADECIMIENTOS

A dios: Gracias Por dejarme llegar a cumplir un paso más de mi vida y permitir que estén conmigo todos mis seres queridos.

A mis padres:

Roberto Rivera Vargas.

Fidelia Gaona Núñez.

Por darme la vida, amor y apoyo incondicional, por haber formado en mi una persona de bien. Tomen este logro como un pequeño pago de lo mucho que les debo.

A mis hermanos:

Roberto, Marinelia, Juan Gabriel, Ericka y Omar Edgar; por su cariño comprensión y apoyo. Esperando que este logro que es de todos sea un aliciente más para seguirnos superando y crecer como personas.

A mi novia:

Alma Delia Molina González, Gracias por ser la chispa de mi vida que cada día me alienta ha seguir esforzándome cada vez más, por todo tu amor y apoyo incondicional.

A mis profesores amigos y compañeros:

Por brindarme su conocimiento, amistad y apoyo para mi formación como profesionista.

A mi asesor:

Ing. Manuel Siliceo Ramírez, por brindarme su conocimiento, tiempo y apoyo dedicado para mi formación profesional y realización de éste trabajo.

Al Ing. Víctor Perusquía Montoya:

Por su amistad, apoyo, tiempo y conocimiento dedicado incondicionalmente, en la realización de éste trabajo.

A la Dirección General de Puertos y Marina Mercante:

Por facilitarme material, tiempo y apoyo para la realización de éste trabajo muy en especial al Ing. Enrique Álvarez y compañeros.

A la U.N.A.M.:

Por abrir sus puertas y brindarme la oportunidad de superarme, y formarme como persona y profesionista.

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	5
1.- ANTECEDENTES DEL DRAGADO.	
1.1.- Generalidades del dragado.....	7
1.1.1.- Antecedentes del dragado.....	7
1.1.2.-Tipos de dragado.....	8
1.2.- Obras portuarias donde se puede requerir el dragado.....	10
2.- CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS DRAGAS.	
2.1.- Clasificación de las dragas.....	13
2.1.1.- Dragas de tipo mecánico.....	14
2.1.1.1.- Dragas de cangilones o de rosario.....	14
2.1.1.2.- Dragas de Grúa.....	16
2.1.1.2.1.- Dragas de cucharón.....	20
2.1.1.3.- Dragas Mixtas o universales.....	21
2.1.2.- Dragas hidráulicas.....	23
2.1.2.1.- Dragas hidráulicas estacionarias.....	23
2.1.2.2.- Dragas hidráulicas autopropulsadas.....	39
2.1.2.2.1.- De autopropulsión tipo Chiapas.....	44
2.1.2.2.2.- Instalaciones fijas del dragado.....	46
2.1.2.3.- Mixtas o universales.....	47
2.1.2.3.1.- Dragas de brazo móvil.....	48
2.1.2.3.2.- Dragas de bomba "S".....	49
3.- PROCESO DE DRAGADO EN OBRAS PORTUARIAS.	
3.1.- Características de la embarcación mayor, promedio del puerto.	54
3.1.1.-Calado.....	54
3.1.2.- Plantilla (sección de los canales y/o dársenas).....	54
3.1.2.1.- Profundidades de proyecto.....	54
3.2.- Selección de la draga para su óptimo aprovechamiento.....	56
3.2.1.- Movilización.....	60
3.3.- Accesibilidad a la zona de dragado.....	63

3.4.- Obra a realizar.....	63
3.4.1.- Localización y plano de dragado.....	63
3.5.- Proceso de dragado.....	64
3.5.1.- Programa de dragado.....	68
3.5.2.- Utilización.....	69
3.6.- Distancia de zona de tiro.....	71
3.7.- Cubicación.....	72
4.- PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.	
4.1.- Fallas más comunes.....	78
4.2.- Componentes de dragado que más comúnmente fallan.....	80
4.2.1.- Máquinas herramientas en la draga.....	82
4.3.- Tipos de mantenimiento.....	82
4.3.1.- Programa preventivo.....	83
4.3.2.- Programa correctivo.....	84
4.4.- Presupuestos para reparación.....	85
5.-IMPACTO ECOLÓGICO DEL DRAGADO EN OBRAS PORTUARIAS.	
5.1.- Normas y Reglamentos del Impacto Ecológico en dragado.	87
5.2.- Impacto Ecológico, generado por el dragado.....	93
5.2.1.- Contaminación por los materiales de tiro.....	94
CONCLUSIONES.....	96
ANEXO "A".....	97
GLOSARIO DE TÉRMINOS EMPLEADOS EN EL DRAGADO.....	113
BIBLIOGRAFÍA.....	121



INTRODUCCIÓN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INTRODUCCIÓN.

Los puertos constituyen uno de los intercambios comerciales de transporte más importantes, ya que son el punto de intercambio y de enlace entre el transporte marítimo y terrestre, ambos inciden directamente en el resultado final de la operación portuaria y del desarrollo comercial del país.

Los puertos forman parte del engranaje que mueve nuestra economía; en todo el mundo, crean la apertura comercial a ritmo acelerado.

Para lograr un acceso apropiado a un puerto, es importante mantener el calado, mediante el dragado. Por su importancia dentro de la técnica portuaria, forma una rama independiente que entra en la llamada Ingeniería del Dragado, cuya especialización es una de las más detalladas, dentro de la Ingeniería Portuaria.

El dragado es fundamental en las obras portuarias entre otras razones, debido a que en el mapa económico de México, por oriente y occidente, las grandes vías de comercio y de comunicación, circundan y limitan, requiriendo de condiciones especiales para sus embarcaciones, al ingresar a México.

En los últimos años, la comunicación marítima y portuaria se ha convertido de vital importancia, ya que en México gran parte de las importaciones y exportaciones, son realizadas a través de vías marítimas, lo que contribuye a mejorar la economía nacional y se seguirá logrando, si utilizamos embarcaciones más modernas y de mayor dimensión e incrementamos los puertos.

El aumento de los calados necesarios, va tomando tal preponderancia dentro del conjunto de las características del puerto, que todo lo referente a su aumento y mejora o conservación, tiene una vital importancia. La mayoría de las embarcaciones extranjeras y algunas de México, actualmente son de gran calado. Por ésto, se requieren más trabajos de dragado, ya sea para proporcionar mayor profundidad, ampliar la zona de abrigo o construir un puerto nuevo.

Un puerto que tenga el calado requerido por los buques y no cuente con todas las instalaciones y equipos necesarios para poder realizar las diversas maniobras, puede operar, pero un puerto que no tenga suficiente profundidad, no podrá dar abrigo al buque, por lo que no podrá operar, aún cuando tenga todas las instalaciones y equipos necesarios para poder realizar las maniobras.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES DEL DRAGADO

CAPÍTULO 1.

ANTECEDENTES DEL DRAGADO.

El dragado tuvo su origen en las naciones marítimas de Europa, con la necesidad de facilitar la navegación en canales y puertos, tan importantes para el desarrollo nacional e internacional.

1.1. GENERALIDADES DEL DRAGADO.

La profundidad es el elemento básico de la infraestructura portuaria, sin ésta, se pierde dicha infraestructura, sin la cual no se puede servir a las embarcaciones del puerto. La profundidad exige un mantenimiento cuidadoso, todos los materiales que se depositan en el fondo, deben ser retirados para mantener el calado.

Se nombra dragado, a la extracción de materiales (fango, arena, grava, etc.) bajo el fondo del mar, en los puertos, así como en ríos y canales navegables, con el fin de aumentar la profundidad, descargando estos azolves en las zonas de depósito; pueden ser en agua, o utilizarlos como rellenos en áreas bajas para asiento de instalaciones industriales y de urbanización, terrenos ganados al mar o "reclamación" o simplemente para sanear terrenos pantanosos que originan condiciones insalubres en algunas localidades.

1.1.1. ANTECEDENTES DEL DRAGADO.

Las operaciones de dragado, deben cumplir una doble función, extraer el material y conducirlo hasta el lugar de descarga o depósito de tiro.

Los materiales que pueden ser extraídos al efectuar el dragado, son los productos resultantes de la erosión originada, tanto por las aguas de mar y de los ríos, así como por la acción eólica que constantemente desprende partículas sólidas de la corteza terrestre que son arrastradas a los fondos marinos, las cuales son conducidas por las corrientes, depositándolas en áreas con mareas en calma (arrastre litoral).

Los principales agentes destructores como el oxígeno, anhídrido carbónico, y la humedad atmosférica, penetran en las rocas, originando su descomposición y disgregación. En estas condiciones, son más fácilmente atacadas por los demás elementos, a los que se les suma la acción de los seres vivos, esencialmente la de los microorganismos que tan eficazmente contribuyen con su labor.

Dentro de los primeros dragados realizados en nuestros puertos, empezaré por mencionar el de Tampico, puerto situado en la margen izquierda del río Pánuco, en el Estado de Tamaulipas, el cual

desde que el país inició su vida independiente, apuntó como el segundo en importancia en el golfo, debido a que su situación geográfica, está más al norte de Veracruz.

La Compañía del Ferrocarril Central Mexicano, inició el 18 de Marzo de 1890 en Tampico, la construcción de las escolleras, obras interiores, profundizar la barra y todo lo necesario para su buen funcionamiento en el Pánuco para poder facilitar el tráfico marítimo del puerto, de acuerdo con un contrato que le otorgó el Gobierno Federal, el 30 de Agosto de 1888, con la intervención por parte del General Carlos Pacheco, Secretario de Estado y Despacho de Fomento y el C. Sebastián Camacho en representación de la Compañía del Ferrocarril Central.

La profundidad de la barra, antes de iniciarse las obras de las escolleras, era de 3 metros y al terminarse, de 5 metros antes de efectuar el primer dragado, dejando una profundidad variable entre 6 y 8 metros, al terminar el dragado.

1.1.2. TIPOS DE DRAGADO.

Existen dos tipos de dragado, el de construcción y el de conservación ó mantenimiento.

El dragado de construcción, se realiza cuando es necesario crear o aumentar profundidades, dimensiones en planta, o ambos. Es conveniente emplear el material extraído para relleno, si éste es adecuado para tal fin, ya que es práctica usual y además económica; la combinación de estas dos funciones, la excavación del material subacuático para aumentar el tirante de agua y el aprovechamiento de estos azolves que se descargan directamente en la zona, con objeto de elevar las cotas de un terreno, o bien ganar terreno al mar (reclamación).

El dragado de conservación o mantenimiento, puede ser de tipo periódico o discontinuo y continuo o permanente. Su finalidad, es retirar los azolves que se originan por corrientes, marejadas, acarreo litorales, etc., el primero, se efectúa con cierta periodicidad de acuerdo al volumen de material que se deposite en la zona. Estos dragados, se llevan a cabo en los puertos, canales, etc., en donde el azolve es menor, para ser difundidos en las dársenas con reserva de profundidad. La observación periódica mediante sondeos, indicará el agotamiento de esa reserva y el tiempo en que debe disponerse el dragado para eliminar los depósitos. Los dragados continuos, se realizan esencialmente en los canales de navegación, barras de los ríos, etc., donde los arrastres de sedimentos, son de tal consideración que exigen que continuamente sean retirados, con el fin de

mantener permanentemente la máxima profundidad requerida por las embarcaciones que operan en el puerto.

Para la ejecución de estas obras, se han perfeccionado diversos equipos que son más o menos aptos para los distintos suelos y condiciones del medio, produciendo rendimientos, costos, y vida útil variable, según sea acertado o no, su empleo en la obra.

Con el fin de que el dragado resulte al menor costo posible, deberá determinarse el equipo óptimo para cada caso, así como la organización de los procedimientos para obtener el máximo rendimiento y finalmente la determinación de los volúmenes realizados y su costo.

Un dragado puede ser originado por las siguientes causas:

- a) Mejora de calados.
- b) Apertura de nuevos cauces.
- c) Mantenimiento de calados.
- d) Relleno, obtención de suelos y/o reclamación de terrenos.
- e) Cimentaciones de obras.
- f) Varios (obtención de materiales, urbanizaciones, acrecentamiento por acarreo litoral, etc.).

Prescindiendo del último grupo, el resto de las causas son originadas por necesidades de la navegación o de las instalaciones y zonas portuarias o ciudades(reclamación).

Por tanto, prácticamente se pueden presentar dos casos: Aquellos en los que el dragado forma parte de un plan conjunto, con características fijas que no son necesarias de justificar y aquellos en los que en el dragado, es prácticamente la totalidad de la obra y deben determinarse en el proyecto, las características de la misma y justificar la solución.

En los primeros, bastará anexar una aclaración del objeto del proyecto e indicar el estudio de las características de la obra. En los segundos, en cambio, hay que incluir el estudio de las necesidades y la elección de las características adoptadas. En los dragados, los puntos fundamentales son los de la extensión en planta y profundidad, cuyas características forman parte de la técnica portuaria.

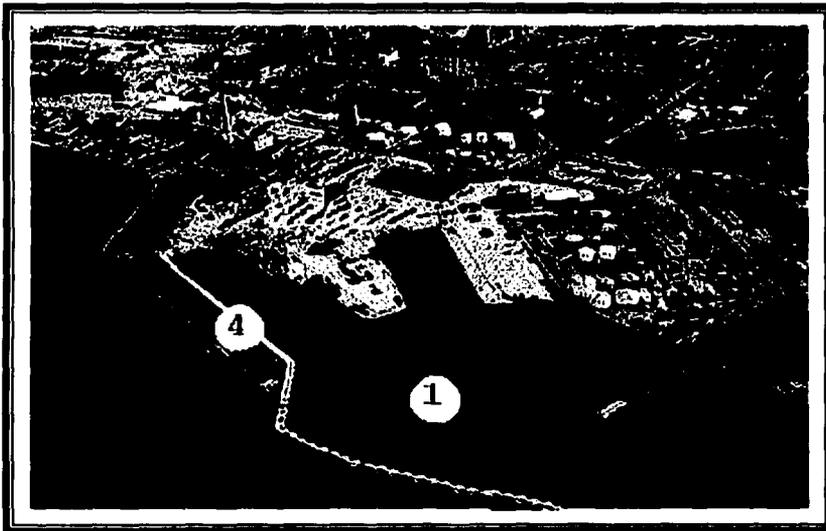
1.2. OBRAS PORTUARIAS DONDE SE PUEDE REQUERIR EL DRAGADO.

La expansión de la infraestructura portuaria de México, implica la necesidad de efectuar importantes obras de dragado, tanto para su construcción como para su mantenimiento.

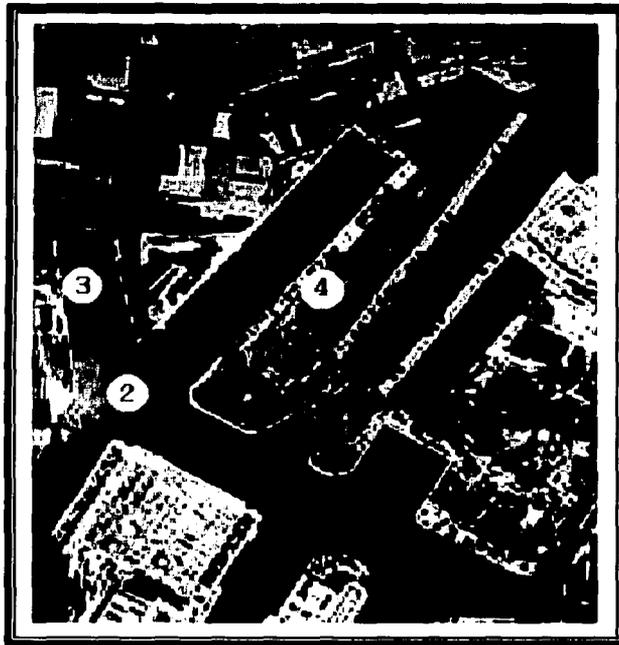
El dragado se realiza como una consecuencia de los requerimientos de los puertos, para atender el comercio marítimo, el turismo y la industria, lo que ha obligado a efectuar los dragados en la bocana, canal de acceso y canales de navegación secundarios, dársenas de ciaboga, de maniobras y servicio, muelles, etc.

A continuación se muestran las zonas del puerto donde se requiere el dragado(Fig. A,B,C)

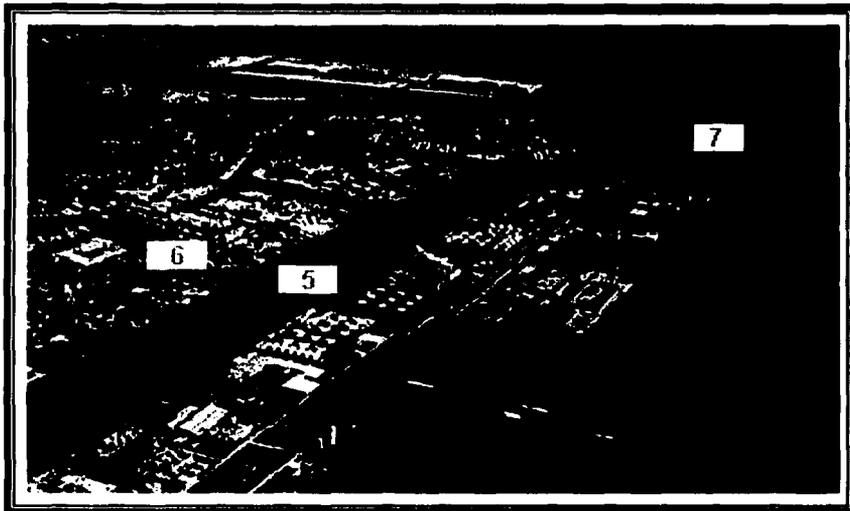
- 1.- Dársena de ciaboga.
- 2.- Dársena de maniobra.
- 3.- Dársena de servicio.
- 4.- Muelles.
- 5.- Canal de navegación.
- 6.- Canales secundarios.
- 7.- Bocana.



(FIG. A) UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE DRAGADO.



(FIG. B) UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE DRAGADO.



(FIG. C) UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE DRAGADO.

CAPÍTULO 2

CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS DRAGAS.

CAPÍTULO 2.

CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS DRAGAS.

Podemos definir a la draga, como una embarcación especialmente dispuesta y con los medios necesarios para limpiar o extraer material del fondo de los puertos, ríos, dársenas, canales, espacios azolvados, etc.

2.1. CLASIFICACIÓN DE LAS DRAGAS.

Las dragas, pueden ser clasificadas en dos grandes grupos. Mecánicas e Hidráulicas.

Al primer grupo pertenecen las de cangilones o de rosario, las de grúa (con almeja, granada o garfios) y las de cucharón. Todas éstas, podemos considerarlas como tipos básicos de las dragas mecánicas que debido a su construcción relativamente sencilla, son muy fácilmente accesibles.

Corresponden al segundo grupo, las dragas hidráulicas que combinan la operación de extraer el material, con la de su transporte hasta el lugar de depósito o tiro, mezclándolo con el agua y bombeándolo como si fuera fluido.

Los tipos básicos de este grupo, son las dragas estacionarias y las de autopropulsión con tolva. Al primer grupo corresponden las dragas estacionarias de succión simple y las estacionarias de succión con cortador. El segundo grupo comprende las dragas de autopropulsión con tolva y succión que puede ser por tubo lateral o con escala de dragado a proa, popa o al centro.

Las dragas hidráulicas estacionarias, llevan como unidades básicas: La bomba de dragado, el cortador y el winche o malacate o central de winches, con sus motores correspondientes. Para que la eficiencia de las máquinas sea la óptima, deben estar perfectamente equilibradas en dimensiones y potencia. La bomba de dragado, debe ser lo suficientemente potente para succionar el material removido por el cortador y descargarlo hasta el depósito. El diseño del cortador, debe ser el adecuado y con suficiente potencia para desalojar el material por dragar. El winche que acciona los traveses, debe tener la potencia necesaria para forzar al cortador en el material a dragar.

Por todo lo anterior, el diseño de una draga, es factor básico y determinante en su economía y eficiencia de funcionamiento y requiere características especiales en sus componentes y sencillez, así como resistencia para la operación, sin problemas.

2.1.1. DRAGAS DE TIPO MECÁNICO.

Fueron las primeras que se usaron y en ciertas obras, son insustituibles a pesar de que su alcance de descarga es muy limitado. En ocasiones son desmontables y pueden ser transportadas vía terrestre.

2.1.1.1. DRAGAS DE CANGILONES O DE ROSARIO.

Las dragas de este tipo (Fig.1), llevan un pozo en el plano de crujía del casco, por el cual se arría la escala para efectuar el dragado. La escala es una estructura de acero, que sirve de apoyo y guía a la cadena de cangilones (Fig. 2), la cadena, es accionada por una rueda motriz, situada en una estructura alta o torre que sostiene también los canales de descarga.

Los cangilones, son unas cazoletas de acero con bordo reforzado en el lado de ataque o corte, el agua se elimina mediante unos barrenos, los cuales llevan ese fin. Cuando el material que se draga es muy duro, los cangilones van provistos de dientes, semejantes a los de las palas excavadoras terrestres. Los cangilones, son llenados de material subacuático, al pasar por la parte inferior de la escala y al llegar a la parte superior de su recorrido, son vertidos en unos canales transversales que descargan en chalanes-tolva o gánguiles abarloados a los costados de la draga. Su capacidad varía de 0.085 m³ a 0.60 m³; hay hasta de 0.90 m³ de capacidad por cangilón.

La cantidad de material extraído por hora, puede calcularse con la siguiente expresión:

$$Q = C * P * N * 60$$

Donde Q = Cantidad de material extraído por hora, en m³/hr.

C = Capacidad del cangilón, en m³.

P = Porcentaje de llenado del cangilón.

N = Velocidad del cangilón, por minuto.

Debido a las circunstancias de obra, en la práctica el cangilón se llena únicamente al 60 ó 70 % de su capacidad. De acuerdo a la capacidad, el rendimiento mensual aparece en la siguiente tabla:

CAPACIDAD DE LOS CANGILONES		RENDIMIENTO MENSUAL	NOMINAL
PIES ³ .	m ³ .	m ³ .	m ³ .
4	0.11	68 805	90 000
5	0.14	84 409	110 000
7	0.20	114 675	150 000
9	0.25	145 225	190 000
11	0.31	175 835	230 000
14	0.40	206 415	270 000
17	0.48	244 640	320 000
21	0.60	282 865	370 000

El rendimiento de una draga de cangilones o de rosario, es siempre mayor que las de grúa (con almeja o granada) y las de cucharón, debido a que su ciclo de trabajo es continuo.

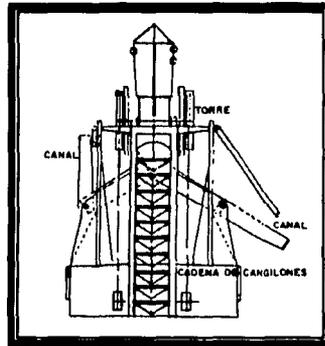


Fig.1. Componentes de una draga de cangilones.

El fondeo de la draga para su operación, se hace por varios puntos, principalmente hacia proa, por ser generalmente el lugar de ataque o dirección en que se tiene la escala de dragado. El tendido, se efectúa mediante un fuerte winche que va en el puente o caseta. Los cables proporcionan la fuerza de apoyo precisa para el dragado.

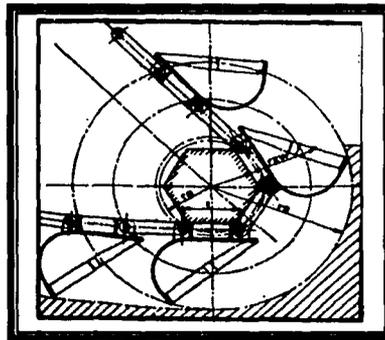


Fig. 2. Cadena de cangilones en proceso de carga.

Este tipo de dragas puede ser estacionaria (Fig. 3a) o de autopropulsión con la escala hacia popa (Fig. 3b) o hacia proa.

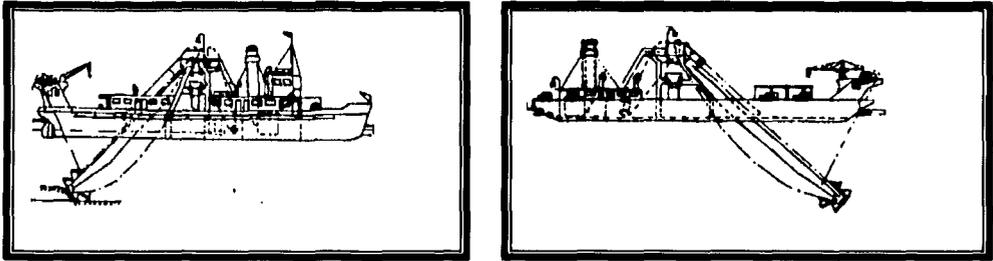


Fig. (3a, 3b) Tipos de dragas con cangilones.

Este tipo de dragas, son de construcción robusta para su empleo en cualquier tipo de material, aún en fondos rocosos; se utilizan también en la obtención comercial de grava y arena. Pueden dragar a 16 metros de profundidad, pero existen algunas que alcanzan los 22 metros.

La construcción y conservación, es más costosa que en las de succión, pues tienen más peso por unidad de potencia de excavación y mayor número de piezas sujetas a desgaste. No son adecuadas para la navegación en mar, por tener su centro de gravedad demasiado alto. Su traslado es siempre peligroso.

El mejoramiento de estas dragas, ha seguido un desarrollo constante. Los holandeses han hecho las siguientes innovaciones:

- a) La torre o caballete desmontable, para permitir el paso bajo puentes y darle mayor estabilidad.
- b) Guías para cables de borneo, que permiten llevarlo verticalmente desde cubierta, hasta algunos metros de profundidad, siguiendo horizontalmente hasta los anclotes respectivos.
- c) Alojamiento para personal, para que las maniobras se mantengan de manera ininterrumpida o continua.

2.1.1.2. DRAGAS DE GRÚA.

Estas dragas, constan fundamentalmente de un chalán que lleva montada una grúa o pluma que oscila de babor a estribor y va provista de almeja, granada o garfio, de acuerdo al trabajo por ejecutar y se suspenden del extremo de la grúa, mediante un sistema de cables. Las almejas y granadas son de acero y de mucho peso para que al efectuar el dragado, se dirija de golpe hasta el fondo y muerda el material que lleva la grúa al exterior para depositarlo en su tolva, si la tiene, o en gánguiles, chalanes – tolva, abarloado a los costados.

Para extraer el material de fango, arena o mezclado con grava, es indicado utilizar la almeja normal (Fig. 4a) y para material compactado, se usa la almeja con dientes (Fig.4b). Existen tres tipos de almejas: pesadas, medianas y ligeras. La primera, se utiliza en excavación de material duro o compactado, la segunda para usos generales y la última para material ligero.

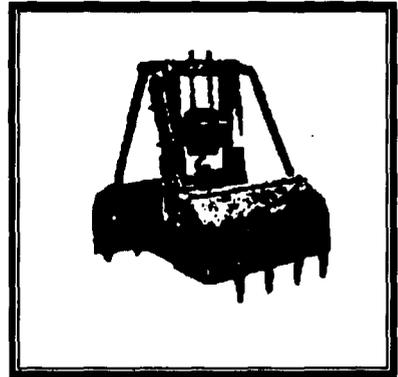
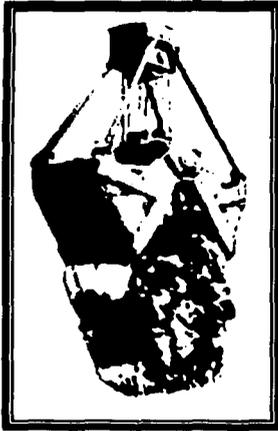


Fig.(4a , 4b) Tipos de almejas.

