

2 ej. 18



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LOS
PROCEDIMIENTOS DE DRAGADO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A N I

HECTOR MARIO BARRAZA MARTIN DEL CAMPO
ALEJANDRO ELGUEZABAL JIMENEZ
JUAN MEJIA CONTRERAS
ENRIQUE SUAREZ PACHECO
CECILIO VIRAMONTES VILLANUEVA

MEXICO, D. F.

FALLA DE ORIGEN

1989



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 está 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.

I N D I C E .

CAPITULO I.	INTRODUCCION.....	1
I.1	DRAGAS ANTIGUAS.....	1
I.2	PRIMEROS DRAGADOS REALIZADOS EN MEXICO.....	8
I.3	PRIMEROS DRAGADOS REALIZADOS EN NUESTRAS PUERTOS.....	12
I.4	GENERALIDADES DEL DRAGADO.....	20
CAPITULO II	DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS.....	25
II.1	CLASIFICACION DE LAS DRAGAS.....	25
II.2	TIPOS DE DRAGAS.....	29
II.2.1	DRAGAS ESTACIONARIAS.....	29
II.2.2	DRAGAS DE AUTOPROPULSION.....	35
II.3	TIPO DE MOTOR.....	40
II.3.1	MOTORES ELECTRICOS.....	40
II.3.2	UNIDADES DIESEL ELECTRICAS.....	41
II.3.3	MOTORES DIESEL.....	41
II.3.4	DIESEL HIDRAULICO.....	41
II.3.5	MAQUINAS ALTERNAS DE VAPOR.....	42
II.3.6	TURBINAS DE VAPOR Y DE GAS.....	42
II.3.7	TURBOS ELECTRICOS.....	42
II.3.8	ENERGIA NUCLEAR.....	43
CAPITULO III	PROCEDIMIENTO DE DRAGADO.....	45
III.1	OPERACION DE DRAGADO.....	45
III.2	CICLO DE OPERACION.....	45
III.3	CARGA ECONOMICA DE LA TOLVA.....	48
III.4	METODO PARA MEDIR LA CARGA EN LA TOLVA.....	54
III.5	DRAGADO POR AGITACION.....	58
III.6	TECNICAS DEL DRAGADO.....	61
III.7	METODOS DE DRAGADO.....	62
III.8	PLAN DE OPERACION DE DRAGADO.....	66
CAPITULO IV	CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES QUE PUEDEN SER EXTRAIDOS POR DRAGADO.....	72
IV.1	CANTOS, RODADOS, GRAVA Y GRAVILLA.....	73

IV.2	ARENA.....	74
IV.3	FANGO, CIENO Y LODO.....	76
IV.4	ARENISTAS Y ARENISCAS.....	79
IV.5	ESCOMBROS.....	79
IV.6	CORAL.....	80
CAPITULO V	PLANEACION DE UN DRAGADO.....	82
V.1	GENERALIDADES.....	82
V.2	ESTUDIOS TOPOHIDROGRAFICOS.....	83
V.3	ESTUDIOS HIDROGRAFICOS.....	84
V.4	ESTUDIOS METEOROLOGICOS.....	84
V.5	ESTUDIOS GEOLOGICOS.....	85
V.6	ELECCION DE LA DRAGA.....	85
V.7	MAPAS Y ESPECIFICACIONES.....	88
V.8	TRABAJOS A REALIZAR DURANTE LAS OPERACIONES.....	90
V.8.1	SONDEOS PROGRESIVOS.....	91
V.8.2	CALCULO DE CANTIDADES.....	91
V.9	TRABAJOS A REALIZAR AL TERMINO DEL DRAGADO.....	92
V.9.1	SONDEOS DESPUES DEL DRAGADO.....	93
V.9.2	DETERMINACION DEL VOLUMEN.....	93
V.9.3	COMO TRATAR LOS DESECHOS.....	93
CAPITULO VI	CONCLUSIONES.....	97
	GLOSARIO DE TERMINOS NAUTICOS Y TECNICOS EMPLEADOS EN EL DRAGADO.....	100
	BIBLIOGRAFIA.....	107

C A P I T U L O . I

I N T R O D U C C I O N

I.- INTRODUCCION.

El dragado es una excavación técnica bajo el agua que tuvo su origen en las naciones marítimas de Europa por la necesidad de facilitar la navegación en canales y puertos, razones tan importantes para el desarrollo del comercio nacional e internacional.

I.1.- DRAGAS ANTIGUAS

Se sabe por referencia que los chinos habian empleado en un remoto pasado, herraminetas para dragas y los romanos utilizaron la pértiga con saco o cuchara que más tarde se introdujo en Holanda.

En la Edad Media grandes inventores idearon dispositivos mecánicos para dragas; uno de ellos, el genial Leonardo de Vince, construyó alrededor del año 1550 una draga, que consistía en una rueda de cuatro brazos con un cubo en cada extremo. El eje de giro apoyaba en unos soportes montados en dos pontones.

La operación se hacia manualmente, al pasar los cubos por las partes inferiores se llenaban de material, y al -

rebasar el punto superior se vaciaban en una barca dispuesta entre los pontones de la rueda, que se encargaba de llevar el azolve fuera de la zona de dragado.

Con anterioridad se había usado en la población de Middleburg, Zeeland (Holanda) una embarcación adaptada con un dispositivo muy práctico, que se llamó la Krabeelaar o Sersapper, también nombrado algunas veces "Mole". Esta draga con trufida alrededor del año 1435, se desplazaba mediante la acción del viento sobre las velas y, al arriarse la rastra de que iba provista, removía el fango que era arrastrado por el flujo y llevado mar afuera.

Fue diseñada por "Varantius" la draga de almeja, - que comenzó a desarrollarse en Venecia, alrededor de 1590. Se probó y resultó muy práctica para el mantenimiento de puertos y vías navegables.

Los holandeses mencionan haber construido en Campen, en 1563, una draga almeja. Basados en el mismo principio de rascar el fondo y aprovechar las corrientes de marea - como medio de transporte del material para llevarlo fuera de los canales de navegación, se desarrolló un dispositivo de dra

gado que usaron numerosos pueblos de Holanda en 1565, llamado como otro de sus antecesores "Mole", la cual consistía en una plataforma de madera afirmada sobre flotadores cilindricos a la que iba instalado un torno o malacate de mano para desplazar - una rastra por el fondo del canal.

Dos malacates situados en tierra se utilizaban para mover el pontón de un lado a otro. Los resultados fueron satisfactorios, para las necesidades de aquellos lejanos días,-- por lo que este tipo de draga continuó usándose por varias centurias.

Desde 1650, el pueblo de Vera había aplicado el mismo principio de la "Mole" y, después, en 1880 cuando el Rhin - fue cortado para abrir el paso de Rotterdam al Cabo de Holanda, también se emplearon dispositivos semejantes.

Las viejas dragas de cangilones o rosario que se conocen desde hace más de un siglo, tuvieron numerosos antecesores. En el año de 1600 aproximadamente, se inventó la famosa "Amsterdam Mud Mill" en la que todas sus piezas eran de madera dura, incluyendo los engranes y los cangilones o cubetas.

El malacate para arriar la escala de dragado, era accionado por dos hombres, y otros cuatro hacían girar con los pies dos grandes ruedas, que daban movimiento a la cadena de cangilones o rosario. Todo material extraído del fondo era llevado a la parte superior y descargado en un canal que lo depositaba fuera de la draga.

Fue en el año de 1520, cuando se diseñó en Holanda la segunda "Amsterdam Mud Mill" en la que la potencia necesaria para su funcionamiento la proporcionaban tres caballos que trotaban en círculo para jalar el cabo de avance de la draga, y mover la cadena de cangilones. Otros cuatro caballos se tenían de reserva en los macheros de a bordo.

La bomba centrífuga, que constituye la parte más importante de las dragas hidráulicas, tuvo su origen en los inventos de M. Le Demour, quien envió su descripción a la academia francesa en 1732, y de M. Jorge que remitió también su proyecto a la misma institución en 1816. El Zubank's publicó un grabado que muestra una bomba centrífuga de múltiple etapa.

Ninguno de los inventos mencionados llegó a realizarse, sin embargo, los principios se descubrieron y, alrede-

dor de 1833, la bomba centrífuga se había establecido en América.

No se sabe a ciencia cierta por quién fué construída, pero si es evidente que en el año 1850, la bomba centrífuga era ya bien conocida en ambos lados del Atlántico, con una forma que se aparta muy poco de la de las actuales.

La máquina de vapor que había sido perfeccionada por James Watt en 1765, se empleó para impulsar la bomba centrífuga.

A mediados del siglo pasado comenzó a desarrollarse formalmente el dragado, para lo cual se emplearon embarcaciones de casco de madera de mayores dimensiones a las que se habían utilizado con anterioridad.

Aún cuando algunos autores suponen que el primer dragado hidráulico lo efectuó el francés Bacin en 1867, cuando se abrió el canal de Suez, ya en 1855 los Estados Unidos tenían una draga hidráulica de tolva, la "General Moultric", lo cual es confirmado por varias crónicas.

Es el diario del Instituto Franklin, del estado de

Pensilvania, se enlistan las características principales de esa draga de 364 toneladas. El sistema de propulsión y del impulsor de la bomba de dragado, la constituía una máquina alternativa de vapor de 50 r.p.m. sin condensaciones; es decir, el escape era libre a la atmósfera. Una caldera producía el vapor, cuya presión de trabajo llegaba a 60 lbs. por pulgada cuadrada.

Como una comprobación más de la existencia de esa draga, se encuentra en los Estados Unidos un reporte anual del jefe de maquinarias informando en 1857 sobre el dragado del puerto de Charleston, en donde estuvo trabajando de febrero a Junio de ese año.

La bomba centrífuga de dragado, era de seis pies de diámetro y giraba en un eje vertical, la manguera de succión de la bomba media 19 pulgadas de diámetro y uno de los extremos de forma acampanada servía de boca de succión al arrastrarla por el fondo del canal. El material consistía en un fluido lodoso que era aspirado por la bomba de dragado y descargado mediante manguera, a la tolva; al llenarse, se desembragaba la bomba y la máquina se empleaba en la propulsión de la draga.

Al llegar al lugar de descarga, se abrían unas correderas al fondo de la tolva y el material se vaciaba por las compuertas.

El cortador utilizado en las dragas estacionarias, lo inventó Atkinson en 1862, y la conexión esférica de uso amplísimo en dragado, fué desarrollada por Robinson alrededor de 1900.

Todos estos inventos, y el perfeccionamiento de los mismos a través de los años, han contribuido a dragar materia les más económicamente que en cualquier otra forma y han permitido extraer rocas y trabajar en aguas no abrigadas sometidas a la acción del oleaje, dragar a gran profundidad y otros.

El dragado hidráulico con empleo de cortador empezó a desarrollarse en San Francisco en 1875, bajo la dirección de Alexis Von Schmidt, John Mac Mullen, R. A. Perry, George Catty y Claude Coumins.

Todos los hombres mencionados, contribuyeron con sus trabajos y sus inventos al desarrollo armónico y dinámico de las regiones costeras del mundo entero.

A pesar de que nos llenamos de admiración al contemplar las dragas actuales, maravillas de la ingeniería moderna, y nos sonreímos con aire superior al ver los diseños y modelos de esas viejas dragas que hemos mencionado al principio de esta reseña, nos preguntamos si se hubiese podido hacer algo mejor antes.

Después de casi cinco siglos, debemos admitir que aquellas primitivas dragas hechas por nuestros predecesores sirvieron de base para llegar al asombroso desarrollo que han alcanzado las actuales.

I.2.- PRIMEROS DRAGADOS REALIZADOS EN MEXICO.

En diciembre de 1889, la junta del Gobierno del D.F., celebró un contrato con S. Pearson & Son, y se estipuló que se le pagarían \$0.40 por metro cúbico de material excavado en terreno duro, para dragar el Gran Canal en esta capital.

Las dos dragas Bucyrus que pasaron a S. Pearson & Son, una naufragó en el canal y no compensaban los gastos que se tenían que erogar para rescatarla y ponerla en servicio, en cuanto a la otra estaba tan deteriorada que frecuentemente

había que repararla y, aparte del gasto que se originaba para mantenerla en operación, se perdía mucho tiempo, lo cual obligó a desmantelarla y utilizar las piezas en otras instalaciones.

