

26  
25  
J

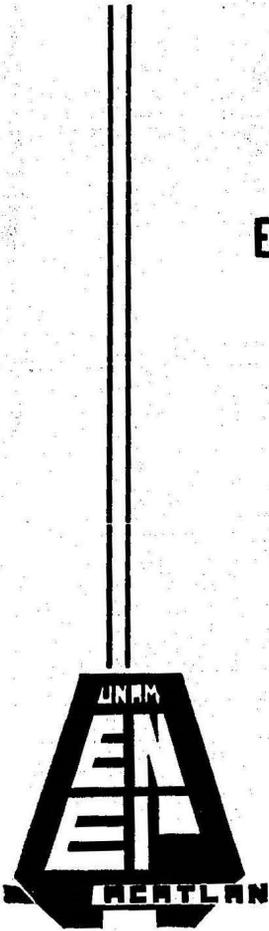


**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**Escuela Nacional de Estudios Profesionales ACATLAN**



**EQUIPO DE DRAGADO MARINO**



**TESIS PROFESIONAL**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**  
**INGENIERO CIVIL**  
**P R E S E N T A**  
**CARLOS ROSALES AGUILAR**

**ACATLAN, MEX.**

**1987**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis 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.

# YES! S CON FALLAS DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN**  
 COORDINACIÓN GENERAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES



## SOLICITUD DE TESIS INDIVIDUAL PARA EL TÍTULO DE PROFESOR

C. ING. J. ANTONIO GARCÍA ARRIETA  
 Coordinador del Programa de INGENIERÍA CIVIL

Presente

Me dirijo a usted con el fin de solicitar el título de tesis, la cual realizaré a efecto de obtener el título de licenciado en Ingeniería Civil, para lo que solicito que se continúe con el proceso de las siguientes datos:

Generación: 51-35

Nombre del alumno:	RODOLFO AGUILAR GARCÍA	No. Cta.	5161305-3
Domicilio particular:	AV. CASERÓN 2 DO. N. PEDRO XALVA	Tel.	3 58 36 79
Domicilio del trabajo:	MÉXICO, D.F. CP. 16 CP. 02710	Tel.	

Título de la Tesis: **TIPOS DE DRAGADO MARINO**

Objetivo: **CONTAR CON LOS CARGUAMIENTOS PARA LA SELECCIÓN DEL EQUIPO DE DRAGADO PARA EL DRAGADO EN PUERTOS Y LAS NAVIGACIONES.**

*[Firma del alumno]*

*[Firma del asesor]*

Esquema y bibliografía ver al reverso

Proposición de asesor:

ING. J. ANTONIO GARCÍA ARRIETA

Nombre: \_\_\_\_\_

Adscrito al Departamento de: \_\_\_\_\_

Domicilio particular: \_\_\_\_\_ Tel.: 3 58 36 78

Domicilio trabajo: \_\_\_\_\_ Tel.: \_\_\_\_\_

Mi proposición obedece a: **Los buenos conocimientos sobre el trabajo de venta, experiencia del trabajo en la oficina sobre los tipos de dragado en el trabajo de tesis así como también sobre el trabajo en eventos relacionados con la materia.**

*[Firma]*

## EQUIPO DE DRAGADO MARINO

## I N D I C E

INTRODUCCION .....	4
CAPITULO PRIMERO	
I. Referencia Histórica del Equipo de Dragado Marino .....	7
CAPITULO SEGUNDO	
II. Dragas .....	15
II.1 De Tipo Mecánico .....	17
II.2 Hidráulicas .....	19
II.2.1 Estacionaria .....	49
II.2.2 De Autopropulsión .....	68
II.2.3 Mixtas .....	77
II.2.4 De Características Especiales .....	80
CAPITULO TERCERO	
III. Estudios Previos .....	87
III.1 Topohidrográficos .....	95
III.2 De Mecánica de Suelos .....	99
CAPITULO CUARTO	
IV. Zonas de Tiro .....	113
IV.1 Tarquinas .....	114
IV.2 Bordos de Retención .....	115
IV.3 Vertederos .....	118
CAPITULO QUINTO	
V. Selección del equipo de dragado .....	120

V.1. Dragado de Construcción .....	120
V.2. Dragado de Mantenimiento .....	133
CONCLUSIONES .....	135
APENDICE I. Rendimientos Medios de Dragas .....	137
a. Estacionarias.	
b. Autopropulsados.	
APENDICE II. Uso de Métodos Ópticos y Acústicos en - el posicionamiento de Equipos y Levantamientos Topográficos .....	150
APENDICE III. Cables .....	157
APENDICE IV. Uso de la Ecosonda .....	168
APENDICE V. Población Nacional de Dragas y sus Características .....	170
APENDICE VI. Uso del Mini Ranger .....	176
BIBLIOGRAFIA .....	178

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

La importancia que el dragado marino tiene en nuestro país debido a la necesidad de mantener y construir profundidades -- que pueden recibir embarcaciones de mayor tonelaje, aunado a -- la dificultad de encontrar información acerca del uso adecuado del equipo, específicamente marino, fué lo que motivó para la -- realización de este modesto trabajo que pretende, lejos de lle -- gar a ser un manual, mostrar las diferentes facetas así como -- el contexto involucrado en dicha operación de dragado.

La situación actual obliga a los encargados que de alguna -- manera esten involucrados en la realización de las obras de -- dragado, desde el punto de vista ya sea del proyectista, con -- sultor o constructor a elaborar un análisis más concienzudo -- del estudio o proyecto a su cargo a fin de considerar propia -- y adecuadamente el equipo tanto principal como auxiliar que -- deberá utilizarse con el objeto de optimizar los resultados, -- obligando a éstos a poseer la mayor cantidad de información pe -- sible acerca del equipo con el que cuenta nuestro país, así co -- mo de los posibles métodos aplicables para nuestra tarea de -- dragado marino, sin ir mas alla de nuestra realidad.

Otro objetivo será el de servir como apoyo didáctico a los -- profesores que impartan alguna materia relacionada con el tema -- y al mismo tiempo a los alumnos que desean ahondar en el cono -- cimiento del equipo y técnicas de apoyo de tan importante ta -- rea.

Otra finalidad es proporcionar información en cuanto a -- métodos auxiliares de dragado y sus principios a fin de -- complementar el uso del equipo con la comprensión del funciona-- miento de estos y conocer sus limitaciones que redundará en -- una buena elección del equipo a utilizar.

Asimismo, este trabajo tendrá como finalidad servir a las personas que tengan contacto con las actividades inherentes -- al dragado marino, en algunas de sus etapas, es decir, será -- un documento de apoyo ya que como se verá más adelante la ex-- periencia es un factor determinante. Si esta finalidad es con-- cretada, éste trabajo con todo y sus limitaciones, habrá cum-- plido su objetivo y por lo tanto el del autor.

El Capítulo Primero proporciona información concerniente-- a la evolución del equipo utilizado, para la operación de dra-- gado, a través del tiempo.

El Capítulo Segundo es una recopilación generalizada de -- dragas y equipo auxiliar. Se proporcionan recomendaciones de-- uso.

El Capítulo Tercero ofrece información sobre los estudios -- previos y pruebas mas reelevantes para llevar a cabo un traba-- jo de dragado.

El Capítulo Cuarto proporciona información general que se -- ocupa de la selección de la zona de tiro, tarquinas, bordos -- de retención y vertederos usos y dimensiones de estas obras.

En el Capítulo Quinto, a través de un ejemplo se presenta una manera práctica para la selección del equipo de dragado marino.

C A P I T U L O

P R I M E R O

I. Referencia Histórica del Equipo de

Dragado Marino.

## CAPITULO PRIMERO

### I. Referencia Histórica del Equipo de Dragado Marino.

El dragado es la extracción, por medios mecánicos e hidráulicos, de materiales (finos, gruesos, etc.) ya sea en la superficie terrestre o bajo el agua en puertos, canales de navegación, canales de acceso, dársenas de cisboga, canales, ríos, pantanos, etc. Con los objetivos de:

1. Mantener profundidades desazolviendo periodicamente -- las obras existentes.

2. Proporcionar profundidades adecuadas para la navegación de buques.

3. Rellenar zonas bajas aprovechando el área "ganada al mar" dándole uso industrial o urbano.

4. Sanear terrenos pantanosos para eliminar condiciones insalubres.

El dragado consta de dos funciones fundamentales que son: extraer y conducir material dragado hasta las zonas de tierra.

Dentro de la Ingeniería Civil el dragado constituye un rama de verdadera importancia y su contexto involucra una gama de detalles y actividades que con ayuda de tecnología pueden llegar a ser previsibles, sin embargo existen también los imprevistos, aunado a esto se requiere de una vasta experiencia y seguridad en el mando para tomar decisio--

nes inmediatas.

Si cuando existe una obra marítima en construcción el volumen de material es importante y además este material es -- sometido a un estudio de mecánica de suelos y es considerado adecuado, entonces una forma de aprovecharlo será para rellenar y elevar las cotas del terreno. Este dragado será de -- construcción.

Otro tipo de dragado es el de conservación, el cual se -- efectúa con cierto intervalo en función del material que se deposita en la zona, si el volumen de éste no es de importancia.

La importancia del azolve se determina a través de zondos periódicos.

El dragado continuo se lleva a cabo cuando el depósito de material es de gran consideración tal que exigen mantener -- continuamente la labor del dragado, sea cual fuere la obra, -- en la que se desee conservar las profundidades de operación.

Existe otro tipo de dragado aparte del de construcción o profundización y el de mantenimiento o conservación y es el de prueba, este se lleva a cabo para obtener el tipo de material a dragar y sus características, así como los costos -- aproximados de dragado, puede ser complementada mediante inspección visual del fondo marino utilizando buzos para ello.

No cabe duda que la actividad más importante en el antiguo europeo era la navegación y el desarrollo del comercio inter

nacional conlleva a transportar más volumen en mercancías -- por igual cantidad de viejes. Es en estas naciones maríti-- mes donde debido a las crecientes necesidades de la navega-- ción en puertos y en canales, surge el dragado.

Se sabe que los chinos antiguamente usaban herramientas-- para dragar, por su parte los romenos usaron las pértigas -- con saco o cuchara que más tarde se introdujo en Holanda -- (1565).

En 1550 Leonardo de Vinci, construyó una draga cuya ope-- ración se hacía manualmente, que consistía en una rueda de - cuatro brazos con un cubo de cada extremo. El eje de giro - apoyaba en unos soportes montados en dos pontones.

En Holanda (1435), se construyó una draga la Krabbelaar-- o Scrapper (algunas veces llamaban "mole") que se desplazaba mediante velas, y al arriarse la restra de que iba provista-- removía el material fino que era arrastrado por el reflujo y llevado mar afuera.

En Venecia (1590), Varantius diseñó la draga de almeja, - aunque ésta lo disputan los holandeses que aseguran haber -- creado en 1562 en Canpen una draga de almeja.

En 1880 cuando el Rhin fué cortado para abrir paso entre Rotterdam y Cebo de Holanda se emplearon dragas con dispositi-- vos semejantes a los usados en la "mole".

Las dragas de cangilones o rosario se conocen desde hace más de un siglo. En 1600, se construyó la "Amsterdam Mud --

Mill" en la que todas sus piezas eran de madera dura. La potencia la proporcionaban hombres, el malacate para arriar la escala de dragado era accionada por dos hombres y otros cuatro hacían girar con los pies dos ruedas que daban movimiento a la cadena de cangilones.

En 1620 se diseñó la segunda "Amsterdam Mud Mill" en la que se usaban tres caballos, para su funcionamiento, que trocaban en círculo para halar el cabo de avance de la draga y mover la cadena de cangilones o rosario.

M le Demour en 1732, proyectó la bomba centrífuga que es la parte más importante de la draga hidráulica. En 1816 M.-Jorge proyectó su bomba centrífuga. Y en 1833 a la vez que apareció en América la bomba centrífuga, en el "Mechanic's Magazine" apareció la de múltiple etapa.

No se sabe quién la construyó pero en 1850 la bomba centrífuga era ya bien conocida.

En 1765 James Watt había perfeccionado la máquina de vapor que se usó para impulsar a la bomba centrífuga.

A mediados del siglo pasado el dragado es ya considerado como una tarea formal lo que implica la utilización de embarcaciones mayores con casco de madera.

En 1855 en Estados Unidos, tenían una draga hidráulica de tolve la "General Moultrie".

En 1867 cuando se abrió el canal de Suez el francés -- Bacin utilizó una draga hidráulica.

Atkinson en 1862, inventó el cortador utilizado en las dragas estacionarias y en 1900 Robinson desarrolló la conexión esférica la cual tiene amplísimo uso dentro del dragado.

El dragado hidráulico usando cortador se inició en San Francisco en 1875.

El primer dragado en México estuvo a cargo de la compañía S. Pearson and Son en 1889, para dragar el Gran Canal del Desagüe del Valle de México.

En nuestros puertos uno de los primeros dragados hechos fué el de Tampico en el río Pánuco, ahí se dragó la barra y el canal de navegación alrededor de 1888. La United Dredging Co. de New York en 1917 dragó con tres unidades estacionarias y una de propulsión destinada a la barra, tarea que no fué concluida sino hasta mayo de 1920, la de propulsión se hundió antes, al ser sorprendida por un norte y las compañías petroleras se hicieron cargo de la conservación de la profundidad en la barra.

En Veracruz Ver, en 1895 la Secretaría de Obras Públicas (SOP) celebró un contrato con S. Pearson and Son Ltd, para la terminación de las obras interiores y exteriores para dar abrigo y seguridad así como facilidad de operación. Gran parte del material se utilizó para relleno entre los malecones y la antigua playa.

A partir de 1930 se adquirieron dragas de autopropulsión y estacionarias. Tomando como medidas dar de baja a las obsoletas sustituyendolas por unidades modernas dando preferenu

rencia a los dragados de conservación y algunos de nuevos --- proyectos. La necesidad de realizar trabajos de dragado en -- aguas no abrigadas bajo la acción del oleaje, dragar a gran -- profundidad, etc., se lleva a cabo gracias al perfeccionamien -- to de todos estos inventos, llegando al sorprendente desarro -- llo alcanzado actualmente.

En los últimos años, la comunicación marítima y portuaria a tomado enorme importancia pues conlleva la mejoría econó -- mica de México a través de importaciones y exportaciones, --- misma que prevalecerá si se utiliza equipo sofisticado y de -- mayor volumen de transportación.

Como obras de dragado importantes mundialmente se pueden -- citar: El Canal de Suez, El Canal de Panamá, El Canal de Co -- rinto en Grecia, construcción de una isla artificial en el -- puerto de Kobe, Japón.

El dragado en los puertos de México es efectuado, con e -- quipo propio o de contratistas, por la Secretaria de Comuni -- caciones y Transportes (S.C.T.) a través de Servicio de Dra -- gado (SEDRA) quien controla y aprueba las obras a ejecutar en aguas mexicanas.

A veces el dragado permanente de mantenimiento en los --- puertos fluviales, se agrega el de emergencia y el de cons --- trucción de obras lo cual arroja resultados negativos para --- barcos de itinerario fijo que se ven obligados a disminuir -- su calado y con ello su capacidad de carga, haciendo trave --- sías con flete muerto lo que resulta incosteable para el ---

armador, lo que resuelve elevando tarifas o simplemente evitando escala en el puerto. Debido a esto la SCT, a puerto especial interes al problema del dragado en puertos, adquiriendo varias dragas sofisticadas de autopropulsión y poder sustituir equipo ya obsoleto.

**C A P I T U L O**  
**S E G U N D O**

**II. Dragas.**

**II.1. De Tipo Mecánico.**

**II.2. Hidráulicas.**

**II.2.1. Estacionaria.**

**II.2.2. De Autopropulsión.**

**II.2.3. Mixtas.**

**II.2.4. De Características Especiales.**

## CAPITULO SEGUNDO

### II. Dragas

La draga es una embarcación especializada y con el equipo y medios necesarios para excavar y extraer material del fondo de la obra que se desea dragar.

Las dragas se clasifican en dos grandes grupos: mecánicas e hidráulicas. Las de tipo mecánico se les considera básicas, de construcción sencilla, fueron las primeras en ser usadas - y en ciertas obras no pueden ser sustituidas aún a sabiendas - que se debe ocupar equipo auxiliar como grúas o chalanes-tolva y remolcadores para depositar el material en las zonas-de tiro.

La draga hidráulica combina las operaciones de extracción y transporte en una sola unidad integral, mezclando el material dragado con agua y formando un fluido entonces es bombeado hasta la zona de tiro, teniendo como resultado un alto rendimiento y por tanto costo menor, son más versátiles, eficientes y económicas que las mecánicas.

El volumen de material dragado por cualquiera de estos -- equipos, está supeditado por la profundidad del dragado, tipo de material, altura, distancia de tiro, habilidad del operador, porcentaje de sólidos en la mezcla y las condiciones meteorológicas del lugar.

Todas las piezas formadoras deben ser construidas sencillamente para facilitar su operación y evitar tiempos muertos causados por una gran dificultad en ella.

Ahora bien las dragas en general necesitan para su funcionamiento una potencia, misma que puede ser proporcionada por:

**Motores eléctricos.** Cuando en la zona donde se va a efectuar el dragado existe energía eléctrica suficiente e ininterumpida, esta energía se puede transmitir de tierra a la draga por medio de un cable blindado o líneas tendidas sobre un sistema de pontones.

**Unidades diesel eléctricas.** En este caso se acoplan los motores a generadores que producen energía que se usa en el funcionamiento de los diferentes mecanismos.

**Motores diesel.** La gran ventaja es la economía de su combustible y la aplicación instantánea de la fuerza necesaria para poner en operación la draga.

**Diesel hidráulico.** El motor o motores diesel accionan las bombas que hacen operar los motores hidráulicos, usados principalmente en dragas chicas y medianas.

**Máquinas alternativas de vapor.** Aunque su uso es cada vez menor, aún existen dragas operadas con este sistema, por su facilidad de operación y reparación más económicas.

**Grupos turbo-eléctricos.** En este caso la turbina de vapor se acopla al generador que produce la energía para la operación de todos los motores.

## II.1. Draga de tipo mecánico.

En este tipo de dragas encontramos:

1. Dragas de cangilones o de rosario.
2. Draga de grúa (con almeja, granada o garfio).
3. Draga de cucharón.
4. Draga de pala.
5. Draga de anfibia.

Estos pueden ser estacionarios o auto propulsados, se distinguen entre si por el volumen útil de los recipientes que usan para efectuar el dragado (cucharón, pala, almeja, número y capacidad de cangilones).

1. Draga de cangilones o de rosario. Lleva un nozo en el plano de crujía del casco, por el que se arría la escala, estructura de acero que es el apoyo y guía de la cadena de cangilones, que en el lado de carga descansa sobre una serie de rodillos y en el extremo opuesto es accionada por una rueda motriz misma que se encuentra en lo alto de la torre, estructura que sostiene los canales de descarga. Debido a que su ciclo de trabajo es continuo el rendimiento de este tipo de draga es mayor que el de la grúa.

Los cangilones son recipientes de acero con bordo reforzado en el lado de ataque, en el fondo tiene barrenos que sirven para eliminar el agua. (fig. No. 1.) En caso de material muy compacto se usaran cangilones con dientes, ver fig. No.2.

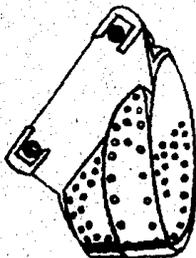


Fig. No. 1 Cazuela Normal

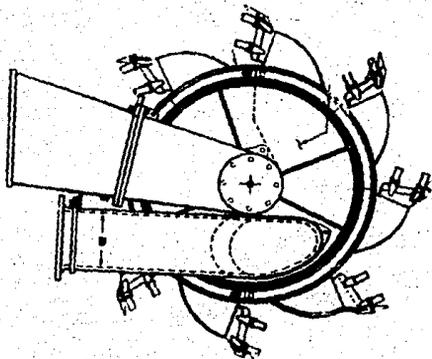


Fig. No. 2 Cazuela con dientes

Estos Cangilones al llegar a la parte superior de su recorrido descargan en los canales transversales y estos en chalanestolva y gánguiles abarloados a los costados de la draga.

La capacidad de los cangilones varia entre  $0.085 \text{ m}^3$  a  $0.60 \text{ m}^3$  existiendo hasta de  $0.90 \text{ m}^3$ . La velocidad de rotación de estos está en función del dragado de compactación del material (20 por minuto en material compacto y 24 por minuto en blando o suelto).

La siguiente fórmula nos da la cantidad de material extraído por hora:

$$Q = C \times P \times N \times 60 \quad \text{siendo.}$$

C = Capacidad de cangilón en litros.

P = Porcentaje de llenado del cangilón (60% a 70%).

N = Velocidad del cangilón por minuto.

Ejemplo:

$$C = 600 \text{ Lts}$$

$$P = 70\%$$

$$N = 22$$

$$Q = 600 \times 0.7 \times 22 \times 60$$

$$= 554,400 \text{ Lts/hora} \left( \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ Lts.}} \right)$$

$$= 554.4 \text{ m}^3/\text{h}$$

El fondeo de la draga, para su operación se hace por varios puntos principalmente hacia proa, por ser generalmente el lugar de ataque o dirección en que se tiende la escala lo cual se realiza mediante un fuerte winche que va en el puente o caseta. Para lograr esto se usan cables de alambres que proporcionan la fuerza de apoyo preciso para el dragado. Estas dragas pueden tener la escala hacia popa o tendida a proa. Son de construcción robusta lo que las limita, se usan en la obtención de grava y arenas así como en la recuperación de materiales como estaño y oro. Su profundidad de dragado esta entre 16 m a 22 m.

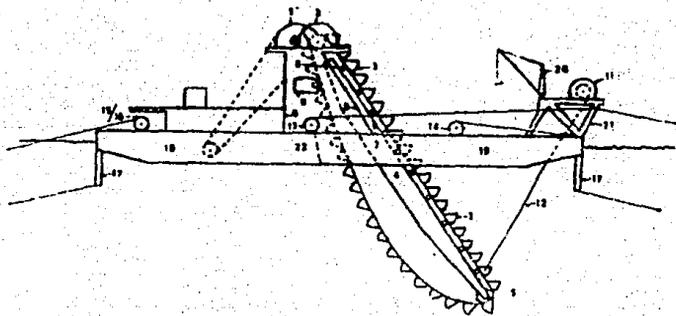
Con respecto a la construcción y mantenimiento de estas dragas, es más costosa que las de succión, ya que tienen más peso por unidad de potencia de excavación y un mayor número de piezas expuestas a la abrasión.

Para su operación esta draga necesita personal numeroso y la maniobra de fondeo y emplazamiento es mucho más laborioso. Por tener su centro de gravedad forzosamente alto lo cual hace peligroso su traslado y la limita a no navegar en el mar.

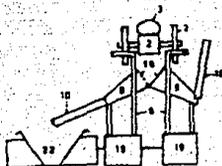
Entre las más recientes podemos mencionar, la de torre desmontable o caballete principal desmontable, lo que permite el paso bajo puentes y darle estabilidad en su traslado en el mar.

Las dragas de cangilones de propulsión llevan alojamiento para el personal y en algunas estacionarias disponen de ellos con el objeto de que la draga trabaje en forma continua.

En la fig. No. 3 se muestra una draga de rosario o cangilones mostrando sus partes constitutivas fundamentales.

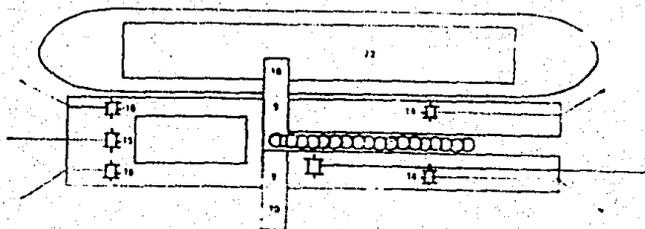


Vista Lateral



Vista Frontal

Fig. No. 3 Draga de Rosario.



Vista de Planta

Fig. No. 3. Draga de Rosario

Partes de una draga de rosario o cangilones.

1. Rueda de piñón para la conducción de la tubería.
2. Corona del tambor pentagonal localizada encima del tiro accionada por medio de ruedas para efectuar el vaciado.
3. Cangilones o cubo.
4. Escalera o elevador.
5. Tambor hexagonal inferior.
6. Pivotes para escalera suspendida encima del armazón de la tubería y posición de muestra.
7. Pivote de escalera de baja posición.
8. Armazón de la tubería de soporte de la escalera.
9. Parte fija de la tolva de vaciado a los costados de la draga.

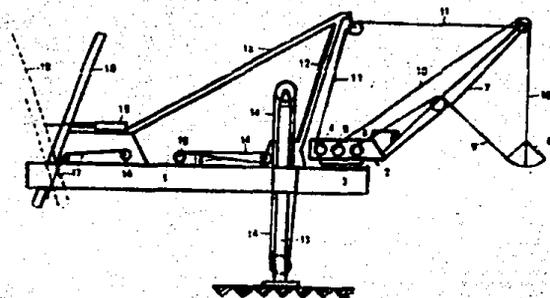
10. Parte móvil de la tolva de vaciado a los costados de la draga.
11. Malacate montacargas de la escalera.
12. Cable del malacate montacargas (cable-sujetador).
13. Cabeza del malacate alineador.
14. Malacate de líneas laterales.
15. Malacate de la línea de la popa.
16. Malacate de la línea lateral de la popa.
17. Gufa Subacuática.
18. Engrane repartidor de las tolvas.
19. Estructura flotante.
20. Grúa de garfio.
21. Estructura de sonorte.
22. Barco o chalán auxiliar de la draga.
23. Final del pozo de la escalera.

PS: No se muestra la posición del armazón de la tubería — de sonorte de la escalera en la plataforma principal. Tampoco se muestra los malacates accionadores de las tolvas móviles y tampoco se muestran los amarres del barco en el fondo debido a que pueden ser variables.

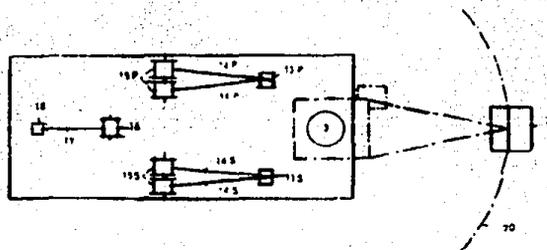
## 2. Dragas de grúa.

Esta draga consta fundamentalmente de un chalán que lleva montada una grúa o pluma que oscila de babor a estribor y de-

acuerdo al trabajo que vaya a realizar se equipa de una almeja de granada o garfio que van suspendidos en el extremo al to de la grúa mediante un aparejo guarnido con cables de alambre, figs. No. 4, 5.



Vista Lateral



Vista de Planta

Fig. No. 4 Draga de Almeja con Puntales.

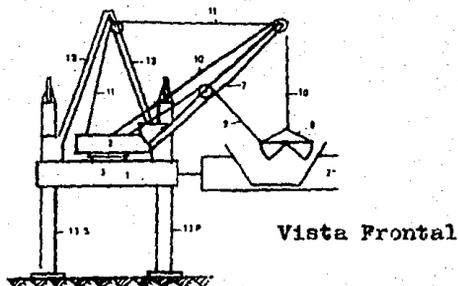
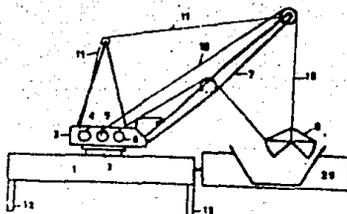


Fig. No. 4 Draga de Almeja con Puntales.

Partes fundamentales de una draga de grúa con puntales.

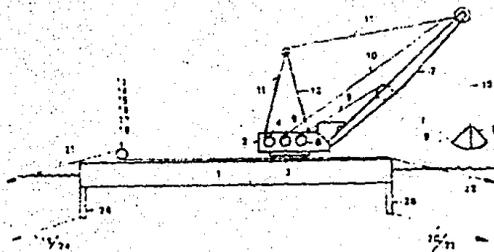
1. Pontón.
2. Cabina de la grúa giratoria.
3. Anillo giratorio.
4. Malacate del aguilón de la draga.
5. Malacate elevador del dispositivo (almeja, garfio, gra da).
6. Malacate accionador del dispositivo.
7. Aguilón de la draga.
8. Dispositivo (en este caso almeja).
9. Cable del malacate accionador del dispositivo.
10. Cable del malacate elevador del dispositivo.
11. Cable del malacate del aguilón de la draga.

12. Armazón o estructura del soporte.
  13. Punteles delanteros.
  14. Cable controlador de los punteles delanteros.
  15. Malacate de los punteles delanteros.
  16. Malacate del puntal de la popa.
  17. Cable del malacate del puntal de la popa.
  18. Puntal móvil de la popa.
  19. Gato hidráulico para accionar al puntal móvil de la popa.
  20. Movimiento de la draga de grúa en el plano horizontal.
  21. Chalán - tolva.
- S = Estribor.  
P = Babor.

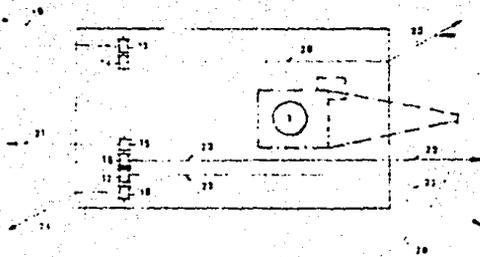


Vista Frontal

Fig. No. 5 Draga de Almeja con Traveses



Vista Lateral



Vista de Planta

Fig.No 5 Draga de Almeja con Traveses

Draga de crías con traveses.