La capacidad de almeja se mide en tres formas:

- a) La de nivel de agua que es su capacidad, suponiéndola suspendida y llena de agua.
- b) La de línea de placa, que indica la capacidad del cucharón, siguiendo una línea a lo largo de la parte superior de la quijada.
- c) La copeteada, que es su capacidad cuando se llena al máximo ángulo de reposo de un material dado.

Para rocas ya quebradas, se utiliza la granada (Fig.5a), y para la extracción de grandes rocas, se emplean los garfios (Fig.5b).

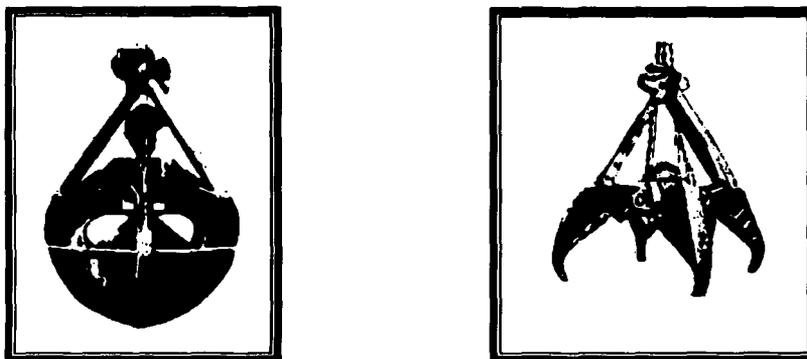


Fig. (5a, 5b) La granada y el garfio.

Estas dragas pueden ser estacionarias (Fig.6a) o de autopropulsión con simple, doble, triple o cuádruple grúa (Fig.6b y 6c).

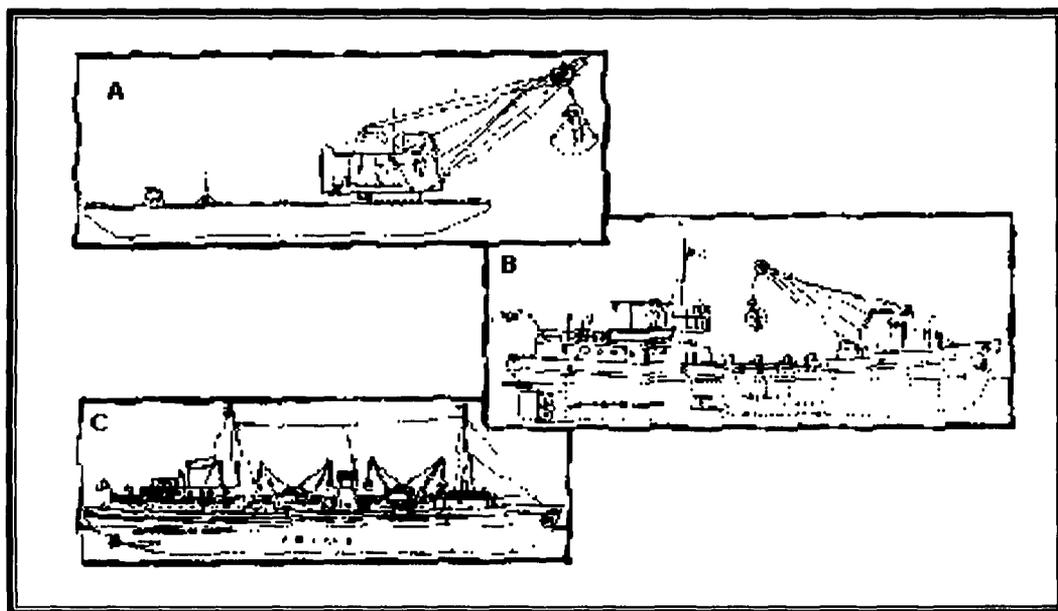


Fig.6 Tipos de dragas de grúa.

En el casco de las dragas estacionarias, se dispone de zancos colocados en los costados, en proa y en popa, destinados a fijar la draga para evitar movimientos por efecto de corrientes y vientos.

En la cabina, se encuentran los controles de operación de la draga y además, indicadores de profundidad de dragado, indicador de balanceo de la grúa y otro que marca cuando la almeja, granada o garfio, están cerrados o abiertos.

Esta draga, se emplea para complementar los dragados efectuados por otras unidades, en rincones y sitios a los que no llega fácilmente la boca de succión de las dragas hidráulicas o los cangilones de las dragas de rosario. También, se usa en pequeños dragados de limpieza, al pie de muelles, extracción de productos rocosos, limpieza de troncos y raíces y otras labores en que se trabaja primordialmente en dirección vertical.

La producción varía de acuerdo a varios factores que afectan éste tipo de draga:

- a) Dificultad para el llenado de la almeja.
- b) Tamaño de la carga por extraer.
- c) Altura de izado de la carga de material.
- d) Ángulo de oscilación de la grúa.
- e) Lugar de depósito del material.
- f) Habilidad y experiencia del operador.

El tiempo total del ciclo, T, se calcula de la forma siguiente:

$$T = C + L + O + D + OR + TP.$$

Donde: C = Tiempo de carga de la almeja.

L = Tiempo de levantamiento de la carga.

O = Tiempo de oscilación de la grúa.

D = Tiempo de descarga de la almeja.

OR = Tiempo de oscilación de regreso de la grúa.

TP = Tiempo perdido por aceleraciones, etc.

El número máximo de ciclos o granadazos por hora, será:

$$N \text{ máx.} = 60 \cdot 60 / T \text{ (en segundos, T).}$$

El volumen máximo de material dragado por hora, será:

$$V \text{ máx.} = N \text{ máx.} \cdot \text{Capacidad de almeja.}$$

2.1.1.2.1. DRAGAS DE CUCHARÓN.

Estas dragas, constan de un casco que soporta el mecanismo de excavación, análogo al de las palas terrestres. Fundamentalmente, se compone de un cucharón que va montado en el extremo de un brazo de ataque o aguilón, diseñado para poder deslizarse por el plano central de una pluma, con lo que se consigue una absoluta regulación en los movimientos del cucharón (Fig.7).

La capacidad de la draga de cucharón depende del tamaño de éste y se mide al ras del borde superior o volumen enrasado, a diferencia del copeteado que se obtiene en las dragas terrestres.

Las dimensiones normales del cucharón, son las siguientes: $\frac{3}{8}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1, $1 \frac{1}{4}$, $1 \frac{1}{2}$, 2 y $2 \frac{1}{2}$ yardas cúbicas. Dragas de mayor capacidad, suelen fabricarse sobre pedido especial.

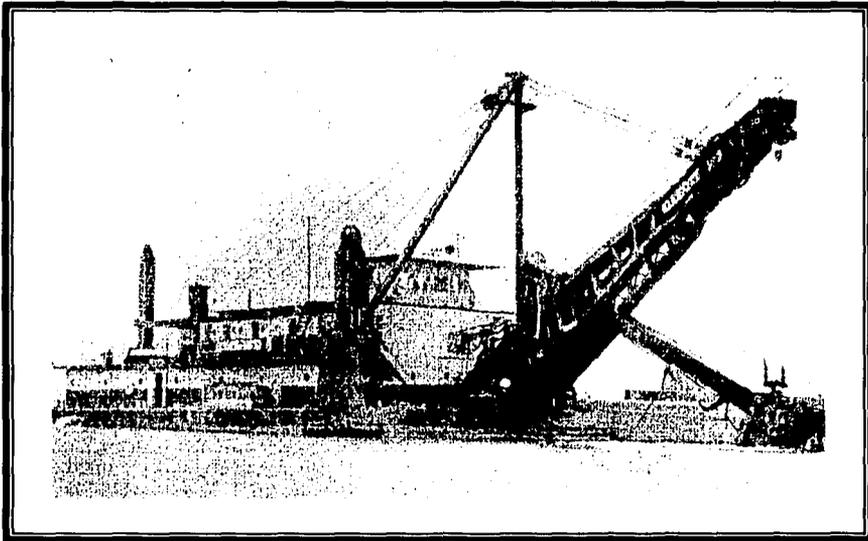


Fig.7. Draga de cucharón.

Como partes básicas de estas dragas, también se incluye la cabina o caseta de control y el winche o malacate.

Las dragas de cucharón van provistas de dos zancos, ubicados en proa que sujetan el casco a fin de formar una plataforma de trabajo estable y otro en popa que sirve de punto de giro para mantener la draga en posición adecuada de dragado. Para efectuar el dragado, se introduce el cucharón en el material del fondo y se le fuerza a través de la flecha, al mismo tiempo se aplica la tensión del cable que va al malacate y que jala al cucharón hacia arriba del corte. Una vez que se

encuentra a suficiente altura sobre el nivel del agua, es colocado en chalanes-tolva, gánguiles o depositado en la orilla.

Con esta draga, también se pueden extraer trozos grandes de conglomerado de roca hasta de 36 ton., de acuerdo a la capacidad de la grúa y del cucharón, pues los productos obtenidos no han de recorrer ningún paso estrecho.

La profundidad óptima de corte, es aquella en la que el rendimiento obtenido es máximo, y depende de los siguientes factores:

- a) La calidad del material.
- b) La profundidad de corte.
- c) El ángulo de oscilación.
- d) La habilidad del operador.

Sí la profundidad de corte es correcta y tomando en cuenta la calidad del material y el tamaño del cucharón, llegará lleno a la parte superior. Si esta profundidad es mayor de la requerida, será necesario reducir la profundidad de penetración del cucharón.

2.1.1.3. DRAGAS MIXTAS O UNIVERSALES.

Las dragas mixtas, son aquellas que combinan sobre el mismo casco, los sistemas de succión y cucharón, de rosario con una de cucharón o con un rompe-rocas(Fig.8) u otro arreglo que permita preparar o completar ciertos dragados.

Los gánguiles o chalanes-tolva, no pertenecen a ninguna clasificación por no ser propiamente una draga; pero son auxiliares esenciales de las dragas de tipo mecánico, por lo que de manera breve, se describen enseguida sus características principales.

Son barcazas destinadas a recibir, transportar o verter en el fondo del mar u otro lugar conveniente, el material de dragado. Están provistas de tolvas interconstruidas, dotadas de sus correspondientes compuertas, con dispositivos de operación mecánica o hidráulica, para abrirlas y vaciar el material.

Algunos gánguiles son diferentes, no llevan timones ni compuertas en el fondo. La tolva se encuentra en el centro superior y los tanques de agua para volcarla, se hallan en los costados. La descarga del gánguil, se hace a control remoto inundando uno de los tanques laterales, con lo cual cambia el centro de gravedad del chalán que comienza a ladearse y finalmente da la vuelta,

descargando el material de la tolva. Una vez que el material y el agua del ataque lateral, han sido desalojados, el gánguil recupera su posición normal (Fig.9).

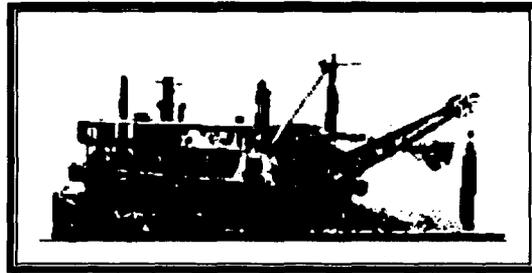


Fig.8. Draga mixta equipada con cucharón y rompe-rocas.

Existen otros gánguiles que se abren por la parte inferior, a lo largo de su eslora para desalojar el material. Otro tipo de éstos, son los de autopropulsión o dispuestos para ser remolcados, pero ya sean de una u otra clase, se abarloan al costado de las dragas, para recibir los productos excavados.

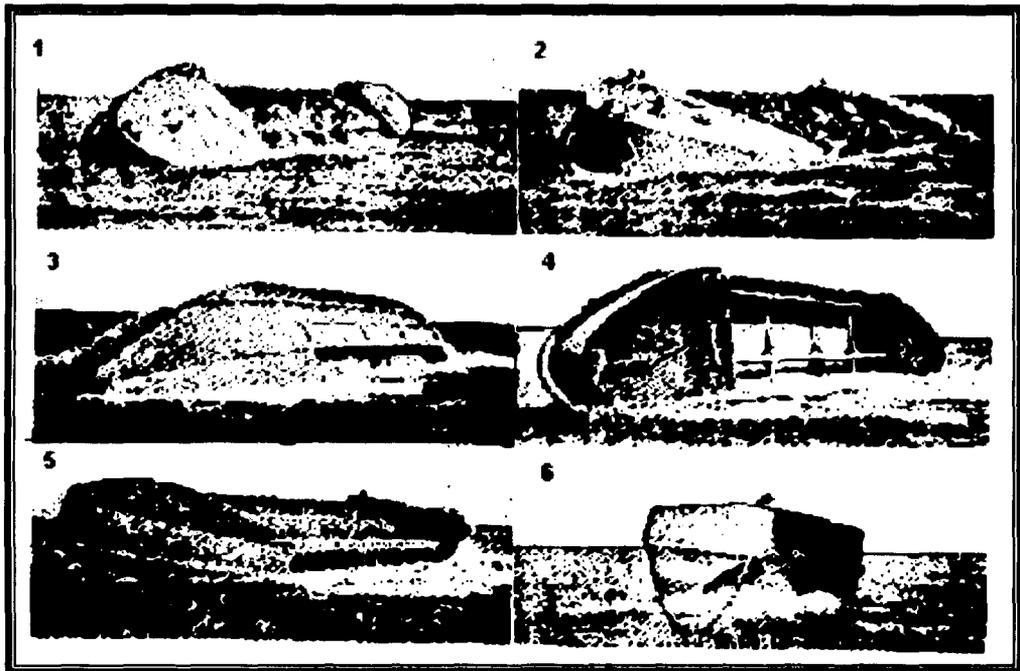


Fig.9 Diferentes etapas de la descarga de un gánguil, tipo volcador o autodrizante.

2.1.2. DRAGAS HIDRÁULICAS.

Estas dragas son más versátiles, económicas y eficientes que las mecánicas, ya que realizan las dos operaciones, por medio de una unidad integral.

2.1.2.1. DRAGAS HIDRÁULICAS ESTACIONARIAS.

Este tipo de draga, se divide en dos clases:

- a) De succión simple.
- b) De succión con cortador.

a) ESTACIONARIAS DE SUCCIÓN SIMPLE.

Esta clase de draga, es la más sencilla de las hidráulicas y como partes fundamentales, consta de:

- El casco, construido de lámina de hierro o acero que puede ser de una pieza o seccionado para facilitar su transporte. En él, se dispone la maquinaria, winches, cabria del tubo de succión, caseta de control, etc.
- La bomba centrífuga de dragado de diseño especial, cuya fuerza de succión es lo único que se emplea para extraer el material del fondo. En las actuales bombas, las partes sujetas a desgaste, llevan revestimiento de acero resistente a la abrasión con dureza brinell de 400 a 650. La envolvente, exige poco maquinado y su duración es dos veces mayor que la de antiguos modelos.
- El tubo de succión que aspira la mezcla por una boquilla, colocada en un extremo inferior y a la que se instala a veces un agitador o chorro de agua para remover el material y así facilitar su aspirado.
- La conexión flexible entre la tubería de succión y la móvil que se arría, hasta el fondo para el dragado, se hace mediante un manguito de hule, armado con alambre y capas de lona, afirmado mediante abrazaderas. Ésto, permite el libre movimiento del tubo de succión.
- El aparejo para la maniobra del tubo de succión, se afirma en una pluma o cabria y se acciona mediante un winche que también, se emplea para los cables de traveses, largo y el de retroceso, utilizados en el movimiento de la draga durante su operación (Fig.10).

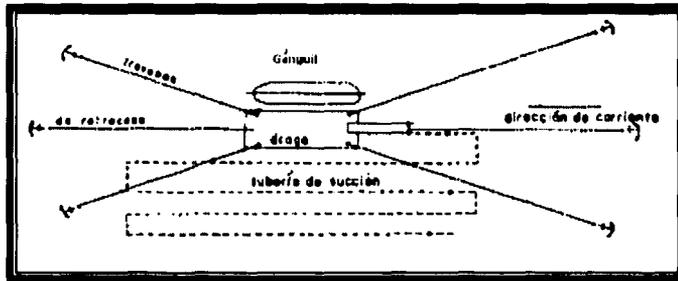


Fig.10 Operación de una draga de succión simple.

Estas dragas (Fig.11), se emplean en aguas tranquilas para succionar materiales sueltos o de fácil flujo como fango o arena. Con dificultad, pueden dragar conglomerados de arena con arcilla y arcilla con barro; los extractos duros o compactados, no son factibles de extraer con dragas de este tipo, así como cualquier otro material que no pueda ser removido fácilmente.

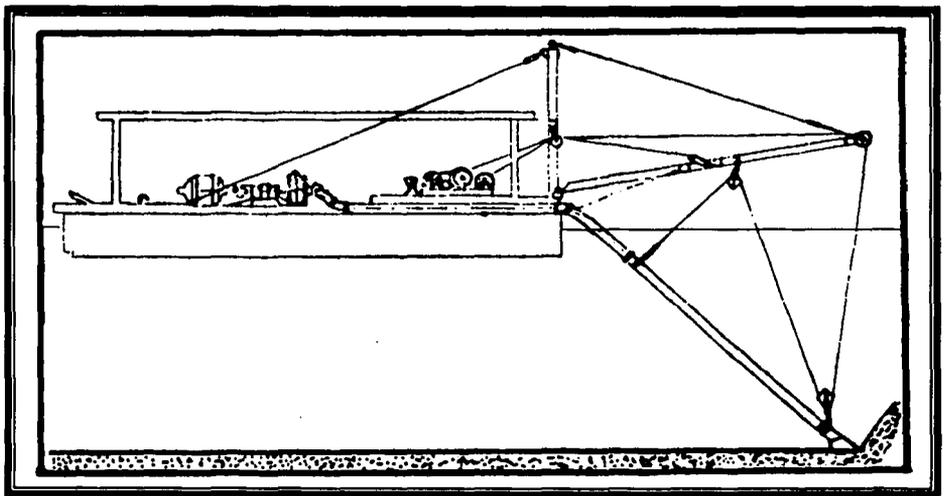


Fig.11 Dragas estacionaria de succión simple.

b) ESTACIONARIA DE SUCCIÓN CON CORTADOR.

Esta clase de draga tiene todos los elementos necesarios para cortar y disgregar el material del fondo que mezclado con el agua, es succionado por la bomba centrífuga y descargado en el sitio, previamente elegido. La excavación y el transporte del material, se hacen por unidad integral, por lo

que resulta práctica y económica, esta clase de draga para la mayoría de los trabajos de dragado. (Fig. 12).

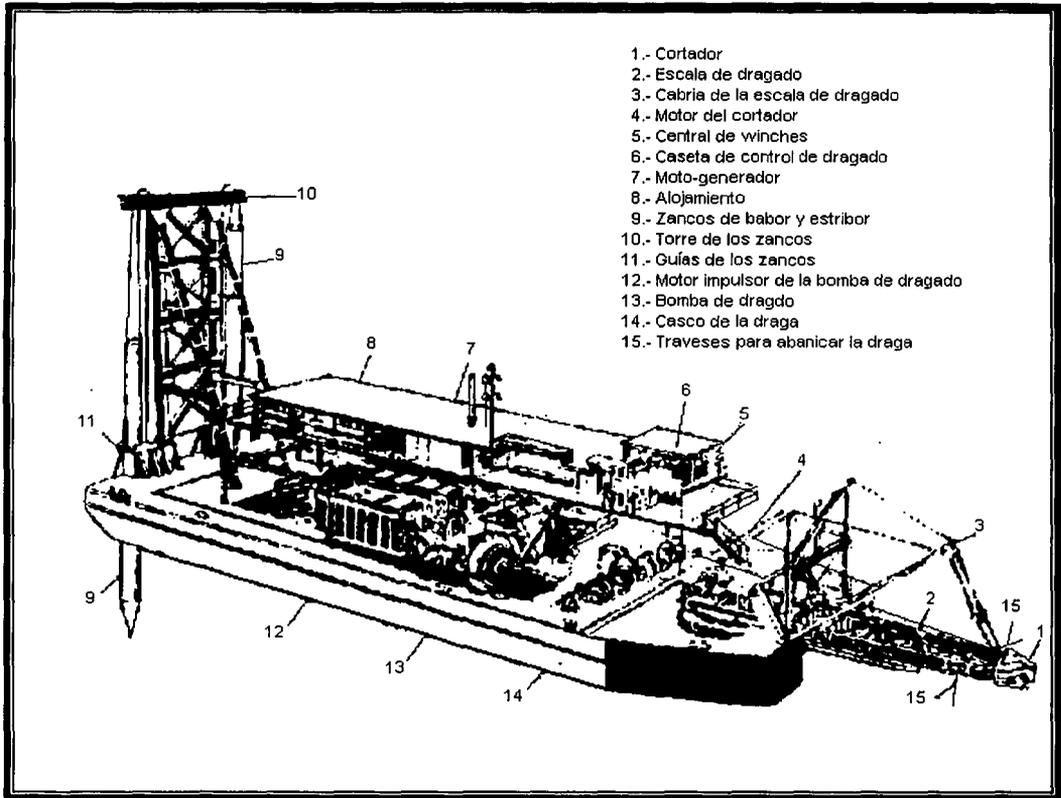


Fig. 12 Dragas estacionaria de succión con cortador.
 Seccionada para mostrar los interiores.

El casco, se construye de una pieza resistente o en dragas pequeñas y medianas seccionadas para facilitar el transporte al lugar de operación (Fig.13). El seccionamiento aumenta los costos iniciales en un 4 %.

La bomba de dragado, es el aparato más importante en la draga hidráulica y en su construcción, se procura que reúna los requisitos siguientes:

- a) Alto rendimiento que permita emplear la maquinaria de impulsión más pequeña y como consecuencia, de menor consumo de combustible.

- b) Seguridad en el funcionamiento para prevenir paros de la draga que significan erogaciones costosas.
- c) Facilidad de desmontaje que reduce favorablemente los costos de conservación.

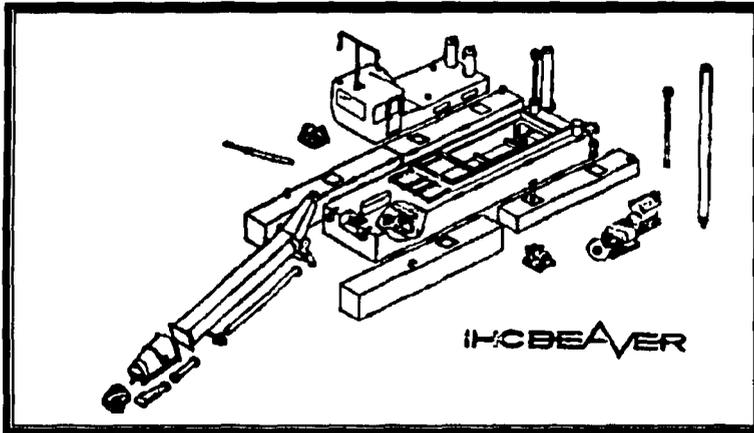


FIG. 13 draga de casco, seccionado para facilitar su transporte al lugar de operación.

CORTESIA DE I.H.C. HOLANDA.

El rendimiento de estas dragas, se calcula en metros o yardas cúbicas de material molido, bombeado por hora, el cual depende no sólo de la clase de éste, sino también del diámetro de la tubería de descarga, de su longitud y elevación en el punto terminal, de la potencia de la bomba del cortador de los winches, de los traveses y fundamentalmente de la habilidad de los dragadores que auxiliados por un sin número de aparatos, pero apoyados más que nada en su habilidad y experiencia, efectúan con la máxima productividad, cortes y labores no visibles, por estar cubiertos por el agua.

Hace algunos años, el rendimiento se calculaba a base de una mezcla del 10% de sólidos y el 90 % de agua, actualmente las bombas son más potentes, y con frecuencia extraen mezcla con más de 20% de material. Las diversas condiciones del dragado, no permiten tabular los rendimientos, pero en la siguiente tabla, se muestran rendimientos comparativos preliminares.

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA		METROS CÚBICOS POR HORA (10%)	METROS CÚBICOS POR HORA (20 %)
152mm	6"	25	50
203mm	8"	50	100
254mm	10"	70	140
304mm	12"	100	200
406mm	16"	170	340
457mm	18"	220	440
508mm	20"	270	540
609mm	24"	380	760
711mm	28"	550	1100
762mm	30"	600	1200

Los factores que intervienen en el cálculo del rendimiento de una draga de este tipo, son: área de la tubería de descarga, velocidad de la mezcla medida en el extremo del tubo y el porcentaje de sólidos en la mezcla.

Ejemplo:

Diámetro interior de la tubería de descarga: 500mm.
 Área de la sección de la tubería: 0.196 m².
 Velocidad calculada: 3.66 mts./seg.

El gasto en una hora será:

$$Q = 0.196 \times 3.66 \times 3600 = 2587 \text{ m}^3.$$

Si la cantidad de sólidos es de 10 % se tendrán: 260 m³ por hora aproximadamente.

La medición de la velocidad de descarga, se hace utilizando un dispositivo como el mostrado en la (Fig. 14), procurando que el último tramo de la línea, se encuentre horizontal.

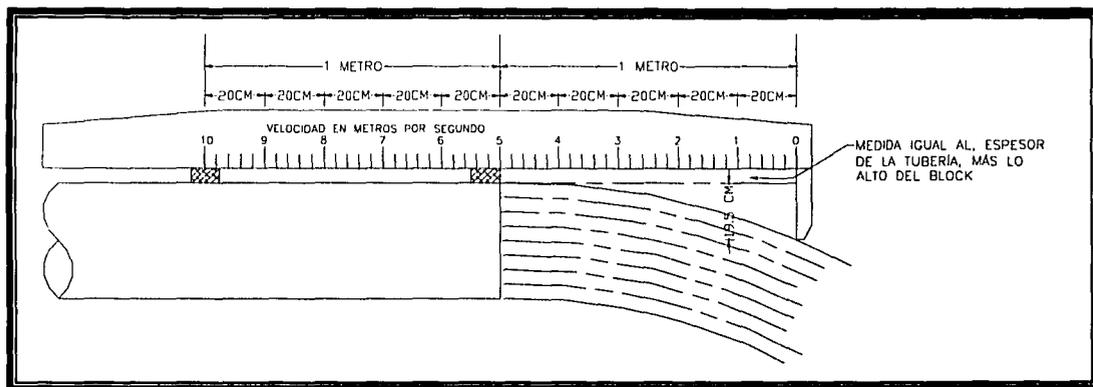


Fig.14 Dispositivo para medir la velocidad de descarga.

Las caras superiores de estos prismas, deberán estar alineadas con la superficie interior del tubo de descarga. Se hará una regla de madera de 2.50 metros de longitud, con una saliente en uno de sus extremos de 19.50 cm., formando un ángulo recto con ella. A esta longitud, se le agregará el grueso de los soportes, más el espesor del tubo.

La regla sé gradúa en 10 divisiones de 20 cm. Correspondiendo cada 20 cm., a un metro por segundo. El cero de la escala, debe coincidir con la interior del saliente de la regla. Para medir la velocidad del agua, deslícese la regla sobre los soportes de madera, hasta el extremo inferior del saliente; enrase la superficie superior del chorro de descarga, entonces podrá leerse directamente la velocidad en metros por segundo(mts./seg.), en el lugar en que la regla coincide en estas condiciones, con el extremo del tubo. La lectura correspondiente a este ejemplo, es de 5 mts./seg.

De una manera sencilla, se describen a continuación las partes principales de esta draga y su funcionamiento, dentro del conjunto, a saber:

a) Caja separadora de piedras. Tiene la función de evitar el paso de piedras de tamaño más o menos grande, a través de la rejilla de succión, hacia el cuerpo de la bomba donde provocan averías importantes e incluso, a través de la bomba donde perturban la velocidad normal de la mezcla y obstruyen la tubería. Están construidas de acero fundido, con forma de prisma rectangular o cilíndrica. Llevan una rejilla y una compuerta o tapa estancia, que permite extraer fácilmente los cuerpos interceptados; va instalada bajo cubierta, entre la bomba de dragado y la conexión con la tubería de succión de la escala (Fig.15).