En 1890, se adquirieron cinco dragas de cangilones a la Simon Lobnitz de Renfrew, Escocia, y se armaron en un dique provisional delgado de San Cristobal. Los cascos se pusieron a flote, se les colocó la maquinaria y arboladura desde un muelle situado en la margen del Gran Canal. El casco de las dragas era de hierro y medían 36.50 metros de eslora, 12.00 m. de manga y 3.00 m. de puntal.

Estas dragas descargaban los productos excavados a una distancia de 50.00 m. y en algunos casos excepcionales a 55.00 m., mediante canales de acero de 1.00 m. de diámetro conectados con la tolva de distribución en que descargaban los cangilones.

Se transmitía la potencia al tambor superior por medio de engrane y una cadena de Vaucasen accionada por una máquina Compavnd de triple expansión, 60 cm. de carrera, una

potencia de 150 H.P. y 100 r.p.m. impulsaba al tambor a razón de 6 a 9 r.p.m. Esta máquina servía también para poner en movimiento los cabrestantes cuando era necesario.

Para ejecutar las maniobras, y principalmente para impulsar las bombas, había otra máquina independiente de triple expansión. Las bombas eran tres y funcionaban con una sola flecha de tres manubrios, y descargaban 17.00 metros cúbicos por minuto, para hacer la dilución y facilitar el transporte de material al lugar de depósito.

Todos los cabrestantes de maniobra colocados en popa, se operaban por medio de bandas desde una línea de flecha elevada, conectada con la máquina principal o auxiliar.

Las palancas de control de dragado, estaban situadas en la parte anterior desde donde el maquinista podía controlar las operaciones según conviniera; la escala de la cadena de cangilones, se arriaba e izaba por medio de cadenas de polea suspendidas de una cabria o pluma, con el fin de adaptar el dragado a la profundidad requerida.

En la proa llevaba una grúa manual con capacidad

de 2 toneladas para la maniobra de los cangilones en su reparación, adicionalmente se instaló luz eléctrica para poder trabajar de noche.

Tres calderas de llama de retorno de 2.00 m. de diámetro y 3.00 m. de longitud cada una, dispuestas para trabajar independientemente, producían el vapor para una presión de trabajo de 5.00 kilogramos por centímetro cuadrado.

Operando día y noche en terreno suave, se extrajo en un período de un mes la cantidad de 94,980 metros cúbicos. En terreno duro variaba de una manera notable, ya que sólo se podían obtener 70 metros cúbicos por hora promedio ordinario de escavación, el espesor del frente que se halló más conveniente para el dragado, así en terreno suave como en duro, fué de 2.00 m.; todo el material dragado consistió en "marga saponacea" y "tepetate" de consistencia dura.

Los muertos utilizados en el emplazamiento de la draga eran de pino de 2.40 m. de longitud por 30 cm. por 15 cm. de sección transversal, atados por cadenas de 2.54 cm. de diámetro de cabila empotrados en pozos de 1.20 m. de longitud, hechos en los bordos del canal y conectados con la draga

por una argolla y cadenas.

Para el avance, llevaba un ancla que se fondeaba a 150 m. adelante y una maniobra de retroceso en popa, se hacía mediante un ancla de hierro ordinario de una tonelada de peso a la que se daba fondo en el canal.

Cada cangilón tenía una capacidad de 0.025 metros cúbicos, y salían 18 cubos por minuto. Por hora debería extraer 270 metros cúbicos y en 22 horas de trabajo diario 5,940 metros cúbicos, sin embargo, la cantidad promedio extraída en terreno blando fué de 180 metros cúbicos por hora, porque salían los cangilones algunas veces vacíos y en otras demasiado llenos, y con frecuencia sucedía que no se vaciaban en la tolva distribuidora, aparte de las descomposturas frecuentes y pérdidas de tiempo que en promedio se calcularon en un 20%.

I.3.- PRIMEROS DRAGADOS REALIZADOS EN NUESTROS PUERTOS.

Empezaremos por mencionar el puerto de Tampico, situado en la margen izquierda del río Pánuco, en el estado de Tamaulipas, el cual desde que el país inició su vida indepen-

diente apuntó como el segundo en importancia en el Golfo de México, debido a que su situación geográfica, mucho más septentrional que Veracruz, lo hacia el más indicado para la entrada y salida de carga a los estados del centro y del norte de la República.

Por muchos años la barra formada en el río Pánuco fué un serio obstáculo para el tráfico marítimo, y si a esto aunamos los fuertes vientos dominantes del norte que azotan especialmente durante el invierno, el problema del acceso al puerto era aún más grave.

De ahí la necesidad de dragar la barra y el canal de navegación, lo que se hizo sentir de modo apremiante cuando la Compañía de Ferrocarril Central Mexicano emprendió la construcción del ramal que, desprendiéndose del troncal en Aguascalientes y pasando por San Luis Potosí, terminó en Tampico.

La misma compañía inició, el 18 de marzo de 1890, a construcción de las escolleras, las obras interiores, profundizar la barra, balizar y todo lo necesario para 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 de éste del General Carlos Pacheco, Secretario de Estado y Despacho de Fomento, y el C. Sebastián Camacho en representación de la Compañía mencionada.

Era de 3.00 m. la profundidad de la barra antes de iniciar las obras de las escolleras y al terminarse de 5.00 m., antes de efectuar el primer dragado.

Con los estudios que realizó el ingeniero Enrique Fremont sobre las escolleras de Tampico, indica que en Agosto de 1891 la barra sufrió un desalojo hacia afuera de una longitud de 700 m., sin aumentar su profundidad. En octubre del mismo año se había desplazado 300 m. más aumentando la profundidad a 5 m. En marzo de 1892 la barra tenía profundidad de 5 m. y, cuando las obras terminaron a fines de 1892, se conservó la misma profundidad.

Desde mediados del año de 1893, estuvo trabajando una draga con rendimiento de 500 metros cúbicos por hora, que aunada a la erosión producida por las crecientes ocurridas en julio y agosto del mismo año, dejaron una profundidad variable entre 6 y 8 m. En el canal exterior sólo quedó a 5.80

m. y a fines de agosto llegó a los 6.55 m.

En marzo de 1896 y por efecto del ciclón que azotó a Tampico la acción de la corriente erosionó el fondo aumentando la profundidad a 7.30 m., y las escolleras sufrieron deterioros. Para 1897 la profundidad fué decreciendo hasta 6.50 m. y fuera de ellas había hasta 8.80 m.

Con fecha de marzo de 1913, se celebró contrato con el señor Edwin R. Davis para dragar un total de un millón de metros cúbicos de materia con un costo de \$560,000.00, aunque éste contrato no se llevó a cabo por acontecimientos revolucionarios.

En 1914, por decreto del primer jefe del Ejército Constitucionalista, los derechos de tonelaje, que en un principio (1892) por autorización del Gobierno cobra directamente la compañía limitada del Ferrocarril Central Mexicano, y de febrero de 1903 la Aduana Marítima de Tampico, con la denominación de Barra y Tonelaje a razón de \$3.00 por pié de calado y de \$1.00 por tonelada de carga, tanto a la entrada como a la salida de las embarcaciones, se destinó para cubrir los gastos de explotación y conservación de las escolleras. Esta

cantidad que ya era insuficiente para ese fin, fué reducida a \$0.10 por tonelada para el petróleo crudo y derivados.

En 1917 el Lic. Luis Cabrera e Ignacio Bonilla, en representación del Gobierno, firmaron el contrato de la United Dredging Cvo. de New York, para dragar el Río Panúco.

De febrero a diciembre de 1917, se dragó con tres unidades estacionarias, y una de propulsión que se destinó a la barra. Esta última, llamada Suth Bay, se hundió en el mes de octubre de 1917 por haber sido sorprendida por un norte fuera de la barra. En el año de 1918 y mitad de 1919, trabajaron tres dragas estacionarias y se suspendió el dragado para reanudarse en enero de 1920, con una sola draga que trabajó hasta abril del mismo año.

En el lapso comprendido entre febrero de 1917 a mayo de 1920 se dragaron 10'500,257 metros cúbicos de material por contrato con la United Dredging Co., se pagó el metro cúbico a razón de 0.26 dólares y el importe fué de la cantidad de \$'2730,586 dólares.

De septiembre de 1920 a 1923, el dragado de la ba-

rrera, se hizo por cuenta de las compañías petroleras, que la contrataron no por metros cúbicos de material removido, sino por la conservación de la profundidad en la barra; por este servicio, se pagó la cantidad de 25,000 dólares mensuales.

En 1924, desde el 29 de septiembre hasta el 22 de octubre, estuvieron embotellados 56 bûques en espera de poder se hacer a la mar. Durante los años de 1924 a 1930, se contrató nuevamente el dragado del puerto con la United Dredging Co., dragándose en la barra 2'207,837 metros cúbicos con un costo de 0.80 dólares el metro cúbico, y 8'610,491 metros cúbicos en el canal a 0.60 dólares el metro cúbico.

El dragado contratado del canal se hizo a 100 m. ancho, tanto en la barra como en el río y como el calado oficial nunca fué mayor de 9.80 m., la profundidad de 9.15 era suficiente y así se dragó hasta el kilómetro 13 y de éste hasta el 19 sólo se efectuó a 8.08 m. porque la compañía petrolera Mexican Gul recibía únicamente un bûque tanque mensual en su terminal Prieto, en el kilómetro 19 y no ameritaba el costo de dar mayor profundidad a dicho canal.

El primer puerto en importancia de México sobre el

Golfo es sin duda el de Veracruz.

Desde 1808, cuando el comandante de marina Ceballos propuso cerrar el canal del norte para proteger el fondeadero, la falta de recursos de crédito desde la Independencia hasta 1876, no permitía pensar en las obras que exigía Veracruz para merecer el nombre de Puerto.

Hubo numerosos proyectos y algunos se aprobaron iniciándose las obras, pero éstas eran enormes para los recursos con que se contaba y fracasaron.

En 1815, la Secretaría de Obras Públicas, de reciente creación, celebró un contrato con S. Pearson & Son Ltd., para terminar las obras exteriores e interiores, con el fin de dar abrigo y seguridad al puerto y facilitar las operaciones de los buques.

El canal medía 150 m. de ancho y 10 m. de profundidad, que limitaban parte de la bahía, que por su fondo no era utilizable para la navegación.

Los malecones tenían 3 m. de profundidad y aumen-

taba hasta 8.50 m. en el lugar donde quedarían los muelles me
tálicos.

Los canales principales estaban construidos a 10 m. de profundidad y como se menciona en "México, su evolución social": "Se les dió esa profundidad, porque es necesario satis
facer las necesidades para medio siglo, cuando menos. El evento en el calado de los buques, permite mayor tonelaje y así una mayor economía, pero el aumento que había en los últi
mos años, hace preveer que el límite será de 10 m. y que el puerto que tenga 9 m. no podrá figurar entre los más importan
tes del mundo".

Gran parte de la arena sirvió para rellenos de una zona comprendida entre los malecones y las antiguas playas, en una superficie de 630,000 metros cuadrados que sirvió para asiento de edificios federales, almacenes y llevar las vías del FF.CC. para el movimiento de carga.

Todas las obras se inauguraron el 6 de marzo de 1902, con asistencia del Presidente de la República, general Porfirio Díaz y su gabinete, así como por distinguidas perso
nalidades.

Posteriormente trabajaron en Veracruz dos dragas , la Tampico y la Don José. Esta última fué desmantelada en el puerto de Veracruz, y la Tampico se hundió en el año de 1924 en el río Grijalva.

A partir de 1930 se fueron adquiriendo dragas de autopropulsión y estacionarias. En los últimos años se han dado de baja del servicio las ya obsoletas, que se han substituído por modernas unidades para dar preferencia inmediata a los dragados de conservación, y algunas de nuevos proyectos en orden de importancia, procurando obtener del equipo disponible un mayor rendimiento.

I.4.- GENERALIDADES DEL DRAGADO

Se entiende por dragado la extracción de materiales, (fango, arena, grava, etc.,) del fondo de los puertos, ríos y canales, con el fin de aumentar la profundidad y descargar estos azolves en las zonas de depósito, que puede ser el mar abierto, o utilizarlos en el relleno de zonas bajas, para asiento de instalaciones industriales y de urbanización o simplemente para sanear terrenos pantanosos que originan condiciones insalubres en algunas localidades.