1. Pontón.
2. Cabina de la grúa piratoria.
3. Anillo piratorio.
4. Malacote del anillón de la draga.

5. Malacate elevador del dispositivo (almeja, garfio o gransda).
6. Malacate accionador del dispositivo.
7. Aguilón de la draga.
8. Dispositivo (en este caso almeja).
9. Cable del malacate accionador del dispositivo.
10. Cable del malacate elevador del dispositivo.
11. Cable del malacate del aguilón de la draga.
12. Armazón o estructura de soporte.
13. Malacate en popa del lado a babor.
14. Malacate delantero del lado a babor.
15. Malacate del través principal en popa.
16. Malacate del través principal delantero.
17. Malacate delantero del lado a estribor.
18. Malacate en popa del lado a estribor.
19. Traves en popa del lado a babor.
20. Traves delantero del lado a babor.
21. Traves principal en popa.
22. Traves principal delantero.
23. Traves delantero del lado a estribor.
24. Traves en popa del lado a estribor.
25. Chalán - tolva.

## 26. Puntal guía submarino.

Las almejas y granadas están hechas de acero y son bastante pesadas con el fin de que se arríe de golpe hasta el fondo y entonces "muerda" el material a dragar mismo que transporta al exterior para depositarlo en su tolva, si la tiene, o como ya se dijo en gánguiles o chalanes-tolvas o sencillamente a los lados del canal.

Si el material a dragar es fino o mezcla de estos con grueso lo adecuado será usar una almeja normal, fig. No. 6 - en caso de ser material compacto deberá usarse una almeja con dientes, fig. No. 7.



Fig. No. 6  
Almeja Normal

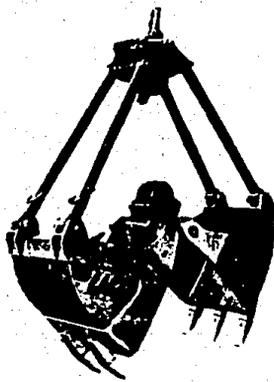


Fig. No. 7 Almeja con Dientes

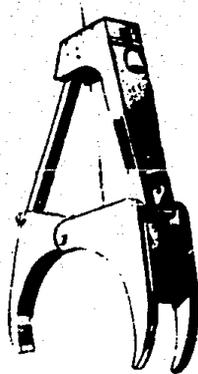


Fig. No. 8 Garfios

Existen tres tipos de almejas:

1. Pesadas (para material compacto).
2. Medianos (usos generales).
3. Ligeras (para material suelto).

Su capacidad se mide generalmente en metros, pies o yardas cúbicas, midiéndose en tres formas:

a. La del nivel del agua, que es la capacidad de la almeja suponiéndola suspendida y llena de agua.

b. La medida a la línea de placa que indica la capacidad del cucharón, siguiendo una línea a lo largo de la parte superior de la quijada.

c. La copeteada, cuando se llena al ángulo máximo de reposo para un material dado. (Los fabricantes proporcionan estas especificaciones).

Bajo el agua y de acuerdo a la naturaleza del terreno, la carga se toma a la capacidad del nivel de agua de la almeja.

Cuando el material a extraer es roca quebrada se debe usar la granada y los garfios fig. No. 8, se usarán para extraer rocas hasta 18 tons. según la capacidad de la grúa.

Estas dragas pueden ser de tolva simple, doble, triple o cuádruple.

Las estacionarias disponen de zancos colocados en ambas bandas a proa y uno a popa destinados a fijar la draga.

En la cabina se encuentran los controles de operación de la draga así como indicadores auxiliares como el indicador de profundidad a la que se está dragando, el indicador de balanceo que muestra el giro de la grúa y un indicador que marca cuando la almeja o granada esta cerrada o abierta.

Este tipo de draga se emplea para completar trabajos de dragado efectuados por otras unidades en rincones y sitios a los que no llega facilmente la boca de succión de las dragas hidráulicas o los cangilones de las dragas de rosario. También es empleada en pequeños dragados de limpieza al pie de los muelles, extracción de productos rocosos, limpieza de troncos y raíces y otras actividades en que se tenga que trabajar exclusivamente en dirección vertical.

#### Producción de draga de grúa con almeja.

Esta varía de acuerdo con factores que afectan la operación de estas dragas como sigue:

1. Dificultad para el llenado de la almeja.
2. Tamaño de la carga por extraer.
3. Altura a que se tiene que levantar la carga de material.
4. Angulo de oscilación.
5. Lugar en que se deposite el material (si se deposita en gánguil o en la orilla).

## 6. La habilidad y experiencia del operador.

El tiempo total del ciclo T. lo podemos calcular en la forma siguiente:

$T = C + L + D + t_1$  donde

C = Tiempo para cargar la almeja.

L = Tiempo para levantar la carga (De las características podemos obtener la velocidad del cable en pies por minuto y de acuerdo con la altura a que tenga -- que levantar la carga, calcular el número de segundos que se emplearán).

O = Tiempo de oscilación (Ver el promedio del ángulo de oscilación y de acuerdo con las r.p.m., velocidad de giro de la grúa, calcular el tiempo).

D = Tiempo de descarga de la almeja.

O<sub>1</sub> = Tiempo de oscilación de regreso de la almeja.

t<sub>1</sub> = Tiempos perdidos, aceleraciones, etc.

El número máximo de ciclos o granadazos.

$$\text{Por hora} = N \text{ máx.} = \frac{60 \times 60}{T}$$

El volumen de material máximo dragado por hora = V máx. = N máx. x capacidad de la almeja. Si la draga trabaja solo - 30 minutos de cada hora, la producción será:

$$\frac{V \text{ máx.} \times 30}{60}$$

Con la tabla No. 1. podemos obtener los m<sup>3</sup> de material extraído por hora en función de la capacidad de la almeja o

CAPACIDAD DE GRANADAS EN		C I C L O P O R H O R A																					
		30		35		40		45		50		55		60		65		70		75		80	
Pies <sup>3</sup>	M <sup>3</sup>	Pies <sup>3</sup>	M <sup>3</sup>	Pies <sup>3</sup>	M <sup>3</sup>	Pies <sup>3</sup>	M <sup>3</sup>	Pies <sup>3</sup>	M <sup>3</sup>	Pies <sup>3</sup>	M <sup>3</sup>	Pies <sup>3</sup>	M <sup>3</sup>	Pies <sup>3</sup>	M <sup>3</sup>	Pies <sup>3</sup>	M <sup>3</sup>	Pies <sup>3</sup>	M <sup>3</sup>	Pies <sup>3</sup>	M <sup>3</sup>	Pies <sup>3</sup>	M <sup>3</sup>
7	0.1981	210	5.943	245	6.933	280	7.924	315	8.914	350	9.905	365	10.895	420	11.886	455	12.876	490	13.867	525	14.857	560	15.846
10	0.283	300	8.490	350	9.905	400	11.320	450	12.735	500	14.150	550	15.565	600	16.980	650	18.395	700	19.810	750	21.225	800	22.640
12	0.356	360	10.188	420	11.886	480	13.584	540	15.282	600	16.980	660	18.678	720	20.376	760	22.074	840	23.772	900	25.470	960	27.168
13	0.282	405	11.461	472.5	13.371	540	15.282	607.5	17.192	675	19.102	742.5	21.012	810	22.923	877.5	24.833	945	26.743	1022.5	28.653	1080	30.564
15	0.424	450	12.735	525	14.857	600	16.980	675	19.102	750	21.225	825	23.347	900	25.470	975	27.592	1050	29.715	1125	31.837	1200	33.160
19	0.537	570	16.131	675	19.102	760	21.508	855	24.196	950	26.885	1045	29.573	1140	32.262	1235	34.950	1330	37.639	1425	40.327	1520	44.316
21	0.594	630	17.829	735	20.860	840	23.772	945	26.743	1050	29.715	1155	32.686	1260	35.658	1365	38.629	1470	41.601	1575	44.572	1680	47.544
24	0.679	720	20.376	840	23.772	960	27.168	1060	30.554	1200	33.960	1320	37.356	1440	40.752	1560	44.118	1680	47.544	1800	50.940	1920	54.336
27	0.764	810	22.923	945	26.743	1080	30.564	1215	34.384	1350	38.205	1485	42.025	1620	45.646	1755	49.666	1890	53.497	2025	57.307	2160	61.128
31	0.877	900	26.319	1085	30.765	1240	35.092	1395	39.478	1550	43.365	1705	48.251	1860	52.639	2015	57.024	2170	61.411	2325	65.797	2400	70.184
34	0.961	1020	29.866	1190	33.677	1340	38.488	1530	43.299	1700	48.110	1870	52.921	2040	57.727	2210	62.543	2380	67.354	2550	72.165	2720	76.976
40	1.132	1200	33.960	1400	39.620	1600	45.280	1800	50.940	2000	56.600	2200	62.260	2400	67.920	2600	73.580	2800	79.240	3000	84.900	3200	90.560
45	1.273	1350	38.205	1575	44.572	1800	50.940	2025	57.307	2250	63.675	2475	70.042	2700	76.410	2925	82.777	3150	89.145	3375	95.512	3600	101.880
50	1.415	1500	42.450	1750	49.525	2000	56.600	2250	63.675	2500	70.750	2750	77.825	3000	84.900	3250	91.975	3500	99.090	3750	106.125	4000	113.200
55	1.556	1650	46.695	1925	54.477	2200	62.260	2475	70.042	2750	77.825	3025	85.907	3300	93.990	3575	101.172	3850	108.955	4125	116.737	4400	124.520
62	1.754	1800	52.638	2170	61.411	2480	70.184	2790	78.957	3100	87.730	3410	96.503	3720	105.276	4030	118.049	4340	122.822	4650	131.550	4960	140.368
70	1.931	2100	59.430	2450	69.335	2800	79.240	3150	89.145	3500	99.090	3850	108.955	4200	118.610	4550	128.765	4900	136.770	5250	148.575	5600	158.480
81	2.232	2430	69.769	2835	80.230	3240	91.692	3645	103.153	4050	114.615	4455	126.076	4860	137.538	5265	148.959	5670	150.461	6075	171.922	6480	183.584
90	2.547	2700	76.410	3150	106.125	3600	101.889	4050	114.615	4500	127.350	4950	140.085	5400	152.820	5850	165.593	6300	178.296	6750	191.025	7200	203.760
93	2.631	2790	78.957	3255	92.116	3720	105.276	4185	118.435	4650	131.550	5115	144.754	5580	157.014	6045	171.073	6510	184.233	6975	197.392	7440	210.562
100	2.830	3000	84.900	3500	99.090	4000	113.200	4500	127.350	5000	141.500	5500	155.656	6000	169.800	6500	183.950	7000	198.100	7500	212.250	8000	226.400
115	3.154	3450	97.635	4025	113.907	4600	130.180	5175	146.452	5750	162.725	6325	176.997	6900	195.270	7475	211.542	8050	227.815	8625	244.057	9200	260.350
125	3.537	3750	106.125	4375	123.812	5000	141.500	5625	159.187	6250	176.875	6875	194.562	7500	212.250	8125	229.937	8750	241.625	9375	265.312	10000	283.000
130	3.679	3800	110.370	4550	128.765	5200	147.160	5850	165.565	6500	183.950	7150	202.345	7800	217.740	8450	239.135	9100	257.530	9750	275.925	10400	294.320
135	3.820	4050	114.615	4725	133.717	5400	152.820	6075	171.922	6750	191.025	7425	210.127	8100	229.250	8775	248.332	9450	267.435	10125	286.537	10800	305.640

Tabla No. 1 Material Extraído en m<sup>3</sup>/Hr con Draga de Grúa

granada y del número de ciclos o granadazos efectuados por hora.

3. Draga de cucharón. Consta de un casco que soporta mecanismo de excavación y éste es análogo a las de las palas terrestres. Se compone de un cucharón que va montado en el extremo de un brazo de ataque o aguilón, diseñado para poder deslizarse por el plano central de una pluma obteniéndose -- una absoluta regulación en los movimientos del cucharón.

Esta draga se puede usar en la extracción de trozos grandes de conglomerados o rocas hasta de 36 ton. de acuerdo con la capacidad de la grúa y cucharón.

Estas dragas necesitan poco calado, tienen posibilidad de trabajar en puntos con poco espacio tanto de maniobras -- como de anclaje o si usa "spuds" no lo necesita.

En terrenos sueltos ó poco cohesivos como fangos o arenas sueltas operan muy bien y en terrenos ordinarios de arcilla y arena trabajan bien.

No son adecuadas para terrenos duros o muy compactados -- porque se dificulta la operación de hincado de la cuchara.

Trabajan en cualquier profundidad, llegando a los 30m.

La profundidad óptima de corte es aquella que se obtiene mayor rendimiento, el cual depende de los siguientes factores:

1. Calidad del material.

2. Profundidad del corte.
3. Angulo de oscilación.
4. Habilidad del operador.

Las figuras No. 9, 10 muestran dos tipos de dragas de --  
cucharón y a continuación en lista sus partes constitutivas.

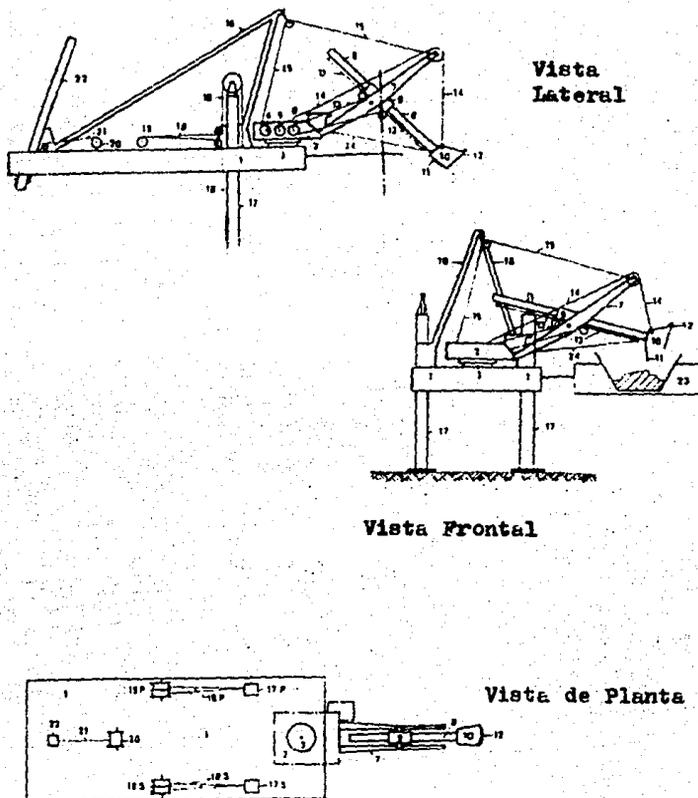


Fig. No. 9 Draga de Cucharón

## Draga de Cucharón.

1. Pontón (Puente flotante de los barcos).
2. Cabina de la grúa móvil.
3. Anillo giratorio.
4. Malacate de sonorte del aguilón de la draga.
5. Malacate elevador y accionador del cucharón.
6. Malacate elevador de la estructura del cucharón.
7. Aguilón o pluma.
8. Brazo de palanca del cucharón.
9. Caballete.
10. Cucharón.
11. Compuerta del cucharón que es accionado por cables (Articulación profunda para cable de acero).
12. Cortador de acero del cucharón.
13. Cables del brazo de palanca del cucharón.
14. Cable del cucharón.
15. Cable de la pluma o del aguilón.
16. Armazón o estructura de soporte.
17. Puntales delanteros.
18. Cable controlador de los puntales delanteros.
19. Malacate de los puntales delanteros.
20. Malacate del puntal de la popa.
21. Cable del puntal de la popa.

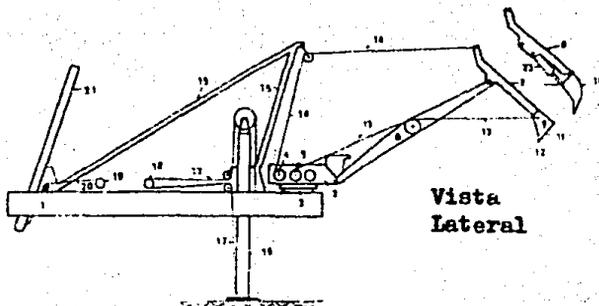
22. Puntal movible.

23. Chalán-Tolva.

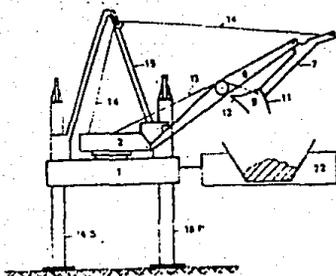
24. Cable auxiliar (se utiliza cuando se quiere accionar el cucharón en forma inversa).

S = Estribor.

P = Babor.



Vista  
Lateral



Vista  
Frontal

Vista de  
Planta

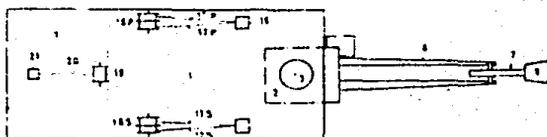


Fig. No. 10 Draga de Cucharón Inversa

**Draga de Cucharón Inversa.**

1. Pontón.
2. Cabina de la grúa giratoria.
3. Anillo circular.
4. Malacate accionador del brazo de palanca del cucharón.
5. Malacate accionador del cucharón.
6. Aguilón.
7. Brazo del cucharón.
8. Brazo giratorio del cucharón.
9. Cucharón de la draga.
10. Cucharón giratorio de la draga.
11. Compuerta del cucharón.
12. Cortador del cucharón.
13. Cable del cucharón.
14. Cable del brazo de palanca del cucharón.
15. Armazón o estructura de soporte.
16. Puntales delanteros.
17. Cable controlador de los puntales delanteros.
18. Malacate del puntal con doble barril, doble camino de manejo y acondicionado con clutch y freno.
19. Malacate del puntal de la popa.
20. Cable del puntal de la popa.

21. Puntal movable.

22. Chalán-folva.

23. Gato hidráulico para accionador al cucharón.

S = Estribor.

P = Babor.

4. Dragas de Pala. Este tipo de draga trabaja idénticamente a las palas terrestres, en América, su uso sustituye a la draga de cangilones.

Esta draga es apropiada para trabajar a lo largo de muelles, canales, seguir a un romperocas, etc., también es apropiada para terrenos duros o rocas blandas, trabaja bien en todos los terrenos a excepción de fluidos, por dar en ellos bajo rendimiento. Su profundidad de dragado esta limitada a no más de 12 metros.

Este tipo de draga necesita poco calado y espacio de maniobra, pudiendo abrirse ella misma el camino.

5. Dragas Anfibias. Estas dragas generalmente tienen un pontón rectangular, flotante, con la particularidad que el pontón dispone de algunas patas móviles, que le permite trasladarse aún en tierra. A bordo se instalan los equipos necesarios como gruas con cucharas de mandíbulas u otras palas o válvulas para extraer el material del fondo. El carácter anfibio restringe las dimensiones del artefacto. El tamaño se expresa generalmente por la capacidad de la cuchara o de la pala.

EQUIPO AUXILIAR

Como su nombre lo indica este equipo es fundamental en la obra de dragado, se utiliza para fomentar el trabajo eficaz.

#### Gánguiles o Chalanes - tolva.

Se considera parte del equipo que auxilia a las dragas estacionarias en general, cualesquiera que sea su tipo, y en ocasiones a las autopropulsadas cuando se desee aprovechar el material extraído para efectuar rellenos.

Los gánguiles o chalanes tolva son barcasas destinadas a recibir, transportar o verter en el mar u otro lugar de tiro previamente seleccionados.

Están provistos de tolvas interconstruidas dotadas de sus correspondientes compuertas, con dispositivos de operación mecánica o hidráulica para abrirlas y vaciar el material por el fondo (chalanes autopropulsados), si bien otros (chalanes estacionarios vacian su carga a volteo, accionados a control remoto, llenando de agua los tanques laterales de que están provistos cambiando la posición de su centro de gravedad y forzando su inclinación hasta que finalmente voltea y vacia el material que contiene la tolva. Una vez que el material y el agua del tanque lateral ha sido desalojado, el gánguil recuperara su posición normal. Ver figura No. 11.

Algunos se abren por la parte inferior a lo largo de su eslora para hacer caer el material, ver fig. No. 12 a, b.

Los chalanes pueden ser:

a. Autopropulsados, si la unidad impulsora está montada sobre el chalán tolva.

b. Estacionarias, si requieren de un remolcador auxiliar para desplazarse; la potencia de éste, estará en función del tamaño del chalán-tolva.

En las tablas 2 y 3 se muestran dos tipos de chalanes—tolva con sus características. Estos forman parte de la población nacional.

RELACION DE CHALANES GRUA CON SUS CARACTERISTICAS PRINCIPALES

CHALANES GRUA	SERVICIOS QUE PRESTA	CAP. CARGA TONS.	AÑO DE :		DIMENSIONES CASCO			CASCO	ADSCRIPCION
			CONST.	ADQS.	ESLORA M.	MANGA M.	PUNTAL M.		
CH.G.D.5	HANIOBRAS DE APOYO A DRAGAS		1974	1974	33.22	9.78	2.51	HIERRO	SUP. MATAMOROS
CH.G.D.8	HANIOBRAS DE APOYO A DRAGAS	160	1957	1967	25.91	9.14	1.52	HIERRO	SUP. EMENADA
CH.G.D.17	HANIOBRAS DE APOYO A DRAGAS		1971	1971	44.14	15.85	2.89	HIERRO	SUP. SALINA CRUZ
CH.G.D.23	HANIOBRAS DE APOYO A DRAGAS	800	1972	1972	30.17	13.84	2.21	HIERRO	SUP. TAMPICO
CH.G.D.27	HANIOBRAS DE APOYO A DRAGAS	550	1968	1968	34.70	9.44	2.13	HIERRO	SUP. MANZANILLO
CH.G.D. ACAPULPA	HANIOBRAS DE APOYO A DRAGAS	100	1956	1956	24.38	9.14	1.52	HIERRO	
CH.D. GASCUIL 4	TRANSP. EQUIPO AUXILIAR	500	1972	1972	53.00	8.50	3.85	HIERRO	

CHALANES	SERVICIO QUE PRESTA	CAP. CARGA TONS.	AÑO DE		DIMENSIONES CASCO			CASCO	ADSCRIPCION
			CONST.	ADQS.	ESLORA M.	MANGA M.	PUNTAL M.		
CH.D.4	TRANSP. EQUIPO AUX. Y AGUA	25	1970	1970	9.25	3.65	1.12	HIERRO	SUP. TUXPAN
CH.D.6	TRANSP. EQUIPO AUX. Y COMB.	50	1978	1978	15.85	4.88	1.27	HIERRO	SUP. TUXPAN
CH.D.7	TRANSP. EQUIPO AUX. Y COMB.	300	1971	1971	29.89	7.39	1.88	HIERRO	SUP. TUXPAN
CH.D.9	TRANSP. EQUIPO AUX. Y COMB.	400	1972	1972	32.92	9.47	1.87	HIERRO	SUP. VERACRUZ
CH.D.11	TRANSP. EQUIPO AUX. Y COMB.	120	1974	1974	15.76	6.73	1.38	HIERRO	SUP. PROGRESO
CH.D.22	ESTACION TIRO D'FRANCESAS	50	1971	1971	15.85	4.88	1.27	HIERRO	SUP. TAMPICO
CH.D.33	TRANSP. EQUIPO AUX. Y COMB.	200	1976	1976	22.00	7.32	1.55	HIERRO	SUP. MATAMOROS
CH.D.35	TRANSP. EQUIPO AUX. Y AGUA	70	1972	1972	17.83	4.88	1.27	HIERRO	SUP. MATAMOROS
CH.D.38	TRANSP. EQUIPO AUX. Y COMB.	200	1976	1976	22.00	7.32	1.55	HIERRO	SUP. TAMPICO
CH.D.39	TRANSP. EQUIPO AUX. Y AGUA	110	1975	1975	21.35	6.40	1.53	HIERRO	SUP. TUXPAN
CH.D.22	TRANSP. EQUIPO AUX. Y COMB.	110	1975	1975	21.35	6.40	1.53	HIERRO	SUP. PROGRESO
CH.D.24	TRANSP. EQUIPO AUX. Y COMB.	110	1975	1975	21.35	6.40	1.53	HIERRO	SUP. PROGRESO
CH.D.26	TRANSP. EQUIPO AUX. Y COMB.	80	1968	1968	18.00	5.65	1.37	HIERRO	
CH.D.28	TRANSP. EQUIPO AUX. Y COMB.	84	1968	1968	15.16	5.47	1.20		
CH.D.31	CAMPAMENTO		1932	1968	12.85	1.40		2 FLOT. HIERRO	SUP. TAMPICO
CH.D.36	CAMPAMENTO		1932	1968	12.85	1.40		2 FLOT. HIERRO	SUP. TAMPICO
CH.D.36	TRANSP. EQUIPO AUX. Y AGUA	1500	1978	1978	91.50	13.40	3.05	HIERRO	
CH.D.38	TRANSP. EQUIPO AUX. Y COMB.	450	1972	1973	33.53	9.14	2.29	HIERRO	SUP. MATAMOROS
CH.D.41	TRANSP. EQUIPO AUX. Y AGUA	130	1981	1982	25.05	9.00	1.89	HIERRO	SUP. PTO. MADRE
CH.D.42	TRANSP. EQUIPO AUX. Y AGUA	450	1980	1981	32.81	9.38	2.18		SUP. TAMPICO
CH.D.43	TRANSP. EQUIPO AUX. Y AGUA	600	1981	1982	25.30	9.14	1.83	HIERRO	SUP. HAZATLAN

Tablas Nos. 2,3 respectivamente

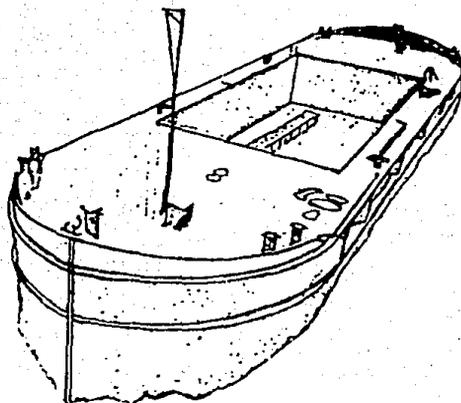
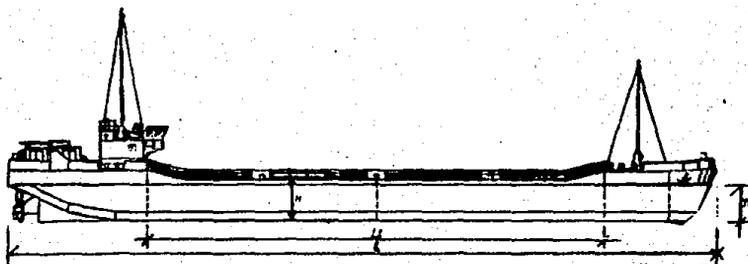


Fig. No. 11 Chalán-Tolva

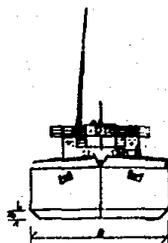


Vista Lateral

Fig. No. 12a Chalán-Tolva

Tipo 8 - 18

Vista  
Frontal



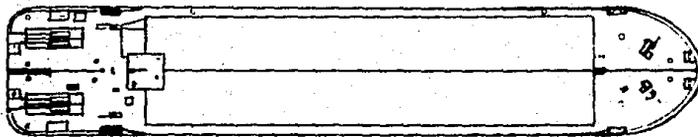


Fig. No. 12a Chalán-Tolva

Vista de Planta

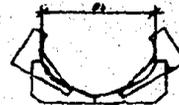


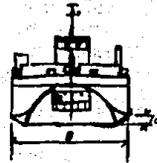
Tabla No. 4

	Cap. m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	L m	B m	H m	L <sub>n</sub> m	B <sub>n</sub> m	T m	T <sub>o</sub> m	A <sub>ma</sub> m
2	200	2.0	36,00	7,50	2,55	21,70	5,30	2,45	0,80	2,60
	250		41,90			27,60				
3	300	2.0	44,10	8,00	2,75	27,10	5,60	2,65	0,80	3,00
	340		48,10			31,10				
4	400	2.0	50,00	8,50	2,95	31,50	6,40	2,85	0,80	3,20
	450		54,00			35,50				
6	600	2.0	55,55	9,50	3,35	37,50	7,25	3,25	0,85	3,60
	660		59,55			41,50				
8*	800	1,8	56,80	11,20	3,85	35,00	8,40	3,45	1,00	3,50
10*	1,000	1,8	65,00	12,00	4,00	42,00	10,00	3,55	1,20	5,00
15*	1,500	1,8	74,90	14,00	4,50	46,55	12,00	3,95	1,20	4,70
18	1,800	1,85	80,00	14,50	5,50	50,40	10,70	4,50	1,30	4,50

Los tipos marcados con un asterisco pueden ir mar adentro sin embargo estos pueden ser usados en canales y -- rios navegables.



Vista Lateral

Vista  
Frontal

Vista de Planta

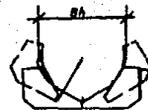
Vista Frontal  
En operación

Fig. No. 12b Chalán-Tolva

Tipo 2-6

### Rompe Rocas.

Este se utiliza cuando se van a efectuar dragados en fondos rocosos o aluvi6n conglomerado que en algunos casos tienen la dureza del concreto y en los que no es posible utilizar una draga.

Consiste en un pil6n de acero en forma de bala con peso hasta de 23 toneladas. Es levantado por una pluma instalada en un chal6n o una plataforma autoelevadora, para que al dejarlo caer rompa el fondo con el impacto.

Los productos as6 disgregados son recogidos y extra6dos con dragas de grúa (con granada o garfios) o con un cuchar6n.

### Empleo de Explosivos Bajo el Agua.

El dragado no siempre ser6 posible realizarlo en fondos de material suave o suelto, ya que frecuentemente se encontrar6n mantos de rocas y materiales cementados con alta compacidad, de ah6 que previamente deban ser fracturados tarea que se realiza m6s facilmente empleando explosivos.