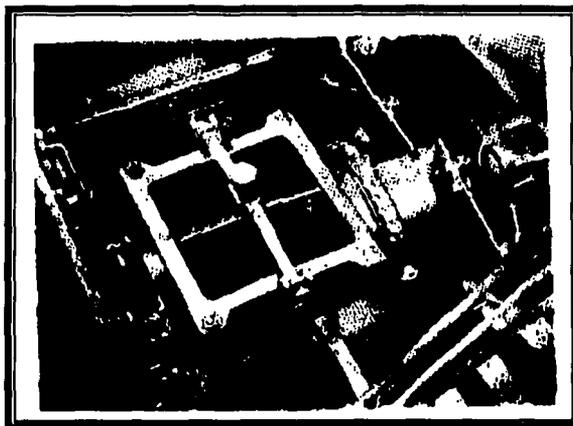


Fig.15 Caja separadora de piedras en forma de prisma rectangular.

b) Escala de dragado. Este aditamento tiene tres funciones: Soporta la tubería de succión, protegiéndola de golpes, soporta las chumaceras que mantienen alineado el eje del cortador y su función primordial, permite ajustar el dragado a la profundidad requerida, dentro de los límites de su longitud (Fig.16). El ángulo de inclinación de la escala, no debe exceder de 45 grados para que ésta, no se atore en el fondo marino por causa del oleaje.

El peso de la escala, varía entre 15 y 250 ton. y su longitud de 7 a 68 metros, con una escala de 68 metros. de longitud y un ángulo de 42 grados, se puede dragar a una profundidad determinada por la siguiente expresión:

$$P = L * \text{sen } A = 68 \text{ SEN } 42 = 45.5 \text{ metros.}$$

Donde: P = Profundidad de dragado.

L = Longitud de la escala.

A = ángulo que forma la escala con la horizontal, en el punto de giro.

La maniobra de la escala, se efectúa mediante una pluma o cabria que sostiene el aparejo cuyos guarnes o aparejo de cable de acero, laboran en poleas para izarla o arriarla, hasta la distancia requerida. El movimiento puede efectuarse mediante un pistón, pero sólo es aplicable en dragas pequeñas.



Fig.16 Escala de dragado de la draga "Morelos".

c) Cortador. Este es un dispositivo giratorio, instalado en el extremo inferior de la escala de dragado, que sirve para cortar, disgregar y remover el material a fin de que la bomba de dragado en terrenos duros o compactados, dentro de ciertos límites, y aumenta en forma apreciable la eficiencia de las dragas hidráulicas, ya que asegura el suministro de material suelto, a la boquilla de succión,

por lo que es aspirado mediante la bomba de dragado y descargado por la tubería, hasta el lugar de depósito. Los cortadores, se clasifican en dos tipos principalmente (Fig.17):

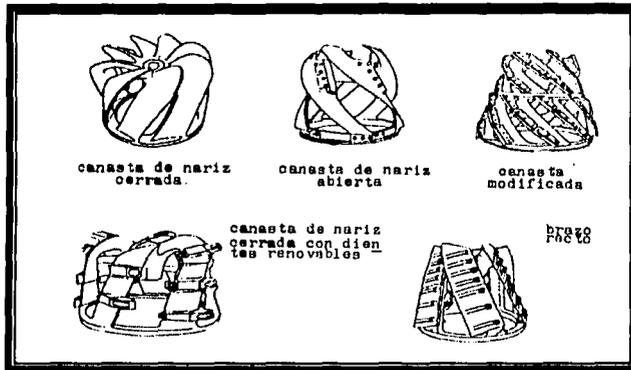
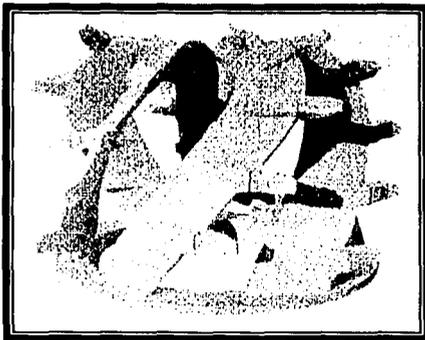


Fig. 17 Tipos de cortadores.



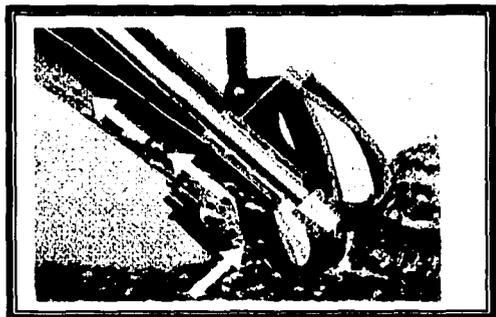
Cortador con dientes para dragar material duro.



Cortador para dragar material compacto.



Cortador para arena o material blando.



Sección del cortador y parte del tubo de succión de la escala, mostrando la forma en que es succionado el material, debido a la aspiración de la bomba.

- a) Cortadores de canasta.
- b) Cortadores de brazo recto.

El cortador de canasta tiene una campana frontal, un anillo en la parte posterior y varias hojas en forma de espiral, integradas a la campana y al anillo. Un cortador de canasta con la nariz cerrada y hojas espirales, es el más adecuado para dragar material suave o arena suelta. Un cortador de canasta con nariz abierta, es el más indicado para dragar arcilla y material duro, debido, a que evita que la arcilla plástica trabe el cortador.

Una canasta de nariz cerrada con puntas en forma de cincel, colocadas a cada veinte centímetros sobre las hojas, es ideal para utilizarse en suelos duros.

El cortador de brazos rectos con hojas extendidas, desde la campana y atornilladas a la araña del cortador, es de bastante utilidad en arcillas duras. Pero en materiales sumamente duros, se recomienda utilizar hojas en forma de sierra o dientes en forma trapezoidal. En coral u otros materiales abrasivos, los dientes de pico son imprescindibles.

Para evitar que algunos objetos como raíces, cables, tubos, rocas de tamaño grande, etc., obstruyan la bomba, se sueldan pedazos de varilla adicionales de 3/8" ó 1/2" en la boca de succión. Ocasionalmente, se coloca una barra soldada a través del ojo de la bomba.

La potencia aplicada al cortador, varía de acuerdo al tamaño y al trabajo de la draga. Dragas pequeñas (8 a 12 Pulgadas) pueden tener hasta 400 HP, dragas mayores pueden tener hasta 4000 HP. La velocidad de rotación del cortador, varía entre 10 y 30 rpm.

Los cortadores son utilizados con o sin dientes, dependiendo de la dureza y la compactación del material a dragar. El diente, puede ser parte de la hoja, o puede estar soldado a la misma. En materiales duros, el desgaste del cortador es extremadamente alto.

Entre los tipos más usados de dientes reemplazables, existen los siguientes (Fig. 18).

- a) Punto de cincel.
- b) Punto de pico.
- c) Punto de gancho.
- d) Punto ensanchado.
- e) Punto ensanchado curvo.

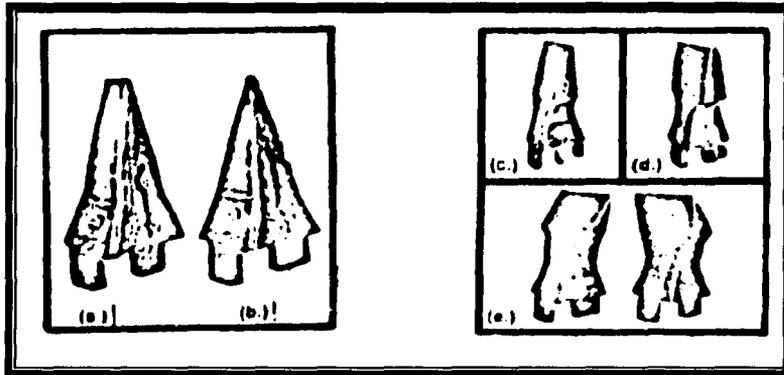


Fig. 18 tipos de dientes reemplazables.

d) Tren de engranajes reductores. Para reducir la velocidad en el cortador, se dispone de un tren de reductores, colocado entre éste y el motor, compuesto de ruedas y piñones, sometidos a esfuerzos considerables que rebasan los 3000 Kg. (Fig. 19).

Debido a las duras condiciones de trabajo, se construyen de aleaciones de acero de alta calidad y con máxima precisión en el maquinado de los dientes que después son cementados, templados y pulidos cuidadosamente, con lo que son disminuidos los golpeteos, al engranar uno con otro y los desgastes excesivos. Los engranes van cubiertos por una caja estancia para contener el aceite que baña los engranes para su lubricación. La caja se construye de acero fundido, en dragas pequeñas o de perfiles de acero, en dragas mayores.

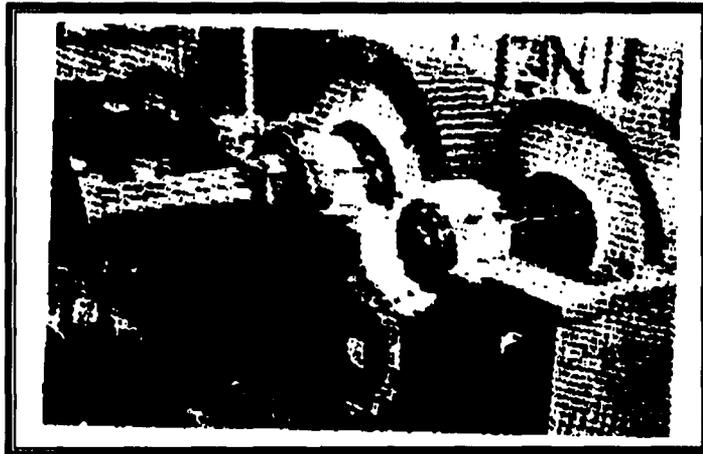


Fig. 19. Ruedas dentadas y piñones de reducción del cortador.

e) Válvula de chapaleta. Esta válvula va instalada en la tubería de descarga, fija a bordo de la draga, entre la bomba de dragado y el codo giratorio o cuello de ganso. La válvula, se equilibra mediante un contrapeso que la cierra automáticamente cuando la presión de descarga, se halla reducida o la bomba está parada. Ésto impide que la descarga de azolve, regrese a la bomba de dragado y evita además que ésta, se descebe (Fig. 20). Al funcionar nuevamente la bomba; la presión del agua o de la mezcla, abre la válvula de chapaleta.

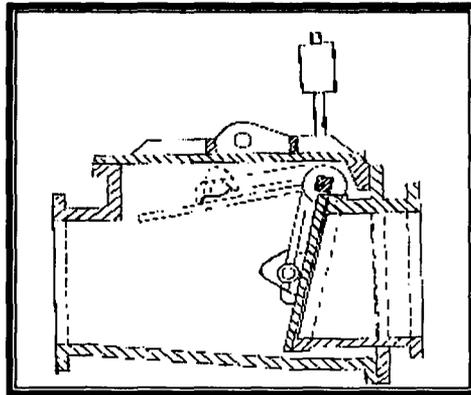


Fig.20. Corte de una válvula de chapaleta.

f) Codo giratorio, este dispositivo conecta la tubería de descarga fija en la draga, con la línea flotante, a fin de que tenga la movilidad necesaria sin forzarla. El codo giratorio, está compuesto de dos codos de 90 grados, unidos mediante una conexión esférica, como se observa en la (Fig. 21).

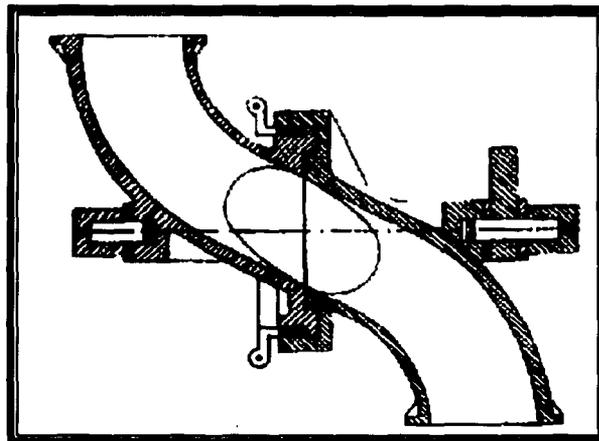


Fig. 21 Codo giratorio o cuello de ganso. Draga "Salina Cruz".

g) Zancos. Son piezas cilíndricas de acero reforzado y de suficiente longitud para que el extremo inferior cónico o puyón, pueda penetrar en el fondo (Fig. 22). Se sitúan a popa de la draga y trabajan verticalmente, en unas guías destinadas al efecto. Se emplean dos zancos para avanzar la draga en el corte o paso. Uno de ellos, se utiliza como punto de giro para abanicar la draga al efectuar el corte y se le denomina zanco de trabajo. La posición de éste, es siempre del lado en que va situado el codo giratorio o cuello de ganso, con el objeto de que al bornear, éste tenga poca amplitud de movimiento.

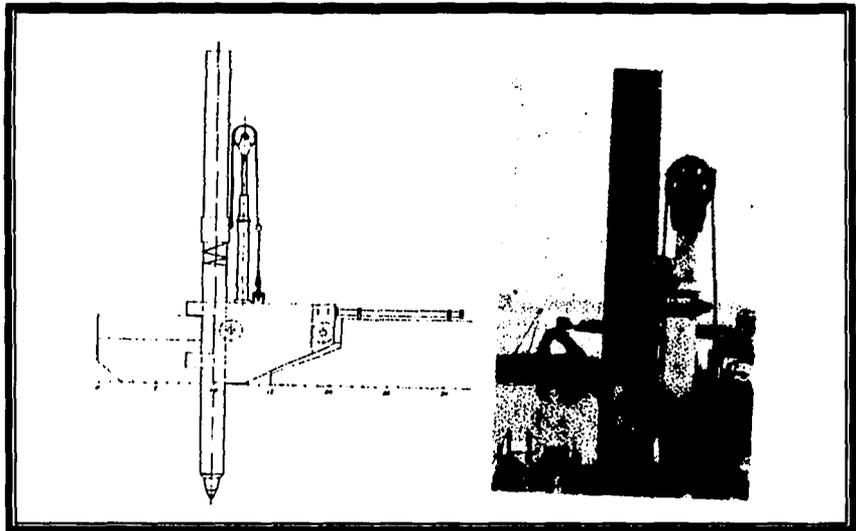


Fig. 22. Mando hidráulico de los zancos.

En algunas dragas, el accionamiento de los zancos, se efectúa por medio de un émbolo de operación hidráulica. En modernas unidades, construidas por la I.H.C. de Holanda, los zancos se desplazan para el avance, mediante un carretón operado hidráulicamente, como el mostrado en la figura anterior. En los zancos, se utilizan cables de acero con sus correspondientes anclotes para facilitar el trabajo y disminuir los costos.

h) Torre de los zancos. La torre de los zancos de las dragas pequeñas, se construyen generalmente de estructura tubular, en las medianas y en las grandes, de acero perfilado, variando la altura de 9 a 20 metros (Fig.23). En la torre, se dispone por medio de un winche o uno de los tambores de la central de winches que se opera desde el control.

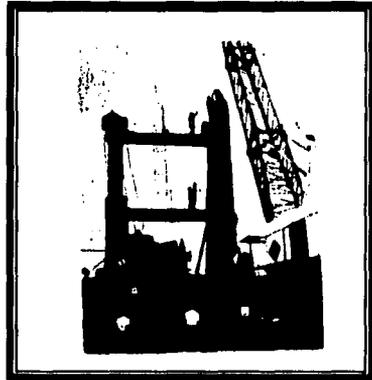
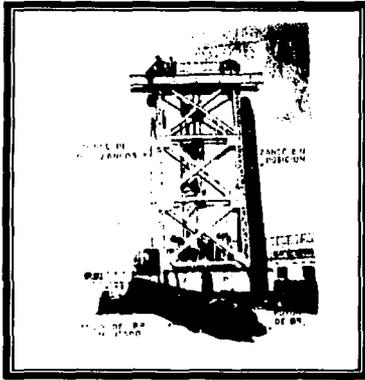


Fig. 23. Torre de los zancos.

i) Central de winches. Esta central, tiene convenientemente dispuesta la colocación de los tambores, principalmente para la maniobra de la escala, zancos y los alambres de los traveses, y en algunos casos, se dispone de tambores para el avance y retroceso.

El esfuerzo de tensión en los cables durante las maniobras, es de alrededor de 9000 Kg., en dragas de 254 mm.(10"); y varía de 45,000 a 59,000 Kg., en dragas de 762mm.(30"), utilizando una velocidad promedio máxima de 6 a 9 metros por minuto.

Algunas dragas, llevan instalados los winches para las maniobras en los zancos, cerca de la torre, lo que reduce la longitud y deterioro de los cables. La potencia del motor de estos aparatos, varía de 50 hp. en dragas de 254mm.(10"), hasta 300 hp o más, en dragas de 762mm. (30"). (Fig.24).

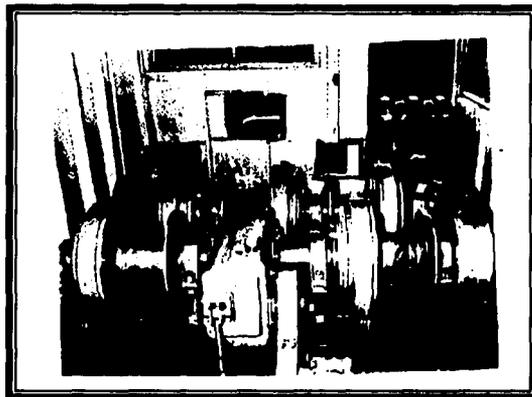


Fig.24. Central de winches.

j) Cabina de control. Está situada a proa de la draga con objeto de tener a la vista la escala de dragado, los traveses y por las ventanillas posteriores de la cabina, vigilar la operación de los zancos. En la misma, se centralizan todos los mandos de la draga, como son: la maniobra de la escala para ajustarla a la profundidad requerida, el borneo o abaniqueo de la draga para efectuar el corte, el retroceso o avance de la draga, mediante los zancos y los instrumentos necesarios para ajustar la operación.

K) Traveses. Los cables de los alambres de los traveses, laboran en poleas colocadas a ambos lados de la escala de dragado, próxima al extremo inferior de la misma, y se emplean para borrar y abanicar la draga, al efectuar el corte.

Cada cable, se afirma por un extremo al anclote y por el otro, al tambor correspondiente de la central de winches que se opera desde la cabina de control. Si la draga no cuenta con plumas para el emplazamiento de los anclotes, se utiliza la de la grúa flotante o la cabria del chalán de maniobras.

l) Plumitas para emplazamiento de anclotes de los traveses. Este equipo solo lo tienen las dragas modernas medianas y grandes. Son plumitas construidas de perfiles o de tubo acerado, por su poco peso. Se extienden de 20 a 40 metros, desde la borda y sirven para situar los anclotes de los traveses, en el lugar conveniente (Fig.25). El ángulo entre la pluma y el nivel de la línea de flotación, depende de las características de la draga, pero es común que sea de 20 grados.

No se pueden instalar a cualquier draga, sin antes efectuar los cálculos de estabilidad, tomando en consideración el tipo y peso de éstos, así como la calidad del fondo de apoyo. El empleo de las plumitas a bordo de las dragas, elimina el uso del chalán-grúa, del de maniobras y del remolcador para el emplazamiento de los anclotes y aumentan el dragado efectivo en un 30 %, disminuyendo la necesidad de personal.

m) Tubería flotante de descarga. Esta tubería, va montada sobre pontones y se extiende desde el codo giratorio, hasta el pontón cabria de conexión, con la línea de tierra. El espesor de la tubería varía de 3/8 "a 1"; se construyen de lámina de acero en tramos de 12 y 24 metros, el diámetro varía de acuerdo al tamaño y capacidad de la draga. La unión entre tramos, se hace mediante conexiones esféricas, de tornillos o de cierre rápido. También, se utilizan manguitos de hule tramado, con varias capas de lona que se fijan mediante abrazaderas, pero debe preferirse la conexión esférica que da mayor flexibilidad a la línea (Fig. 26).

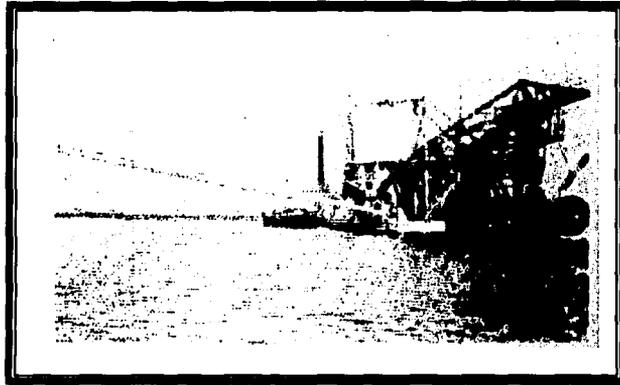


Fig.25. Plumas de tubos de acero para emplazamiento de los traveses.

Los pontones son cilíndricos o casi elípticos para ofrecer menor resistencia al oleaje. La tubería se fija rígidamente a las silletas de los pontones, que van colocados perpendicularmente a la línea.

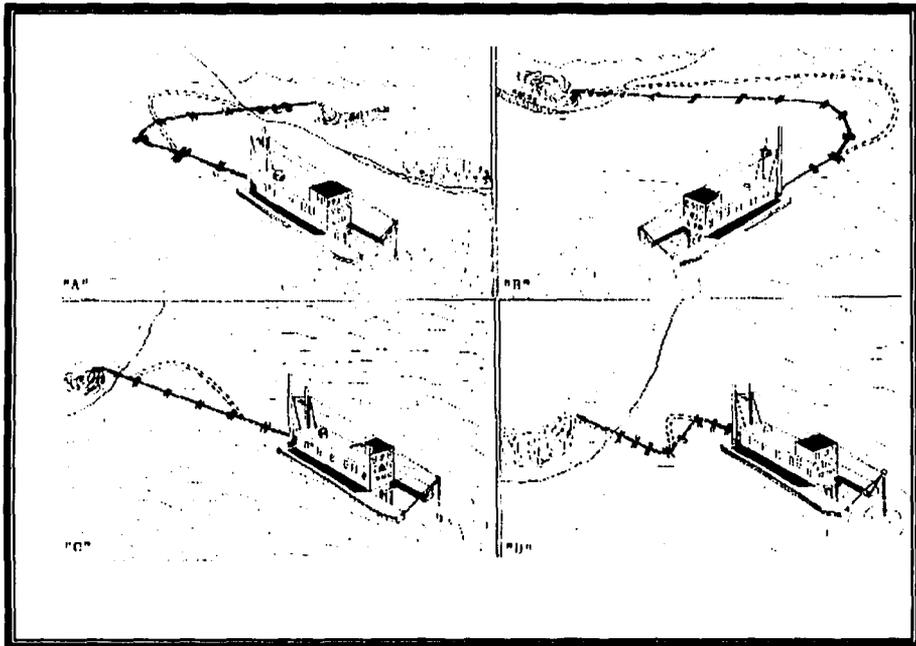


Fig.26. Disposición de la tubería flotante de descarga para darle mayor movilidad lineal y angular.

Cuando el tráfico de buques en la zona de dragado es intenso, se podrá utilizar la tubería sumergida. Los trabajos de la línea, se unen mediante conexiones esféricas armadas en el lugar, se intercala una válvula "Y" para lastrar con agua la tubería y una vez lista, se marca con boyas y se arría hasta el fondo.

La mayor cantidad de tubería que se pueda instalar sobre el codo giratorio y el pontón cabria para la conexión a tierra, permitirá el avance de la draga en el corte, sin tener que agregar tramos de tubo que consume tiempo, además se obtiene mayor movilidad lineal y angular. El lugar de conexión entre el pontón cabria y la línea de tierra, debe elegirse de manera que ambas líneas, se mantengan al mismo nivel, dado que con ésto, se facilite la conexión.

n) Tubería terrestre. Se extiende desde el pontón cabria, hasta el lugar de descarga, con el menor número de elevaciones y curvas que disminuyen la velocidad de la mezcla en la tubería, se van enchufando mediante un aparejo o a golpes con el ariete (carnero o borrega).

El espesor de la pared del tubo varía de 9/64" hasta 3/16", para dragas pequeñas; y de 1/4" hasta 5/16", en dragas medianas y grandes. Para el enchufe en el extremo, el diámetro debe reducirse en 3/8" para la tubería de 18"; y en la tubería de mayor diámetro, la reducción será de 1".

El largo del cono para el enchufe, deberá ser de 300 mm. Para espesores de lámina de 9/64"; y de 355.6 mm. Para grueso de lámina de 3/16", el tubo debe enchufarse 177.8 mm. para diámetros de 10" a 18", y 218.6 mm., en diámetros mayores. La tolerancia aceptable es de 1/2" para el largo del cono y de 1/4" para el tramo del enchufe.

La tubería terrestre, se ha ido normalizando y actualmente se construyen en tramos de 6 metros, para hacerla más manejable. Con el fin de evitar la erosión del terreno, ocasionada por la fuerza de descarga, se coloca en este extremo una pieza denominada "cachimba".

La longitud máxima posible de descarga, se muestra en la tabla siguiente:

DIÁMETRO DE LA DESCARGA		LONGITUD MÁXIMA EN METROS	
PULGADAS	MM.	MATERIAL PESADO	MATERIAL LIGERO
6	152.4	150	300
8	203.2	300	600
10	254.0	425	760
12	304.8	550	1200
16	406.4	1050	1800
24	609.6	1200	2800

2.1.2.2 DRAGAS HIDRÁULICAS AUTOPROPULSADAS.

Las dragas de autopropulsión, son buques provistos de maquinarias e instrumentos necesarios para la navegación, como radar, aguja giroscópica, decanavigator, ecosonda, radiogoniómetro, radio telefonía y telegrafía, etc., que se localizan en el puente de mando. En el mismo, se localizan los mandos especiales para el dragado, tales como registrador de material dragado, indicador de la posición del tubo de succión, indicador de calado y los tradicionales del control del dragado, dispuestos en consolas colocadas a babor y a estribor, que comprenden mandos de los tambores elevadores de maniobra de los tubos de succión, indicadores de vacío de la aspiración y presión de descarga de las bombas de dragado, válvulas de regulación de aire del amortiguador óleo neumático del tubo lateral de succión y manómetro de control, mando de las válvulas de descarga al costado, amperímetros de control de los motores de los tambores elevadores para la maniobra del conducto de aspiración y videntes luminosos de seguridad, control de la bomba de disgregación, etc., dos tipos de esta draga, se muestran en la (Fig.27).

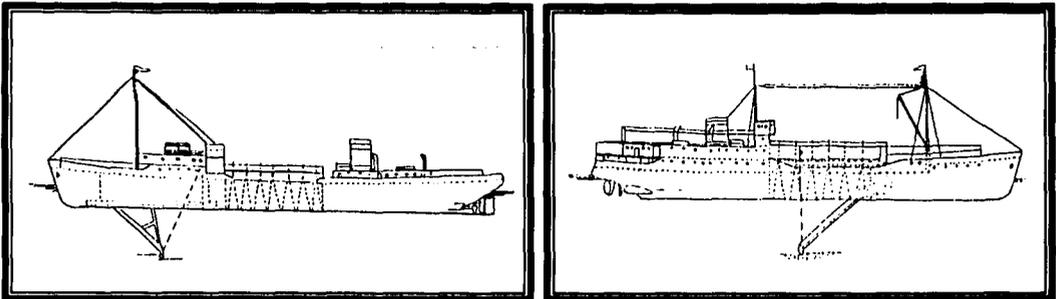


Fig. 27. Dragas de autopropulsión con tolva y escala en proa y al centro.