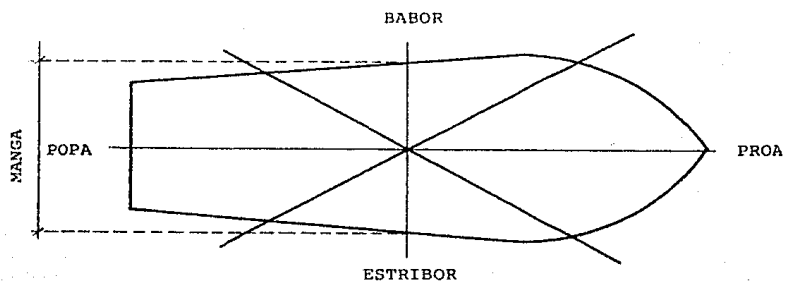
Una operación de dragado debe cumplir una doble función: extraer el material y llevarlo hasta el lugar de descarga; el primero se efectúa cuando es preciso crear o aumentar la profundidad requerida para la flotación o navegación de los bûques en puertos, dársenas, rîos y canales. El segundo tiene por finalidad mantener esos calados, neutralizando la acción de los azolves que pueden ser originados por corrientes, marejadas, acarrees de litoral y otros más.

Cuando durante la etapa de construcción de una obra marítima, es necesario efectuar dragados de importancia, 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 del terreno.

El dragado de conservación puede ser de tipo periódico, o discontinuo, y de tipo continuo o permanente. El primero se efectúa con cierta periodicidad, o intervalo, de acuerdo con la cantidad de material que se deposite en la zona. Estos dragados se llevan a cabo en los puertos, canales, etc., en

que los aportes de azolve son de poca importancia y se difunden en 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 en una cruzada o campaña corta y enérgica.

Los dragados continuos se realizan esencialmente en los canales de navegación, barras de ríos, puertos, etc. , en que los arrastres de sedimentos son de tal consideración que exige que continuamente sean retirados con el fin de mantener permanentemente la máxima profundidad requerida por los bûques que operan en los puertos.



P L A N T A .

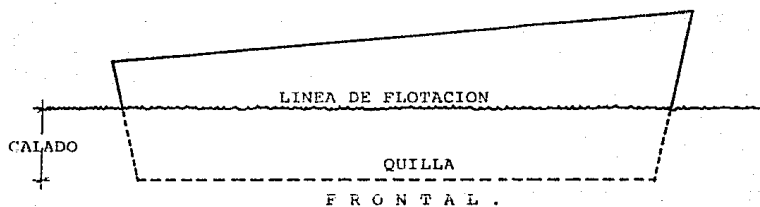
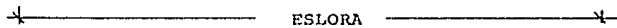


FIG. 1. TERMINOS EMPLEADOS EN LAS EMBARCACIONES.

C A P I T U L O I I

DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS

II.- DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS

II.1.- CLASIFICACION 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, etc.

Se clasifican las dragas 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 estas podemos considerarlas como tipos básicos de las dragas mecánicas que debido a su construcción relativamente sencilla, fueron las primeras que se usaron, y en cierta clase de obras son insustituibles a pesar de que su alcance de descarga es muy limitado, por lo que se impone el uso de canguiles o chalanes-tolvas y remolcadores para tirar el material en zonas de depósito.

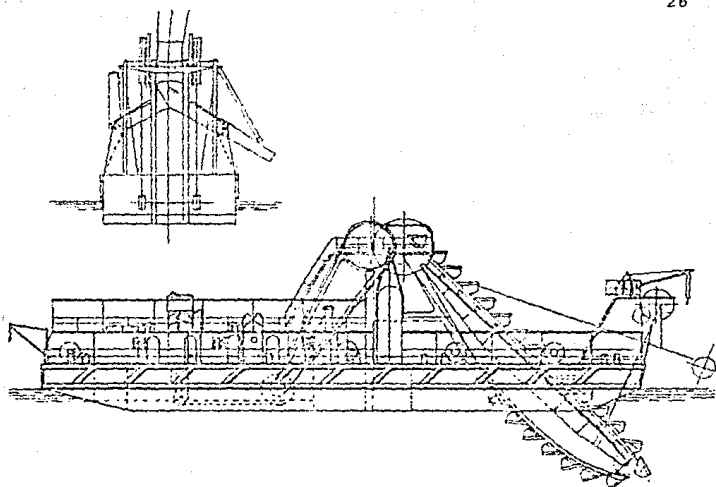
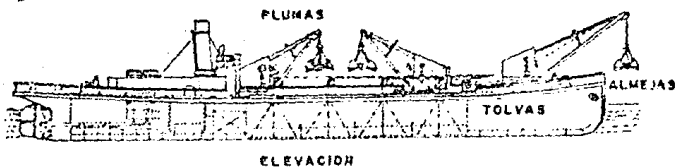
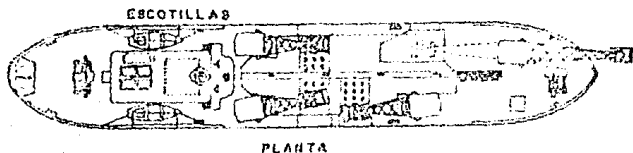


Figura 2.- Draga de rosario.



ELEVACION



PLANTA

Figura 3.- Draga autopropulsada equipada con varios cucharones de almeja.

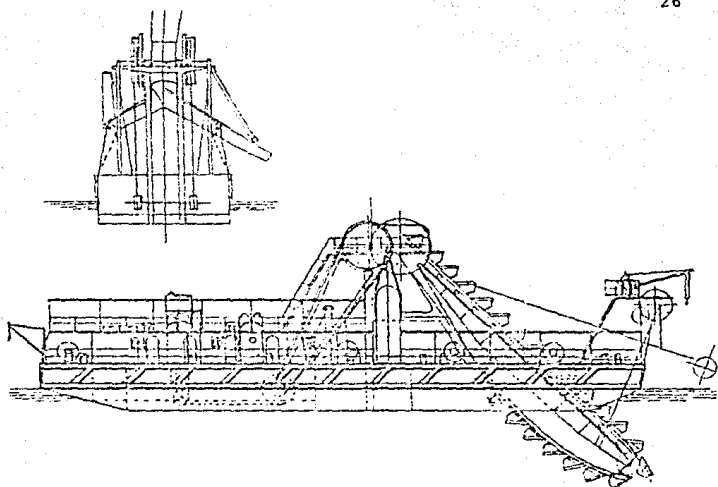


Figura 2.- Draga de rosario.

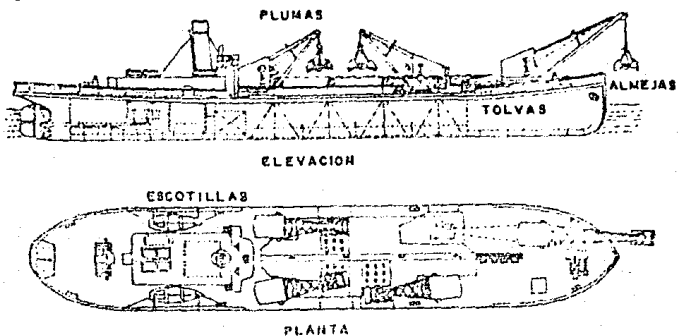
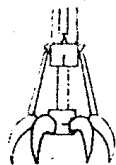
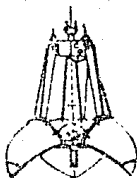


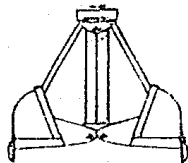
Figura 3.- Draga autopropulsada equipada con varios cucharones de almeja.



GARFIOS



ARRASTRE



ALMEJA

Figura 4.- Tipos de cucharones.

Corresponden al segundo grupo, las dragas hidráulicas que combinan la operación de extraer el material con el de su transporte hasta el lugar de depósito, mezclándolo con la agua y bombeándolo como si fuera fluido. Estas dragas resultan más versátiles, económicas y eficientes que las mecánicas, ya que realizan las dos operaciones por medio de una unidad integral.

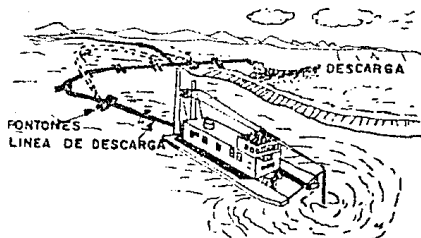


Figura 5.- Posiciones de la draga y la tubería durante la acción de dragado.

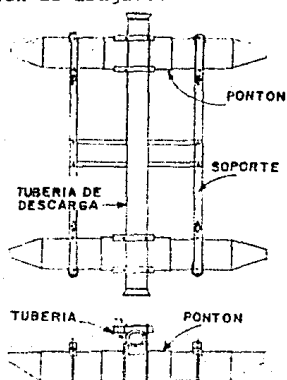


Figura 5 "A".- Pontones soportando la tubería

II.- 2 TIPOS DE DRAGAS.

Los tipos básicos en éste grupo son las dragas estacionarias y las de autopropulsión con tolva.

II.2.1.- DRAGAS ESTACIONARIAS.

Este tipo de dragas se divide en dos clases: de succión simple, y de succión con cortador.

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

a).-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, cabría del tubo de succión, caseta de control, etc.

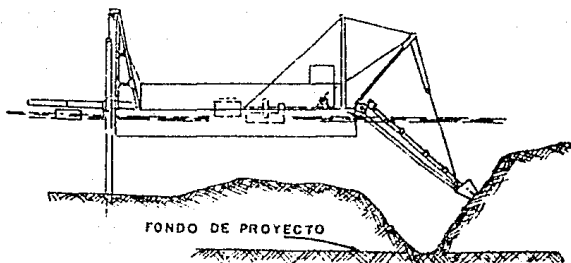


Figura 6.- Draga estacionaria formando un banco de ataque - en el inicio del dragado.

b).- 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 bombas modernas, las partes sujetas a desgaste llevan unas piezas de 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 los modelos antiguos.

c).- El tubo de succión que aspira la mezcla por una boquilla colocada en su extremo inferior, la que se instala a veces en un agitador, o chorro de agua para remover el material y así facilitar su aspiración. El suministro de agua para el chorro lo proporciona la bomba de cebar, la de servicio general o por una especial de alta presión.

d).- La conexión flexible entre la tubería de succión fija y la móvil que se arría hasta el fondo para el dragado, se hace mediante un manguito de hule anudado con alambre y capas de lona, y se afirma mediante abrazaderas. Este permite el libre movimiento del tubo de succión.

e).- 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 de retroceso, utilizados en el movimiento de las dragas durante su operación.

Estas dragas, se emplean en aguas tranquilas para succionar materiales sueltos o de fácil flujo como fango o arena. Con dificultad pueden dragarse conglomerados de arena o arcilla y arcilla de barro. Los estratos duros o compacta-

dos no son posibles de extraer con dragas de este tipo, así como cualquier otro material que no pueda ser removido con facilidad.

Draga de succión con cortador: Esta clase de dragas tiene todos los elementos necesarios para cortar y disgregar el material del fondo que, mezclado con el agua, es succionado por la bomba centrífuga de dragado y descargado en el sitio previamente elegido. La excavación y el transporte del material, se hace por una unidad íntegra, por lo que resulta práctica y económica esta clase de draga para la mayoría de los trabajos de dragado,

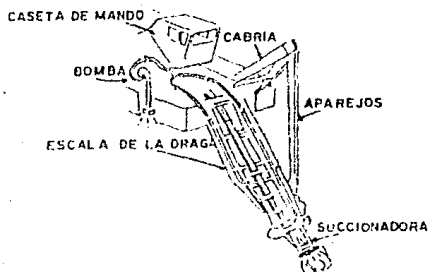


Figura 7.- La escala de la draga.

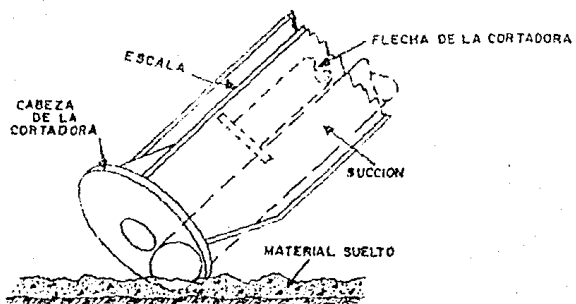


Figura 7 "A".- Unidad de la succión.