La t6cnica del uso de explosivos es la siguiente:

Los trabajos de perforaci6n se realizan desde una plataforma flotante, sobre de la que se instala el equipo de perforaci6n, la cual puede desplazarse y anclarse en el lugar predeterminado para realizar la barrenaci6n. Terminada 6sta, la carga de los barrenos con dinamita, se realiza con buzos, labor que resulta lenta.

Es importante cuando se hace la voladura, que haya un -

"frente" hacia el cual pueda "voltear el material", esto es, debe banquearse previamente para facilitar la labor de explotación empleando para ello el rompe rocas.

Actualmente, la carga de los barrenos se hace por medio de tubos de plástico que se introducen en éste, haciendo posible que sean cargados desde la superficie y que la explotación se haga en forma más expédita. Este método fué desarrollado en Suecia (Llamado D 2 OVER BURDEN-DRILLING) y permite volar el fondo rocoso a la profundidad prevista.

El empleo de explosivos exige un mayor control en las operaciones al tenerse con la explosión una onda que se propaga en todas las direcciones y que en gran medida altera las condiciones ecológicas, aún más llega a dañar instalaciones de un puerto cercano. Sin embargo, a sido el uso de los explosivos, que en la actualidad sea posible de obtener mayores profundidades en dársenas y canales.

La piedra caliza, las formaciones coralíferas u otros materiales de consistencia suave pueden removerse unos cuantos pies empleando cargas de 50 libras con 60% y 80% de gelatina de alta velocidad con espacios de 3 a 10 pies cuadrados. Las cargas se hacen de tomar simultaneamente y las profundidades que se obtienen son de 3 a 4 pies por explosión, la eficiencia de este procedimiento depende de que exista como mínimo un tirante de agua de 25 pies. Cuando las condiciones no son favorables resulta más costoso que el método convencional de perforación y explosión.

Como parte de el equipo explosivo, para toda operación --

bajo el agua, debe utilizarse cápsulas eléctricas detonantes protegidas.

#### Equipos Neumáticos para Romper Rocas Submarinas.

Cuando la cercanía de estructuras impide el uso de explosivos se emplea con gran ventaja la quebradora de roca que no es más que un martillo soportado y guiado por una torre, accionado neumáticamente y que fragmenta el material sobre el que actúa. Este procedimiento es de bajo rendimiento, -- por lo que se ha buscado combinar su empleo con cargas explosivas de baja expansión que ayudan a la explotación más eficiente de los mantos rocosos.

#### Plataformas Autoelevadoras.

En estas plataformas pueden instalarse un gran surtido de equipo auxiliares en la cubierta para llevar a cabo una diversidad de tareas, como el dragado de un conducto submarino para túneles y tuberías; para dragas un fondo muy duro en marejada la IHC Holland a desarrollado una isla autoelevadora, móvil con escala de cortador e instalación de dragado.

## II.2. DRAGAS HIDRAULICAS.

Al igual que las de tipo mecánico existen estacionarias y de autopropulsión distinguiéndose entre si por el diámetro de su tubería de descarga. Estas dragas están provistas de una bomba centrífuga que eleva y transporta producto de dragado en forma fluida (mezcla de suelo y agua). De acuerdo con el equipo de trabajo que utilizan se dividen de la siguiente manera:

### 1. De tipo estacionario.

#### 1.1. Estacionaria de succión simple.

#### 1.2. Estacionaria de succión con cortador.

### 2. Autopropulsadas.

### 3. Fijas.

II.2.1. Dragas Hidráulicas Estacionarias de Succión. Este tipo de dragas son consideradas las de mayor eficiencia, debido a que no se retiran del lugar de trabajo para dragar, ya que el material de dragado se transporta por medio de tubería o utilizando chalanes-tolva hasta el lugar de vertido.

La posición de trabajo de esta draga se logra a través de zancos y anclas, sus partes fundamentales aparte del equipo hidráulico son:

#### 1. Escalas ( con o sin cortador).

#### 2. Zancos.

#### 3. Traveses o cables para abanicar.

4. Tubería y equipo flotante de descarga.
5. Tubería y equipo terrestre de descarga.

1. Escala. Soporta y protege a la tubería de succión -- también sirve de sonorte a las chumaceras que mantienen alineado al eje del cortador, pero lo más importante es que permite ajustar el dragado a la profundidad que se desee, dentro de los límites que tolere su longitud.

Durante la operación de la draga el ángulo de inclinación de la escala no deberá sobrepasar de  $45^{\circ}$  a fin de evitar averías considerables.

El peso de la escala varía entre 15 y 250 toneladas y su longitud de 7 a 68 metros.

Para calcular la profundidad a la que se puede dragar se usa la siguiente fórmula.

$$P = L \cos \alpha \text{ donde}$$

P = Profundidad de la draga.

L = Longitud de la escala.

$\alpha$  = Ángulo que forma la escala con la perpendicular en el punto de giro.

La escala puede tener en un extremo libre un cortador -- que variará de acuerdo con el material atacado: cortador abierto para arcillas; de corona para arenas y dentados para materiales muy duros y conglomerados.

2. Zancos. Elementos tubulares de gran longitud, de sección cuadrada o circular, uno de ellos, el más cercano a la tubería de descarga, se hincan en el fondo y sirve de pivote durante la operación de dragado; el otro sirve para avanzar; se va hincando alternadamente a cada paso.

3. Traveses o cables para abanicar. Estos cables de acero parten de la escala en un punto cercano a la cabeza cortadora y en el otro extremo tiene una ancla que se fondea en ambos lados de donde la draga esté efectuando un corte. La draga apoyada en un zanco de trabajo podrá abanicar arreando y virando simultaneamente estos cables con el malacate de proa.

4. Tubería y Equipo Flotante de Descarga. Esta tubería continuadora de la de a bordo, descansa sobre un pontón que la mantiene a flote y facilita su manejo esto la obliga a ser construída con material flexible; formada en tramos generalmente de 12 metros y unidos entre sí por conexiones de rótula o tramos de mangueras de hule. El espesor de los tubos varia de 9.52 mm (3/8") a 25.4 mm (1") y se construyen de lámina de acero.

5. Tubería y Equipo Terrestre de Descarga. La tubería terrestre esta formada por tramos de forma trocónica que se enchufan consecutivamente, apoyada sobre trozos de madera o caballetes con un extremo de descarga elevado, a fin de evitar que sea sepultada. Se debe cuidar que la línea tenga el menor número de curvas y elevaciones para evitar resistencias adicionales que se traducen en la pérdida de la velocidad del fluido.

Debido al costo de la tubería se ha obligado a realizar observaciones respecto a el desgaste de ella y se llegó a cifras como: desgaste en los costados es de 20 a 25% del inferior y el 10% en la parte superior, con el fin de que la tubería se desgaste uniformemente se gira periódicamente y así se logra mayor vida útil.

Actualmente la tubería terrestre se construye en tramos de 6 metros, esto facilita su manejo, el espesor de la pared del tubo varía de 3.57 mm (9/64") a 4.76mm (3/16") para dragas pequeñas y de 6.35mm (1/4") a 7.94mm (5/16") para dragas medianas y grandes.

El codo giratorio o cuello de ganso, consiste en dos codos de 90° unidos mediante una conexión esférica, este conecta la tubería de descarga fija en la draga con la línea flotante a fin de que tenga adecuada movilidad.

En la tabla No. 5 se muestra la longitud máxima posible de descarga.

Tabla No. 5

DIAMETRO DE LA DESCARGA		LONGITUD MAXIMA EN METROS PARA:	
PULG.	MM	MATERIAL PESADO	MATERIAL LIGERO
6	152.5	150	300
8	203.2	300	600
10	254.0	425	760
12	304.8	550	1,200
16	406.4	1,050	1,800
24	609.6	1,200	2,000

go y arena.

Su operación se dificulta en conglomerados de arena con arcilla y arcilla con barro, no pudiéndose extraer material compacto o duro así como cualquier tipo de material que no sea removido con facilidad. fig. No. 13

Las cabezas de succión están divididas en dos tipos principales:

1. Coral.
2. California.

La primera destinada al dragado de material suave.

La segunda ha sido resultado de investigaciones donde se ha comprobado que la succión se efectúa fundamentalmente por el perímetro de la cabeza o rastra por lo que en este tipo se ha aumentado la longitud del mismo. Puede dragar una gama mayor de materiales si se le ponen escrapas o cuchillas en su parte posterior, ver. fig. No. 14.

Normalmente el sentido de dragado es en contra de la corriente si existe (de marea, litorales o fluviales).

Existen dos métodos para dragar:

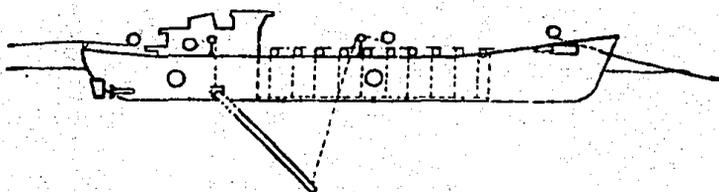
1. Sistema Americano.
2. Sistema Europeo.

El primero se efectúa con la draga en movimiento, arando el fondo.

El segundo es fijando la embarcación y succionado del - -

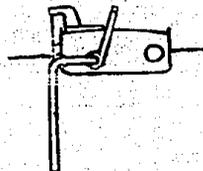
mismo lugar hasta que el material derrumba. Sin embargo, en lugares próximos a instalaciones, no se recomienda por la posibilidad de amenazar la estabilidad de éstas.

Debido a que estas dragas no dejan un fondo con una cota uniforme, se ha ideado instalarles dos o más tubos de succión de tal manera que se eliminen el máximo de los surcos.



Vista Lateral

Vista frontal



**Fig. No. 13** Dragas de Succión  
Estacionaria con  
Tolva

II.2.1.1. **Dragas Estacionarias de Succión.** Son las de construcción más simple sus partes fundamentales son:

1. El casco construido de hierro o acero que puede ser -- una pieza o seccionado, para facilitar su transporte. En él se dispone la maquinaria, winches, cabría del tubo de sección caseta de control, etc.

2. La bomba centrífuga de dragado cuya fuerza de succión se emplea para extraer el material del fondo, las partes sujetas a la abrasión llevan su revestimiento de acero.

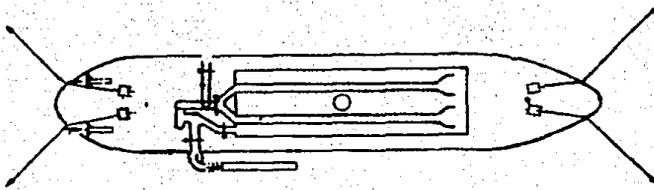
Como unidad impulsora se emplea generalmente motor diesel.

3. El tubo succionador del fluido. Este tubo tiene en su extremo inferior una boquilla que tiene a su vez instalado un agitador o chorro de agua para remover el material y facilitar su aspiración. El chorro de agua se obtiene de una bomba especial de alta presión, de la bomba de servicio general o bien de la bomba de cebar.

4. La conexión flexible entre la tubería de succión fija y la móvil que se arría hasta el fondo para el dragado. Este permite el movimiento del tubo de succión.

5. El aparejo para la maniobra se afirma en una cabría y se acciona mediante un winche.

Estas dragas son adecuadas en aguas tranquilas para succionar materiales sueltos o de fácil flujo, tales como fan--



Vista de Planta

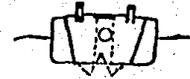
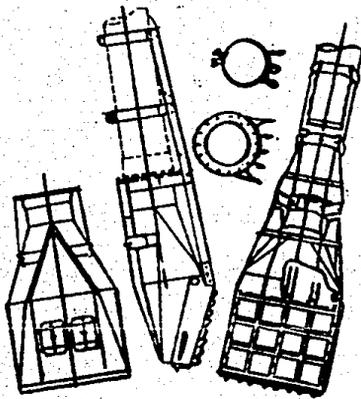
Vista Frontal en  
operación

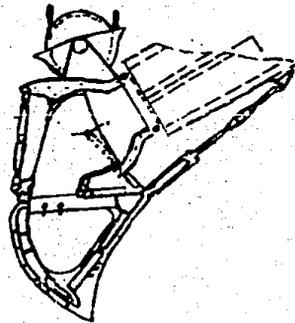
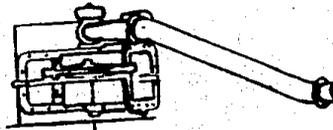
Fig. No. 13 Draga de Succión Estacionaria con Tolva

II.2.1.2. Draga de Succión con Cortador. Esta draga corta y disgrega el material del fondo que mezclado con el agua es - succionado, transportado y descargado en la zona de tiro por medio de una unidad integral, por lo que resulta práctica y económica para la mayoría de trabajos de dragado, ver fig. - No. 16.

Las dimensiones del casco de la draga, que es de lamina- de acero, varían como lo señala la tabla No. 6.



Rastra tipo "Coral"



Rastra tipo "California"

TABLA No. 6

DIAMETRO DE LA TUBERIA DE:		ESLORA	MANGA	PUNTAL
PULGADAS		m	m	m
	mm			
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 puede ser construido de una pieza o, en dragas pequeñas y medianas, puede estar construido en secciones para facilitar su transporte.

En dragas pequeñas se utilizan a veces flotadores cilíndricos, para montar la maquinaria, casetas de control, escala de dragado y cabria.

El cortador que utiliza esta draga es giratorio, se instala en la parte inferior de la escala de dragado, su funcionamiento consiste en disgregar y remover el fondo marino a fin de que la bomba centrífuga pueda succionarlo fácilmente. Esto hace posible el dragado de terrenos duros o compactos, dentro de ciertos límites, aumentando en forma apreciable la eficiencia de las dragas hidráulicas.

El cortador está sometido a grandes esfuerzos y efectos de abrasión, esto obliga a construirlos de materiales resistentes como el acero al manganeso.

El número de palas o aspas varía de tres a siete y las cuchillas o dientes se encuentran diseñados en forma que ---

quedan substituirse cuando estos se desgasten.

Fundamentalmente, de las circunstancias del trabajo de dragado a efectuar y de las características de la draga dependerá la dirección de rotación, número de aspas, potencia necesaria, diámetro y longitud del cortador.

La elección del cortador adecuado, dependerá de la habilidad y experiencia del capitán.

Las dragas de 250mm (10") necesitarán un motor en el cortador con una potencia comprendida entre 200 H.P. y 400 H.P. y en dragas de 700 mm (28") a 762 mm (30") se requieren de 1,500 a 2,500 H.P. o más.

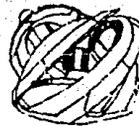
La elección del tipo de cortador se verá influida con gran importancia del tipo de material y su compactidad o consistencia, influyen en la elección del borde y curvatura más adecuados, además de determinar el diámetro del cortador. En relación con esto, se sabe que el cortador de bordes planos es el adecuado para suelos suaves o sueltos; el idóneo para rocas suaves, o para suelos muy duros o muy compactos, es el cortador de dientes. Los cortadores con bordes y vastagos en sierra son los indicados para reducir el embotellamiento de las cuchillas cuando se corta arcilla firme.

La plasticidad y la consistencia de la arcilla permite elegir la sección y curvatura más adecuada para evitar la formación de terrones o reducir su tamaño, así como reducir las fuerzas de fricción entre el cortador y el suelo.

Luego entonces existen varios tipos de cortadores depen\_ diendo del material que se ataque pudiendo ser: abiertas pa\_ ra arcilla, de corona para arena y dentadas para materiales muy duros y conglomerados. Ver fig. No. 15a y b.



**Cortador de Vastagos en  
Sierra**



**Cortador de Bordes Planos**

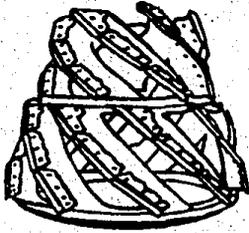


**Cortador de Dientes**

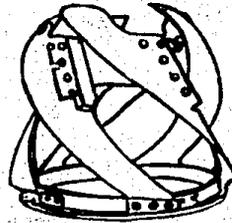


**Cortador de Bordes en Sie-  
rra**

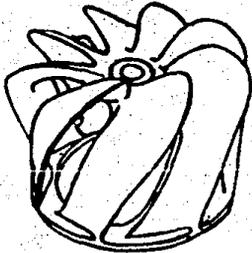
**Fig. No. 15a Tipos de Cortadores**



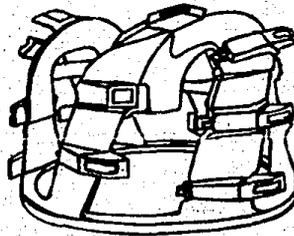
Canasta Modificada



Canasta de Nariz Abierta

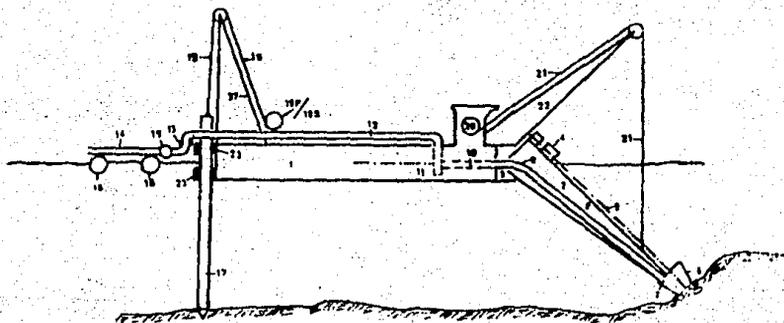


Canasta de Nariz Cerrada



Canasta de Nariz Cerrada con  
Dientes Removibles

Fig. No. 15b Tipos de Cortadores



Vista Lateral

Vista Frontal

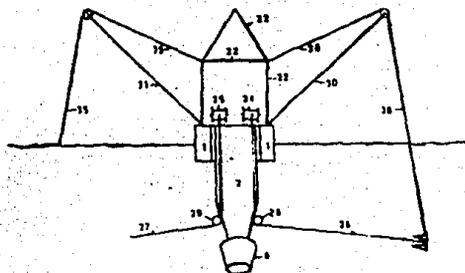
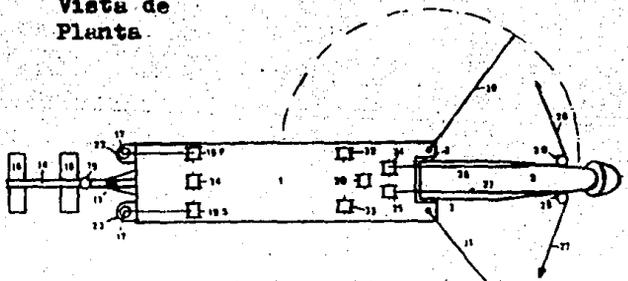
Vista de  
Planta

Fig.No. 16 Draga de Succión con Cortador

TABLA No. 7

En la tabla No. 7 se relaciona el tipo de cortador a usar con dragas de succión con cortador.

TIPO DE MATERIAL	TIPO DE CORTADOR	APLICABILIDAD DEL PROCEDIMIENTO DE DRAGADO	
Arcillas arenosas o limos arenosos- duros, arcillas o limos con gravi- llas.	consisten- cia rígi- da o dura	De bordes en sierras o de vas- tagos en - sierra.	Regular.
Arcillas limosas- blandas o limos - arcillosos.	consisten- cia muy - baja a se- mirrígida.	De bordes- planos	Sencillo.
Arcillas limosas- o limos firmes o duros.	consisten- cia rígi <u>da</u> o dura.	De bordes- en sierras o de vásta- gos en sie- rra.	Regular a Sencillo.
Arena fina cemen- tada.	compacta- muy com- pacta.	De dientes de ratón	Regular a Sencillo.
Arena media, are- na fina, arena ex- trafina y arena - fina limosa y ar- cillosa.	muy suel- ta a suel- ta. Mediana- mente com- pacta a - muy compac- ta.	De bordes- planos De dientes de ratón.	Sencillo.
Grava	muy compac- ta	De dientes de ratón.	Regular.
Rocas sedimenta- rias		De dientes de ratón.	Difícil a regu- lar en rocas - muy suaves.

**Draga de Succión con Cortador.**

1. Pontón.
2. Escala del cortador.
3. Pozo con muñón en la escala.
4. Caja de herramientas y motor del cortador.
5. Flecha o eje del cortador.
6. Cortador.
7. Abertura de succión.
8. Tubería de succión.
9. Tubería flexible de hule reforzado (manga de succión).
10. Tubo de succión de la bomba del barco.
11. Bomba de la Draga.
12. Tubo de descarga.
13. Codo giratorio (cuello de ganso).
14. Línea de la tubería flotante.
15. Junta esférica.
16. Flotadores.
17. Puntal fijador.
18. Cable del puntal.
19. Malacate accionador del puntal.
20. Malacate de la escala.
21. Cable del malacate de la escala.

22. Aguilón de la Draga.
23. Seguro del puntal.
24. Malacate lateral guiador de la escala, situado del lado a babor.
25. Malacate lateral guiador de la escala, situado del lado estribor.
26. Cable del malacate lateral guiador de la escala del lado a babor.
27. Cable del malacate lateral guiador de la escala del lado a estribor.
28. Polea ajustadora del cable guiador de la escala del lado a babor.
29. Polea ajustadora del cable guiador de la escala del lado a estribor.
30. Oscilación permisible que puede realizar el aguilón del lado a babor.
31. Oscilación permisible que puede realizar el aguilón del lado a estribor.
32. Malacate auxiliar del lado a babor.
33. Malacate auxiliar del lado a estribor.
34. Malacate auxiliar localizado en popa, usado para levantar el puntal cuando se draga material espeso.
35. Través del lado a babor.
36. Través del lado a estribor.

## 37. Caballete del puntal.

S = Estribor

P = Babor.

A menudo cuando se está realizando el trabajo de dragado se encuentran piedras más o menos grandes, las cuales pasaron a través de la rejilla de succión, estas piedras pueden quedar atascadas entre el impulsor y el cuerpo de la bomba, produciéndose en algunos casos averías importantes, con la consiguiente interrupción de operación. En caso de que las piedras lograsen pasar la bomba de dragado, al llegar a la tubería de draga, pueden causar perturbaciones en la velocidad normal de la mezcla y hasta llegar a obstruirla.

Para evitar estos trastornos se deberá instalar, en algunas dragas, una caja separadora de piedras construido de chapa de acero fundido de forma cilíndrica o prisma rectangular, misma que llevará una rejilla y una compuerta o tapa estancada, que permite extraer sin dificultad las piedras interceptadas. Esta caja separadora de piedras va instalada bajo cubierta y en algunos casos sobre de ésta para facilitar la tarea de sacar las piedras interceptadas, además va situada entre la bomba de dragado y la conexión con la tubería de succión de la escala. Cuando la caja separadora de piedras se llena, la presión de descarga disminuye y se tiene que parar la operación de dragado hasta que esta se vacíe.

Con respecto al rendimiento o capacidad de producción de una draga de este tipo, su unidad se puede dar en metros o yardas cúbicas de material sólido que se bombea durante una-

hora, luego entonces el rendimiento depende de la clase de material a dragar, del diámetro y longitud del tubo de descarga, de la elevación en el punto terminal, de la potencia de la bomba, la potencia de los winches de los traveses y -- fundamentalmente de la experiencia del personal.

Dentro del equipo usado en la cabina de control encontramos aparatos como: el vacuómetro de la bomba de dragado, - voltímetro, amperímetros correspondientes a los motores eléctricos de los winches y cortador, indicador de profundidad - de dragado, el giro compas, etc.

Actualmente las dragas, debido a sus mejores diseños en las bombas de dragado extraen mezcla con más del 20% de sólidos.

La tabla No. 8 obtenida por registros, nos muestra una aproximación más real de los rendimientos.

TABLA No. 8

DIAMETRO DE LA TUBERIA mm	plg.	METROS CUBICOS POR HORA 10%	POR HORA 20%
152	6	25	50
203	8	50	100
254	10	70	140
304	12	100	200
406	16	170	340
457	18	220	440
508	20	270	540
609	24	380	760
711	28	550	1,100
762	30	600	1,200

## II.2.2. De Autopropulsión.

Estas dragas son embarcaciones cuyo casco es de formas finas que les permite navegar sin demasiada resistencia. ---  
Cuentan con maquinaria e instrumentos necesarios para la navegación, como radar, aguja giroscópica, deccanavigator eco-sonda, radiogoniómetro, radiotelefonía y telegrafía, etc., -  
que se localizan en el puente de mando. En el mismo se en---  
cuentra la consola de navegación que agrupa transmisores de órdenes, mandos de los motores de propulsión, aparatos indicadores, señalización y 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 del control de dragado que se disponen -  
en consolas colocadas a babor y estribor y que comprenden --  
mandos de succión, indicadores de vacío de la aspiración y -  
presión de descarga de las bombas de dragado, válvulas de re-  
gulación de aire del amortiguador oleoneumático del tubo la-  
teral de succión y manómetro de control, mando de las válvu-  
las de descarga al costado, amperímetros de control de los -  
motores de los tambores elevadores para la maniobra del con-  
ducto de aspiración y videntes luminosos de seguridad, con-  
trol de la bomba de disgregación, etc.

Están equipadas con uno o más tubos laterales de succión, una o más bombas de dragado y una gran cántara o tolva en su interior. En el extremo de cada tubo de succión se coloca un cabezal con los accesorios necesarios y convenientes para cada tipo de suelo, el material desprendido se mezcla con el

agua y se aspira por el tubo debido a la acción de la (s) -- bomba (s) centrífuga (s), mientras las dragas están navegando pausadamente, a una velocidad que varía entre uno o tres nudos, (un nudo = una milla marina por hora = 1.862 Km/hr.).

La mezcla pasa por la (s) bomba (s) y mediante tuberías de distribución llega a la sección en que mediante mamparas está la tolva.

La razón de la mampara divisorio es que se aumente la -- longitud del trayecto del material dentro de la tolva, disminuyendo la velocidad del agua o provocando la decantación de los sólidos.

Debe ponerse el debido interés para que éste sistema funcione perfectamente siempre, ya que como se mencionó anteriormente, el material se succiona mezclando con un 80% a 90% de agua, y si la decantación no se produce en forma óptica, se recorre el riesgo de que el contenido de la tolva lleve más agua de la deseada, o bien, que al derramarse el agua con el sistema de vertedores dispuestos en ambas bandas y a toda su longitud, se vuelva a tirar un alto porcentaje del material dragado.

Una vez que la draga tenga completa la capacidad de su tolva, se traslada al lugar de vertido, se abren las compuertas (ó válvulas) dispuestas en su fondo lanzando los productos al mar.

Otro método de descarga es el impulsar los productos a través del equino de autovaciado hacia terraplanes u otros -

detinos terrestres.

La travesía del lugar de trabajo al depósito, la operación de descarga, el regreso y la reanudación del dragado, - se deberán efectuar en el menor tiempo posible para no bajar los rendimientos por este concepto.

El tiempo total del ciclo de operación se expresa por la fórmula.

$$TC = Tb + Ti + Td + Tr + Tm$$

donde:

TC = Tiempo total del ciclo.

Tb = Tiempo de bombeo para llenar la tolva.

Tm = Tiempo de maniobras.

Ti = Tiempo de ida con carga al lugar de vaciado.

Td = Tiempo de descarga de la tolva.

Tr = Tiempo de regreso, navegando con la tolva vacía a - 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 del material y el lugar de vaciado de la tolva sea el mismo.

Los factores que hacen variar el tiempo total del ciclo de operación y que por lo mismo, requieren de una especial atención son los siguientes:

1. Tiempo de bombeo necesario para llenar la tolva.
2. Tiempo de evolución o maniobras.
3. Tiempo de navegación.

1. Tiempo de bombeo necesario para llenar la tolva:

El cual varía según la velocidad de asentamiento de las partículas en el fondo, dependiendo de su granulometría. Por lo general tarda de 20 a 60 minutos, siendo menor para el material de grano que para el de grano fino. Esto debe tenerse muy en cuenta al programar los trabajos de dragado.

2. Tiempo de evolución o maniobras:

Es la suma del tiempo que invierte la draga para maniobrar cuando se suspende el bombeo y tomar de nuevo el corte al terminar cada fase. Aunque cambia según la longitud del corte y el tiempo de carga, puede considerarse constantemente para un mismo dragado, ya que estas variaciones son muy pequeñas e influyen poco en el tiempo total del ciclo.

3. Tiempo de navegación:

Es el tiempo que tarda la draga en ir a descargar la tolva ( $T_i$ ) y el de regreso en vacío para reanudar el dragado, ( $T_r$ ) varía con la distancia entre esta última y el lugar de depósito seleccionado y con la velocidad de la draga:

$$T_n = T_r = 2l/V$$

donde

$T_n$  = Tiempo de navegación.

L = Distancia del sitio de dragado al de descarga.

V = Velocidad de la draga.

Algunas de estas dragas están equipadas con instalaciones para dragar por tubería hacia los costados hasta 100 m de distancia o a chalanes tolva. Otras tienen aditamentos especiales que las vuelven altamente maniobrables aún en espacios reducidos. Son preferidas para trabajos en mar abierto, canales o dársenas ya que pueden efectuar el dragado aunque exista oleaje, y el barco, por su maniobrabilidad no causa estorbo alguno al tráfico marítimo; además puede navegar hacia cualquier zona de trabajo por sus propios medios de propulsión.

Este tipo de draga no es adecuado para dragar material duro o muy compacto, excepto si se emplean dragas mixtas que puedan operar como estacionarias cuando se les monta el cortador. Si el material para extraer es blando, de dureza media o consta de depósitos sedimentarios arrastrados por los ríos o las corrientes de litoral, las dragas de succión con tolva darán excelentes resultados, principalmente las de tubos laterales de succión.