La bomba centrífuga de estas dragas, succiona el material a través de la rastra y tubo, colocados en la escala, al ser arriada hasta el fondo. Las dragas modernas, llevan tubos laterales de succión más flexibles, menos pesados y que pueden ajustarse a la profundidad requerida, mediante los pescantes correspondientes.

El material dragado, se descarga en la tolva y una vez que se ha llenado, la draga navega hasta el lugar de tiro, vaciando el material mediante las compuertas del fondo.

Este tipo de draga, no es muy adecuada para material duro o muy compacto, excepto si se emplean dragas mixtas que puedan operar como estacionarias, cuando se les monta el cortador. Se realiza un trabajo más efectivo, si además está provista de zancos, como las antiguas dragas Coatzacoalcos y Tuxpan.

Si el material por extraer es blando, de dureza media o consta de depósitos sedimentarios arrastrados por los ríos o las corrientes de litoral, las dragas de succión con tolva, darán excelentes resultados, principalmente las de tubos laterales de succión.

A continuación, se describen las partes principales que componen este tipo de dragas y su funcionamiento dentro del conjunto. A saber:

a) Escala de dragado. Es una estructura de acero, situada en un pozo interconstruido en el casco y puede estar colocado en proa y al centro (como se muestra en la Fig.27) o en popa. La colocación en popa es perjudicial a la maniobrabilidad y navegabilidad de las dragas. En la escala de dragado, va montado el tubo de succión y en el extremo, lleva una rastra o boquilla por lo que aspira el material del fondo.

b) Tubo lateral de succión. Es de menor peso que la escala y de mayor flexibilidad, debido a las conexiones esféricas que se intercalan con ese fin (Fig. 28).

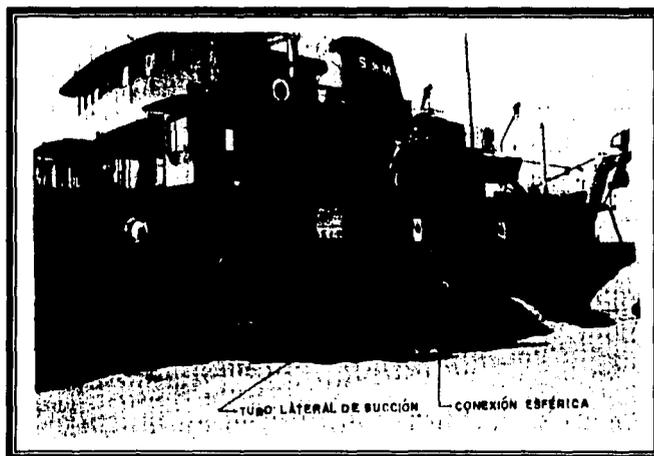


Fig. 28. Tubo lateral de succión y conexión esférica de la draga "Frontera".

c) Pescante del tubo lateral de succión. Es una de las mejoras y más importante, dentro de las dragas de autopropulsión, puesto que aumenta los rendimientos al arriar o izar los tubos laterales,

ajustándolos a la profundidad requerida para el dragado (Fig.29). Los pescantes mejorados y patentados por la Cía. I.H.C. de Holanda, tienen su apoyo en la cubierta. Están contruidos de tubos de acero sin costura, sometidos solamente a fuerzas de tracción y compresión.

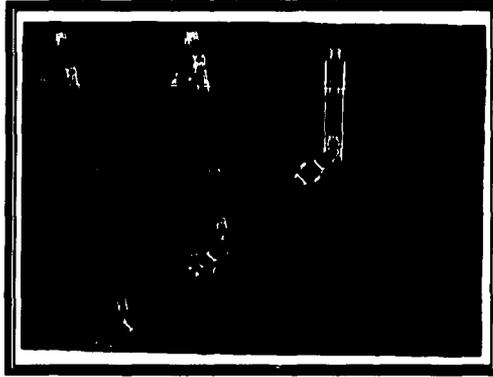


Fig.29 Pescante del tubo lateral de succión.

d) Caballete del codo del tubo lateral de succión. Existen varios sistemas para arriar o izar el codo del tubo lateral de succión, uno de ellos es el simplificado (Fig. 30), cuyos salientes del carro resbalan sobre unas guías verticales en el costado de la draga.

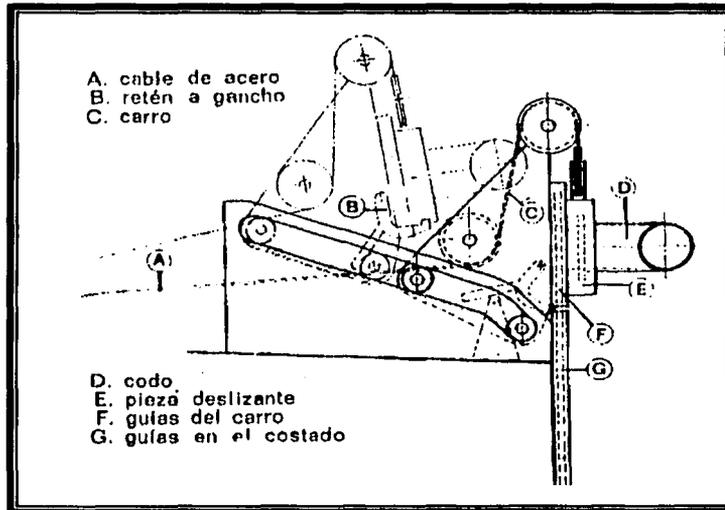


Fig. 30. Vista lateral del caballete del codo, del tubo de succión.

e) Amortiguadores de oleaje. Estos dispositivos tienen tres objetivos:

- Evitar daños del oleaje a los dispositivos de suspensión.
- Hacer más flexible la unión de la draga con el tubo de succión y que la rastra se mantenga constantemente sobre el fondo, a pesar de las arriadas del oleaje.
- Mantener la tensión de los cables en el aparejo del pescante del tubo lateral de succión, permitiendo pequeñas variaciones en los límites determinados.

Lo anterior, incrementa la producción de las dragas, ya que pueden operar con oleaje de 2 y 3 metros, sin que sufran ningún daño y además, facilita a la rastra, seguir las irregularidades del fondo sin problemas, manteniendo constante la concentración de la mezcla, aumentando el rendimiento.

En la Fig.31, se observa la disposición del amortiguador de oleaje en una draga de autopropulsión, con tubo de succión lateral.

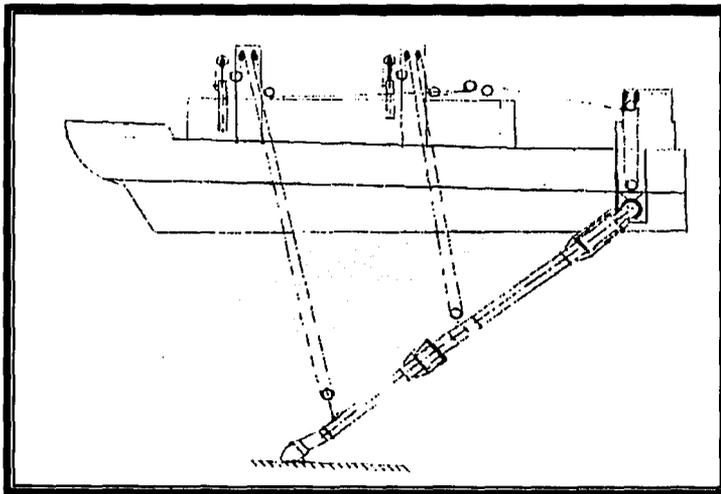


Fig. 31. Amortiguador de oleaje instalado en una draga de autopropulsión.

f) Tolva. Es un depósito interconstruido en el casco de la draga, con la finalidad de recibir el material descargado por la(s) bomba(s) de dragado. El material, es distribuido mediante canales o tubos repartidos, provistos de válvulas o compuertas para controlar las descargas. Generalmente, en cada extremo de la tolva, se colocan vertedores por encima del nivel teórico del material dragado, con el fin de asegurar una buena decantación (Fig. 32).

g) Monitores. Los monitores o chiflones de la tolva, están ubicados para lavarla cuando el material se adhiere a las paredes o cuando se atasca la descarga en la parte media de la misma.

h) Compuertas de la tolva. Sirven para efectuar la descarga por el fondo de la draga. Su forma es rectangular o cuadrada, está accionada por bisagras suspendidas ó por vástagos de acero rígido, operados por cilindros hidráulicos. En la primera disposición, las compuertas pueden aletear o golpear, si se pretendiera descargar con oleaje. Esta eventualidad, queda descartada en la segunda posición.

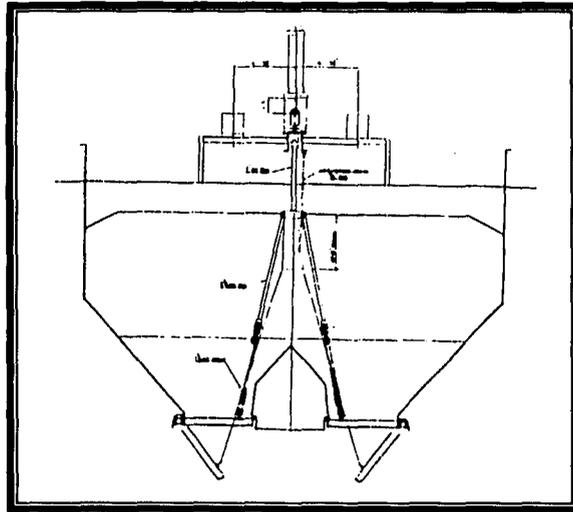


Fig.32. Corte transversal de la tolva de la draga "Campeche".

Las dragas de autopropulsión, frecuentemente maniobran en canales estrechos, vías de navegación congestionadas; durante las operaciones de dragado, tienen que reducir su velocidad que está íntimamente ligada con la eficiencia de los timones; para lograr facilidad de su evolución, generalmente disponen de dos timones y dos hélices.

En las dragas recientes, se ha mejorado aún más la capacidad de maniobra, instalando un sistema de propulsión transversal a proa, a través de un túnel dispuesto con ese fin. Este sistema se funda en el principio de reacción, según el cual, un chorro de agua expulsada por el costado, ejerce una fuerza reactiva sobre el casco, cuya magnitud, se calcula por producto de masa o cantidad producida y la velocidad de expulsión del agua.

2.1.2.2.1. DE AUTOPROPULSIÓN TIPO CHIAPAS.

Las dragas de este tipo, fueron construidas en Francia por la firma de "Dubigeon – Normandie".

(Fig. 33) Sus características principales son:

Eslora total	78.60 mts.
Eslora entre perpendiculares	73.10 mts.
Manga	14.25 mts.
Puntal a la cubierta principal	5.80 mts.
Profundidad de carena en carga, agua de mar (Agua de decantación evacuada)	4.80 mts.

La capacidad de los tanques de combustible y agua dulce, dan a la draga una autonomía en ruta libre de 6,000 millas, a una velocidad de crucero de 11 nudos. Sin embargo la cantidad de combustible en dragado, debe limitarse para una autonomía de 13 días.

Estas dragas son autopropulsadas por dos motores diésel MAN, acoplados por medio de reductores-inversores, a dos hélices de paso fijo. Estos dos motores impulsan dos bombas centrífugas de dragado; en cada banda, se encuentra un tubo de flexión, no rígido.

La draga puede efectuar las operaciones siguientes:

a) Dragado en marcha y descarga del material en la tolva. Este dragado, se puede efectuar a una velocidad de dos nudos y contra una corriente máxima de cuatro nudos. Los tubos laterales de succión, están equipados con suspensión óleo-neumática que permite operar con oleaje, hasta de 2 metros de altura de la cresta. Las dos bombas centrífugas de dragado, llenan la tolva de 1100 metros cúbicos, en un promedio de 30 minutos.

b) Dragado a punto fijo y descarga de material en la tolva. Para esta operación, se fondea un ancla de proa y eventualmente otra de popa. El tiempo de carga de la tolva de 1100 metros cúbicos, es aproximadamente de 60 minutos, debido a que se tiene que efectuar el cambio de la rastra de la succión y el montaje de la boquilla.

c) Achique de la tolva, antes de iniciar el dragado de materiales de difícil asentamiento o que decantan mal.

d) Vaciado del material depositado en la tolva, mediante la compuerta del fondo. El fondo de la tolva lleva 12 compuertas, 6 a cada banda. Están construidas de chapas de acero de su centro, por

varillas rígidas operadas por cilindros hidráulicos de doble efecto. Al cerrar las compuertas, ajustan sobre juntas especiales de caucho que aseguran una buena estanqueidad de la tolva.

e) Recuperación del material depositado en la tolva, descargando a tierra, por tubería. Se realiza mediante aspiración del material que se descarga a tierra, por tubería adaptada especialmente. La succión, se efectúa mediante dos conductos longitudinales, colocados en el fondo. Cada conducto lleva 6 compuertas que están conectadas a proa, de la tolva, a una toma de agua del fondo. Dos monitores colocados a proa y a popa de la tolva y orientables en cualquier posición, distribuyen el material y desprenden, para facilitar su caída a los conductos de recuperación.

Los puestos que se precisan para el dragado, son los siguientes:

a) Puente. A babor y estribor del puente, se tiene una consola que agrupa: los winches elevadores para la maniobra de los tubos laterales de succión, indicadores de vacío en la succión de las bombas, válvulas de regulación de presión de aire del amortiguador óleo-neumático del tubo lateral de succión, mando de las válvulas de descarga al costado, amperímetros de control de los motores de los molinetes, y los diferentes teléfonos y aparatos normales de navegación.

b) Pasarela de la tolva. Esta consola agrupa lo siguiente: los manipuladores de mando de la válvula de los conductos de recuperación de la tolva y de las válvulas de compuertas de proa de los mismos conductos, repetidores de los manómetros de las bombas de dragado y un teléfono de comunicación con el compartimiento de bombas.

c) Diversos. Los mandos de los cilindros hidráulicos de maniobra de las compuertas de fondo y de las válvulas de evacuación del agua de decantación, están instalados en el lugar.

Los manipuladores de mando de las compuertas de dragado, están reunidos en el compartimiento de las bombas de dragado. Las válvulas de aportación de agua a las toberas de la rastra para los chorros de agua de disgregación del material, se maniobran en el lugar.

La draga, tiene los alojamientos necesarios para el capitán, jefe de máquinas, oficiales y tripulación. Tiene además, un comedor para oficiales y otro para maestranza y tripulación, cocina, despensa, sanitarios y varias bodegas.

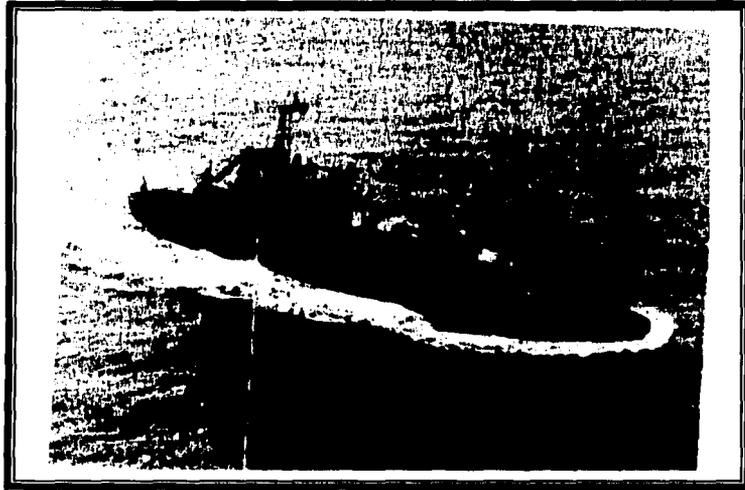


Fig.33. Draga "Chiapas" navegando con la tolva llena.

2.1.2.2.2. INSTALACIONES FIJAS DEL DRAGADO.

Cuando la acumulación de azolves es constante, es práctico y económico, emplear una instalación en tierra, cuyo gasto de operación y mantenimiento, indudablemente es menor que el originado por una draga flotante. La instalación consta de una grúa, una bomba centrífuga de dragado, con su correspondiente motor eléctrico para aprovechar la electricidad de la red local y un tubo de succión flexible, semejante al de las dragas de autopropulsión (Fig. 34).

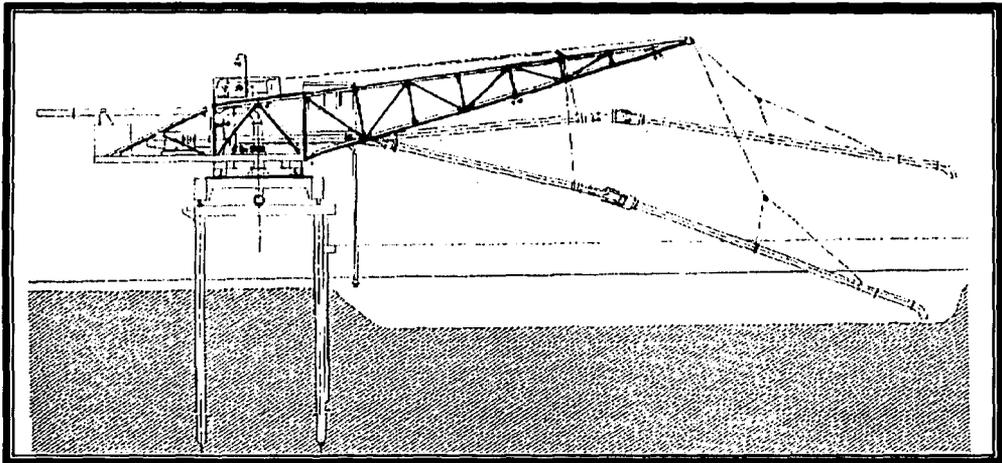


Fig.34 Instalación en tierra para dragado de un muelle.

El personal para la operación y mantenimiento de una draga con estas características, es reducido.

Si la instalación se hace movable sobre una vía, podrá dragar a lo largo de todo el muelle en el que se emplee.

En un puerto de la india la I.H.C. de Holanda, colocó una draga de este tipo, con un alcance de 3 metros de profundidad y 25 metros a lo largo de un muelle. Los productos, se descargaban a 300 metros con una altura manométrica de 3 metros, descargando siempre 150 Ton./Hr. de arena, a través de una tubería de succión de 305 mm; el motor de la bomba contaba con una potencia de 120 HP a 750 rpm.; la instalación se desplazaba por una vía, mediante un motor de 10 HP a 960 rpm.; y a una velocidad de 10 mts./min., con el tubo libre del fondo y con una bomba parada, a 25 mts./min.

2.1.2.3 .DRAGAS MIXTAS O UNIVERSALES.

La Secretaría de Marina tuvo dos dragas de este tipo, la Tuxpan y la Coatzacoalcos. Estas dragas, conocidas también como universales, cuentan con los elementos necesarios para su operación, como draga de autopropulsión con tolva y desmontando la rastra de succión y colocando el cortador y los zancos, se puede utilizar como draga estacionaria.

La unión de descarga de la draga con la línea flotante, se realiza mediante una conexión esférica colocada en los costados y próxima a los zancos. Esta conexión, se adapta a cualquier banda según conviniera.

La distancia de tiro de estas dragas, es aproximadamente de 1500 metros. Cuando descargan con tolva, se desperdicia inútilmente la potencia adicional de la máquina de la bomba de dragado, quedando fuera de uso; la máquina del cortador, el sistema de winches de los traveses y los de maniobra de los zancos. En la figura 35, se muestra la draga Coatzacoalcos con los zancos suspendidos de la torre. Estas dragas tienen poca estabilidad de rumbo, debido a que el pozo de la escala, está situado en la popa.

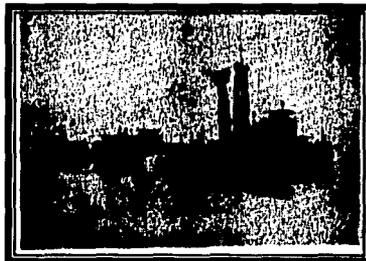


Fig.35 Draga "Coatzacoalcos" de tipo mixto o universal.

2.1.2.3.1 DRAGAS DE BRAZO MÓVIL.

Este tipo de dragas, nació con la necesidad de remover grandes volúmenes de material subacuático con el menor costo.

La construcción de esta draga, planteó serios problemas de ingeniería naval, como la colocación de un contrapeso de más de 1000 ton. que compensa el peso del brazo giratorio de acero tubular de 100 metros de longitud a partir del costado, se soporta la tubería de descarga cuando la draga funciona por agitación (Fig.36), por esa línea pasa la mezcla a una velocidad de 8 mts./seg.

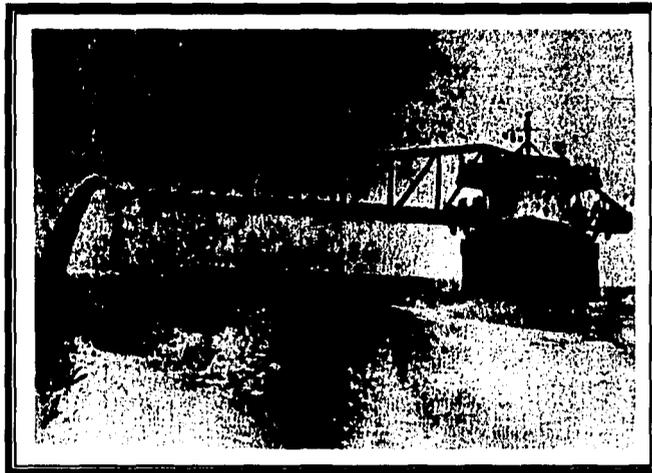


Fig.36. Draga "zuliana" (Venezuela) descargando el material por el brazo giratorio.

El impulso de reacción de la descarga, se calcula en 10,433 Kg. que tiende a hacer guñiar la draga, ésto se compensa, gobernando con timón en sentido contrario.

Las bombas centrífugas de dragado son cuatro, de 36" de succión y 32" de descarga, las que mediante un sistema muy complejo de conexiones, derivaciones y válvulas, conducen por la tubería, el material dragado a la tolva o bien, pueden descargarlo por el brazo giratorio cuando el dragado es por agitación.

La capacidad nominal de las bombas es de 43,150 metros cúbicos por hora, que equivalen a una producción aproximada de 5,000 metros cúbicos por hora.

El método de dragado por agitación, con una draga de brazo giratorio, tiene las siguientes ventajas sobre las que solo lo hacen a tolva:

a) El material que se está dragando, es descargado al mismo tiempo por el brazo giratorio, en zonas fuera del canal, de modo que las partículas de sedimentación rápida, lo hacen fuera del cauce del mismo. En cambio, el material que sale por el vertedero de una tolva, se deposita directamente a popa de la draga.

b) La distancia de la descarga lateral de la draga, aumenta con la velocidad de salida del material, lo que permite encausarlo con efecto favorable, en sentido perpendicular al eje del canal.

c) La descarga puede ser continua, sin tener que interrumpir el bombeo para descargarlo, como sucede con una draga con autopropulsión con tolva.

d) La descarga, se puede efectuar por el lado de mayores ventajas, puesto que el brazo móvil puede describir un arco de 180 grados.

La cantidad mensual de material dragado por la draga de la (Fig. 36), pasa en condiciones favorables, de los 7' 000,000 de metros cúbicos.

La profundidad máxima de dragado es de 18 metros, y la capacidad de las tolvas es de 6,580 metros cúbicos. El desplazamiento de la draga lastrada, es de 15,645 ton; y en máxima carga de 28,700 ton. Los resultados obtenidos por esta draga son excelentes, por lo que su eficiencia es óptima en dragados de grandes volúmenes.

2.1.2.3.2 DRAGA DE BOMBA "S".

Estas dragas, fabricadas por la M.A.N. de Alemania, llevan como elemento principal un dispositivo llamado bomba "S" de presión, en oposición a la bomba centrífuga de succión, usada en las demás unidades. La bomba "S", tiene características de suministro con pendiente muy elevada, en comparación con la bomba centrífuga, como se puede observar en la figura 37.

Esta bomba está acoplada en forma móvil, mediante una escala de dragado que la mantiene en posición de trabajo por medio de una cabria o pluma con su correspondiente aparejo de izaje. Puede adaptarse a una draga estacionaria (Fig.38) o a una de autopropulsión con tolva (Fig. 39).

La bomba impulsora, montada aparte, suministra la corriente de agua con presión necesaria para accionar la bomba "S". El dispositivo de izaje, permite situar la boquilla de succión, directamente sobre el material que se va a dragar. Las capas duras o de material compactado, se pueden remover, empleando medios mecánicos como un cortador rotatorio por chorro de agua, expulsada por la tubería de lavado.

El trabajo de la bomba "S" se basa en el intercambio de impulsos, entre una corriente de agua impulsora y una corriente de extracción.

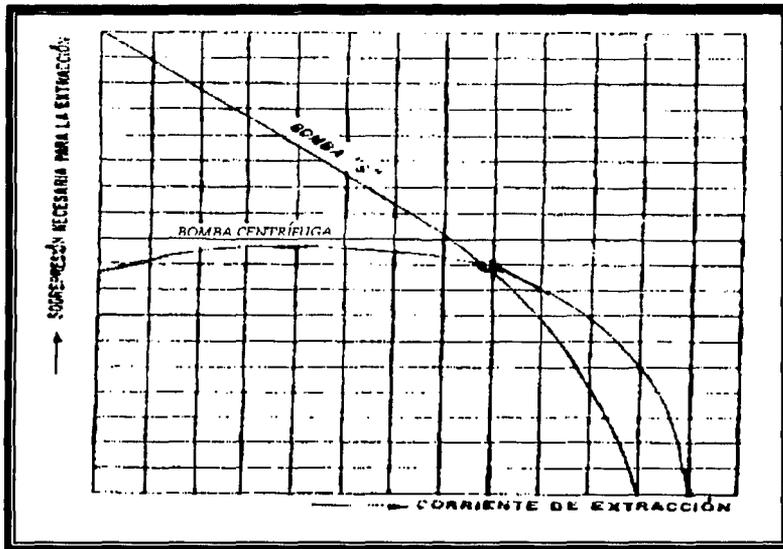


Fig. 37. Gráfica comparativa de las características de suministro entre la bomba "S" y una bomba centrífuga de dragado.

La bomba "S", se construye normalmente para capacidades de suministro de 20 a 600 metros cúbicos de material sólido por hora, pero pueden construirse para rendimientos mayores.

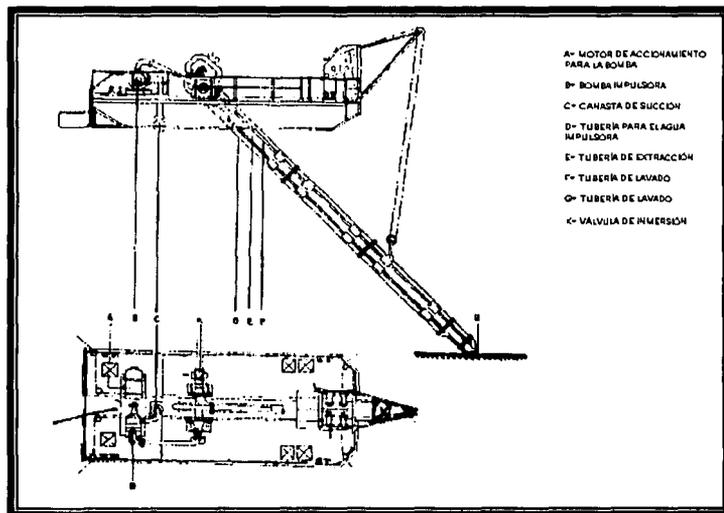


Fig.38 Draga estacionaria con bomba "S" de la M.A.N.

Mediante juegos adicionales de tubos, se puede variar en un amplio margen, la longitud de la tubería de succión de la escala y por tanto, la profundidad de dragado. Su empleo, muy variado, permite obtener grava y arena, como materiales de construcción, eliminar los azolves de lodo y arena en los puertos, en los canales, en ríos y en presas.