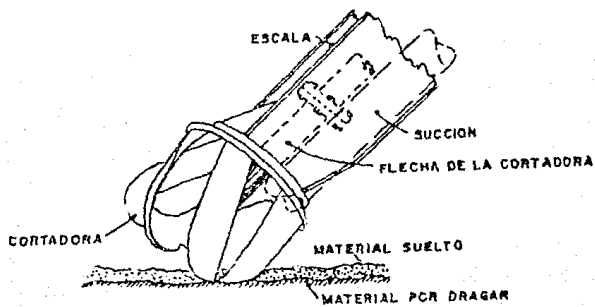
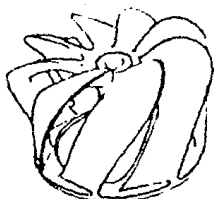
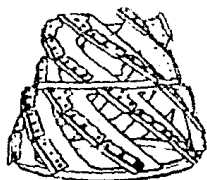


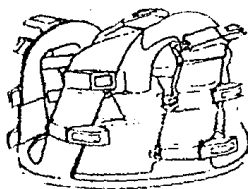
Figura 7 "B".- El cortador.



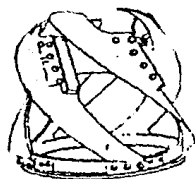
CANASTA DE NARIZ
CERRADA



CANASTA MODIFICADA



CANASTA DE NARIZ CERRADA
CON DIENTES REMOVIBLES



CANASTA DE NARIZ
ABIERTA

Figura 7 "C".- Diferentes tipos de cortadoras.

La draga consta de un casco de lámina de acero, cuyas dimensiones más comunes se muestran en la siguiente tabla.

DIAMETRO DE LA TUBERIA .

PULG.	MM.	ESLORA EN M.	MANGA EN M.	PUNTUAL EN M.
10	254	12 a 21	6 a 7	1.5 a 2
20	508	38 a 46	9 a 12	2 a 3
30	762	52 a 64	14 a 15	3.5 a 4

El casco se construye de una pieza resistente, o en dragas pequeñas o medianas, puede estar construido de varias secciones para facilitar su transporte hasta el lugar de la operación. Esta construcción seccionada, aumenta un 4% el costo inicial.

En las dragas pequeñas, se utilizan a veces flotadores cilindricos para montar la maquinaria, caseta de control, escala de dragado y cabria. Esta disposición depende del trabajo bajo que se vaya a realizar y de las condiciones locales.

II.-2.2.- DRAGAS DE AUTOPROPULSION

De autopropulsión con tolva, son biques provistos

de maquinaria e instrumentos necesarios para la navegación tales como radar, aguja, giroscópica, deccanavigator, ecosonda, radiogoniómetro, radiotelefonía y telegrafía, etc., que se encuentran en el puente de mando. En el mismo se encuentra la consola de navegación que contiene transmisores para dar órdenes, mandos de los motores de propulsión, aparatos que indican las señales de llenado de las tolvas, las alarmas, mandos de alumbrado, etc. También se encuentran los especiales que se precisan para el dragado, tales como registrador de material dragado, indicador de la posición del tubo de succión, indicador de calado, y los tradicionales de control de dragado que se disponen en consolas colocadas a babor y estribor que comprenden mandos de los tambores elevadores de maniobras 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 oleoneumático del tubo lateral de succión y manómetro de control, mando de las válvulas de descarga al costado, en perímetros de control de los motores de los tambores elevadores para la maniobra de conducto de aspiración y videntes luminosos de seguridad, control de la bomba de disgregación, etc.

Las dragas de autopropulsión con tolva poseen como

elemento principal la bomba centrífuga de dragado, esta bomba succiona el material a través de la rastra, y del tubo colocado en la escala al ser arriada hasta el fondo. La mayor parte de las dragas modernas llevan tubos laterales de succión, en lugar de las pesadas escalas construidas de acero estructural. Los tubos son más flexibles y se ajustan para dragar a la profundidad requerida mediante los pescantes correspondientes.

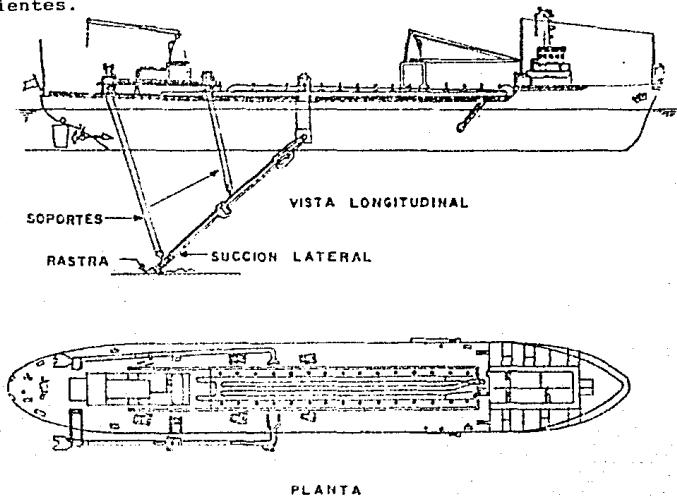


Figura 8.- Una draga autopropulsada.

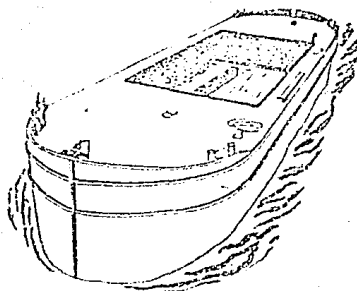


Figura 9.- Barcaza - Tolva.

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

Este tipo de draga no es adecuado para remover material duro o muy compactado, 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. Si el material por extraer es blan-

do de dureza media, o consta de depósitos sedimentarios arras-
trados por los ríos o las corrientes del litoral, las dragas
de succión con tolva darán excelente resultado, principalmente
las de tubos laterales de succión.

Para succionar el material a dragas, y tener un re-
sultado óptimo, la bomba de dragado debe ser lo suficientemen-
te potente. Por lo anterior, el diseño de una draga es factor
básico y determinante en su economía y eficiencia de funciona-
miento. Por lo tanto, las bombas de dragado trabajan succio-
nando y descargando materiales pesados, irregulares y abradi-
vos, que los acabarían rápidamente si no se emplearan en su
construcción aleaciones especiales, que le permitan resistir
bajo las más severas condiciones de trabajo.

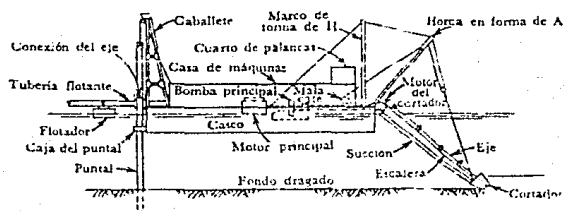


Figura 10.- Componentes de una draga.

Un factor muy importante, y que hay que tomar en consideración es el marítimo, ya que si éste es intenso, resulta adecuado el empleo de una draga con tolva (de autopropulsión), pues una estacionaria, aunque de rendimiento mayor, no puede utilizarse por el obstáculo que representa para la navegación y maniobras, la línea flotante y los cables de alambres de los traveses.

II.3.- TIPO DE MOTOR.

La potencia necesaria para la operación de las dragas en general, puede ser suministrada por medio de:

II.3.- Motores eléctricos.

Es conveniente el empleo de motores eléctricos, cuando el dragado se va a efectuar en una zona que cuenta con energía eléctrica suficiente y que no esté sujeta a interrupciones. Este sistema resulta muy ventajoso y adaptable de llevar desde la tierra a la draga por medio de un cable blindado sumergido, con suficiente longitud para permitir la movilidad de ésta. También se puede proporcionar la energía eléctri-

ca por líneas tendidas sobre prontones.

II.3.2.- Unidades Diesel Eléctricas . .

En este caso, los motores diesel van acoplados a generadores, y la energía eléctrica producida impulsa los motores que operan diversos mecanismos necesarios para el dragado. En esta forma se obtiene economía en el funcionamiento, y aplicación instantánea de la fuerza sin pérdida de tiempo.

II.3.3.- Motores diesel.

Estos se usan frecuentemente en dragas de cualquier tipo y capacidad, debido a la economía de su combustible y la aplicación instantánea de la fuerza necesaria para ponerlas a operar.

II.3.4. Diesel hidráulico.

Actualmente han adquirido gran preponderancia las dragas equipadas con este sistema, principalmente las chicas y medianas, que las hace destacar favorablemente sobre las demás. El motor, o los motores diesel, accionan las bombas que

hacen operar los motores hidráulicos.

II.3.5.- Máquinas alternativas de vapor

Aunque las máquinas alternativas de vapor se van empleando cada vez con menos frecuencia en la operación de las dragas grandes, aún existe un número considerable que utilizan este tipo de máquinas por su facilidad de operación y reparaciones más económicas, a pesar de su bajo rendimiento.

II.3.6.- Turbinas de vapor y de gas

Las turbinas de vapor se utilizan también en las grandes dragas para impulsar las bombas de dragado; las máquinas de propulsión, generadores eléctricos, etc., muy pronto, sin duda alguna, se emplearán también turbinas de gas.

II.3.7.- Turbos eléctricos

En este caso, la turbina de vapor va acoplada al generador que produce la energía suficiente para impulsar los motores eléctricos de propulsión, los de la bomba de dragado,

winches, y los demás aparatos existentes en la draga.

II.3.8.- Energía nuclear.

Aún cuando a la fecha no existen dragas operadas por energía nuclear, no pasará mucho tiempo sin que haga su aparición, por la economía tan grande que representaría en su operación.

C A P I T U L O I I I

PROCEDIMIENTO D E D R A G A D O .

III.- PROCEDIMIENTO DE DRAGADO

III.1.- OPERACION DE DRAGADO.

Al comenzar un proyecto de dragado, es importante determinar el tiempo de bombeo económico para una draga, y el transporte del lugar de dragado al de vaciado de la tolva.

Los factores que contribuyen a esa determinación son:

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

III.2.- CICLO DE OPERACION

El ciclo comprende el 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 corté o zona de dragado.

El tiempo total del ciclo de operación se puede expresar por la siguiente fórmula:

$$T_c = T_b + T_e + T_i + T_d + T_r \quad \text{en la cual}$$

T_c = Tiempo total del ciclo.

T_b = Tiempo de bombeo para llenar la tolva

T_e = Tiempo de maniobras.

T_i = Tiempo de navegación cargado hasta el lugar de vaciado

T_d = Tiempo de descarga de la tolva

T_r = Tiempo de navegación vacío hasta la zona de dragado.

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

Factores que hacen variar el ciclo de operación :

a).- Tiempo de bombeo necesario para llenar la tolva, el cual varía de acuerdo con la velocidad

de asentamiento de las partículas del fondo, dependiendo de su granulometría. Para material de grano grueso, el tiempo de carga es menor que para el fino. Lo anterior se debe tener muy presente al programar los trabajos de dragado.

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

- c).- Tiempo de navegación con carga para descargar la tolva (T_i), y el regreso en vacío para reanudar el dragado (T_r). Varía con la distancia entre el último, y el lugar de vaciado seleccionado, y con la velocidad de la draga.

$$T_n = T_i + T_r = 2L / V \quad \text{en donde}$$

T_n = Tiempo total de navegación.

L = Distancia entre los sitios de dragado y descarga.

V = Velocidad de la draga.

III.-3 CARGA ECONOMICA DE LA TOLVA

El tiempo que dura el bombeo, depende de la clase de material que se drague. Si el material es arena o grava, que se asiente rápidamente, se bombeará hasta que comience a derramar la tolva y en muchos casos se deberá prolongar por algun tiempo. Una parte del material dragado se desbordará por el vertedero y aumentará a medida que se va llenando la tolva. Por esto se considera de gran interés el determinar la carga económica que podemos definir como: "El procedimiento de carga la tolva que en circunstancias dadas de trabajo, produzca por unidad de tiempo la mayor cantidad de material dragado"

Las pérdidas de desbordamiento es: "La relación en

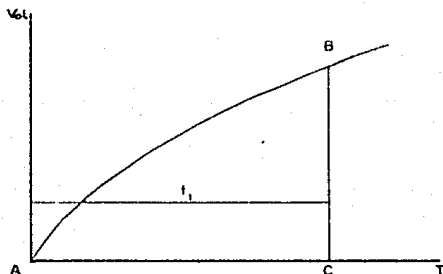
tre la cantidad de material que sale por el vertedero por segundo y lo dragado en la misma unidad de tiempo.

Como al vaciar la tolva y cerrar las compuertas, el agua retenida queda al mismo 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 abajo de su nivel normal con referencia al plano de agua de la flotación, decreciendo por lo tanto la altura de la succión. Esto permite bombear una mezcla con mayor cantidad de sólidos que disminuye el tiempo de carga.

Algunas veces es ventajoso llenar completamente la tolva con agua durante el trayecto de regreso, de la zona de descarga a la de dragado, de tal manera que la bomba quede a un nivel lo más bajo posible antes de comenzar a operar de nuevo.