Un factor muy importante, que hay que tomar en consideración es el tráfico marítimo, ya que si éste es intenso, resulta adecuado el empleo de una draga de autopropulsión con tolva, pues una estacionaria, aunque de rendimiento mayor, no puede utilizarse por el obstáculo que representa para la navegación.

Tubo Lateral de Succión. Este tiene menor peso que la es-

cala de acero estructural y mayor flexibilidad debido a las conexiones esféricas que se intercalan con ese fin. También suelen llevar manguitos de hule reforzados en la parte intermedia y en la inferior, asegurados con brazos articulados, - para evitar que durante el dragado se separen. El primero -- sólo permite el movimiento horizontal y el segundo únicamente el vertical de las rastra o el de la boquilla cuando se - draga a punto fijo.

Estas conexiones flexibles de los tubos de succión y las innovaciones introducidas en el sistema de los pescantes, -- etc. permiten aguantar las arfadas provocadas por el oleaje.

Pescante del Tubo Lateral de Succión. Se han realizado - muchas mejoras a las dragas de autopropulsión; una de las -- más importantes que repercute favorablemente en el rendimiento, son los pescantes de maniobra para arriar o izar los tubos laterales, ajustándolos a la profundidad requerida para el dragado.

Las mejoras y los inventos que a través de los años han ido desarrollando las grandes compañías constructoras de dragas, en las compuertas de la tolva, tubos de succión lateral, rastras, amortiguadores de oleaje, etc. se refleja en el rendimiento, al poder efectuar operaciones con tiempos borrascosos.

Caballote del Codo del Tubo Lateral de Succión. Existen varios sistemas para arriar o izar el codo del tubo lateral de succión uno de ellos es el simplificado cuyos salientes-

del carro resbalan sobre unas guías verticales en el costado de la draga. La pieza que se desplaza con el codo, se transporta por la vía superior en un soporte con diente. Al arriar se el cable de suspensión, el carro del codo se lleva hasta el borde, estando sobre el soporte el peso de la pieza hasta que pase la cueva de la vía. La inclinación de ésta, asegura que la fuerza de tracción que ejerce el cable sea menor que la mitad de la carga cuando las ruedas inferiores del carro han rebasado la curva, de modo que aquél se levante algunos centímetros por encima del diente del soporte. Al llegar al final de la vía el codo de suspensión desciende de las guías del carro a las de cubierta y el tubo queda fijo a los cables.

**Amortiguadores de Oleaje.** Estos dispositivos de suspensión tienen por objeto:

1. Evitar daños a los dispositivos de suspensión causados por el oleaje.
2. Hacer más flexible la unión de la draga con el tubo de succión y que la rastra se mantenga constantemente sobre el fondo, a pesar de las arfadas del buque.
3. Mantener la tensión en los cables del aparejo del pescante del tubo lateral de succión, permitiendo pequeñas variaciones dentro de los límites predeterminados.

Lo anterior incrementa la producción de las dragas, ya que pueden operar con oleaje de 3 y 4 metros sin que sufran ningún daño y además facilita a la rastra seguir las irregula

ridades del fondo sin problemas, manteniendo constante la --  
concentración de la mezcla, aumentando el rendimiento.

**Tolva.** La tolva es un depósito interconstruido en el cas--  
co de la draga y cuya finalidad es recibir el material des--  
cargado por la bomba o bombas centrífugas de dragado.

El material se distribuye mediante canales o tubos repar--  
tidores previstos de válvulas o compuertas para controlar --  
las descargas. También suele utilizarse una caja colocada en  
la parte media de la tolva con toberas sumergidas bajo la su--  
perficie de la mezcla.

Generalmente en cada extremidad de la tolva se disponen--  
vertederos por encima del nivel teórico del material dragado,  
con el fin de asegurar una buena decantación.

**Monitores.** Se disponen de monitores o chiflones conve---  
nientemente situados en la tolva para lavarla cuando el mate--  
rial (liao, arcilla, etc.) se adhiere a las paredes. También  
se utilizan éstos para distribuir el material a lo largo de--  
la tolva cuando la descarga se hace en la parte media y es --  
arena gruesa que tiende a amontonarse al centro.

**Compuertas de Tolva.** La descarga del material depositado  
en la tolva se efectúa por las compuertas colocadas en el --  
fondo, cuya forma es rectangular o cuadrada y están articula--  
das por bisagras suspendidas mediante varillas y cadena o --  
por vástagos de acero rígido operados por cilindro hidráulicos.  
En la primera disposición las compuertas pueden alinear  
o golpear si se pretendiera descargar con oleaje. Esta even--

tualidad queda descartada en la segunda disposición.

**Válvula Cónica Para Descarga del Material de la Tolva.** Un sistema que elimina el inconveniente que significa descargar la tolva con oleaje, es empleando válvulas cónicas, para sustituir las tradicionales de compuertas.

Las válvulas cónicas se abren y cierran hidráulicamente - mediante vástagos verticales.

Se construyen generalmente para dos aberturas: una menor, para iniciar la descarga de la tolva, y otra mayor al vaciarse una parte de su carga, que permite descargar el material - en lugares poco profundos.

**Capacidad de la Draga.** La capacidad depende de los metros o yardas cúbicas que pueden almacenar la tolva. Evidentemente que esto no indica el rendimiento por hora o por día, ya que está supeditado al tiempo que se necesita para llenar la tolva, la velocidad de la draga y la distancia al punto de descarga. A su vez estos factores están sujetos a la clase de material por extraer y a la potencia de la bomba de dragado y de las máquinas propulsoras.

La capacidad de la tolva de las dragas varía desde 300 m cúbicos en las pequeñas, hasta 8,000 m cúbicos en las grandes.

**Maniobrabilidad de las Dragas.** Las dragas de autopropulsión frecuentemente maniobran en canales estrechos, vías de navegación congestionadas y durante las operaciones de dragado tiene que reducir su velocidad que está íntimamente ligada

con la eficiencia de los timones para lograr facilidad en su evolución, generalmente disponen de dos timones y dos hélices.

En las dragas modernas se ha mejorado aún más la capacidad de maniobra instalando un sistema de propulsión transversal a proa a través de un tunel dispuesto con este fin.

### II.2.3. Dragas Mixtas.

Las dragas mixtas también conocidas como universales cuentan con elevadores necesarios para operar como draga de autopropulsión con tolva y además desmontando la rastra de succión y colocando el cortador utilizando los zancos puede trabajar de la misma manera que una draga estacionaria.

La unión de la descarga de la draga con la línea flotante se efectúa mediante una conexión esférica colocada en el costado y próxima a los zancos. Esta conexión se pone de una u otra banda según convenga.

La distancia de tiro de este tipo de draga es de 1,500 m aproximadamente.

Quando las dragas de este tipo descargan con tolva se desperdicia inútilmente la potencia adicional de la máquina de la bomba de dragado, en este caso quedan fuera de uso la máquina del cortador, los winches de los traveses y los de maniobra de los zancos.

Estas dragas tienen poca estabilidad de rumbo, debido a que el pozo de la escala esta situada a popa.

Equipos de Dragado para Grandes Profundidades. Aun cuando por mucho tiempo la función primordial del dragado fué la de extraer material del fondo a fin de hacer la navegación segura dentro de los puertos y accesos a éstos, la ingeniería ha aceptado el reto de extraer minerales, materiales pétreos para construcción e intentar obras bajo las aguas cuya superficie es tres veces mayor que la corteza terrestre.

En un principio esto se llevó a cabo con cierto éxito en aguas relativamente bajas, con los mismos tipos de dragas -- con que se profundizaban los puertos y canales; sin embargo, cada vez se requiere ir a mayores profundidades con equipos más eficientes y sofisticados.

Las dragas de cangilones, han sido aplicadas en la extracción de oro en Australia, California y Alaska; en la explotación de estaño en el Sudeste Asiático en E.U. y en Japón, para extraer materiales tales como arena y grava para obras portuarias.

Aunque los equipos para grandes profundidades en un diseño avanzado se encuentran todavía en etapa de estudio, el sistema de dragado con aire (air lift) ya desde hace tiempo se aplica con buenos resultados.

El sistema consiste de un tubo con una conexión lateral para una tubería de aire que enrarece el ambiente interior del tubo y por diferencia de presiones ascienden las partículas sólidas. Se han aplicado chorros de agua en el extremo de la tubería para ayudar a desprender los materiales del --

fondo, con lo que se ha aumentado la eficiencia. El esquema siguiente ejemplifica el sistema. fig. No. 17

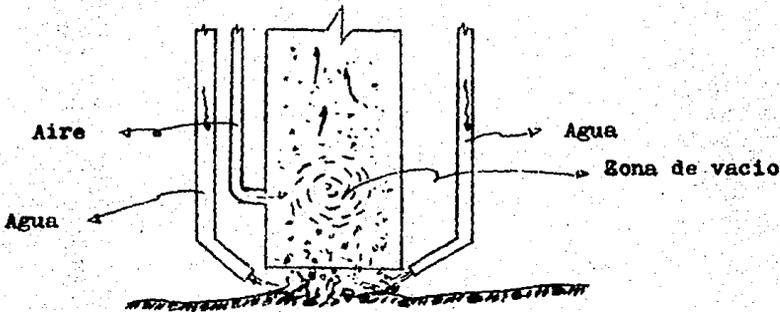


Fig.No. 17 Sistema Air Lift

Asimismo, para la explotación de bancos de arena o grava, se utilizan las dragas dotadas del sistema de chorro de agua y succión.

El chorro de agua sirve para retirar la capa de fango que se encuentra sobre la arena o grava y la succión toma el material de buena calidad depositándolo en chalanes tolva, auxiliándose con los chorros de agua. Su profundidad de dragado es la fecha de 100 m.

No solo para la minería si no también para el dragado de

capas que alojen túneles submarinos o tuberías a gran profundidad se estudian equipos cuya operación no se vean interferidas por las condiciones meteorológicas en la superficie, - como acontece con los equipos convencionales.

En Estados Unidos han diseñado una draga submarina actualmente trabajando en Florida cuya profundidad de operación es de 30 m con la finalidad de extraer arena y reponer la -- que es retirada por el mar en los cambios de estación, de -- playas de gran atractivo turístico.

Para la nivelación de fondos marinos que servirán de des-- plante para obras marítimas (escolleras, tanques submarinos-- de almacenamiento, etc) se han diseñado dos tipos de buldo-- zera: para aguas bajas y submarinos. Estos últimos pueden -- ser operados desde a bordo o control remoto.

#### II.2.4. De Características Especiales.

Draga de brazo móvil.

Draga de bomba "s".

Eyector de Chorro.

Draga de brazo móvil. Esta nace con la necesidad de remo-- ver grandes cantidades de material subacuático con el menor-- costo, en 1956, se hicieron adaptaciones a un buque-tanque -- tipo la SWALANE obteniendo un excelente rendimiento. Dados -- los magníficos resultados, en 1959, Japón construye una gi-- gantesca draga la ZUJIA, esta draga está constituida por un-- contrapeso de más de 1,000 tons que compensa el peso del bra-- zo giratorio de acero tubular de 100 metros de longitud a --

partir del costado, que sirve de sonorte a la tubería de descarga cuando se draga por agitación. Por esta línea pasa la mezcla a una velocidad de 8 m/s. Las bombas centrífugas de dragado son cuatro de 914 (36") de succión y 813 mm (32") de descarga, las que mediante un sistema muy complejo de conexiones, derivaciones y válvulas, la tubería lleva el material dragado a la tolva o bien pueden descargarlo por el brazo giratorio cuando se draga por agitación. La capacidad nominal de las bombas es de 43,150 m<sup>3</sup>/hora para una mezcla con densidad de 1,050 g/litro, lo cual equivale a una producción de material aproximado de 5,000 m<sup>3</sup>/hora. La cantidad de material se basa, en el muestreo que se toma frecuentemente en la descarga y la lectura de la velocidad en un calculador automático de registro de que va provista y de la indicación de la circulación de sólidos. La lectura de la velocidad se determina inyectando neumáticamente una cápsula de materias colorantes en el caudal de descarga a través de una válvula de cierre rápido, situado en un punto conveniente de la tubería. Por procesos visuales es posible calcular con exactitud el tiempo que transcurre y determinar la velocidad con un margen razonable.

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

a. El material que se está dragando es descargado al mismo tiempo por el brazo giratorio, generalmente en lugares que están situados fuera de los límites del canal, de tal modo que las partículas de regulares dimensiones que sedimenta con

rapidez, lo harán fuera del cauce de aquél. En cambio, el material que sale por el vertedero de una tolva se deposita directamente a popa de la draga.

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

c. La draga de brazo puede descargar continuamente el material sin tener que interrumpir el bombeo para ir a descargarlo, como lo hace una draga de autopropulsión con tolva.

d. La draga de brazo móvil puede descargar por el lado que ofrezca mayor ventaja, ya que éste puede describir un arco de  $180^{\circ}$ .

La profundidad máxima de dragado es de 18 m y la capacidad de las tolvas es de  $6,580 \text{ m}^3$ .

El desplazamiento de la draga es: en lastre 15,645 ton y en máxima carga 28,700 ton.

Este tipo de draga es adecuada para dragar enormes volúmenes de material, apropiada para aumentar el calado en puertos y en vías navegables.

Draga de bomba "s". Estas dragas de origen Alemán tienen como principal dispositivo llamado bomba "s" de presión, en oposición a la bomba centrífuga de succión usada en las demás unidades.

La bomba "s" tiene características de suministro con pendiente muy elevada en comparación con la bomba centrífuga, -- está acondicionada en forma móvil mediante una escala de dragado -- que la mantiene en posición de trabajo por medio de una ca-- bria o pluma con su correspondiente aparejo de izaje.

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

El trabajo de la bomba "s" se basa en el intercambio de -- impulsos entre la corriente de agua impulsora y la corriente-- de extracción.

Por la velocidad de la corriente de agua impulsora que -- penetra en la tubería de extracción, se produce un movimiento fuerte de aspiración que arrastra del fondo las partículas -- sólidas que van con el agua.

La bomba "s" se construye normalmente para capacidades de suministro de 20 a 600 m<sup>3</sup> sólido por hora, pero pueden cons-- truirse para mayores rendimientos.

Mediante juegos de tubos adicionales se puede variar en -- un amplio margen, la longitud de la tubería de succión de la -- escala y por tanto la profundidad de dragado.

Su empleo, muy variado, permite la extracción de grava y arena para obtener estos materiales de construcción, eliminar los azolves de lodo y arena en puertos, canales, ríos y presas.

**Eyector de Chorro.** Esta draga está equipada con un dispositivo especialmente diseñado para dragar a gran profundidad (100 m) y es una combinación de eyector y tobera de chorro. - La tobera de chorro se baja al fondo para remover el fango y arena, mientras el eyector aspira y descarga la mezcla del material.

Un gran carrete instalado en la cubierta de la grapa, sirve para devanar tres mangueras de hule flexible para el chorro de agua, el eyector impulsor de agua y mezcla de fango, - con los extremos conectados al dispositivo de dragado.

Estas mangueras son arriadas o izadas mediante un winche eléctrico. La alta presión de agua requerida por la tobera de chorro y el eyector se suministra a través del eje del carrete y por las mangueras de hule al dispositivo de dragado, por la bomba de chorro y la bomba del eyector que son impulsadas por motores diesel instalados en el cuarto de máquinas.

La mezcla succionada por el eyector es llevada a la superficie y descargada en un pánquil o al lugar del relleno a través de una línea por una subestación de bombeo (booster) impulsado por un motor diesel instalado en el cuarto de máquinas.

Las bombas del chorro y del eyector tienen conexiones en cruz y el fluido y la presión son ajustados de acuerdo con --

la naturaleza del material del fondo.

La maquinaria para el dispositivo de dragado puede ser controlada por un operador desde la cabina de control en el castillo de proa.

El emplazamiento de la draga para su operación se hace por medio de 4 anclas y alambres de dos winches de proa y -- popa.

Equipo Auxiliar.

Grupo de Reimpulsión.

Un grupo de reimpulsión puede suministrarse flotante o -- como un equipo terrestre. El grupo comprende una bomba de -- dragado que se destina para transportar la mezcla dragada a -- la distancia predeterminada.

El grupo se emplea con una draga de succión en la tubería de impulsión, flotante o terrestre de la misma. El tamaño -- del grupo se expresa por el diámetro de 200 hasta 800 mm de -- 150 hasta 2,500 Kw respectivamente.

Dentro del equipo auxiliar también encontramos: Remolques, lanchas, remolcadores, dispositivos en la zona de vertido, -- etc. Estos elementos forman parte de las provisiones de las -- empresas contratistas de obras de dragado.

Tipo de Material	Tipo de draga					Posibilidad de tubería de conducción.
	Draga con cucharón	Draga de cucharones	Draga de succión	Draga con cortador	Draga de almeja	
Rocas Sedimentarias	Posible con dificultad en rocas suaves.	Posible con dificultad en rocas suaves.	NA	Difícil a regular en rocas muy suaves	Posible pero muy difícil en rocas muy suaves	Regular; los fragmentos grandes pueden bloquearla
Roleos	Regular	Muy lento, puede requerir una enliza	NA	NA	Difícil, adn con almejas grandes	NA
Cantos o cantos con grava	Regular	Regular	Difícil	Difícil	Regular	Casi nula
Grava	Sencillo	Regular	Difícil a regular	Regular	Regular	Regular
Arena media	Sencillo pero con baja producción	Sencillo	Sencillo	Sencillo	Sencillo	Buena
Arena fina			Regular			Muy buena
Arena extrafina						
Arena fina lirosa						
Arena fina cementada	Regular	Regular	NA	Regular a sencillo	Difícil	Nula a buena
Limos	NA	Sencillo	Difícil a regular	Sencillo	Regular	Muy buena
Arcillas arenosas firmes a duras o arcillas con gravillas.	Regular	Difícil a regular	NA	Difícil a regular	Difícil a regular	Posible después de desmenuzar
Arcillas limosas blandas	NA	Regular a Sencillo	NA	Sencillo	Sencillo	Regular
Arcillas limosas firmes o duras	Regular a Sencillo	Sencillo	NA	Regular a Sencillo	Regular	Posible después de desmenuzar
Turbas	NA	Sencillo	NA	Sencillo si no se encuentra gas	Sencillo	Muy buena

N.A. No aplicable

NOTA: Esta tabla proporciona únicamente recomendaciones burdas, debiendo aplicarse con precaución.

El uso de ciertos tipos de draga depende no únicamente del tipo de suelo, sino también de las condiciones en el sitio, la magnitud de la obra, etc.

Los calificativos usados (nulo, regular, sencillo, etc.) describen la posibilidad de uso sin considerar en ningún momento el costo por unidad excavada.

Tabla No. 9

**C A P I T U L O**  
**T E R C E R O**

**III. Estudios Previos.**

**III.1. Topohidrográficos.**

**III.2. De Mecánica de Suelos.**

## CAPITULO TERCERO.

### III. Estudios Previos.

Los estudios previos necesarios para obtener una planeación adecuada de las obras de dragado deberán estar enfocados hacia los diferentes aspectos y características que se tendrán en su ejecución y estarán íntimamente relacionados con el objeto principal que debe cumplir cualquier obra de dragado, basados en la obtención de altos rendimientos de trabajo que se logren con el menor costo previsto, culminando todo esto en una selección del equipo de trabajo más adecuado.

La exploración es la parte más costosa del estudio, y es en el donde existen más imprevistos, ésta debe planearse con cuidado y ejecutarse con flexibilidad a través de un control estrecho permitiendo tomar decisiones rápidas. La planeación de la exploración debe apoyarse en:

- a. Datos geométricos del proyecto.
- b. Material aerofotográfico reciente.
- c. La información disponible sobre la geología y topografía regional.
- d. Resultados de un estudio topográfico y batimétrico -- del sitio.
- e. Información recabada durante un reconocimiento del sitio, efectuado por personal especialista.

El programa de exploración y muestreo contempla dos etapas:

La primera llamada de "Exploración preliminar", define las condiciones geotécnicas generales del sitio y ubicandolo dentro del marco geológico regional, además de permitir los ajustes necesarios en la selección del equipo y procedimientos de muestreo.

La segunda etapa incluye la exploración y el muestreo detallado del área del estudio, además de la ejecución de las pruebas geofísicas que constituyen la exploración indirecta y las pruebas de campo.

La elección de la embarcación por mar en ambas etapas dependerá fundamentalmente de los costos que implica su uso, pero deberá obtener la mayor calidad posible en el muestreo.

Si el tirante es menor de 6 ó 7 metros y existe poca corriente, una plataforma autoelevable pequeña proporcionará un apoyo adecuado y económico.

Los chalanes son adecuados cuando el tirante es importante y existe oleaje y corrientes fuertes, si se anclan en un mínimo de seis puntos. Su capacidad permite aún el empleo de equipo auxiliar pesado, para asegurar su estabilidad.

Para los muestreos que se efectúan a través de equipo sumergible, o con herramientas de caída por gravedad, un barco pequeño es más conveniente. Las lanchas son útiles solo para la exploración geofísica.

Para la ejecución del estudio geotécnico se recomienda seguir el siguiente diagrama:

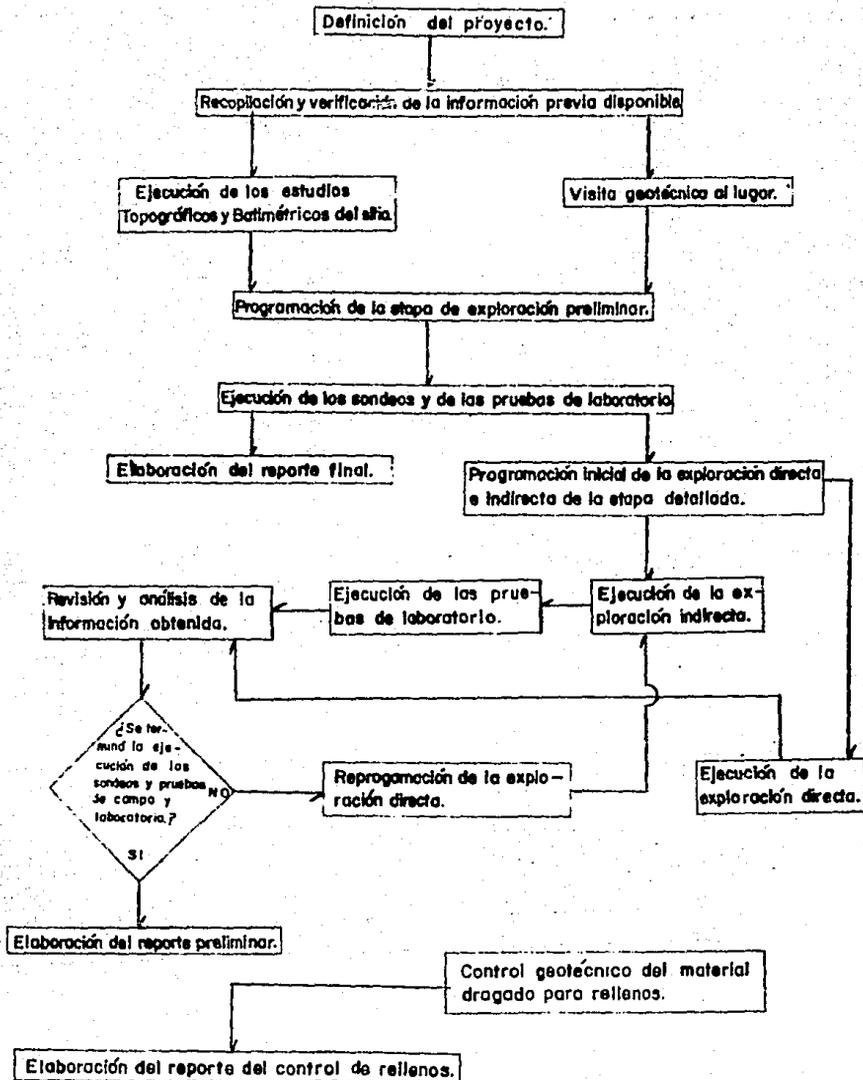


Diagrama de flujo para la ejecución de un estudio geotécnico

En la tabla No. 10 se muestran los procedimientos de exploración y muestreo en estudios para dragado.

MATERIALES METODO	S U E L O S					R O C A S	
	Arcillas	Limos	Aréncs	Gravas	Cantos y/o bloques	Suaves	Duras
Sondeos de levede	CMTdn Sarrl Bross tridénico						
Muestras per gravedad	Muestreador delgado 38 mm. $\phi$ < 152 mm. Muestreador grueso $\phi$ > 152 mm.						
Muestras con varillaje	Tubo shelby Tubo shelby afilado Pitch muestreador Penetrómetro estándar Barril Denison						
			Barril muestreador con tubo interior partido				
Muestreo sin varillaje	Vibromuestreador Muestreador DOSP Automuestreador marino MAS-78						
Exploración y pruebas con varillaje	Cone dinámico Cone estático Veleta						
Exploración y pruebas sin varillaje	Cone estático Geodot o SEACAF Veleta de cable o veleta "Hubert" Prueba de bombeo						
Exploración indirecto	Perfilador de reflexión sísmica continua prospección sísmica						

Tabla No. 10

En la tabla anterior se menciona que la exploración indirecta se apoya en el perfilador de reflexión acústica continua de gran resolución y en las pruebas de prospección sísmica tipo gross-hole.

El primer procedimiento se emplea para obtener un cuadro general de la estratigrafía superficial, mediante la generación de ondas acústicas con frecuencia de 3.5 a 7 KHz, de -- proporcionar resoluciones de 0.5 a 20 m y penetración en el subsuelo de 15 a 30 m. La interpretación de los registros -- proporciona información sobre los espesores de suelos, la -- profundidad de la roca y los afloramientos de ésta, necesarios para elaborar un plano de isópacas del área por dragar.

El segundo procedimiento consiste en abrir y ademar dos o más perforaciones en el subsuelo, para colocar explosivos en uno de ellos y grupos de geófonos en los restantes. Si -- se conocen las distancias entre la perforación generadora y las perforaciones receptoras, se puede determinar la velocidad de propagación de las ondas de compresión y cortando de los diferentes suelos o rocas, y calcular su rigidez dinámica y sus espesores aproximados.

La clasificación de suelos para esta clase de obras fue definida por PIANC (1972) en función de las mallas de clasificación únicamente del Sistema Británico.

Como esta es semejante a la clasificación SUGS en el intervalo de los suelos. En las tablas No. 11, 11' se muestran ambas clasificaciones, así como los números de las mallas empleadas como fronteras en ambos criterios.

Tipo de Suelo	Tamaño (mm)	SUCS	Malla
Boleos			
Cantos	76		
Grava	Gruesa 19-76		3/4"-3"
	Media		
	Fina 4.76-19		No. 4-3/4"
Arena	Gruesa 8-4-76		No. 10-4
	Media 0.42-2		No. 40-10
	Fina 0.074-0.42		No. 200-40
Limo	Grueso		
	Medio 0.002-0.074		No. 200
	Fino		
Arcilla	0.002		
Turba y suelos orgánicos	Se identifica por su olor su color y su contenido de materia orgánica.		

Tabla No. 11'

Tipo de Suelo	Tamaño (mm)	PIANC +	Malla -
Boleos	200		
Cantos	60-200		
Grava	Gruesa 20-60		3/4"-3"
	Media 6-20		1/4"-3/4"
	Fina 2-6		No. 7-1/4"
Arena	Gruesa 0.6-2		No. 25-7
	Media 0.2-0.6		No. 72-25
	Fina 0.06-0.2		No. 200-72
Limo	Grueso 0.02-0.06		
	Medio 0.006-0.02		No. 200
	Fino 0.002-0.006		
Arcilla	0.002		
Turba y suelos orgánicos	Se identifica por su olor, su color y su contenido de materia orgánica.		

+ PIANC: Permanet International Asociation of Navigation - - Congresses.

- Mallas utilizadas en el Sistema Británico.

La siguiente tabla presenta la clasificación de suelos - según su adhesión.

Clasificación	Esfuerzo de adhesión (Kg/cm <sup>2</sup> )
Poco adhesivo	0.1
Moderadamente adhesivo	0.1 - 0.25
Adhesividad importante	0.25- 0.40
Adhesividad muy importante	0.40

Las pruebas de laboratorio para dragado, además de determinar las propiedades que permiten seleccionar el equipo adecuado para disgregar y remover el suelo, deben proporcionar la información necesaria para evaluar el desgaste del equipo y definir la calidad del relleno que, posteriormente, pueda formarse con el material dragado. Su importancia relativa depende del material, del método de transporte y del destino del relleno.

La importancia de los estudios previos estriba entonces en que se conocerán ampliamente las condiciones del subsuelo, meteorológicas, socio-económicas, topográficas, oceanográficas, a fin de no incurrir en errores de selección de equipo de dragado (incluyendo el auxiliar) que nos elevaría los costos que conllevaría al acortamiento del presupuesto de obra y lógicamente a la cantidad de obra o en último a la suspensión de ésta.

### III.1. Topohidrográficos.

El estudio topohidrográfico tiene como objetivo conocer:

La zona donde se va a dragar delimitando la línea de costa, - márgenes de los ríos, canales, barras, bajos, zonas portuarias, conocimiento de la configuración del fondo marino, - - - cuantificación del volumen a dragar y limitar las áreas de - dragado para finalmente establecer un sistema de trabajo apropiado tomando en cuenta las necesidades de navegación que toman en cuenta las corrientes dominantes, mareas y el oleaje en el sitio que es motivo de otros estudios.

Se sugiere un reconocimiento preliminar de la zona, de - referencia en la mejor época del año, esto por la seguridad - en los fondeaderos, si como es de suponerse se trabaja con - equipo hidrográfico, barco, lanchas, botes, remolcador, etc., por otro lado la economía que representa trabajar en buen - tiempo. Es necesario realizar un levantamiento rápido, eligiendo los puntos futuros que sirven a la triangulación por lo que se considera necesario topografiar islotes, puntas - arrecifes y todos los lugares considerados apropiados para - la colocación de las torres y vertices de la red a establecer posteriormente. Se utilizarán mapas, planos o levantamientos anteriores que se modificaran como sea necesario.