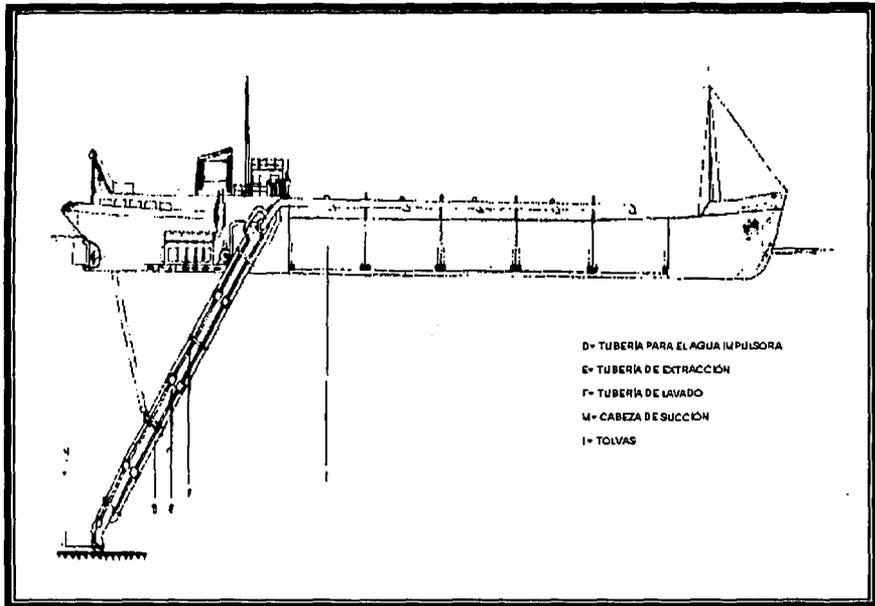


Fig.39.Draga de auto propulsión con tolva y bomba "S" de la M.A.N.

LA MAQUINARIA DE DRAGADO

TIPO	SITEMA	MÉTODO	CARACTERÍSTICAS	
M E C Á N I C A S	DE CANGILONES O DE ROSARIO	ESTACIONARIA	<ol style="list-style-type: none"> 1. CAPACIDAD RELATIVAMENTE GRANDE. 2. COSTO DE OPERACIÓN RELATIVAMENTE BAJO. 3. CONVENIENTE PARA OPERAR EN ÁREAS AMPLIAS. 4. ADECUADO PARA DRAGAR MATERIAL COMPACTO. 5. ADECUADO PARA DRAGAR CON MAL TIEMPO O CORRIENTES MARINAS. 	
	DE GRÚA (ALMEJA, GRANADA O GARFIO)	AUTOPROPULSIÓN	<ol style="list-style-type: none"> 1. ADECUADA PARA DRAGAR EN LUGARES ESTRECHOS. 2. ADECUADA PARA DRAGADOS EN PEQUEÑA ESCALA. 3. CONSTRUCCIÓN SIMPLE. 4. BAJO COSTO DE CONSTRUCCIÓN. 5. INCREMENTA EL DRAGADO. 	
	DE CUCHARÓN	CON TOLVA	<ol style="list-style-type: none"> 1. ADECUADA PARA EXTRACCIÓN DE ROCAS Y TERRENOS DUROS. 2. REQUIERE REPARACIONES MÍNIMAS. 3. NO NECESITA ANCLAS, POR TANTO NO ESTORBA A LA NAVAGACIÓN. 	
H I D R Á U L I C A S	SUCCIÓN SIMPLE	ESTACIONARIA	<ol style="list-style-type: none"> 1. EJECUTA SIMILTANEAMENTE EL DRAGADO Y RELLENO, POR UNA UNIDAD INTEGRAL. 2. BAJO COSTO DE OERACIÓN. 3. GRAN CAPACIDAD DE DRAGADO. 4. RELATIVAMENTE BAJO COSTO DE CONSTRUCCIÓN. 5. EN EL CASO DE CONTAR CON CORTADOR, PUEDE DRAGAR MATERIAL COMPACTO. 	
	SUCCIÓN CON CORTADOR		<ol style="list-style-type: none"> 1. CONVENIENTE PARA DRAGADO DE CANALES CON MAREJADA. 2. NO REQUIERE ANCLAJES, POR TANTO NO ESTORBA A LA NAVAGACIÓN. 3. FACILIDAD DE DESCARGA DE MATERIAL A LA TOLVA. 4. CONVENIENTE PARA DRAGADO DE ARENA Y FANGO. 	
	CON TOLVA	SUCCIÓN POR TUBO LATERAL	AUTOPROPULSIÓN	<ol style="list-style-type: none"> 1. EXCELENTE AUTONOMIA, DEBIDO A SU CAPACIDAD DE COMBUSTIBLE. 2. VERSATIBILIDAD DE LAS OPERACIONES DE DRAGDO. 3. DESCARGA DE MATERIAL MEDIANTE COMPUERTAS DE LA TOLVA O POR TUBERÍAS. 4. POSIBILIDAD DE DRAGADO EN MARCHA O A PUNTO FIJO. 5. CONDICIONES PARA OPERACIÓN, EXCELENTES.
		SUCCIÓN CON ESCALA DE DRAGADO		
	"CHIAPAS"			

CAPÍTULO 3

PROCESO DE DRAGADO EN OBRAS PORTUARIAS

CAPÍTULO 3.

PROCESO DE DRAGADO EN OBRAS PORTUARIAS.

El proceso, es factor importante dentro de la optimización en tiempo y de los equipos adecuados para su mejor utilización dentro de las obras a ejecutar obteniendo un mayor desempeño.

3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA EMBARCACIÓN MAYOR, PROMEDIO DEL PUERTO.

La profundidad a que deben dragarse y mantener los puertos, depende de lo siguiente:

1. Del calado de los mayores buques que frecuentan el puerto.
2. Del desarrollo que en un futuro próximo, puede tener el puerto.

3.1.1. CALADO.

Con relación al primer punto, se deben obtener en la capitanía del puerto del lugar, las estadísticas sobre las entradas y salidas de buques, clasificándolos de acuerdo con sus calados máximos, ésto servirá para normar nuestros criterios y decidir, si debe o no hacerse el dragado, siempre que los beneficios que produzca el mantener la profundidad sean mayores que los costos.

En casos donde se necesita aumentar la profundidad del calado, por tan sólo unos barcos no frecuentes y que económicamente no es conveniente, la entrada y salida deberá efectuarse en pleamar e incluso, deberá considerarse la posibilidad de cargarlos fuera del puerto, si la profundidad no fuera suficiente.

En cuanto al segundo punto, el dragado se justificaría, si después de hacer el estudio de zona de influencia económica o hinterland, se determinara que en un futuro próximo, se tendría carga suficiente que transportar para buques de cierto tonelaje y de acuerdo con el calado que éstos requieran, se efectuaría el dragado.

3.1.2. PLANTILLA (SECCIÓN DE LOS CANALES Y/O DÁRSENAS).

En la planificación, se fijarán las dimensiones en planta y profundidad de la zona de dragado, de acuerdo con las necesidades de los buques de mayor tonelaje y además, las características del fondo, oleaje y velocidad del buque, en el lugar de que se trata.

3.1.2.1. PROFUNDIDADES DE PROYECTO.

Las características del fondo, deben tomarse muy en cuenta, a fin de dejar el espacio suficiente(sobredragado) entre la quilla del buque y éste. Si el casco tocará material suave, no le ocasionaría daño alguno, por lo que una distancia de 30 cm. de sobredragado aproximadamente, se considera suficiente. Cuando el fondo es de roca o arenisca, cualquier golpe es peligroso, por lo que deberá considerarse un espacio de 90 cm. de sobredragado.

Si en el lugar considerado existe oleaje, habrá que aumentar a la profundidad, una cantidad adicional igual a la mitad de la altura de las olas.

La velocidad, también es un factor que debemos de tomar en consideración, pues un buque navegando a unos 6 u 8 nudos, origina una depresión aproximada de 70 cm.(squat) efecto generado por el movimiento del buque.

Por lo anterior, la profundidad de dragado necesaria en un puerto, será la suma del máximo calado de los buques de mayor frecuencia, más una cantidad suplementaria, de acuerdo con la naturaleza del fondo del lugar, mas los valores considerados por el oleaje, teniendo en cuenta los de mayor altura que se originen en la zona, más la depresión causada por la velocidad.

En lugares donde se observa la tendencia a la acumulación de azolves, conviene dragar a una mayor profundidad de la necesaria, con el fin de disponer de una trampa o depósito de azolve que proporcione un margen suficiente o reserva de profundidad, para que los dragados de conservación sean a mayor intervalo. Efectuando sondeos periódicos, podemos tener idea de los aportes por arrastres de azolves y cuando la reserva de profundidad del depósito se esté agotando, se debe programar el nuevo dragado de mantenimiento.

El conservar la profundidad necesaria en un puerto, proporciona los siguientes beneficios:

- A) Entrada y salida de embarcaciones con carga completa, disminuyendo los tiempos perdidos por esperas de la pleamar.
- B) Reducción de estadías y costos de operación, al evitar maniobra de recargar los buques fuera del abrigo y protección de escolleras u otra obra exterior similar.
- C) Reducción del número de accidentes o averías y por consiguiente, bajas primas de seguros.

La seguridad que ofrezca un puerto, depende fundamentalmente de su profundidad, lo que al final, se refleja en mayor afluencia de buques y un incremento en el volumen de carga que se mueve y por consiguiente, menor costo tonelada-nudo transportada.

Un puerto con profundidad suficiente, aún sin instalaciones de carga y descarga para los buques, puede operar, pero sin el tirante de agua requerido, las instalaciones y facilidades que se tengan, son inútiles.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.2 SELECCIÓN DE LA DRAGA PARA SU ÓPTIMO APROVECHAMIENTO.

Terminados los estudios previos, conocida la maquinaria y los principios básicos del dragado, el siguiente paso es organizar la obra, elegir el equipo y calcular los rendimientos que tendrán y la forma en que ha de llevarse a cabo la obra.

ELECCIÓN DEL EQUIPO DE DRAGADO.

En este punto, intervienen varios factores, además de las características propias de un barco para efectuar un trabajo determinado, posibilidad de transportarlo, condiciones del lugar de la obra, etc.

La elección del equipo de dragado, depende fundamentalmente de las siguientes condiciones:

A) **CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.** El suelo puede estudiarse, atendiendo a su dureza o a sus características generales. Así, tenemos que por su consistencia, el equipo más adecuado deberá ser el siguiente:

- **ROCAS.** Exigen rompimiento previo a la extracción, se efectúa con dragas de cangilones o de rosario, de cucharón o de grúa.
- **SUELOS COMPACTOS.** Es necesario el corte previo a su extracción; las mejores dragas para este tipo de suelos, son las de grúa; pueden emplearse las de rosario y las de cortador; si existen boleos, entonces la draga con cortador, deberá ser de grandes dimensiones.
- **SUELOS MEDIOS.** En estos suelos, las dragas más apropiadas son las de rosario y las de cortador; pueden emplearse las de grúa y en ocasiones las de cucharón o las de succión, ya sea simple o con cortador.
- **SUELOS BLANDOS.** Este tipo de suelo, puede trabajarse con cualquier tipo de draga. Dan excelentes resultados las de succión, estacionarias o de arrastre.
- **SUELOS COHESIVOS.** Este suelo debe ser previamente disgregado, pues la succión, no es suficiente para arrastrarlo, genera problemas en las dragas de tipo mecánico, por su adherencia. En las de cortador de succión, provocan retrasos por taponamiento de tuberías. Debe extraerse con dragas de rosario, preparadas con inyectores de agua para la limpieza de cangilones o con cortadores diseñados especialmente.

Para los diferentes suelos, podemos resumir el material más apropiado, sin tener en cuenta otras circunstancias y sin dar orden de preferencia:

- **ARENA COMPACTA.** Cortador, dragas estacionarias de succión, dragas de arrastre con cabeza especial o de grúa.



- **ARENA SUELTA.** Draga de rosario, draga estacionaria o de autopropulsión de succión, o draga de arrastre.
- **ARENA FANGOSA.** Draga de succión de arrastre o estacionaria, draga de rosario, con cortador o de cucharón.
- **FANGOS.** Draga de rosario, con cortador, de cucharón o estacionaria de succión.
- **ARCILLAS SUELTAS.** Draga de rosario con cortador, de cucharón o de succión.
- **ARCILLAS PLÁSTICAS.** Draga de rosario con cortador, de cucharón, de grúa con almeja, granada o garfío.
- **ARENAS CON GRAVA.** Draga de cortador, de rosario, de cucharón o de grúa.
- **MARGAS.** Con cortador, de rosario o de grúa.
- **ROCAS.** Draga de rosario, de cucharón o de grúa (previamente quebradas con rompe-rocas o explosivos).

B) CONDICIONES DEL LUGAR DE LA OBRA. Las condiciones físicas del lugar de la obra, pueden obligar a adoptar soluciones forzadas. Entre ellas tenemos:

- **CALADO.** En aguas poco profundas, se tendrá que empezar con dragas de poco calado, como las de rosario o las de succión estacionarias, pues la de autopropulsión, requieren un calado promedio de dos metros más, por el aumento que experimentan al ir cargada la cántara. En caso de que se requiera abrir un nuevo cauce, se emplearán dragas de ataque frontal para abrir camino. Cuando el dragado se ejecute en zonas de calado suficiente pero encerradas por otras de menor calado que sólo puedan atravesarse en pleamar, se utilizará el equipo que permita vaciar en zonas interiores, sin necesidad de pasar por la barra que únicamente permitiría trabajar a determinadas horas.

- **SITUACIÓN.** En lugares de oleaje importante, no se recomienda el empleo de dragas de rosario por la posibilidad de que se rompan las cadenas de anclaje, ni las dragas con cortador, por las probabilidades que existen de que se rompan los zancos. Tampoco, es recomendable el transporte de gánguiles por las averías que se producen al abarloados a las dragas. En casos en que sea imprescindible el uso de las dragas de rosario o cortador, la obra deberá ejecutarse en tiempos tranquilos, dejando siempre a los costados, remolcadores que en caso necesario, retirarán a punto, el artefacto.

Si el punto a dragar, está situado en canales o dársenas con mucho tráfico, las dragas de arrastre, no serán apropiadas por su dificultad de maniobra.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- **DIMENSIONES DE LA ZONA.** Si se trata de canales estrechos y de poco calado, no es adecuado utilizar dragas que exigen un calado mínimo, por que las escalas de dragado o los tubos de succión, trabajarían demasiado tendidas y en malas condiciones. Estos casos, se resuelven con dragas de cucharón o dragas “enanas” que son pequeñas dragas de rosario o succión que arrojan el producto directamente a tierra.

- **POSIBILIDAD DE VACIADEROS.** Si existen zonas de tiro, el sistema más apropiado, es el de cortador o las dragas hidráulicas de autopropulsión que dragan, transportan y vierten directamente el producto. De no poder instalar tuberías flotantes o submarinas, es recomendable utilizar dragas de rosario y elevadores o de succión con elevadores propios.

Si no existen zonas de tiro, deberá descartarse el sistema de bombeo a tierra, por tuberías o mediante elevadores y elegir el transporte por cántara y descargar por fondo.

- **RENDIMIENTO NECESARIO Y COSTOS.** El volumen a dragar, influye en la elección del equipo de dragado. Si es pequeño el trabajo, se hará con una unidad pequeña, tal vez una draga de cucharón, etc. Si el volumen es grande, deberá analizarse la posibilidad de utilizar equipos muy potentes y de mayores rendimientos, aunque no sean los más adecuados.

- **CONDICIONES ESPECIALES.** Finalmente, existen otras causas que determinan la elección final, como es por ejemplo, la posibilidad de que la obra ejecutada sea efectiva, desde el inicio. Ésto, sucede al emplear la draga de succión estacionaria que al trabajar, forma hoyos que la corriente nivela y mientras no se termina totalmente la obra, el calado será el del punto sin dragar.

C) CONDICIONES DE LA MAQUINARIA.

No se puede decir que cada tipo de draga sea adecuada, exclusivamente para un determinado tipo de suelo, pero es indudable que su comportamiento es diferente.

- **APLICACIONES DE LA DRAGA.**

Es muy importante tener en cuenta que al formar el equipo de dragado, existe incompatibilidad entre algunos artefactos que condiciona su uso para determinados dragados y para determinados suelos. Por lo anterior, se enumeran en seguida las principales aplicaciones de las dragas, en base a los diferentes tipos de suelos.

DRAGAS DE CUCHARÓN. Trabajan bien en terrenos suaves y cohesivos; mal en suelos muy fluidos como fangos, por escaparse el suelo de la cuchara, y en suelos duros, por no penetrar el cucharón en ellos. Utilizando cucharones muy pesados y de forma apropiada, es posible utilizar esta draga en arenas compactas y en rocas sueltas.



DRAGAS DE GRÚA. Muy eficientes para el dragado de suelos duros o rocosos. Tratándose de rocas semiduras, reducen el número de voladuras y la utilización de equipo rompe-rocas. Son de gran utilidad y de gran rendimiento en los suelos apropiados.

DRAGAS DE ROSARIO O CANGILONES. Su uso es muy amplio, debido a las grandes producciones que tienen en casi cualquier tipo de suelo. Funcionan mal en arcillas de alta cohesividad porque se pegan al cangilón, reduciendo con ésto, la capacidad de los mismos; en arenas muy compactas, presenta dificultades en la penetración y en fango líquido, su rendimiento decrece notablemente.

DRAGAS ROMPE ROCAS. Se emplean en zonas rocosas donde las dragas de grúa o de rosario son incapaces de arrancar el material, o lo hacen a base de grandes gastos y riesgos. Este tipo de draga, se emplea alternativamente con el sistema de explosivos, dependiendo la elección de diferentes causas.

Cabe señalar que las restricciones actuales, en lo que se refiere al uso de explosivos, dado su impacto significativo en el medio ambiente marino, deben respetarse cuidadosamente.

DRAGAS DE SUCCIÓN ESTACIONARIA. Funcionan muy bien en arenas sueltas o semicompactas; e incluso con contenido de gravas, aunque en este caso, se producen desgastes excesivos en las bombas centrífugas. También, son comúnmente utilizadas en suelos fangosos, compactos o cohesivos, debiendo utilizar en estos casos, el tipo de cortador más adecuado, según la dureza y cohesividad del material a extraer.

En los casos en que el material es muy suelto y de baja densidad, se puede trabajar únicamente con la succión.

DRAGAS HIDRÁULICAS DE AUTOPROPULSIÓN. En casos como éste, en que el producto del dragado es depositado en la tolva de la draga, no es recomendable su uso con suelos de difícil decantación como fangos, arenas finas, así como en arcillas plásticas, etc., su campo apropiado, son las arenas, las arenas fangosas, sueltas o semicompactas, con densidades y granulometría significativas.

DRAGAS DE SUCCIÓN EN ARRASTRE. Su principal utilidad, es en arenas sueltas o arenas fangosas. Por su forma de trabajo, no sirve para terrenos compactados que exigen potencias de aspiración muy elevadas. Utilizada en los suelos apropiados, es un artefacto magnífico de rendimientos altos.

DRAGA CON CORTADOR. Es del tipo de las de succión que sirve para casi toda clase de suelos, pudiendo decirse que se puede emplear en cualquier caso, ya que por el efecto del cortador, desmenuza cualquier suelo por compacto que sea, y permite que sea succionado fácilmente.

Debe elegirse entre otras características, la potencia apropiada de la bomba de succión y básicamente el cortador más adecuado.

3.2.1 MOVILIZACIÓN.

La movilización de las dragas estacionarias del lugar de estadía, al sitio donde se realizará el dragado, se efectúa generalmente por dos formas, vía terrestre y marítima.

La selección de la forma de transportar estos equipos, depende del tamaño de la draga, pero también de la logística y aspecto económico y distancia de vertimiento. Se conoce que las dragas autopropulsadas son barcos especializados, por lo que todos ellos, se transportan vía marítima, por sus propios medios; en las dragas estacionarias de gran tamaño, la movilización se efectúa con ayuda de remolcadores, ya sea de altamar o de bahía.

En el caso de las dragas de cangilones autopropulsadas, su transportación al sitio de operaciones es riesgosa, ya que su centro de gravedad, es demasiado alto por tener la escala de dragado en el centro del casco, por lo que el traslado, se realiza cuando las condiciones climatológicas, sean las más adecuadas (Fig. 40, 40a).

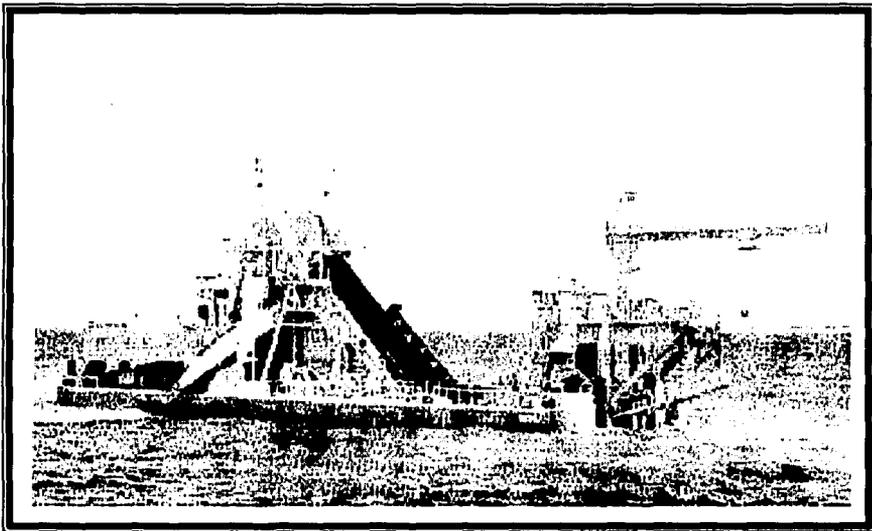


Fig. 40. Draga de cangilones, autopropulsada.

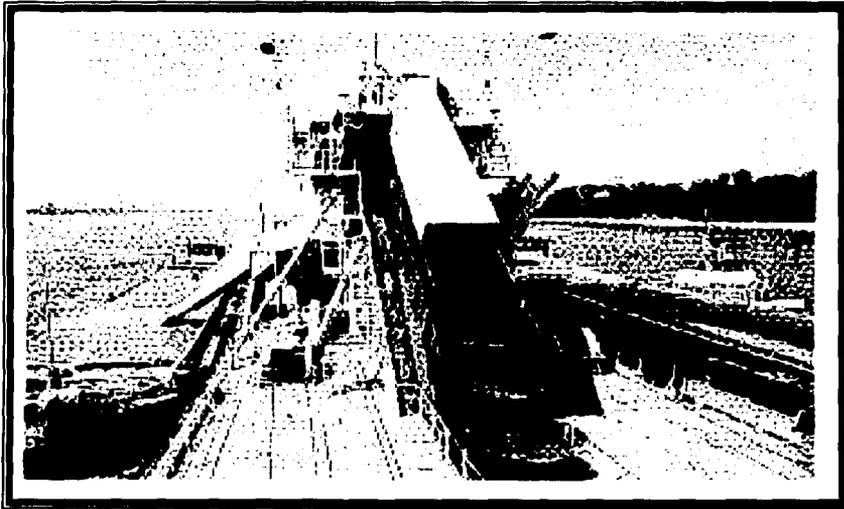


Fig. 40a. Escala de la draga de cangilones, autopropulsada.

Las dragas estacionarias mecánicas o hidráulicas desmontables, tienen una gran ventaja, ya que se pueden transportar vía marítima o terrestre; la elección de la forma de transporte, es por la distancia a la que se encuentre el sitio de operaciones y el costo que se genere al transportarse, se tiene conocimiento de que el transporte terrestre, es más económico que el transporte por vía marítima y menos riesgoso (Fig. 41a, 41b y 41c).

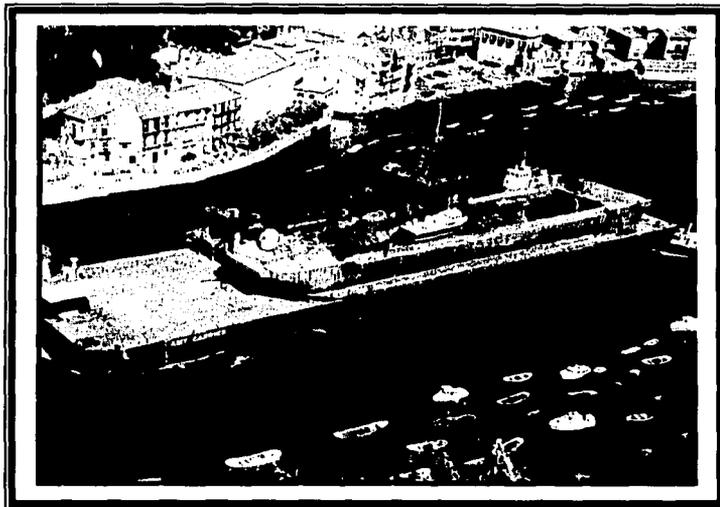


Fig. 41a. Draga de almeja y gánguil de traslado.



Fig. 41b. Draga estacionaria seccionada para su fácil transportación.

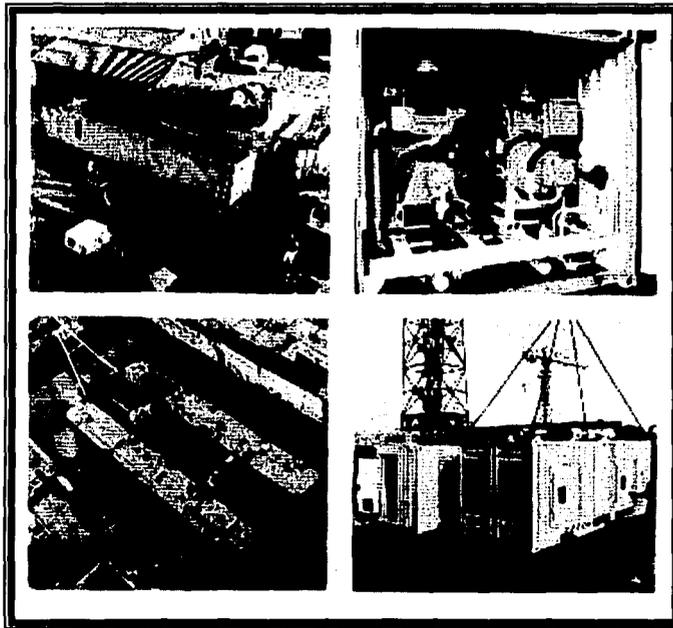


Fig. 41c. draga seccionada para transportarse

3.3 ACCESIBILIDAD A LA ZONA DE DRAGADO.

La accesibilidad a la zona de dragado en los Puertos Marítimos, es relativamente sencilla, ya que estas zonas son las propias áreas de navegación, como son los canales de acceso, dársenas, etc., salvo en los casos de las zonas de muelles, en donde una draga autopropulsada no puede acercarse demasiado por que un movimiento inadecuado, podría afectar la estructura del muelle, así como la rastra de la draga; en este caso, se utilizará normalmente una draga estacionaria para poder realizar el dragado, frente al paramento de muelles, ya que tienen una mayor versatilidad.

El tráfico marítimo, afecta al dragado en los canales de acceso a los puertos, ya que éste, ocasionará la suspensión de las actividades, al tener que retirar la tubería flotante, en el caso de las dragas estacionarias.

Todavía será más crítico el caso, cuando además de la tubería, deba retirarse la propia draga con sus anclas y traveses, debiendo posicionarla posteriormente, al paso de la embarcación.

En igual forma una draga autopropulsada, tendrá también que retirarse del sitio de trabajo, al entrar o salir un buque al puerto, siendo éste caso menos crítico que el de la draga estacionaria.