Cuando 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, principalmente si el bombeo se de-

tiene cuando comienza el derrame. Por lo anterior, cuando se dragan sedimentos y otros materiales de asentamiento lento, se obtienen mejores resultados si la tolva es chica mientras la draga regresa del lugar de tiro al de corte, siempre que el equipo para efectuarlo este a bordo.



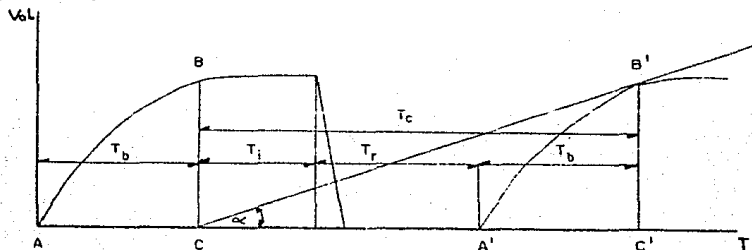
Gráfica del llenado de la tolva en función del tiempo.

En el punto A comienza el llenado de la tolva, y termina en el punto B . La distancia $A-C$ representa el tiempo de carga y $B-C$ la cantidad de material descargado en la tolva. Si se trata del tiempo total del ciclo (T_c), vi-

mos que este era igual a la suma de los tiempos de bombeo (T_b), el de evolución (T_e), de navegación al lugar de tiro (T_i), el de vaciado (T_d), mas el de navegación de regreso a la zona de dragado (T_r). Tiempo de navegación (T_n), era la relación de las distancias a recorrer a la ida (L) y la velocidad con carga hasta el lugar de tiro (V), más la relación entre la distancia para trasladarse al lugar de operación (L), y la velocidad de la draga en vacío (V').

$$T_n = L / V + L / V'$$

Deberán contemplarse también todos los demás datos ya mencionados: el vertigo, evolución, así como una ampliación por aceleración de la velocidad de dragado y la de vertido, con la velocidad de navegación. Para una misma draga se puede representar todo el ciclo de dragado gráficamente.



Gráfica del ciclo de operación de una draga
de autopropulsión con tolva.

$CC' = T_c =$ Tiempo total del ciclo

$BC = B'C' =$ Cantidad transportada en la tolva .

$B'C' / CC' = T_g =$ Producción por unidad de tiempo.

La fórmula anterior nos indica, que la mayor producción se obtiene cuando la T_g sea máxima.

Tangente señalará consecuentemente el momento en el 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. Consiste en una caja de presión, membrana que por la parte inferior está en comunicación libre con el mar y la parte superior va unida con un manómetro. Las presiones en ambos lados son iguales por lo que al aumentar el calado, el manómetro lo indicará directamente.

Otro aparato para medir la presión, es el sistema

abierto de marcador neumático. El aire a presión, se conduce por un tubo que va a un dispositivo reductor y a un regulador de corriente unido a un tubo que por un lado está comunicado con el mar y por el otro a un manómetro. La presión producida en el tubo, es proporcional al calado y el instrumento lo indica.

Puede instalarse un manómetro registrador, en que el papel tenga una velocidad constante y la pluma irá trazando un diagrama parecido a la gráfica del ciclo de operación.

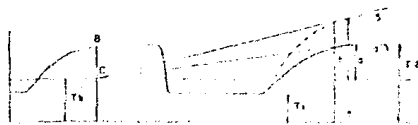


Diagrama del ciclo de operación de una máquina de autopropulsión con tolva.

La línea T_h corresponde al calado con la tolva ligada de agua. Esta línea se puede trazar con anterioridad.

Si el peso específico del producto en la tolva, se representa por L y partiendo de la curva, se puede establecer

el diagrama de carga útil, aumentando la amplitud de la curva por encima de T_h en la proporción de:

$L / L - 1$ (cuando un metro cúbico de agua es sustituido por un metro cúbico de material).

Se tendrá la tolva cargada con L Ton. de carga útil, mientras que la curva no registra más que $L - 1$ Ton. de aumento de desplazamiento de agua.

Indica 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 a la curva, lo que nos dará el mismo tiempo de carga.

III.-4.- METODO PARA MEDIR LA CARGA EN LA TOLVA.

La cantidad de sólidos que se asientan en la tolva, se pueden medir sondeando después de parar el bombeo. Para este propósito se emplea un disco de 510 gramos, de 15 cm. de

diámetro, atado a una sondaleza, el cual se deposita sobre los sólidos asentados. dos o más sondeos se efectuarán en cada carga y los sólidos contenidos serán leídos y cubitados por medio de unas tablas hechas de antemano.

Simultáneamente con las sondas de la mezcla, se toman muestras arriba del plano de los sólidos asentados. Para este propósito se ha diseñado un aparato muy sencillo que consiste en un recipiente cilindrico que va asegurado a una regla graduada. Se baja hasta tocar el material asentado, y mediante una varilla que va unida a la tapa, se quita ésta, llenándose el recipiente con el material obtenido a esa profundidad, y tapándolo de nuevo para que no sufra alteración alguna. Todas las muestras así tomadas, se mezclan para obtener el promedio, el cual nos dará el porcentaje de sólidos contenidos en la carga.

La cantidad de sólidos en suspensión en cada carga, es calculada multiplicando el contenido de la tolva, menos la porción asentada por el promedio del porcentaje de material en suspensión.

Su total de cada carga de material en metros cúbicos

cos, es la suma de sólidos asentados más lo que están en suspensión.

Otro método para establecer el porcentaje de los sólidos, consiste en colocar y pesar un recipiente lleno con el promedio de las muestras en el platillo de una balanza ordinaria, a la cual se le afirma una regla horizontal graduada de 0 a 100, y un peso colgado del brazo o escala de la balanza. La lectura de la escala en la posición de la pesa, indica el porcentaje de sólidos de la muestra.

El cero de la regla se determina, poniendo el recipiente lleno de agua de la zona que se está dragando, sobre el plato de la izquierda de la balanza, con la pesa cerca de este lado en el brazo de la regla graduada. En el plato de la derecha se van aumentando pesos para balancearla.

De esta forma la posición del peso, registrará entonces el cero del porcentaje que se marcará en la regla. La indicación del 100%, se marcará también cuando el mismo recipiente que se usó anteriormente, se llene con material del fondo en el lugar de dragado pero sin agitarlo y excluyendo las bolsas de aire. Los sólidos se colocan en el platillo de

la balanza, que se equilibrará moviendo la pesa a la derecha, hasta que la escala esté balanceada. La posición de la pesa señalará el cien de la escala. Siempre será preferible tomar el material con un aparato especial.

Una vez marcado el cero y el cien de la regla, se divide ésta de cinco en cinco o en más divisiones según se de see.

Una modificación del método anterior, consiste en pesar en una balanza muy sensible, un litro (100 cm. cúbicos) del promedio de las muestras de mezcla obtenida. El peso en kilogramos será directamente proporcional a su verdadera densidad. El porcentaje de sólidos se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de sólidos} = 1000 (M-A) / (B-A)$$

en donde

M = Peso de la mezcla en kilogramos

B = Peso de la muestra del material del fondo en kilogramos .

A = Gravedad específica del agua en la que los sólidos están en suspensión.

Para propósitos prácticos A puede tomarse como la unidad, de manera que la fórmula quedará:

$$\% \text{ de sólidos} = 1000 (M-1) - (B-1)$$

III. - 5 DRAGADO POR AGITACION

Cuando se continúa el bombeo, a pesar de estar derramando la tolva, parte de los sólidos contenidos en la mezcla son de nuevo llevados al agua por el rebosadero, que con corrientes favorables va a dar fuera del canal o de la zona de dragado.

El método de dragado en que se continúa el bombeo de liberadamente, a pesar del derrame, y es prolongado de modo que se efectúe la remoción del material del canal con pocas interrupciones, por no ser necesario transportar y tirar el material acumulado en la tolva, se denomina: dragado por agitación.

En el dragado por agitación, es importante hacer una estimación del porcentaje del material en suspensión que se deposita fuera del canal o zona de dragado. En el Hopper Dreage se realizó esta evaluación mediante una gráfica, para lo cual es necesario determinar el tiempo T en minutos que tarda en caer la partícula de mayor tamaño, considerando un metro de profundidad.

Para este fin se parte de la fórmula:

$$T = 0.0167 D / P'V \quad \text{en donde}$$

- D = Distancia del punto de caída del material.
- P = Profundidad del lugar de depósito en metros.
- V = Velocidad de la corriente en metros por segundo.

También se puede calcular el tiempo de caída de las partículas por medio de la ley de Stock, pero en ambos casos es necesario hacer un análisis granulométrico del material, para determinar las proporciones en que se encuentran las dimensiones de los granos que lo forman, así como

complementario con el estudio de la velocidad y dirección de las corrientes principales, configuración del fondo y las distancias probables del material transportado por agitación.

Una vez que se ha analizado teóricamente la posibilidad de realizar el dragado por agitación, se harán ensayos prácticos exhaustivos con la draga que vá a efectuar el trabajo proyectado, en las condiciones más variadas que se espere encontrar en la zona de dragado. Partiendo de lo anterior, y de los volúmenes efectivos por dragar que se obtendrán por sondeos, se podrá decidir acerca del método más adecuado a seguir, respecto a si se efectuará el dragado descargando en tolva o se dragará por agitación para que las corrientes favorables se encarguen de transportarlo fuera de la zona.

El dragado por agitación es ventajoso, cuando la mayor parte del material se deposita en lugares en que no exista el peligro de que regrese al sitio en que se está dragando, cuando menos en un tiempo razonable. Por lo anterior, no debe dragarse por agitación cuando en el lugar no hay corrientes de intensidad suficiente para que se lleve el material, o cuando estas pueden hacer regresar el material en cantidades apreciables al canal o zona en que perjudique el calado existente o en donde no

exista la posibilidad de realizar dragados futuros.

III.-6.- TECNICAS DEL DRAGADO.

Las bombas de dragado están diseñadas para cuando succionen agua únicamente, y el vacío que marque el vacuómetro sea de 45 cm. de mercurio. Cuando en la succión se aumenta el porcentaje de sólidos, el vacío también se incrementa hasta el máximo que pueda producir la bomba. Por lo tanto, la lectura del vacuómetro nos dará una indicación de la efectividad con que se está dragando, suponiendo que la bomba trabaje normalmente, es decir, que no succiones gas o no se estrangule en la descarga.

Por experiencia se ha llegado a determinar la velocidad más conveniente a que se debe navegar durante el tiempo que se va dragando, y se ha encontrado como más adecuada la de dos nudos, cuando el material es fango, arena suelta, arcilla o una mezcla de estos, que fluyen rápidamente.

En materiales compactados, donde poco puede succionar la bomba, la draga debe desplazarse de dos y medio a

tres nudos a fin de reducir la entrada de agua, y así incrementar el porcentaje de sólidos.

Si el material que se draga es arena suelta o grava, que sino de rápido asentamiento en la tolva y escasa o ninguna pérdida en el derrame o vertedero, la bomba o bombas, de dragado deben operar a las máximas revoluciones permitidas, para obtener altas velocidades en la succión y en la línea de descarga y un porcentaje elevado de partículas en la mezcla a bombearse. En lodo, arena fina y otros materiales que se depositan lentamente, la velocidad alta de bombeo origina un aumento de sólidos en suspensión, y las revoluciones más apropiadas se determinan midiendo el % de sólidos en la descarga de la bomba y en el derrame o vertedero de la tolva, seleccionando las revoluciones que se ajusten al mayor rendimiento por minuto de trabajo efectivo.

III.-7.- METODOS DE DRAGADO.

Una importante ventaja de las dragas de autopropulsión con tolva, es que pueden aumentar la profundidad del área de un bajo, uniforme y progresivamente como continuación de las partes dragadas.

Por el contrario, una draga estacionaria, atacará el bajo por un extremo y a menos que ocurriese un derrumbe natural, la profundidad sería la misma que se tenía al inciar el dragado, hasta que la draga hubiese podido alcanzar toda la longitud del bajo. Por lo tanto, es práctica usual emplear una draga de autopropulsión con tolva para hacer desaparecer el bajo mediante una serie de cortes largos y profundos. Sin embargo, si en el bajo existen puntos elevados que reduzcan aún más el límite de las profundidades navegables, se debe concentrar el dragado en esos puntos para mejorar las condiciones con mayor rapidez.