Una vez realizado el reconocimiento preliminar se procede a la triangulación que es la parte de la planimetría que consiste en cubrir la zona del levantamiento con una red de triángulo para realizar escrupulosamente la medición directa del lado de uno de ellos, llamado base de la triangulación - y la de los ángulos y de los triángulos. Este procedimiento se utiliza cuando se levantan grandes zonas.

Para la determinación de los lugares de sondeo por el método de intersecciones se usará el siguiente equipo, una lancha, una vara, sondaleza o ecosonda. En tierra se usarán balizas, teodolitos, equipo de radiotransmisor y receptor, relojes para coordinar. Otro procedimiento es el de dos sex--tantes desde a bordo así como otros procedimientos a base de enfilaciones que solo el coordinador del trabajo debe decidir de acuerdo a las condiciones del lugar y el equipo de que se dispone.

El empleo del ecosonda simplifica notablemente el trabajo, ya que permite efectuar un sondeo continuo gráficamente--bastando con seguir líneas direccionales convenientemente es paciadas y otras líneas direccionales perpendiculares permiti--tiendo tener una cuadrícula del lugar. O lo que es mejor se--guir el mismo procedimiento con tres o cuatro embarcaciones--a fin de cubrir grandes áreas de una forma rápida. Una vez--situados los puntos en el plano de sondeo se unirán los de --igual profundidad obteniendo las líneas isobáticas cuyo con--junto en el plano batimétrico nos darán el panorama del fon--do marino de la zona a dragar.

El primer levantamiento batimétrico servirá entonces para conocer el estado actual del fondo en el sitio que se va a dragar y para poder estimar el volumen teórico a dragar --originando el "plano antes de dragar" que se confrontara con el "plano después de dragar" a fin de calcular los volúmenes en forma precisa.

Los levantamientos podrán hacerse, uno solo al final del

trabajo o se harán levantamientos parciales durante la obra.-- Esto se debe a que en ocasiones el dragado que se va a efectuar es de gran importancia y existe el peligro de depósito de material durante el trabajo de dragado. Sin embargo se efectuarán levantamientos periódicos (diarios, semanales, etc.), a fin de supervisar el cumplimiento de lo planeado.

Para dichos levantamientos, se requerirá equipo que registre profundidad y otro que lo sitúe. Para registro de profundidad existen métodos de los cuales el más sencillo es el de sonda o sondaleza que consiste en un pedazo de plomo en forma de pirámide y cono truncado llamado escandallo unido a una cadena o cordón marcado con marbete en pies o metros. El escandallo puede ser de alta mar por las profundidades más grandes a medir. Las desventajas de este método es la lentitud del proceso y solo se conocerá la profundidad del punto sondeado, por lo que se recomienda el sistema de sondaleza para trabajos de reconocimiento rápido, para áreas pequeñas o lugares cercanos a muelles donde pudiera haber variación en el registro de profundidades con aparatos electrónicos.

Con respecto a la situación de los puntos a los que se les registró su profundidad mediante los sistemas antes mencionados y tomando en cuenta la distancia de estos puntos a la línea de playas más cercanas se podrán usar los siguientes métodos:

- a. Levantamientos topográficos convencionales.
- b. Levantamientos con sistema Shorán, Lorán o sistema Décca.

Estos sistemas se describen en el apéndice II que se refiere al "uso de métodos ópticos y acústicos en el posicionamiento de equipos y levantamientos topohidrográficos".

### III.2. De Mecánica de Suelos.

La importancia de estos estudios es considerada primordial en los trabajos de dragado ya que nos arrojan factores-determinantes en la elección del equipo para efectuar la obra de dragado y por otro lado en la cubicación de la misma.

Esta importancia es tal que el Ing. Pindter ( 1982 ), en un artículo señala que el costo de estos estudios deberán representar del 0.5 al 1.5% del valor de las obras por realizar, cuando se considere que se dragará arena. En cambio si se estima que predominan los suelos arcillosos su costo oscilará entre 1.5 al 2.5% del costo de las obras.

Cuando se trata de terrenos vírgenes se realizarán necesariamente antes un análisis detallado que arrojará sus respectivos resultados dependiendo del suelo que se trate ( suelto, cohesivo, etc. ). Dichos resultados pueden tomarse a través de una simple toma de muestras o sondeos con muestras inalteradas.

En el caso de la simple toma de muestras solo se tomará mediante una cuchara o toma de muestras, varias porciones —

del suelo en diferentes sitios e ir comprobando su estructura por un examen directo.

En el caso de los sondeos existen principalmente dos tipos de trabajos que son:

- a. Trabajos preliminares.
- b. Investigación de suelos en el terreno y en el laboratorio.

Trabajos preliminares. Se obtendrán datos concernientes a la geología y topografía del lugar mismos que tomarán en cuenta datos que señalan la existencia anterior de corrientes de agua, lentes de materiales gruesos, depósitos de finos, relleno de minas, etc. Se recopilará información con detalle que hayan obtenido con anterioridad otros constructores del lugar.

Investigación del suelo en el terreno y en el laboratorio. Será necesario hacer una investigación de la estratificación geológica, de las propiedades físicas y químicas del suelo y de las condiciones hidrológicas del lugar. El equipo necesario para este tipo de estudios cada vez son más sofisticados así como los sistemas para efectuar las penetraciones, sondeos y pruebas utilizando aparatos electrónicos de geofísica sísmicos y gravimétricos.

Debido a las dificultades para obtener muestras inalteradas estos estarán a cargo de una empresa especializada.

La cantidad de sondeos estará gobernada por la variación

en los estratos, sobre todo habrá de realizarse un gran número cuando se trata de abonar el perfil a precio único y existen varios estratos de calidad diferente para lograr una cubi- cación lo más exacta posible y encontrar el precio medio adecuado. Lo mismo sucede cuando existen dos capas superpuestas diferentes y han de abonarse por separado por lo que se hace necesario determinar el volumen y la cota donde aparecen.

En cuanto a la profundidad a la que debe realizarse un -- sondeo será como mínimo a un metro por debajo del fondo del -- dragado y si se trata de rocas se harán a dos metros con el -- objetivo de tener un conocimiento mayor de su estructura.

Cuando se va a efectuar un dragado los sondeos más comu-- nes se realizan mediante un método de "penetración estándar"-- y por el método de percusión y lavado.

El método de penetración estándar proporciona información más útil relativo al subsuelo. En suelos friccionantes permite conocer la compacidad de los mantos, en tanto que en sue-- los plásticos nos da udea de la resistencia a la compresión -- simple además nos proporciona implícitamente, muestras altera-- das representativas del suelo en estudio y hacer algunos en-- sayos en el laboratorio. El equipo necesario consta de un --- muestreador especial denominado muestreador o penetrómetro -- "estandar" que normalmente es de media caña este se enrosca -- al extremo de la tubería de perforación.

Este método se efectua con un martinete de 63.5 Kg de peso que cae desde una altura de 76 cm que golpea penetrómetro,

contando el número de golpes necesarios para lograr una penetración de 30 cm.

El método de percusión y lavado es un procedimiento económico y rápido para conocer aproximadamente la estatigrafía -- del subsuelo. Se usa también como auxiliar en los estudios de muestreo definitivo. Las muestras obtenidas en este método -- son tan alteradas que no es práctico considerarlas representativas para realizar en ellas alguna prueba de laboratorio. El equipo utilizado en este método incluye un trípode con polea y martinete suspendido de 80 a 150 Kg. de peso, cuya función es hincar en el suelo a golpes el ademe necesario para la operación. Este ademe debe ser de mayor diámetro que la tubería que vaya a usarse para la inyección del agua y se hincará con forme vaya avanzando el sondeo.

En el extremo inferior de la tubería de inyección debe ir un trépano de acero perforado, para permitir el paso del agua a presión. El agua se impulsa dentro de la tubería por medio de una bomba el agua sale por el extremo inferior del trépano, retornando por el espacio comprendido las barras y las paredes de perforación, transportando el material que ha sido -- cortado hacia un depósito donde se recolectan las muestras. -- Con objeto de facilitar el sondeo, las barras de perforación deben alternarse con movimientos ascendentes, descendentes y de rotación.

Dependiendo del tipo de suelo que se tenga se puede utilizar diferentes tipos de trépanos en caso de ser suelos --- blandos el trépano de punta es el más indicado a utilizar, --

si el suelo es duro, se considera más adecuado el tipo cincel, el trépano de cruz es más recomendable para suelos gruesos (gravas y cantos rodados).

Las pruebas que se realizan a los suelos son las siguientes:

#### Pruebas en suelos no cohesivos.

**Capacidad Relativa.** Esta información es indispensable para seleccionar la herramienta apropiada para disgregar el suelo, ya que ésta puede variar desde un tubo de succión, hasta el empleo de cortadores con dientes de ratón que desprenden el suelo en capas delgadas y con un gran consumo de energía.

Si se definen los valores de las relaciones de vacíos máxima y mínima en caída sumergida y se obtiene el valor de la relación de vacíos naturales a partir del contenido de agua de la muestra, podrá determinarse la compacidad relativa del suelo.

**Granulometría.** Esta información se requiere porque la distribución granulométrica del material afecta a:

- a. La magnitud de energía de corte utilizada para disgregar el suelo a través de su efecto sobre el ángulo de fricción interna y sobre la permeabilidad de éste.
- b. La velocidad crítica de succión y las pérdidas de carga que se inducen durante ésta.

- c. Al desgaste de la tubería de transporte y el rendimiento de éste, ya que los granos mayores de 0.3 mm pueden depositarse en el fondo de la tubería y reducir su área útil. En contraste, la fracción de arcilla contribuirá a disminuir su desgaste, incrementando la viscosidad del fluido y reduciendo la resistencia al bombeo.
- d. El tiempo de carga y descarga cuando el material se transporta en tolva o barcaza está influenciado en forma muy importante por este parámetro, ya que los suelos gruesos se depositarán en el fondo rápidamente. En cambio, las arenas finas y los limos permanecerán en suspensión y serán arrastrados al mar nuevamente.

Por otra parte, al emplear el producto de dragado como relleno, la granulometría será determinante para estimar las pérdidas de material, la pendiente de éste y su calidad, además de que el porcentaje de finos influirá en su permeabilidad y compresibilidad.

Permeabilidad. Su determinación a través de permeámetros es importante porque el proceso de corte afloja el suelo y crean un vacío en la zona disgregada que hace fluir el agua contenida en el suelo hacia ésta.

Densidad de sólidos. Esta influye sobre la velocidad crítica de succión y en la potencia del equipo de bombeo, en función del peso volumétrico del fluido por bombear. Asimismo influye sobre el desgaste del equipo cortador o de los cucharones y almejas.

Forma y dureza de los granos. Estas son importantes por que tienen gran influencia en el desgaste de la tubería de transporte de la bomba, además de afectar el desgaste de las herramientas de corte. La forma puede estimarse y describirse cualitativamente; la dureza puede definirse con la escala de Mohs.

Contenido de agua. El valor de este parámetro índice es un auxiliar en la identificación del suelo, a la vez que permite calcular su relación de vacíos, cuando se considera que el suelo está saturado y se conoce su densidad de sólidos.

Contenido de cal. Este factor es importante en la disgregación y remoción del suelo porque se refleja como cohesión, que incrementa las fuerzas de corte. Cuando esta cohesión alcanza valores extremos se llega al caso de las rocas suaves (areniscas).

Contenido de materia orgánica. Este afecta el proceso de corte y disgregación en las dragas de arrastre. En el caso de dragas de succión afecta el transporte del suelo, produciendo gases que ocasionan problemas de vacíos dentro de las tuberías. Así mismo, ocasiona problemas de compresibilidad y capacidad en carga en los rellenos formados con el material dragado.

Pruebas de suelos cohesivos.

Cohesión. Este parámetro es el principal factor en la determinación de la resistencia al corte y en la elección del equipo más adecuado para disgregar y remover el material.

Su importancia al estimar el rendimiento es fundamental.

**Granulometría con hidrómetro.** Es importante para definir la velocidad de sedimentación del suelo y la viscosidad de la suspensión formada por el agua y los granos menores a 0.010 mm, para transportar y depositar el material producto del dragado.

**Peso volumétrico natural.** Este es un factor importante para determinar tanto la fuerza de succión que debe inducirse en la boca del tubo, como la potencia necesaria para el transporte hidráulico horizontal, cuando se forman terrones de material.

**Límites de consistencia y contenido de agua.** La combinación de sus valores determina el comportamiento de los suelos cohesivos a lo largo de todo el ciclo de dragado, influyendo sobre:

- a. La posibilidad de obstrucción del cortador, o de la cabeza del tubo de succión.
- b. La formación de terrones arcillosos durante la disgregación y el transporte hidráulico.
- c. El grado de dificultad para vaciar los cucharones, botes o almejas de dragado.
- d. Las pérdidas de materiales durante el proceso de carga en la barcaza o tolva.
- e. La calidad del relleno formado con el producto del

dragado.

Por otra parte, la resistencia del suelo se puede estimar en forma indirecta y aproximada a través de dichos límites, empleando el índice de plasticidad y el índice de fluidez (Sangray, 1971). Los valores de la resistencia obtenidos así deben emplearse con precaución porque generalmente son un poco menores a los reales y quedan del lado opuesto al conservador para el dragado.

Adhesión. Este parámetro también está ligado con el grado de dificultad para vaciar los cucharones y almejas de dragado o con la obstrucción de los cortadores. Su determinación puede hacerse por medio del aparato propuesto por Sakharov.

De acuerdo con el mismo autor la prueba de adhesión se efectúa en muestras inalteradas de  $10 \text{ cm}^2$  de área y 1 cm de espesor, montadas en un anillo semejante a los empleados en pruebas de consolidación. Este anillo y el dado inferior permite que la muestra sobresalga de 5 mm, para que el dado superior la aplaste hasta deformarla 2 mm, gracias a una carga aplicada en forma creciente y uniforme, en un lapso de 10 seg. Posteriormente, debe aplicarse una fuerza creciente y uniforme en el contrapeso hasta despegar a éste de la pastilla.

Viscosidad. La viscosidad del fluido es un parámetro muy importante en el transporte hidráulico del suelo y debe determinarse en soluciones salinas al 3%, con porcentajes de -

sólidos tomados de una muestra representativa que varía del 5 al 25%. Deben determinarse los valores correspondientes a diferentes porcentajes de sólidos para definir una curva viscosidad-porcentaje de sólidos en solución.

#### Pruebas de roca.

Origen geológico y estructura mineral. Estos factores permiten conocer la resistencia y comportamiento de la roca en forma general, e inferir su probable grado de fracturamiento.

Resistencia a la compresión. Este parámetro mecánico -- tiene gran importancia en la determinación de la energía necesaria para romper la estructura de la roca y definir el -- procesamiento de disgregación idóneo. Las pruebas deben comprender la falla de juegos de dos cilindros a compresión -- axial. En el caso de roca sedimentaria debe reportarse a la orientación de los planos de estratificación.

Resistencia a la tensión. Al igual que el parámetro anterior, la resistencia a tensión es muy importante para definir la energía necesaria para romper la estructura de la roca. -- La prueba más adecuada es la de tensión brasileña, efectuada en juegos de dos probetas, con diámetro mínimos de 5 cm.

Peso volumétrico. Este parámetro influye tanto en la disgregación de la roca como en su transporte y empleo como relleno. Su conocimiento permite definir la porosidad de esta a partir de la densidad de sólidos.

Grado de alteración. Este es importante para evaluar el estado de la roca y definir la energía necesaria en su fragmentación. Si la alteración es importante puede evitar el uso de explosivos a cambio de emplear un cortador o un bote de arrastre en conjunto con un pilón romperrocas.

Dureza. Esta depende de la composición mineralógica de la roca y tiene gran importancia en el desgaste del equipo y transporte, su evaluación puede hacerse a través de la escala de Mohs.

Tenacidad. Este es un parámetro que correlaciona el trabajo específico de impacto con la resistencia a compresión de la roca a través del índice de tenacidad.

La prueba consiste en dejar caer un peso de 50 Kg desde una altura de caída que se incrementa de centímetro en centímetro hasta romper el espécimen. Conociendo la altura de caída y el volumen de la muestra, se define el trabajo específico de impacto. Estas pruebas se hacen pocas veces porque requieren un gran número de mediciones y resultan costosas.

La siguiente tabla nos muestra la clasificación de las rocas por su grado de intemperización y alteración:

- 1 A- Sana (F): no hay signos visibles de intemperización ni alteración.

- 1 B- Intemperización incipiente (FW): la alteración se limita a la superficie de las discontinuidades de mayor tamaño.
- 2 - Ligeramente intemperizada (SW): la alteración se desarrolla penetrando las superficies de las discontinuidades alterando ligeramente el material de la roca.
- 3 - Moderadamente intemperizada (MW): la alteración se extiende por toda la masa rocosa pero no al material es desprendible en algunas partes.
- 4 - Muy intemperizada (HW): la alteración se extiende por toda la masa rocosa y su material es desprendible en algunas partes.
- 5 - Completamente intemperizadas (CW): la roca está completamente alterada. Aunque su material se desprende mantiene su estructura y textura.
- 6 - Suelos residuales (RS): el material tiene la textura original de la roca pero con la estructura y mineralogía destruida.

Los problemas geomecánicos principales que presenta el dragado en un suelo son los siguientes:

10. La densidad específica del suelo y sus características en el sitio.

20. El entumecimiento producido en la extracción con relación al volumen medio en el sitio.
30. La densidad del material.
40. La posibilidad de arrastre por succión.
50. La cohesión y rozamiento del terreno y energía necesaria para su dragado por corte o succión.
60. La estabilidad de los taludes de la zona dragada.
70. Estabilidad de los materiales en las zonas de tiro.

El entumecimiento obligará al transporte de su volumen mayor que el medio en el sitio con lo que la forma de medir el trabajo y los rendimientos considerados serán diferentes según se drague en un punto o en otro.

La forma de decantar el terreno forzaré a soluciones dadas, así por ejemplo, un terreno fangoso o arcilloso que haya que transportarse en cántaras al vaciadero, no puede dragarse por succión por no decantar practicamente el producto emulsio nado.

La cohesión y rozamiento influirán en la posibilidad de poder realizar el dragado por succión o tener que recurrir el corte con rosario o cortador y marcará la potencia necesaria.

La posibilidad de taludes será un factor muy importante para saber si con un talud dado se puede medir la obra rea---

lizada en el sitio o habrá que preveer derrumbes y a su vez - conocer el talud necesario para la estabilidad del canal dragado. Lo mismo se puede decir con respecto a la estabilidad - del producto dragado arrojado en vaciadero libre o si hay posibilidad de que las corrientes lo arrastren hasta puntos donde de no puedan causar daños.

Si se vierte en rellenos los materiales dragados, conviene saber la curva de consolidación de los mismos, para conocer el volumen que admitirá una zona de tiro a lo largo del - tiempo.

Si se trata de un dragado de mantenimiento no será necesario un ensayo completo ya que se conocerán sus característi--cas y solo será necesario una simple toma de muestras para --comprobar la calidad del suelo.

El resultado de los sondeos y ensayos de laboratorio deberán figurar como anexos al proyecto ya que de esto dependerá la elección adecuada del equipo para llevar a cabo la obra de dragado así como la profundidad a que se encuentran los diferentes estratos del suelo con sus respectivas propiedades.

## C A P I T U L O

### G U A R T O

#### IV. Zonas de Tiro.

IV.1. Tarquinas.

IV.2. Bordos de Retención.

IV.3. Vertederos.

## CAPITULO CUARTO

### IV. Zonas de Tiro.

La elección de la zona de tiro es válida solo cuando el material extraído no se ha destinado para un propósito determinado como lo es el relleno de una zona específica.

Las zonas de tiro pueden ser:

a. Bajo el agua.

b. En tierra.

a. Bajo el agua. En mar abierto sin mayor utilidad cuidando que el material no afecte a la navegación y no entorpezca la operación de obras exteriores adyacentes si estas existen o en lugares predeterminados para efectuar un relleno.

b. En tierra. Puede o no estar elegida la zona de descarga. Si se trata del último caso, se buscará que dicha área, de ser posible, se encuentre lo más cercano posible a la zona por dragar lo que redundará en aumento de la eficiencia del dragado y disminuye la longitud de la tubería de descarga necesaria.

Para esto previamente se realizará un reconocimiento topográfico, eligiendo la que de acuerdo con el volumen a dragar, este disponible y sea la más adecuada, buscando que sea una área baja la que se beneficie con el objeto de lograr -- con esto una carga estática menor.

IV.1 Tarquinas. Se construyen para que cuando se empie-

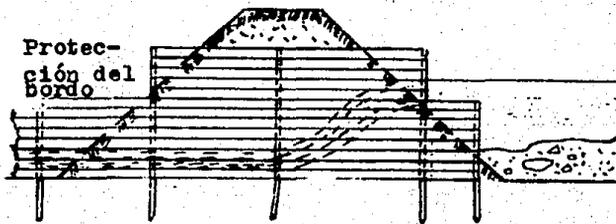
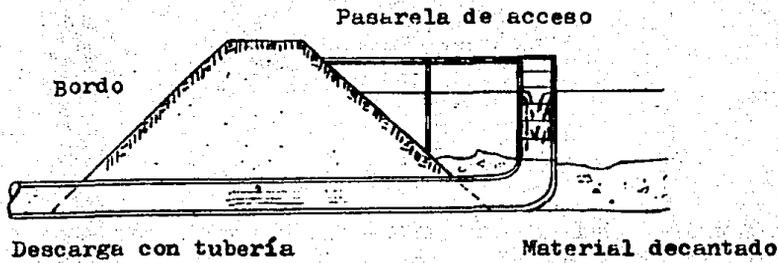
ce a depositar el material se rebalse el agua de la mezcla y así las partículas gruesas se segregen lo menos posible de las partículas finas, las cuales, de no existir el confinamiento tendería a correr hacia las zonas de mayor depresión--causando a la postre problemas serios de consolidación de --suelos y bajo valor de soporte para sustentar las futuras estructuras.

Las tarquinas son provistas de una compuerta para permitir la salida del agua rebalsada una vez que se han depositado los sólidos y se coloca en los puntos más bajos y distantes de la descarga, a fin de que los materiales transportados por el agua, al perder velocidad, se depositen.

Por el problema que implica la erosión de la arena al salir por la compuerta, en el pie de los taludes, es que se colocan costales de arena para impedir tal fenómeno, sin embargo, funciona mejor el colocar tubos de la misma draga con un dispositivo de embudo con rejilla a una cierta altura para que no se obstruya con la basura. La altura del embudo será tal que no se exponga al peligro la estabilidad del bordo al subir el nivel del agua, para ello el nivel del bordo debe ser superior a la altura del nivel de los rellenos en más o menos 50 cm. Ver fig. No. 18.

El agua decantada será regresada a la zona de dragado mediante la construcción de drenes especialmente para ello.

IV.2. Bordos de Retención. Una vez que se determinó la zona de tiro esta deberá protegerse a fin de conformar el material mediante bordos.



Corte transversal.

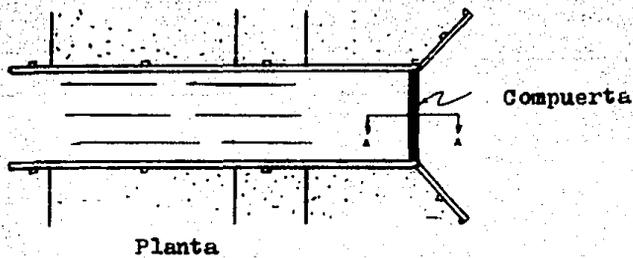


Figura No. 18

La formación de estos bordos, cuando se cuentan con áreas superiores a las necesarias, obedecerá a proteger las partes que evitan el regreso del material al agua, dañe zonas pobladas ó de cultivo.

Los bordos deberán ser, si es posible, de material arcilloso tomado de préstamo del terreno a fin de evitar lo más posible el problema de tubificación, limpiando el área de desplante con tractores, para no construir sobre monte bajo y -- así evitar hoquedades que proporcionarían el rompimiento de los bordos.

Cuando el material no reúne las condiciones requeridas para construir los bordos de retención, entonces se usará material de banco, lo mismo si la zona por rellenar está parcialmente, totalmente o permanentemente inundada.

El bordo será lo suficientemente ancho en su base para soportar el empuje ocasionado por el material de relleno con -- una cota que le permite tener como mínimo 50 cm de libre bordo después de terminado el relleno. El ancho de la corona -- permitirá el tránsito de una persona con el objeto de supervisar los bordos continuamente (por lo menos un metro de ancho), vigilando el estado en que se encuentran.

Los bordos serán bandeados con tractor para darles mejor compactación.

En caso de que el vaso de captación de azolve sea demasiado reducido, se construirán bordos interiores en forma semejante a los de un tanque decantador, con la misma función--

de aumentar la distancia de recorrido.

IV.3. Vertederos. Estos se construirán en el borde en las partes más bajas del terreno o en aquellos más distantes del punto de descarga, estos permitirán la salida del agua - en que va suspendido el material, después de que este se sedimente.

La razón de buscar la mayor distancia entre la descarga - y el vertedor, es la de aumentar la longitud de recorrido - del fluido lo que permite que el agua pierda velocidad propiciando la decantación del material sólido.

Cuando se inicia el paso del material en suspensión por - el vertedor entonces se deberá incrementar la altura de éste, lo que se logra insertando tablones en las ranuras guías que se dejan expreso en los lados de estructura. Es importante el aumento oportuno de los tablones para el buen control - del depósito.

El agua excedente que se vierte fuera del vaso se enviará de regreso al mar, río, etc., drenándola a través de canales construidos con este fin.

Es conveniente que la plantilla del vaso sea desmontada - retirando la yerba y el monte bajo a fin de evitar futuros - asentamientos diferenciales.

**C A P I T U L O**  
**Q U I N T O**

**V. Selección del Equipo de Dragado.**

**V.1. Dragado de Construcción.**

**V.2. Dragado de Mantenimiento.**

## CAPITULO QUINTO.

### V. Selección del Equipo de Dragado.

La mejor manera, a consideración del autor, de presentar este capítulo es a través de trabajar sobre un ejemplo real-tomado del archivo de la Dirección General de Obras Marítimas.

#### V.1. Dragado de Construcción.

Para efectuar un estudio de dragabilidad se tomarán en cuenta los siguientes datos:

1. Antecedentes sobre la obra que se va a efectuar.
2. Reconocimiento de la zona por dragar.
3. Levantamiento topohidrográfico.
4. Determinación de las mareas, corrientes, oleajes, transporte litoral, vientos, etc.
5. Sondeos geológicos para determinar la clase de material que se va a dragar.
6. Plano de sondeo en que se indicará el área de dragado, -- las boyas, o balizas que la delimitan y cuantificación de los volúmenes a dragar.
7. Plan general de operaciones de dragado que comprende:
  - a. Tipo y número de dragas necesarias para la obra.
  - b. Zona de dragado y su delimitación.
  - c. Volumen y clase de material por dragar.
  - d. Zona de tiro.

- e. Turnos de dragado.
- f. Tiempo aproximado necesario para terminar la obra.
- g. Datos complementarios relativos a el abastecimiento de combustibles, etc. Facilidades locales o lugares próximos para la adquisición de refacciones, medios de transporte, etc.

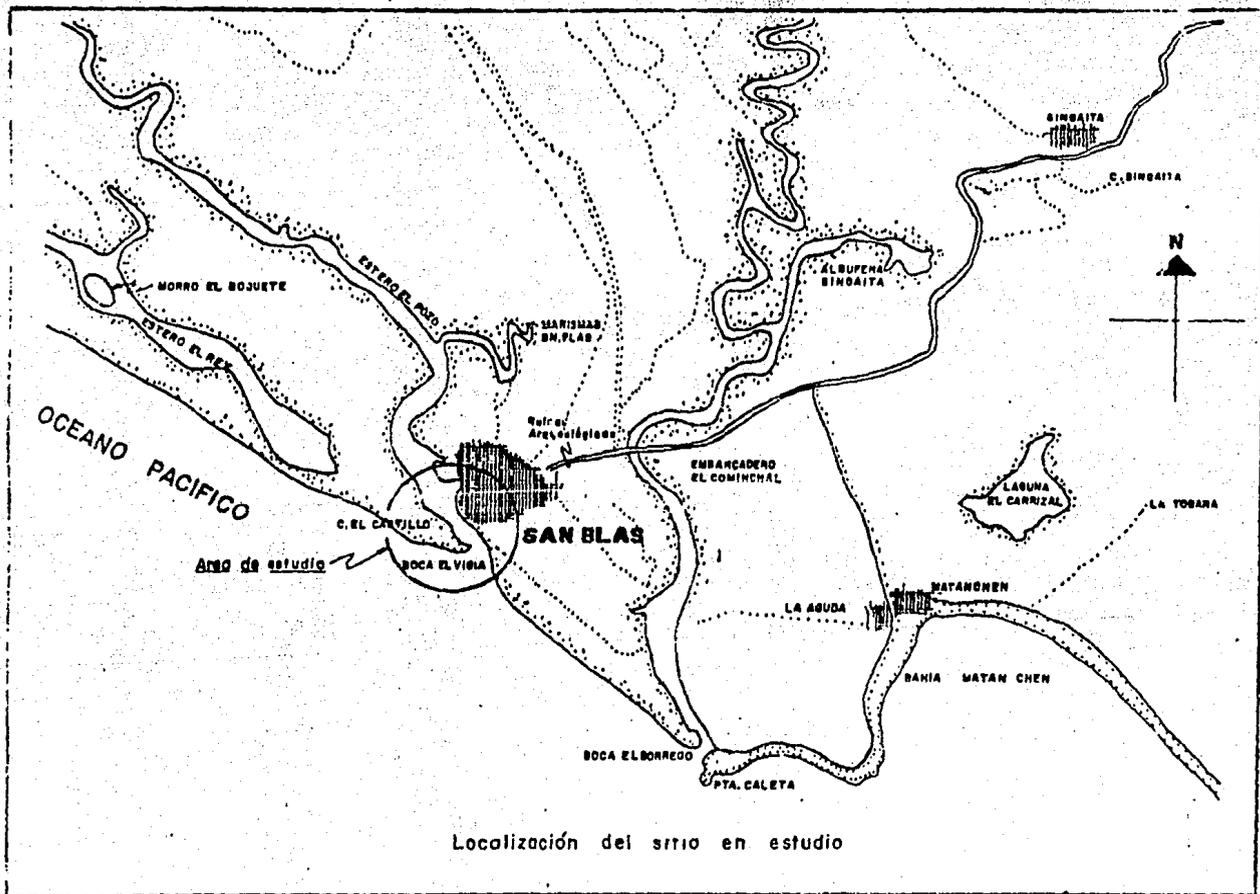
**Ejemplo:**

Estudio de Mecánica de Suelos para la ampliación del Muelle Pesquero Norte, Dragabilidad de la Dársena, San Blas Nayarit.

Antecedentes. La D.G.O.M., hizo las siguientes consideraciones;

Generalidades. Como parte importante del desarrollo de la infraestructura portuaria del estado de Nayarit, la S.C. - T., por conducto de la D.G.O.M., contempla la construcción de un muelle de combustibles y de las prolongaciones de los muelles en San Blas Nayarit; además del dragado complementario de su dársena, de la pavimentación de los accesos a los muelles citados y de dotar a la dársena pesquera de alumbrado y suministro de energía eléctrica.

Descripción del problema. El problema principal que presenta el puerto, es la falta de información necesaria para proyectar los diferentes trabajos requeridos como son: proyección del muelle de combustibles y pavimentar sus accesos, construcción de la pavimentación de 45 m del muelle pesquero-norte, dragar la dársena hasta la elevación -5 m con respecto



respecto al nivel de bajamar media inferior, además se incluye el proyecto de energía eléctrica de la zona.

Los objetivos del estudio efectuado abarcan tres aspectos de los cuales solo uno interesa, de los restantes se tomarán datos que nos ayuden para nuestro objetivo.

Descripción del objetivo. Este objetivo se avoca a la determinación de las características del subsuelo en la dársena, en la futura zona de ampliación del muelle pesquero -- sur y en el área destinada al almacenamiento de combustibles.

#### Generalidades:

Los niveles de proyecto están referidos al nivel de bajamar media inferior (N B M I).

La intensidad media del viento en la zona es de 2 m/s -- con una frecuencia del 73% en dirección NW-SE y cero porcentaje de calmas.

Los datos de mareas que a continuación se listan se obtuvieron por interpolación de los registrados en Puerto Vallarta Jal. y Mazatlan, Sin.

Pleamar máxima registrada.	1.629 m
Nivel de pleamar media superior.	1.046 m
Nivel de pleamar media.	0.955 m
Nivel medio del mar.	0.545 m
Nivel de media marea.	0.548 m
Nivel de bajamar media.	0.137 m
Nivel de bajamar media inferior.	0.000 m

Rajamar mínima registrada

-0.539 m

Condiciones Regionales.

- a. Geología.
- b. Sismicidad.
- c. Medio ambiente.

**Geología.** El Puerto de San Blas se encuentra en la provincia fisiográfica de la llanura Costera del Pacífico, caracterizada por una planicie construida por la evolución de un sistema de deltas que han avanzado paulatinamente hacia el oeste.

La zona está limitada al poniente por un litoral con desarrollo de acumulaciones arenosas, producto de la acción de las corrientes litorales, las mareas y el oleaje que han trabajado los sedimentos deltáicos y dando a la formación de barras, tómbolos y flechas. El bordo oriental de esta zona la construyen las estribaciones de la Sierra Madre Occidental, en donde aparece un conjunto de sierras formadas por unidades rocosas, cuyo rango geocronológico varía del precámbrico al Terciario Inferior y están parcialmente cubiertas por la secuencia volcánica de la Sierra Madre Occidental, secuencia que se vuelve dominante hacia el este.

Particularmente, en el área de estudio se distinguen depósitos de litoral constituidos por arenas finas por gran cantidad de moluscos recientes y algunos boleos de basalto, además de afloramiento de roca basal con diferentes grados de fracturamiento y alteración.

b. Sismicidad. En base a la regionalización sísmica de México, el Puerto de San Blas se ubica en la zona 1, segunda en el orden de actividad creciente entre los cuatro en que se divide al país. Las aceleraciones máximas del terreno correspondientes a periodos de recurrencia de 50 y 100 años son de 50 y 80  $\text{cm/s}^2$ , respectivamente.

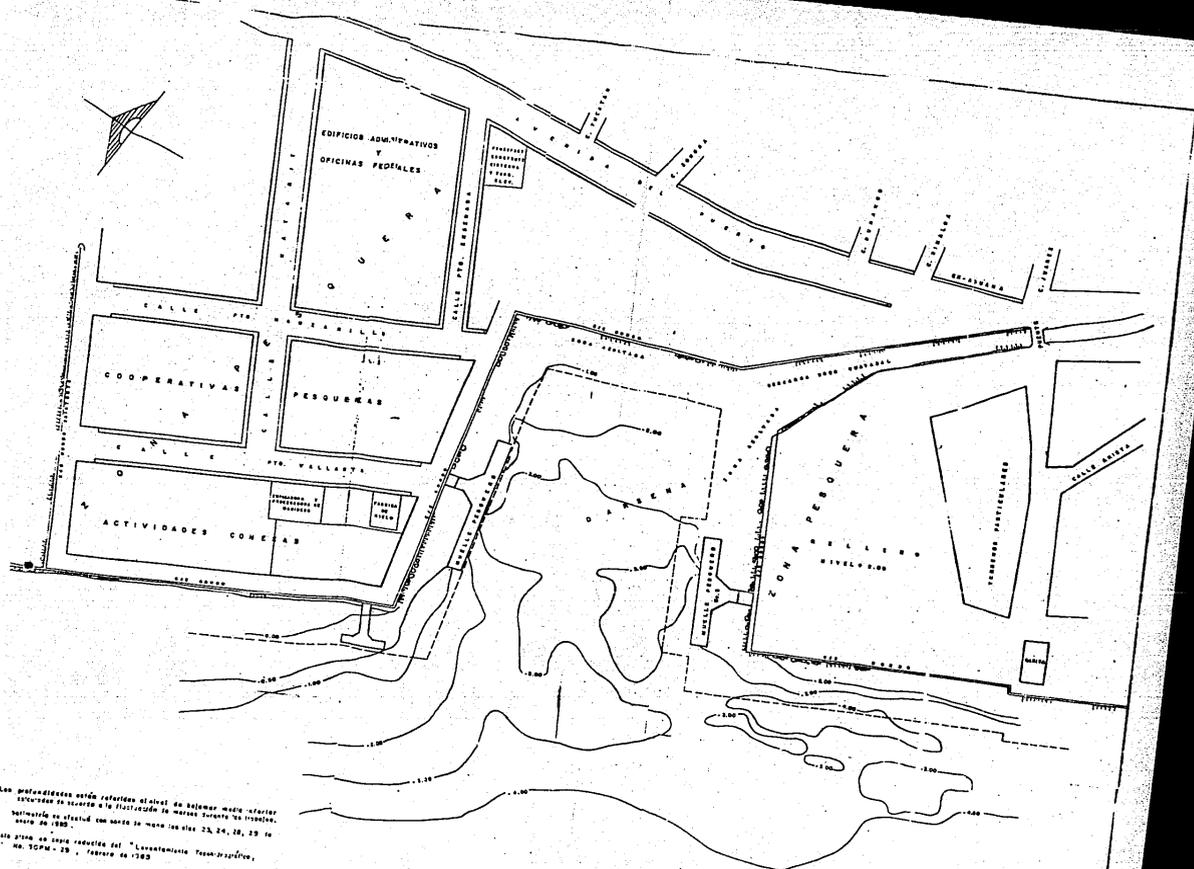
c. Medio ambiente. Según la clasificación Koppen Geiger, el clima de la región es tropical, tipo senegalés, con variaciones térmicas y tiempo seco en invierno. La precipitación media anual es de 1188 mm, con un coeficiente de variación  $T = 32.1$  mm.

En los registros de la S.A.R.H. relacionados con las trayectorias ciclónicas del Pacífico en el período de 1960 a 1980, se observa que ninguno de los 97 ciclones detectados entró al Puerto de San Blas.

Investigación del subsuelo. Los trabajos de exploración y muestreo del subsuelo consistieron en la ejecución de 18 sondeos localizados estratégicamente en agua y tierra firme, complementados con tres pozos a cielo abierto.

Los sondeos ejecutados en el estero requirieron del empleo de una balsa construida de material sintético, debidamente anclada.

Los terminos de referencia de la D.G.O.M., establecieron la necesidad de obtener muestras inalteradas de suelos cohesivos con tubo de pared delgada tipo "Shelby" (norma ASTM D-1587). Sin embargo, la consistencia de los depósitos cohesi-



Las profundidades están referidas al nivel de bajamar más inferior  
 existente en el sector y la fluctuación de mareas Toronto es insignificante.  
 Información en español con base en mapas 23, 24, 28, 29 de  
 mayo de 1965.

Este plano es parte reducida del "Levantamiento Topográfico",  
 No. TCPM - 25, febrero de 1965.

vos detectados a lo largo de la exploración del subsuelo fué tal que impidió el empleo del procedimiento descrito.

En vista de lo anterior, todos los sondeos se ejecutaron según el procedimiento de penetración estándar (norma ASTM - D-1586) recuperando muestras alteradas y representativas midiendo la resistencia a partir del número de golpes "N" dados con un martinete de 63.5 Kg de peso y altura de caída libre de 76 cm, para hincar 30 cm el muestreador de 5 cm y 3.5 cm de diámetro exterior e interior, respectivamente.

En los depósitos con predominio de boleos se avanzó con broca tricónica, alternando el avance con pruebas de penetración estándar para detectar posibles cambios en las características del subsuelo.

Para definir las características superficiales del subsuelo en las vialidades proyectadas, se llevaron a cabo tres pozos a cielo abierto excavados hasta una profundidad máxima de 1.68 m, la existencia del nivel freático limitó su profundización. De sus paredes se obtuvieron muestras representativas, así como el material suficiente para reproducir en el laboratorio las condiciones de compacidad del terreno natural, dada la imposibilidad física de obtener muestras inalteradas tipo cúbica.

Del análisis de los perfiles se observa que el subsuelo es compatible con la descripción geológica antes mencionada encontrándose predominantemente depósitos de material litoral compuestos por arenas poco limosas de compacidad baja a

media con gran cantidad de moluscos recientes (conchas). Le subyacen suelos residuales formados por combinaciones de limo y arcilla con diferentes cantidades de arena fina, de consistencia generalmente alta, finalmente se detectan los inicios del manto rocoso representado por boleos y gravas empacadas en arena limosa.

Como el problema esta enfocado más que nada a tratar lo referente a dragado solo mostraremos los resultados de los ensayos de laboratorio hechos en la área de la dársena. En esta área se llevó a cabo dos muestreos y son; SP - 6, SM - 12, SP - 6 :

a. Clasificación según procedimientos manuales y visuales del SUGS.- arena fina y poco limosa, de compacidad baja a media con pedacería de conchas y vestigios de materia orgánica valores bajos en la parte superficial. Para los suelos comprendidos entre las elevaciones -5 y -7 m los valores oscilan de 0 a 30 golpes.

b. Contenido de agua (W).

W : 16 a 54%

c. Porcentaje de partículas finas o fracción que pasa la malla número 200 (F) ; F : 8 a 45%

d. Límites de consistencia líquido y plástico (LL y LP).

LL : 60%

LP : 36%

e. Peso específico relativo (Ss)

Ss : 2.63 a 2.67

f. Contenido de materia orgánica (CMO).

CMO : 0.7 a 1.67%

g. Contenido de carbonato de calcio (CC).

CC: 11 a 93%

h. Número de golpes (prueba penetración estándar) (N).

N : 0 a 21 golpes.

SM - 12 :

a. Suelos cohesivos compuestos por arcilla limosa, arcilla y limo, contenidos variables de arena fina media, firmes a duros, con algunas gravas y pedacería de concha aislada.

Propiedades:

W : 25 a 77%

F : 50 a 77%

IP: 31 a 33%

LL: 58 a 65%

Ss: 2.68 a 2.69

CC: 9 a 19%

N : 11 a 49 golpes.

Con el fin de dar acceso a embarcaciones sardineras a la dársena y al muelle de combustibles, se contempla dragar esta área y el canal de acceso hasta la elevación -5.0 m con respecto al N.B.M.I, debido a que el calado en estas embarcaciones es de 3.75 m a caja máxima.

De acuerdo a los estudios hechos podemos decir que, el --

subsuelo de la dársena esta constituido por depositos de litoral, arenas con gran cantidad de conchas y algunas gravas finas, que sobreyacen arcillas y limos arcillosos muy firmes aduros. Adicionalmente, en la parte oriente de la dársena se define un estrato superficial formado por arenas muy sueltas y azolve.

La información obtenida con fines de dragado se comenta a continuación.

a. El número de golpes para los suelos localizados entre el fondo de la dársena y la elevación -5.0 m varia de 0 a 14, concentrandose los valores bajos en la parte superficial. Para los suelos comprendidos entre las elevaciones -5.0 y -7.0 m, los valores oscilan de 0 a 30 golpes.

b. Granulometría. Las granulometrías muestran un predominio de tamaños correspondientes a arenas con algunos tamaños propios de gravas finas. Los suelos en general pueden clasificarse como arenas mal graduadas y arenas limosas, con tamaño máximo de 12.5 mm.

c. Permeabilidad. Determinada a partir de 10 pruebas con permeámetro de carga variable, oscila entre  $1.9 \times 10^{-2}$  y  $3.0 \times 10^{-4}$  con un valor medio de  $5 \times 10^{-3}$  representativo de una permeabilidad baja típica de una arena limosa.

d. Densidad de sólidos. Para los suelos muestreados en los sondeos mencionados varían entre 2.60 y 2.69 con valor medio de 2.65

e. Forma y dureza de los granos. Se notan que predominan -

nan las formas subangular y las subredondeadas en los materiales localizados por encima del nivel de dragado. La dureza extrema es de 6.5 y 7 según escala de Mohs, aunque al predominar las conchas, se alcanza una dureza de 3 en la misma escala.

f. Contenido de carbonato de calcio. Los valores de este parámetro van desde un mínimo de 9% a un máximo de 93%. - Para los datos obtenidos hasta la elevación -5.0 m aproximadamente, el valor medio es de 47%.

g. Contenido de materia orgánica. Este parámetro varía entre 0.7 y 2% valores que pueden considerarse muy bajos.

h. Granulometría de suelos finos. Se aprecia que los materiales predominantes corresponden a limos con 25% de partículas menores de 0.010 mm.

i. Viscosidad. Los valores obtenidos oscilan entre 2.5- y 48.2 centipoises al variar el contenido de sólidos diluidos entre el 5 y el 25% con un valor promedio de 23.1 centipoises para 15% de sólidos. El agua empleada para prepararlas mezclas fué tomada de la dársena.

Con apoyo en esta información se concluye que la dársena y el acceso al muelle de combustibles pueden dragarse con un equipo de succión capaz de disgregar y remover el material ubicado entre el actual fondo marino y la elevación. -5.0 m induciendo velocidades de arrastre apropiadas.

De acuerdo con el criterio de Masa y García, la veloci-

dad crítica para el arrastre de partículas no cohesivas es--  
ta definida como:

$$V_c = 1.11 \frac{(d)}{D_{84}}^{0.05} \left( \frac{s - w}{w} \right) g D_{84}^{0.5}$$

Donde:

$V_c$ , Velocidad crítica de arrastre (m/s)  $d$ , tirante (m).

$D_{84}$ , Diámetro por el que pasa el 84% del material en peso.

$s$ , Peso volumétrico de los sólidos (t/m<sup>3</sup>)

$w$ , Peso volumétrico del agua (t/m<sup>3</sup>)

$g$ , Aceleración gravitacional (m/s<sup>2</sup>)

Para un tirante máximo de 5.5m,  $s=2.65$  y  $D_{84}=4.4$  mm, la-  
velocidad debe ser mayor de 0.69 m/s para lograr un arrastre.  
Entonces la potencia de la bomba debe ser la necesaria para-  
inducir esta velocidad en la boca de succión.

Para calcular el rendimiento de bombeo debe considerarse  
que los pesos volumétricos del fluido agua-suelo oscilan en-  
tre 1.11 y 1.44 t/m<sup>3</sup>, al variar la concentración de sólidos-  
entre 5 y 25% según se muestra en la siguiente tabla:

% de Sólidos	Peso volumétrico agua-suelo t/m <sup>3</sup>
0	1.03
5	1.11
10	1.19
15	1.28
20	1.36

25

1.44

Los suelos removidos durante las operaciones de dragado podran conducirse facilmente por tubería hasta la zona de tiro.

Los volúmenes a dragar son:

Dársena de maniobras	70,026.00 m <sup>3</sup>
Dársena de forma irregular	10,430.00 m <sup>3</sup>
Canal de navegación	85,191.00 m <sup>3</sup>
Canal de acceso:	
Veril lado oeste	3,552.00 m <sup>3</sup>
Veril lado este	5,844.00 m <sup>3</sup>
	<u>175,043.00 m<sup>3</sup></u>

V.2. Dragado de mantenimiento. Partiendo de la definición -- "Es el que tiene que efectuarse en forma periódica, permanente o eventualmente, para mantener la profundidad en los puertos", podemos decir que este tipo de dragado se hará con menos requisitos, al existir todos los estudios al haberse planeado la construcción de la obra con anterioridad.

Podemos decir que se tomarán en cuenta los siguientes datos:

1. Antecedentes sobre la obra que se va a efectuar.
2. Costo de la obra.
3. Reconocimiento de la zona para dragar.
4. Levantamiento topohidrográfico.
5. Plano de sondeo en que se indicará el área de dragado (determinación de ella) cuantificación de los volúmenes

nes a dragar.

6. Plan general de operaciones de dragado que comprende:

- a. Tipo de draga a utilizar
- b. Calse de material por dragar.
- c. Zona de tiro.
- d. Turnos de dragado.

Por otro lado cabe mencionar que, los indirectos que más influyen en el costo de los dragados es el traslado del equipo por lo que es importante considerar los volúmenes a dragar ya que estos deberán amortizar los gastos de traslado. Esta es la razón por la que el Gobierno Federal realiza los trabajos de mantenimiento por administración ya que generalmente se trata de volúmenes reducidos de material.

actividades tanto del mantenimiento preventivo como el correc  
tivo deberán tener un lugar preponderante con el objeto de e-  
vitar lo más posible tiempos "muertos" y tener una eficiencia -  
alta en lo que correponde a personal y equipo.

## CONCLUSIONES

Después de haber presentado la información anterior podemos concluir;

a). La importancia que tiene la tarea de dragado marino, manifestandose en una sofisticada tecnología y la importante inversión que ésta significa por parte de los países (sobre todo aquellos que tienen posibilidades económicas), así como el esfuerzo tan importante que algunos, como nuestro país, realizan para tener este servicio, el lector sabrá reconocer la insuficiencia de éste esfuerzo y la necesidad que se deriva como país de extensos litorales, de aprovechar al máximo y adecuadamente el equipo tanto auxiliar como principal de el dragado marino.

b). Queda manifiesto el papel que juega el factor experiencia que el personal deberá tener en las tareas de el dragado marino para llevar a cabo una mejor selección del equipo respondiendo a las necesidades del lugar y utilizando el equipo existente. De el anterior párrafo se desprende la especialización que de esta tarea se ha llegado a hacer en la Ingeniería Civil y en el equipo a utilizar.

c). La presentación de el equipo que intervienen en las tareas del dragado marino nos lleva a poseer diferentes alternativas de solución de la operación misma y de las tareas colaterales ante una necesidad específica.

d). También se desprende que, la especialización y el tiempo invertido en la producción de dicho equipo conlleva un elevado costo lo que indica que toda actividad dirigida al dragado es de un costo elevadísimo. Esto resulta en que las -

## APENDICE I.

### RENDIMIENTOS MEDICOS DE DRAGAS.

Estacionaria. En la parte correspondiente, en el capítulo II, se presenta una tabla donde se dan los rendimientos - medios reales. Ahora en esta parte del apéndice se presenta un ejemplo real obtenido para fines ilustrativos de una draga estacionaria la "VERACRUZ II" cuyas características se enumeran en este mismo apéndice en la parte correspondiente - a la población nacional de dragas y sus características.

En este ejemplo se muestran, enumerados, conceptos que - forman parte del trabajo de dragado y son como sigue:

1. Localización. Este punto se refiere a la localización del sitio donde se requiere el trabajo de dragado tam bién la zona de tiro.
2. Tipo de obra. Aquí se presenta la necesidad o naturaleza del dragado (si es de conservación o de construc ción).
3. Descripción. Se enumeran los trabajos y sus caracte- rísticas necesarias.
4. Justificación. Trata de justificar la necesidad de -- realizar el trabajo de dragado.
5. Objetivo. Aquí se trata de responder a la interrogan- te ¿ Para que nos servirán los trabajos a realizar ?
6. Metas. Se plantean las metas que se persiguen para -- dar cumplimiento a los trabajos necesarios.

7. Costo. Se presenta el costo de la obra de dragado. - Como se sabe este punto es muy variable y aún más en este tiempo donde el fenómeno inflacionario presenta la conocida inestabilidad.
8. Recursos Materiales. Esta parte enumera las partes - fundamentales de la draga que se encargará de realizar el trabajo de dragado.
9. Equipo Auxiliar Básico. Enumera el equipo auxiliar - básico necesario para las funciones de la operación - de dragado.
10. Equipo Auxiliar de Descarga. Enumera el equipo necesario y sus dimensiones utilizado para transportar y descargar el material producto del dragado.
11. Recursos Humanos. En esta parte se presenta el personal de la draga que de alguna manera está relacionado con las funciones de a bordo para llevar a cabo el trabajo de dragado.

En la página correspondiente al Programa se presenta la memoria de cálculo de la producción por turno y vemos por ejemplo que de la producción por turno;  $P = 3,085 \text{ m}^3$  por turno tenemos que su rendimiento o capacidad de producción, -- considerando que el turno es de 8 Hs;  $R = 3,085/8 = 385.63 \text{ -- m}^3/\text{Hr}$ , si relacionamos éste resultado con la tabla antes -- mencionada podemos decir que la draga en estudio trabaja en forma aceptable.

En la última hoja correspondiente al control del programa

**LOCALIZACION**

Estado SONORA  
 Municipio GUAYMAS  
 Lugar GUAYMAS  
 Zona Dársenas de Pemex y muelle de patio  
 bandas Este y Sur.  
 Zona de Tiro Morro Inglés

**TIPO DE OBRA** Conservación-construcción

**DESCRIPCION** Ampliación dársena de Pemex con área aproximada de 85,000 m<sup>2</sup>., a -10.50 m. y dársenas del muelle de patio bandas Este y Sur a -11.00m.

**JUSTIFICACION** Obra de apoyo a enérgéticos y comercial.- Incrementar el desarrollo petrolero y comercial de la región.

**OBJETIVO** Permitir el ataque y maniobras de las embarcaciones petroleras y comerciales de mayor capacidad.

**METAS** Dragar 290,000 m<sup>3</sup>. en 32 días efectivos de operación (un mes y tres semanas de calendario aproximadamente).

## EQUIPO AUXILIAR BASICO

## CONCEPTO REQUERIDO EXISTENTE FALTANTE

Remolcador

Chalan

Lancha 1 1 (L.D.-81) 0

Otros

## EQUIPO AUXILIAR DE DESCARGA

## CONCEPTO REQUERIDO EXISTENTE FALTANTE

	300 m.terrestre	308 m.terrestre	
Tuberia	<u>1250 m flotante</u>	399 m. flot.habilitada	0
	1550 m. total	<u>862 m. por habilitar</u>	
		1569 m. total	

Conexiones	39 pzas.	72 pzas.	0
	(para 862 m.)		

Flotadores	112 pzas. (27")	149 pzas. (27")	
	(para 862 m.)	46 "medianas (16/20")	0
		13 mancuernas(16/20")	

Otros	360 m.manguera.(24")	362 m.manguera (24")	
	390 m.manguera(20")	394 m.manguera (20")	0

RECURSOS HUMANOS		REQUERIDO	EXISTENTE
C U B I E R T A	CAPITAN		1
	1er OFICIAL DE CUBIERTA		1
	2do OFICIAL DE CUBIERTA		
	3er OFICIAL DE CUBIERTA		1
	DRAGADOR		4
	AYUDANTE DE DRAGADOR		4
	TIMONEL		
	CONTRAMAESTRE		3
	PATRON DE LANCHA		3
	CARPINTERO		1
	VIGILANTE		1
	JEFE DE PONTONEROS		
	PONTONERO		6
	MARINERO		10
	OTROS operador de grúa		1
	SUBTOTAL		36
	M A Q U I N A S	JEFE DE MAQUINAS	
1er OFICIAL DE MAQUINAS			1
2er OFICIAL DE MAQUINAS			1
3er OFICIAL DE MAQUINAS			1
ELECTRICISTA			2
AYUDANTE DE ELECTRICISTA			1
MECANICO			5
MAQUINISTA AUXILIAR			
MOTORISTA			
AYUDANTE DE MOTORISTA			
TORNERO			
SOLDADOR			2
AYUDANTE DE SOLDADOR			1
LIMPIAPLANCHAS			5
ENGRASADOR			.5
OTROS 4° oficial de maquinas		1	
SUBTOTAL		26	
S E R V. D E A P O Y O	RADIO-OPERADOR		
	ADMINISTRATIVO		1
	AYUDANTE ADMINISTRATIVO		1
	MAYORDOMO		1
	COCINERO		4
	AYUDANTE DE COCINERO		1
	CAMARERO		1
	OTROS		
SUBTOTAL		9	
GRAN TOTAL.			71

## MEMORIA DE CALCULO DE LA PRODUCCION POR TURNO

## PROGRAMA

Drago: "VERACRUZ II"Area Sección Descargo = A (m<sup>2</sup>) 0,37Lugar: Guaymas, Son.Zona Dársenas de Pemex y muelle de PatioTipo Material: Fango y arena finabandas Este y Sur Clave ED03 y ED01.

PARAMETROS	CONSIDERADOS	FORMA DE OBTENCION DE PARAMETROS		
		ESTIMADOS POR	MEDIDOS POR	
		DIRECCION TECNICA	SUPERINTENDENCIA	DIRECCION TECI
Fecha		Junio de 1985		
Velocidad de descargo	V (m/seg).	5,00		
Porcentaje de sólidos	(%).	10		
Tiempo de bombeo	T (hra.).	4,65		
Producción por turno	P (m <sup>3</sup> ).	3,085		

Ecuación del calculo  $P = 3600 A V \% T$ 

3600 seg. x 1 hora, ya que la velocidad está dada en m/seg.

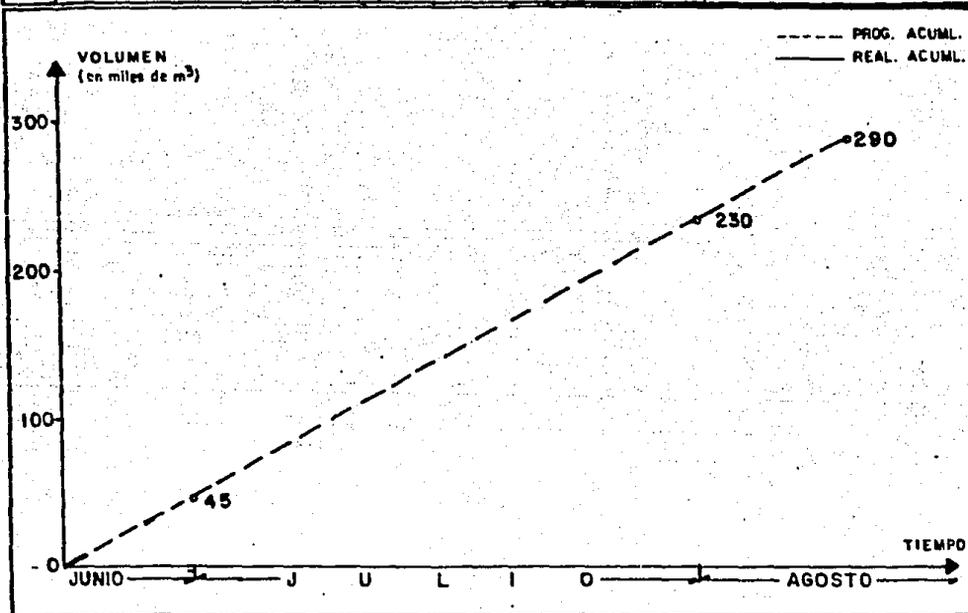
VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	DURACION TURNOS	TURNOS		CALENDARIO DE OPERACIONES Y PRODUCCION MENSUAL (miles m <sup>3</sup> )											
		POR DIA	POR MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	
290,000	94	3	60							45	185	60			

COSTOS:

UNITARIO \$ 1,245.00 POR TURNO \$ 3'840,825POR DIA \$ 11'522,475MENSUAL \$ 230'325,000 TOTAL \$ 361'050,000

INICIO Junio TURNOS/DIA: 3 INICIO: \_\_\_\_\_ TURNOS/DIA: \_\_\_\_\_  
 VOLUMEN: 290,000 (m<sup>3</sup>) DURACION: 1.5 (meses calendario) VOLUMEN: \_\_\_\_\_ (m<sup>3</sup>) DURACION: \_\_\_\_\_ (meses calendario)  
32 (días efectivos) VOLUMEN: \_\_\_\_\_ (m<sup>3</sup>) DURACION: \_\_\_\_\_ (días efectivos)  
 PROD./MES: 185,000 (m<sup>3</sup>) 94 (turnos) PROD./MES: \_\_\_\_\_ (m<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_ (turnos)

DRAGA		CALENDARIO Y PRODUCCION (en miles de m <sup>3</sup> )		
		JUNIO	JULIO	AGOSTO
POSIBILIDAD	"VERACRUZ II"	45	185	80
REALIZADO				



ma se deberá confrontar lo programado con lo realizado, es decir, se estimará el avance de obra.

Autopropulsadas. En la parte correspondiente, en el capítulo II, se indican los parámetros que influyen para la determinación del rendimiento de este tipo de dragas. A fin de no duplicar información, presento un ejemplo real del trabajo de una draga la "GUADALUPE VICTORIA". Este ejemplo es similar al anterior, enumera los conceptos que forman parte del trabajo de dragado. Los conceptos formadores de este ejemplo son también similares la diferencia, debido a las características propias de la draga, es el programa (memoria de cálculo de la producción por turno).

El rendimiento se obtendrá, entonces, dividiendo la producción por turno entre la duración propia del turno (8 horas).

Notará el lector que en la página correspondiente al programa en la parte donde dice "estimados por dirección técnica" aparecen dos columnas, esto se debe a las condiciones y características óptimas y desfavorables.

**LOCALIZACION**

Estado VERACRUZ  
 Municipio VERACRUZ  
 Lugar VERACRUZ  
 Zona Canal de acceso, dársena de Pemex y para metro muelles discales.  
 Zona de Tiro A 2.5 millas al Sur de las escolleras al mar.

**TIPO DE OBRA** Conservación.

**DESCRIPCION**

Canal de acceso de 150 m. de ancho a --  
 -12.00 m. dársena de forma irregular a--  
 -12.00 m. y paramento muelles fiscales--  
 a 10.00 m. de profundidad.

**JUSTIFICACION**

Obra de apoyo comercial y a enérgicos--  
 Incrementar el desarrollo comercial y --  
 petrolero de la región.

**OBJETIVO**

Permitir el libre acceso, ataque y manio  
 bras de las embarcaciones comerciales y--  
 petroleras.

**METAS**

Dragar 160,000 m<sup>3</sup>. en 32 días efectivos  
 de operación (dos meses de calendario -  
 aproximadamente).

## EQUIPO AUXILIAR BASICO

CONCEPTO	REQUERIDO	EXISTENTE	FALTANTE
Remolcador			
Chalan			
Lancha	3	L.D.-49 L.D.-50 L.D.-94 L.D.-104	0
Otros			

RECURSOS HUMANOS		REQUERIDO	EXISTENTE
C U B I E R T A	CAPITAN		1
	1er OFICIAL DE CUBIERTA		1
	2do. OFICIAL DE CUBIERTA		1
	3er. OFICIAL DE CUBIERTA		1
	DRAGADOR		5
	AYUDANTE DE DRAGADOR		4
	TIMONEL		3
	CONTRAMAESTRE		
	PATRON DE LANCHA		2
	CARPINTERO		
	VIGILANTE		1
	JEFE DE PONTONEROS		
	PONTONERO		
	MARINERO		9
OTROS			
SUBTOTAL		28	
M A Q U I N A S	JEFE DE MAQUINAS		1
	1er OFICIAL DE MAQUINAS		1
	2er. OFICIAL DE MAQUINAS		1
	3er. OFICIAL DE MAQUINAS		2
	ELECTRICISTA		1
	AYUDANTE DE ELECTRICISTA		
	MECANICO		5
	MAQUINISTA AUXILIAR		
	MOTORISTA		
	AYUDANTE DE MOTORISTA		
	TORNERO		2
	SOLDADOR		
	AYUDANTE DE SOLDADOR		1
	LIMPIAPLANCHAS		3
ENGRASADOR		2	
OTROS			
SUBTOTAL		19	
S E R V. D E A P O Y O	RADIO-OPERADOR		1
	ADMINISTRATIVO		2
	AYUDANTE ADMINISTRATIVO		1
	MAYORDOMO		2
	COCINERO		1
	AYUDANTE DE COCINERO		2
	CANARERO		1
OTROS			
SUBTOTAL		9	
GRAN TOTAL.			56

# MEMORIA DE CALCULO DE LA PRODUCCION POR TURNO. PROGRAMA

Drago: "GPE VICTORIA"

Capacidad de la tolva 2,500/3,000 m<sup>3</sup>

Lugar: Veracruz, Ver.

Zona Canal de navegación y dársenas de Pemex

Tipo de Material: Arena fina, gruesa suelta

y fiscal Clave EC02, ED02, ED03, ED04

fango y conchuela (AF2C, AF3F)

ED05, ED06, ED08.

PARAMETROS CONSIDERADOS	FORMA DE OBTENCION DE PARAMETROS		
	ESTIMADOS POR		M E D I D O S P O R
	DIRECCION TECNICA		SUPERINTENDENCIA DIRECCION TECNICA
Fecha	Junio de 1986.		
Duración del ciclo I (hrs.)	3.80	3.60	
Volumen sólidos en tolva V (m <sup>3</sup> )	1.400	1.500	
Tiempo útil por turno T (hrs.)	5.95	6.75	
Producción por turno P (m <sup>3</sup> )	2.190	2.815	

Ecuación del cálculo =  $P = \frac{T}{I} V$

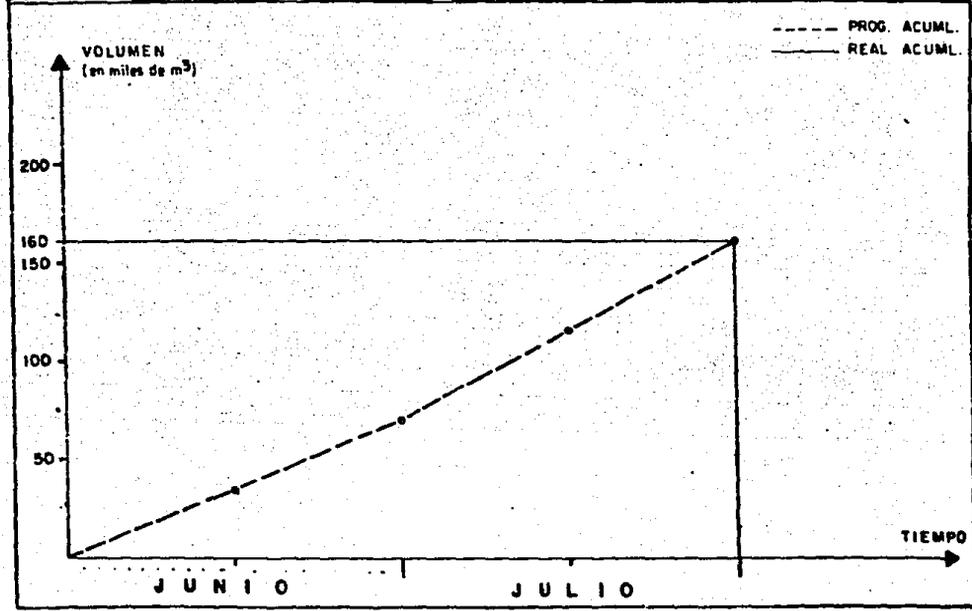
(a) (b)

- a) Producción de 70,000 m<sup>3</sup>/mes.
- b) Producción de 90,000 m<sup>3</sup>/mes.

VOLUMEN m <sup>3</sup>	TURNOS		CALENDARIO DE OPERACIONES Y PRODUCCION MENSUAL										
	POR DIA	POR MES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.
160,000	2	32							70	90			

PROGRAMADO	REALIZADO
INICIO <u>Junio</u> TURNOS/DIA <u>2</u>	INICIO _____ TURNOS/DIA _____
VOLUMEN <u>160,000</u> (m <sup>3</sup> ) DURACION <u>2</u> (meses calendario) <u>32</u> (dias efectivos)	VOLUMEN: _____ (m <sup>3</sup> ) DURACION _____ (meses calendario) _____ (dias efectivos)
PROD./M <sup>3</sup> s <u>80,000</u> (m <sup>3</sup> ) (PROMEDIO) <u>64</u> (turnos)	PROD./M <sup>3</sup> s _____ (m <sup>3</sup> ) _____ (turnos)

	DRAGA	CALENDARIO Y PRODUCCION ( en miles de m <sup>3</sup> )			
		JUNIO		JULIO	
		PROGRAMADO		<u>35</u>	<u>35</u>
REALIZADO					



## APENDICE II.

### USO DE METODOS OPTICOS Y ACUSTICOS EN EL POSICIONAMIENTO DE EQUIPOS Y LEVANTAMIENTOS TOPOHIDROGRAFICOS.

Una vez que se han registrado las profundidades por medio de ecosonda o sondaleza se procede a situarlos y en función de la distancia existente entre el punto y tierra se usarán los dos siguientes métodos:

1. Levantamientos topográficos convencionales.
2. Levantamientos con sistema Shoran, Loran o Decca.

1. Levantamientos Topográficos Convencionales. Dependiendo del tipo de trabajo que se efectuará, pueden ser:

- 1.a. Marcaciones a ojo con objetos en tierra.
- 1.b. Con una enfilación y un aparato.
- 1.c. Con una enfilación y dos aparatos.
- 1.d. Enfilación y carrete.
- 1.e. Enfilación y sextante.

1.a. Marcaciones a ojo con objetos en tierra. En este método se recurrirá al seccionamiento paralelo a la costa o márgenes para reconocimientos preliminares con escandallo o ecosonda, como lo muestra la figura (A.1).

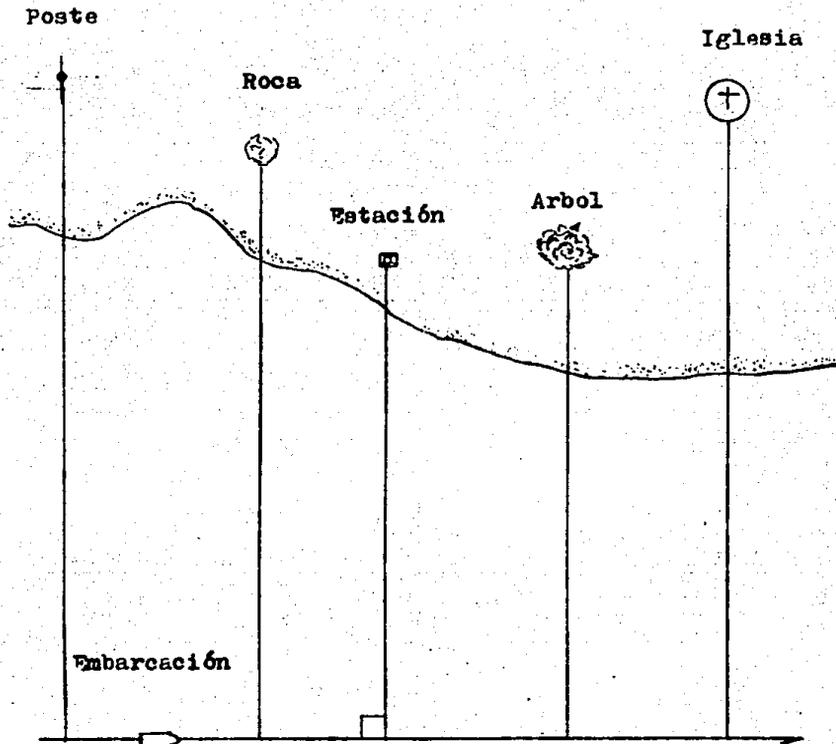


Fig. No. A.1 Marcaciones a ojo con objetos en tierra

1.b. Con una enfilación y un aparato. Este método se usará - en caso de que el lugar este protegido y no exista corriente, se enfila una lancha sobre las marcaciones, usando un teodolito para tomar el ángulo entre la lancha donde va instalado el ecosonda y la línea de base.

En este método el aparato deberá colocarse en la línea de base, lo suficientemente retirado de la sección que se este sondeando a fin de evitar lecturas erróneas.

Se situarán puntos a cada 10 o 15 m, en función de la longitud de la sección, de la irregularidad del fondo, de la importancia del trabajo y de la destreza del topógrafo. En caso de que el trabajo se lleve a cabo con ecosonda y los puntos localizados no fueran suficientes, se pueden interpolar otros puntos, dado que se cuenta con una gráfica continua. Fig. No. A.2.

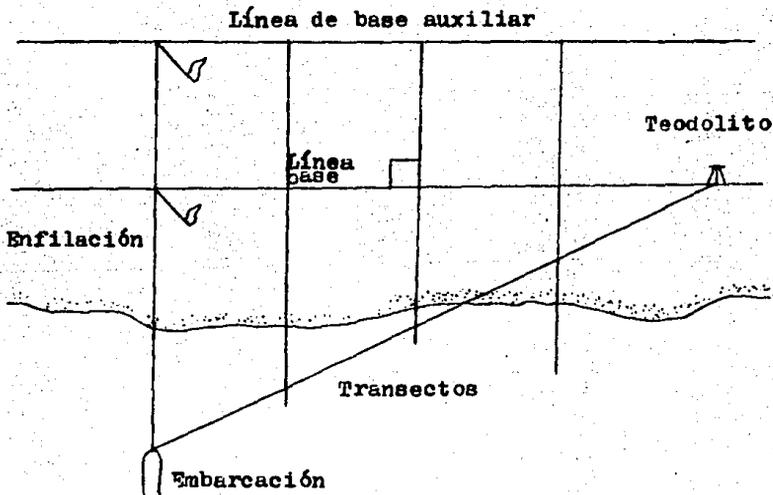


Fig. No. A.2 Con una enfilación y un aparato.

1.c. Con una enfilación y dos aparatos. Si se requiere mayor precisión o no es posible mantener la embarcación completamente enfilada, se utilizan dos aparatos en tierra que a una señal, marcarán la lancha quedando situada la sonda por intersección de los ángulos con respecto a la línea base. Aunque a veces los puntos no quedan sobre las enfilaciones éstos son de gran utilidad para efectuar un levantamiento ordenado. Fig. No. A.3.

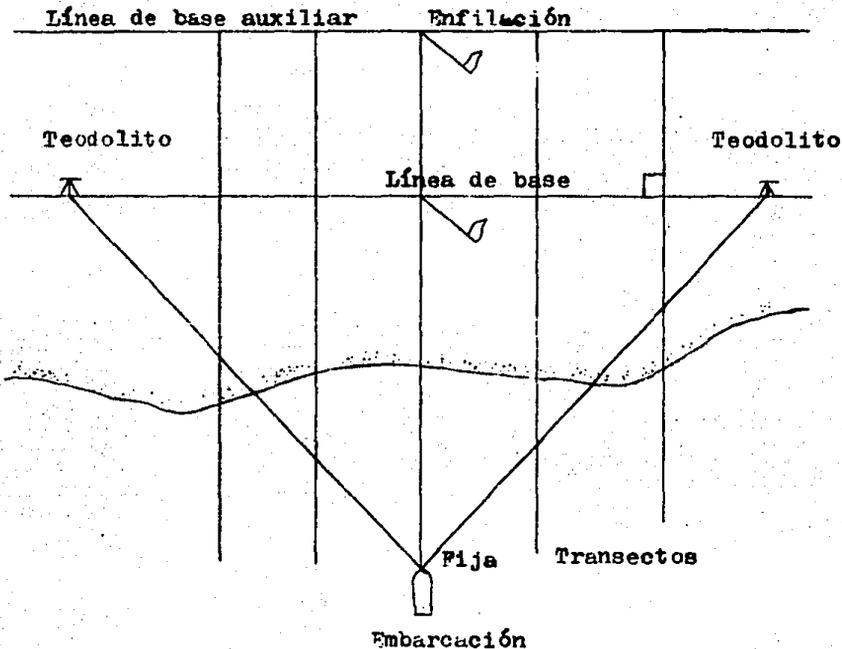


Fig. No. A.3 Con una enfilación y dos aparatos  
(Por intersección de ángulos).

1.d. Enfilación y Carrete. Este método es recomendable para áreas pequeñas (barrenos de muelle principalmente) se trabaja con enfilaciones y en carrete de alambre marcado a cada 5 o 10 m.

El carrete se lleva a bordo de la lancha y el extremo libre se deja en tierra en cada estación.

Llevando la lancha enfilada cada vez que pase una marca en el alambre, se le envía un impulso a la gráfica de la ecosonda o se bota la sondaleza. Fig. No. A.4.

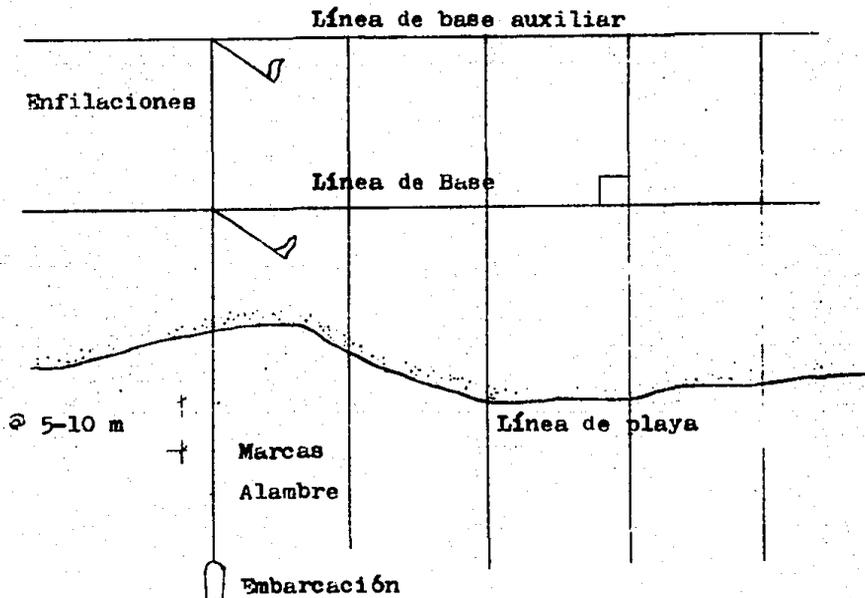


Fig. No. A.4 Enfilación y Carrete.

1.e. Enfilación y Sextante. En este método solo se requiere tener en tierra señaleros pues el ángulo con respecto a las enfilaciones se toma desde a bordo. La separación de las secciones dependerá del trabajo que se ejecute pero normalmente, esta varía entre 20 y -- 100 m. Fig. No. A.5.

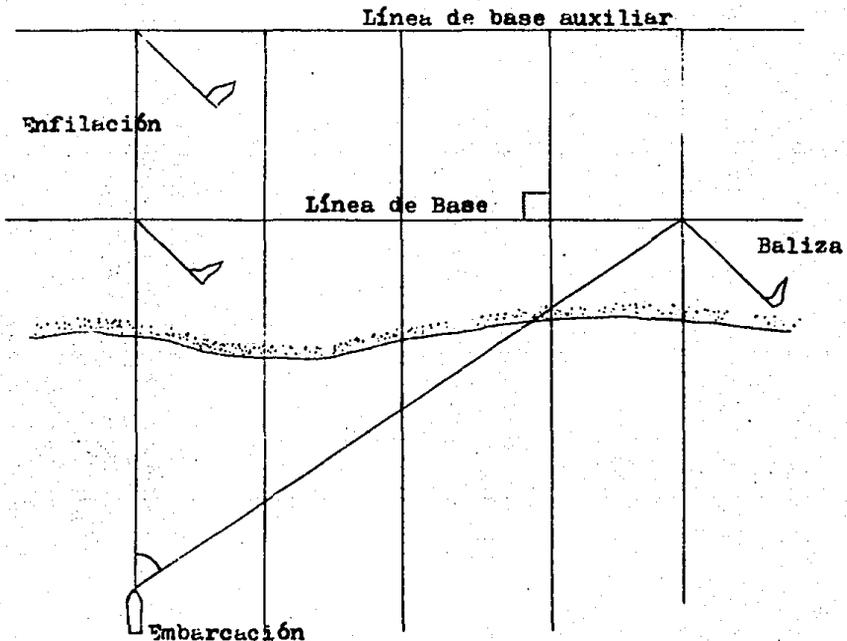


Fig. No. A.5 Enfilación y Sextante.

## 2. Levantamientos con sistema Shoran, Loran ó Decca.

Generalmente todos los equipos trabajan en base al mismo principio, dos transmisores en puntos en tierra definidos - (Estaciones esclavas) que emiten una señal de radio, situando el punto en alternar por intersección.

Este sistema se usa para trabajos muy alejados de la costa, no siempre aplicado para drapado pues la mayoría de su uso es aplicado a trabajos hidrográficos o para localización de estructuras mar adentro (plataformas de perforación monoboyas, etc.).

Su aplicación consiste en localizar con precisión boyas que limiten el área a levantar y apoyandose en estos marcos efectuar el levantamiento a bordo de una embarcación con ecosonda mandándole impulsos al papel a intervalos regulares de tiempos. Fig. No. A.6.

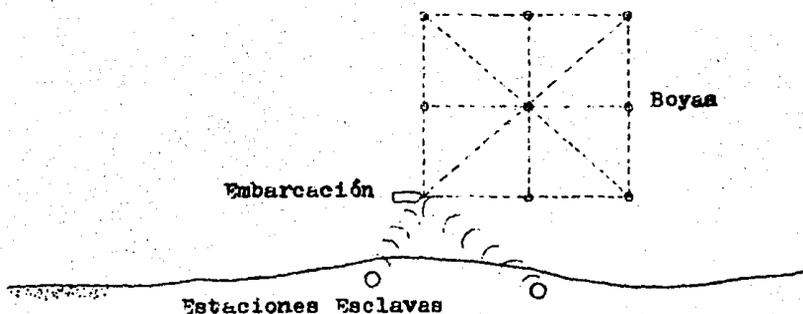


Fig. No. A.6 Levantamiento con el sistema Shoran, Loran ó Decca.

### APENDICE III

#### CABLES.

Los cables se construyen de alambres de acero dispuestos convenientemente para desempeñar un trabajo específico mientras mayor sea el número de alambres empleados en la fabricación de un cable de diámetro determinado será más flexible y conforme disminuya su número irá siendo más rígido, pero a la vez aumentará su resistencia a la tensión soportando mayores cargas y menos desgaste por fricción (abrasión).

Los cables se forman de varias trenzas o cables llamados torones que van torcidos alrededor de un núcleo o alma que los mantiene en su sitio y evita la fricción entre ellos.

Si un cable va a estar sometido a aplastamientos agudos, se debe elegir de preferencia con alma de fibra; esta deberá tener las propiedades siguientes: no contener humedad y no ser de naturaleza ácida, diámetro preciso y muy resistente al aplastamiento. En ocasiones conviene usar alma de plástico, debido a sus propiedades de impermeabilidad y resistencia a los ácidos y al calor. Los cables de alma de acero se recomiendan para usarlos cuando van a estar sometidos a aplastamientos severos para evitar que se deformen, ya que una vez aplastados se deteriorarían rápidamente al pasar por las poleas también su uso es adecuado en zonas de elevada temperatura.

#### Torcidos de Cables:

Torcido regular derecho. Se le denomina así cuando los-

alambres de los torones se tuercen a la izquierda y estos entre sí a la derecha.

**Torcido Regular Izquierdo.** La operación para hacer este cable es inversa a la anterior. En ésta, los alambres se tuercen a la derecha y los torones a la izquierda.

**Torcido Lang Derecho.** En éste los alambres del torón y éstos van torcidos a la derecha.

**Torcido Lang Izquierdo.** Es la operación inversa a la anterior, los alambres y los torones se tuercen a la izquierda.

**Torcido Alternado o Herringbone.** En este tipo, los alambres de los torones se tuercen alternados, es decir a la izquierda y a la derecha.

Los cables torcidos regular y lang son los más usados. Estos últimos son ligeramente más flexibles y resistentes al desgaste por fricción, que los primeros, pero presenta el inconveniente de que tienden a destorcerse por lo que nunca deben usarse a menos que ambos extremos de los cables vayan fijos y no les permita girar sobre sí mismo.

El cable preformado se le da forma helicoidal a los alambres y torones de tal modo que al cortarlo, los alambres permanezcan en su lugar. Esta construcción le da mayor duración por suprimir los esfuerzos de los alambres entre sí obligándolos a mantener su posición forzada dentro del cable. En casos no muy frecuentes, se requiere que los alambres de los torones mantengan su brío original en construcción se llama cable vivo o sin preforma.

Longitudes normales: 250, 300, 500, 750, 1000, 1500 metros.

Este cable se utiliza especialmente en perforadores de -- percusión. Es flexible y muy resistente a la abrasión.

DIAMETRO mm.	Plgs.	GALVANIZADO					
		ALMA DE FIBRA		ALMA DE ACERO		ALMA DE FIBRA	
3.18	1/8	.53	.037	.67	.041	.45	.037
4.76	3/16	1.20	.083	1.48	.100	1.02	.083
6.35	1/4	2.20	.149	2.50	.165	1.89	.149
7.94	5/16	3.50	.238	4.00	.268	2.94	.239
9.53	3/8	5.20	.342	5.70	.372	3.76	.340
11.11	7/16	7.00	.461	7.70	.507	5.79	.460
12.70	1/2	9.48	.596	10.16	.655	7.45	.595
14.30	9/16	11.93	.760	12.84	.830	9.25	.760
15.90	5/8	14.79	.939	15.83	1.030	11.48	.940
19.05	3/4	21.05	1.340	22.63	1.500	16.48	1.340
22.23	7/8	28.49	1.830	30.62	2.000	22.30	1.850
25.40	1	36.97	2.380	39.73	2.600	29.03	2.350
28.60	1 1/8	46.72	3.000	48.89	3.300	36.40	3.050
31.75	1 1/4	57.15	3.720	61.23	4.000	44.60	3.700
34.93	1 3/8	68.49	4.500	73.94	4.900	54.00	4.500
38.10	1 1/2	81.19	5.360	87.54	5.900	64.50	5.350

Longitudes normales: 100, 150, 300, 500, 750, 1000, 1500 metros, cable rígido, poco flexible y de gran resistencia. - Se utiliza en sondeos de pozos y como cable guía.

Es muy resistente a la abrasión. También se construye - con alma de acero y con alma de plástico.

El tipo de cable de alambres 6 x 19 con alma de cañamo es sin lugar a dudas el más usado en grúas, winches y elevadores donde la posibilidad de aplastamiento es remota.

El de alma de acero se usa invariablemente en equipo de - construcción como dragas, escrepas, palas, etc., o en equipos donde el cable se vea sometido al aplastamiento en los tambores.

El cable de alambre doble galvanizada con alma de fibra-- tratada se usa en líneas de arrastre para redes de pesca y co mo cable de amarre.

**CONSTRUCCION 6 x 21. SIN PREFORMAR. ALMA DE FIBRA.**

DIAMETRO		CARGA DE RUPTURA EN TONS.	PESO POR METRO.
mm.	Pgdas		
12.70	1/2	7.4	.600
14.30	9/16	9.2	.760
15.90	5/8	11.3	.940
19.05	3/4	16.2	1.340
22.23	7/8	21.8	1.830
25.40	1	28.5	2.380

## Tipos de Construcción de Cables de Alambres.

La construcción de cables de alambres (excepto los ultraflexibles) son nominalmente referidos en la siguiente clasificación:

- 6 x 7 (7 alambres por torón).
- 6 x 19 (13 a 25 inclusive, alambres por torón).
- 6 x 37 (26 a 46 inclusive, alambres por torón).
- 6 x 19 (19 x 25 alambres por torón).

A fin de estandarizar los términos se llegó a formular -- una nueva especificación que se da en términos del número total de alambres de cada torón, incluyendo los de relleno. Fué costumbre especificar el número de alambres únicamente en el torón, omitiendo en la cuenta los alambres de relleno.

## CONSTRUCCION 6 x 7 PREFORADO

<u>DIAMETRO</u>		<u>ALMA DE FIBRA</u>		<u>DOBLE GALVANIZADA ALMA DE FIBRA TRATADA.</u>	
mm.	Pgda.	Carga de Ruptura en Tons.	Peso Por Metro	Carga de Ruptura en Tons.	Peso Por Metro
3.18	1/3	.53	.035	.51	.040
4.76	3/16	1.20	.083	1.03	.080
6.35	1/4	2.20	.140	1.80	.140
7.94	5.16	3.50	.223	2.90	.225
9.53	3/8	5.17	.312	4.16	.310
11.11	7/16	7.03	.432	5.63	.430
12.70	1/2	9.12	.566	7.30	.565
14.30	9/16	11.43	.715	9.21	.715
15.90	5/8	14.06	.879	11.35	.880
19.05	3/4	20.09	1.250	16.17	1.250
22.23	7/8	27.17	1.700	21.30	1.700
25.40	1	35.11	2.230	28.20	2.230
28.60	1 1/8	45.00	2.330	.....	.....
31.75	1 1/4	55.00	3.430	.....	.....

El tipo de construcción de un cable se indica por dos números separados por una X. El primero señala los torones que entran en su fabricación y el segundo, los alambres que componen cada torón.

Al manufacturar los cables de alambre se tiene cuidado de producir un balance de igual tensión en los alambres de los torones. Esto puede perderse si no se liga lo suficiente antes de cortarlo, esta liga se llevará a cabo con alambre recoido a ambos lados del punto en que se hará el corte.

Para cables pequeños, se deben hacer dos ligadas a cada lado del punto de corte. Los cables de 1" de diámetro, llevarán tres ligadas como mínimo y a los cables mayores de 1 1/2" se le efectuarán cuando menos cuatro ligadas, estas se pondrán a corta distancia una de otra y la longitud de la ligada será como mínimo igual al diámetro del cable. Una ligada en cada extremo debe hacerse a cada lado del punto en que el cable preformado va a ser cortado, para prevenir distorsiones en un instante de seccionarlos. En la siguiente tabla se dan las dimensiones de la ligada.

Diámetro del cable	Calibre del alambre reco <u>ido</u>	Número de ligadas	Longitud	Separación
1/4" a 7/16"	24	2	1/2"	1"
1/2" a 5/8"	17	2	3/4"	1"
11/16" a 7/8"	16	3	1"	2"
1" a 1 1/4"	14	3	1 1/2"	2"
1 3/8" a 1 7/8"	12	3	2"	3"
2" o más	10	4	3"	3"

Las longitudes normales de los cables de alambres construcción 6 x 19 son: 100, 250, 300, 500, 750, 1000, 1500 metros.

El tipo de cable de alambres 6 x 19 con alma de caucho es el más usado en grúas, winches y elevadores donde la posibilidad de aplastamiento es remota.

DIAMETRO		ALMA DE FIBRA		ALMA DE ACERO		GALVANIZADO ALMA DE FIBRA	
mm.	Plgs.						
7.94	5/16	3.25	.240	3.80	.270	2.6	.240
9.53	3/8	4.30	.330	5.40	.350	3.7	.330
11.11	7/16	6.30	.450	7.30	.490	5.1	.440
12.70	1/2	9.03	.580	9.71	.640	6.6	.580
14.30	9/16	11.39	.730	12.29	.80	3.4	.730
15.90	5/8	13.97	.910	15.01	.950	10.1	.910
19.05	3/4	20.00	1.290	21.50	1.430	14.5	1.300
22.23	7/8	27.08	1.770	29.08	1.950	20.0	1.770
25.40	1	35.20	2.310	37.87	2.530	25.5	2.300
28.60	1 1/8	42.60	2.920	43.30	2.220	31.3	2.900
31.75	1 1/4	54.00	3.600	52.90	3.950	39.2	3.600
34.93	1 3/8	65.00	4.360	72.10	4.300	47.2	4.350
38.10	1 1/2	77.00	5.200	85.70	5.700	56.0	5.200
41.28	1 5/8	91.00	6.000	100.00	6.700	65.5	6.100
44.45	1 3/4	105.00	7.000	116.00	7.780	75.5	7.080
47.62	1 7/8	121.00	8.100	132.00	8.900	86.5	8.120
50.80	2	137.00	9.200	149.00	10.150	93.0	9.240

CONSTRUCCION 6 x 37. REFORMADO

Las longitudes normales de los cables de alambres, construcción 6 x 37 son: 100, 250, 300, 500, 750, 1000, 1500 metros. El tipo 6 x 37 con alma de fibra es un cable muy flexible empleado en gruas y winches en los que los tambores o poleas de diámetro reducido.

Este cable con alma de acero es muy flexible empleado en gruas y winches donde existe en los tambores anclamiento en tre dos o más hileras de cable. El alma de acero está compuesto de siete torones cada uno.

El tipo de cable de alambre galvanizado con alma de fibra 6 x 37 se utiliza en maniobras de buques en la que se requiere usar poleas de diámetro pequeño.

#### CONSTRUCCION 18 x 7 PREFORMADO ALMA DE FIBRA.

DIAMETRO mm.	Plgs.	CARGA DE RUPTURA EN TONS.	PESO POR METRO.
11.11	7/16	6.80	.490
12.70	1/2	8.71	.640
14.30	9/16	10.98	.820
15.90	5/8	13.52	1.020
19.05	3/4	19.28	1.450
22.23	7/8	26.08	1.900
25.40	1	33.88	2.600

CONSTRUCCION 6 x 24 GALVANIZADO PREFORMADO  
SIETE ALMAS DE FIBRA.

DIAMETRO		CARGA DE RUPURA	PESEO POR
mm.	Pigs.	EN TONS.	METRO.
7.94	5/16	2.5	.233
9.53	3/8	3.3	.280
11.11	7/16	5.1	.395
12.70	1/2	6.1	.520
14.30	9/16	8.0	.735
15.90	5/8	8.9	.805
19.05	3/4	12.3	1.160
22.23	7/8	17.3	1.580
25.40	1	22.5	2.050
28.60	1 1/8	28.3	2.600
31.75	1 1/4	34.8	3.220
34.94	1 3/8	41.8	3.880
38.10	1 1/2	50.9	4.700

Longitudes normales: 100, 250, 300, 500, 750, 1000, 1500-  
metros. Este es un cable neutro de multiples torones y torci-  
do compensado. Se usa en gruás y elevadores donde se requie-  
re cable que no tenga tendencia a girar cuando un extremo es-  
ta libre.

Longitudes normales: 100, 250, 300, 500, 750, 1000, 1500  
metros (7 almas).

Este es un cable flexible que se usa principalmente en -- amarres, anclajes de buques; también puede utilizarse en redes de arrastre en barcos de pesca y remolques de chalanes.

CONSTRUCCION 6 x 42 GALVANIZADO  
SIN PREFORMAR 7 ALMAS DE FIBRA.

DIAMETRO mm.	Plgs.	CARGA DE RUPTURA FM TONS.	PESO POR METRO.
9.53	3/8	2.3	.220
11.11	7/16	3.3	.305
12.70	1/2	4.2	.420
14.30	9/16	5.5	.520
15.90	5/8	6.5	.640
19.05	3/4	9.1	.960
22.23	7/8	13.6	1.250

Longitudes normales 250, 300, 750, 1000, 1500 metros .

Es entre los comunes el más flexible. Se usa en los guardines del timón de embarcaciones pequeñas y para maniobras en general de embarcaciones.

CONSTRUCCION 6 x 22 GALVANIZADO PREFORMADO  
SINTE ALMAS DE FIBRA.

DIAMETRO mm.	Plgs.	CARGA DE RUPTURA EN TONS.	PESO POR METRO
6.35	1/4	1.2	.100
7.94	5/16	2.0	.178
9.53	3/8	2.5	.205
11.11	7/16	3.9	.300
12.70	1/2	5.6	.450
14.30	9/16	6.4	.520
15.90	5/8	8.3	.670
19.05	3/4	12.0	.965
22.23	7/8	15.2	1.250
25.40	1	20.1	1.700
28.60	1 1/8	25.7	2.080
31.75	1 1/4	31.2	2.500
34.93	1 3/8	35.8	3.180
38.10	1 1/2	45.0	3.830

Longitudes normales: 250, 300, 500, 1000, 1500 metros. --

Se usa para amarres, anclajes y para remolques de chalanes.

## APENDICE IV.

## USO DE LA ECOSONDA.

El funcionamiento de la ecosonda se basa en la emisión de un sonido dirigido hacia el fondo marino que al tocarlo se refleja recibiendo la señal a través de un transductor - que lo transmite a un registrador. Las formas de registro pueden ser de:

- a. Destello.
- b. Gráfica.
- c. Digital.

a. Destello. Es el equipo más liviano y portátil. El transductor recibe la señal y la transmite a una carátula - circular graduada en la cual se emite un destello que indica la profundidad. Carecen de registro permanente por lo que se recomienda solo para reconocimientos de la zona.

b. Gráfica. Pueden ser circulares o lineales. La señal recibida es registrada en un papel sensible dando una gráfica continua de la profundidad.

La ecosonda se instala a bordo de una lancha de motor - mandando mediante un botón un impulso a la gráfica marcando un punto que coincide con la situación tomada por los topógrafos en tierra. Con el objeto de hacer corrección por mare en cada punto marcado en tierra y reducir las profundidades a un plano fijo que puede ser el nivel de marea baja-media se sicigias.

c. Digital. En este caso las profundidades son registradas mediante una computadora en forma numérica.

APENDICE V.

POBLACION NACIONAL DE DRAGAS.

Sector Privado.

Empresa: DIPSA.

"Netzahualcoyotl"	19.68 in	1,873 H.P	CS
"Carol"	16.00 in	915	CS

Empresa: Obras Portuarias de México, S.A.

"No. 1"	16.00 in		CS
---------	----------	--	----

Empresa: PEMEX, Gerencia de Marina

"Pemex" No. 702"	10.00 in		CS
------------------	----------	--	----

Empresa: Cia. Exploradora del Istmo, S.A.

"Buena Vista"	10.00 in	900 H.P	CS
---------------	----------	---------	----

Empresa: Construcciones Fluviales y Marítimas, S.A.

"Irma"	27.00 in	6,500 H.P	CS
"Margarita"	24.00 in	3,480 H.P.	CS
"Maya"	24.00 in	3,480 H.P	CS
"Magdalena"	20.00 in	2,930 H.P	CS
"Susana"	20.00 in	1,490 H.P	CS
"Margarita II"	18.00 in	1,075 H.P	CS
"Rosy"	14.00 in	940 H.P	CS
"Don Humberto"	5 cu. yds.	450 H.P	BG/BC
"Don Javier"	6 cu. yds.	450 H.P	BG/BC
"Don Mario"	3.5 cu. yds.	400 H.P	BG/BC
"Torreón"	3.5 cu. yds.	400 H.P	BG/BC
"Tampico"	3.5 cu. yds.	400 H.P	BG/BC

## Sector Público

## RELACION DE DRAGAS AUTOPROPULSADAS CON SUS CARACTERISTICAS PRINCIPALES

NOMBRE DE LA DRAGA	PAIS DE ORIGEN	FECHA DE CONSTRUCCION		PODERENCIA EN H.P. Y MARCA			DIMENSIONES CASCO			CALADO			TONELAJE		CAPACIDAD DE POLVA EN MT	DIAMETRO		PROP. DRAGAS		
		COMIENZO	TERMINO	UNIDAD	PROPIETARIA	TIPO	VALOR	E	M	P	M	S	T	S		P	MT		MT	MT
+ ALBUQUERQUE	ESPAÑA	1962	1963	2x1.470	MAJ ROYAUD	1.470	750	109.00	16.80	6.40	5.10	NERO			3.000	31.5	29.5	20.00		
+ APS. VICTORIA	FRANCIA	1976/75	1975	2x1.400	MAJ ROYAUD	1.400	5x125 STAFFO	111.00	17.40	7.00	5.00	4.00	1.500	3.000	3,100/3,000	29.5	29.5	17.00		
+ PRES. JIMENEZ	FRANCIA	1972/73	1973	2x1.485	MAJ ROYAUD	2x1.370	MAN	-	-	72.10	16.25	5.00	4.00	2.40	1,034	3,201	1,100/1,300	27.5	23.5	17.00
+ TABRACO	FRANCIA	1965/70	1970	2x1.485	MAJ ROYAUD	2x1.370	MAN	-	-	72.10	16.25	5.00	4.00	2.40	1,068	3,200	1,100/1,400	27.5	23.5	17.00
+ CHISPAS	FRANCIA	1966/70	1970	2x1.485	MAJ ROYAUD	2x1.370	MAN	-	-	72.10	16.25	5.00	4.00	2.40	1,068	3,200	1,100/1,400	27.5	23.5	17.00
+ PUEBLA	FRANCIA	1970/73	1971	2x1.485	MAJ ROYAUD	2x1.370	MAN	-	-	72.10	16.25	5.00	4.00	2.40	1,068	3,200	1,100/1,400	27.5	23.5	17.00
+ PRES. MADRID	FRANCIA	1973/76	1976	2x1.485	MAJ ROYAUD	2x1.370	MAN	-	-	72.10	16.25	5.00	4.00	2.40	1,036	3,201	1,100/1,300	27.5	23.5	17.00
+ CB. DEL CARMEN	ESPAÑA	1997	1993	2x1.100		1.410	750	72.70	12.95	4.95	4.10	NERO			500	22.5	21.0	10.00		
+ PRES. S. CALLES	FRANCIA	1970	1975	2x 850	ROYAUD	850	ROYAUD	-	-	50.80	13.00	4.60	3.40	2.20	330	1,070	450/500	27.5	23.5	11.00
+ PRES. CARDENAS	FRANCIA	1975/76	1976	2x 850	ROYAUD	850	ROYAUD	-	-	50.80	13.00	4.60	3.40	2.20	330	1,070	450/500	27.5	23.5	11.00
A C. COLON (MEXI)	ESPAÑA	1953	1963	2x 420	MAN	600	HERNAN	105/210	HERNAN	73.00	11.54	4.00	4.00	3.42	402	1,102	615	27.5	24.0	10.00
+ VERACRUZ	E.U.A.	1961	1961	2x 600	CATERPILLAR	2x300	CATERPILLAR	-	-	50.70	10.67	4.00	4.11	2.23	435	975	302	26.0	24.0	9.10
+ TAMPICO	E.U.A.	1961	1961	2x 600	CATERPILLAR	2x300	CATERPILLAR	-	-	50.70	10.67	4.00	4.11	2.23	435	975	302	26.0	24.0	9.10

+ Opera en el Golfo de México

++ Opera en el Océano Pacífico

A Armada de México

## Sector Público

RELACION DE DRAGAS ESTACIONARIAS CON SUS CARACTERISTICAS PRINCIPALES

NOMBRE DE LA DRAGA	PAIS DE ORIGEN	FECHA DE		POTENCIA EN H. P. Y MARCA	SOMERA DRAGADORA	CORTEADOR	DIMENSIONES CASCO			CILINDRO		TORREAJE		DIAMETRO		PROFUNDIDAD MAXIMA DEMARCO	
		CONSTR.	ACOS.				LONG.	ANCHA	PUNTA	REN.	RIE.	RETO	SPOTO	SUC.	MSC.		
++ VERACRUZ II	JAPON	1960	1961	4,500	RAV	Ø 8 700	FLORIDA	104.00	17.50	5.00	3.80	3.20	300	2,600	32.0	27.0	25.00
++ NOROLOS (2)	E.U.A.	1958	1966	281,600	FAIR-BANKS MORSE	Ø 1,265	GENERAL-ELECTRIC	42.67	12.19	3.05	2.74	1.83	900	596	32.0	27.0	19.33
++ V. CARRANZA (2)	E.U.A.	1961	1967	4,500	COOPER-B	800	GENERAL-ELECTRIC	54.84	15.68	2.96	3.04	2.68	718	1,238	28.0	27.0	15.37
++ CAMPECHE II (2)	E.U.A.	1978	1978	1,125	CATERPILLAR	Ø 8 170	STAFFD	24.38	6.40	1.80	1.14	0.75	180	250	24.0	20.0	16.76
++ GUAYMAS	E.U.A.	1976	1976	1,125	CATERPILLAR	Ø 8 170	STAFFD	27.43	7.90	1.82	1.04	0.79	170	223	20.0	20.0	14.22
++ SIMALOA	E.U.A.	1980	1980	1,125	CATERPILLAR	Ø 8 170	STAFFD	24.35	7.90	1.80	0.93	0.74	117	151	24.0	20.0	16.33
++ COLIMA	E.U.A.	1980	1980	1,125	CATERPILLAR	Ø 8 170	STAFFD	24.35	7.90	1.80	0.94	0.74	117	151	24.0	20.0	16.33
++ SONORA	E.U.A.	1980	1980	1,125	CATERPILLAR	Ø 8 170	STAFFD	24.35	7.90	1.80	0.93	0.74	117	151	24.0	20.0	16.33
++ TAMAULIPAS	E.U.A.	1978	1978	850	CATERPILLAR	225	STAFFD	21.40	6.40	1.80	1.37	1.03	117	151	18.0	16.0	12.35
++ YUCATAN II	E.U.A.	1978	1978	850	CATERPILLAR	225	STAFFD	21.40	6.40	1.80	1.37	1.03	117	151	18.0	16.0	12.35
++ B. CALIFORNIA	E.U.A.	1972	1972	1,125	CATERPILLAR	225	STAFFD	24.38	7.92	1.83	1.23	0.96	170	243	24.0	20.0	11.42
++ NABATLAN II (1)	E.U.A.	1969	1970	1,125	CATERPILLAR	Ø 8 125	STAFFD	24.38	7.92	1.83	1.22	0.96	170	243	24.0	20.0	11.61
++ G. BOO (2)	MEXICO	1971	1972	Ø 8 750	CATERPILLAR	Ø 8 125	STAFFD	22.84	6.17	1.67	1.40	1.06	80	160	18.0	16.0	11.80
++ M. CAMPO (2)	MEXICO	1970	1970	640	M.W.M.	110	MARIA	22.08	7.50	2.10	1.25	1.00	150	170	17.0	16.0	12.80
++ FINICO (2)	MEXICO	1969	1969	Ø 8 750	CATERPILLAR	Ø 8 125	STAFFD	22.84	6.26	1.63	1.08	0.80	80	160	18.0	16.0	12.00
++ YUCLAFFETZ	E.U.A.	1962	1968	Ø 8 750	CATERPILLAR	Ø 8 125	STAFFD	24.40	7.90	1.81	0.91	0.72	82	100	16.0	16.0	16.90
++ KUNSHWA	E.U.A.	1980	1981	Ø 8 730	CATERPILLAR	100	STAFFD	18.30	6.06	1.53	1.10	0.91	82	100	16.0	16.0	12.00
++ LAG. CAMP. EMPERO	E.U.A.	1967	1968	Ø 8 335	CATERPILLAR	125	STAFFD	12.30	5.48	1.53	1.10	0.91	70	123	12.0	12.0	7.00
++ SAN PEDRITO	E.U.A.	1966	1970	Ø 8 300	CATERPILLAR	125	STAFFD	12.30	5.48	1.53	1.10	0.91	70	93	12.0	12.0	12.80
++ USUNACINTA	ALEMANIA	1952	1952	45	DEUTZ	**	DEUTZ	8.58	3.35	0.91	0.60	0.40	16	18	6.0	6.0	2.75
++ CRIJALVA (2)	ALEMANIA	1932	1932	86	INTERNACIONAL	-	INTERNACIONAL	6.60	3.40	0.91	0.60	0.40	16	18	6.0	6.0	2.75

\*\* ESTA DRAGA CUENTA CON UN SOLO MOTOR QUE ACCIONA TODAS LAS PARTES DE LA MISMA.

- + Opera en el Océano pacifico
- ++ Opera en el Golfo de México
- Fuera de Servicio

## RELACION DE REPLICADORES CON SUS CARACTERISTICAS PRINCIPALES

REPLICADORES	PAIS DE ORIGEN	FECHA DE COMET.		DIMENSIONES CASCO			CASCO	TORSION	MARCA DEL MOTOR	NO. DE MOTORES	POTENCIA HP C/V	MODELO	SERIE
		COMET.	ADOS.	DIAMETRO BELTERA	ANCHO	PUNTA							
R.E.D.2	MEXICO	1972	1973	12.00	4.00	1.50	NIERRO	24-16	ROOSTON	1	84	1904	8795
R.D.3	HOLANDA	1974	1974	15.70	4.00	2.20	NIERRO	30	CAT.	2	265	D-3437A	2285975 2285990
R.D.4	HOLANDA	1974	1974	15.70	4.00	2.20	NIERRO	30	CAT.	2	265	D-3437A	2286070 2286074
R.E.D.5	U.S.A.	1974	1976	9.13	3.05	1.37	NIERRO	8	CAT.	2	254	3208	75V2051 75V2049
R.D.6	HOLANDA	1974	1974	15.70	4.00	2.20	NIERRO	30	CAT.	2	265	D-3437A	2285967 2285965
R.E.D.7	U.S.A.	1970	1978	9.14	3.05	1.37	NIERRO	73	CAT.	2	210	3208	75V110P
R.E.D.8	U.S.A.	1950	1964	15.24	4.00	2.74	NIERRO	73	CAT.	2	210	D-266	1422/4
R.E.D.9	U.S.A.	1978	1978	9.14	3.05	1.37	NIERRO	73	CAT.	2	210	3208	75V110P
R.D.10	U.S.A.	1964	1966	13.20	3.75	2.06	NIERRO	11	CUMMINS	1	165	6714641	6455932
R.D.11	MEXICO	1967	1967	13.19	4.11	2.25	NIERRO	16.5	CUMMINS	1	125	22-2284	417739
R.E.D.12	MEXICO	1974	1974	10.00	2.99	1.52	NIERRO	12	CUMMINS	1	185	70-181875	24106898
R.D.13	JAPON	1962	1977	15.35	3.00	1.23	NIERRO	26.97	SUMITOMO	1	210	51E	
R.E.D.14	U.S.A.	1978	1978	6.00	2.00	1.00	NIERRO		LISTER	1	29.5	HR2	8-2058R A-2640R
R.D.15	U.S.A.	1954	1959	13.72	4.27	2.21	NIERRO	39.6	CAT.	1	212	D-264	70021
R.E.D.16	MEXICO	1974	1974	10.00	2.99	1.52	NIERRO	12.0	CUMMINS	1	185	70-181875	24106898
R.D.17	HOLANDA	1974	1974	15.70	4.00	2.20	NIERRO	30.0	CAT.	2	265	D-3437A	2286147/57
R.D.18	MEXICO	1975	1975	13.00	3.75	2.06	NIERRO	11	G.M.	1	165	671-A	64271008 1062-51000
R.E.D.19	U.S.A.	1974	1974	9.04	3.02	1.21	NIERRO	8	DETROIT DIESEL	2	145	D-5 30-726	68321/23
R.D.20	HOLANDA	1975	1978	22.50	6.00	3.00	NIERRO	160	CAT.	2	725	D-348	262302/303
R.D.21	HOLANDA	1975	1978	22.15	6.00	3.00	NIERRO	160	CAT.	2	725	D-348	262355/23
R.E.D.22	U.S.A.	1978		10.00	3.64	1.37	NIERRO		CAT.	2	180	3204	75V2008 75V2009
R.E.D.23	U.S.A.	1978	1980	9.13	3.03	1.37	NIERRO	12	CAT.	2	210	3208	75V5312 75V5401
R.E.D.24	U.S.A.	1979	1980	9.13	3.03	1.37	NIERRO	12	CAT.	2	210	3208	75V5448 75V5505
R.E.D.25	U.S.A.	1979	1980	9.13	3.03	1.37	NIERRO	12	CAT.	2	210	3208	75V5491 75V4280
R.D.26	JAPON	1981	1981	24.00	6.50	2.15	NIERRO	186	CAT.	2	825	D-3487A	67V19110P
R.E.D.27	U.S.A.	1981	1981	9.14	3.04	1.37	NIERRO		G.M.	1	100	451	87987
R.E.D.28	MEXICO	1980	1981	6.00	2.00	1.00	NIERRO		PERKINS		29.5		
R.T.D.1	HOLANDA	1981	1981	14.20	4.00	1.80	NIERRO	36	CAT.	1	225	2406	91V1923
R.D.29	U.S.A.	1979		24.40	7.95	2.10	NIERRO	96	CAT.	2	750	190-0	

Población Nacional (sector público)

RELACION DE GRUAS CON SUS CARACTERISTICAS PRINCIPALES

GRUAS	MARCA	MODELO	LOCALIZACION
G.D.1	BUCYRUS-ERIE	54-B	SUP. MANZANILLO, COL.
G.D.2	BUCYRUS-ERIE	54-B	SUP. MANZANILLO, COL.
G.D.3	BUCYRUS-ERIE	71-B	SUP. TAMPICO, TAMPS.
G.D.4	BUCYRUS-ERIE	71-B	SUP. SALINA CRUZ, OAX

RETROESCAVADORA CON SUS PRINCIPALES CARACTERISTICAS

RETROES- CAVADORA	MARCA	MODELO	POTENCIA DEL MOTOR H. P.	LOCALIZACION
R.E.1	KOERING	866-D		SUP. MATAMOROS, TAMPS.

RELACION DE TRACTORES SOBRE ORUGAS CON SUS PRINCIPALES CARACTERISTICAS

TRACTORES SOBRE ORUGAS	MARCA	MODELO	POTENCIA DEL MOTOR H. P.	LOCALIZACION
T.C.D.1	CATERPILLAR	D4D	80	D' VERACRUZ II
T.C.D.2	CATERPILLAR	D3	85	SUP. MATAMOROS, TAMPS.

Población Nacional (sector público)

RELACION DE TRACTORES "TIENDE TUBOS" CON SUS PRINCIPALES CARACTERISTICAS

TIENDE TUBOS	MARCA	MODELO	SERIE	LOCALIZACION
T.D.1	CATERPILLAR	572	21A-193	SUP. TAMPICO, TAMPS.
T.D.2	CATERPILLAR	572	21A-194	SUP. MATAMOROS, TAMPS.
T.D.3	ALLIS - CHALMERS	21F	HD21-7231	SUP. TAMPICO, TAMPS.
T.D.4	CATERPILLAR	583	16A-277	SUP. MATAMOROS, TAMPS.
T.D.5	CATERPILLAR	583	16A-166	SUP. TAMPICO, TAMPS.
T.D.6	CATERPILLAR	583	16A-281	SUP. ALVARADO, VER.
T.D.7	CATERPILLAR	583	16A-286	SUP. PROGRESO, YUC.
T.D.8	CATERPILLAR	572	21A-195	SUP. PROGRESO, YUC.
T.D.9	CATERPILLAR	583	16A-198	SUP. MANZANILLO, COL.
T.D.10	ALLIS - CHALMERS	21F	HD-21F-7248	SUP. TAMPICO, TAMPS.
T.D.11	CATERPILLAR	583	16A-282	SUP. MAZATLAN, SIN.
T.D.12	CATERPILLAR	583	16A-284	SUP. MAZATLAN, SIN.

RELACION DE TRASCIVOS CON SUS PRINCIPALES CARACTERISTICAS.

TRASCIVOS	MARCA	MODELO	POTENCIA DEL MOTOR	LOCALIZACION
D.C.F.1	ALLIS-CHALMERS	655		SUP. TAMPICO, TAMPS.
D.C.F.2	CATERPILLAR	951-C	155	SUP. TAMPICO, TAMPS.
D.C.F.3	CATERPILLAR	931	100	SUP. PROGRESO, YUC.

RELACION DE MONTACARGAS CON SUS PRINCIPALES CARACTERISTICAS

CAPACIDAD TONS.	MARCA	MODELO	POTENCIA	LOCALIZACION
5.5	D-500	CLARK		SUP. TAMPICO, TAMPS.
	C-500			SUP. ALVARADO, VER.

Población Nacional (sector público)

## APENDICE VI.

### USO DE EL MINI RANGER.

Para operar el sistema Mini Ranger necesitamos el equipo siguiente:

- a. Terminal de datos.
- b. Procesador de datos.
- c. Consola de distancias.
- d. Digitizador.
- e. Indicador de rumbos.
- f. Grabadora.
- g. Graficadora.
- h. Dos antenas transmisoras.
- i. Antena receptora-transmisora.

El sistema mini ranger (MRS III) opera bajo el principio de radar, usado en el transmisor (localizado en la estación de control móvil), para interrogar a las estaciones de referencia. El tiempo transcurrido entre la interrogación transmitida, producida por el transmisor del MRS III, y la respuesta recibida de cada estación de referencia, es usada para determinar la distancia respectiva de cada estación de referencia.

La distancia se muestra en la consola junto con la localización conocida de cada estación de referencia, es trillatada y suministrada una posición fija de la unidad móvil.

El MRS III con un alcance de aproximadamente 37 Km ( 20 millas náuticas), con una antena opcional, la distancia puede extenderse a 185 Km (100 millas náuticas), en esta distan

cia habrá que considerar la curvatura terrestre.

La probable distancia medida con precisión tiene un error menor que 2 m (6.5 pies). A fin de tener mayor accesibilidad existen pequeñas estaciones de referencia MRS III de peso -- ligero.

Las estaciones de referencia MRS III están diseñadas para operar de 24 a 30 VDC. Por esto deberán estar alimentadas - por una batería que nos entregue 24 voltios, una fuente surtidora de energía que nos entregue 24 voltios DC o un par de baterías de automóvil o motocicleta de 12 volts, conectadas en serie. Un par ordinario de baterías de automóvil, proveerá energía continua por más de siete días de operación, de--pendiendo de la capacidad de la batería y el ciclo de trabajo de la estación de referencia.

## B I B L I O G R A F I A .

1. Bustamante, Roberto, et al; INGENIERIA MARITIMA, México, Ed. Temas Marítimos, S. de R.L., 1976, 226 pp.
2. Def. Quinn, Alonzo; DESIGN AND CONSTRUCTION OF PORTS AND MARINE STRUCTURES, 2a ed., U.S.A., Ed Mc Graw-Hill, 1972, 611 pp.
3. Hernández de Labra, Fernando; LOS FUNDAMENTOS DE LA INGENIERIA MARITIMA Y DE PUERTOS, México, 1982, 57 pp.
4. Juárez Badillo, Eulalio; Rico Rodríguez, Alfonso; MECANICA DE SUELOS, Tomo I, 2a ed., 3a. reimp.; México, Ed. Limusa, 1982, 704 pp.
5. Lavallo Argudin, Mario; MANUAL DE DRAGADO, México, Ed. Talleres Gráficos de la Nación, 1972, 165 pp.
6. México, Comisión Federal de Electricidad; HIDRAULICA MARITIMA, México, Ed. Federacion Editorial Mexicana, S.A., 1983, (Manual de Diseño de Obras Civiles), 232 pp.
7. Pindter Vega, Julio; INGENIERIA PORTUARIA, Apuntes de la Especialidad en Obras Marítimas, UNAM, México, 1985.
8. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, A.C. XII REUNION - NACIONAL DE MECANICA DE SUELOS, Tomo II, Ed. Comité organizador, 1972, México, 1984, 202 pp.
9. Archivo Interno de la Dirección General de Servicio de Dragado; POBLACION NACIONAL DE DRAGAS Y MAQUINARIA AUXILIAR PESADA Y SUS CARACTERISTICAS, Sin publicar, 1986.
10. Archivo Interno de la Dirección General de Obras Marítimas; ESTUDIOS DE DRAGADO, Sin publicar, 1986.

II. WORLD DREDGING AND MARINE CONSTRUCTION, Revista Internacional Técnica, marzo de 1986, 32-34 pp.