3.4 OBRA A REALIZAR.

En este punto, se realiza una descripción general de la obra a realizar, dando a conocer los beneficios que se generen, describiendo las zonas de trabajo, volúmenes de dragado, el tipo de equipo que se vaya a utilizar, tipo de material que se obtendrá, producto del dragado, zona de vertimiento en mar o depósito en tierra, según sea el caso.

3.4.1 LOCALIZACIÓN Y PLANO DE DRAGADO.

El plano será levantado a base de perfiles de la zona a dragar;

Los perfiles deben tomarse, transversales al eje principal de la vía navegable o dimensión mayor de la zona, complementándolos con otros, siempre que se estimen necesarios. La separación entre perfiles, oscilará entre 5 y 25 metros; en zonas de fondos muy uniformes, y en los que la medición se haga en volumen transportado en la tolva, podrá escogerse una distancia mayor; pero si los fondos son irregulares o la medición del trabajo ejecutado ha de hacerse en perfil, el sondeo debe ser lo más preciso posible, sin importar la profusión de sondas.

Los planos deben tener la escala adecuada a la distancia entre perfiles y las condiciones de la obra; con separación de 10 y 25 metros, debe utilizarse una escala de 1:250 a 1:1000 en casos especiales, pueden usarse escalas menores de 1:50 a 1:100.

Los perfiles transversales, deben figurar como mínimo de metro en metro, siempre referidas las cotas, al N.B.M.I. (Nivel de Bajamar Media Inferior); se recomienda representarlas cada 0.50 metros e incluso cada 0.25 metros en planos de mucho detalle, no considerando exageradas estas cifras, ya que un pie de calado, es una cifra muy considerable en la técnica portuaria. Los perfiles, deberán incluir la sección transversal con los datos del suelo de la estratigrafía del lugar.

El proyecto debe llevar un plano general de identificación de la obra, dentro del puerto a escala de 1:10 000 a 1:25 000 (Variará de acuerdo a los puertos) y uno general de la obra, a escala intermedia, entre éste y el que se utilice en los planos de trabajo.

3.5 PROCESO DE DRAGADO.

Al comenzar un proyecto de dragado, es importante determinar el tiempo de bombeo económico para una carga y su transporte del lugar de dragado, al de vaciado de la tolva. Los factores que contribuyen a esa distribución son:

- a) Cantidad de sólidos que se depositan en la tolva.
- b) Velocidad de bombeo.
- c) Velocidad de la draga.
- d) Características del material a dragar.
- e) Distancia al lugar de vaciado.
- f) Tiempo empleado de maniobras y otros factores.

CICLO DE OPERACIÓN.

El ciclo, está compuesto por las siguientes actividades: Llenado de la tolva, evolución o maniobras, navegación con carga hasta el lugar de vaciado, descarga de la tolva y navegación en vacío de regreso al corte o zona de dragado.

El tiempo total del ciclo de operación, lo podemos expresar por la fórmula:

$$TC = Tb + Te + Tc + Td + Tr$$

Donde : TC = Tiempo total del ciclo.

Tb = Tiempo de bombeo para llenar la tolva.

Te = Tiempo de evolución o maniobras.

Tc = Tiempo de navegación con carga, hasta el lugar de vaciado.

Td = Tiempo descargando la tolva.

Tr = tiempo de navegación en vacío de regreso al corte o zona de dragado.

En una misma zona de dragado, el tiempo del ciclo total de operación, se puede considerar constante, siempre que la clase del material, no varíe y el lugar de vaciado de la tolva, sea el mismo.

Los factores que hacen variar el tiempo total del ciclo de operación, son:

a) Tiempo de bombeo necesario para llenar la tolva, el cual varía de acuerdo con la velocidad de asentamiento de las partículas en el fondo, dependiendo de su granulometría. Para material de grano grueso, el consumo de tiempo en la carga, es menor que para el fino. Ésto, debe tenerse en cuenta, al programar los trabajos de dragado.

b) El tiempo de evolución, es la suma del tiempo en que interviene la draga para maniobrar cuando se suspende el bombeo y tomar de nuevo el corte, al terminar cada fase. Aunque cambia, según la longitud del corte y el tiempo de carga, puede considerarse constante para un mismo dragado, ya que estas variables son muy pequeñas e influyen poco, en el tiempo total del ciclo.

c) Los tiempos de navegación, con carga para ir a descargar la tolva (T_c) y el de regreso para reanudar el dragado (T_r), varían con la distancia entre esta última y el lugar de vaciado seleccionado, y con la velocidad de la draga. Ésto es:

$$T_n = T_c + T_r = \frac{2L}{V}$$

Donde: T_n = Tiempo de navegación.

L = Distancia del sitio de dragado al de descarga.

V = Velocidad promedio de la draga.

CARGA ECONÓMICA DE LA TOLVA.

El tiempo que dura el bombeo, depende de la clase de material que se drague. Si consiste en arena o grava que se asienta rápidamente, se bombeará hasta que comience a derramar la tolva y en muchos casos, se deberá prolongar por algún tiempo. Una parte del material dragado, se desbordará por el vertedero y aumentará a medida que se va llenando la tolva.

Por lo anterior, se considera de gran interés, el determinar la carga económica, definida como: "La carga en la tolva que en circunstancias dadas de trabajo, produzca por unidad de tiempo, la mayor cantidad de material de dragado".

La pérdida por desbordamiento, se define como "La relación entre la cantidad de material que sale por el vertedero cada segundo y lo dragado en la misma unidad de tiempo".

Al vaciar la tolva y cerrar las compuertas, el agua retenida queda a igual nivel que el calado de la draga y si el material que se está dragando es arena o grava, esta agua residual, es obligada a permanecer en la tolva, hasta que sea desplazada por los sólidos más pesados. El aumento de calado, debido a la carga inicial del agua atrapada, sitúa a la bomba de dragado por debajo de su nivel normal, con referencia al plano de flotación, decreciendo por lo tanto, la altura de succión. Ésto, permite bombear una mezcla con mayor cantidad de sólidos que disminuye el tiempo de carga.

En ocasiones, es ventajoso llenar la tolva completamente con agua, durante el trayecto del lugar de vaciado a la zona de dragado, de tal manera que la bomba quede a un nivel, lo más bajo posible, antes de comenzar a operar nuevamente.

Quando se draga lodo o material muy fino, el agua retenida en la tolva, diluye la mezcla y por tanto reduce el total de sólidos en la carga, particularmente si el bombeo se detiene cuando comienza el derrame. Por lo anterior, cuando se dragan sedimentos u otros materiales de asentamiento lento, se obtienen mejores resultados si la tolva se achica, mientras la draga regresa del lugar de vaciado al de corte o zona de operación, siempre que el equipo para hacerlo, esté instalado a bordo.

Para un trabajo y para una misma draga, se puede representar todo el ciclo de dragado gráficamente (Fig. 42)

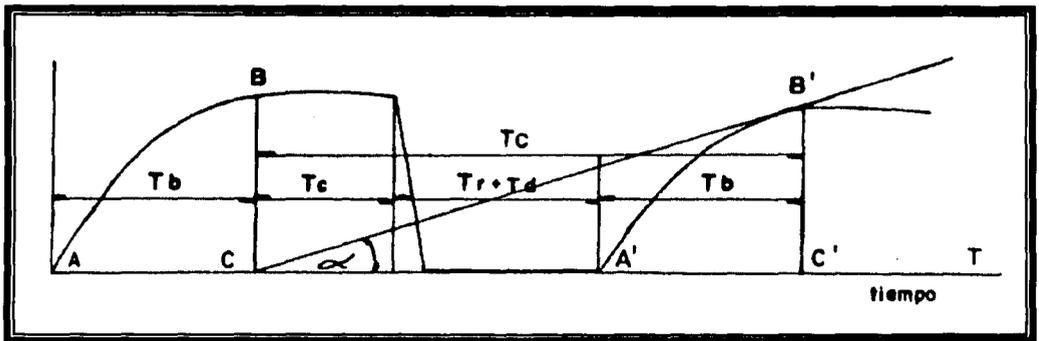


Fig. 42 Gráfica del ciclo de operación de una draga.

La gráfica anterior, nos indica que la mayor producción, se obtiene cuando la tangente del ángulo α sea máxima. La tangente CB' , señalará consecuentemente el momento en que el dragado debe suspenderse para ir a vaciar la tolva.

Existe un dispositivo que reproduce gráficamente el llenado de la tolva en función del tiempo y se denomina, registrador de calado. El aparato consiste esencialmente en una caja de presión, membrana que por la parte inferior, está en comunicación libre con el mar y la parte superior, va unida a un manómetro. Las presiones a ambos lados son iguales, por lo que al aumentar el calado, el manómetro lo indicará directamente (Fig. 43).

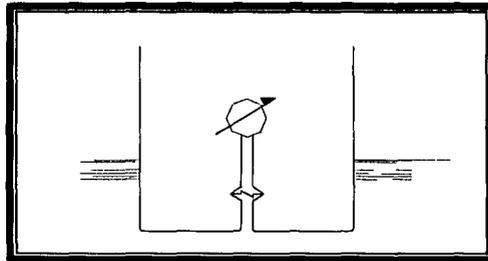


Fig.43 Registrador de calado

Otro aparato para medir la presión, es el sistema de marcador neumático abierto (Fig. 44). El aire a presión, se dirige por un tubo a un dispositivo reductor y a un regulador de corriente, unido a un tubo que por un lado, está en comunicación con el mar y por otro lado a un manómetro. La presión en el tubo, es proporcional al calado y el instrumento lo indica.

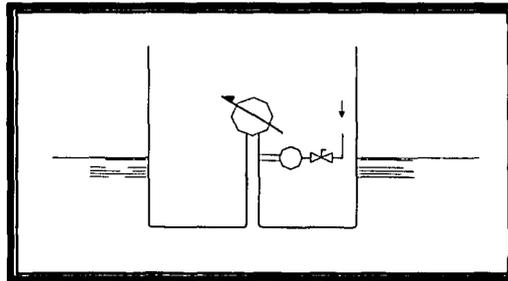


Fig. 44 registrador de calado. Sistema abierto de marcador neumático.

Puede instalarse un manómetro registrador, en que el papel tenga una velocidad constante y la plumilla, irá trazando un diagrama parecido al mostrado en la Fig. 45. La línea T_h corresponde al calado de la tolva, llena de agua (puede ser trazada con anterioridad). El peso específico del producto en la tolva, está representado por α , partiendo de la curva A, se puede establecer el diagrama de carga útil. Aumentando la amplitud de la misma curva, por encima de T_h en la siguiente

proporción: $\alpha / (\alpha - 1)$, se tendrá la tolva cargada con α Tons., de aumento de desplazamiento de agua.

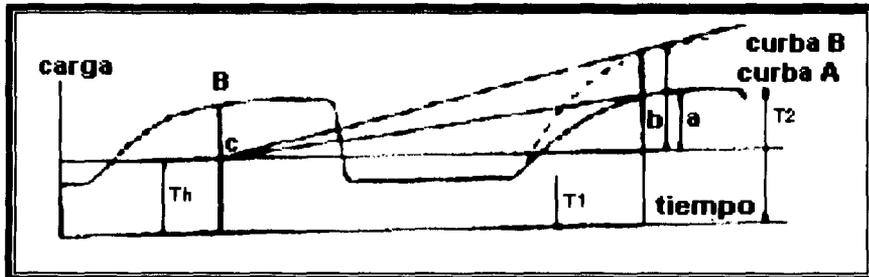


Fig. 45 Diagrama del ciclo de operación de una draga.

La carga representada por "b", indica la carga útil en la tolva, en función del tiempo que es la curva buscada. El tiempo de carga más favorable, podrá encontrarse por la tangente que parte del punto "c", en la curva B. La tangente de salida en "c" de la curva A, nos da el mismo tiempo de carga.

3.5.1 PROGRAMA DE DRAGADO.

Toda obra de dragado, debe tener un programa previamente establecido, éste se denomina PLAN DE OBRA; en este documento se detalla la obra a realizar, suponiendo de acuerdo al equipo que se usará, el rendimiento del mismo, la forma de atacar la obra, las metas a alcanzar, el equipo auxiliar básico y descarga, el personal, la memoria de cálculo y el calendario de trabajo.

Lo más importante de este documento, es la retroalimentación que nos permita comparar los parámetros supuestos, contra los que se hayan medido durante el desarrollo de la obra para detectar las desviaciones que se presenten y reprogramar el plan de operaciones original, de acuerdo a los parámetros reales.

Existen dos formatos diferentes para calcular la producción por turno, uno para dragas estacionarias y otro para autopropulsadas.

INFORMES DE AVANCE EN EL TRABAJO.

Dentro de los diferentes tipos de informes que se tienen, destaca por su claridad y contenido, el *control diario de producción*, en el que se puede ver la distribución del tiempo, en los conceptos que integran la operación y los paros programados y no programados, el volumen dragado, tipo de material, el detalle de la operación y zona de tiro. En la parte posterior de la hoja, se pondrá el

número de tolvas por turno, así como el volumen por tolva y también un mayor detalle de las observaciones, principalmente si hubo paros por otras causas y qué mantenimiento rutinario, preventivo y correctivo; se realizó, ya sea en cubierta o en máquinas.

Tomando como base este Control Diario de Producción y el Programa de Actividades, se pueden elaborar reportes semanales, los cuales reflejan de manera clara y precisa, los avances logrados en cada una de las obras en ejecución, indicando volúmenes programados, realizados por semana y acumulados, porcentajes de avances y desviaciones.

Este informe incluye también, una serie de comentarios breves de las incidencias o acontecimientos más relevantes que se presentaron durante el desarrollo de los trabajos de cada una de las dragas, con el propósito de tener un panorama general del desempeño de la flota.

Una vez confrontados los volúmenes programados contra los realizados, se determina si el programa, sufrió alguna desviación y en caso de que existiera, se analizan las causas que la motivaron para establecer las acciones correctivas tendientes a abatirla.

3.5.2 UTILIZACIÓN.

El material que se ha removido en un proyecto de dragado, puede ser utilizado como relleno, para agregados pétreos en la elaboración de concreto, para pavimentos, dependiendo de sus características.

Cuando se emplea como relleno, previamente a su colocación, deben construirse, en caso necesario, bordos de contención a base de arcilla, debidamente colocada y compactada con la altura necesaria, para contener el material y previendo el drenaje para conducir los finos en suspensión. Debe prevenirse la remoción de suelos vegetales y lodos en la superficie donde se vaciará el relleno, así como la existencia de materiales compresibles o licuables bajo la zona, observando la posibilidad de construir futuras instalaciones sobre ellos.

En general, los materiales granulares, son adecuados para la construcción de rellenos, llevando un control eficiente de la compacidad relativa, principalmente si se contemplan construcciones sobre el área. Por otro lado, los suelos granulares, generalmente limpios de finos, durante la extracción por succión, pueden ser empleados como agregados pétreos, una vez verificada su granulometría y sometida a un proceso de lavado.

Se puede incluir también la protección de costas, crear playas artificiales, hacer rellenos para desplante de obras de infraestructura portuaria, regularizar cauces de ríos, rellenar tierras susceptibles de inundación, explotar bancos de materiales, etc. (Fig. 46a, 46b)



Fig. 46a Isla artificial construida con producto del dragado.

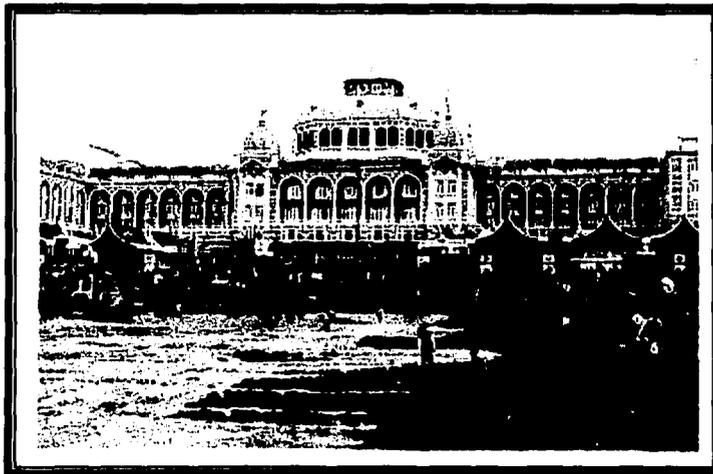


Fig. 46b Relleno de una playa erosionada con material de dragado.

Los materiales finos no son recomendables como relleno, debido a su deformabilidad. Es práctica común, colocar este tipo de materiales mar adentro o en zonas que no se requerirán a corto plazo.

3.6 DISTANCIA DE ZONA DE TIRO.

Uno de los problemas del dragado, es el qué se hace con los productos extraídos. Si se trabaja en barras a distancias cercanas, arrojadas a mar abierto, no existe dificultad, pues se arroja en puntos y profundidades, donde no pueden volver a la zona de dragado. Pero si el punto de dragado, está situado lejos del mar, no queda más remedio que tirar el producto de excavación a fosas o elevarlo a zonas terrestres en puntos de relleno. Es por tanto de vital importancia, recorrer la zona en busca de una susceptible de cerrarse mediante bordos y formar recintos de vaciado.

Al estudiar el sitio del vaciadero, es muy importante observar sus condiciones naturales, los calados de la zona contigua donde los elevadores (si se elevan los productos), deban de situarse y determinar los muelles por construir, así como estudiar las longitudes de impulsión. Por último, debe cubicarse el volumen de admisión, considerando los asentamientos de la zona y la consolidación a futuro de los rellenos.

Las características de los suelos, son de los aspectos de mayor importancia en el estudio del dragado, ya que intervienen de manera decisiva en la elección del tipo de equipos y en la cuantificación de los volúmenes ejecutados en el mismo.

Para el estudio de dragado de un suelo, es necesario determinar esencialmente, las siguientes propiedades de los suelos:

- a) la densidad de sólidos del suelo y sus características "in situ".
- b) El factor de abundamiento del suelo, para determinar la diferencia volumétrica del material extraído, con relación al mismo "in situ".
- c) El peso volumétrico del material.
- d) La posibilidad de arrastres por succión de las partículas.
- e) La resistencia del terreno, cohesión, fricción y energía necesaria para su dragado, por corte o succión.

De la misma forma, deberán determinarse las siguientes características de estabilidad:

- a) La estabilidad de taludes de la zona dragada.
- b) La estabilidad del suelo en la zona de tiro.

La forma en que se sedimente el suelo, forzarán determinadas soluciones en su manejo, por ejemplo: un suelo arcilloso que deba transportarse mediante tolva al tiro, será casi imposible de succionar porque prácticamente, no decanta una vez que se inicia la emulsión por el agitación de

la mezcla. La cohesión del suelo, determinará el método de dragado, y marcará la potencia requerida.

La estabilidad de los taludes, será un factor muy importante para predecir la posibilidad de cuantificar los volúmenes "in situ", si el material es razonablemente deleznable; o dentro del tiradero, si la compacidad del mismo, así lo permite.

Lo mismo puede decirse con respecto a la estabilidad del producto, puesto en zona de tiro libre, ya que si existe la posibilidad de que las corrientes, lo arrastren hasta puntos en que pueda causar daños, deberá eliminarse como solución factible.

3.7 CUBICACIÓN.

La obra que se proyecta, consistirá en dejar una zona, con el calado y perfiles deseados y teóricamente la obra realizada, será la diferencia de volúmenes que exista entre los perfiles, tomados antes y después del trabajo, pero por efecto de varias causas, relacionadas unas de ellas con las características del terreno y otras con las condiciones del emplazamiento de la obra, el volumen a extraer será mayor, aumentando aún más, si la medida de la obra ejecutada, se hace en volumen de cántaras, a causa del abundamiento del suelo.

Los factores fundamentales que intervienen en la cubicación de un dragado, son los siguientes:

- a) Perfil del terreno.
- b) Taludes.
- c) Aportaciones de nuevos sedimentos.
- d) Abundamiento del suelo.
- e) Tolerancias.

De éstos, los tres primeros representan volúmenes que deben ser extraídos y que hay que cubicar conjuntamente para obtener el volumen total; el cuarto depende de las características del suelo y de la forma de ejecutar el dragado; el último, se origina por la operación del dragado y que dependiendo del criterio del proyectista, se tomará o no en cuenta.

La cubicación, se hace levantando perfiles transversales, normales al eje de dragado, si es un canal y lo más cercanos y apegados a las variaciones de nivel que presente el fondo.

Si el terreno presenta dos capas de distintas características que exijan trabajos diferentes, deberá determinarse mediante sondeos, extracción de muestras y el espesor de cada una. Si las

diferencias entre extractos, no son muy marcadas, deberá cubicarse en conjunto y considerarlas como obras de igual clase y de misma dificultad.

La pendiente de taludes, está íntimamente ligada a las características del suelo, pero deberán considerarse en dichas pendientes, la acción desmoronadora del oleaje y las corrientes marinas. Además, se tendrá en cuenta que la formación de los taludes con dragas, es sumamente difícil, sobre todo si se trabaja con dragas de succión; como quedan bastante verticales y acaban desplomándose sobre el fondo, lo que debe hacerse, es cubicar el volumen de esos taludes y calcular la profundidad a que debe dragarse el fondo del canal, para que al tomar los taludes las pendientes supuestas, el fondo tenga el calado deseado. Por otro lado, tendrá que tomarse en cuenta que la parte superior, sufrirá más la acción de las olas que el pie del talud, por esta razón, tenderán a irse haciendo cada vez más tendidos. Según P.K. Bojitch, el dragado regular del fondo del canal, acaba por estabilizar los taludes laterales; si se conoce su inclinación, puede calcularse el volumen que supondrá la apertura de una parte del canal.

En general, para gravas y arenas compactas, se puede tomar un talud teórico de 1:2; para arenas gruesas y arcillas compactas finas, del 1:4 al 1:5; llegando al 1:10 para fangos e incluso en algunos muy fluidos, pasará esta cifra y prácticamente no se considera estabilidad alguna.

En cuanto a la aportación de nuevos sedimentos en la zona dragada, debido a corrientes, mareas, oleaje, etc., y con la finalidad de tener un calado útil al terminar las obras, no queda más remedio que incrementar el dragado, en una cifra que vaya de acuerdo con el volumen de aportaciones previsibles.

Todos los suelos aumentan de volumen, al extraerlos de su emplazamiento natural; claro que en los terrenos de aportaciones recientes, sueltos y con gran cantidad de agua, esta cifra es menor que la que resulta en terrenos compactos.

Por el concepto de abundamiento, la experiencia de dragado marino considera recomendable, estimar un porcentaje de aumento de volumen, de acuerdo a la tabla siguiente:

Fango fluido	10-20%
Arenas fangosas	15-20%
Arenas gruesas	20-25%
Arcillas	25-30%
Roca y piedras	40%

Se deberá tener presente que el transporte del volumen abundado, será mayor al de la cubicación "in situ".

Un punto de importancia que deberá considerarse en el dragado, es el de las tolerancias en las dimensiones de la zona dragada.

En planta, los problemas son mínimos, pero en cambio en profundidad, constituyen un factor de gran importancia para calcular el volumen y dificultad de las obras; puesto que tomando en cuenta que la profundidad marcada de proyecto, debe ser alcanzada en todos los puntos de la obra, y que debido a las características de los sistemas de dragado, ésto es casi imposible de lograr, con un corte justo y preciso; pues, por ejemplo, con dragas de rosario, se puede obtener un corte casi perfectamente horizontal y nivelado, con una gran aproximación al calado deseado, pero con otras dragas, como las de succión estacionarias, las cucharas o los dragados en rocas con voladuras, se obtienen desigualdades bastante pronunciadas que obligan a profundizar más de lo debido para lograr la seguridad del nivel mínimo; y considerando que lo anterior, no es admitido, ni contemplado por algunas administraciones, los volúmenes a realizar y los costos que soportará.

Este exceso de dragado, deberá realizarse y será una consecuencia de la obra que la misma deberá solventar. Si no se incluye en la obra de manera explícita, aumentando las cubicaciones, ha de tenerse en cuenta en el precio, en forma de abundamientos u otra cualquiera. Algunas veces, es considerado lo más justo y se admite un margen de tolerancia, del que solo se abonará hasta un 25% del total excedido, para evitar que el ejecutante, intentará dragar todo hasta el límite total de la tolerancia, si por cualquier causa, le conviniera y en resumen, lo que haría la administración es pagar un dragado de más calado que el previsto, cosa que a lo mejor, no entraba en su presupuesto.

Este margen de tolerancia, varía según los suelos y emplazamientos, llegando hasta 30-50 cm., en roca fracturada por voladuras y 0.50-1.00 m., en dragado a base de succión estacionaria, disminuyendo en los demás casos, pudiéndose anular prácticamente en dragados en dársenas cerradas, dragados realizados con dragas de rosario, etc.

Existen cuatro métodos de medición de la obra ejecutada y son los siguientes:

a) Medida en perfiles. Siempre que sea aplicable, es el mejor sistema y el que no da lugar a discusiones posteriores, permitiendo un control de la obra ejecutada en cualquier momento. Es aplicable en caso de que el fondo marino, no tenga cambios bruscos de perfil y los taludes sean estables, además de que la zona, no contenga azolves repentinos que formen depósitos apreciables. En el caso de que existan diferentes clases de suelos superpuestos, con diferencias

mínimas, es preferible determinar un precio medio único, para evitar discusiones posteriores por la determinación de la clase de suelo; cuando las diferencias son notables, se fijarán precios diferentes.

Deberá considerarse el abudamiento y las tolerancias, al medir el dragado en perfil. En el caso del abudamiento, se toma en cuenta el volumen real en el lugar de la obra, la mayor cantidad de volumen a transportar y se da un precio al volumen en perfil, sin tener que abonar ningún excedente al volumen en la cántara o tolva. En cuanto a las tolerancias, existen criterios muy diferentes para cada método de dragado y de acuerdo a cada administración portuaria; el ejecutante de la obra, deberá tenerlas en cuenta en el precio unitario o señalando una tolerancia abonable, por debajo del calado del dragado.

Generalmente, todas las administraciones, admiten tolerancias en toda clase de suelos, aunque algunas las han suprimido, ante algunos abusos de ciertos contratistas.

b) Medida en cántara. Ésta, es la forma más usual de medición, por su facilidad y porque en ocasiones, es la única posible. Se puede hacer de dos maneras: por volumen o por peso transportado. La primera, se utiliza en suelos que se extienden por toda la cántara del gánguil, permitiendo una cubicación fácil; la segunda, en suelos de cubicación difícil, como piedras o arcillas que forman montones.

Si se mide por volumen, el vertido deberá prolongarse hasta que todo el gánguil, esté completamente lleno de producto de cierta consistencia y prácticamente que no quede agua. Aun cuando ésto, requiere mayor trabajo de la draga y mayor cantidad de tiempo empleado, se transporta realmente más producto. El contratista tiende, como es natural, a terminar la carga del barco cuando el producto tiene un mínimo de consistencia, pues cobra por volumen en gánguil, aunque parte sea agua; pero la administración deberá tender en cambio, a que el producto transportado, tenga la mayor densidad posible para que el pago, sea realmente por producto extraído. Por ésto, si se mide en volumen, deben tomarse las siguientes precauciones: Obligar a que el gánguil, tenga compuertas superiores de desagüe; efectuar la medición en el vaciadero, obligando durante el recorrido, a que el producto se asiente y disminuya en parte, el falso abudamiento; y por último, cuando el material es bastante fluido, delimitar el volumen de cobro mediante el hundimiento de una pértiga de cierto peso.

Si la superficie del gánguil no es horizontal, se deben tomar una serie de sondeos por babor y estribor del mismo, y hallar la medida aritmética para encontrar el volumen a deducir.