Cuando un bajo es de corta extensión, no es conveniente dar repetidas pasadas sobre el mismo, pues se perdería considerablemente el tiempo en evoluciones, por lo que en este caso es aconsejable mantener la draga operándola estacionaria sobre el bajo y aprobada a la corriente.

En cuanto las condiciones lo permitan, se puede regresar al pequeño aislado después de completar cada corte, a fin de evitar pérdidas de tiempo en maniobras antes de comenzar el siguiente corte.

Si el bajo cubre completamente el ancho del canal, es práctica usual comenzar el corte en la línea, central para mejorar la profundidad para el tráfico en esa zona, y también para asegurar el beneficio que produce un corte angosto longitudinal para encauzar la corriente que contribuye a limpiar el bajo. Sin embargo, cuando ocurren derrumbes longitudinalmente a los lados del canal debido a lo pronunciado de los taludes por la acción de la corriente del fondo, el dragado debe acentuarse a lo largo de los bordes.

Al dragar bancos de arena compactada, se ensancha un canal o se atacan pendientes escarpadas, es necesario utilizar dragas con tolva con tubo de succión lateral, a menos que haya suficiente profundidad fuera del canal para permitir el uso de una draga con escala al centro.

Para llevar a cabo el dragado entre muelles, o en canales angostos con bajos pronunciados en las orillas, es preferible utilizar un tubo de succión lateral, para aprovechar el espacio que ocuparía fuera de borda.

El dragado lateral de los bajos se hacen con dificultad, debido a que la rastra tiende a deslizarse hacia aba

jo del casco exponiendo la draga a serias averías, así como también al tubo de succión. Para evitar esta dificultad, se diseñó un codo especial cuyo movimiento coincide con los desplazamientos hacia abajo de la rastra.

En casos especiales se pueden emplear dragas de grúa con almeja, que tiran su carga en un área desde la cual pueda tomarse por una draga de tolva que la transporte al sitio de depósito.

Frecuentemente es necesario que una draga de tolva comience su operación de dragado en un canal cuya profundidad no le permite cargar la tolva completamente por baja marea.

En lugares donde la amplitud de marea es grande, no hay problema serio ya que puede llenar su tolva en pleamar, y si el dragado se concentra primero para profundizar la parte central del canal, en poco tiempo podrá hacerse un dragado continuo a toda su capacidad. En baja marea se dragará la parte central del canal, y en la pleamar las partes más bajas de éste. En lugares con poca amplitud de marea se deberán utilizar, al principio, dragas de poco calado para que

cuando pueda trabajar una de mayor calado amplie la profundidad.

Cuando se tiene calado suficiente para una draga con tolva llena, y ni aún con media carga, se puede tirar a cañon hasta que se tenga la profundidad suficiente para hacerlo en tolva.

Si se dragan canales con fondos de fango, es conveniente bajar la escala o los tubos de succión de 30 cm. a 60 cm. más de lo necesario a menos que el canal tenga una profundidad uniforme. Esto es con el fin de evitar un dragado deficiente debido a la turbulencia que produce el agua clara dentro de la tolva, cuando la rastra pasa por las partes profundas del canal, en tales casos se bajan más allá de la profundidad fijada para que cuando pase sobre estos puntos, no se provoquen turbulencias al descargar agua solamente y por lo tanto descargar de sólidos en suspensión por el vertedero de la tolva.

III.8.- PLAN DE OPERACION DE DRAGADO.

Las operaciones de dragado se pueden dividir en

cuatro partes;

- a) Investigación
- b) Navegación
- c) Dragado

y como un factor que las unifica:

- d) Administración

Investigación.

Las investigaciones del área de dragado forman un soporte básico para llevar a cabo operaciones de dragado. En relación al dragado, se requiere una precisión, una presentación, escalas, y el carácter dinámico del área cubierta.

Para la composición de un mapa de investigación, una gran cantidad de información es utilizada:

Un sistema que proporcione la posición.

Datos de la ecosonda.

Nivel de referencia.
Marea.
Oleaje.
Calibración y corrección.

La composición del mapa en sí, es un resultado de la interpretación de los datos proporcionados. Estos servirán para checar el progreso del trabajo y para delinear las consiguientes acciones.

Navegación.

La localización de áreas menos profundas, y áreas de descarga determinan la utilización de la draga, navegando sobre áreas de dragado más o menos estructurado.

Los auxiliares más importantes que se usan para estos procedimientos son los siguientes:

Mapa de profundidad del área por dragar.
Sistemas para fijar la posición.
Trazador de rutas.
Piloto automático.

Boyas.

Otros más.

Se debe de considerar, con que tipo de draga se cuenta, para conocer su maniobrabilidad, ya que esto nos indicará los tipos de señalamiento que se requieren.

Dragado.

El proceso actual de dragado se lleva a cabo por el jefe de la draga. El objetivo primordial que se persigue es optimizar el proceso de extracción del material. Para tal fin se tiene ayuda de instrumentos que le facilitarán su tarea.

El proceso debe de ser manejado dentro de ciertas condiciones limitantes relacionadas a la profundidad, la concentración de la mezcla, la velocidad, las revoluciones y el poder de la bomba.

Por último se debe de tomar muy en cuenta el tipo de material que se va a dragar.

Administración.

La producción planeada y calculada, con la cual se
partió, debe de seguir con los siguientes pasos:

Control del progreso y análisis de producción.

Cantidades pagables.

Propósitos de navegación.

Cálculos de la sedimentación.

Retroalimentación,

C A P I T U L O I V

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES
QUE PUEDEN SER EXTRAIDOS POR DRAGADO.

IV.- CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES QUE PUEDEN SER EXTRAIDOS POR DRAGADO.

Los materiales que pueden ser extraídos al efectuar el dragado, son los productos resultantes de la erosión originada, tanto por las aguas del mar y de los ríos, como por la acción eólica que constantemente desprende partículas sólidas de la corteza terrestre que son arrastradas a los fondos marinos.

Los principales agentes destructores, como el oxígeno, anhídrido carbónico y la humedad atmosférica, penetran en las rocas más duras, originando su descomposición. En estas condiciones son más fácilmente atacadas por los demás elementos, a los que se suma la acción de los seres vivos, esencialmente de los microorganismos que tan eficazmente contribuyen con su labor destructora. Los materiales resultantes de esa desintegración, que extraen las dragas en las zonas de dragado, son muy variados y consisten en cantos rodados, gravas, gravilla, arena, arenisca, fango, cieno, lodo, coral y mezcla de estos materiales y en algunas ocasiones, también se encuentran cantidades considerables de escombros.

IV.1- CANTOS RODADOS, GRAVA Y GRAVILLA.

Estos materiales se encuentran sueltos y consisten en fragmentos de rocas que, según sus dimensiones, tienen la siguiente denominación:

Cantos rodados, mayor de 25 mm.

Grava, entre los 10 y los 25 mm.

Gravilla, entre 5 y 10 mm.

Estos materiales son fácilmente extraídos por las dragas de autopropulsión con tolva. Las dimensiones de las piedras que pueden dragarse, quedan limitadas por los claros de la rejilla de la rastra o de la boquilla de succión y estas aberturas son dimensionadas de acuerdo con los pasajes de la bomba de dragado y del sistema de distribución del material en la tolva.

Las piedras ligeramente mayores que los claros de la rejilla suelen quedar atoradas en ésta, por lo que en estos casos debe levantarse el tubo de succión o escala de dragado, según de lo que esté provista la draga, para destaparla al final del corte. Cuando se draga este material al

iniciar la operación, es aconsejable mantener la tolva llena de agua que sirva para amortiguar la fuerza del choque de las piedras contra las paredes de la tolva.

Frecuentemente se encuentran la grava mezclada con arena y a veces barro y arena duramente compactada y sin grava, a lo que se le da el nombre de "tepetate". Este material es difícil de extraer con una draga de autopropulsión con tolva, sin antes disgregarlo por medio de explosión o el uso de la rastra especial. No hay problema para descargarlo en la tolva.

IV.- 2.- ARENA

Esta proviene de rocas sedimentarias no consolidadas. Sus constituyentes son comunmente el cuarzo, incluyendo los silicatos y la caliza de origen biológico, como los derivados de los corales. La formación de los fragmentos se debe a la acción triturante de las olas y la resaca, generalmente la arena es transportada por las corrientes de agua y el viento, y entra en suspensión con la turbulencia del agua.

Su clasificación granulométrica se define por las dimensiones de las partículas, en la forma siguiente:

Arena gruesa, de 2 a 1 mm.

Arena mediana, de 1 a 0.5 mm.

Arena fina, de 0.5 a 0.1 mm.

Arena muy fina, de 0.1 a 0.02 mm.

Limo, de 0.02 a 0.002 mm.

Las tres primeras, proceden de la desintegración del granito, o de otras rocas granulosas, en cuanto a las otras dos, se derivan del limo o de otros materiales semejantes.

Se caracterizan las arenas por falta de rigidez y escasa adhesión entre sus granos, dejando pequeños espacios debido a estas cualidades, la rastra de succión puede introducirse sin dificultad, facilitando el dragado. Como este material es de asentamiento rápido, pronto se obtienen cargas completas operando la bomba de dragado a su máxima velocidad y descargando en la tolva sin ninguna dificultad.

La arena muy fina, sobre todo si está compactada y su forma es poliédrica, se draga con dificultad por de-

jar muy poco espacio entre sus granos, lo cual tapa la rejilla de la rastra casi en su mayor parte, impidiendo el fácil acceso al material. La rastra tipo autoajustable, y las que están provistas de chorros de agua de disgregación, verticales o de tipo arado, son las indicadas para este tipo de material.

Aparte de la dificultad que ofrece el dragado de este material, un gran porcentaje se pierde en el derrame de la tolva y parte queda retenido en los lados inclinados de ésta cuando se vacía, especialmente si el grano es de forma angular.

IV.-3.- FANGO, CIENO Y LODO.

Fango es la suspensión concentrada de arcilla en el agua. Se denomina cieno o limo, la materia blanda sin su superficie tensa que se encuentra en las zonas abrigadas de la costa a la que no llega el oleaje, y por consiguiente no hay turbulencia del agua que mantenga las partículas sólidas en suspensión. Se compone de arcilla y limo, existiendo una fracción arenosa fina, y cierta cantidad de materia orgánica. Lodo es un material, cuya composición es bastante variable ,

ya que depende de los terrenos adyacentes. Generalmente en su formación está presente la arcilla con sustancias orgánicas y algunas partículas inorgánicas de dimensiones comprendidas entre 0.02 y 0.01 mm. El barro es el nombre genérico e impreciso con que se designa a cualquiera de los materiales anteriores.

Son conglomerados densos que se forman, se asientan rápidamente en la tolva, y no presentan problemas especiales de dragado. El lodo, sin embargo, se asienta muy lentamente, por lo que un elevado porcentaje de material se pierde por el vertedero de la tolva, en este caso es conveniente determinar la carga económica, es decir el máximo tiempo de bombeo, con el cual se obtendrá el mayor rendimiento diario. Una baja velocidad de la bomba de dragado es la más adecuada para obtener la carga económica, cuando se draga material de asentamiento lento, ya que de esta manera se asegura la mayor retención en la tolva, pues la acción de la velocidad en la descarga es lenta, y por consiguiente existe menos turbulencia que ponga a las partículas en suspensión, y por el vertedero irá menor porcentaje de sólidos al agua.

Se obtienen también algunos resultados vaciando pri

mero la tolva antes de comenzar el bombeo, y después operar la bomba de dragado a su mayor velocidad, mientras se carga, y pa~~r~~rándola cuando comience el derrame.

En el fondo de los canales, principalmente los nuevos proyectos en los que hay lodo y fango que no ha sido removido, al operar las dragas a veces se encuentran gases disueltos, que son generalmente metano, o gas de los pantanos (CH_4), y nitrógeno (N) que cuando son succionados, se expanden a un mayor volumen, haciendo descender el vacío en la línea, lo que reduce la eficiencia de la bomba. En algunas dragas se han colocado dispositivos adecuados para eliminar estos gases antes de que lleguen a la bomba, lo que ayuda a mantener el vacío deseado, y se facilita el bombeo de una mezcla densa de lodo y fango.

Si se draga lodo exclusivamente, se encuentra algunas veces en forma compactada que estrangula la corriente del impelente de la bomba, por lo que es necesario proporcionarle más agua a la succión ya sea levantando la escala de dragado, o el tubo lateral, por medio de una tubería interior especialmente dispuesta en la parte superior de la rastra.

IV.-4.- ARENITAS Y ARENISCAS.

Esta se forma al consolidarse la arena y para dragarla es necesario fracturarla previamente, con una rastra provista de toberas de arado, o con la escala con un cortador sencillo, los cuales harán que las partículas de arena compactada aumenten el volumen del paquete arenoso, y puedan ser agpirados más fácilmente y obtener una carga económica.

IV.-5.- ESCOMBROS

Son pedazos de madera, hierro, cadenas, alambres y todo tipo de basura, que han sido dejados por el ser humano, contaminando las aguas y que cuando son succionados por las dragas, ocasionan los más diversos problemas, ya que cuando se atorán o enredan en la rejilla de la rastra o en el impenlente de la bomba, se tienen que efectuar paros frecuentes y que obligan a hacer maniobras para poder retirarlos, y esto baja el rendimiento de la draga. También pueden quedar atordos en el cortador de las dragas estacionarias, y la maniobra para poder retirarlos a veces se dificulta y retrasa el dragado.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

IV.- 6.- C O R A L

Se designa así en sentido amplio a los esqueletos duros de ciertos pólipos. La conformación característica de éstos, encontrados durante el dragado, son consolidaciones de arenas coralíferas en forma de dedos, arbóreas, sólidas, extendidas como mantos y otras tantas formas muy diversas, que pueden estar vivos o fosilizados, siendo estos en mayor número, pues se considera que alcanzaron su máximo desarrollo en época geológicas pasadas.

Algunas clases de materiales coralíferos son extremadamente duros y pesados, con una gravedad específica hasta de 2.76 kilogramos por centímetro cuadrado.

La mayoría del coral es muy abrasivo, y sus fragmentos son rasposos por sus dentadas excesivamente afiladas, lo que lo hace sumamente destructivo para los manguitos de conexión de hule que emplean algunas dragas en la succión y en la línea flotante de descarga, en dragas estacionarias. El vaciado de la tolva de este material no ofrece ninguna dificultad, pues se descarga rápidamente.

C A P I T U L O V

PLANEACION DE UN DRAGADO.

V.- PLANEACION DE UN DRAGADO

VI.- 1.- GENERALIDADES.

Para efectuar la planificación de un nuevo dragado, se tomarán los siguientes datos:

- A.- Antecedentes de la obra que se va a efectuar.
- B.- Reconocimiento de la zona por dragar.
- C.- Levantamiento topohidrográfico.
- D.- Determinación de mareas, corrientes, oleajes, acarrees y otros.
- E.- Sondeos geológicos para determinar la clase de material que se va a dragar.
- F.- Plano de sondeo en el que se indicará el área de dragado, las boyas o balizas que las determinan y cuantifican los volúmenes por dragar.
- G.- Plan general de operaciones de dragado que comprende:
 - a).- Tipo y número de dragas necesarias para la obra.
 - b).- Zona de dragado y su limitación por medio de balizas o boyas.

- c).- Volumen y clase de material por dragar.
- d).- Lugar en que se va a tirar el material.
- e).- Turnos de dragado.
- f).- Tiempo aproximado, necesario para terminar la obra.
- g).- Datos complementarios relativos a abastecimiento de combustibles, lubricantes y agua. Facilidades en la localidad o lugares próximos para la adquisición de refacciones, talleres de reparación, medios de transporte y otros.

V.2.- ESTUDIOS TOPOHIDROGRAFICOS.

- A).- Se sacará la triangulación del puerto.
- B).- Se levantarán poligonales que sirvan de base a los sondeos, secciones transversales, para fijar las reglas de la marea.
- C).- Se nivelarán todas las poligonales base.
- D).- Se seccionarán las playas periódicamente, apoyándose en las poligonales anteriores.
- E).- Se hará un levantamiento topohidrográfico de la región, repitiendo la secuencia de las operacion

nes anteriores a nivel regional.

V .-3.- ESTUDIOS HIDROGRAFICOS.

- A).- Se llevarán a cabo sondeos hidrográficos hasta una distancia tal de la costa que sea posible su realización.
- B).- Se medirán las mareas en diferentes puntos de las regiones en estudio, con reglas estratégicamente colocadas.
- C).- Se medirá la velocidad y dirección de las corrientes en diferentes puntos de la zona en estudio.
- D).- Se observará el oleaje en sus características de altura, dirección y período.
- E).- Se mostrará el agua en la zona de rompientes, para cuantificar la arena en suspensión, y se medirá su temperatura, salinidad y densidad.
- F).- Se estudiarán los acarrees litorales por medio de isótopos radiactivos.

V .-4.- ESTUDIOS METEOROLOGICOS.

Se harán observaciones diariamente de:

- A).- Vientos en sus características de velocidad y dirección imperantes.
- B).- Temperatura ambiente.

V .-5.- ESTUDIOS GEOLOGICOS.

- A).- Muestreo del material playero en cada una de las secciones transversales.
- B).- Sondeos geológicos en la zona, y sobre todo en los sitios de cimentación de estructuras.
- C).- Estudios de bancos de préstamos para conocer las características del material, densidad, absorción y sus resistencias al intemperismo, tamaño de la piedra que se puede obtener y eficiencia, volumen y distancia al banco.
- D).- Material de construcción, localización y características de los bancos de arena, grava y otros materiales.

V .-6.- ELECCION DE LA DRAGA.

Hay que contemplar las cantidades con relación al

tiempo disponible para su extracción, por lo tanto, el régimen de producción dicta la capacidad total del dragado a ser empleado. En muchos casos, el dragado será requerido en conjunto con otras actividades de ingeniería. Hay que tener cuidado cuando se trata de planificación de un proyecto global, para evitar en lo posible amplias variaciones en el régimen de producción del dragado requerido, el cual dicta el tamaño de la unidad a ser empleada.

Si la alta producción se requiere solamente durante una pequeña parte de las obras, la draga sería sub-utilizada durante el resto de las obras, por consiguiente, los costos serían aumentados innecesariamente. La meta debería ser de lograr una exigencia de producción bastante consistente, o pa-
reja, durante el proyecto.

La cantidad de material a ser dragado, influirá sobre el tamaño de la unidad a ser usada, más aún que la clase de draga. Sin embargo, cuando sea posible, las cantidades deberán ser medidas en el sitio con un estudio antes del dragado, y después del mismo, para conocer si se eligió bien la draga. La clase de draga puede ser afectada, porque puede resultar antieconómica en un trabajo en el que ya le había programado.

Quando se decide el tamaño de la unidad requerida para quitar una determinada cantidad en un tiempo determinado, habría que decidir si se va a emplear una draga o más. Siempre que haya disponibles unidades adecuadas, sería más económico usar una draga grande en vez de un número de dragas pequeñas, sin embargo, en determinadas situaciones, las unidades múltiples podrían proporcionar mayor flexibilidad. También si la continuidad de producción es crítica, la descompostura de una sola unidad de producción provocaría consecuencias inaceptables. En este aspecto podría haber ventajas en el uso de las unidades múltiples.

A continuación se verá una tabla con la cual se puede elegir la draga más adecuada, por el tipo de material a dragar:

Materiales	Draga adecuada.
Limos, lodos y arenas no compactados.	Draga de succión, de arrastre, de cortadora, de conchas, de almeja, de cangilones.
Arcillas compactadas en	Draga de cortador, de cangilo

forma mediana o levemente, arenas debilmente cementadas y conglomeradas.

nes, de conchas, de almeja, de retroexcavador.

Arcillas duras o rocas blandas.

Draga de cangilones, de cortador, de retroexcavadora, de cucharón basculante.

Rocas blandas hasta medianas.

Draga de cortador, de cucharón basculante, de retroexcavadora.

Rocas medianas y duras.

Se necesitan voladuras.

V.- 7.- MAPAS Y ESPECIFICACIONES

Serán preparados los planos y especificaciones completos en todos los aspectos, y funcionalmente comparables con los preparados para los trabajos a ser hechos por contrato. Los planos deben incluir un plano índice de la localidad, los límites del dragado requeridos, profundidades existentes, datos de referencia, datos completos del material a dragarse, localización y descripción de ayudas para la nave-

gación, estaciones topográficas y de reconocimiento que pueden tener un posible valor para el control horizontal, mareógrafos o reglas de mareas, distancias desde cada extremo del dragado, y área de descarga.

La importancia de ayudas para el dragado en el control horizontal, de los movimientos de la draga, no pueden ser suplementadas por otros medios para determinar rápidamente la posición de la draga, con suficiente exactitud, para asegurar la remoción del material dentro de los límites asignados, y para evitar el dragado fuera de los límites.

Con este objeto deben hacerse enfilaciones en tierra, siempre que sea económicamente factible. En la mayoría de los casos se puede obtener un control satisfactorio con una combinación de enfilaciones de larga distancia, y boyas de dragado. Con objeto de facilitar los trabajos por la noche, se deben iluminar un número adecuado de enfilaciones y boyas.

El uso de todos los sistemas de ayuda para la navegación, son de extrema importancia cuando está próximo el final del trabajo y quedan bajos aislados y difíciles de locali

zar, siendo entonces cuando el porcentaje de dragado inefectivo llega a su máximo.

Frecuentemente, la habilidad para limpiar estos bajos aislados representan la diferencia para que un dragado sea o no económico.

Las ayudas necesarias para el dragado, incluyendo mareógrafos serán colocadas antes de las operaciones de dragado, para asegurar que el control vertical y horizontal adecuados, estarán disponibles antes de que inicien los trabajos, las ayudas estarán situadas en los planos respectivos.

V.8.- TRABAJOS A REALIZAR DURANTE LAS OPERACIONES.

Es esencial, durante las operaciones de dragado, ejercer un control suficiente para asegurar el logro del trabajo asignado a un costo mínimo. Bajo ninguna circunstancia se dragará deliberadamente o se permitirá el dragado fuera de proyecto o de los procedimientos empleados. Los progresos que se están haciendo, estarán sujetos a supervisiones continuas por el personal responsable de las actividades de la draga.

V.8-1.- Sondeos progresivos.

Se harán sondeos progresivos durante el curso del trabajo, principalmente con el objeto de determinar los resultados del dragado en el lugar, y la posible necesidad de cambios en las órdenes de dragado y límites, así como también para el control del costo de trabajo.

Puesto que la frecuencia de los sondeos progresivos, depende en gran parte de la producción de la draga y de las condiciones de trabajo, el intervalo de tiempo entre los sondeos no está prescrito, sin embargo, se espera que en general se efectúen sondeos progresivos con la frecuencia que sea necesaria para evaluar apropiadamente el rendimiento de la draga en el lugar de trabajo, con objeto de asegurar la secuencia más económica del objetivo, como se indica en líneas generales en las especificaciones para la ejecución del trabajo.

V.8.2.- Cálculo de cantidades.

Las cantidades de material ya removidas dentro de los límites asignados para el dragado durante períodos entre sondeos, deben ser calculadas por el método más simple de

los aceptados, generalmente para el cálculo de excavaciones, presentado la debida consideración al dragado, de obtener los datos de producción en el lugar en que han de ser incluidos en el informe mensual de operaciones; no es necesario hacer invariablemente un sondeo progresivo a fin de mes, o del período informado.

Estos datos pueden ser calculados por simple interpolación, utilizando la relación entre el volumen en las tolas y el volumen en el sitio determinado por sondeos cualesquiera intermedios, que sean útiles. Ordinariamente el desfase entre el final del período reportado, y la presentación de los datos, da oportunidad para obtener un sondeo intermedio, el cual puede ser utilizado para este propósito.

V.9.- TRABAJOS A REALIZAR AL TERMINO DEL DRAGADO.

Poco antes de la finalización de los trabajos, se llevarán a cabo, generalmente, los procedimientos siguientes con objeto de evaluar el rendimiento real de la draga de tolas, con respecto a la ejecución del trabajo.

V.9.1.- Sondeos después del dragado.

Se hará un sondeo de post-dragado para determinar las profundidades dentro del área de proyecto, que se obtuvieron como resultado de las operaciones de dragado. Este sondeo será hecho con métodos idénticos a los utilizados para la obtención de los sondeos de pre-dragado.

V.9.2.- Determinación del volumen

Se medirán las cantidades de material extraído, si se utilizaron para relleno de algún lugar en especial; si fué tirado mar adentro, entonces se medirá el prisma de proyecto y por obtención del objetivo primario, con el cual se consiguieron las profundidades navegables. Tal como se determine por el sondeo hidrográfico.

V.9.3.- Como tratar los desechos.

Hay cinco opciones abiertas para disposición de los desechos.