El supervisor, deberá contar con una tabla que indique el volumen a deducir de la capacidad total del gánguil, por cada centímetro que falte para el llenado total de la cántara.

Si se mide por peso, deberá calcularse la tara del gánguil y su desplazamiento por el peso vertido. Y conociendo la densidad del producto "in situ", deducir el volumen transportado. Para una fácil medición, se suele disponer de una regla graduada exteriormente, donde aparece claramente la inmersión del gánguil y el peso correspondiente.

c) Medida en vaciaderos. Este método, se utiliza principalmente cuando el dragado se hace por succión o existen azolves que impiden utilizar la medición en perfiles.

La forma de medir, es similar a la de perfiles, con la única variante de que se efectúa posterior al dragado. Deberá tenerse precaución con los casos siguientes: Cuando el vaciadero está formado por suelos flojos que ceden por el peso de los productos arrojados; deberán fijarse una serie de referencias del suelo primitivo y deducir el aumento de volumen, ocasionado por la compresión de las capas de suelo; cuando el producto dragado experimenta retracciones de volumen, como es el caso de los suelos arcillosos, se deberá utilizar otro método para la cuantificación.

d) Medida en tuberías. Este método, se utiliza cuando el vertido, se efectúa directamente en el mar. Este método genera grandes errores, debido a que la forma en que se mide el caudal sólido, no es confiable ni exacto. Existe un sistema adaptado a dragas alemanas muy confiables, basado en una fuente emisora de rayos X y un detector de radiaciones, unido a un equipo amplificador, que computa y registra las señales de la cabeza de medida.

La aplicación de este equipo, permite la medida continua de la densidad de la solución, con lo que la primera ventaja es que permite al dragador, controlar la mezcla aspirada; la exactitud llega a 0.0001 unidades de gravedad específica, es decir, prácticamente absoluta y su instalación es cómoda, pues se puede poner en cualquier punto de la tubería, desmontándose y montándose con toda facilidad; por otra parte, la seguridad del personal es total, ya que no requiere precauciones especiales. Si se dispone de un equipo registrador de velocidad media por medio de tubos Ventura, etc., el producto de las dos curvas de velocidad y densidad, proporciona el caudal instantáneo por integración de la curva resultante; el volumen de productos sólidos dragados.

CAPÍTULO 4

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

CAPÍTULO 4. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

El mantenimiento, es el conjunto de actividades desarrolladas con el objeto de conservar las propiedades físicas de la draga, en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico.

Su objetivo es optimizar la disponibilidad del equipo, para la operación. El proceso del mantenimiento debe ser continuo, ya que las interrupciones provocan pérdidas y la corrección de condiciones defectuosas, origina un incremento de costos y una disminución en la productividad.

4.1. FALLAS MÁS COMUNES.

Las fallas más comunes durante el dragado, sus causas y modo de remediarlas, pueden ser las siguientes:

FALLAS: Se desceba la bomba.

Alto vacío en la bomba y baja presión de descarga.

CAUSA: Obturación de la tubería de succión.

MODO DE REMEDIARLAS:

- a) Manténgase la escala de dragado, fuera de la orilla, abierta la válvula de chapaleta y párese la bomba.
- b) Si la bomba de dragado está trabajando, se le debe avisar al maquinista o motorista de guardia, para que la pare, durante el proceso de enjuague a la inversa.
- c) Si la obstrucción persiste, se probará alternar la velocidad varias veces, para que el obstáculo sea absorbido, a través de la tubería de succión.
- d) Como último recurso, se sacará la escala del agua para examinarla y extraer el obstáculo de la tubería de succión.
- e) Si el manómetro de la descarga, marca una pequeña fluctuación en la presión, obedece generalmente a que el objeto, está localizado en la bomba de dragado.
Éste puede ser retirado, por el registro de limpieza, situado en el tramo, delante de la bomba.
- f) Cuando la obstrucción está localizada en la bomba, se siente vibración en ésta y en el eje impulsor.
Si ésto ocurre, el maquinista o motorista de guardia, avisará al dragador para detener la bomba, hasta que se retire el estorbo.

FALLA: Alta presión de descarga.

CAUSA: Obstrucción de la tubería de descarga.

MODO DE REMEDIARLA:

a) Levántese la escala de dragado, pero sin sacarla totalmente, a fin de bombear agua; el dragador, debe notificarlo al maquinista o motorista de guardia, antes de hacer esta maniobra.

b) Lo que origina la obstrucción, puede ser una raíz, un leño, una piedra o un pedazo de fierro, atorado en la tubería. Generalmente, este atascamiento se puede localizar por el ruido que produce el agua, al precipitarse entre el obstáculo o por el golpe, dentro de las juntas de la tubería, entre la obstrucción y la bomba.

Otra indicación para localizar la obstrucción, es la pérdida en las juntas, debido a la alta presión, originada por el obstáculo.

c) en ocasiones, puede desalojarse la obstrucción, pegando a la tubería con un marro en el sitio en que se supone, está el obstáculo y manteniendo la bomba de dragado en funcionamiento.

En caso de que esta medida falle, se desmontará la tubería para retirar el tapón.

FALLAS: Presión baja en la descarga.

Vació bajo.

CAUSA: Cuerpo extraño en la bomba.

MODO DE REMEDIARLAS:

Ícese la escala, hasta la altura conveniente y bombéese agua.

Si el obstáculo persiste, se abrirá el registro de limpieza de la succión de la bomba para inspeccionar el interior, generalmente una piedra, una raíz, un pedazo de fierro, etc., se habrá atascado en el impulsor, el cual podrá retirarse a mano o mediante un aparejo.

FALLA: Vacío bajo, en la bomba de dragado cuando se draga después del avance o paso.

CAUSA: La draga podrá haberse retirado, hacia atrás del corte.

MODO DE REMEDIARLA:

a) Se avanzará nuevamente y desde una distinta ubicación. A veces, es necesario tomar un giro más amplio para el avance.

b) Déjese caer el zanco varias veces en el mismo lugar para que el puyón, penetre bien en el fondo.

FALLA: Vibración en la bomba de dragado.

CAUSA: Un objeto, atorado en el impulsor de la bomba o la presencia de gas en el material a dragar.

MODO DE REMEDIARLA:

a) Ábrase la conexión de registro de limpieza en el lado de succión de la bomba y retírese el obstáculo.

b) Si existe gas en el material, la bomba vibrará como cuando hay un cuerpo extraño, atorado en el impulsor. Debe seguirse el procedimiento descrito anteriormente para cuando hay gas en el material a dragar.

FALLA: Falta de agarre en los anclotes de los traveses.

MODO DE REMEDIARLA:

a) Levántese el anclote y vea si no están enredados los cables. Colóquense nuevamente los anclotes.

b) La estructura de la escala de dragado arrastrará en el fondo.

Material demasiado blando que no permite a los anclotes, hagan presa en el fondo. Se le pueden soldar unas láminas de acero en las uñas para que presenten una mayor resistencia al desplazamiento. También podrán emplearse anclotes adicionales.

c) Quizás los anclotes estén situados demasiado cerca de la draga, por lo que habrá que retirarlos a la distancia más conveniente y dar mayor longitud a los cables de los traveses.

FALLA: Paro del motor, sobre carga del winche o del cortador.

MODO DE REMEDIARLA:

a) El amperímetro de este motor o motores, si son eléctricos, indicará un mayor amperaje, dando la señal de advertencia de sobrecarga. Si es un motor diésel, la sobrecarga la indicará el pirómetro.

Las sobrecargas, se presentan cuando se hace un corte profundo o con material duro y dificultoso de dragar.

4.2. COMPONENTES DE DRAGADO QUE MÁS COMUNMENTE FALLAN.

Se puede mencionar que en las dragas mecánicas, los componentes que más fallan, son los equipos que están directamente en contacto con el material de ataque, en el caso de la draga de

cangilones, tenemos a las cazoletas de acero y cuando el material es muy duro, están provistos de dientes, los cuales son los que sufren el desgaste Fig. 47.

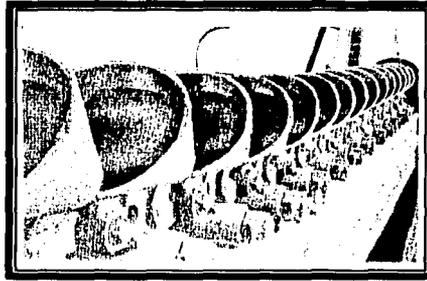


Fig. 47 Cadena de cangilones a desgaste.

En el caso de las dragas de grúa, se encuentran las almejas, granadas o garfios.

En las dragas hidráulicas, ya sean estacionarias o autopropulsadas, se tienen los siguientes componentes a desgaste:

CORTADOR.

- Reenmantelamiento, maquinado y ajuste de los cojinetes, para los ejes del cortador.
- Rectificado del buje para el cortador.
- Regeneración de dientes y cuchillas del cortador.

ZANCOS Y ESCALA DE DRAGADO.

- Repuesto de cable para servicio de maniobras de fondeo.
- Reparación y mantenimiento de las catarinas del servicio, con winches.
- Reenmantelado, maquinado y ajuste del eje motriz.
- Reparación de goznes de la escala.

TOLVAS.

- Repuestos de empaques en las compuertas.
- Cambio y empaquetadura de las válvulas de fondo.
- Cambio de placas de acero para los mamparos en las tolvas.
- Mantenimiento al motor de la bomba hidráulica para compuertas.

TUBERÍAS DE SUCCIÓN.

- Renovación de tuberías para succión de descarga.
- Reparación y revisión de la unión giratoria.

- Reparación de Válvulas de paso.
- Mantenimiento y reparación de la boquilla de succión.

BOMBA DE DRAGADO.

- Revisión y reparación de la bomba de dragado, en sus partes internas (Impelente, eje de la bomba, tapas, chapas, carcaza, camisas para el eje de la bomba).
- Revisión y reparación de la válvula de paso, para succión de la bomba de dragado.

4.2.1. MÁQUINAS HERRAMIENTAS EN LA DRAGA.

A babor del compartimiento de propulsión, está el taller, a la misma altura que la cabina de control y a estribor está el pañol.

El taller está equipado con:

Un torno horizontal con accesorios, longitud entre puntas de 1000mm, altura de puntas de 200mm.

Un torno pequeño doble para rectificar, de 200mm de diámetro.

Una taladradora de columna, con accesorios de una capacidad de taladro de 25mm.

Una taladradora eléctrica portátil, con una capacidad de taladro de 10mm.

Un banco con dos tornos de 150mm.

Un puesto de soldadura eléctrica de 200 A.

Una grúa de 5 toneladas, instalada sobre la caseta de proa; su servicio comprende: el compartimiento de bombas de dragado, el pañol de proa, la despensa y sirve también para la maniobra del bote de servicio, la lancha y para desmontar la parte delantera de los conductos de aspiración.

Una grúa de 3 toneladas, está instalada a proa para mantenimiento y servicio del departamento de máquinas y pañol de popa.

4.3. TIPOS DE MANTENIMIENTO.

La planeación del mantenimiento, puede ser tan simple como la identificación de las actividades a realizar, sin embargo el objetivo de la planeación, es lograr desarrollos futuros, obtener metas sobre todo, a plazos medianos y largos que se puedan cuantificar, determinando sus repercusiones en la empresa.

En una planeación adecuada, se debe tomar en consideración la identificación de fines, la que consiste en determinar los objetivos y metas que se desean alcanzar a corto, mediano y largo plazo, entre las que podemos mencionar como importantes:

Prolongar la vida económica de los equipos.

Obtener de los equipos, rendimientos próximos a los de diseño permanentemente.

Evitar al máximo reparaciones y trabajos de emergencia.

Reducir los costos del mantenimiento correctivo y de la adquisición de refacciones de emergencia.

4.3.1. PROGRAMA PREVENTIVO.

La planeación del mantenimiento por el tiempo que contempla, puede ser:

A LARGO PLAZO: La que se encuentra íntimamente ligada con los pronósticos de demanda y la planeación estratégica de alta gerencia en la administración total. El tiempo físico para el que se elabora el plan puede variar.

A MEDIANO PLAZO: Son aquellos planes que están vinculados con los objetivos, política y procedimientos del mantenimiento, a efecto de que éstos, sean afines con la problemática de la empresa. Estos planes normalmente, se ligan a los presupuestos y se conocen como planeación táctica.

A CORTO PLAZO: Ésta contempla la planeación operativa, ya que está íntimamente ligada al desarrollo de los proyectos, por lo que viene a ser una planeación específica de los trabajos de mantenimiento.

El mantenimiento rutinario, es el que se realiza sistemáticamente, con la fuerza laboral propia para la limpieza de la unidad, pintura, chequeo de niveles y relleno de ser necesario, calibraciones, engrases, etc.

El mantenimiento preventivo, es aquél en el que se toman las medidas necesarias anticipadamente y en fechas preestablecidas, para tratar de evitar al máximo, la presentación de fallas en los equipos; para lo anterior, se deberá hacer una programación detallada, la cual en gran medida, estará basada en la experiencia y en los tiempos de operación que fijan los fabricantes de los diversos equipos.

El logro de la implantación de un sistema de mantenimiento preventivo, a través de una justificación económica, raramente es factible, ya que el impacto inicial, refleja una elevación de

costos. Este mantenimiento, se vuelve más necesario mientras más mecanizado y automatizado sea el equipo.

Para realizar el trabajo, existen además de la programación, algunos otros formatos de control, como pueden ser las órdenes de trabajo, las requisiciones de almacén, etc., no siempre será necesario para la unidad, realizar el mantenimiento preventivo, dependiendo del motor o sistema que se trate.

En virtud de que las Sociedades Clasificadoras, norman que todo barco debe entrar a dique para inspección de casco, sistema de propulsión y gobierno, cada 18 meses o como máximo cada dos años, resulta económico restituir al equipo, sus características de operación originales, en un período similar.

El mantenimiento mayor, es similar al preventivo o sea que es programado, debiendo parar la unidad por un tiempo más o menos largo (1 a 3 meses), ya que será necesario que suba a astillero o entre a dique seco, para realizar trabajos que no es posible hacer a flote, como puede ser el sandblasteo, protección anticorrosiva y colocación de ánodos de sacrificio en el casco, cambio de planchas en mal estado, reparación de propelas y palas golpeadoras, etc.

En este tipo de reparación, es necesario efectuar un conjunto de inspecciones, servicios y cambio de partes de largo período de duración, las que están incluidas en los principales sistemas de la draga.

Estas reparaciones, se llevan a cabo por tiempo calendario o por horas de operación de cada sistema.

Otra posibilidad que genera reparaciones mayores, la constituyen los accidentes que puede sufrir una draga, con la salvedad de que esta acción, no es planeada.

4.3.2. PROGRAMA CORRECTIVO.

Este tipo de mantenimiento, se realiza cuando el equipo sufre una avería o descompostura; por lo que, se tiene que parar la draga para poder realizar la reparación, teniendo en cuenta que este mantenimiento, no se planea ya que puede ocurrir en cualquier momento.

4.4. PRESUPUESTOS PARA REPARACIÓN.

Éste, se integra en base a las necesidades del parque de maquinaria para su operación y conservación, durante cierto período u obra que en el caso de la Administración Pública, es el presupuesto (anual), pudiendo dividirse en los siguientes:

MANTENIMIENTO MAYOR:

- a) En seco.
- b) A flote.
- c) Refaccionamiento.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

- a) Refaccionamiento.
- b) Mano de Obra (en su caso).

MANTENIMIENTO RUTINARIO:

- a) Materiales (consumibles).
- b) Refacciones menores.
- c) Mano de obra (en su caso).

GASTOS ADMINISTRATIVOS DEL MANTENIMIENTO:

- a) Salarios.
- b) Supervisión.
- c) Viáticos y pasajes.

ADQUISICIÓN DE BIENES COMPLEMENTARIOS:

- a) Tubería, flotadores, conexiones.
- b) dientes, bases.

No existe un factor preestablecido para el cálculo del costo del Mantenimiento Preventivo y Mayor; la estimación de éste, debe basarse en la experiencia y los antecedentes de reparaciones anteriores. Algunos expertos en este campo, mencionan con muchas reservas, ya que puede variar importantemente de draga a draga, dependiendo de su tamaño y de su antigüedad, como aceptable, es una estimación del costo del 7.5 % anual del precio de adquisición del equipo.

La diferencia fundamental entre el mantenimiento preventivo y correctivo, es ejecutar el trabajo antes o después de presentarse la falla.

CAPÍTULO 5

IMPACTO ECOLÓGICO DEL DRAGADO EN OBRAS PORTUARIAS.

CAPÍTULO 5.

IMPACTO ECOLÓGICO DEL DRAGADO EN OBRAS PORTUARIAS.

La contaminación marina se puede definir, de forma general, como la introducción de sustancias tóxicas en la masa líquida de los océanos y mares, que producen un empobrecimiento de los recursos vitales de los mismos y una pérdida de la calidad del agua.

Estos factores, si no son controlados, se pueden traducir en una disminución en el rendimiento de actividades marinas, tales como la pesca, y en las que es más significativo, en riesgos para la salud humana y todo el ecosistema dependiente. Por tanto, quedan incluidas todas las formas de alteración del agua de mar, ya sean de tipo riesgoso (concentraciones bacterianas, químicas, radioactivas, etc.) o simplemente molestas y antiestéticas (maderas, papeles, basura en general, espumas, etc.).

5.1. NORMAS Y REGLAMENTOS DEL IMPACTO ECOLÓGICO EN DRAGADO.

Como parte del proceso de Reordenación y Modernización del sector paraestatal, sustentado en el Plan Nacional de Desarrollo, se consideró la conveniencia de llevar a cabo la extinción del órgano desconcentrado PUERTOS MEXICANOS; dentro del cual, el dragado se identificó como una actividad susceptible de privatizarse de forma inmediata. PUERTOS MEXICANOS debería garantizar que fueran atendidas las necesidades de dragado de mantenimiento del Sistema Portuario Mexicano; por lo que de la flota de 21 dragas con que se contaba, se clasificaron 8 unidades, que se consideraron adecuadas para cumplir con la demanda de dragado en los principales puertos nacionales.

Derivado de lo anterior, PUERTOS MEXICANOS, en coordinación con la S.C.T. y la S.H.C.P., iniciaron el proceso de licitación correspondiente, publicados en el diario oficial en agosto de 1993, la convocatoria de la Licitación Pública Internacional PM-I-0293, que contempló la agrupación de 18 puertos en 5 paquetes de contratos; cada uno de los cuales, se ligó a un contrato de compraventa, asociado a un grupo de dragas, de entre las 8 unidades clasificadas.

Con la privatización de la actividad del dragado, se creó la necesidad de dar mayor énfasis al aspecto del Impacto Ambiental, vigilando el estricto cumplimiento de las normas establecidas en materia de vertimientos de desechos en el mar; procurando con ello, mantener las condiciones de equilibrio de la ecología marina.

El dragado es una obra marítima complementaria, para un aprovechamiento de las instalaciones de un puerto.

Uno de los principales enfoques, es el relativo al transporte, para garantizar condiciones seguras a la navegación; sin embargo, se puede incluir también, la protección de costas, crear playas artificiales, hacer rellenos para desplante de obras de infraestructura portuaria, regularizar cauces de ríos, rellenar tierras susceptibles de inundación, explotar bancos de materiales, etc.

Las leyes y reglamentos que en materia de protección al medio ambiente, se han establecido en la mayoría de los países industrializados, han sido enfocadas hacia otro tipo de factores que inciden más directamente en el deterioro del mismo, como por ejemplo, el derrame de hidrocarburos o la incineración de desechos en el mar; no así con los efectos nocivos que pudieran acarrear la actividad del dragado; lo cual puede significar que el material, producto de los trabajos de dragado, podría afectar en escala mínima, la ecología marina.

No obstante, México cuenta con una de las legislaciones más completas en materia de desechos, como lo demuestra la implantación por medio de la SEMARNAT, de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente, en cuyo reglamento, en su artículo 5º, inciso A, fracción III, dictamina acerca de los manifiestos de impacto ambiental, dependiendo de las áreas que se trate.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE, EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

A continuación menciono lo más sobresaliente al respecto:

ARTÍCULO 5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría, en materia de impacto ambiental:

A) HIDRÁULICAS:

III. Proyectos de construcción de muelles, canales, escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales, con excepción de los bordos de represamiento del agua, con fines de abrevadero para el ganado, autoconsumo y riego local que no rebase 100 hectáreas;

De acuerdo al Reglamento de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, artículo 27, fracción XI y de la Ley de Puertos, Capítulo III, artículo 16, fracción VII, corresponde a la Dirección General de Puertos, el analizar, evaluar y en su caso autorizar, los requerimientos de dragado que

pretendan realizar las dependencias o entidades de Gobierno Federal, Estatal y Municipal, así como particulares.

Actualmente, la S.C.T; exige los dictámenes que se enlistan a continuación, para poder autorizar cualquier dragado que se realice en los puertos nacionales:

- SEMARNAT Impacto ambiental y ecológico a la fauna marina.
- Secretaría de Salud No vertimiento de tóxicos al mar.
- Capitanía del puerto No interferir en el tráfico marino.
- Secretaría de Marina Composición química y bacteriológica. (formato "H") ver anexo "A".

Asimismo, para que la Dirección General de Puertos, esté en condiciones de analizar, y en su caso autorizar los dragados a realizarse, los interesados también deben presentar la siguiente documentación:

1. Plano general de localización.
2. Plano(s) del proyecto de la obra, lo(s) cual(es) debe(n) contener lo siguiente:
 - a) Plano(s) topográfico(s) y topohidrográfico(s), previo(s) al dragado.
 - b) Dimensionamiento de longitud(es), talud(es), profundidad(es), secciones transversales, Volumen(es) a dragar y/o rellenar.
 - c) Plano(s) donde se indiquen la(s) zona(s) de tiro, indicando bordos y/o drenes.
 - d) Tipo de material para construir los bordos e indicar los terrenos aledaños, afectados por el desfogue de los drenes.
 - e) Banco de nivel de referencia de los planos topográficos o topohidrográficos, así como las cotas de dragado, rellenos y bordos.
3. Tipo(s) de material a dragar, el cual deberá ser acompañado de los estudios geológicos y planos estratigráficos de referencia.
4. Impacto ambiental que se genere.
5. Nombre del propietario o concesionario donde se ejecute la obra, así como el de los colindantes que se traten.

Una vez adjudicada la obra, se deberá informar a la Dirección General de Puertos o a través de las Residencias de Supervisión de Dragado, lo siguiente:

1. Nombre de la compañía que la ejecutará.
2. Características del equipo y/o maquinaria principal y auxiliar a utilizar.
3. Programa y plan de operaciones.

4. Monto de la inversión.
5. Informe mensual de los avances y producciones realizadas, anexando planos topográficos y topohidrográficos necesarios.

Dependiendo de la naturaleza del material, el medio ambiente se impactará en mayor o menor medida, desde el momento de su extracción, hasta su depósito en el mar o en tierra.

Por lo anterior, es de suma importancia realizar estudios de laboratorio para precisar la composición de los materiales por dragar, además de llevar a cabo todas las observaciones necesarias, para tener claramente definidos los métodos de dragado y los efectos que éste causará, en las características actuales del medio ambiente que, de alguna forma, se va a modificar.

De esta manera, una vez que se analicen y evalúen los beneficios que se pretenden obtener, conjuntamente con la repercusión negativa que pudiera presentarse en el medio ambiente, se establecerá un balance que permitirá determinar, si conviene o no, llevar a cabo el dragado, en caso afirmativo, se estudiarán los procesos para mitigar, en la medida de lo posible, cualquier efecto nocivo y se implementarán las formas convenientes de control en el dragado, para obtener los mejores resultados, sin provocar daños, ni cambios significativos en la ecología.

Para establecer una manifestación de impacto ambiental cuando se desarrolla alguna obra de dragado, se deben tener en cuenta los siguientes factores:

INFORMACIÓN GENERAL.

Datos generales de la empresa encargada de los trabajos de dragado, así como de aquella responsable del estudio de impacto ambiental.

OBJETIVOS DE LA OBRA.

Justificación, beneficios a la comunidad, ubicación de las áreas de dragado, composición y naturaleza del material por dragar, descripción del equipo propuesto, volúmenes de obra, calendarización, ubicación de la(s) zona(s) de descarga del material y costos de la obra.

SITUACIÓN GENERAL DE LA ZONA DE PROYECTO Y SUS ALREDEDORES, PREVIA A LOS TRABAJOS DE DRAGADO.

Clima, entorno físico, oceanografía, tipo de suelos, flora, fauna; entorno económico, social y cultural de la región, además de la realización de una pequeña encuesta que refleje el sentir de los lugareños, ante una nueva obra de dragado.

IMPLEMENTACIÓN DE NORMAS Y REGULACIONES, EXISTENTES EN LA ZONA.

Se deberán establecer planes generales de desarrollo de la región, además de programas ecológicos y ubicación de zonas protegidas, si las hubiere.

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

Se identificarán los efectos sobre el medio ambiente que se generen, desde los preparativos previos a los trabajos de dragado y durante la ejecución de los mismos, tomando en consideración el equipo que se utilizará, la zona de operaciones y los lugares de depósito del material, producto del dragado; debiendo tener conocimiento de toda la información básica que enmarca la obra, para definir hasta donde sea posible, cual será el comportamiento de la zona de operaciones y sus alrededores, desde el inicio, hasta la terminación de la obra.

Dada la necesidad de preservar el medio ambiente y los ecosistemas, merece especial atención, el determinar y evaluar los efectos que se originan en la zona donde se depositará el material dragado, así como los cambios que se pudieran presentar en el aspecto oceanográfico, de la flora, la fauna y del desarrollo urbano.

Un aspecto que conviene resaltar, es que los sedimentos, son parte del suelo y que éste, es un recurso natural no renovable, de ahí que se debe pensar en recuperarlo para reintegrarlo a la función que le corresponde.

CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL DE DRAGADO.

Se analizará el material producto del dragado de acuerdo a las siguientes características:

- TIPO Y CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES.

Los de tipo orgánico, como los hidrocarburos, pueden ser medidos de manera global y expresarlos como hidrocarburos totales del petróleo (HTPs), o bien, como grasas y aceites, los metales pesados se cuantifican de manera individual.

- CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS.

Cuando el material de dragado tiene un alto contenido de agua, es conveniente tener una medida del contenido de sólidos totales y volátiles, la concentración de estos últimos, permite conocer en forma indirecta, la cantidad de materia orgánica presente.

- **CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA.**

El sedimento, se determina en forma de carbono orgánico y se hace el cálculo, considerando que el 58% de la materia orgánica, corresponde a carbono orgánico; en fase líquida, se puede determinar la demanda química de oxígeno (DQO).

- **TIPO DE SUELO.**

Se recomienda hacer una medición del tamaño de partículas para definir, si se trata de un material tipo arenoso o arcilloso y prevenir los problemas que puedan presentarse, durante la aplicación de cualquier tipo de tratamiento.

- **pH.**

Para los tratamientos de tipo químico y biológico, es importante conocer el valor de pH, el cual indica la acidez o alcalinidad del material a tratar.

- **SALINIDAD.**

Para los materiales con influencia del agua de mar, será importante medir la concentración de sales como cloruro de sodio.

Otras determinaciones como la humedad y la capacidad de retención de agua, también son importantes para la aplicación de ciertos tratamientos.

CARACTERÍSTICAS DESEABLES DE CUALQUIER TIPO DE TRATAMIENTO.

Todo proceso, debe poseer diversas características que lo hagan atractivo para ser llevado a la práctica. En el caso del tratamiento para el control de la contaminación ambiental, estas características deben ser aún más atractivas, dado que se trata de una actividad no productiva, a la cual se tendrá que dedicar presupuesto. Los aspectos más importantes que deben ser analizados, para elegir el tipo de tratamiento más adecuado, se pueden resumir como sigue:

- **EFFECTIVIDAD EN LA ELIMINACIÓN O REDUCCIÓN DE CONTAMINENTES.**

Este punto es el que se analiza primero, si el tratamiento logra reducir los niveles de contaminantes por debajo de ciertas cifras establecidas, los aspectos restantes se analizan, de lo contrario, el tratamiento se desecha.