A).- Los desechos podrían ser descargados fuera del sitio, en algún lugar lejos, donde estudios previos hu-

bieran determinado que los desechos no tendrían efectos adversos, o poco importantes. Normalmente esto involucraría el descargarlos en el mar en aguas profundas.

B).- Los desechos podrían ser bombeados fuera del sitio en algún área dentro de los límites del sitio, y que fuese específicamente designada para la disposición de los desechos, y donde no se hubiera propuesto algún desarrollo inmediato. La introducción de bombas auxiliares pueden extender los límites para los desechos disponiéndolos de esta forma a una distancia de varios kilómetros.

C).- El material puede ser dispersado por la descarga dentro del flujo del río de la marea en que las fuerzas naturales producirían patrones naturales de distribución. Dicho método no es raro en los ríos grandes en que es necesario mantener únicamente un canal relativamente angosto. Este sistema podría ser usado efectivamente en puertos pequeños, en que el material pueda ser bombeado sobre el rompeola que lo encierra, para su disposición por la acción de la marea. Es obvio que hay que tener cuidado para que dicho material no vuelva a entrar en el área de dragado, en un tiempo inaceptablemente corto o que pudiera afectar adversamente a los otros intereses.

D).- El material puede ser bombeado sobre la tierra para fin específico de recuperación de tierra del mar o del río. En este caso, las propiedades del material deberían ser compatibles con las exigencias de la tierra en recuperación. También debería ser compatible con el material que ya recubre el sitio. Habría poco provecho en adoptar una especificación rigurosa para un relleno bueno, granular, y de libre drenaje, si el lecho de mar subyacente se compone de varios metros de limos, y todos blandos o no predecibles.

E).- Y, finalmente, existe aquella situación que desafortunadamente es rara, en que el material dragado puede tener algún valor comercial. En dicho caso, el material sería bombeado a unas áreas de almacenamiento para su drenaje, y en su venta o procesamiento eventual. Generalmente, aún cuando el material tenga algún valor comercial, las cantidades involucradas son mayores que la demanda de mercado, o que el mercado podría absorber.

VI.- CONCLUSIONES

VI.- CONCLUSIONES.

Siendo México un País con tan bastos litorales, que sobrepasan los 10,000 kilómetros, no es de extrañar que atraiga la atención de quien pretenda hacer un estudio sobre sus costas; y ya no tanto por la gran expectativa que pudiera ofrecer la fauna marina, la riqueza del mar, sino por la posibilidad de hacer más fácil el obtener del mar lo que generosamente ofrece.

Dicho de otra manera: En México existen puertos de gran envergadura, como son los de Guaymas, Mazatlán, Manzanillo, Acapulco y Salina Cruz en el Océano Pacífico, y Tampico, Veracruz, Campeche y Mérida en el Golfo de México por mencionar solo algunos. Además hay otros de menor tamaño y de significada importancia que hay que darles atención en el dragado para conservar y fortalecer la economía de la región y del País.

El dragado no se dá solamente en los puertos, puede y debe hacerse en los lagos, lagunas y ríos, con el fin de apuntalar y vigorizar la economía y desarrollar el comercio, el turismo, la pesca, la marina y la industria en gene-

ral, y, todo el potencial que la región tenga, en particular.

De aquí la importancia que tiene el servicio de dragado. La iniciativa privada y el Gobierno saben lo necesario que es el servicio de dragado, por eso vemos que frecuentemente existen programas donde se involucran estos dos sectores y den solución conjuntamente a los problemas que se presentan..

Los cuerpos de agua que tienen un constante servicio de dragado, son áreas prósperas, ágiles en el comercio, eficientes en la pesca, atractivo al turismo, y crean fuentes de trabajo permanentes a la población, elevando considerablemente su potencial económico.

El beneficio directo que un buen dragado acarrea, es dar seguridad a que las embarcaciones no se queden varadas, lo que ocasionaría cuantiosas pérdidas de tiempo y dinero, así como retrasos en los suministros de las mercancías que los barcos transportan, y el alto riesgo que las propias naves corren de quedarse sin el abrigo del puerto.

Países extranjeros con bastas costas como son Esta

dos Unidos, Canadá, Francia, España, Inglaterra, Holanda, Italia, etc., conscientes de lo que el servicio de dragado significa para sus economías, han desarrollado una alta tecnología de dragado. México debe aprovechar estas tecnologías para una mejor explotación de sus recursos marítimos y fluviales, tanto a nivel nacional, como regional y local.

Las consideraciones de dragado que se han expuesto en este trabajo ofrecen la obtención de una metodología para la formulación de proyectos de dragado que incluyen el mejoramiento de técnicas, procedimientos, equipo y maquinaria, que enriquezcan la tecnología existente.

GLOSARIO DE TERMINOS NAUTICOS Y
TECNICOS EMPLEADOS EN
EL DRAGADO.

- Abanicar.- Oscilar una draga de succión estacionaria de un lado al otro del corte.
- Abordar.- Chocar un buque con otro.- Arrimarse una embarcación a otra.
- Abrasión.- Desgaste por frotación.
- Achicar.- Acción de extraer el agua de las sentinas de un bûque o bote, por medio de baldes o bombas.
- Aguada.- Provisión de agua que se lleva a bordo para el consumo.
- Amadrinar.- Unir dos cosas a fin de reforzar o darle mayor resistencia a algo.
- Ancla.- Instrumento de hierro o acero en forma de arpón doble que afirmado al extremo de un cable o cadena sirve para sujetar a una embarcación y que no sea llevada por los vientos o corrientes y para hacer maniobras.
- Aproar.- Poner un bûque con la proa al viento o a la corriente.
- Arfada.- Cuando un bûque levanta la proa debido al oleaje o marejada.

- Arranchar.- Limpiar la cubierta.
- Arriar.- Dejar caer. "Arriar el ancla. Se deja caer el ancla al fondo marino".
- Arribar.- Llegar con el bûque al puerto.
- Atracar.- Arrimar el costado del bûque a un muelle.
- Aviada.- Velocidad que se le dá a una embarcación.
- Azolve.- Material que es llevado por las corrientes marinas depositándolo en los puertos o vías navegables.
- Babor.- Costado izquierdo de un bûque, viendo hacia la proa.
- Balance.- El movimiento del bûque hacia los lados.
- Baldear.- Arrojar agua sobre cubierta con mangueras o baldes.
- Baliza.- Cualquier señal levantada en una posición visible.
- Banco.- Bajo de arena en el fondo del mar.
- Bitá.- Pieza de metal que vá asegurada sobre cubierta y sirve de sostén a las amarras que se le dán a un remolque.
- Borda.- Canto superior del costado de un bûque.

- Bocana.- Entrada de un puerto.
- Boya.- Flotador, construido por un cuerpo hueco de hierro o plástico, herméticamente cerrado afirmado por cadenas o alambre a una ancla o peso muerto fondeado en el mar, río, etc.
- Cabo.- Cuerda que se emplea a bordo y que se fabrican de henequén, nylon, etc.
- Calado.- Amplitud vertical de la parte sumergida de un bûque.
- Cabria.- Armazón destinada a levantar pesos.
- Canal.- Zanja abierta por la mano del hombre para derivar el agua de los ríos con objeto de emplearla para riego o navegación.
- Cangilón.- Cada uno de los depósitos o cubetas de acero que van unidos a una cadena de la escala de una draga de cangilones o rosario y que al arriarla va sacando el material del fondo.
- Ciar.- Dar un bûque marcha atrás.
- Codera.- Amarra que se dá por la popa de un bûque.
- Cornamusa.- Pieza de metal en forma de cuerno que se fija en algunos lugares del bûque para amarrar los cabos.
- Corte.- Rebajo del material subacuático efectuado por el cortador de una draga.

- Chiflón.- Boquilla que se ocupa para agitar mediante chorros de agua el fondo marino.
- Chinchorro.- Embarcación pequeña de remos.
- 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.
- Deriva.- Abatimiento de un bûque por efecto del viento o de la corriente.
- Derrota.- Rumbo o dirección que lleva un bûque en su navegación.
- Descolchar.- Deshacer la colcha o torcido de un cabo o cable.
- Desvarar.- Poner de nuevo a flote una embarcación varada.
- Embarrancar.- Varar, clavarse el bûque en un fondo de arena o fango.
- Encallar.- Varar, clavándose en el fondo o encajándose entre piedras.
- Entalingar.- Asegurar la cadena o cable al ancha.
- Estadia.- Permanencia de un bûque en un puerto.

- Estribor.- Banda o costado derecho de un bûque viendo hacia la proa.
- Estrobo.- Cabo de alambre ajustado por sus chicotes y que se usa para izar piezas u objetos mediante un aparejo.
- Impelente.- Impulsor o rotor de una bomba centrífuga.
- Izar.- Hacer subir alguna cosa.
- Lastre.- El conjunto de pesos que se coloca en el fondo de las embarcaciones para darle mayor estabilidad.
- Levar.- Levantar las anclas del fondo.
- Litoral.- Nombre que se dá a los terrenos próximos al mar o a la costa.
- Manga.- La mayor anchura de un bûque.
- Manómetro.- Instrumento que mide la presión del vapor, agua, aceite o cualquier otro líquido.
- Mástil.- Palo de un bûque.
- Muelle.- Obra en los puertos que tiene por objeto facilitar el atraque de los bûques.
- Muerto.- Pieza de concreto o acero que sirve para amarrar boyas o para hacer barreras como los rompeolas o diques.

- Pontón.- Apoyo flotante de la tubería de descarga, consiste en dos tambos vacíos y herméticamente cerrados unidos por cuerdas o cables y que mantienen a flote tuberías, plataformas, etc.
- Popa.- Parte posterior de un bûque.
- Proa.- Parte delantera del bûque.
- Puerto.- Abrigo natural o artificial en el que los bûques pueden permanecer o efectuar maniobras.
- Quilla.- Pieza de sección rectangular que se coloca longitudinalmente en la parte inferior de una embarcación.
- Rada.- Paraje en el mar en donde las embarcaciones pueden hacer maniobras, virajes o estar ancladas en espera de poder atracar.
- Rastra.- Dispositivo de hierro o acero provisto de dientes, que al ser remolcado arrastrándolo por el fondo, puede ahondar las partes bajas de un canal.
- Reclar.- Llevar una embarcación a la vista de tierra a una distancia tal que sea reconocida.
- Remar.- Bogar con remos.
- Remolcador.- Embarcación apropiada destinada a remolcar.
- Remoludar.- Trasladar una embarcación mediante un remolcador jalándola por medio de un cable.
- Sentina.- Lugar más bajo de las bodegas y máquinas donde se reúne el agua.

- Sondar.- Arrojar al agua una pieza pesada para poder medir la profundidad del lugar.
- Tolva.- Construcción solidaria del casco de una draga en la que se deposita el material dragado y lleva compuertas en el fondo para descargarlo por gravedad.
- Trinca.- El cabo que sirve para amarrar alguna cosa.
- Zanco.- En las dragas es un puntal generalmente de acero, que puede llevar a proa o a popa.
- Zarpar.- Levantar anclas y ponerse en movimiento.
- Zozobrar.- Irse a pique una embarcación o quedar con la quilla arriba.

BIBLIOGRAFIA.

The Hopper Dredge.- Dorps. of engineering. U.S. Army Govern-
ment Wash.

Boletines de información de Lubek (Alemania).

Boletines de información de la I.H.C. Holand, La Haya (Holanda).

Boletines de información de Simons Lobnitz Renfrew, Scotland.

Boletines de información de la Ellicott machine corporation.
Baltimore, Maryland, U.S.A.

Mecánica de suelos.- Instructivo para ensayos de suelo.- Se-
cretaría de Recursos Hidráulicos.- Departamento de ingenie-
ría experimental.- México 1954.

Ports maritimes.- H. Cordemoy.

Ingeniería marítima.- Roberto Bustamante, Manuel Coria T.,
Héctor M. Paz P., Víctor Figueroa C. Francisco J. Serunzua
V., Miguel Bustamante A.- México 1959.

Arquitectura Naval.- E. Iglesias.

Astronomía general y náutica.- E. García de Paredes y Parba-
do.

Enciclopedia general del mar.- José Ma. Martínez Hidalgo y Terán.

Enciclopedia Universal Ilustrada.- Espasa Calpe.

Puertos.- Carlos Heinen Treviño, Jorge Heinen Treviño y José Gutiérrez Vázquez- México 1979.

Puertos.- Fernando Hernández de Labra.- 1983.