- **MUY BAJO COSTO.**

Un tratamiento, se entiende como un proceso completo, el cual tiene un costo que cubre rubros. Entre los más importantes están el movimiento de materiales, materias primas requeridas, mano de obra e inversión, sin olvidar el seguimiento analítico del tratamiento.

- **SIMPLICIDAD DE MANEJO.**

Un tratamiento sencillo, debe poder realizarlo cualquier gente que trabaja en el campo, bajo la eventual supervisión de un técnico que se encargue del seguimiento analítico.

- **SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN.**

Las actividades involucradas, deben poder realizarse de manera segura, evitando la diseminación del material, para no poner en riesgo la salud de los operarios y de la gente ubicada en las zonas aledañas; un tratamiento debe permitir la recuperación del equilibrio del ambiente circundante.

En el caso de México, no se tiene una normatividad establecida para suelos contaminados, por lo que no se menciona como un punto adicional, la necesidad de que un tratamiento, debe ser acorde con la legislación ambiental vigente. No obstante, se han dado casos en la remediación de los suelos que las autoridades ambientales (especialmente del Instituto Nacional de Ecología, INE), ha dictado ciertas medidas, tomadas de normatividades extranjeras, como son los niveles de limpieza que se deben alcanzar.

5.2. IMPACTO ECOLÓGICO, GENERADO POR EL DRAGADO.

Los potenciales efectos que el dragado y la disposición del material, tienen sobre los organismos o el hombre, pueden variar en rangos, desde lo no medible, hasta lo importante.

La diversidad de efectos que se pueden presentar, difieren tanto como la misma zona de dragado o de depósito y deben ser evaluados cada uno de los casos, estimando los impactos particulares.

Los efectos provocados por los trabajos de dragado y de depósito del material, ya sea en tierra o agua, en algunos casos, llegan a ser considerables, si no se estudian adecuadamente.

Para evitarlos, es recomendable que se haga una investigación profunda, sobre los efectos del dragado en ecosistemas similares y poder tomar las medidas adecuadas para su control.

Dentro de los efectos negativos generados al ambiente, podemos encontrar: Las turbulencias, nocivas para la navegación, durante la operación de la draga, así como el ruido producido por la misma; el obstáculo a la navegación por la draga y su equipo auxiliar; los cambios del medio en el lugar de descarga del material; la contaminación de las aguas por el material; las perturbaciones del medio donde se desarrolla la flora y la fauna marina; dilución de los sedimentos, hacia nuevas áreas de depósito, en su caso, obstrucción temporal de las vías de comunicación terrestres, durante el tendido de tubería de descarga.

La resuspensión de sedimentos, disminuye el paso de la luz a través de la columna de agua, en detrimento de los organismos fotosintéticos. Así mismo, libera al medio acuático, concentraciones de nutrientes que anteriormente, se encontraban fijados al fondo y pueden alterar la calidad del agua. Estos compuestos a su vez, pueden agotar las concentraciones de oxígeno disuelto y afectar a diversos organismos.

Se ha visto que altas concentraciones de sólidos suspendidos en el agua, bloquean las branquias de los peces, provocándoles asfixia, así como afectar los procesos de filtración de algunos moluscos.

Es evidente la importancia que tiene, el considerar las repercusiones negativas que las obras de dragado, pudieran acarrear a los ecosistemas y a la población en general, sin embargo, a la hora de tomar decisiones, no se deben perder de vista los impactos positivos que son muchos y variados; primeramente, el lograr condiciones propicias para la navegación segura y eficiente; crear zonas de atraque y maniobras de embarcaciones; formación de rellenos para desplante de infraestructura portuaria y edificaciones; rellenos de zonas insalubres (focos de infección), abastecimiento como material de construcción; creación y regeneración de playas; intercambio de aguas mar-laguna; oxigenación de la columna de agua, reciclaje de elementos nutritivos a la flora y fauna marina, previsión de inundaciones, etc.

5.2.1 CONTAMINACIÓN POR LOS MATERIALES DE TIRO.

Las actividades agrícolas, la extracción y refinación del petróleo, la industria petroquímica, la zona urbana y sus descargas de aguas negras, son los principales contribuyentes de contaminantes a los cuerpos de agua, ya sean éstos: Ríos, esteros, lagunas o el mar. Dentro de los contaminantes

que pueden tener efectos negativos de la flora, fauna y el hombre, están los hidrocarburos, los metales pesados y los pesticidas, entre otros. Muchos de estos compuestos contaminantes, son absorbidos por los sedimentos del fondo, por lo que se convierten en un problema cuando se llevan a cabo actividades de dragado, ya que se pueden poner en suspensión nuevamente.

En general, indica que la turbiedad y condiciones de suspensión de sólidos creados típicamente por el dragado y operaciones de depósito, son de corta duración y es improbable que produzcan efectos severos e irreversibles. Sin embargo, cualquier efecto de turbidez o material suspendido en ecosistemas acuáticos, debe ser reducido a través de:

- Cuidadosa selección de la zona de tiro.
- Tomar en cuenta los ciclos biológicos de las especies.
- Respetar áreas de reproducción o alimentación de especies.
- Considerar el tipo de vegetación de la zona de tiro.

CONCLUSIONES.

En México, se ha dado un gran impulso al dragado, tanto de construcción como de conservación o mantenimiento, logrando así que los puertos tengan las condiciones necesarias para poder brindarle el abrigo requerido a los buques.

Múltiples son los objetivos que se pueden obtener con los trabajos de dragado, según sea su finalidad, tipo de material por dragar, el equipo a utilizar y la forma de disposición del material producto del dragado.

Con el fin de que el dragado resulte al menor costo posible, deberá determinarse el equipo óptimo para cada caso, así como la organización de los procedimientos para obtener el máximo rendimiento y finalmente la determinación de los volúmenes realizados y su costo.

El diseño de la draga, es factor básico y determinante en su economía y eficiencia de funcionamiento, si alguno de los componentes es desproporcionadamente potente, en relación con los otros, se desperdiciará inútilmente su potencia y tamaño adicional, por lo tanto el rendimiento de una draga depende de varios factores como:

- a) Tipo de draga.
- b) Naturaleza del material.
- c) El volumen del material a dragar.
- d) La profundidad de dragado.
- e) La distancia entre los sitios de dragado y depósito.
- f) El tiempo para la realización de la obra.
- g) Accesibilidad al sitio de dragado.
- h) Las condiciones físicas del lugar.

Cabe mencionar, que el haber seleccionado el equipo adecuado para la realización del dragado, es muy importante; pero también, se debe considerar la experiencia y capacidad de la tripulación por que sin éstas, no se tendrían los resultados óptimos esperados.

En cuanto a Impacto Ecológico, nuestro país tiene las legislaciones más avanzadas en esta materia, como es la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y sus reglamentos correspondientes, que hacen obligatorio que para todo dragado de construcción, conservación o mantenimiento, se presente una manifestación de Impacto Ambiental, a fin de poder obtener la autorización para su realización.

ANEXO "A"

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

"FORMATO H"

**SOLICITUD DE PERMISO PARA EFECTUAR
VERTIMIENTO DE DESECHOS Y OTRAS
MATERIAS EN EL MAR.
PROYECTO DE DRAGADO DE MANTENIMIENTO
EN _____.**

Presentado a la:

SECRETARÍA DE MARINA.

Por la:

DIRECCIÓN DE

_____ DE 2003.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.- Si son las operaciones múltiples, anote sus fechas inicial y finales de cada etapa.

Fecha Inicial

 hora día mes año

Fecha Final

 hora día mes año

Cada vez que realice el vertimiento, debe notificarlo al inspector delegado para supervisar la operación.

6.- Motivos por los que solicita realizar el vertimiento al mar.

7.- Volumen total del desecho a verter: _____ m³.

II. DATOS DEL DESECHO.

8.- Nombre completo del desecho o materia: _____

Formula química _____

9.- Origen del desecho o materia: _____

10. Procedimiento del que resultó el desecho o materia: _____

11. Composición del desecho: _____

12. Estado Físico del desecho o materia (marque con una X):

I.- Líquido.

II.- Semisólido (Lodoso).

III.- Sólido.

IV.- Gaseoso.

V. Otros, especificar. _____

13.- Densidad: _____

14.- Solubilidad en agua: _____

15.- Características de la expansión y dispersión: _____

16.- Contenido de los metales (mg/l):

I.- Hg. _____

II.- Ni. _____

III.- Cd. _____

IV.- As. _____

V.- Fe. _____

VI.- Pb. _____

VII.- Cu. _____

VIII.- Zn. _____

IX.- Be _____

X.- Cr _____

17.- Toxicidad del desecho:

I.- Alta.

II.- Moderada.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

III. Baja.

IV.- Otra,
Especificar.

18.- Ph. _____

19.- Propiedades Biológicas.

I.- Demanda de oxígeno (ppm): _____

II.- Contenido de nutrientes : _____

III.- Presencia de virus, bacterias, levaduras y parásitos. _____

20.- Persistencia del desecho:

I.- Física: _____

II.- Química: _____

III.- Biológica: _____

21.- Acumulación y biotransformación en materias biológicas o sedimentos

Susceptibilidad a los cambios físicos, químicos y biológicos e interacción en el medio marino con otros materiales orgánicos disueltos. _____

22.- Probabilidad de que se produzcan contaminaciones y otros cambios que reduzcan la posibilidad de comercialización de los recursos (pescados, mariscos, etc.).

III.- DATOS SOBRE EL MÉTODO DE DEPÓSITO Y LA ZONA DE VERTIMIENTO.

23.- Métodos de embalaje del desecho: _____

si los hubiere, anote las dimensiones; longitud _____

ancho _____ altura _____ (m³) peso _____ kg.

Peso específico _____ y material con que se construyeron _____

24.- Breve descripción del método de descarga o depósito del desecho: _____

25.- Dilución inicial por el método de descarga propuesto. _____

26.- Situación de la zona de vertimiento.

I.- Coordenadas:

Zona de tiro: _____

Latitud _____

Longitud _____

II.- Profundidad del agua: _____ m.

III.- Distancia a la costa más cercana. _____ millas.

27.- Medio de transporte para llevarse a cabo el vertimiento:

I.- Vehículo: _____ ; Cantidad _____ ; Tipo: _____

II.- Buque: Cantidad. _____

Especificar, nombre, tipo, dimensiones, tonelaje nacionalidad tripulación y objetivo de uso de cada barco

III.- Aeronaves: Cantidad. _____

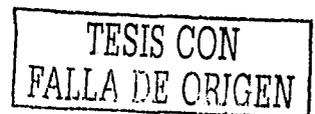
Especificar tipo, tripulación y objetivo de uso de cada aeronave.

28.- Materiales y equipos a utilizar para realizar cada vertimiento. _____

29.- Medidas de seguridad para la transportación y la descarga del desecho.

Como constancia se hace la presente solicitud, para su autorización.

Nombre y Firma del Representante del
Organismo Solicitante.



Nombre y Firma del Responsable de la
Operación de Vertimiento.

DISTRIBUCIÓN DE DOCUMENTOS:

ORIGINAL SEDEMAR.

1/RA. COPIA SEMARNAT.

2/DA. COPIA S.C.T.

3/RA. COPIA OFICINA PROMAM.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

"FORMATO H"

**SOLICITUD DE PERMISO PARA EFECTUAR
VERTIMIENTO DE DESECHOS Y OTRAS
MATERIAS EN EL MAR.
NOMBRE DEL PROYECTO**

CONSTANCIA DE ACREDITAMIENTO DEL LABORATORIO ANTE EL
EMA.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

"FORMATO H"

**SOLICITUD DE PERMISO PARA EFECTUAR
VERTIMIENTO DE DESECHOS Y OTRAS
MATERIAS EN EL MAR.
NOMBRE DEL PROYECTO**

RESULTADOS DE ANÁLISIS DEMUESTRAS DE AGUA Y SEDIMENTO.

FORMATO H"

**SOLICITUD DE PERMISO PARA EFECTUAR
VERTIMIENTO DE DESECHOS Y OTRAS
MATERIAS EN EL MAR.
NOMBRE DEL PROYECTO**

MEMORIA FOTOGRÁFICA.

FORMATO H'

**SOLICITUD DE PERMISO PARA EFECTUAR
VERTIMIENTO DE DESECHOS Y OTRAS
MATERIAS EN EL MAR.
NOMBRE DEL PROYECTO**

DICTAMEN RESOLUTIVO DE LA SEMARNAT-INE.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FORMATO H"

**SOLICITUD DE PERMISO PARA EFECTUAR
VERTIMIENTO DE DESECHOS Y OTRAS
MATERIAS EN EL MAR.
NOMBRE DEL PROYECTO**

OPINIÓN TÉCNICA DE LA SECRETARÍA DE SALUD.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FORMATO H''

**SOLICITUD DE PERMISO PARA EFECTUAR
VERTIMIENTO DE DESECHOS Y OTRAS
MATERIAS EN EL MAR.
NOMBRE DEL PROYECTO**

OFICIO DE LA S.C.T.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FORMATO H'

**SOLICITUD DE PERMISO PARA EFECTUAR
VERTIMIENTO DE DESECHOS Y OTRAS
MATERIAS EN EL MAR.
NOMBRE DEL PROYECTO**

OFICIO AYUNTAMIENTO.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**GLOSARIO DE TÉRMINOS
EMPLEADOS EN EL DRAGADO**

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

GLOSARIO DE TÉRMINOS EMPLEADOS EN EL DRAGADO.

ABARLOAR.	Situarse un buque muy cerca de otro o de un muelle, de modo que su costado lo toque o casi llegue a tocarlo.
ACHICAR.	Acción de extraer el agua de las séntinas de un buque o de un bote, etc., por medio de baldes o bombas.
AGUILÓN.	brazo de ataque de la draga con cucharón, diseñado para poder deslizarse por el plano central de la pluma.
AGUJA GIROSCOPICA.	Aguja que gira en una pesada rueda a alta velocidad, previniendo cualquier alteración en el eje de rotación.
ALMEJA.	Está provista en las dragas de grúa, es el elemento que sirve para extraer el material del fondo, son de mucho peso para poder realizar el dragado.
ANCLA.	Instrumento de hierro o acero, en forma de arpón doble, que afirmado al extremo de un cabo, cable o cadena y fondeado en el agua, sirve para impedir que un buque, sea llevado por los vientos o las corrientes y para conseguir que el buque evolucione para efectuar ciertas maniobras.
ANCLOTE.	Es un instrumento similar a la ancla, pero de tamaño pequeño.
APAREJO.	Sistema compuesto por dos motones, dos cuadernales o un motón a un cuadernal y un cabo guarnido entre ambos, con el cual se consigue una multiplicación de potencia y por tanto, se puede efectuar un trabajo con menos fuerza.
ARRIAR.	Aflojar un cabo, cable o cadena // LA ESCALA. Bajarla hasta el fondo en la posición más conveniente para efectuar el dragado // EL ZANCO. Dejarlo caer para que penetre el puyón en el fondo.
AUTODRIZANTE.	Autohalante, autotemplante
AUTOPROPULSIÓN.	Desplazamiento del buque, draga o pequeña embarcación, con sus propios medios.
BABOR.	Costado Izquierdo de un buque o embarcación menor, viendo hacia proa.
BALDE.	Cubo de acero, lona o madera.
BALDEAR.	Arrojar agua sobre cubierta con balde o con mangueras.

BOMBA DE DRAGADO.	Es el aparato más importante de las dragas, sirve para succionar el material del fondo, por medio de la escala de dragado.
BOCANA.	La entrada del puerto.
BORNEAR.	Oscilar o abanicar una draga de succión estacionaria, de un lado a otro del corte.
DUREZA BRINELL.	Es la escala con que se mide la resistencia a la abrasión del acero.
BUJE.	Arandela circular, construida de diferentes materiales.
BUQUE.	Es todo vaso flotante, impermeable, con la resistencia necesaria, dotado de los elementos para navegar con seguridad.
CALADO.	Amplitud vertical de la parte sumergida de un buque,
CABRÍA.	Armazón destinada a levantar peso. Consta de dos vigas o tubos, unidos en ángulo agudo. El cable va al tambor de un winche y el extremo pasa por una polea, colgada en la parte superior, la cual levanta el peso. // DE LA ESCALA. La que empernada a la proa del caso de las dragas estacionarias y afirmada con vientos o tirantes, sirve para arriar o izar la escala de dragado. // DEL CHALAN DE MANIOBRA. La que va montada en éste y sirve para mover la tubería flotante, etc. // PONTÓN CABRIA. El que generalmente se utiliza en el paso o unión de línea flotante, con la de tierra.
CACHIMBA.	Se coloca en el extremo de la descarga, para evitar la erosión del terreno.
CAJERA.	Abertura en donde van colocadas las roldanas de los motones, cuadernales, etc.
CANGILÓN O CAZOLETA.	Cada uno de los depósitos o cubetas de acero, reforzados que van unidos a la cadena de la escala de una draga de cangilones o de rosario y que al arriar, va excavando en su movimiento junto con los demás cangilones, el material del fondo.
CARCAZA.	Es el casco o armazón.
CARENA.	Obra viva. La parte sumergida de un buque.
CARNERO O BORREGA.	Es el ariete que sirve para enchufar la tubería terrestre, por medio de golpes.

CASCO.	Es el cuerpo del buque o embarcación.
CASETA DE CONTROL.	Cuarto en el cual, se dispone el tablero de control, en el que están centralizados los mandos de una draga para su fácil operación.
CATARINAS.	Ruedas o coronas dentadas, poleas de cadena.
CIAR.	Dar un buque máquina atrás o hacer retroceder un bote de remo, bogando en sentido inverso, recular.
CHUMACERA.	Soporte o caja de un cojinete. En esta acepción, una chumacera se compone de: Los cojinetes, el cuerpo o base y la tapa o sombrerete, unidas todas estas partes en un conjunto que abraza al eje. Según el lugar donde van colocadas y la misión que desempeñan, reciben el nombre: de BANCADA, las que soportan el eje del cigüeñal en las máquinas de vapor o en los motores. // de APÓYO, cuando sirven de sostén a un eje para mantenerlo en correcto alineamiento. // de EMPUJE, si está destinado a transmitir a los buques, el empuje de la hélice, o anulando el empuje axial.
CORTADOR.	Pieza en forma de cesta, con cuchillas o dientes que pueden sustituirse cuando se desgastan y que al girar, van rompiendo el material del fondo para que pueda ser fácilmente succionado por la bomba de dragado.
CRUJÍA.	Camino en medio del barco de proa a popa.
CUCHARÓN.	Recipiente para captar material al dragar, cubo, balde, cangilón, cubeta.
CUADERNAL.	Motón de dos o más cajeras o conjunto de poleas paralelas de una misma armadura.
DRAGA.	Embarcación especialmente dispuesta y con los medios necesarios para ahondar el fondo de los puertos, canales, ríos, etc.
DRAGADO.	Excavación técnica que se realiza bajo el agua.
DÁRSENA.	Parte más resguardada de un puerto.
DESCARGA.	El extremo de la tubería por donde sale la mezcla de sólidos y agua, bombeados por una draga; salida de agua al costado de un buque.
EJE.	Pieza cilíndrica de metal que transmite el movimiento giratorio.

- ENMENDAR.** Mejorar la situación de alguna cosa. Por ejemplo, enmendar los anclotes (Fondeados y que no se consideren en buena posición o que trabajan mal). Cambiar de fondeadero o de atraque, enmendar el rumbo: cuando el error está en la dirección, corregir ésta.
- ESCALA DE DRAGADO.** La estructura de acero que sirve para proteger de los golpes, la tubería de succión y para soporte de las chumaceras del eje del cortador que puede arriarse o izarse, por medio de una pluma o cabria y gira en los muñones colocados en el pozo en la parte de la proa de las dragas estacionarias y al costado, a proa, centro o popa, de las dragas de propulsión.
- ESCANDALLO.** Pieza de plomo de forma piramidal con un agujero en la parte superior para afirmar la sondaleza. Sirve para conocer la profundidad y la calidad del fondo, por las partículas que se quedan adheridas en el sebo que se pone en la cavidad inferior.
- ESTRIBOR.** Banda o costado derecho de un buque mirando de popa a proa.
- ESTROBO.** Fracción de cabo de alambre, ajustado por sus chicotes y que se usa para izar piezas u objetos, mediante un aparejo.
- GÁNGUIL.** Embarcación o barcaza, destinada a recibir, conducir y verter en el mar u otro lugar conveniente, el fango, arena, piedras, escombros, etc., que extraen algunas dragas.
- GARFIOS.** Elemento de la draga, sirve para extraer material rocoso del fondo.
- GUIÑAR.** Estar torcido, estar combado, estar desviado.
- GOZNE.** Pernios, articulación, charnela(enquiciar, articular).
- GUARNE.** Cada una de las vueltas de los cabos de un aparejo, con sus respectivos cuadernales o motones. La parte de cabo, comprendida entre dos roldanas sucesivas.
- IMPELENTE.** Se llama así, al impulsor o rotor de una bomba de dragado, de bomba centrífuga para cualquier otro servicio.

- IZAR.** Hacer subir alguna cosa, halando de un cabo del que está colgada, la cual pasa, al efecto, por un punto más elevado. Se puede halar a mano o mediante un winche. // **LA ESCALA DE DRAGADO**, es levantarla cuando está a pique. // **LOS ZANCOS**: Levantarlos (esta operación, se hace alternada, pues jamás deben estar ambos zancos a pique).
- MALACATE.** Montacargas, cabrestante, cabría, winche.
- MAMPARO.** La división de lámina de hierro o madera, etc., que sirve para formar los pañoles, cámaras, camarotes, etc.
- MANGA.** La mayor anchura del buque, tomada sobre la cuaderna maestra.
- MOTÓN.** Cajeta o garrucha de madera o fierro, de diversas formas y tamaño, por donde laboran los cabos.
- NIPLE.** Empalme para unir la tubería, construido por corto tubo roscado exteriormente, para acoplar tubos. Manguito de hule roscado exteriormente, para acoplar tubos. Manguitos de hule tramados con lona que sirven de conexión flexible, entre los tramos de tubos de línea flotante de descarga. Estos niples se afirman a los extremos de los tubos, mediante abrazaderas. Los niples que se utilizan como unión flexible entre el tubo de succión de la escala de dragado y la interior de la draga, están armados con alambres para evitar que se aplasten por efecto del vacío.
- NUDOS.** Es la medida que se utiliza para medir el desplazamiento de los buques, donde, 1 nudo = 1.6093 km./hr.
- PAÑOL.** Cualquiera de los pequeños compartimientos, formados con mamparos que se hacen en un buque para depósito de herramientas, pinturas, cabos, víveres, etc.
- PÉRTIGA.** Barra de diferentes materiales, sirve como extensión para poder medir la profundidad.
- PIRÓMETRO O TERMÓMETRO.** Dispositivo para poder medir la temperatura.
- PONTÓN.** Apoyo flotante de la tubería de descarga. // **CABRÍA**. El que sirve para unir la tubería flotante con la de tierra. Flotante, barcaza.
- POPA.** La parte posterior de un buque.

- PROA.** La parte delantera del buque, comprendida entre la última cuaderna y el tajamar, tiene forma de cuña, a fin de presentar menos resistencia al agua en movimiento.
- PUYÓN.** Es el extremo inferior de un zanco, en forma cónica para que pueda encajarse en el material del fondo.
- PUERTO.** Es un lugar de abrigo natural o artificial en la costa o ribera, en el que los buques pueden permanecer y efectuar sus operaciones de carga o descarga, y/o pasajeros, en cualquier época del año.
- RADAR.** Aparato de detección por medio de ondas hertzianas que permite percibir y localizar exactamente y a gran distancia, aviones, barcos, etc.
- RADIOGONIÓMETRO.** Aparato que permite a un barco o avión, determinar su posición.
- RADIOTELEFONÍA.** Sistema que permite la comunicación entre dos personas por medio de ondas electromagnéticas.
- SÉNTINA.** Lugar más bajo de las bodegas y máquinas, en donde se reúne el agua procedente de éstas, de las bocinas, etc.
- SILLETA.** Está sujeta en el pontón en forma perpendicular a éste, dando la forma de la tubería para sujetarla y no tenga movimiento.
- SONDALEZA.** Cabo delgado en cuyo extremo, se amarra el escandallo.
- SUCCIÓN.** SIMPLE. Es la acción de chupar el material, a través de la escala de dragado que está provista de una rastra, por medio de ésta, es succionado el material. // CON CORTADOR. Se utiliza este dispositivo cuando el material del fondo, está muy compacto y necesita disgregarse para ser succionado.
- SQUAT.** Es el aumento de calado, debido a la velocidad, a causa de que la proa se hunde más ó menos que la popa.
- TELEGRAFÍA.** Transmisión de señales, mediante las hondas hertzianas.
- TOLVA.** Construcción sólida del casco de una draga, en el que se deposita el material dragado y lleva compuertas en el fondo para descargarlo por gravedad.
- TRAVÉS.** Es la dirección perpendicular al costado del buque. Cabo o cuerda dado

perpendicular al buque. Cables de alambres con los que se abanicar o bornean las dragas estacionarias para efectuar el corte.

WINCHE,
MALACATE,
CABRESTANTE,
MONTACARGAS.

En nuestra marina, se ha generalizado mucho esta palabra inglesa para nombrar el aparato movido por vapor, electricidad, hidráulico, con que los buques, hacen las operaciones de carga y descarga para elevar grandes pesos y a bordo de las dragas, para la maniobra de la escala de dragado, la de los zancos, la de los traveses para abanicar o bornear al efectuar el corte, etc. Malacate.

ZANCO.

En las dragas, es un puntal generalmente de acero, de succión circular y en algunos casos, cuadrada que se arría o iza, mediante aparejos adecuados. Los zancos son generalmente dos, colocados a babor y estribor, situados en el lado opuesto a la escala de las dragas estacionarias. Uno sirve para efectuar el avance o paso y el otro, como eje de giro al abanicar la draga, al cual, se le denomina zanco de trabajo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

BIBLIOGRAFÍA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

BIBLIOGRAFÍA.

- 1.- AGUILAR ,A. J, BOYER, O.J,
SEMPERE, R.R. (1977):
Ingeniería De Ríos y Costas.
Ed Arte y Fotografía, S.A.
- 2.-ARGUNDÍN LAVALLE, MARIO(1973).
Manual de Dragado.
- 3.-BUSTAMANTE AHUMADA, ROBERTO
(1978):
**Ingeniería Marítima. El Puerto- La Tierra- El
Mar- El Enlace.** Ed Temas Marítimos S. de R.L,
México
- 4.-CHRISTOFER M. ,DAVIES.(1983)
Planeación del Dragado Portuario.
- 5.- FRÍAS ARMANDO(1986).
Ingeniería de Costas
- 6.-HERNÁNDEZ DE LABRA, FERNANDO
(1983).
Puertos
- 7.- GIMÉNEZ RUIZ, MARIO
D.T. GUSTAVO GILI, BARCELONA.
Obras de Tierra Cap. VIII
- 8.-ASPECTOS TÉCNICOS PARA LA
DETERMINACIÓN DE VOLÚMENES
DRAGADOS Y POR DRAGAR (1981).
Subsecretaría de Puertos y Marina Mercante
- 9.- GRUPO MEXICANO DE DRAGADO, A.C.
Dragado y su relación con el Medio Ambiente.
- 10.-Robertson S.M., Schultz T.W.
**Contaminants Investigation of Arkansas
Dredge Spolis Islands, Texas.**
- 11.- John, Houston.
Hydraulic Dredging. Theoretical and, Applied.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN