



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

A LOS ASISTENTES A LOS CURSOS

Las autoridades de la Facultad de Ingeniería, por conducto del jefe de la División de Educación Continua, otorgan una constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso.

El control de asistencia se llevará a cabo a través de la persona que le entregó las notas. Las inasistencias serán computadas por las autoridades de la División, con el fin de entregarle constancia solamente a los alumnos que tengan un mínimo de 80% de asistencias.

Pedimos a los asistentes recoger su constancia el día de la clausura. Estas se retendrán por el periodo de un año, pasado este tiempo la DECFI no se hará responsable de este documento.

Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece la División están planeados para que los profesores expongan una tesis, pero sobre todo para que coordinen las opiniones de todos los interesados, constituyendo verdaderos seminarios.

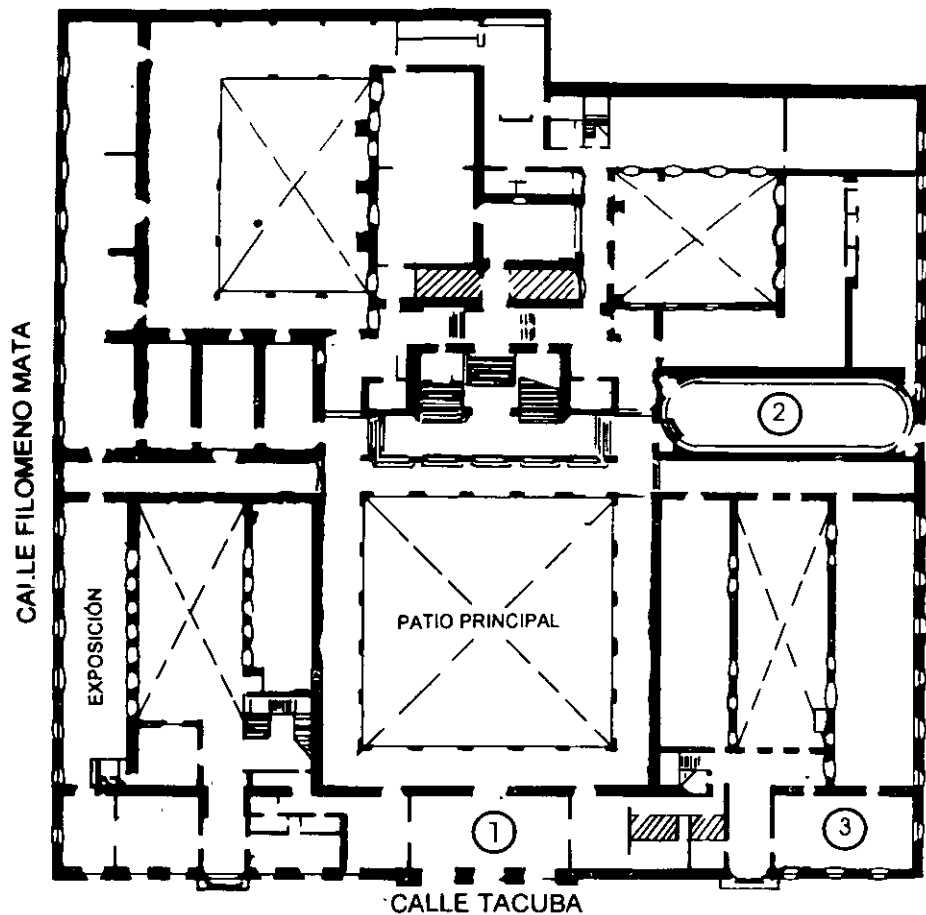
Es muy importante que todos los asistentes llenen y entreguen su hoja de inscripción al inicio del curso, información que servirá para integrar un directorio de asistentes, que se entregará oportunamente.

Con el objeto de mejorar los servicios que la División de Educación Continua ofrece, al final del curso deberán entregar la evaluación a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos.

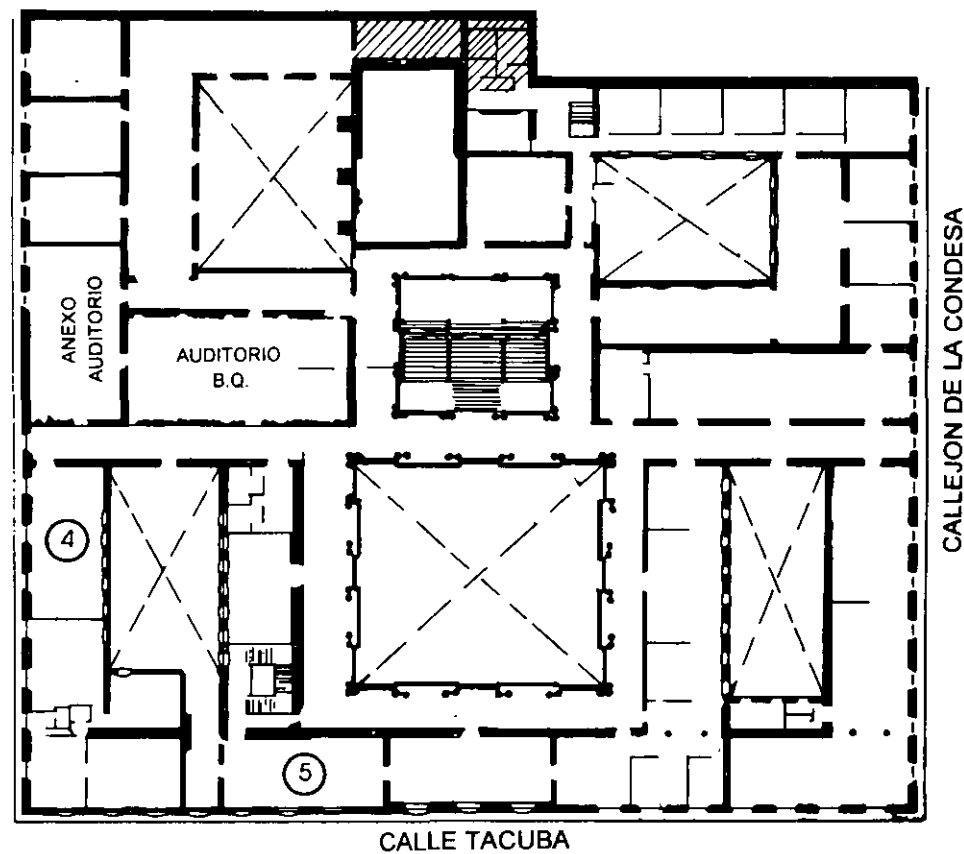
Se recomienda llenar dicha evaluación conforme los profesores impartan sus clases, a efecto de no llenar en la última sesión las evaluaciones y con esto sean más fehacientes sus apreciaciones.

**Atentamente
División de Educación Continua.**

PALACIO DE MINERIA

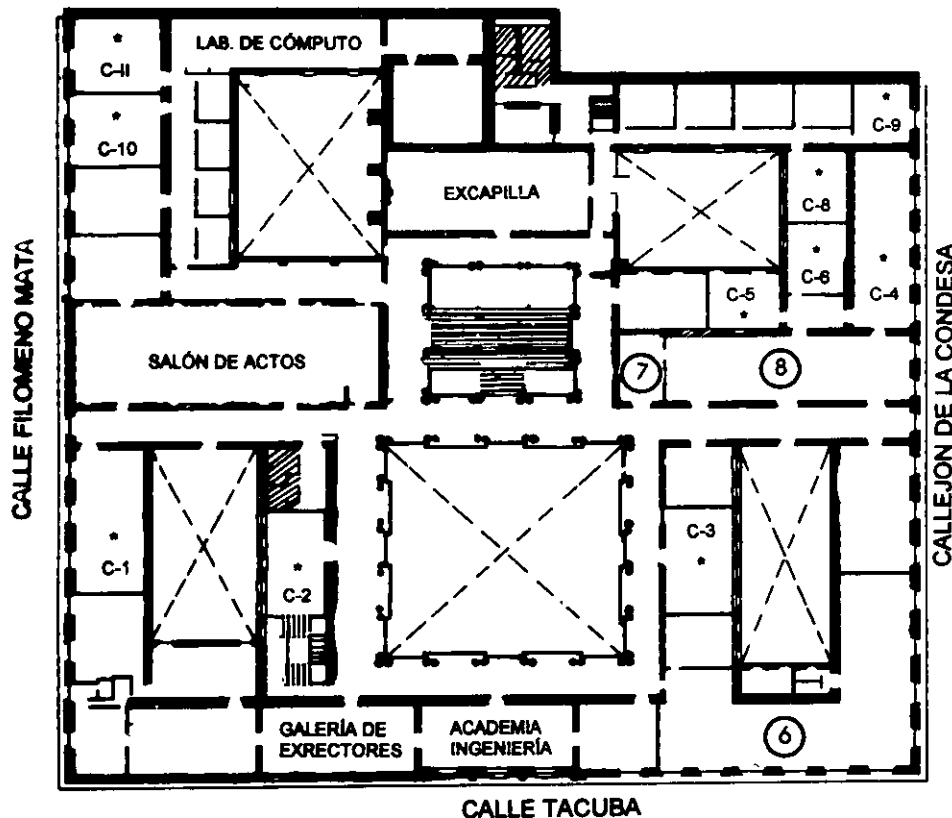


PLANTA BAJA



MEZZANINNE

PALACIO DE MINERÍA



GUÍA DE LOCALIZACIÓN

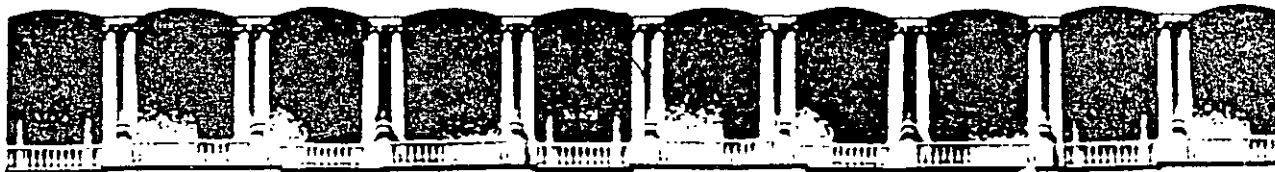
1. ACCESO
 2. BIBLIOTECA HISTÓRICA
 3. LIBRERÍA UNAM
 4. CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN "ING. BRUNO MASCANZONI"
 5. PROGRAMA DE APOYO A LA TITULACIÓN
 6. OFICINAS GENERALES
 7. ENTREGA DE MATERIAL Y CONTROL DE ASISTENCIA
 8. SALA DE DESCANSO
- SANITARIOS
- * AULAS

1er. PISO



DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERÍA U.N.A.M.
CURSOS ABIERTOS





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

INGENIERÍA MARÍTIMA Y PORTUARIA

**REESTRUCTURACIÓN DE LOS
PUERTOS EN MÉXICO**

**EXPOSITOR : ING. ROBERTO BUSTAMANTE AHUMADA
1998**

EL FUTURO DE MEXICO ESTA EN EL MAR

Desde el punto de vista demográfico México tiene dos graves problemas; el primero de ellos es la gran concentración urbana que se ha tenido principalmente en el Area Metropolitana de la Ciudad de México que la ha convertido en la ciudad más poblada del mundo y lo que sucede en las ciudades que le siguen como son Guadalajara y Monterrey. El otro problema es la dispersión de la población en múltiples pequeños poblados y rancherías cuyos habitantes carecen de todo servicio, dificultándose su integración al desarrollo.

Es indudable que una ciudad pequeña ofrece menos posibilidades de desarrollo a sus habitantes que una gran ciudad, ya que en esta última pueden sostenerse actividades de educación superior, de recreación en base al deporte profesional y sobre todo de tipo cultural como son exposiciones, continuas conferencias sobre muy variados temas: orquesta sinfónica, ópera, ballet, etc.. Este tipo de actividades no puede ser pagado por ciudades pequeñas.

En la medida que una ciudad crece, en su población se van dando mayores servicios a sus habitantes y a su vez mayores oportunidades para su desenvolvimiento personal.

La gran pregunta es la de definir cuál es el tamaño ideal para una ciudad en la que se atiendan a las aspiraciones de sus ciudadanos y no representen costos elevados en los que se incurre en forma obligada cuando el crecimiento de la ciudad pasa de cierto límite.

Por experiencias en otros países y en base al comportamiento demográfico de diversas ciudades de nuestro país pueda considerarse que una ciudad hasta 1'000,000.00 de habitantes sería el tamaño ideal.

Las grandes ciudades, como es el Area Metropolitana de la Ciudad de México, plantea una serie de problemas cuyo crecimiento es de tipo exponencial, como es el caso del número de habitantes, que si partimos de una base de 17'000,000.00 de habitantes, su crecimiento con base en una tasa del 2.8% nos arroja un incremento de 476,000 habitantes anuales y si a ello agregamos la inmigración que continúa, estimada en un 1.5% anual, se alcanza la cifra de 731,000 habitantes de incremento anual. De continuar teniendo éxito de bajar la tasa de crecimiento y pensando que en su conjunto ésta fuese de 2.5% anual para el año 2050 su población alcanzaría la pavorosa cifra de 60 millones de habitantes para el Area Metropolitana de la Ciudad de México, ante una hipótesis altamente optimista de crecimiento anual de 2.5% del crecimiento natural más la inmigración.

Esta situación irremisiblemente se presentará de no tomarse a muy corto plazo una serie de acciones enérgicas. En la vida de una nación un lapso de 52 años deba considerarse un corto plazo.

Analicemos el abastecimiento de agua potable, que en el momento actual estamos necesitando 49 m³ por segundo y para el año 2050 se necesitarían 174 m³ por segundo; este simple fenómeno origina que las fuentes de abastecimiento sean más lejanas que las actuales, y que estarán a menor elevación con respecto al nivel del mar, por lo que se requerirán líneas de conducción más largas y mayor bombeo.

Los elevados costos en que se incurre para traer agua, energía eléctrica, derivados del petróleo, alimentos, etc., cuyas demandas aumentarán en la misma proporción, produce como resultante que el país en su conjunto no podrá soportar la carga económica que ello signifique y el crecimiento de las grandes ciudades nos pesará a corto plazo en mayor proporción que la deuda externa, por lo que no se debe permitir que las grandes ciudades sigan creciendo.

Cabe aclarar que hay otra serie de problemas que día con día se van agravando, como son la seguridad de los ciudadanos originada en principio, por la falta de trabajo oportuno para la población que está en edad de trabajar; el problema de transporte en las grandes ciudades, que la única solución teórica es la de transporte masivo, ampliando la red del metro a elevadísimos costos, tanto de construcción como de operación, por lo que no es sólo la fuerte inversión que se requiere, sino el subsidio que es pagado por todos los habitantes del país, beneficiándose solamente a los de la Ciudad de México.

El consumo de combustible de los ahora 3'000,000 de vehículos que circulan en el Area Metropolitana y que se incrementan originan los continuos congestionamientos que tienden a crecer en forma exponencial, representan del orden del 70% del consumo Nacional, incluyendo vehículos en las demás ciudades del país, lo que se gasta en transporte foráneo y lo que se gasta en las industrias.

Lo antes expresado no quiere decir que México sea un país sobrepoblado, ya que el número de habitantes por Km² es de sólo 45, cifra que representa la cuarta parte de un país como el Salvador, C.A. cuya densidad poblacional es del orden de 200 habitantes por Km².

¿En que zonas de nuestro territorio debe fomentarse el crecimiento de las actuales poblaciones y la creación de nuevas ciudades?. La respuesta es simple y es donde los costos sociales para mantener a importantes núcleos de población sean más bajos; de ahí que destacan las áreas litorales de nuestro país, lo que a continuación se analiza comentando las principales condiciones a cumplir:

1.- Alimentación.

Las grandes zonas de producción agropecuaria se localizan en las fajas costeras, excepción hecha del Bajío y la Meseta Norte del país.

En las áreas litorales se tiene, adicionalmente al altiplano, la actividad pesquera con sus capítulos actuales de captura de especies en el mar y en las aguas interiores de los esteros, así como el cultivo en granjas y dentro del mar.

A la fecha la producción de pescados y mariscos a nivel Nacional es del orden de 1.5 millones de Ton.

Lo interesante es observar el desarrollo que a futuro puede tener esta importante fuente de alimentos, que son los más ricos en proteínas.

Mundialmente se inicia el cultivo de especies de mar en el interior de las Lagunas litorales y en las mismas áreas oceánicas, con resultados muy prometedores.

La humanidad vive con la pesca lo que en épocas remotas vivió con la cacería, o sea, que de la caza pasa a la ganadería, aprendiendo a reproducir, criar y mejorar las diversas especies animales. Ello sucede en estos momentos al pasar de la simple captura de especies del mar a la maricultura, o sea, el cultivo de muy diversas especies de peces, crustáceos y moluscos.

Una vaca da un becerro al año; una coneja, 36 críos al año; un pez hembra, crustáceo o molusco da entre 10,000 y 500,000 crías al año.

La lucha por la vida en el mar es difícil y la defensa biológica ha hecho que sean altamente prolíficos los seres vivientes marinos, que siempre están sujetos a ser devorados por los depredadores.

Cuando, con la intervención del hombre se crea un medio de reproducción de especies marinas sin depredadores, su reproducción tiende al infinito, sólo restringida por la capacidad de construcción de la infraestructura de granjas de maricultivo.

El paso que está dando la humanidad, de la captura de especies del mar a su cultivo en aguas de lagunas litorales protegidas, en granjas construidas expofeso y en áreas oceánicas, plantea un enorme horizonte, tanto para incrementar la oferta de alimentos altamente nutritivos como para aumentar en forma significativa los empleos permanentes en las áreas costeras, con la circunstancia de que se requiere que vivan en el lugar profesionales altamente especializados, personal técnico de nivel medio, así como trabajadores de baja escolaridad.

Para construir granjas en áreas inundables, colindantes con las lagunas litorales de agua salada, terrenos que no pueden ser utilizados para actividades agropecuarias por ser salitrosos y que su vocación es para la maricultura, México cuenta con 500,000 Ha. aproximadamente para ese objetivo, distribuidas a lo largo de todos los Estados que cuentan con litoral.

La única condición necesaria para explotar las lagunas litorales y poder construir granjas de cultivo en las marismas colindantes es que la laguna tenga conexión permanente con el mar durante todo el año, para lo cual se construyen escolleras y se dragan canales de intercomunicación.

Si se cultiva camarón de alto rendimiento económico, que la convierte en actividad captadora de divisas por ser producto de exportación, se logran rendimientos en las granjas de semi-intensivo de 2 Ton./Ha./año y cifras muy superiores en cultivos intensivos que requieren de fuertes inversiones y de alta tecnología. Si se trata de cultivo de especies de escama, los rendimientos promedios son del orden de 5/Ton./Ha./año, por lo que la explotación Nacional de las marismas de México con las 500,000 Ha. disponibles, podría considerarse conservadoramente en 1'500,000 Ton. de alimentos adicionales por año. .

Además la pesca directa en las propias lagunas litorales, cuando estas cuentan con conexiones directas con el mar, proporcionan 150 Kg./Ha./año y el país cuenta con 1'100,000 Ha. de lagunas litorales, por lo que podría esperarse a mediano plazo una producción de 165,000 Ton. adicionales.

Las granjas en las áreas oceánicas están constituidas por la construcción de arrecifes artificiales que se construyen sobre el fondo marino e incrementan la producción de la zona hasta en 15 veces. La razón es muy simple: las crías de diversas especies marinas se protegen de ser devoradas en el propio arrecife que se localiza donde existe abundante y natural alimento para los peces, crustáceos y moluscos. Se forma una colonia, la que queda asentada en el sitio, donde a su vez crecen y se reproducen, mismos que salen del arrecife de protección y atraen a especies mayores proporcionándoles alimento en las áreas marinas próximas a donde se construyen los arrecifes artificiales. .

Japón tiene un plan de 7 años para construir arrecifes artificiales y espera incrementar su producción en 4.5 millones de Ton./año de alimento, o sea tres veces lo que a la fecha México produce en su conjunto.

Cabe observar que las condiciones de los fondos submarinos y las áreas oceánicas con que cuenta México dan la posibilidad de pensar en programas agresivos de construcción de arrecifes artificiales en superficies marinas muy superiores a las que Japón dispone.

En México se desarrollan nuevas técnicas de bajo costo para construir escolleras para estabilizar bocas de comunicación permanente entre las lagunas litorales y el mar, así como para construir arrecifes artificiales.

Dentro de las lagunas litorales y a bajo costo, pueden construirse los llamados encierros, que consisten, aprovechando la disposición de la rivera de la laguna, cuando se presentan estrechamientos que en su interior dejan importantes superficies de agua, confinándolas con una red y sembrando en el interior la especie que se desea cultivar, sea este camarón o especies de escama. Los rendimientos para este tipo de cultivo rudimentario son del orden de 500Kg./Ha./año, superiores a los 150Kg./Ha./año que se obtienen de la pesca lagunaria, con la sola condición de que la laguna esté comunicada con el mar durante todo el tiempo. Por la baja inversión para la construcción de encierros

resultan ser actividades altamente remunerativas y al alcance de grupos económicamente débiles.

Las granjas de cultivo intensivo normalmente se construyen a base de bordos de tierra compactada, con costos del orden de 100,000 pesos la hectárea, por lo que, para construir una granja de 100 Ha., que es pequeña, se requiere de una alta inversión \$10'000,000 de pesos, aún cuando su recuperación pueda hacerse en lapsos cortos de tres o cuatro años.

2.- Salud.

Hablando en general, es indudable que las zonas del altiplano son lugares más sanos para habitarse que las zonas costeras de nuestro país, con clima de tipo tropical.

A principios del actual siglo, o sea, apenas el día de ayer en la vida de un país ir al puerto de Veracruz resultaba riesgoso por la alta incidencia de la fiebre amarilla, del paludismo y de las enfermedades gastrointestinales.

Las actuales generaciones viajan tranquilamente a lugares de los Estados de Tabasco y Chiapas sin ningún temor de adquirir enfermedades que eran endémicas en otras épocas.

A la fecha aún se tienen enfermedades gastrointestinales con mucho menor incidencia y la tasa de mortalidad infantil ha disminuido notablemente.

El mejoramiento del ambiente en las zonas litorales, al dominarse las enfermedades endémicas de otra época, ha sido la razón principal por la cual durante el presente siglo se han desarrollado múltiples actividades en las zonas costeras, lo que da origen al planteo de promover el crecimiento de las ciudades litorales y crear nuevas poblaciones en las zonas costeras de nuestro país, de la cota 500 hasta el nivel del mar, ya que, como se ha venido observando, es más barato sostener a importante núcleos humanos en nuestras áreas litorales que en el Altiplano.

3.- Transporte.

La humanidad tiene y tendrá la necesidad de desarrollar los sistemas de comunicación de acuerdo con la demanda y desarrollo tecnológico de cada época

Un pueblo para su desarrollo económico necesita, entre otras cosas, actualizar sus tecnologías para planificar los sistemas de transporte. A través del tiempo, la humanidad se valió de los caminos y veredas para peatones (para los viajeros de a pié) primero y después para las caravanas.

También se dice que los Sumerios utilizaron como medio de transporte los ríos Eufrates y Tigris para transportar madera, piedra y otros productos de la parte media de esos ríos hacia las tierras bajas. De esta manera los ríos Eufrates y Tigris jugaron un papel importante en el desarrollo de la Mesopotamia.

Un poco después, los Egipcios desarrollaron su economía y cultura sirviéndose del río Nilo como columna vertebral de sus vías de comunicación.

Los ríos Eufrates, Tigris y Nilo fueron las primeras vías de navegación interior que utilizó la humanidad y que le sirvieron para desarrollar su civilización.

Después aprendió a navegar en el mar.

Desarrollo actual de las vías de comunicación.- Dando un salto en la historia, ahora la humanidad para satisfacer sus necesidades de transporte cuenta con varios sistemas que son: navegación marítima, ferrocarriles, carreteras, aerolíneas y vías de navegación interior (ríos, lagos y canales artificiales) así como ductos.

El desarrollo económico de un país guarda relación con el grado de desarrollo de su red de vías de comunicación, dependiendo también de múltiples factores, entre otros, de su orografía, hidrografía y topografía, así como de la densidad y distribución de la población.

En términos gruesos, los países que primero desarrollaron sus sistemas de transporte son ahora los países más industrializados.

Así, en la edad media, Europa estructuró su red de vías fluviales; canalizó y conectó los ríos unos con otros, proceso que continúa hasta la fecha. Ya se unió el río Rin con el Danubio, el Rin con el Weser, el Weser con el Elba, el Rin con el Rhone, el Rhone con el Sena, Etc.. En Rusia se unieron los ríos Volga con el Don, siendo Moscú un Puerto canalero comunicado por agua con cuatro mares: Blanco, Báltico, Caspio y Mediterráneo. París es otro ejemplo de Puerto canalero, sobre el Sena, con un movimiento de 30 millones de toneladas de carga al año. Con la invención de la máquina de vapor los países Europeos y los Estados Unidos crearon sus líneas de navegación marítima a gran escala. Durante el siglo pasado estos países crearon sus redes de ferrocarriles; en este siglo, con la invención del motor de combustión interna, han formado las redes de carreteras y las líneas aéreas.

El transporte en México durante la época colonial estaba integrado por caminos de herradura, recuas y carretas, que conectaban a la Ciudad de México a los centros mineros y con el puerto de Veracruz, iniciándose formalmente el transporte marítimo comercial para conectar con España.

En la segunda mitad del siglo XIX se construyen los ferrocarriles de México a Tampico, a Manzanillo, a Veracruz y el que conectó en el Istmo de Tehuantepec a Salina Cruz con Puerto México, ahora Coatzacoalcos, construyéndose, a su vez los puertos marítimos correspondientes.

Ya en el siglo XX, en la década de los 20's, se funda la Comisión Nacional de Caminos, iniciándose la red carretera de México, con la presencia de autotransporte.

Actualmente se cuenta con una muy importante red carretera; la ferroviaria se ha ampliado al igual que el número de puertos marítimos.

En la actualidad, si al tonelaje movido por ferrocarriles le damos valor 1, el tonelaje movido por carretera es 5 y el movido por vía marítima es 2.3, con la circunstancia de que el 80% de las exportaciones se efectúa utilizando la navegación marítima.

Como se observa, en las zonas litorales, además de contarse con transporte carretero, ferroviario y aéreo, se cuenta con la transportación marítima que facilita el desarrollo de las actividades económicas de las zonas litorales, creando importantes y permanentes fuentes de trabajo, desde la construcción de los puertos marítimos y de mucho mayor magnitud en su etapa de operación; lo que se incrementa al irse creando los nuevos puertos industriales.

Las zonas litorales ofrecen la posibilidad de la navegación interior, aprovechando los importantes ríos de Sureste del país y los canales intracosteros, paralelos a la costa, que aprovechando las múltiples lagunas litorales pueden construirse desde el Río Bravo, Tamaulipas hasta Tecolutla, Veracruz; desde Coatzacoalcos, Veracruz hasta Laguna de Términos, Campeche; desde San Blas, Nayarit hasta el Puerto de Mazatlán, Sinaloa; desde el Norte de la Ciudad de Mazatlán hasta el puerto de Guaymas, Sonora y por último, desde Laguna Inferior en Oaxaca hasta el Río Suchiate, pudiendo continuar por todo Guatemala y parte de El Salvador.

Como se observa, el potencial de desarrollar la navegación en México es amplio, pudiendo alcanzar los 5,000 Km. entre ríos y canales intracosteros, que si bien es poco, al compararlo con los 40,000 Km. de navegación interior que tiene Estados Unidos, que conecta el Puerto de Brownsville, localizado inmediato a nuestra frontera con los Grandes Lagos, que colindan con Canadá, pudiéndose llegar hasta el Puerto de Nueva York, o siguiendo la costa del golfo de México, llegar a la costa atlántica, cruzando la península de Florida, llegando a su vez al puerto de Nueva York. La espina dorsal del sistema de navegación interior la constituyen el Río Mississippi y el Río Missouri, con una enorme red de canales que da servicio a una tercera parte de la Unión Americana, en su zona Este, donde se concentra el 70% de la industria de ese país.

Existe el proyecto de construir un puerto para barcazas al Sur del Río Bravo para poder utilizar la enorme red de navegación interior del país del Norte para exportar productos mexicanos a costos más bajos.

En Europa existe la mayor red de navegación interior del mundo, con una longitud de 140,000 Km., que interconecta Francia, desde el puerto de El Havre, en el mar del Norte, hasta el puerto de Marsella en el Mediterráneo, cruzando por París, que es un puerto interior. Este eje de navegación interior fue conectado recientemente con el Río Rhin, que conecta con el Puerto de Rotterdam y con el Río Danubio y Río Volga, cruzando toda Europa Central hasta Rusia.

Tanto en Estados Unidos como en Europa, la industria se localiza en zonas servidas por la navegación interior, por el bajo costo del transporte.

La construcción de 1 Km. de canal intracostero a nivel del mar, sin esclusas, como son todos los canales intracosteros propuestos anteriormente, cuesta 4'500,000 de pesos aproximadamente, que al compararlo con el costo de construcción de una carretera, resulta con menor inversión. Las carreteras hay que mantenerlas en forma continua y la conservación de los canales intracosteros es prácticamente nula, como puede constatarse con el tramo de canal construido en 1915, entre el Río Pantepec (Puerto de Tuxpan) y el Río Pánuco y sigue siendo navegable en sus 180 Km. de recorrido, sin haber gastado en su mantenimiento.

En la operación, el consumo relativo de energía es como sigue:

Navegación interior	1.0
Ferrocarril	1.4
Carretera	3.0

Las zonas litorales tienen la opción, adicional a los sistemas de transporte de carretera, ferrocarril y navegación marítima, de poder contar con amplios tramos con la navegación interior, que es a la fecha el sistema de transporte más económico con que se cuenta.

Por los bajos costos de operación, tanto en Estados Unidos como en Europa, se continúan ampliando las redes de navegación interior, aún con fuertes inversiones por la construcción de múltiples esclusas.

De existir los canales intracosteros, podrían transportarse a bajos costos múltiples productos y hacer costeables nuevas actividades económicas, que a la fecha no lo son por lo elevado de los fletes terrestres, como pudiera ser el caso, de la explotación de los enormes yacimientos de concha de ostión fósil que existen en las lagunas de San Andrés y de Morales en el Estado de Tamaulipas, que es materia prima para Fábricas de Cemento.

Del número de embarcaciones que circulan en los sistemas de navegación interior de E.U.A. aproximadamente un 40% son embarcaciones de recreo, que para darles servicios en las grandes distancias que recorren, necesitan de hoteles, restaurantes, estaciones de combustible, avituallamiento de los barcos, servicios de recreación, etc.. Ello representa otra muy importante fuente de trabajo permanente para las zonas costeras.

4.,. Agua.

El abastecimiento de agua para consumo urbano e industrial es elemento fundamental para el desarrollo de núcleos urbanos, sean estos nuevos o crecimiento de los ya existentes.

Los ríos escurren hacia el mar, razón por la cual el recurso agua es en las planicies costeras, salvo en las áreas desérticas, en contraposición a la necesidad de bombear el agua hacia zonas del altiplano con elevado costo en la construcción de líneas de conducción y sobre todo elevado costo de mantenimiento por el continuo bombeo y operación de los sistemas. En la medida en que las poblaciones del altiplano crecen, demandan mayor cantidad de agua y las fuentes de abastecimiento se encuentran más lejanas y a elevaciones menores con respecto al nivel del mar porque en la medida que el tiempo pasa el dotar de agua a las ciudades del altiplano es cada vez más caro por m³ surtido. A la fecha en la Ciudad de México sólo se cobra el 20% de los costo reales.

5.- Energéticos.

La vida moderna exige en todas sus actividades el uso de energéticos.

A la fecha dos son los energéticos más empleados: la energía eléctrica y los diversos derivados del petróleo.

Respecto a las plantas hidroeléctricas, ellas se localizan sobre los ríos en las estribaciones de las sierras y próximas a las llanuras costeras; así tenemos la planta hidroeléctrica de la Villita a sólo 7 Km. del mar y la hidroeléctrica de Infiernillo a 65 Km. distante de la Villita.

Las plantas termoeléctricas, las nucleoeeléctricas y las carboníferas se han localizado a las orillas del mar por la facilidad en el sistema de enfriamiento, utilizando el agua de mar para ello.

No hay que olvidar que transportar la energía eléctricas a largas distancias también cuesta, por la pérdida de carga en que se incurre, por lo que a nivel Nacional la dotación de energía eléctrica es más barata en las zonas costeras, o sea en los lugares próximos a donde se produce que en las lejanas ciudades del altiplano.

Al hablar de petróleo y derivados, éste se extrae en las llanuras costeras o dentro del mar patrimonial.

Las grandes refinerías se han construido en las costas ligadas a la transportación marítima, por lo que el costo de los combustibles derivados del petróleo son más bajos en las zonas litorales, que es donde se produce, que en los distantes lugares del altiplano. Si el precio de la gasolina es el mismo en todo el país, ello no quiere decir que cueste lo mismo.

Si llevamos nuestra imaginación al futuro debemos pensar en nuevas fuentes de energía, entre las que tenemos la energía solar, la energía eólica, la energía por gradiente térmico en zonas abismales marítimas, la energía maremotriz, aprovechando la infinita energía de las olas en las áreas marinas.

Si bien la energía solar y la energía eólica pueden tener aplicación en cualquier parte de nuestro territorio, es de todos conocido que nuestras áreas litorales son más asoleadas y con mayor incidencia de vientos fuertes y constantes, por lo que a futuro las áreas costeras tenderán a utilizar con mayor intensidad las energías solar y eólica.

En lo referente a la energía por gradiente térmico en zonas abismales marítimas, la energía maremotriz, originada por las mareas y la energía por el oleaje, ellas serán fuentes de energía exclusivas para nuestras zonas costeras.

6.- Educación.

Es indudable que es preocupación familiar la educación de los hijos, sobre todo en lo referente a la educación superior.

En la medida que una ciudad crece en su número de habitantes, al paralelo se desarrolla la educación, desde su nivel primario hasta su nivel profesional, de maestrías y doctorados.

Pongamos por ejemplo los sitios donde existe educación superior, ligada a las ciencias del mar. Esta actividad se ha desarrollado en Ensenada, B.C., en las áreas de Oceanografía Física y Oceanografía Biológica; en La Paz, B.C.S., con mismos objetivos; en Guaymas, Son., con una escuela del Tecnológico de Monterrey, de la cual egresan Ingenieros Bioquímicos, con la especialidad en el cultivo de especies marinas y en procesamiento de alimentos, de los productos del mar; en Tampico, Tamps., la maestría en Ingeniería Portuaria, en sus especialidades de operación portuaria e Ingeniería Marítima; existiendo en misma universidad el Centro de Estudios de Investigaciones Portuarias; en la Universidad Veracruzana, la Licenciatura en Ingeniería Naval, de donde egresan los futuros constructores de embarcaciones; en Mazatlán, Siln. Licenciatura sobre aprovechamiento de alimentos del mar.

Como se observa, las ciudades antes mencionadas, cuya población fluctúa entre 200,000 y 1'000,000 de habitantes, han sido capaces de sostener escuelas de educación superior, relacionadas con la explotación de los recursos que el mar ofrece, situación lógica por contarse en mismos sitios con personal técnico altamente calificado y con experiencia, que integran al personal docente de estos centros de estudios superiores de alta especialización.

7.- Recreación.

Es condición necesaria para el sano crecimiento de una comunidad que sus habitantes tengan la oportunidad de la recreación.

En las grandes ciudades, como es el caso de la Ciudad de México, la opción a la recreación se ha visto prácticamente nulificada, por carecerse de espacios para la práctica deportiva y ello sólo se tiene para los estratos económicamente altos que pueden pagar las costosas membrecías de los Clubes Deportivos y que tienen la opción de salir de vacaciones a otros lugares.

En muy alto porcentaje de la población carece de opciones para la recreación.

Ello ha sido consecuencia del rapidísimo y desordenado crecimiento de las áreas urbanas, que han eliminado en un alto porcentaje los espacios libres que se utilizaban para prácticas deportivas de tipo popular.

En las áreas litorales se cuenta con las playas, con paseos en lancha, con la pesca deportiva, con los esquís, el buceo, el veleo, las carreras en lancha y en ellas concurren en un alto porcentaje la actividad turística del país, con servicios a los grandes buques llamados cruceros, a los transbordadores, que transportan vehículos y pasajeros y las "Marinas" para la atención de las pequeñas embarcaciones de recreo. Estas actividades turísticas, apoyadas por la hotelería y por los edificios en condominio, se convierten en una actividad económica exclusiva de las zonas litorales, que crean empleos permanentes bien remunerados. Baste observar que un alto porcentaje de los aeropuertos internacionales se localizan en zonas turísticas de nuestros litorales; a saber: Tijuana, B.C.; Ensenada, B.C.; San José de Cabo, B.C.S.; La Paz, B.C.S.; Loreto; B.C.S.; Hermosillo, Son.; Guaymas, Son.; Los Mochis, Sin.; Culiacán, Sin.; Mazatlán, Sin.; Puerto Vallarta, Jal.; Manzanillo, Col.; Lázaro Cárdenas, Mich.; Zihuatanejo, Gro.; Acapulco, Gro.; Puerto Escondido, Oax.; Huatulco, Oax.; Tapachula, Chis.; Matamoros, Tamps.; Tampico, Tamps.; Poza Rica, Ver.; Veracruz, Ver.; Minatitlán, Ver.; Villahermosa, Tab.; Ciudad del Carmen, Camp.; Mérida, Yuc.; Cancún, Q. R.; Cozumel, Q.R.; y Chetumal, Q.R.; son 30 importantes aeropuertos.

En lo referente a puertos de altura comerciales se tienen: Rosarito, B.C.; Ensenada, B.C.; Isla Cedros, B.C.; San Carlos, B.C.S.; Cabo San Lucas, B.C.S.; La Paz, B.C.S.; Santa Rosalía, B.C.S.; Puerto Libertad, Son.; Guaymas, Son.; Topolobampo, Sin.; Mazatlán, Sin.; Puerto Vallarta, Jal.; Manzanillo, Col.; Lázaro

Cárdenas, Mich.; ; Acapulco, Gro.; Salina Cruz, Oax.; Puerto Madero, Chis.; Altamira, Tamps.; ; Tampico, Tamps.; Tuxpan, Ver.; ; Veracruz, Ver.; Coatzacoalcos, Ver.; Cayo Arcas, Camp.; Progreso, Yuc.; y Cozumel, Q.R.; son 25 importantes puertos de altura.

Como puertos pesqueros se tienen: El Sauzal, B.C.; Ensenada, B.C.; Bahía Tortugas, B.C.S.; Matancitas, B.C.S.; San Carlos, B.C.S.; Pichilingue, B.C.S.; Santa Rosalía, B.C.S.; San Felipe, B.C.; Golfo de Santa Clara, Son.; Puerto Peñasco, Son.; Bahía de San Jorge, Son.; Puerto Libertad, Son.; Punta Chueca, Son.; Bahía Kino, Son.; Paraje Nuevo, Son.; Las Guásimas, Son.; Bahía de Tóbari, Son.; Yavaros, Son.; Topolobampo, Sin.; La Reforma, Sin.; El Castillo, Sin.; Alfredo B. Bonfil, Sin.; Teacapán, Sin.; Boca de Cuautla, Nay.; San Blas, Nay.; Puerto Balleto, Nay.; Chacala, Nay.; Cruz de Huanacastle, Nay.; Pérula, Jal.; Barra de Navidad, Jal.; Manzanillo, Col.; Islas Revillagigedo, Col.; San Telmo, Mich.; Maraota, Mich.; Caleta de Campos, Mich.; ; Lázaro Cárdenas, Mich.; Zihuatanejo, Gro.; Puerto Vicente Guerrero; Gro.; Barra Vieja, Gro.; Chacahua, Oax.; La Pastoría, Oax.; Puerto Angel, Oax.; Salina Cruz, Oax.; Puerto Arista, Chis.; Puerto Madero, Chis.; El Mezquital, Tamps.; La Pesca, Tamps.; Tampico, Tamps.; Tampachiche, Ver.; Tamiahua; Ver.; Tuxpan, Ver.; Tecolutla, Ver.; Nautla, Ver.; Alvarado, Ver.; Sontecomapan, Ver.; Sánchez Magallanes, Tab.; Chiltepec, Tab.; Frontera, Tab.; Ciudad del Carmen, Camp.; Sabancuy, Camp.; Champotón; Camp.; Lerma, Camp.; Punta Arenas, Camp.; Celestún, Yuc.; Sisal, Yuc.; Chuburná, Yuc.; Yukalpetén, Yuc.; Telchac, Yuc.; Dzilam de Bravo, Yuc.; Chabihau, Yuc.; San Filipe, Yuc.; Río Lagartos, Yuc.; El Cuyo, Yuc.; Holbox, Q.R.; Puerto Juárez, Q. R.; Isla Mujeres, Q.R.; Puerto Morelos, Q. R.; Chetumal, Q.R.; son 78 puertos pesqueros.

Existen terminales para cruceros en Ensenada, B.C., Mazatlán, Sin., Puerto Vallarta, Jal.; Acapulco, Gro.; Progreso, Yuc. Y Cozumel, Q.R.; existiendo otros lugares que son visitados también por los grandes cruceros que solo fondean y bajan al pasaje en embarcaciones menores y estos son: Cabo San Lucas, B.C.S.; La Paz, B.C.S.; San Blas; Nay.; Cancún, Q.R.; Playa del Carmen, Q.R.

.Para servicio de transbordadores existen instalaciones especializadas en Santa Rosalía, B.C.S.; Puerto Escondido, B.C.S.; La Paz, B.C.S.; Guaymas, Son.; topolobampo, Son.; Mazatlán, Sin.; Punta Sam, Q.R., Isla Mujeres, Q.R. y Puerto Morelos, Q.R.

La construcción de "Marinas" se ha iniciado en México, existiendo en operación las siguientes: El Coral, B.C.; Cabo San Lucas, B.C.S.; La Paz, B.C.S.; San Carlos, Son.; Marina Real, Son.; El Sábalo, Sin.; Nuevo Vallarta, Nay.; Puerto Vallarta, Jal.; Las Hadas, Col.; Isla Navidad, Col.; Club de Yates de Acapulco, Gro.; Puerto Escondido, Oax.; Huatulco; Oax.; Yukalpetén, Yuc.; Cancún, Q.R.; Laguna de Macax, Q.R. y Banco Playa en la Isla de Cozumel, Q.R..

Se atienden yates sin existir instalaciones especializadas en Ensenada, B.C.; San José del Cabo, B.C.S.; Bahía Kino, Son.; Topolobampo, Sin.; Mazatlán, Sin.;

San Blas, Nay.; Manzanillo, Col.; Zihuatanejo, Gro.; Puerto Escondido, Oax.; Puerto Madero, Chis.; La Pesca, Tamps.; Tampico, Tamps.; Tuxpan, Ver.; Veracruz, Ver.; Coatzacoalcos, Ver.; Chetumal, Q.R.

Se encuentran en proceso de construcción o en proyecto las siguientes marinas: Puerto Cueva, B.C.; La Misión, B.C. La Salina, B.C. Ensenada, B.C.; Estero El Maneadero, B.C.; Bahía de San Quintín, B.C.; San José del Cabo, B.C.S.; Recreo La Paz, B.C.S.; San Felipe; B.C.S.; Puerto Peñasco, Son.; Estero Morúa, Son.; Bahía Kino; Son.; Bacoichampo, Son.; ; Topolobampo, Sin.; San Blas, Nay.; Careyes, Jal.; Manzanillo, Col.; Cuyutlán, Col.; Ixtapa, Gro.; Zihuatanejo, Gro. ; Puerto Marqués, Gro.; Punta Diamante, Gro.; La Pesca, Tamps.; Barra del Tordo, Tamps.; Sontecomapan, Ver.; Sisal, Yuc.; Telchac, Yuc.; al sur de Cancún, Q.R.

Las actividades antes descritas se encuentran en pleno desarrollo, con proyectos importantes a corto plazo.

Como se observa, el turismo, con sus múltiples actividades, los puertos y al transportación marítima y la actividad pesquera ofrecen amplios horizontes para crear nuevas actividades en las zonas litorales, lo que redundará en nuevos empleos permanentes.

8.- Industria.

El desarrollo de nuestra industria se basó en el principio de sustitución de importaciones, por lo que se localizó en los centros de consumo y lugares aledaños y así tenemos zonas industriales importantes en el Distrito Federal; Naucalpan, Tlalnepantla, San Cristóbal Ecatepec, Lechería, Cuautitlán, Guadalajara, Monterrey, Puebla, León, Etc..

La tesis actual para el desarrollo industrial se basa en la libre competencia internacional con la participación de México en diversos tratados de Libre Comercio fomentándose aquellas industrias que exporten sus productos y que sean competitivas a nivel internacional.

Es así como se desarrolla la industria petrolera y petroquímica en los estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y Campeche.

Surge el concepto de puerto industrial y se desarrolla el de Lázaro Cárdenas, Mich., donde se localiza una industria siderúrgica, una fábrica de bienes de capital, una fábrica de tubos de acero, una de fertilizantes, una planta de Petróleos Mexicanos y una receptora de granos.

En el Puerto Industrial de Altamira se han ubicado en fechas recientes más de diez nuevas industrias.

En las áreas fronterizas se ha desarrollado la industria de maquila y se proyecta un importante parque industrial para industria de maquila pesada, que tenga acceso a la red de navegación interior de la Unión Americana, utilizando la navegación. Este nuevo puerto industrial se localiza al Sur del Río Bravo con el nombre de Puerto San Patricio en honor al Batallón de San Patricio, formado por Irlandeses, en apoyo a la soberanía Nacional durante la Intervención Americana.

Al estar la Industria localizada en las zonas litorales se tiene el acceso a mercados externos, utilizando la transportación marítima, pudiendo recibir por misma vía los insumos que requiere. Los canales intracosteros serán fuerte apoyo al desarrollo industrial de las zonas litorales.

No hay que olvidar a la importante industria naval, que como se sabe, es una industria armadora que requiere del apoyo de múltiples industrias, especializadas en la producción de partes, que formarán los buques.

Se cuenta con importante infraestructura de la industria naval en Veracruz, Ver.; Tampico, Tamps.; Salina Cruz, Oax.; Guaymas, Son.; Mazatlán, Sin. y Ensenada, B.C.

La industria pesquera, de empacadoras, enlatadoras y productoras de harina de pescado, por su naturaleza se localizan en los puertos pesqueros y por lo tanto, en las zonas litorales.

Debe resaltarse la importancia que tiene la industria petroquímica básica, que se ha asentado en la zona de Pajaritos, Ver.; La Cangrejera, Ver. y Cosoleacaque, Ver. en la zona del Istmo de Tehuantepec.

La petroquímica secundaria, con la participación del sector privado, se ha localizado en el puerto de Altamira, Tamps., contando con sus propias instalaciones portuarias para el manejo de sus insumos y de sus productos, que los transportan por vía marítima.

9.- Desarrollo urbano.

Dado que las zonas litorales tienen una tasa de crecimiento demográfico mayor que en el altiplano, las ciudades costeras, y en especial las portuarias han tenido fuerte crecimiento en los últimos años, lo que genera actividades permanentes, ligadas a la industria de la construcción urbana, que proporciona empleos de tipo masivo.

10.- Posibilidades de trabajo.

Con todo lo expresado es indudable que ya a la fecha se tienen mayores oportunidades de trabajo en nuestras zonas litorales, pudiéndose generar nuevos

empleos con inversiones menores que las que se requieren para crear nuevos empleos en el altiplano, sobre todo en el área metropolitana de la Ciudad de México, donde, para mantener la paz social se recurre a altos subsidios en el transporte urbano, básicamente el metro; en la educación media y superior; en el consumo de agua y energéticos; consumo de alimentos básicos, etc.. Dado que el crecimiento de la Metrópoli es de tipo exponencial, al igual lo son los subsidios de que disfruta, pagados por el trabajo de todo el país. Viendo hacia el futuro no será posible seguir sosteniendo artificialmente al área metropolitana de la Ciudad de México porque no habrán recursos económicos que alcancen.

La política a seguir será la de crear la infraestructura que se requiere para desarrollar cualquier actividad económica que ofrezca trabajo permanente a menor costo en las zonas litorales y desincentivar el crecimiento de las grandes ciudades, disminuyendo su tasa de crecimiento con inteligentes soluciones políticas. La descentralización de la actividad económica es un imperativo.

El presente de México está en las zonas litorales y su futuro está en el mar; Tesis política planteada por el presidente Adolfo Ruíz Cortines en la Década de los 50's y que empieza a ser comprendida cabalmente hasta el final de la década de los 90's.

Del trabajo presentado puede concluirse que para lograr un México más equilibrado y más justo, tendiendo a proporcionar igualdad de oportunidades a las nuevas generaciones, es necesario resolver el gran reto presente de lograr una mejor distribución demográfica en el país y que aquellas zonas que se elijan como polos de atracción para los mexicanos puedan dar oportunidades de desarrollo social, económico y político para que a la gente más preparada y experimentada le convenga trasladarse a los sitios donde el desarrollo de nuevos núcleos humanos resulte a menor costo social. Habrá que propiciar que los ciudadanos calificados, que actualmente radican en las grandes ciudades tengan opción, para un porcentaje de ellos, de trasladarse a las zonas de nuevo desarrollo y que el medio les ofrezca posibilidades de superación en su ejercicio profesional, en actividades culturales, en desarrollo científico y que puedan contar con un medio adecuado para la educación de sus hijos a nivel de educación superior, así como eficientes servicios asistenciales. Este grupo de personal calificado, de preferencia jóvenes profesionales, se convertirá en el pilar del desarrollo del México nuevo y coadyuvará a la descentralización de la actividad económica. Démosles la oportunidad, o mañana será demasiado tarde.

La otra conclusión básica puede resumirse en que las zonas litorales ofrecen múltiples oportunidades en las más diversas actividades económicas, partiéndose ya de una infraestructura física, social y política en la cual apoyarse. Con estas acciones se colaborará para erradicar la marginación de muchos mexicanos, creando actividades que ofrezcan empleos permanentes y bien remunerados.

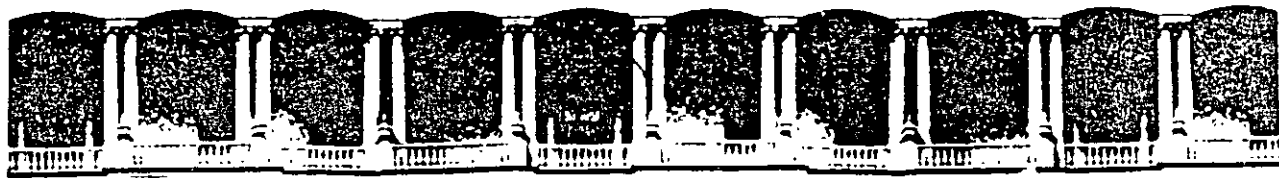
El apoyar con firmeza el desarrollo de las zonas litorales lanzará a las nuevas generaciones, con la agresividad que se requiere, a participar en los mercados internacionales en condiciones de competencia.

Tomemos la analogía de los vasos comunicantes: un depósito de gran diámetro y gran altura lleno de agua, que representa a cualquier grupo humano organizado, con suficiente técnica, sano en lo económico y eficiente en sus diarias actividades. Otro depósito de pequeño diámetro, con agua a poca altura, que representa a un gran porcentaje de nuestras actividades económicas y aislado de otros grupos prósperos. Les falta organización, preparación y capacidad económica y por lo tanto son altamente ineficientes.

Si desde el punto de vista social logramos hacer vasos comunicantes al gran depósito con uno o varios depósitos pequeños, el funcionamiento hidráulico, que es la forma en que actúa la naturaleza, hará que el depósito de pequeño diámetro tome, en muy corto plazo, el nivel del depósito de gran diámetro y a éste, su afectación será imperceptible. Con un pequeño esfuerzo del depósito mayor fácilmente hará que el nivel del depósito menor lo rebase, apoyándose en las actividades no desarrolladas y superando inclusive, en su organización y productividad, a los grupos fuertes que las han impulsado, lo que a su vez redundará en beneficio de estos últimos. Esta es la forma natural de lograr el equilibrio en la sociedad mexicana, haciendo vasos comunicantes a las múltiples actividades que apoyarán nuestro desarrollo, con una muy clara visión de justicia social.

Los grupos débiles no tienen acceso al crédito por carecer siempre de garantías y si en vez de crédito se recurre a la asociación con grupos económicamente fuertes que participen en no más de un 25 % del capital que se requiere, podrán tener dinero fresco y contar con la tecnología, mejorar su organización y participar en la comercialización directa de sus productos. El único incentivo que tienen los grupos económicamente fuertes es que obtengan mayores utilidades. La solución para nuestro desarrollo es que no sólo trabajen para ellos mismos, sino que ganen más apoyando a grupos actualmente débiles.

Los campos propicios son las actividades agropecuarias, la agroindustria y las empresas medianas y pequeñas, dando prioridad a aquellas que más generen fuentes de trabajo, a las que produzcan alimentos y a las que capten divisas. Lo aquí planteado no es imposible lograrlo.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

INGENIERÍA MARÍTIMA Y PORTUARIA

INGENIERÍA DE COSTAS

**EXPOSITOR : M en C JOSÉ MIGUEL MONTOYA RODRÍGUEZ
1998**

INDICE

	INTRODUCCION	1
1	DESCRIPCION GENERAL DE LOS PERFILES PLAYEROS Y DE LAS FORMACIONES COSTERAS EN PLANTA	2
1.1	Definiciones	3
1.2	Terminología	3
1.3	Perfiles Playeros	4
1.4	Fórmulas Analíticas	9
1.5	Formaciones de la Playa en Planta	12
2	MOVIMIENTO DE LA ARENA POR OLEAJE	15
2.1	Movimiento de Arena por Oleaje	16
2.2	Inicio de Movimiento de los Sedimentos	18
2.3	Movimiento de Sedimento en Suspensión	30
2.4	Cantidad de Sedimentos que se mueven sobre el Fondo	37
3	CORRIENTES LITORALES	40
3.1	Generalidades	41
3.2	Factores que Afectan el Sistema de Corrientes Litorales	42
3.3	Fórmulas de la Corriente Litoral a lo Largo de la Costa	53
4	DISTRIBUCION DE SEDIMENTOS EN LA PLAYA	58
4.1	Descripción de la Composición Granulométrica de los Sedimentos	59
4.2	Análisis de la Distribución de Tamaños de los Sedimentos Playeros	60
4.3	Separación de Minerales Pesados de Muestras de Sedimentos	69
4.4	Distribución de Sedimentos en un Perfil de Playa	69
4.5	Distribución de los Sedimentos a lo Largo de la Línea de Playa	72
5	TRANSPORTE LITORAL	74
5.1	Dirección del Movimiento de Arena	75
5.2	Cálculo de la Cantidad del Transporte Litoral a lo Largo de la Costa	77
5.3	Ecuaciones del Transporte Litoral a lo Largo de la Costa	80
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	82

INTRODUCCION

Las zonas costeras han sido históricamente determinantes en el desarrollo de las actividades de los pueblos tanto en el aspecto industrial como en lo comercial, lo que ha motivado un creciente número de técnicas que han hecho posible la existencia de adecuadas estructuras costeras.

La concepción del proyecto de dichas estructuras, se debe de realizar mediante el conocimiento de los procesos que ocurren en la zona litoral cerca de la costa, los cuales son extremadamente dinámicos, ya que comprenden entre otros aspectos, la acción combinada del oleaje con el movimiento de la arena.

El movimiento de la arena en una zona costera, ha sido tradicionalmente estudiado por geomorfologistas, quienes han establecido esencialmente, metodologías deductivas y descriptivas de los procesos costeros.

Desde el punto de vista ingenieril, el estudio del movimiento de la arena en una zona costera se ha concentrado, principalmente en: a) observación de los perfiles de equilibrio, b) determinación de la profundidad de inicio de movimiento de los sedimentos, c) estudio de la forma de los sedimentos en la playa de altamar, en la playa exterior y en la cara de la playa, d) estudio de las corrientes que se presentan en el mar, e) estudio de la distribución de tamaños y composición mineralógica de los sedimentos a lo largo de la costa y f) desarrollo de métodos para cuantificar la cantidad y dirección del transporte litoral.

Tratando de integrar los principales elementos que se deben de considerar para estudiar el fenómeno del movimiento de la arena, el presente texto se ha integrado con los métodos y criterios más comúnmente utilizados en el campo de la ingeniería de costas para estudiar el movimiento de arena en procesos de erosión y azolvamiento.

Es muy importante mencionar que a la fecha, el nivel de conocimiento del fenómeno del movimiento de la arena en el mar, no se ha desarrollado totalmente, resultando necesario realizar mediciones sistemáticas en el campo de los diferentes procesos relacionados con el fenómeno del movimiento de la arena. No obstante que en el mundo existen numerosas publicaciones de los diversos procesos relacionados con dicho fenómeno, el estudio en la naturaleza de éstos, ha indicado que la naturaleza es el mejor libro de texto.

1. DESCRIPCION GENERAL DE LOS PERFILES PLAYEROS Y DE LAS FORMACIONES COSTERAS EN PLANTA

Los geomorfologistas en costas, han discutido los diferentes fenómenos que aparecen en los procesos costeros, y han establecido numerosas clasificaciones de la topografía costera basadas en los factores que tienen una influencia en su formación, incluyendo las fuerzas externas.

Desde el punto de vista ingenieril, es muy importante entender las variaciones costeras del área de interés en el largo término y clasificar adecuadamente la morfología de la costa, ya que los procesos costeros que se presentan en el corto término, generalmente se superponen en los cambios costeros que se presentan en el largo término.

Los cambios costeros en el corto término se estudian en la ingeniería de costas mediante el concepto del perfil de equilibrio, no obstante que debido a la naturaleza irregular del oleaje, el perfil de equilibrio nunca puede existir bajo las condiciones variables del oleaje del prototipo (nunca existe la similitud bidimensional del oleaje), resultando el concepto idealizado del perfil de equilibrio muy conveniente desde el punto de vista práctico.

Los perfiles de equilibrio son diferentes dependiendo de las características del mar, perfil inicial (perfil antes de la acción del oleaje), profundidad del mar antes de la rompiente, etc., pudiéndose clasificar los perfiles de equilibrio en perfiles de calma (perfil de verano) y de tormenta (perfil de invierno).

Respecto a las formaciones costeras en planta, éstas son el resultado de las diferentes variaciones que sufren los perfiles playeros.

En la evolución morfológica de un litoral, intervienen, por una parte, factores que se derivan de las características del material playero y por otra, la dinámica del mar. Esta variedad de factores determina una variedad de formaciones de la playa, en planta.

1.1 DEFINICIONES

La costa se define como la franja de tierra que se encuentra rodeada de cualquier cuerpo de agua, que esté expuesta de manera alterna o cubierta por mareas y olas.

A una costa de material no consolidado, se le denomina generalmente playa. Las costas se encuentran continuamente cambiando y en el mejor de los casos bajo un equilibrio dinámico, con sedimentos moviéndose hacia el mar y regresando hacia la playa.

Las playas son un caso particular de costa que se estudian con más detalle, dado que, el material no consolidado se encuentra sujeto a los mayores cambios.

Algunos autores definen la costa como una frontera que separa el agua de la tierra. Si se trata de agua dulce se la denominan ribera, si se trata de arena la definen como playa y si existe un manto rocoso la llaman acantilado.

En el campo de la Ingeniería de Costas, la línea de playa indica la línea límite alcanzada por la influencia de oleajes y mareas, existiendo líneas de playa para marea alta y para marea baja.

1.2 TERMINOLOGIA.

En Ingeniería de Costas, se puede definir la siguiente terminología asociada a los perfiles playeros.

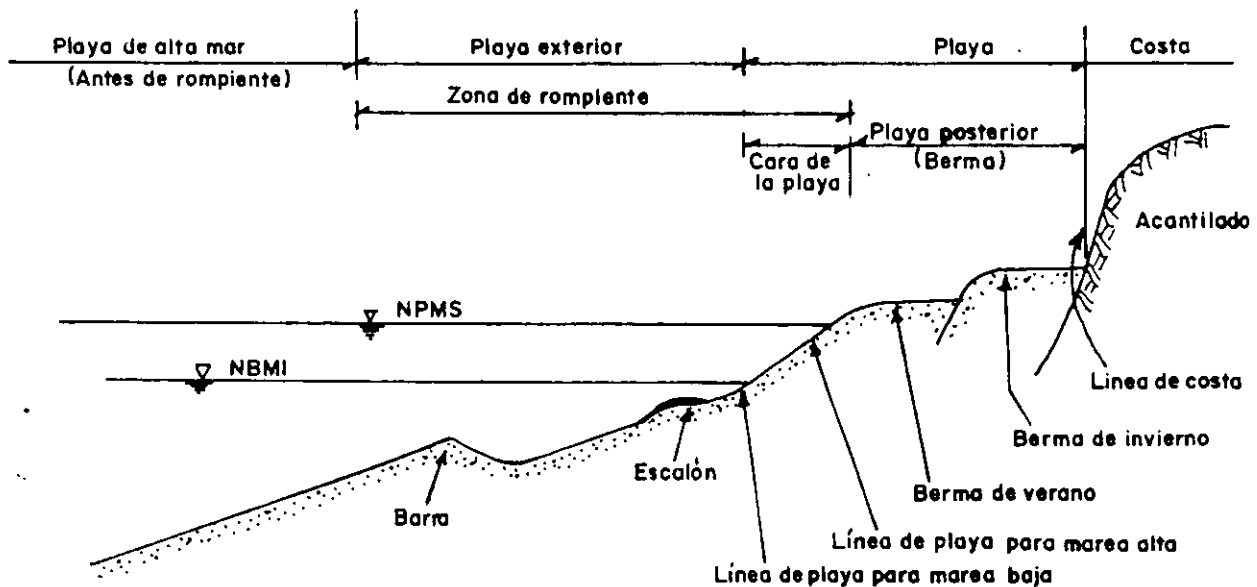


Figura No. 1.1, Terminología de los perfiles playeros

1.- Playa de altamar (antes de la zona de rompientes):

Esta zona se caracteriza por tener pendiente suave y localizarse donde no rompen los oleajes normales.

2.- Playa exterior:

Esta zona se caracteriza por estar localizada entre la playa de altamar y la línea de playa en marea baja, rompiendo el oleaje en esta zona y formándose la barra y el escalón dependiendo del régimen de oleaje (verano o invierno).

3.- Cara de la playa:

Esta zona se caracteriza por estar localizada entre las líneas de playa en marea baja y el límite alcanzado cuando actúan los oleajes normales.

4.- Playa posterior (Berma):

Esta zona se caracteriza porque únicamente los oleajes de tormenta pueden subir sobre la berma.

1.3 PERFILES PLAYEROS.

En términos generales existen dos formas definidas de los perfiles playeros, los cuales se han designado genéricamente como perfil de verano y perfil de invierno, definiciones que se han establecido con la finalidad de definir la diferencia de las características del oleaje que los moldean.

Formando un perfil de playa con una pendiente uniforme en un canal de oleaje y haciendo actuar una cierta ola constante durante largo tiempo (oleaje regular), el perfil cambia rápidamente durante el primer tiempo y posteriormente cambia lentamente hasta alcanzar la condición de equilibrio.

Bernard Mahauthe (1978), estableció que por la naturaleza irregular del oleaje, el perfil de equilibrio nunca puede existir bajo las condiciones variables del prototipo (nunca existe la similitud bidimensional del oleaje), no obstante lo anterior, el concepto de perfil de equilibrio es un concepto idealizado muy conveniente desde el punto de vista práctico. (Ref.1 p.p. 164).

Los perfiles de equilibrio son diferentes, dependiendo de las características del material del fondo, altura del oleaje, período, variaciones del nivel del mar, perfil inicial (perfil antes de la acción del oleaje), profundidad del mar antes de la rompiente, etc. pudiéndose clasificar los perfiles de equilibrio en perfil de calma(perfil de verano) y perfil de tormenta (perfil de invierno), los cuales se indican en la siguiente figura.



Figura No. 1.2, Clasificación de los perfiles de equilibrio para verano e invierno

En verano las condiciones de agitación en el mar son menos severas que en invierno, produciéndose un perfil en el que se nota una acumulación considerable de material en la parte alta del estrán, dando lugar a una berma bien definida.

Para las condiciones de invierno se tiene una mayor agitación, dando lugar a una serie de rompientes que forman barras y fosas típicas de los perfiles de invierno.

J.W. Johnson (1949), reportó de ensayos en modelo, que el perfil de tormenta se presenta para una relación de esbeltez en aguas profundas de $H_o/L_o > 0.025$ y presentándose el perfil de calma para una relación de $H_o/L_o < 0.025$.

Sunamura y Horikawa (1974), estudiaron la variación de perfiles playeros mediante ensayos en modelo y mediciones de campo y manejando diversos parámetros tales como: la esbeltez de la ola, el perfil inicial de la playa, el tamaño del grano y la longitud de la ola, propusieron una nueva clasificación de los perfiles playeros basada en el desplazamiento del fondo del mar respecto a la pendiente inicial, según se muestra en la figura 1.3.

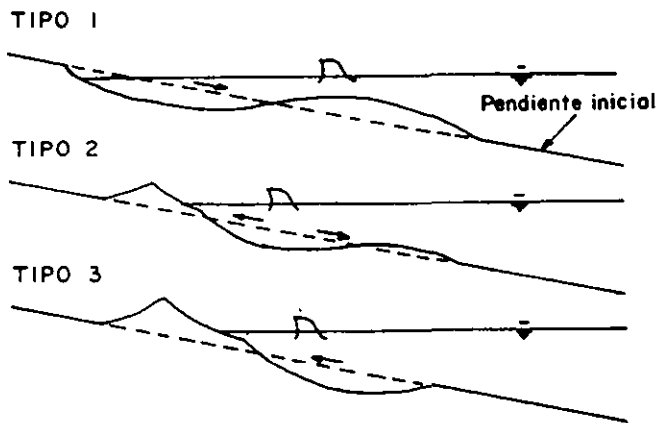


Figura No. 1.3, Clasificación de perfiles de equilibrio (Sunamura y Horikawa, 1974)

En la fig. 1.3 los perfiles tipo 1, 2 y 3 presentan las siguientes características:

- Perfil tipo 1.- Se presenta regresión de la línea de costa y acumulación de arena en la playa de altamar.
- Perfil tipo 2.- Se presenta avance de la línea de costa y acumulación de arena en la playa de altamar.
- Perfil tipo 3.- Se presenta avance de la línea de costa y no se presenta acumulación de arena en la playa de altamar.

En las figuras 1.4 y 1.5 se muestra la condición crítica de la aparición de cada uno de los perfiles anteriores. En estas figuras $\tan \beta$ corresponde a la pendiente del perfil playero.

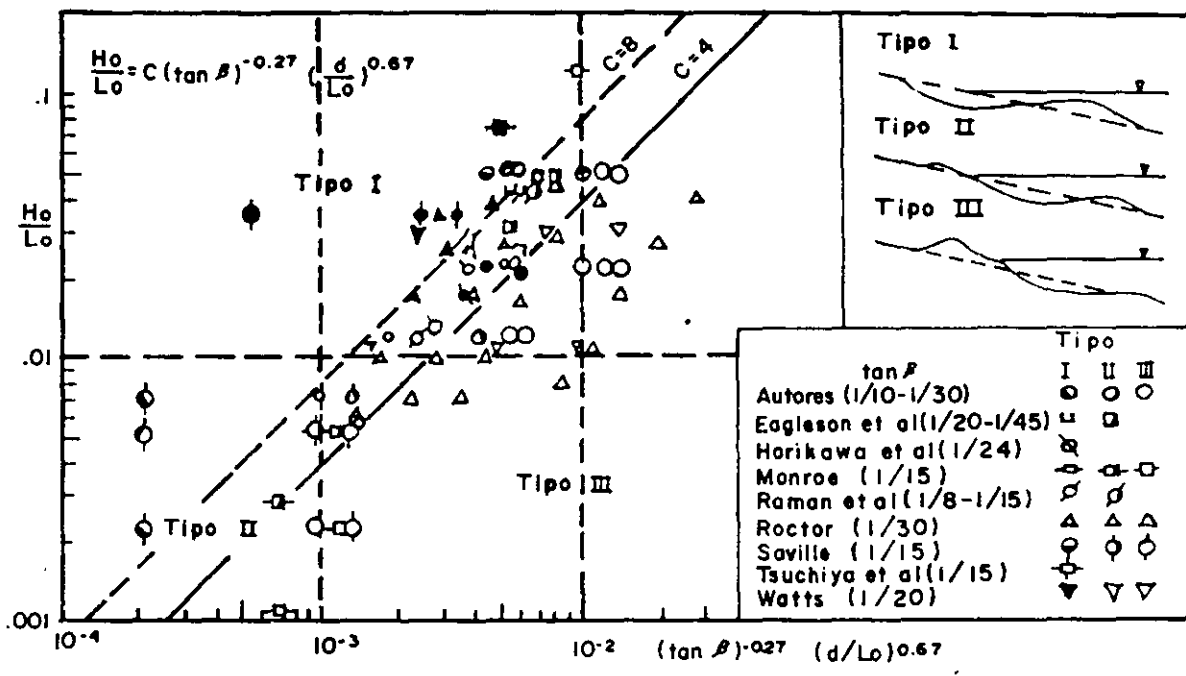


Figura No. 1.4, Clasificación de los perfiles de playa (Sunamura y Horikawa, 1974)

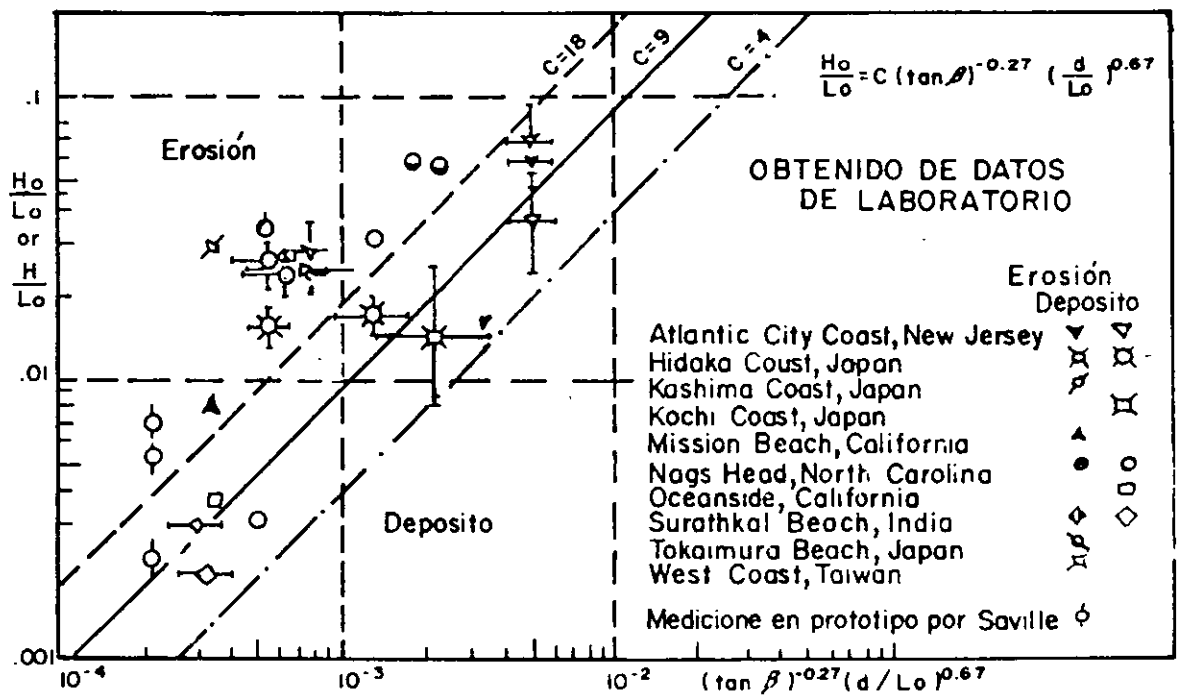


Figura No. 1.5, Cambios de la línea de costa en el campo (Sunamura y Horikawa, 1974)

1.4 FORMULAS ANALITICAS

Muchos investigadores basándose en datos de campo y laboratorio, han expresado mediante fórmulas analíticas, las expresiones características de los perfiles de equilibrio de la playa, en este texto se presentan las encontradas por Larras, Sitarz y Bruun, (Ref.2 p.p. 97-99).

Fórmula de Larras

Larras, basándose en 34 perfiles de equilibrio obtenidos en un canal de oleaje con cuatro tipos de material (polietileno, plexiglás, lignito y antracita), y estudiando además 45 perfiles obtenidos en la naturaleza, llegó a la conclusión de que el perfil de equilibrio se puede aproximar a una parábola de acuerdo con la siguiente ecuación (fig. 1.6):

$$\frac{Y}{L_o} = K \left(\frac{X}{L_o} \right)^m$$

Donde:

$$K = \frac{H_o}{L_o} + 0.039 \frac{d_s^{1/2}}{\rho'^{1/3}}$$

$$m = 11.5 \frac{H_o}{L_o} + 0.0275 \frac{1}{\rho'^{1/3}} - 0.05$$

Donde:

d_s ; Diámetro del material en mm

ρ' ; $\rho_s - \rho_o$

ρ_s ; Densidad del material

ρ_o ; Densidad del agua.

H_o ; Altura de ola en aguas profundas en m

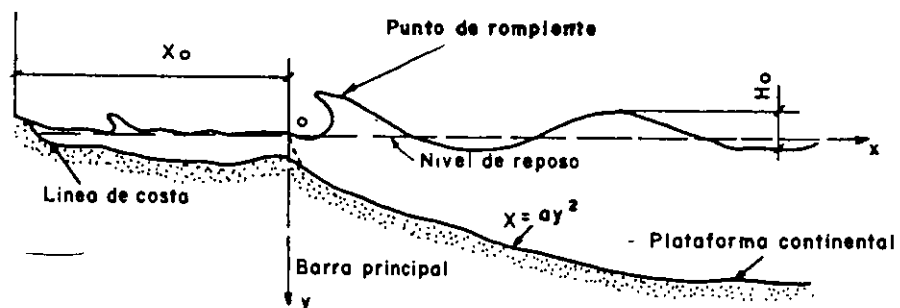


Figura No. 1.6, Notación de los perfiles playeros según Larras

Fórmula según J. Sitarz

J. Sitarz encontró la siguiente ecuación (ver fig. 1.7)

$$X = ay^2 + X_0 \quad \left(\text{válida para } Ho \geq \frac{0.02}{p' ds^2} \right)$$

Donde

$$a = \frac{0.95}{\rho^{1/2} ds Ho^{3/2}}$$

$$X_0 = \frac{A_1 Ho^{3/2}}{\rho^{1/2} ds^{1/2}}$$

Donde;

$A_1 = 43.5$ en modelo reducido sin barra

$A_1 = 66$ en modelo reducido con barra

$A_1 = 75$ en la naturaleza

ds ; Diámetro medio, en mm.

Ho ; Altura de la ola en aguas profundas en m

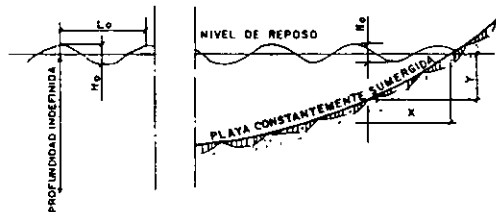


Figura No. 1.7, Perfil de equilibrio playero (Fórmula de Sitarz)

Fórmula de P. Bruun

Per Bruun, por consideraciones de orden energético y mediante observaciones en la costa danesa, llegó a la conclusión de que el perfil de equilibrio puede expresarse de acuerdo a la siguiente ecuación (fig. 1.8):

$$Y^{3/2} = px$$

Donde

X,Y: Son las distancias de un punto de la superficie del agua a la línea de playa y al fondo respectivamente.

p : Es un parámetro deducido del propio perfil.

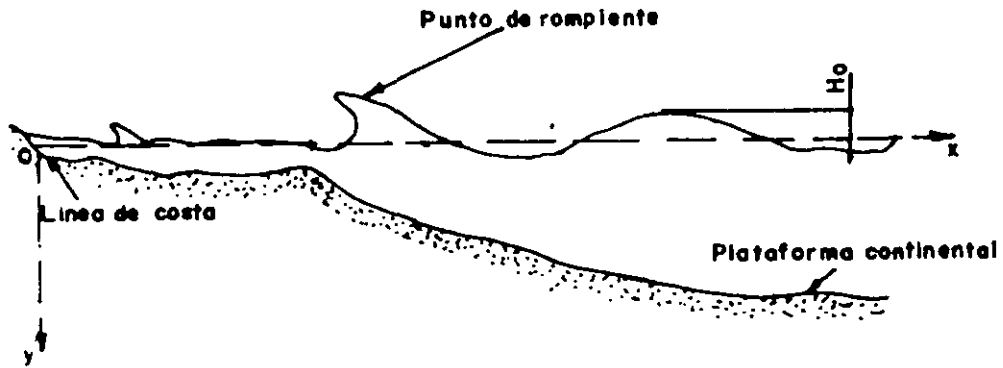


Figura No. 1.8, Convención del sistema coordinado (según P. Bruun)

Por ejemplo, en una playa en donde la profundidad de 10 m se encuentra localizada a 500 m de la línea de playa se tendrá:

$$p = \frac{10^{3/2}}{500} = 0.063$$

sustituyendo el valor anterior en la ecuación de Bruun se tiene:

$$y^{3/2} = 0.063 x$$

Bruun suponiendo que la pérdida de energía es debida sólo a la fricción del fondo y que esta pérdida es constante por unidad de área, llegó a una ecuación más general expresada por:

$$Y^{3/2} = p \frac{X}{T^{2/3}}$$

1.5 FORMACIONES DE LA PLAYA EN PLANTA.

En la evolución morfológica del litoral, intervienen por una parte, factores que se derivan de las características del material playero; y por otra, la dinámica del mar. Esta variedad de factores determinan una variedad de formaciones de la playa en planta, dentro de las cuales se tienen (Ref. 3 p.p. 6-8):

Cuspate (cusp): en una playa en erosión, se puede observar una configuración cóncava y convexa de la línea de playa. Esta configuración se llama "cuspate" la cual, generalmente, tiene longitudes de 10 a 60 m. y se desarrolla continuamente para formar la cuspate de mayor longitud (de 100 a 1000 m), obteniéndose en la playa (vista de planta) una forma como la indicada en la fig. 1.9.

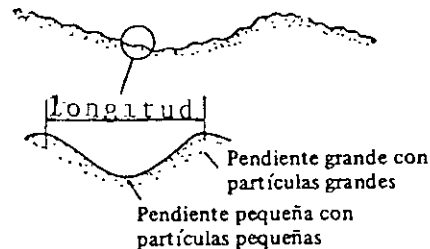


Figura No. 1.9, Formación playera "Cuspate"

Flecha y Barrera: En la entrada de lagunas y desembocaduras de ríos, en ocasiones se presentan bancos de arena que son largos y delgados como se muestra en la figura 1.10. Se llaman **flechas**, a los bancos de arena que salen desde puntos extremos de tierra firme, y se llaman **barreras** a los bancos de arena que no se unen a tierra firme, teniendo en ambos extremos una boca.

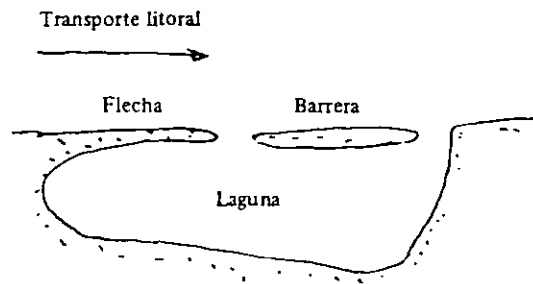


Figura No. 1.10, Formación de la flecha y de la barrera litoral

La barrera inicialmente se forma como flecha formándose una sola boca en su extremo, rompiéndose el banco de arena por las tormentas, dando origen a una segunda boca. Si ambas bocas son estables, la barrera queda formada permanentemente.

Tómbolo: Escolleras e islas separadas de la costa, disminuyen detrás de ellas las alturas incidentes, acumulándose material por detrás y avanzando la línea de playa hacia el mar tal como se muestra en la fig. 1.11 (vista en planta).

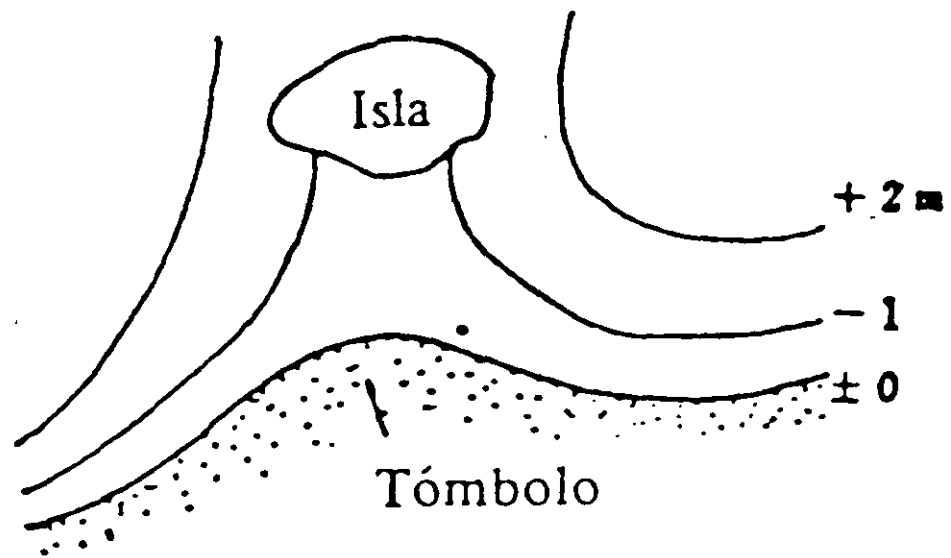


Figura No. 1.11. Formación del tómbolo

2. MOVIMIENTO DE LA ARENA POR EL OLEAJE

Los sedimentos bajo las acciones del oleaje, las corrientes litorales y las corrientes de marea, son transportados a lo largo de la costa, hacia el mar y hacia tierra. Fundamentalmente se puede establecer que existen dos modos de transporte de sedimentos: transporte en suspensión y transporte sobre el fondo.

Los patrones del movimiento de los sedimentos, son diferentes en la playa de altamar, en la playa exterior y en la cara de la playa.

Al avanzar los oleajes de la playa de altamar hacia la costa, a una cierta profundidad los sedimentos empiezan a moverse por la acción de la energía del oleaje, a lo cual se le conoce como profundidad límite de inicio de movimiento, pudiéndose distinguir en este campo, tres conceptos a saber:

Movimiento inicial, estado en el que algunas partículas de la primera capa de la superficie del fondo empiezan a moverse, movimiento general, estado en el que todas las partículas sobre la superficie del fondo empiezan a moverse, y movimiento perfecto, estado en el que todas las partículas del fondo del mar se mueven tan fuerte que cambia la profundidad.

2.1 MOVIMIENTO DE LA ARENA POR OLAJE

Los sedimentos en el mar, son transportados por la acción de los oleajes, corrientes inducidas por el oleaje y por las corrientes de marea.

Existen dos modos fundamentales del transporte de sedimentos denominados movimiento en suspensión y movimiento sobre el fondo.

A continuación se explica la forma del movimiento de arena en la playa de altamar, en la playa exterior y en la cara de la playa.

1.- Movimiento de la arena en la playa de altamar.

Generalmente, en la playa de altamar se forman pequeñas ondulaciones en el fondo, llamadas rizos de arena (sand ripples).

El movimiento de arena en la playa de altamar originado por la acción del oleaje tiene relaciones estrechas con los rizos de arena. Ver figura 2.1.

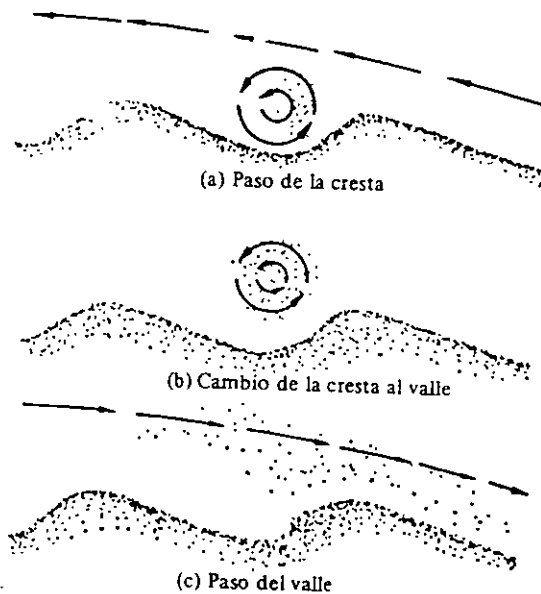


Figura No. 2.1, Forma típica del movimiento de arena en la playa de altamar con el paso del oleaje

En la figura anterior, se observa que, cuando la cresta del oleaje pasa sobre los rizos de arena, las partículas de agua se mueven hacia tierra, con lo que las partículas de arena en la pendiente del rizo del lado del mar se mueven para caer en la concavidad como se muestra en (a). En el cambio de cresta a valle, se genera un vórtice que atrapa algunas partículas de arena como se indica en (b).

Con el paso del valle del oleaje que sigue al paso de la cresta, las partículas de agua se mueven hacia el mar, transportándose hacia el mar los sedimentos atrapados en el vórtice como se indica en (c), resultando la dirección neta del movimiento de la arena por la diferencia entre el volumen de arena transportada hacia tierra sobre el fondo y el volumen de arena transportada hacia el mar en suspensión.

2.- Movimiento de la arena en la playa exterior:

Al acercarse los oleajes a la playa, éstos rompen, poniendo la arena del fondo del mar en suspensión debido a la turbulencia generada por los oleajes rompientes, transportando la arena en suspensión por las corrientes inducidas por el oleaje. En la playa exterior no se presenta ningún rizo de arena, resultando la cantidad de arena en suspensión mayor que en la playa de altamar.

3.- Movimiento de la arena en la cara de la playa:

Los oleajes rompientes avanzan de la playa exterior a la cara de la playa y después retornan hacia el mar, en este proceso los sedimentos se mueven en suspensión y sobre el fondo, resultando superior este movimiento. Al incidir oblicuamente el oleaje contra la línea de playa, la corriente de agua inducida por el oleaje rompiente sube y retorna sobre la cara de playa, transportándose la arena en la cara de la playa en zig-zag a lo largo de la costa.

En la fig. 2.2 se indican esquemáticamente los modos de movimiento de los materiales del fondo en la playa de altamar, en la playa exterior y en la cara de la playa.

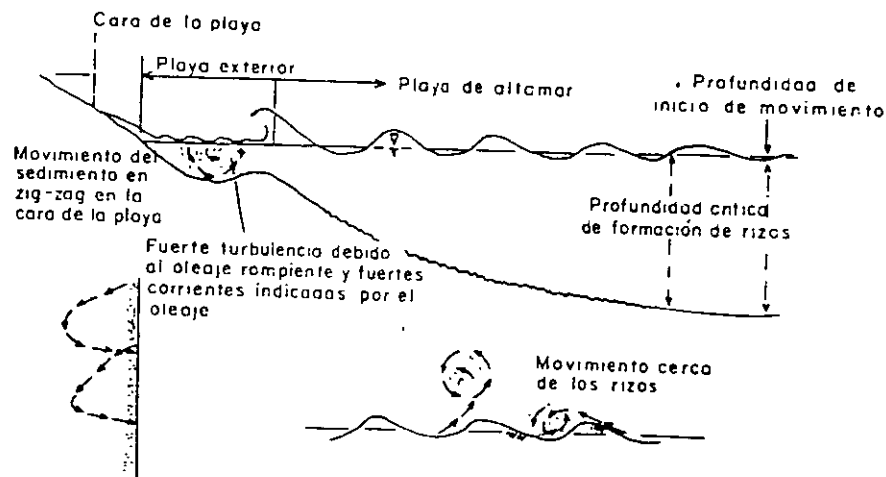


Figura No. 2.2, Modos de movimiento del sedimento

2.2 INICIO DE MOVIMIENTO DE LOS SEDIMENTOS

Al avanzar los oleajes de la playa de altamar hacia la costa, a cierta profundidad los sedimentos empiezan a moverse por la acción de la energía del oleaje, a la que se le conoce como profundidad límite de inicio de movimiento.

Se denomina movimiento inicial, al estado en que algunas partículas de la primera capa sobre la superficie del fondo empiezan a moverse, y movimiento general, al estado en que todas las partículas sobre la superficie del fondo del mar empiezan a moverse.

Conceptualmente el inicio de movimiento de los sedimentos en el mar consiste en lo siguiente:

Las fuerzas que actúan en una partícula que se encuentra sobre la superficie del fondo del mar, se indican en el diagrama de cuerpo libre mostrado en la fig. 2.3.

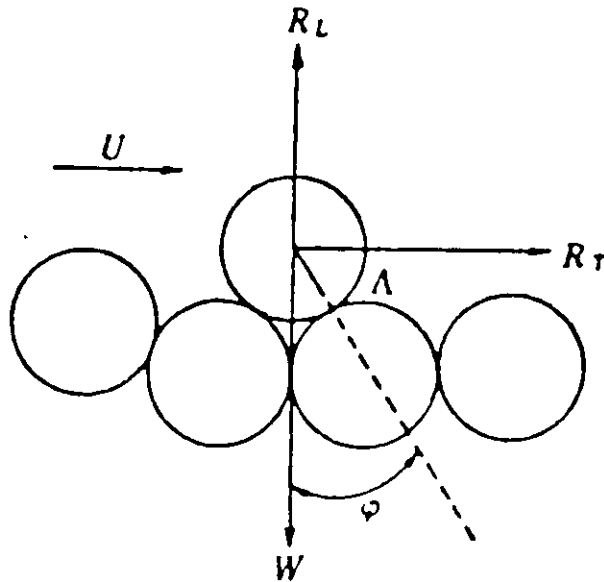


Figura No. 2.3, Diagrama de cuerpo libre de las fuerzas que actúan en una partícula de arena localizada en el fondo del mar

Los momentos de las fuerzas indicadas en la fig. 2.3, con respecto al punto A son:

$$\sum MA ; R_T \cdot ds/2 \cdot \cos\phi \quad \text{"Fuerzas horizontales"}$$
$$\sum MA ; (w-R_L) \cdot ds/2 \cdot \sin\phi \quad \text{"Fuerzas verticales"}$$

donde:

R_T : Fuerza horizontal debida al oleaje

d_s : Diámetro de la partícula

Φ : Angulo de reposo

w : Peso de la partícula dentro del agua

R_L : Fuerza vertical debida al oleaje

La condición de inicio de movimiento de la partícula, está dada por lo siguiente:

$$R \cdot ds/2 \cdot \cos \phi = (w - R_L) \cdot ds/2 \cdot \sin \phi$$

$$R = (w - R_L) \tan \phi \quad (2.1)$$

Por otro lado, el esfuerzo cortante en el fondo se expresa:

$$\tau_o = f \rho_o u_o^2 \quad (2.2)$$

donde:

τ = Esfuerzo cortante en el fondo del mar por unidad de área

f = Coeficiente de fricción

u_o = Velocidad horizontal de la partícula de agua en el fondo del mar

ρ_o = Densidad del agua

Si el área de la partícula proyectada en un plano, corresponde a:

$$\pi \left(\frac{ds}{2} \right)^2 \quad (2.3)$$

La fuerza horizontal debida al oleaje, haciendo uso de las ecuaciones 2.2 y 2.3, resulta:

$$R_T = K \tau_o \pi \left(\frac{ds}{2} \right)^2 = K f u_o^2 \rho_o \pi \frac{ds^2}{4} \quad (2.4)$$

Dado que la fuerza R_L es muy pequeña cerca del fondo, la fuerza W , se puede expresar como:

$$w = g \cdot (\rho' - \rho_o) \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \left(\frac{ds}{2} \right)^3 \quad (2.5)$$

Sustituyendo en la ec. 2.1, las ecs. 2.4 y 2.5 resulta:

$$K \cdot f \cdot \rho \cdot u_o^2 \cdot \pi \frac{ds^2}{4} = (\rho' - \rho_o) \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \frac{ds^3}{8} \cdot g \cdot \tan \phi$$

haciendo operaciones resulta

$$(\rho' - \rho_o) \cdot \frac{\pi}{6} \cdot g \cdot d_s^3 \tan \phi = g \cdot k \cdot \frac{\pi}{4} d_s^2 \cdot f u^2 \quad (2.6)$$

Donde:

- ρ' = $\rho_s - \rho_o$
- g ; Aceleración de la gravedad
- k ; Coeficiente que depende de la forma de las partículas y de las corrientes producidas por el oleaje.
- ρ_s ; Densidad de la partícula
- ρ_o ; Densidad del agua de mar

El coeficiente k , se obtiene a partir de ensayos en modelo hidráulico y el coeficiente de fricción f varía con la condición de flujo de las corrientes en el fondo del mar (flujo laminar o flujo turbulento).

En la actualidad, existen muchas ecuaciones que expresan la condición límite de inicio de movimiento. A continuación se presentan algunas de ellas; [Ref. 3 p.p.12-17].

(1) Ecuación propuesta por Horikawa y Watanabe

Horikawa y Watanabe, propusieron para el cálculo del coeficiente f la siguiente ecuación:

$$f = a \left(\frac{u_o \cdot ds}{\nu} \right)^p \left(\frac{u_o \delta}{\nu} \right)^q \quad (2.7)$$

Donde:

a, p, q : Coeficientes cuya determinación se realiza experimentalmente

δ : Espesor de la capa límite laminar igual a $\left(\frac{2\nu}{\sigma} \right)^{1/2}$

ν : Viscosidad cinemática del agua

σ : Frecuencia angular del oleaje, igual a $\left(\frac{2\pi}{T} \right)$

Sustituyendo el valor de δ , en la ec. 2.7 resulta:

$$f = a \left(\frac{u_o \cdot ds}{\nu} \right)^p \left(u_o \left(\frac{2}{\sigma} \right)^{1/2} \right)^q \quad (2.8)$$

Para la condición de fondo hidráulicamente rugoso y capa límite turbulenta, el coeficiente de fricción (f) no depende de la viscosidad, pudiéndose usar $p = -q/2$

En la capa límite laminar, el número de Reynolds del flujo definido por $\frac{u_o \cdot ds}{\nu}$ no interviene en este fenómeno, con lo que el coeficiente p es igual a cero.

Horikawa y Watanabe, suponiendo el coeficiente f conforme a lo anterior y utilizando muchos resultados obtenidos de ensayos en modelo hidráulico, expresaron la siguiente ecuación de la condición límite de inicio de movimiento para cada condición hidrodinámica del fondo como sigue:

$$\frac{Ho}{Lo} = \alpha \left(\frac{ds}{Lo} \right)^n \sinh \left(\frac{2\pi h}{L} \right) \frac{Ho}{H} \quad (2.9)$$

Donde:

- α : Coeficiente que depende de $(\rho' - \rho)$, g , δ , $\tan \phi$, k , p y q
- n : Coeficiente que depende p y q
- h : Profundidad
- H_o, L_o : Altura y longitud del oleaje en aguas profundas.

En la fig. 2.4 se presenta gráficamente la ec. 2.9, suponiendo $(\rho' - \rho) = 1.65$ y $\tan \phi = 1$. A continuación se explican las divisiones de las condiciones hidrodinámicas del fondo que se consideran en la fig. 2.4.

La condición de fondo hidráulicamente liso se cumple cuando:

$$\frac{ds/L_o}{\delta/L_o} < 0.153$$

La condición de fondo hidráulicamente rugoso se cumple cuando:

$$\frac{ds/L_o}{\delta/L_o} > 0.153$$

La condición de fondo hidráulicamente liso, con flujo laminar se cumple cuando:

$$\frac{(H_o/L_o) \cdot (\sinh(2\pi h/L))^{-1} \cdot (H_o/H)^{-1}}{\delta/L_o} < 566$$

La condición de fondo hidráulicamente liso, con flujo turbulento se cumple cuando:

$$\frac{(H_o/L_o) \cdot (\sinh(2\pi h/L))^{-1} \cdot (H_o/H)^{-1}}{\delta/L_o} > 566$$

La condición de fondo hidráulicamente rugoso, con flujo laminar se cumple cuando:

$$\frac{(H_o/L_o) \cdot (\sinh(2\pi h/L))^{-1} \cdot (H_o/H)^{-1}}{\delta/L_o} < 104$$

La condición de fondo hidráulicamente rugoso, con flujo turbulento se cumple cuando:

$$\frac{(H_o/L_o) \cdot (\sinh(2\pi h/L))^{-1} \cdot (H_o/H)^{-1}}{\delta/L_o} > 104$$

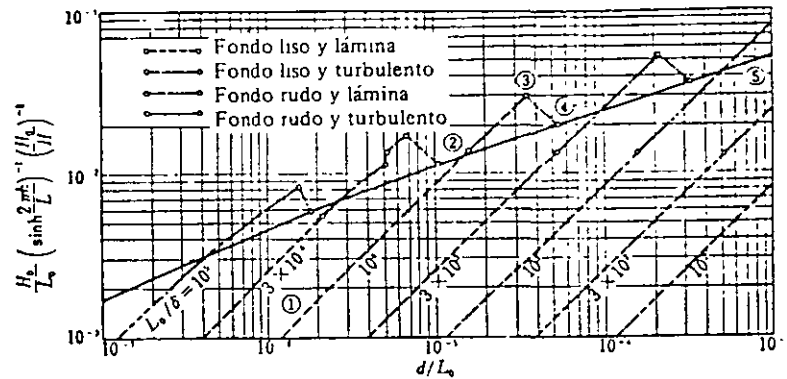


Figura No. 2.4, Límite del movimiento general de la arena (Horikawa y Watanabe, 1966)

La fig. 2.5 sirve para determinar la profundidad límite de inicio de movimiento, tomando como base el valor de $H_o/L_o \cdot (\sinh(\frac{2\pi h}{L}))^{-1} \cdot (H_o/H)^{-1}$ obtenido de la fig. 2.4

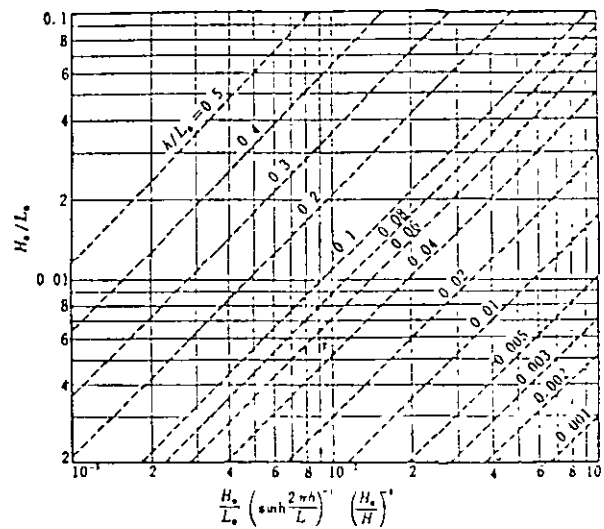


Figura No. 2.5, Profundidad límite del movimiento general de la arena (Horikawa y Watanabe, 1966)

(2) Ecuación propuesta por Sato y Tanaka.

Sato y Tanaka, con base en datos de la costa de Kashima en Japón, encontraron varias ecuaciones de la profundidad límite de inicio de movimiento de la arena, con base en las siguientes consideraciones: u_o en la ec. (2.1) se sustituye por la expresión

$$u_o \cdot F \left(\sqrt{\frac{\sigma}{\nu}} ds \right)^*$$

donde U corresponde a la velocidad máxima debido al oleaje en la frontera de la capa límite. Si el coeficiente de fricción se supone como la razón inversa del número de Reynolds ($U ds/\nu$), la ec. (2.6) se modifica como sigue:

$$\frac{U^2}{\left(\frac{\rho'}{\rho_o} - 1\right) g ds \sqrt{U \frac{ds}{\nu}}} = K' \cdot F \left(\sqrt{\frac{\sigma}{\nu}} ds \right)$$

En la figura 2.6 se muestran los resultados obtenidos por Manohars, Goddet, Sato y Tanaka a partir de ensayos en modelo hidráulico, con el fin de obtener el valor del coeficiente K' y del

factor $F \left(\sqrt{\frac{\sigma}{\nu}} ds \right)$ de la ecuación 2.10.

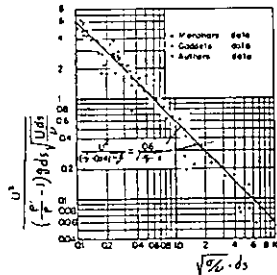


Figura No. 2.6, Datos para el cálculo del límite del movimiento general

* Lamb encontró que la velocidad de la capa límite a una distancia Z del fondo, conforme a las teorías del oleaje en aguas intermedias se puede expresar:

$$U \doteq U \{1 - e^{-0.706 \sqrt{\sigma \nu}} \cos(0.706 \sqrt{\sigma/\nu} \cdot Z)\} = U \cdot F \cdot (\sqrt{\sigma/\nu} \cdot Z)$$

Donde:

$$U = \frac{\pi H}{T} / \operatorname{senh} \frac{2\pi h}{L}$$

Con base en la fig. 2.6, la ecuación de la profundidad límite del movimiento general corresponde a:

$$\frac{U^2}{\left(\frac{\rho'}{\rho_0} - 1\right) g ds \sqrt{U \frac{ds}{v}}} = \frac{0.6}{\sqrt{\frac{\sigma}{v} \cdot ds}}$$

Sustituyendo: $U = \frac{\pi}{T} \frac{H}{\operatorname{senh} \frac{2\pi h}{L}}$; $\sigma = \frac{2\pi}{T}$; $T = \frac{2\pi}{g} L$ resulta:

$$\frac{H}{Lo} = \left[0.4243 \left(\frac{2}{\pi}\right) \left(\frac{\rho'}{\rho} - 1\right) \right]^{2/3} (d/Lo)^{1/3} \operatorname{senh} \left(\frac{2\pi h}{L}\right)$$

Por otro lado, sustituyendo:

$$H/Lo = (Ho/Lo) (H/Ho); \rho' = 2.65 \text{ y } \rho_0 = 1.03$$

$$\text{Resulta: } Ho/Lo = 0.565 (ds/Lo)^{1/3} \operatorname{senh} \left(\frac{2\pi h}{L}\right) \left(\frac{Ho}{H}\right) \quad (2.12)$$

La ecuación (2.11) proporciona valores inferiores que los de la fig. 2.4 por la precisión teórica de ésta, pero desde el punto de vista práctico, los valores no difieren mucho.

El límite de movimiento general se define como la profundidad límite en la que todas las partículas de la primera capa del fondo del mar, empiezan a moverse, pero desde el punto de la Ingeniería de Costas, resulta necesario conocer la profundidad donde el movimiento de arena es más fuerte. Con este fin, Sato, Ijima y Tanaka, inyectaron partículas de vidrio radioactivas con la misma densidad y tamaño de las partículas de arena del fondo del mar para investigar la dispersión de las partículas radioactivas, y encontraron las siguientes ecuaciones para el movimiento superficial y movimiento perfecto.

Ecuación de la profundidad límite del movimiento superficial

$$\frac{H_0}{L_0} = 1.35 \left(\frac{ds}{L_0} \right)^{1/3} \operatorname{senh} \left(\frac{2\pi h}{L} \right) \left(\frac{H_0}{H} \right) \quad (2.13)$$

Ecuación de la profundidad límite del movimiento perfecto

$$\frac{H_0}{L_0} = 1.35 \left(\frac{ds}{L_0} \right)^{1/3} \operatorname{senh} \left(\frac{2\pi h}{L} \right) \left(\frac{H_0}{H} \right) \quad (2.14)$$

El significado físico de las ecs. (2.13) y (2.14) se puede interpretar conforme a lo indicado en la fig. 2.7. El movimiento superficial indica la condición en la que se dispersa la mayor parte de las partículas radioactivas en la dirección del oleaje sin el movimiento del punto de máxima radioactividad; en otras palabras corresponde al estado en el que todas las partículas de arena cerca de la superficie del fondo del mar se mueven en la dirección del oleaje.

El movimiento perfecto indica la condición en el que se mueve el punto de máxima radioactividad en la dirección del oleaje, en otras palabras corresponde al estado en el que las partículas se mueven tan fuerte que cambia la profundidad del fondo del mar.

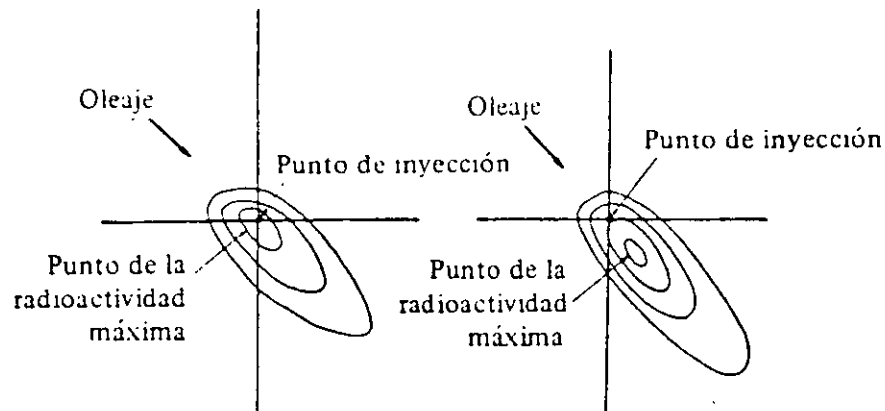


Figura No. 2.7, Clasificación de los patrones de dispersión de partículas radioactivas (Sato, Ijima y Tanaka, 1965)

En la fig. 2.8 se indica la relación entre las características de cada grupo de distribución de las partículas radioactivas, y su diámetro medio, donde el primer grupo corresponde al movimiento perfecto, el segundo grupo al movimiento superficial, el tercero al movimiento más débil y el cuarto para el que no se mueven dichas partículas.

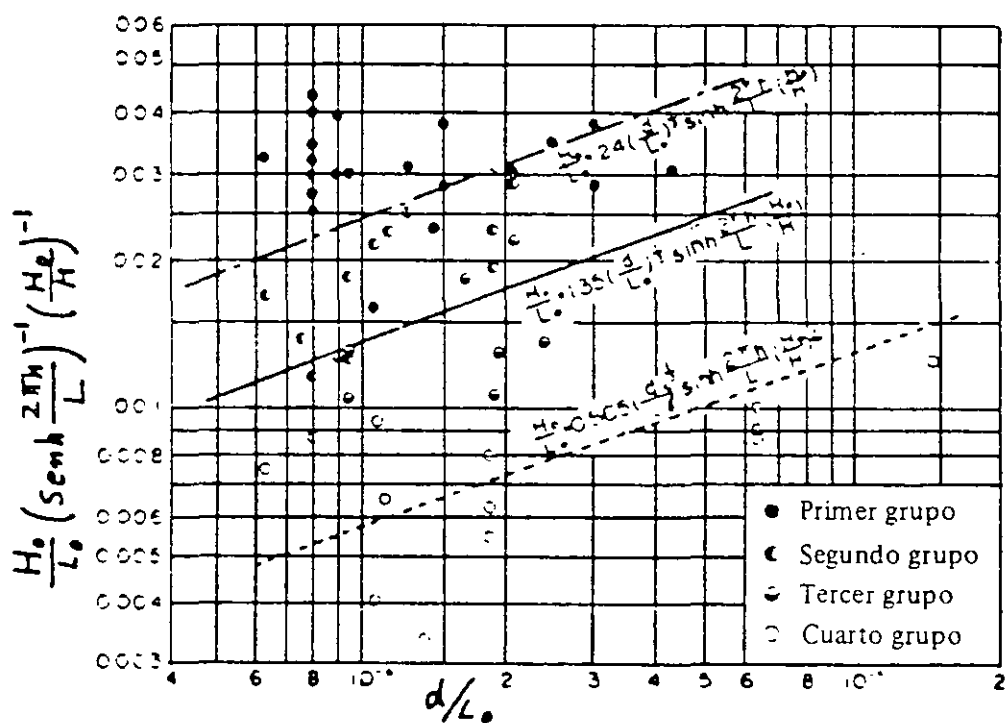


Figura No. 2.8, Clasificación de los grupos de dispersión de las partículas radioactivas (Sato, Ijima y Tanaka, 1963)

En las figs. 2.9 y 2.10 se muestran gráficamente las ecs. (2.13) y (2.14)

Cuando se usen las figs. 2.4, 2.9 y 2.10 para aplicaciones de campo, se usará la altura de ola significativa en lugar de H_0 , el diámetro medio para d_s y la profundidad media más la marea para h .

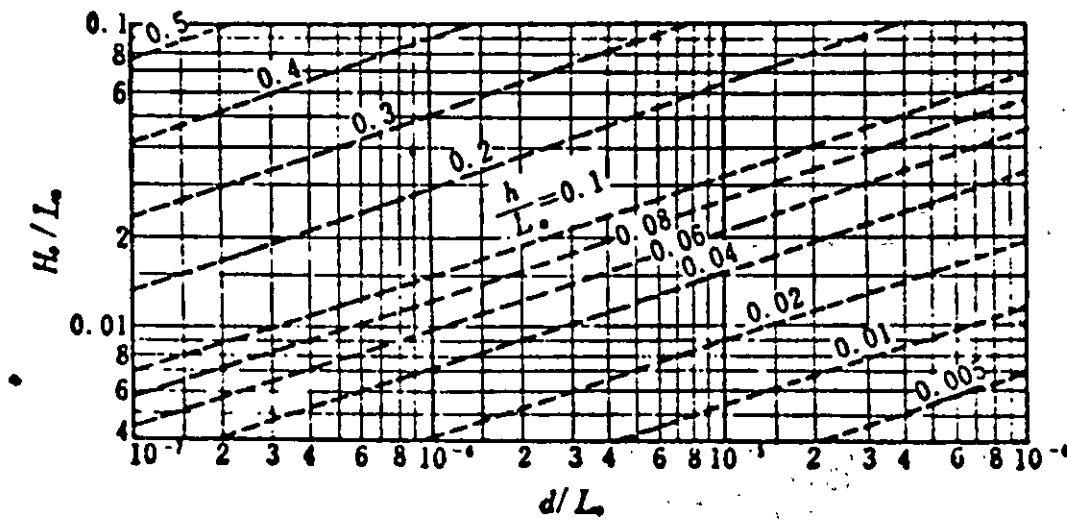


Figura No. 2.9, Profundidad límite del movimiento superficial (Sato 1963 y 1980)

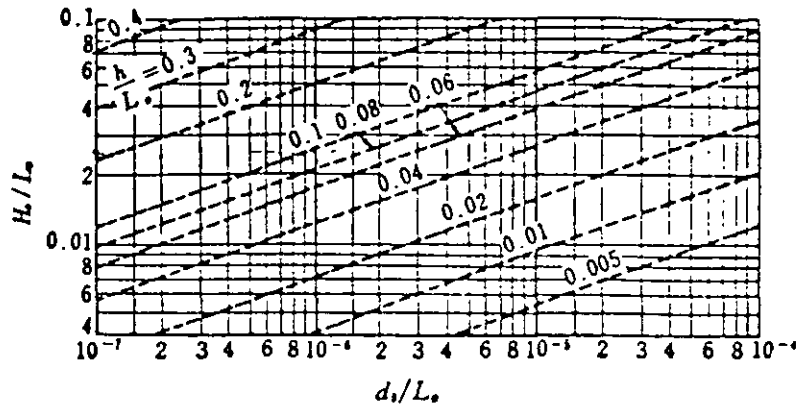


Figura No. 2.10, Profundidad límite del movimiento perfecto (Sato 1963 y 1980)

2.3 MOVIMIENTO DE SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN.

Bajo la acción del oleaje, los sedimentos además de moverse sobre el fondo, se mueven en suspensión por la turbulencia del agua. Especialmente en la playa exterior, la turbulencia de las partículas del agua es tan violenta que es demasiada la cantidad de sedimentos que se mueven en suspensión, resultando de importancia el estudio del movimiento de los sedimentos en suspensión en esa zona. A continuación se explicarán las ecuaciones fundamentales del movimiento de los sedimentos en suspensión.

Si se denota como c a la concentración de la arena, definida como la cantidad de arena en suspensión contenida en una unidad de volumen de agua, expresada en partes por millón (p.p.m.), ya sea en peso o en volumen.

En peso
$$1 \text{ p.p.m.} = \frac{1 \text{ miligramo}}{1 \text{ litro}} = \frac{1 \text{ gf}}{1 \text{ m}^3} = 10^{-3} \text{ Kg/m}^3$$

En volumen
$$1 \text{ p.p.m.} = \frac{1 \text{ mililitro}}{\text{m}^3} = 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Por otro lado denotando como u la componente de la velocidad en la dirección x . Cuando actúa durante un cierto tiempo la velocidad media de la corriente, la cantidad de arena en suspensión que se transporta en la dirección x será:

$$q_x = uc - \epsilon_x \frac{dc}{dx} \tag{2.15}$$

donde:

q_x : Cantidad de arena en suspensión que se transporta en la dirección X

ϵ_x : Coeficiente de difusión en la dirección X

En la ec. (2.15), uc es la cantidad de arena en suspensión que se transporta por la componente u de la velocidad media de la corriente, $-\epsilon \frac{dc}{dx}$, es la cantidad de arena en suspensión transportada por la componente de la turbulencia, donde el signo menos indica que la dirección media de la cantidad transportada por la componente de la turbulencia en la dirección X, tiene signo negativo en el caso de que aumente la concentración de la arena en suspensión en la dirección X.

Considerando horizontalmente los ejes X e Y, y verticalmente el eje z, añadiendo la cantidad de arena en suspensión para el eje de Z, y siguiendo las consideraciones anteriores, se obtienen las siguientes ecuaciones:

$$\text{En el eje de Y: } q_y = -\epsilon_y \frac{\partial c}{\partial Y} \quad (2.16)$$

$$\text{En el eje de z: } q_z = (w-w_s) C - \epsilon_z \frac{\partial c}{\partial Z} \quad (2.17)$$

Donde:

v y w : Velocidad media en las direcciones Y y Z respectivamente

w_s : Velocidad de caída de la arena

ϵ_y y ϵ_z : Coeficientes de difusión en las direcciones Y y Z respectivamente

Por otro lado, analizando la entrada y salida de arena en suspensión en un volumen de control diferencial definido por dx, dy, dz como se muestra en la figura 2.11, la cantidad de arena en suspensión que entra y sale del volumen de control por unidad de tiempo en la dirección x , y es:

$$\begin{aligned} q_x dy dz - \left(q_x + \frac{\partial q_x}{\partial X} dx \right) dx dz \\ = - \frac{\partial q_x}{\partial X} dx dy dz \\ = - \frac{\partial}{\partial X} \left(uc - \epsilon_x \frac{\partial c}{\partial X} \right) dx dy dz \end{aligned}$$

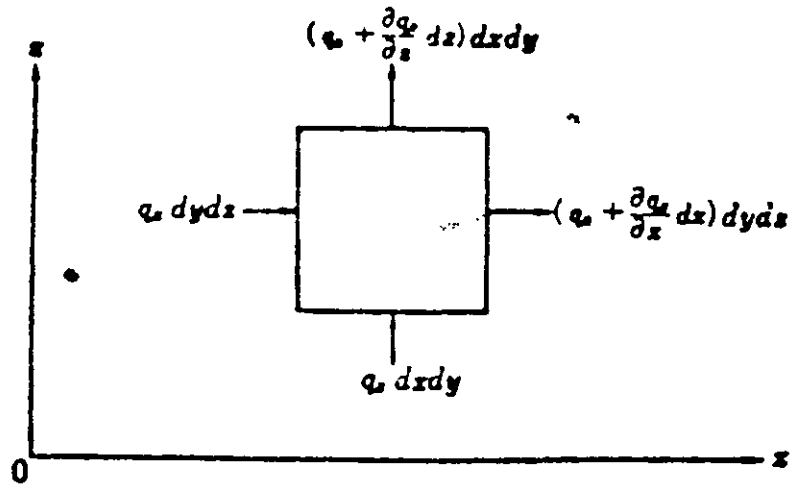


Figura No. 2.11, Cantidad de arena en suspensión que entra y sale del volumen de control diferencial $dx dy dz$

Las cantidades de arena en suspensión que entran en las direcciones de Y y Z se obtienen de la misma manera. La suma de las cantidades de arena que entran en la unidad de tiempo, es igual al aumento de la arena dentro del volumen dx, dy, dz , es $\left(\frac{\partial c}{\partial t} dx dy dz\right)$ y se expresa como:

$$-\frac{\partial}{\partial x}\left(u c - \epsilon_x \frac{\partial c}{\partial x}\right) dx dy dz - \frac{\partial}{\partial y}\left(v c - \epsilon_y \frac{\partial c}{\partial y}\right) dx dy dz - \frac{\partial}{\partial z}\left\{(w - w_s) c - \epsilon_z \frac{\partial c}{\partial z}\right\} dx dy dz = \frac{\partial c}{\partial t} dx dy dz$$

ordenando términos, se tiene:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(cu) + \frac{\partial}{\partial y}(cv) + \frac{\partial}{\partial z}(cw) = \frac{\partial}{\partial x}\left(\epsilon_x \frac{\partial c}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\epsilon_y \frac{\partial c}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\epsilon_z \frac{\partial c}{\partial z}\right) + \frac{\partial c}{\partial z} \quad (2.18)$$

Si la concentración de la arena en suspensión permanece constante después de haber actuado la misma condición de oleaje durante un tiempo largo, los términos $\frac{\partial c}{\partial z}$ y $\frac{\partial c}{\partial y}$ en comparación con el término $\frac{\partial c}{\partial x}$ de la ecuación 2.16 se puede ignorar, resultando la ecuación (2.16), como sigue:

$$\frac{d}{dz}\left(\epsilon_z \frac{dc}{dz}\right) + w_s \frac{\partial c}{\partial z} \quad (2.19)$$

Al integrar la ecuación (2.19), suponiendo que $\frac{\partial c}{\partial z}$ y c son cero en la superficie del agua, resulta:

$$\epsilon_z \frac{dc}{dz} + w_s c = 0 \quad (2.20)$$

suponiendo ϵ_z constante en el eje z , y suponiendo que $c = c_a$ en $z = a$ cerca del fondo, la distribución vertical de la concentración del área en suspensión se expresa como

$$c = c_a \exp \{-w_s(z-a)/\epsilon_z\}$$

En el fenómeno real ϵ_z no es constante cuando actúan los oleajes. En la fig. 2.12 se indica un ejemplo de la distribución real del coeficiente de difusión (ϵ_z) cuando actúa el oleaje.

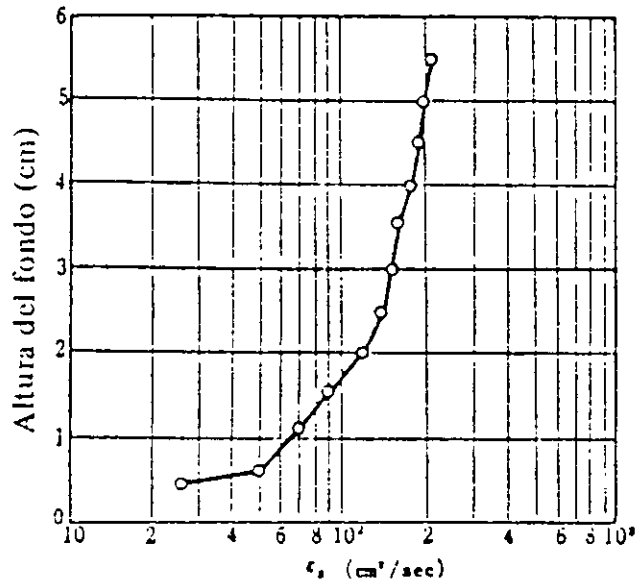


Figura No. 2.12, Distribución del coeficiente de difusión por oleajes (Noda 1967)

De la ec. (2.20) se obtiene:

$$\epsilon_z = -\frac{WS}{dc/dz} C$$

Varios investigadores en Japón han encontrado una relación entre la cantidad de arena atrapada usando trampas de arena con bambúes y la concentración de la arena en suspensión, misma que se indica en la fig. 2.13. Las mediciones en campo las han realizado usando una trampa de arena como la indicada en la fig. 2.14

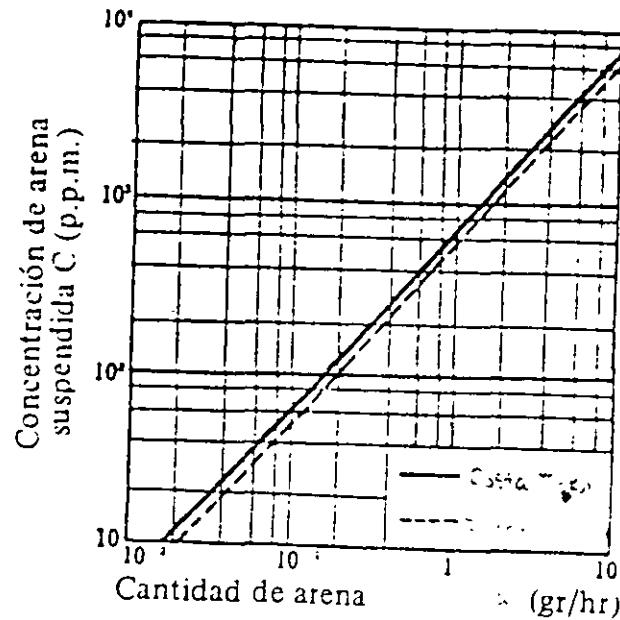


Figura No. 2.13, Relación proporcional entre la cantidad de arena en suspensión utilizando la trampa de arena de bambúes (Homma-Horikawa, 1963)

La distribución vertical de la arena en suspensión es tan complicada que actualmente no se ha determinado una expresión satisfactoria del coeficiente de difusión, proponiendo Homma y Horikawa para tal efecto la siguiente ecuación:

$$\epsilon_z = \frac{1}{K} \frac{HL}{T \sinh\left(\frac{2\pi z}{L}\right)} \frac{\left(\sinh\left(\frac{2\pi z}{L}\right)\right)^2}{\left(\cosh\left(\frac{2\pi z}{L}\right)\right)^2} \quad (2.22)$$

Donde:

K : Constante de Karman ($K=0.375$ para laboratorio y $K=0.43$ para el campo)
z : Profundidad del mar

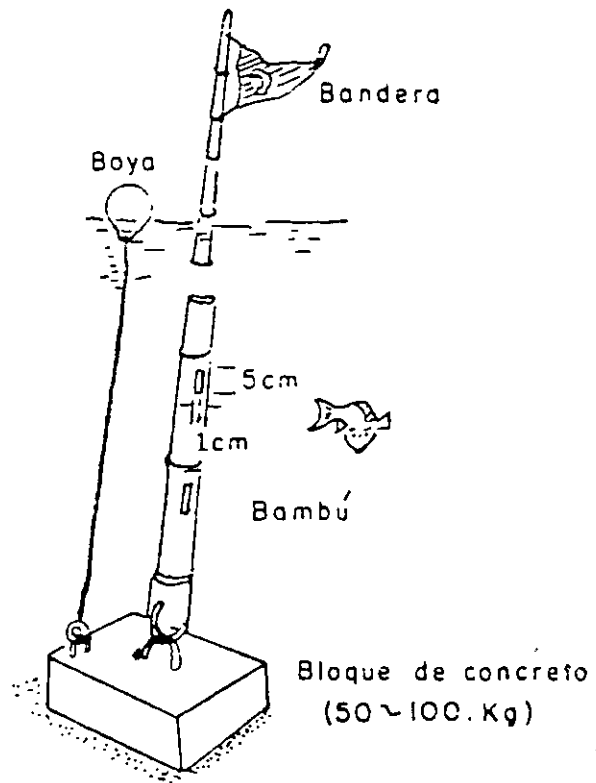


Figura No. 2.14, Muestreador de arena usando bambú

2.4 CANTIDAD DE SEDIMENTOS QUE SE MUEVEN SOBRE EL FONDO.

En el fenómeno real del movimiento de la arena, es difícil cuantificar en forma separada los sedimentos que se mueven sobre el fondo y los sedimentos en que se mueven en suspensión. En este texto se presenta una ecuación para cuantificar la cantidad de sedimentos sobre el fondo, la cual fue obtenida por Madsen y Grand (1976) de la Universidad de California U.S.A. con base en resultados de ensayos en modelo hidráulico.

Madsen y Grand corrigiendo los datos obtenidos de los ensayos en modelo hidráulico determinaron los términos indicados en la fig. 2.15, cuyo significado se indica a continuación:

$$\bar{\Phi} = \frac{\bar{q}_s}{w_s d_s} , \psi_m \frac{T_{bm}}{(s-1) \rho_o g d_s} \quad (2.23)$$

Donde:

- \bar{q} : Cantidad de arena que se mueve sobre el fondo en un tiempo unitario
- w_s : Velocidad de caída de las partículas de arena
- d_s : Diámetro de la partícula de arena.
- $\rho' = \rho_s - \rho_o$
- g : Aceleración de la gravedad
- T_{bm} : Esfuerzo cortante en el fondo por unidad de área, producido por la velocidad máxima de la partícula del agua u_b .

$$S = \frac{\rho_s - \rho_o}{\rho_o}$$

Johnsson, expresó el esfuerzo cortante en el fondo (T_{bm}) y el factor de fricción mediante la siguiente ecuación:

$$T_{bm} = \frac{1}{2} f_w \rho_o u_{bm}^2 \quad (2.24)$$

Donde:

- f_w : Coeficiente de fricción.
- u_{bm} : Velocidad máxima de la partícula del agua en el fondo del mar

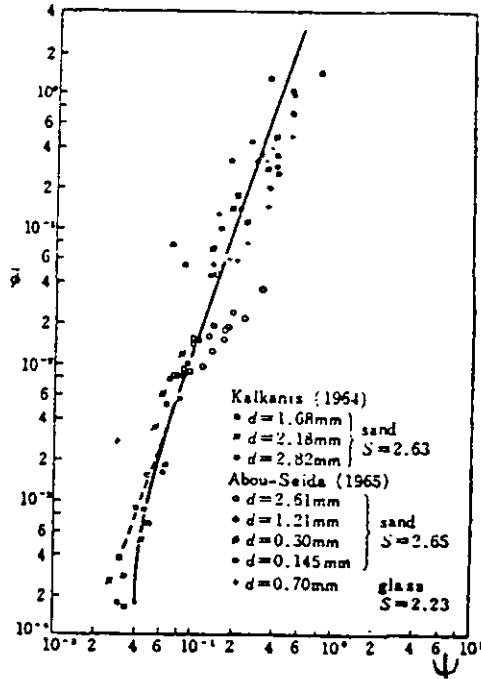


Figura No. 2.15, Datos experimentales de la cantidad medida del movimiento de arena en un tiempo unitario (Madsen and Grand 1976)

En la figura 2.15 la ecuación de la línea punteada que relaciona a $\bar{\Phi}$ y Ψ_m se expresa como sigue:

$$\bar{\Phi} = 12 \Psi_m^3 \tag{2.25}$$

La ec. (2.25) se obtuvo al usar la fórmula de Brown en cada instante de la ola.

Haciendo referencia a la fórmula de Brown, ésta se expresa como sigue:

$$\bar{\Phi} = 40 \Psi^3, \quad \Psi = \frac{T_{bm}}{(s-1) \rho_o g d s}, \quad T_{bm} = \frac{1}{2} f_w \rho_o U_o^2 \tag{2.26}$$

Donde:

T_{bm} : esfuerzo cortante en el fondo por unidad de área producido por la velocidad de la partícula del agua.

Por lo expresado anteriormente, la ec. (2.25) puede usarse para calcular de forma aproximada el valor de la cantidad de sedimentos que se mueven sobre el fondo cuando actúan los oleajes.

Cabe mencionar, que el coeficiente de fricción de Jonsson (1976) para un fondo rugoso con capa límite turbulenta, se puede determinar, aplicando la siguiente ecuación:

$$\frac{1}{4\sqrt{f_w}} + \log_{10} \frac{1}{4\sqrt{f_w}} = -0.08 + \log_{10} \frac{am}{K_s} \tag{2.27}$$

Donde:

- m : Amplitud del movimiento de la partícula de agua en el borde exterior de la capa límite.
- k_s : Rugosidad del fondo del mar.

k_s debe determinarse mediante experimentos en modelo hidráulico, pudiéndose tomar el diámetro de la arena como valor aproximado de K_s, en el caso de que el fondo esté formado con arenas uniformes. La amplitud de movimiento a_m se expresa como U_m / σ si la velocidad de agua en el borde exterior de la capa límite es U = U_m sen σ t'. En la figura 2.16 se muestra la gráfica de la ecuación (2.27).

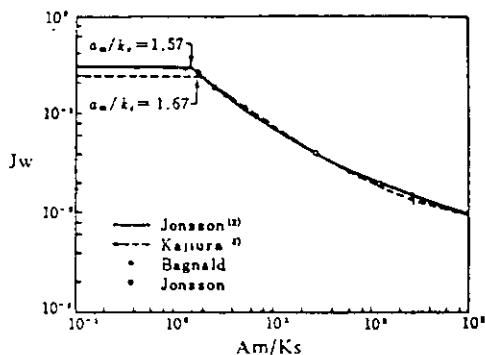


Figura No. 2.16, Coeficiente de fricción producido por oleajes para fondo rugoso con capa límite turbulenta

*El movimiento del agua puede calcularse como sigue:

$$a = \int U dt = -\frac{U_m}{\sigma} \cos \sigma t + C'$$

3. CORRIENTES LITORALES

El adecuado conocimiento de las corrientes es muy importante, sobre todo porque éstas son relativamente fuertes en la región de la costa. Las corrientes son los vectores de los sedimentos que se hallan precisamente en suspensión debido al oleaje, y pueden conjugar igualmente su acción con la de éste en lo que se refiere al transporte de sedimentos. Resulta evidente, por otra parte, que su importancia es fundamental sobre la dispersión de los elementos contaminantes.

Es interesante entonces conocer las corrientes costeras cuando se trata de problemas de transporte de sustancias contaminantes, de dinámica sedimentaria de las playas y del azolvamiento de puertos.

Nótese que los problemas debidos a las corrientes, son evidentemente más sensibles en la zona de rompientes y en bahías cerradas (cuando la amplitud de la marea es grande).

3.1 GENERALIDADES

En el océano existen varios tipos de corrientes. Las corrientes que se discutirán en este tema son las generadas por el oleaje y que se presentan en la costa por la presencia de los oleajes rompientes.

La fig. 3.1 muestra esquemáticamente dónde las corrientes litorales dominan.

Las corrientes oceánicas son dominantes en la pendiente continental y las corrientes de marea son dominantes en la plataforma continental. Las corrientes dominantes, en la zona cerca de la costa son las corrientes litorales.

La corriente producida por el esfuerzo cortante cuando el viento actúa sobre la superficie del agua se llama corriente de transporte.

En la desembocadura de ríos en el mar, existen corrientes fluviales las cuales dependerán del tamaño del río, produciéndose por la diferencia de densidades del agua las denominadas corrientes de densidad.

Cuando no existe la desembocadura de un río, las corrientes litorales dominan en la zona de rompientes y las corrientes costeras (corrientes de marea y de transporte) dominan fuera de dicha zona.

En mar abierto, las velocidades de las corrientes de marea son pequeñas comparadas en zonas cerca de la costa, tales como bocas de bahías en donde las velocidades son del orden de 5 a 40 cm/seg. y como máximo de 50 cm/seg. El orden de las velocidades de la corriente de transporte es del 2 al 4% de la velocidad del viento en la superficie del agua. Ref. 5 (p.p. 7)

En contraste con las corrientes litorales, las velocidades de las corrientes a lo largo de la costa, usualmente son del orden de 20 a 100 cm/s, y las velocidades de las corrientes de retorno (rip-current) exceden los 200 cm/s, (Ref. 5, P.P. 7).

3.2 FACTORES QUE AFECTAN EL SISTEMA DE CORRIENTES LITORALES.

Dentro de los factores que afectan la generación del sistema de corrientes litorales se tienen:

A) Transporte de masa

Al observar cuidadosamente el movimiento de un flotador puesto en suspensión en un canal de oleaje, se notará que éste se moverá elípticamente y en un tiempo dado, su posición promedio cambiará lentamente en la misma dirección de la propagación del oleaje como se muestra en la fig. 3.2, este fenómeno es llamado "transporte de masa debido a los oleajes"

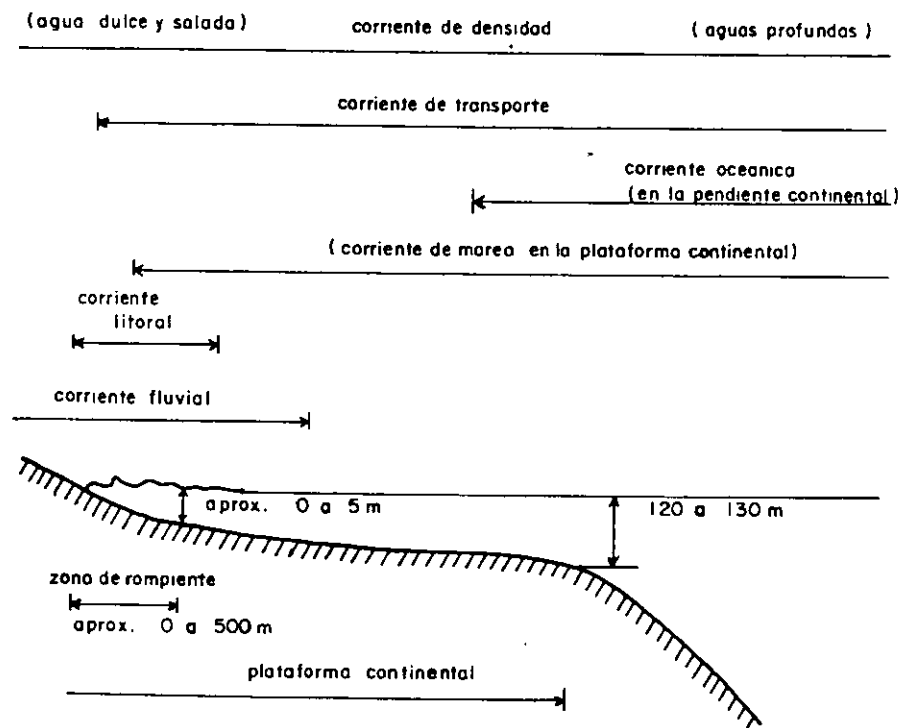


Figura No. 3.1, Dominio de acción de las corrientes litorales

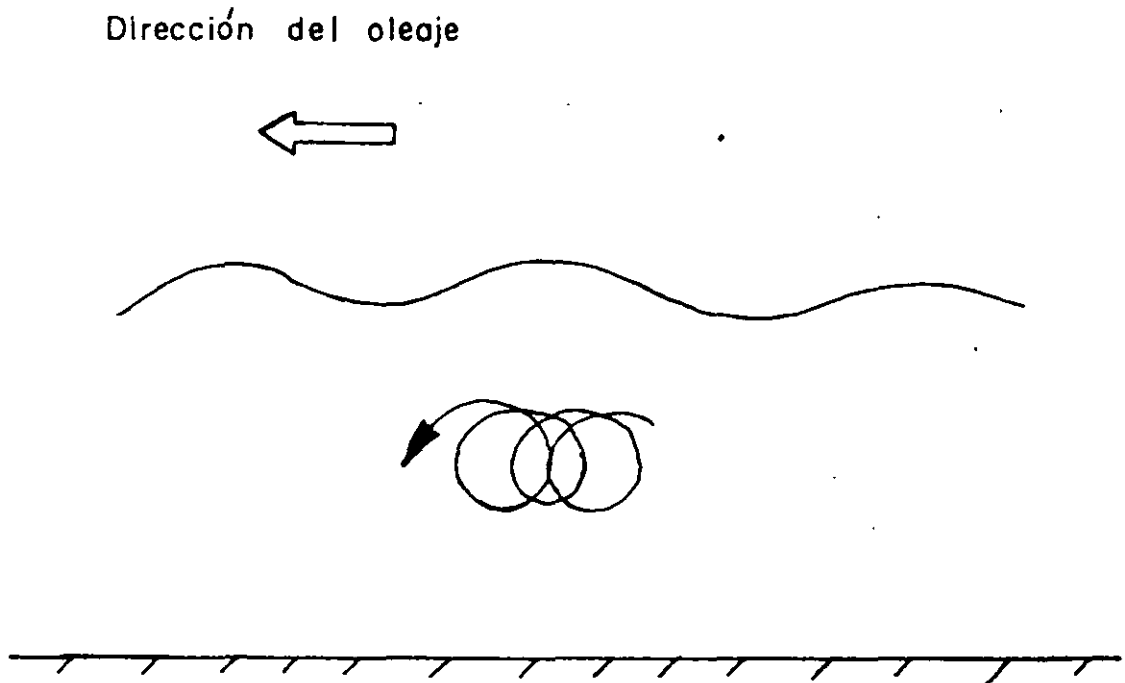


Figura No. 3.2, Movimiento de la partícula del agua

La existencia del transporte de masa puede entenderse fácilmente si se considera la siguiente situación física. La partícula de agua bajo la cresta del oleaje se mueve en la misma dirección de éste y bajo el valle se mueve en dirección contraria a la propagación del oleaje. De acuerdo con la teoría del oleaje de pequeña amplitud, estas velocidades son iguales en magnitud pero diferentes en dirección una de otra; la profundidad es grande cuando la cresta del oleaje pasa y la profundidad es pequeña cuando el valle del oleaje pasa. De esta manera, el volumen de agua transportada en la dirección del oleaje, es mayor cuando pasa la cresta que cuando pasa el valle, produciéndose un transporte neto de agua en la dirección del oleaje. A este volumen neto transportado en la dirección del oleaje se le conoce con el nombre de "transporte de masa". Ver Fig.3.3

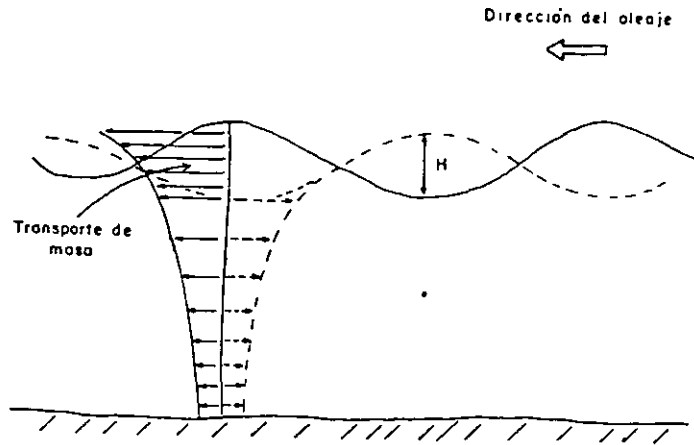


Figura No. 3.3, Concepto de transporte de masa debido a los oleajes

Por lo señalado anteriormente, es fácil inferir que el transporte de masa, es proporcional a la diferencia de nivel entre la cresta y el valle del oleaje (altura de la ola), el concepto de transporte de masa se explica por la segunda aproximación de la teoría del oleaje de Stokes y se expresa como:

$$\bar{U} = \frac{\pi^2 H}{2LT} \frac{\cosh 2k(h+z)}{\sinh^2 kh} \quad (3.1)$$

Donde:

\bar{U} : Transporte de masa en (m/seg)

h : Profundidad del mar en (m)

k : Número de oleaje

z : Nivel donde se desea calcular el transporte de masa, $z = -d$ en el fondo del mar.

B) Esfuerzo radial (radiation Stress)

Bowen (1969) y Longuet- Higgins (1970) demostraron teóricamente que las corrientes costeras (Nearshore currents) son generadas por el esfuerzo radial (radiation-stress), definido como el exceso de flujo de momento debido a la presencia del oleaje. A continuación se explicará brevemente el concepto de esfuerzo radial, el lector interesado en el desarrollo de las ecuaciones de radiation-stress puede consultar las referencias. Nos. 5 y 6 (p.p. 37-39 y A. I. 23-A.I.28 respectivamente).

Asumiendo que la Ley de Snell es válida en la zona de rompientes, el tensor del esfuerzo radial está dado como:

$$\begin{aligned}
 S &= \begin{bmatrix} S_{xx} & S_{xy} \\ S_{yx} & S_{yy} \end{bmatrix} \\
 &= E \cdot \begin{bmatrix} n(1+\cos^2 \alpha) - \frac{1}{2} & \frac{1}{2} n \sin 2\alpha \\ \frac{1}{2} n \sin 2\alpha & n(1+\sin^2 \alpha) \end{bmatrix} \\
 E &= \frac{1}{8} \rho_o g H^2 ; n = cg/c
 \end{aligned}
 \tag{3.2}$$

Donde:

- E : Energía del oleaje
- H : Altura del oleaje
- ρ_o : Densidad del agua
- g : Aceleración de la gravedad
- Cg : Celeridad de grupo
- α : Angulo de incidencia del oleaje

Los ejes X, Y están orientados en la dirección paralela a la costa y a la dirección hacia el mar respectivamente. En el caso donde el ángulo incidente del oleaje $\alpha = 0$ (oleajes incidiendo perpendicularmente a la costa) la ec. 3.2 se reduce a:

$$S = E \begin{bmatrix} 2n - \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & n - \frac{1}{2} \end{bmatrix}
 \tag{3.3}$$

En aguas reducidas ($n = 1$), la ec. 3.3 se reduce a:

$$S = E \begin{bmatrix} \frac{3}{2} & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} \end{bmatrix}
 \tag{3.4}$$

El esfuerzo radial (flujo de momento) a través del plano $x = \text{cte.}$, en la dirección de propagación del oleaje (la dirección X) está dado por:

$$S_{xx} = E \left\{ (1 + \cos^2 \alpha) - \frac{1}{2} \right\}$$

La ec. 3.5 adquiere el valor máximo cuando $\alpha = 0$, y esto produce cambios positivos y negativos en el nivel medio del mar en la zona cercana a la costa, dichos cambios conocidos como descenso del oleaje (wave set-down) fuera de la zona de rompientes y ascenso del oleaje (wave set-up) dentro de la zona de rompientes (Bowen, Inman and Simone, 1968)

Si hay variación de la altura de la ola a lo largo de la costa, se tendrá una variación de wave set-down y wave set-up. Produciéndose corrientes en la zona de rompientes de áreas con mayor wave set-up hacia áreas con menor wave set-up, fuera de la zona de rompientes las corrientes fluirán de áreas de pequeño wave set-down hacia áreas con mayor wave set-down.

En la fig. 3.4 se presenta un modelo esquemático de los mecanismos de circulación de corrientes inducidas por el set-down y set-up.

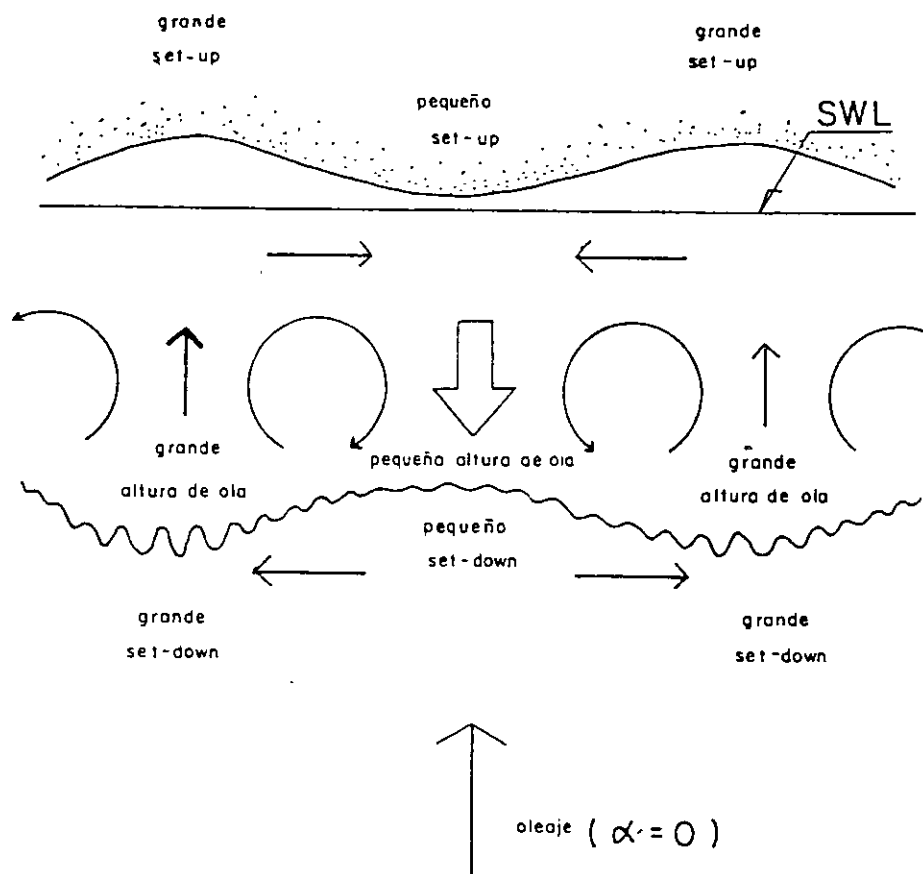


Figura No. 3.4, Mecanismo de circulación cerca de la costa por diferencias en el nivel medio del mar, con $\alpha = 0$ (diagrama esquemático)

El flujo de momento a través del plano $y = \text{cte.}$, está dado por:

$$S_{yy} = E \left\{ n (1 + \text{sen}^2 \alpha) - \frac{1}{2} \right\} \quad (3.6)$$

Este momento transmite la fuerza de movimiento para las corrientes a lo largo de la costa.

La ec. (3.6) muestra que S_{yy} se desvanece cuando $\alpha = 0$ en aguas profundas ($n = \frac{1}{2}$)

C) Descenso y ascenso del oleaje (wave set-down y set-up)

Al considerar la propagación del oleaje desde aguas profundas hacia la costa, como se sabe, la altura del oleaje va aumentando cada vez más hasta el punto de rompiente donde alcanza su máximo valor. Del punto de rompiente a la línea de costa, la altura de la ola decrece por la profundidad, debido al rompimiento del oleaje. La distribución del oleaje de aguas profundas a la costa se muestra en la fig. 3.5 con línea punteada.

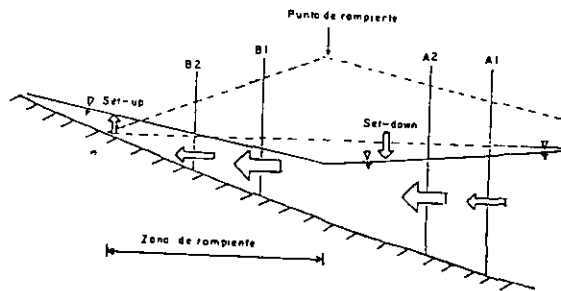


Figura No. 3.5, Wave set-up y wave set-down

Considerando la situación en la zona de la playa exterior y definiendo dos secciones de control A_1 y A_2 en la fig. 3.5., el volumen del transporte que pasa por la sección A_2 es mayor que el volumen que pasa por la sección A_1 , porque la altura de ola es mayor en la sección A_2 que en la sección A_1 , debido a que el transporte de masa es proporcional al cuadrado de la altura de la ola.

La causa de lo anterior, es debido a la pérdida de agua y a las pequeñas disminuciones del nivel medio de la superficie del mar.

Así, al ir aumentando paulatinamente la altura de la ola desde aguas profundas hasta el punto de rompiente, el nivel de la superficie del mar decrecerá continuamente hasta el punto de rompiente, como se muestra en la fig. 3.5 con línea continua. Este fenómeno es llamado descenso del oleaje (wave set-down).

El valor del descenso del oleaje es máximo en el punto de rompiente, el cual es proporcional a la altura de la ola en aguas profundas.

El descenso del oleaje (wave set-down) se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$\bar{n} = \frac{H^2}{8} \frac{K}{\sinh(2kh)} \quad (3.7)$$

Donde:

H : Altura de la ola en la profundidad h en (m)

K : Número de ola definido como $2\pi/L$

Al considerar la propagación del oleaje del punto de rompiente hacia la costa y definiendo dos secciones de control B₁ y B₂ respectivamente en la fig. 3.5, se obtendrá un resultado similar al caso de la playa de altamar. Aumentando continuamente el nivel medio de la superficie del mar desde el punto de rompiente a la línea de costa, tal como se indica con línea continua en la figura mencionada.

Este fenómeno es llamado ascenso del oleaje (wave set-up) y su valor es también proporcional a la altura de la ola en aguas profundas.

El ascenso del oleaje (wave set-up) se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$\bar{n}' = k' (h_b - h) + \bar{n}_b \quad (3.8)$$

Donde:

K' : Constante, su valor puede obtenerse con la siguiente ecuación:

$$K' = \frac{1}{1 + (8/3\gamma^2)}$$

γ : Está definido por: $H = \gamma (\bar{n} + h)$ en la zona de rompiente ($\gamma = 0.73$ valor utilizado normalmente).

h_b : Profundidad en la rompiente

\bar{n}_b : Descenso del oleaje (wave set-down) en la rompiente.

h : Profundidad en cuestión.

H : Altura del oleaje en la profundidad h .

Al propagarse los oleajes hacia la costa, el nivel medio de la superficie del mar cambiará con un gradiente determinado, requiriéndose por lo tanto que el agua transportada hacia la playa retorne hacia el mar cerca del fondo, pues de no existir esto, el nivel del agua en la playa subiría sin límite. Al romper las olas, la pendiente de la superficie del mar es balanceada por el esfuerzo radial (radiation stress).

D) Descripción tridimensional de las corrientes playeras.

Para describir tridimensionalmente el patrón de corrientes litorales, consideremos una playa plana donde los oleajes inciden normales a la costa, como se muestra en la fig. 3.6. En el campo la incidencia de la altura de ola no es constante, variando en la dirección a lo largo de la costa debido a diferentes causas.

Consideremos en la fig. 3.6 un grupo de 3 líneas de referencia (normales a la línea de costa). La línea B (en el centro), corresponde a la posición donde la altura del oleaje incidente es relativamente pequeña en comparación con las otras dos secciones. El mecanismo de ocurrencia del sistema de corrientes en la zona de rompiente se explicará a continuación siguiendo la correspondencia de letras indicadas en la fig. 3.6

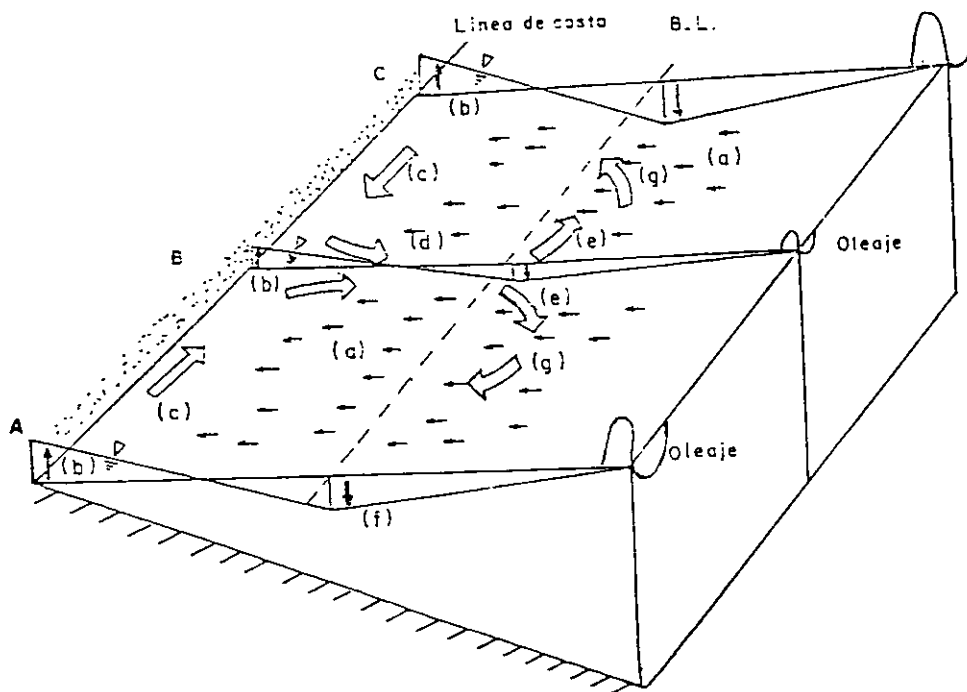


Figura No. 3.6, Diagrama conceptual del sistema corrientes litorales

- a) Cuando los oleajes inciden normales a la costa ($\alpha = 0^\circ$), el transporte de masa genera corrientes en la dirección hacia la costa. Estas corrientes se les llama corrientes por transporte de masa.

- b) El nivel medio del mar disminuye en la zona de rompientes por el descenso del oleaje, produciéndose corrientes de retorno hacia el mar. A estas corrientes se les llama corrientes de alimentación (rip feeder).
- c) El valor del ascenso del oleaje (set-up) es proporcional a la altura del oleaje, por lo tanto, los valores del set-up cerca de la línea de costa en las líneas A y C son mayores que en la línea B. Como resultado de esto, el nivel medio de la superficie del mar se inclinará de A y C hacia B, las corrientes generadas de la línea A a B y de la línea C a B se indican en la fig. 4.6 con el símbolo (c). A estas corrientes se les llama corrientes a lo largo de la costa.
- d) El agua transportada de las líneas A y C hacia la línea B corre en dirección hacia el mar a través de un área estrecha. A estas corrientes se les llama corrientes de retorno (rip current)
- e) Las corrientes de retorno corren hacia afuera de la zona de rompientes, donde la velocidad de la corriente se reduce súbitamente debido a dos razones. Una de ellas debido al incremento de la profundidad, la otra se explicará en el siguiente inciso. Esta localización es llamada rip-head.
- f) En el área afuera de la zona de rompientes, el nivel medio de la superficie del mar disminuye por el wave set-down. Los valores del set-down son como ya se ha mencionado proporcionales a la altura de la ola. Así, los niveles medios de la superficie del mar en las líneas A y C son menores que en la línea B.
- g) Lo anterior significa que el nivel medio de la superficie del mar se inclinará de la línea B hacia ambos lados, generándose corrientes a lo largo de la costa en la zona de la playa de altamar. En esta área, como la profundidad es grande, las velocidades de la corriente son débiles, estas corrientes no son llamadas corrientes a lo largo de la costa, no hay ningún nombre para denominarlas.

El transporte de masa debido a los oleajes, las corrientes a lo largo de la costa (longshore currents), las corrientes de alimentación (rip feeder) y las corrientes de retorno, (rip currents) son llamadas sistema de corrientes litorales. Las corrientes litorales son generadas por la incidencia de los oleajes en la costa, siendo completamente diferentes a las corrientes de marea, las cuales son generadas principalmente por las fuerzas de atracción de la luna y el sol sobre la superficie líquida de la tierra.

Es importante y útil recordar que la dirección de las corrientes en la zona de rompientes es de las áreas de altura de ola grande a áreas de altura de ola pequeña.

La vista en planta del sistema de corrientes litorales se muestra en la fig. 3.7, de acuerdo con datos de campo.

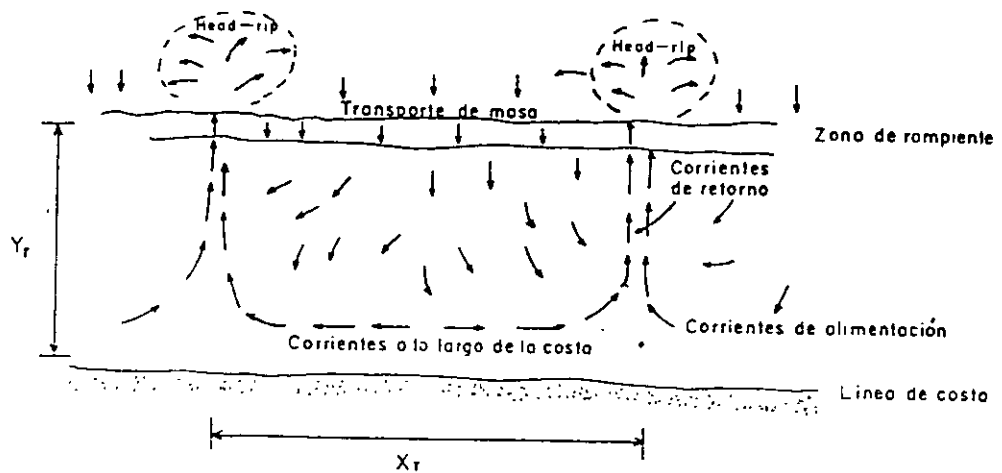


Figura No. 3.7, Vista en planta del sistema de corrientes litorales

E) Corrientes a lo largo de la costa (Longshore currents)

En los incisos anteriores se discutió el sistema de corrientes litorales cuando la incidencia del oleaje es normal a la playa ($\alpha = 0^\circ$). Cuando los oleajes inciden con algunos ángulos diferentes de cero ($\alpha \neq 0$, incidencia oblicua del oleaje), el sistema de corrientes se distorsiona por la descomposición del oleaje en sus componentes de la costa hacia el mar (on-offshore component) y el componente a lo largo de la costa (longshore component), los patrones distorsionados se pueden inferir con lo discutido en los incisos anteriores. Los patrones del sistema de corrientes litorales observados en el campo para los casos anteriores se muestran esquemáticamente en la fig. 3.8.

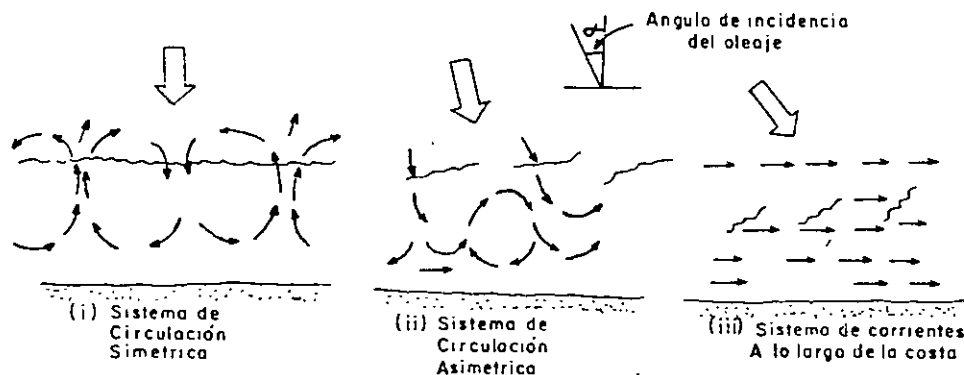


Figura No. 3.8, Patrones del sistema de corrientes litorales

- Caso (i) : Los oleajes incidentes con incidencia normal a la línea de costa (ángulo igual a cero por definición) forman un patrón de circulación simétrica de corrientes y se forman en la zona de rompientes.
- Caso (ii) : El ángulo de incidencia del oleaje es de algunos grados pero pequeño. Si descomponemos los oleajes en sus componentes on-offshore y longshore el primer componente producirá patrones de circulación simétrica como el mostrado en la fig. 3.7(i), el segundo componente del oleaje producirá únicamente corrientes a lo largo de la costa. Por lo tanto, las corrientes resultantes, formarán un patrón simétrico de circulación.
- Caso (iii): El ángulo de incidencia es mayor que en el caso (ii). El componente on-offshore del oleaje incidente será pequeño, y el componente a lo largo de la costa será grande, por lo tanto, el flujo de la circulación desaparecerá y únicamente las corrientes a lo largo de la costa se mantendrán.

COMENTARIOS:

Es bien sabido que una gran cantidad de sedimentos se transportan en la zona de rompientes, debido a que los materiales del fondo del mar son agitados y puestos en suspensión por las acciones de los oleajes y la turbulencia debida al rompimiento del mismo, los cuales, fácilmente se transportarán por las corrientes litorales. Resultando de gran importancia el conocimiento de éstas, para comprender el fenómeno básico del transporte litoral.

En el caso (i) de la fig. 3.7, los sedimentos en suspensión serán transportados por la circulación de corrientes, únicamente dentro de las celdas de circulación, no existiendo severas deformaciones de la playa en largo tiempo. Por otro lado, en el caso (ii) los sedimentos en suspensión serán transportados a grandes distancias en la dirección a lo largo de la costa, provocando severas deformaciones de la playa en algunos casos. (Ref. 11 p.p. 1-23)

3.3 FORMULAS DE LA CORRIENTE LITORAL A LO LARGO DE LA COSTA.

Muchos investigadores han estudiado las corrientes a lo largo de la costa en base a experimentos en modelo hidráulico, mediciones en el campo y teorías, y han propuesto muchas fórmulas para calcular la velocidad media de la corriente litoral a lo largo de la costa. En todas las fórmulas la velocidad de la corriente a lo largo de la costa es cero cuando el ángulo de incidencia del oleaje es cero.

En las tablas 3.1 y 3.2 se listan algunas de ellas. La mayoría fueron obtenidas considerando el balance del flujo de momento en la zona de rompientes siguiendo el tratamiento propuesto por Putnam, Munk y Taylor.

Tabla 3.1
 Lista de fórmulas de la velocidad de la corriente a lo largo de
 la costa. Ref. 4 (p.p. 24-30)
 A: Fórmulas que consideran batimétricas rectas y paralelas

AUTOR	FORMULA
Putnam-Munk-Taylor (1949)	$V = \frac{a}{2} \left\{ \left(1 + \frac{4C}{a} \operatorname{sen} \alpha_b \right)^{1/2} - 1 \right\}$ $a = 2.61 H_b i \cos \alpha_b / T ; C = (2.28 g H_b)^{1/2}$ $i = h_b L$
Inman - Quinn (1951)	$V = \left\{ \left(\frac{1}{4x^2} + y \right)^{1/2} - \frac{1}{2x} \right\}^2$ $x = 646 H_b i \cos \alpha_b / T ; y = C \operatorname{sen} \alpha_b ;$ $C = (2.28 g H_b)^{1/2}$
Nagai (1954)	$V = \frac{1}{8} C_b H_b k \left\{ \left(1 + \frac{16 \operatorname{sen} \alpha_b}{K H_b} \right)^{1/2} - 1 \right\}$ $k = i / (f h_b)$
Galvin-Eagleson (1964)	$v = k g T i \operatorname{sen} 2\alpha_b$ $k = 1$
Eagleson (1965)	$v = \left[\left\{ 1 - \left(1 - \frac{V(0)^2}{A} e^{-Bx} \right) \right\} A \right]^{1/2}$ $A = \frac{3}{8} \left[\frac{g H_b^2 n_b \operatorname{sen} \beta \operatorname{sen} \alpha_b - \operatorname{sen} 2\alpha_b}{h_b f} \right]$ $B = \frac{2}{5} \left[\frac{f}{h_b \cos \beta \operatorname{sen} \alpha_b} \right]$
Sato y Tanaka (1966)	$V = k_o \left\{ \frac{i H_o^{5/3}}{T^{1/3}} \operatorname{sen} 2\alpha_b \right\}^{1/3}$ $K_o = 1.6 \text{ (Costa de Kashima en Japón)}$

Tabla 3.2

Lista de fórmulas de la velocidad de la corriente a lo largo de la costa. Ref. 4 (p.p. 24-30)

B: Fórmulas que consideran configuraciones batimétricas complicadas

AUTOR	
Shadrin (1961)	$V = \pm \left\{ 1.11 \frac{H_b}{T} (g H_b)^{1/2} \left(1 - \frac{l_1}{l_2} \right) \right\}^{1/2}$ <p>l_1, l_2: Distancias entre la barra y la línea de costa conforme la Fig.No.3.9</p>
Brunn (1963)	$V = \frac{Q_b X \cos \alpha_b}{A_s T}$ <p>A_s: Área de la sección transversal de la zona de rompientes.</p>
Brunn (1963)	$V = \left\{ \frac{2gQ_b}{L_b} \frac{i \operatorname{sen} 2\alpha_b}{f} \right\}^{1/2}$ <p>L_b: Longitud del oleaje rompiente $Q_b = 4h_b^2 (H_b/3h_b)^{1/2}$</p>

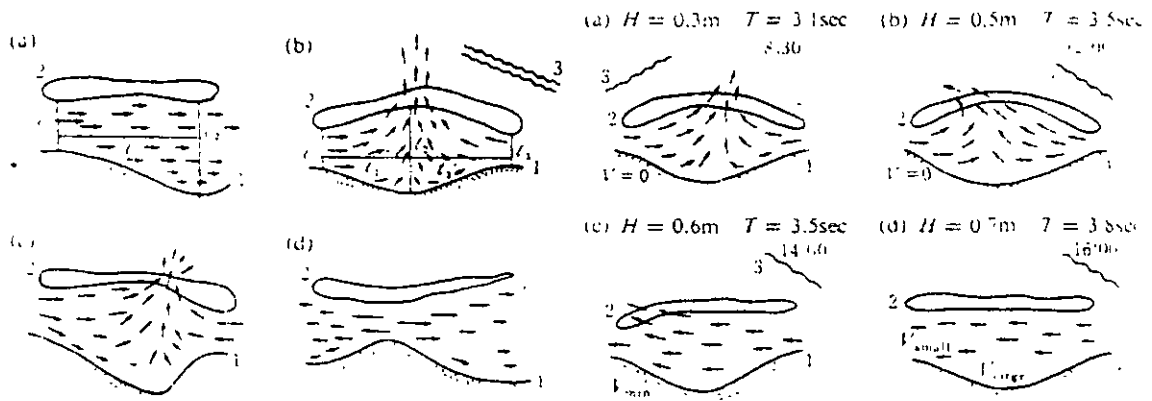


Fig. No. 3.9, Representación esquemática del desarrollo de las corrientes litorales según Shadrin.

En las tablas 3.1 y 3.2 el significado de las variables corresponde a:

H_b : Altura de ola rompiente

H_0 : Altura de ola en aguas profundas

h_b : Profundidad de rompiente

C_b : Celeridad del oleaje rompiente

$i = \tan \beta$; Pendiente media del fondo en la zona de rompientes

α_b : Angulo entre el frente del oleaje y la línea de costa en la rompiente

T : Período del oleaje

g : Aceleración de la gravedad

n_b : Relación de la celeridad de grupo y la celeridad del oleaje en la rompiente

Q_b : Volumen de fluido que entra a la zona de rompientes por unidad de cresta y por oleaje

f : Factor de fricción

X : Coordenada horizontal medida positivamente en la dirección paralela a la costa, con origen en la intersección de la barra y la línea de costa (Eagleson, 1965), o la distancia del origen de las corrientes de retorno (brunn, 1963)

$f = 0.00404 v^{-3/2}$; (v, en m/s), Inman y Quinn

v : Es la velocidad de la corriente.

4. DISTRIBUCION DE LOS SEDIMENTOS

Las características de los materiales del fondo del mar, son un factor importante en el conocimiento de los mecanismos del movimiento de los sedimentos en la costa cuando éstos se encuentran sujetos a las acciones del oleaje y de las corrientes.

El conocimiento de la naturaleza de los materiales del fondo del mar se sitúa en los siguientes niveles a saber:

Análisis de los sedimentos de superficie: Este permite conocer la amplitud de las playas naturales existentes.

Análisis mineralógico de los mismos: Permite obtener indicaciones sobre su origen. El examen de la variación espacial de la granulometría suministra informaciones sobre su movimiento.

El estudio geotécnico de los fondos es con frecuencia indispensable para determinar la cimentación de las obras proyectadas.

En los procesos costeros, el análisis de los sedimentos de superficie es el más importante. En este nivel, las propiedades físicas del sedimento que deben conocerse para investigar los cambios que sufre la costa así como el transporte litoral, son la distribución de tamaños, la forma, la redondez y la composición mineralógica de los sedimentos. De las propiedades anteriores, la distribución de tamaños y la composición mineralógica son las más importantes.

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA DE LOS SEDIMENTOS.

Las características de los materiales del fondo del mar, son un factor importante en la determinación de los mecanismos del movimiento del sedimento costero cuando se encuentran sujetos a la acción del oleaje y a las corrientes. Desde el punto de vista ingenieril, la dirección dominante del transporte litoral es uno de los elementos más importantes a determinar, frecuentemente se investiga por la variación a lo largo de la costa de las características del sedimento.

Las propiedades físicas del sedimento que deben conocerse para investigar los cambios que sufre la costa así como el transporte litoral, son la distribución de tamaños, forma, redondez y composición mineralógica. De estas propiedades, la distribución de tamaño y la composición mineralógica son las más importantes.

En muchas playas, la distribución de tamaños en perfiles playeros presentan el mismo patrón, especialmente en las formaciones costeras llamadas cusparte (cusp).

En la fig. 4.1 se muestra en forma esquemática la distribución de tamaños de los sedimentos en los cuspartes, pudiéndose observar que el sedimento es más grueso en la cresta del cusparte que en el valle. (Ref. 4 p.p. 57-59).

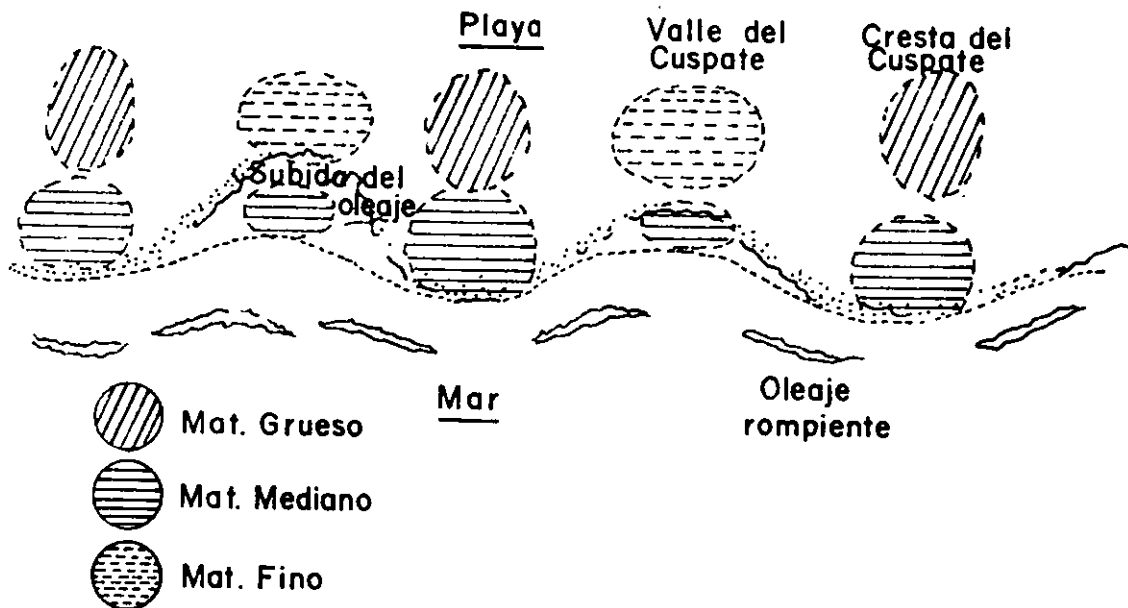


Figura No. 4.1, Distribución de tamaños del sedimento en el cusparte (Kazumaza Katoh 1983)

Por consiguiente, cuando se investigue la distribución de tamaños de los sedimentos a lo largo de la costa, se deberá tener cuidado de los efectos locales de la topografía, tales como los cuspatos, decidiendo cuidadosamente los puntos de muestreo.

4.2 ANALISIS DE LA DISTRIBUCION DE TAMAÑOS DE LOS SEDIMENTOS PLAYEROS

En los sedimentos de las playas que no son de tamaño uniforme; para realizar una clasificación de los diferentes tamaños de los sedimentos que forman una muestra de material playero, resultará necesario realizar un análisis granulométrico por medio de mallas.

En la Tabla 4.1 se indican las diferentes mallas especificadas por la Tyler Standar y por la U.S. Beureu of Standars con sus correspondientes aberturas.

<i>Tyler estándar</i>		<i>U.S. Bureau of Standards</i>	
<i>Malla</i>	<i>Abertura mm</i>	<i>Número</i>	<i>Abertura mm</i>
3"	76.2	4*	101.6
2"	50.8	2**	50.8
—	26.67	1**	25.4
—	18.85	3/4**	19.1*
—	13.33	1/2**	12.7
—	9.423	3/8**	9.52
3	6.680	1/4*	6.35
4	4.699	4*	4.76
6	3.327	6	3.36
8	2.362	8	2.38
9	1.981	10*	2.00
10	1.651	12	1.68
14	1.168	16	1.19
20	0.833	20*	0.840
28	0.589	30	0.590
35	0.417	40*	0.420
48	0.295	50	0.297
60	0.246	60*	0.250
65	0.208	70	0.210
100	0.147	100*	0.149
150	0.104	140	0.105
200	0.074	200*	0.074
270	0.053	270	0.053
400	0.038	400	0.037

Tabla No. 4.1, Normas de aberturas para las mallas Tyler Standard y U.S. Beureu Standars

Para la realización de análisis granulométrico de material playero, es suficiente con utilizar sólo algunas de las mallas indicadas en la tabla 4.1. Por ejemplo en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México, se usan las mallas señaladas con asterisco en la Tabla 4.1, para pruebas de rutina, (Ref. 7 p.p.97-117).

El procedimiento para la realización de un análisis granulométrico mediante mallas consiste en lo siguiente:

- a) Se seca la muestra de material playero en un horno, ya seca la muestra se pesa.
- b) En un juego de mallas, dispuesto en orden descendente incluyendo tapa y charola, efectúese un cribado vigoroso durante 5 minutos como mínimo; es conveniente para ello, disponer de un dispositivo mecánico especial (rop-tap).
- c) Se pesarán los retenidos en cada malla, cuidando que ninguna partícula quede adherida en sus entramados; obteniendo así, los porcentajes parciales retenidos y referidos al peso total de la muestra. Estos porcentajes, sumados a los de todas las mallas mayores, dan el porcentaje retenido total hasta esa cierta malla (porcentaje acumulado), cuyo complemento al 100% es el porcentaje de muestra menor que la abertura de tal malla. Con dichos datos puede dibujarse la curva acumulativa (distribución de tamaños de la muestra).

4.2.1 Representación gráfica de los datos granulométricos

Los datos obtenidos con el análisis granulométrico se pueden representar gráficamente de varias formas, (Ref.8 p.p.94-100).

En todos los métodos se toman como abcisas los diámetros de las partículas y como ordenadas las frecuencias. Los análisis granulométricos se pueden representar gráficamente, ya sea en milímetros, directamente, empleando papel con escala logarítmica, en unidades ϕ o en papel aritmético.

Según Krumbein, el tamaño se puede clasificar utilizando las unidades ϕ por medio de la siguiente ecuación:

$$\phi = -\log_2 d$$

Donde:

d_s : Diámetro de las partículas en mm.

La Tabla 4.2 muestra las Unidades ϕ y d_s en mm

Tabla 4.2
Unidades ϕ y d_s en mm

ϕ	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
$d_s(\text{mm})$	0.707	0.500	0.345	0.250	0.177	0.125

ϕ	-3.0	-2.5	-2.0	-1.5	-1.0	-0.5	-0
$d_s(\text{mm})$	8.00	5.66	4.0	2.83	2.00	1.41	1.00

(a) Representación gráfica de la curva acumulada con ordenadas aritméticas.

Este es el método de representación más comúnmente usado, en este método el eje de las ordenadas tiene una escala aritmética, marcada de 0 a 100% con los porcentajes acumulados obtenidos del análisis granulométrico. En el eje de las abcisas se marcan los tamaños de las partículas, pudiéndose acotar estos en milímetros (en cuyo caso se tiene que emplear papel semilogarítmico), como se muestra en la fig. 4.2, o en unidades ϕ (en cuyo caso se tiene que emplear papel milimétrico) tal como se muestra en la fig. 4.3.

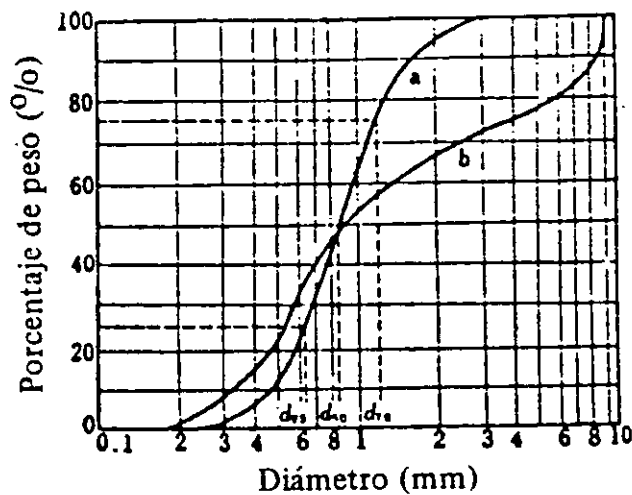


Figura No. 4.2, Curva granulométrica en papel semilogarítmico

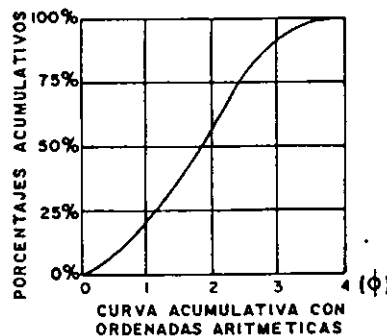


Figura No. 4.3, Curva granulométrica en papel milimétrico

El análisis granulométrico proporciona normalmente una curva en forma de "S", la ventaja de la curva acumulativa es que en ella se pueden leer exactamente todos los parámetros estadísticos, pudiéndose así comparar cuantitativamente las muestras.

La forma de la curva es independiente de las mallas empleadas, teniéndose como desventaja su difícil interpretación a primera vista, cuando no se tiene experiencia (no es pictórica), y si el intervalo entre las mallas es grande, el dibujo de la curva está sujeto a un error considerable.

(b) Representación gráfica de la curva acumulada con ordenadas de probabilidad.

En este método, la curva granulométrica se traza usando en el eje de las ordenadas una escala de probabilidades con anotaciones de 0.01 a 99.9% y en el eje de las abcisas se marcan los tamaños de las partículas en dimensiones ϕ (escala aritmética).

Al trazar en papel de probabilidad la curva acumulativa de un sedimento que se distribuye de acuerdo a la distribución normal de probabilidades, se obtiene una línea perfectamente recta, cuya posición depende del tamaño promedio de las partículas y cuya pendiente depende del grado de clasificación. Esto es porque la escala de probabilidad es muy condensada en su parte media (entre 30 y 70%) y muy extendida en los extremos (debajo del 10 % y arriba del 90%). Por medio de ella se endereza la curva en forma de "S" que se obtendría al emplear ordenadas aritméticas, Ver fig. 4.4.

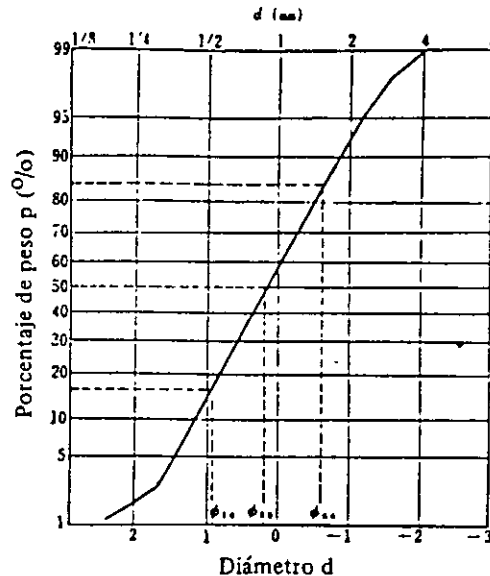


Figura No. 4.4, Curva granulométrica en papel de probabilidad

Este tipo de gráfica es muy útil para estudiar qué tanto se aleja la distribución de tamaños de la distribución normal de probabilidades. Además, ya que en el papel de probabilidad "las colas" se enderezan y la muestra tiende a representarse con una línea recta, es posible leer parámetros estadísticos con mucha mayor exactitud, debido a la facilidad de interpolar y extrapolar. En consecuencia, esta es la curva que debe emplearse para determinar los parámetros estadísticos, su única desventaja es que todavía es menos pictórica que la curva acumulativa y que no es de uso muy común. (Ref. 8 p.p. 94-97).

4.2.2 Parámetros estadísticos granulométricos.

Una vez dibujada la curva granulométrica, es fácil determinar cualquier diámetro d_n de la muestra, donde el subíndice n indica el porcentaje en peso de la muestra, que contiene partículas que son menores o iguales que d_n .

Por ejemplo si $d_{75} = 0.524$ mm, significa que el 75 por ciento en peso del sedimento está constituido por partículas cuyos tamaños son menores o iguales a 0.524 mm.

El diámetro representativo de una muestra se utiliza para definir parámetros estadísticos que permitan definir las características de la distribución de tamaños de una muestra, así como para indicar el predominio de un cierto tamaño, diámetro efectivo o representativo, que está relacionado con un proceso o fenómeno determinado, (Ref. 9 p.p. 2.11.9 - 2.11.12).

- a) Parámetros estadísticos para curvas granulométricas dibujadas en papel semilogarítmico.

Los parámetros estadísticos más útiles que ayudan a precisar las características de la curva granulométrica dibujada en papel semilogarítmicos son:

DIAMETRO CENTRAL:

El diámetro central corresponde al diámetro d_{50} , y significa que el 50% en peso, del sedimento está constituido por partículas cuyos tamaños son menores o iguales a d_{50} .

DIAMETRO MEDIO:

El diámetro promedio d_m , se define como:

$$d_m = \frac{\sum_{p=0}^{p=100} d_i \Delta P_i}{\sum_{p=0}^{p=100} \Delta p}$$

ΔP_i : Valor en porcentaje de cada intervalo, en que se divide la curva granulométrica, puede ser variable o constante.

d_i : Diámetro medio correspondiente a cada intervalo en que se dividió la curva granulométrica.

En general, d_{50} es un poco diferente de d_m , usándose en la práctica d_{50} más que d_m .

COEFICIENTE DE CLASIFICACION (sorting coefficient)

Este coeficiente expresa el grado de clasificación de la muestra y cuando más se acerca a uno, más se igualan los diámetros de las partículas de la muestra, es decir, la muestra está constituida por partículas de igual tamaño.

El coeficiente de clasificación se define como:

$$S_o = \left(\frac{d_{75}}{d_{25}} \right)^{1/2}$$

donde:

d_{75} , d_{25} : Corresponde a los porcentajes del 75 y del 25% de la curva granulométrica respectivamente.

COEFICIENTE DE DESVIACION (Skewness)

Este coeficiente indica el grado de desviación de los tamaños que son diferentes del diámetro central. Cuando la curva granulométrica tiende hacia los tamaños mayores, el coeficiente de desviación tendrá un valor mayor que uno, y cuando tiende hacia los tamaños menores el coeficiente de desviación tendrá un valor menor que uno.

El coeficiente de desviación se define como:

$$S_k = \frac{d_{75} \cdot d_{25}}{(d_{50})^2}$$

Donde:

d_{75} , d_{50} y d_{25} : Corresponde a los porcentajes del 75, 50 y 25% de la curva granulométrica respectivamente.

b) Parámetros estadísticos para curvas granulométricas dibujadas en papel milimétrico y papel de probabilidad.

Los parámetros estadísticos más útiles que ayudan a precisar las características de la curva granulométrica usando unidades ϕ son:

DIAMETRO CENTRAL

$$Md_{\phi} = \phi_{50}$$

DIAMETRO MEDIO

$$M\phi = \frac{1}{2}(\phi_{84} + \phi_{16})$$

COEFICIENTE DE CLASIFICACION

$$\sigma\phi = \frac{1}{2}(\phi_{84} - \phi_{16})$$

Si $\sigma\phi = 0$; la muestra está constituida por partículas de igual tamaño.

COEFICIENTE DE DESVIACION

$$\alpha\phi = \frac{M\phi - Md_\phi}{\sigma\phi}$$

Si $\alpha\phi=0$; la distribución del tamaño es simétrica respecto al diámetro central.

ϕ_{50} , ϕ_{84} , ϕ_{16} ; indican el diámetro correspondiente al porcentaje en peso del 50, 84 y 16% de la curva granulométrica respectivamente. En unidades ϕ .

La American Geophysical Union subdivide en varias clases el tamaño del sedimento. En la tabla 4.3 se muestra la lista completa de grupos y clases,(tomada de la ref. 10) la cual sirve para clasificar el sedimento utilizando los diámetros representativos discutidos anteriormente.

Tabla No. 4.3
Clasificación del American Geophysical Union para
material sedimentario

Grupo	Clase	Tamaño, en mm	
Cantos rodados	muy grandes	2 000	- 4 000
	grandes	1 000	- 2 000
	medianos	500	- 1 000
	pequeños	150	- 500
Guijarros	grandes	130	- 250
	pequeños	64	- 130
Grava	muy gruesa	32	- 64
	gruesa	16	- 32
	mediana	8	- 16
	fina	4	- 8
	muy fina	2	- 4
Arena	muy gruesa	1	- 2
	gruesa	0.5	- 1
	mediana	0.25	- 0.5
	fina	0.125	- 0.25
	muy fina	0.062	- 0.125
Limo	grueso	0.031	- 0.062
	mediano	0.016	- 0.031
	fino	0.008	- 0.016
	muy fino	0.004	- 0.008
Arcilla	gruesa	0.002	- 0.004
	mediana	0.001	- 0.002
	fina	0.0005	- 0.001
	muy fina	0.00024	- 0.0005

4.3 SEPARACION DE MINERALES PESADOS DE MUESTRAS DE SEDIMENTOS

Comunmente, la composición mineralógica se analiza únicamente contra minerales pesados, porque los minerales especiales pueden indicar claramente la diferencia del campo de materiales ordinarios tales como: la roca común, la cual tiene una gravedad específica (densidad relativa de 2.65).

Estos materiales pesados son separados de la arena natural usando líquidos pesados tales como, el tetrabromuro de etileno cuya gravedad específica es de 2.95.

La metodología de la separación de material pesado se realiza como sigue (Ref. 4 p.p. 58-59)

- a) La muestra de arena se lava con agua dulce para quitarle la sal contenida en ella.
- b) Secas las muestras, se criban mecánicamente usando varios tamaños de tamices(mallas).
- c) La arena de cada fracción de tamaño captada en cada uno de los tamices, se coloca en una probeta, vaciando un líquido pesado hasta que se derraman los minerales menos pesados.
- d) Los minerales asentados en el fondo de la probeta, se usarán como la muestra parcial retenida para el análisis de la composición mineralógica.

4.4 DISTRIBUCION DE SEDIMENTOS EN UN PERFIL DE PLAYA

Como se ha explicado en el tema 2, los sedimentos en la playa de altamar se mueven sobre el fondo con sentido hacia tierra al pasar las crestas de los oleajes, y se mueven en suspensión en el paso del valle de los oleajes, resultando que cuando las partículas son de tamaño pequeño, éstas se moverán hacia el mar, debido a que las partículas de menor tamaño fácilmente se ponen en suspensión.

Por otro lado, cuando es menor la profundidad, mayor será la fuerza del oleaje actuando sobre el fondo, resultando que cuando el fondo es somero, el tamaño de las partículas será mayor.

De lo anterior, se puede concluir que en la zona de rompientes, el tamaño de las partículas tiende a ser mayor que en la playa de Altamar, dado a que es grande la perturbación del agua ocasionada por el rompimiento del oleaje, no pudiendo existir sedimentos con partículas finas.

En la fig. 4.5 se indican como ejemplo los resultados de las mediciones realizadas por Ichikawa (1975), en un perfil de playa de la costa de Tagonoura en Japón . Las mediciones se realizaron en la misma sección transversal en diferentes tiempos, con el fin de conocer la distribución de tamaños de los sedimentos a lo largo del perfil de playa. La playa es de grava y se encontró que el tamaño de los sedimentos tiene una relación más directa con la profundidad que con la distancia a la línea de playa, (Ref. 3 P.P. 34).

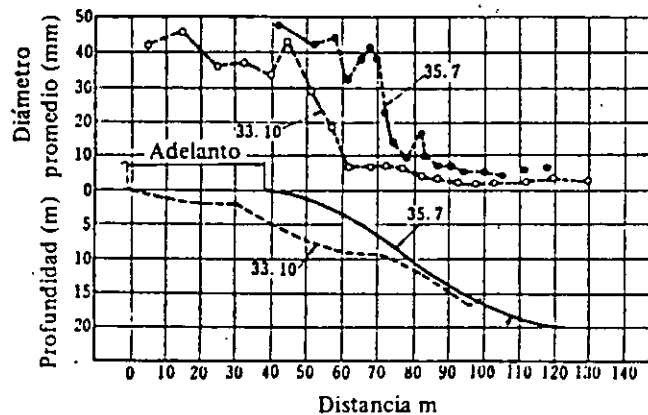


Figura No. 4.5, Distribución del tamaño de sedimentos a lo largo del perfil de playa, en la costa de Tagonoura en Japón (Ichikawa, 1961)

En la fig. 4.6 se indican los resultados de las mediciones realizadas por Sato S. (Ref. 3 p.p. 35), quien encontró una relación entre el diámetro central y la profundidad en la costa de Tomakomai en Japón. La playa es arenosa y casi siempre existen barras entre los 2 y 3 m de profundidad, en donde el tamaño de los sedimentos es mayor.

La distribución de tamaños de los sedimentos a lo largo del perfil de playa, presenta el máximo valor en la vecindad de la primera berma y en la vecindad de las barras. Al alejarse hacia el mar, el tamaño de los sedimentos casi no cambia con la profundidad, lo que indica que los sedimentos en tal profundidad no pueden moverse ni con oleajes de tormenta.

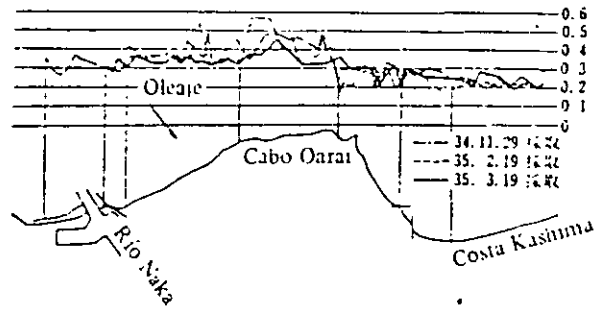


Figura No. 4.6, Relación entre el tamaño de sedimentos y la profundidad en la costa de Tamakomai en Japón (Sato)

Las playas expuestas al oleaje no pueden estar formadas por limo y arcillas, ya que son materiales que fácilmente son puestos en suspensión y transportados por las corrientes. Los sedimentos con mayor diámetro tienden a formar playas con mayor pendiente debido a su permeabilidad.

En la fig. 4.6 se indica la relación entre el diámetro del material y la pendiente media de la playa, obtenida en investigaciones realizadas en los Estados Unidos por Wiegel 1964.

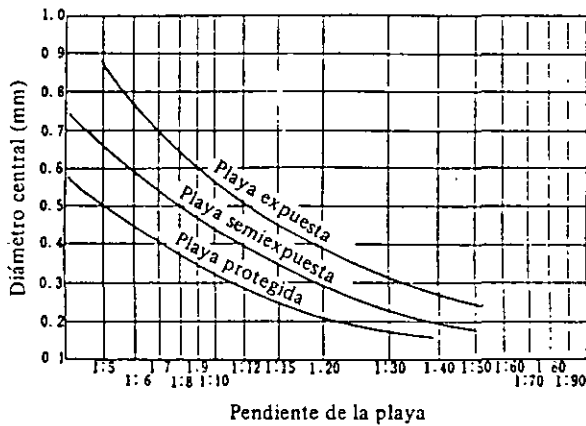


Figura No. 4.7, Relación entre el diámetro de los sedimentos y la pendiente media de la cara de la playa (Wiegel, R.L. 1964)

4.5 DISTRIBUCION DE LOS SEDIMENTOS A LO LARGO DE LA LINEA DE PLAYA

A lo largo de la línea de playa, los sedimentos se distribuyen debido a la acción de los oleajes y de las corrientes. En la fig. 4.7 se muestra la distribución del diámetro de sedimentos a lo largo de la playa Oarai en Japón, donde la mayor parte de los sedimentos descargados por el Río Naka hacia el mar, son transportados hacia Kashima, debido a que la dirección predominante del oleaje es como se indica en dicha figura.

Observándose que los sedimentos con menor diámetro medio se alejan de la boca del río, porque cuando menor es el diámetro del material, más fácilmente se ponen en suspensión y son transportados por las corrientes litorales. En la vecindad del Cabo Oarai se observan tamaños grandes de los sedimentos, debido a la turbulencia ocasionada por la concentración del oleaje en esta protuberancia de la costa.

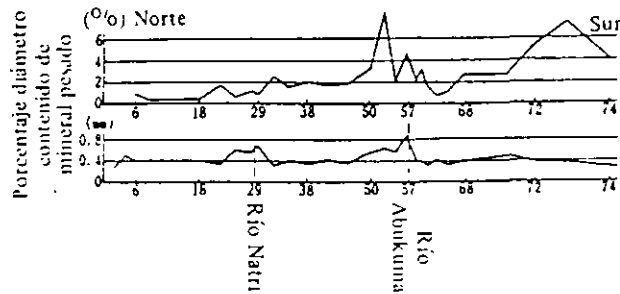


Figura No. 4.8, Distribución del diámetro de sedimentos a lo largo de la línea de playa en Oarai en Japón (Ijima y Sato, 1964)

En la figura 4.8 se muestra la distribución a lo largo de la costa del diámetro promedio, y el porcentaje de mineral pesado de los sedimentos sobre la cara de la playa, en la costa de Sendai en Japón.

En esta figura se observa que el diámetro medio de los sedimentos, es mayor en la vecindad de las bocas de los ríos (Abukuma y Natori) y al alejarse de estas bocas, el diámetro promedio es menor. En este caso, la relación de disminución del diámetro del material con la distancia, es menor hacia el norte que hacia el sur, lo que indica que el sentido predominante del transporte litoral es hacia el norte.

La distribución del porcentaje del contenido de mineral pesado también presenta la misma tendencia, debido a que los diámetros medios con menor peso específico, son más fáciles de mover cuando actúan los oleajes y las corrientes.

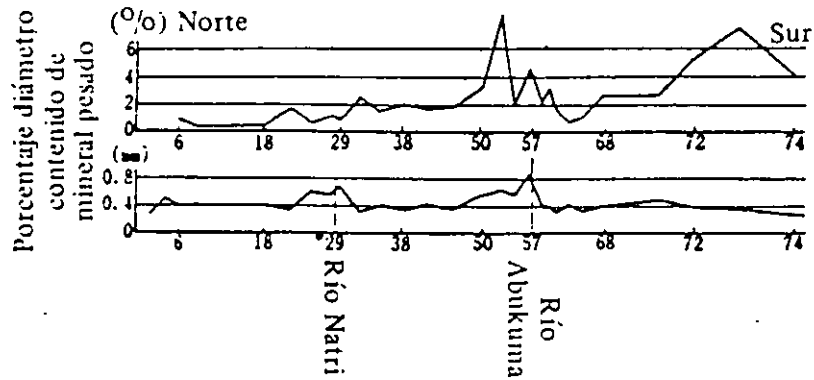


Figura No. 4.9, Distribución del diámetro promedio y mineral pesado en la costa de Sendai, Japón. (Sato)

5. TRANSPORTE LITORAL

En el campo de la ingeniería de costas es de vital importancia evaluar la cantidad y la dirección del transporte litoral que se mueve en la zona de rompientes.

A pesar del avance que ha tenido la hidráulica marítima en los últimos años en temas como: predicción del oleaje, conocimiento de los procesos costeros, interacción entre el oleaje y las partículas del fondo, aún no se resuelve la forma completa de evaluación del transporte litoral a lo largo de la costa, producido por el oleaje y las corrientes litorales.

Para determinar la dirección del transporte litoral, resulta de gran conveniencia investigar en el campo las características correspondientes de la variación de tamaños de los pesados de los sedimentos a lo largo de la costa, así como las configuraciones de la costa alrededor de bocas de ríos y cabos y la configuración de la playa; también las características de los sedimentos alrededor de estructuras construidas y la realización de análisis en gabinete de las componentes a lo largo de la costa, de la potencia de la energía del oleaje.

Los métodos para evaluar la cantidad del transporte litoral a lo largo de la costa se pueden dividir en:

- a) Obras marítimas de calibración o prueba. Dentro de esta clasificación se consideran los espigones de prueba y los dragados de prueba.
- b) Fórmulas empíricas en función de las características del oleaje.
- c) Fórmulas empíricas en función de la energía del oleaje y material de la playa.
- d) Fórmulas en función de la corriente litoral.
- e) Uso de trazadores fluorescentes y radioactivos.
- f) Uso de equipos para mediciones directas.

5.1 DIRECCION DEL MOVIMIENTO DE ARENA

Generalmente el movimiento de arena se divide en el componente del movimiento de la arena paralela a la costa y el componente del movimiento de la arena perpendicular a la misma.

Esta clasificación indica los componentes paralela y perpendicular a la costa del movimiento resultante cuando el sedimento se mueve del punto "a" hacia el punto "b" como se muestra en la figura 5.1.

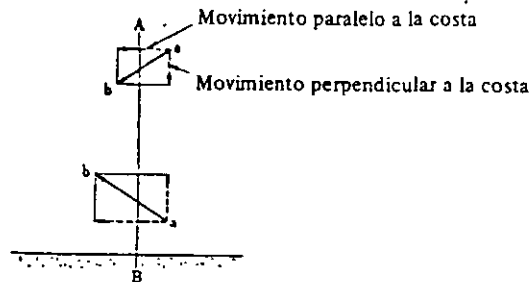


Figura No. 5.1, Componentes del movimiento de la arena

La dirección del movimiento resultante al relacionar los componentes del movimiento antes mencionado, tiene mucha relación con la magnitud de los oleajes incidentes, pudiéndose establecer que el movimiento de la arena tendrá una orientación hacia el mar en época de tormentas y una orientación hacia tierra en época de calma con oleajes pequeños.

Los oleajes y las corrientes en la naturaleza varían con el tiempo, resultando como consecuencia una variación de la magnitud del transporte litoral. Pero al considerar un período de tiempo grande (una estación o un año), existirá la posibilidad de entender la orientación predominante del transporte litoral para cada costa, esta orientación se conocerá al investigar en el campo las siguientes características:

- (1) Variación de la composición de tamaños y mineral pesado de los sedimentos a lo largo de la costa.
- (2) Componentes a lo largo de la costa de la potencia del oleaje.

En general, al sumar los componentes a lo largo de la costa de la potencia del oleaje (flujo de energía del oleaje) durante un periodo grande, la orientación predominante de esa suma coincidirá con la orientación del transporte litoral. Pero en lugares donde la corriente oceánica es fuerte, es necesario tomar en cuenta esta corriente para definir la orientación predominante del transporte litoral.

- (3) Configuración de la playa y características de los sedimentos alrededor de estructuras: escolleras, rompeolas, espigones, etc.

Generalmente cerca de una estructura, la línea de playa avanza hacia el mar en el lado de arriba del transporte litoral y retrocede hacia tierra en el lado de abajo del mismo; la pendiente de la cara de la playa se hace más abrupta en el lado de arriba y más pequeña en el lado de abajo del transporte litoral.

- (4) Configuración alrededor de cabos o bocas de ríos.

Si no existen espigones en la boca de los ríos, generalmente la boca presenta una tendencia a desviarse hacia la orientación del transporte litoral tal como se indica en la figura 5.2 (a). Esta desviación tiene relación con la orientación del río en la zona aguas arriba y con el caudal del mismo, por lo que en ocasiones la boca del río se desvía en dirección contraria a la del transporte litoral.

Al rededor de cabos, el ancho de la playa es mayor en el lado de arriba del transporte litoral y más pequeño en el lado de abajo del mismo, tal como se indica en la fig. 5.2 (b).

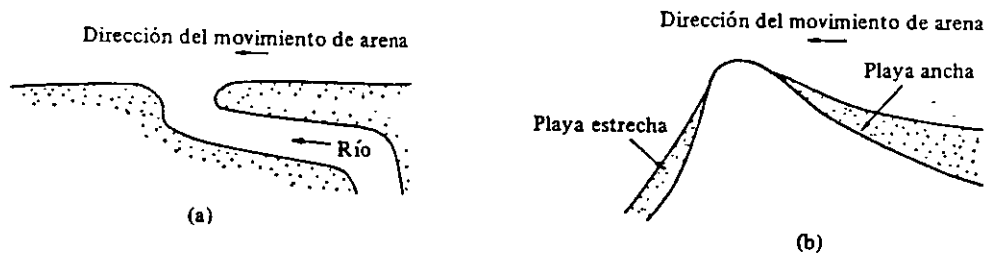


Figura No. 5.2, Configuración alrededor de la boca de ríos y cabos

Es difícil o muchas veces se cometen errores graves al decidir la orientación del transporte litoral, mediante la investigación de una o sólo algunas de las características descritas arriba, resultando necesario investigar en la medida de lo posible, todas las características mencionadas.

Generalmente, la orientación del transporte litoral cambia con la estación, resultando peligroso decidir la orientación del mismo, con base en la investigación de las características mencionadas durante una sola campaña estacional.

5.2 CALCULO DE LA CANTIDAD DEL TRANSPORTE LITORAL A LO LARGO DE LA COSTA

En la zona de rompientes, una gran cantidad de arena es transportada por la acción de oleajes y corrientes litorales. Sin embargo en la actualidad, el mecanismo del transporte de arena no se conoce claramente.

Por lo anterior, algunas veces es útil estudiar el mecanismo mediante el modelo conceptual de caja negra, como se indica en la fig. 5.3; en esta caja negra no es necesario saber qué pasa dentro de ella, resultando necesario conocer la relación entre lo que entra y lo que sale.

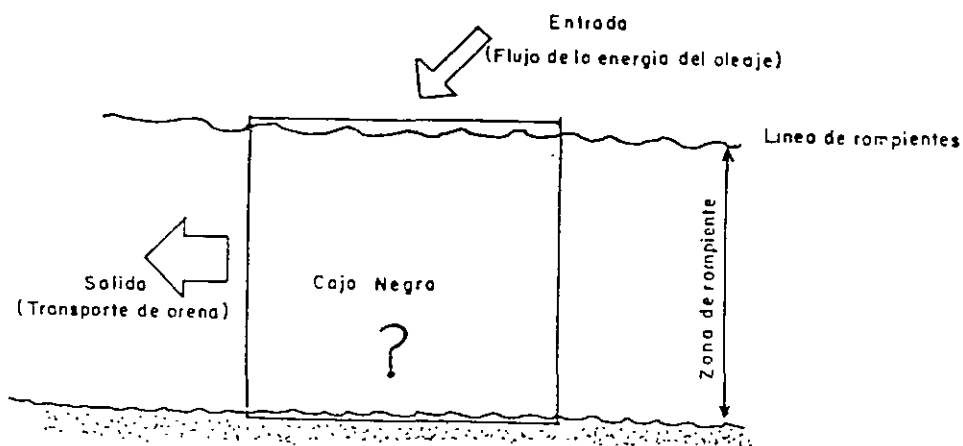


Figura No. 5.3, Modelo de caja negra para el transporte litoral a lo largo de la costa

Lo que sale de la caja negra corresponde a la cantidad de transporte litoral a lo largo de la costa, y lo que entra corresponde a los oleajes. Existen muchos parámetros que representan las características del oleaje, tales como la altura, el período, la esbeltez, la energía del oleaje y su flujo, porque la energía se consume al transportar los materiales del fondo. En adición, el flujo de la energía del oleaje es proporcional al cuadrado de la altura de la ola y a la ocurrencia del mecanismo de corrientes litorales como se ha explicado anteriormente.

Por lo anterior, al estudiar la relación de la entrada y salida del modelo de caja negra, dicha relación se puede expresar:

$$Q = F (PI_S) \quad (5.1)$$

Donde:

Q : Transporte litoral a lo largo de la costa

PI_S : Componente del flujo de la energía del oleaje a lo largo de la costa

F : Función

Muchos investigadores han estudiado la relación de la ecuación (5.1) y más concretamente la han expresado como:

$$Q = \alpha PI_S^n$$

Donde:

Q : Transporte litoral que pasa por una sección (área) perpendicular a la línea de costa en un tiempo dado:

α, n : Coeficientes, cuyo valor se determina mediante mediciones de campo.

PI : Parámetro proporcionado por el componente por unidad de ancho a lo largo de la costa, de la energía de la ola que se transporta en un tiempo dado.

A continuación se indica la manera de calcular el parámetro PI_S :

Tomando como referencia la fig. 5.4, la energía de una ola significativa en la rompiente, que se transporta por una unidad de ancho de cresta de oleaje se expresa como:

$$W_b = \left\{ \frac{\rho g}{8} (H_{1/3})^2 C_g \right\}_b \quad (5.2)$$

El subíndice b, indica que corresponde en la zona de rompientes y C_g indica la celeridad de grupo.

La energía transportada por el ancho b_b se expresa como $b_b w_b$.

El componente $b_b w_b$ a lo largo de la costa es $b_b w_b \sin \alpha_b$, y expresada por unidad de longitud de playa es:

$$b_b W_b \cdot \frac{1}{b_b / \cos \alpha_b} = W_b \sin \alpha_b \cdot \cos \alpha_b \quad (5.3)$$

La suma del componente de la energía transportado durante cierto tiempo se expresa como:

$$\begin{aligned}
 P I_S &= \sum W_b \operatorname{sen} \alpha_b \cdot \operatorname{cos} \alpha_b \\
 &= \sum \left(\frac{\rho g}{8} (H_{1/3})^2 C_g \operatorname{sen} \alpha_b \operatorname{cos} \alpha_b \right)_b
 \end{aligned}
 \tag{5.4}$$

En el campo el oleaje es irregular, debiéndose calcular el parámetro $P I_S$ con la raíz media cuadrática (H_{rms}) de los oleajes.

Considerando que las alturas de ola se distribuyen de acuerdo con la distribución de Rayleigh, se tiene:

$$\bar{H} = (2\pi m_o)^{1/2} ; H_{1/3} = 1.6\bar{H} \text{ y } H_{rms}^2 = 8 m_o$$

Al relacionar las expresiones anteriores se tiene:

$$\begin{aligned}
 H_{1/3} &= 1.6 \bar{H} = 1.6(2\pi m_o)^{1/2} = 1.6 \left(2\pi \frac{H_{rms}^2}{8} \right)^{1/2} \\
 H_{1/3} &= 1.418 H_{rms}
 \end{aligned}
 \tag{5.5}$$

De lo anterior se concluye que el parámetro $P I_S$ al calcularlo con la raíz media cuadrática (H_{rms}) es alrededor del doble del valor de calculado con $H_{1/3}$.

En el cálculo de $P I_S$, no es común utilizar $H_{1/3}$ en la zona de rompientes, pues la medición y el cálculo de los oleajes generalmente se efectúan en aguas profundas expresándose $P I_S$ con las características del oleaje en aguas profundas como a continuación se indica.

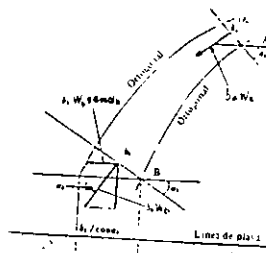


Figura No. 5.4, Transmisión de la potencia de la ola

En la fig. 5.4 si la energía del oleaje que se transporta por el ancho b de la cresta se expresa como $w_a b_a$, al no haber cruce de la energía del oleaje entre ortogonales se puede obtener la siguiente ecuación:

$$b_a W_a = b_b W_b \quad (5.6)$$

Haciendo operaciones resulta:

$$W_b = \frac{b_a}{b_b} W_a = K_r^2 W_a = K_r^2 \left(\frac{\rho g}{8} (H_{1/3})^2 C_g \right)_a \quad (5.7)$$

Donde K_r , corresponde al coeficiente de refracción entre los frentes del oleaje A y B, pudiendo expresar la ecuación (5.4) como:

$$\begin{aligned} PIS &= \sum W_b \cdot \text{sen} \alpha_b \cdot \text{cos} \alpha_b \\ &= \sum K_r^2 \left(\frac{\rho g}{8} (H_{1/3})^2 C_g \right)_a \cdot \text{sen} \alpha_b \cdot \text{cos} \alpha_b \end{aligned} \quad (5.8)$$

Para utilizar la ec. (5.8) es necesario calcular el coeficiente de refracción K_r y el ángulo de cada oleaje, en la rompiente no resultando necesario con tal ecuación, realizar el cálculo de la altura del oleaje rompiente.

5.3 ECUACIONES DEL TRANSPORTE LITORAL A LO LARGO DE LA COSTA

A la fecha, se han realizado numerosos intentos para correlacionar las características de la acción del oleaje y de los sedimentos, con la cantidad del transporte litoral, elemento básico de todo proyecto de ingeniería de costas.

En 1956, Caldwell, a partir del análisis de los volúmenes de arena atrapados por espigones en la costa californiana (U.S.A.), le permitieron conocer el transporte litoral con cierta exactitud. Posteriormente, muchos han sido los investigadores que han seguido analizando el tema.

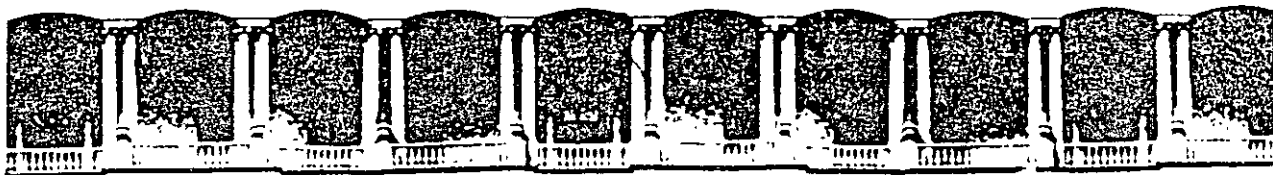
En la tabla 5.1, se presenta una lista de las ecuaciones más representativas para calcular el transporte litoral a lo largo de la costa.

Tabla 5.1
Lista de ecuaciones representativas para el cálculo del
transporte litoral a lo largo de la costa.

INVESTIGACION	FORMULA Q (m SUP 2 / dia) $P I_s$ (Ton-m/dia/m)	BASE DE LA FORMULACION
Caldwell (1956)	$Q = 1.21 P I_s^{0.8}$	Sur de la boca del lago Worth Florida ($d_s = 0.3 \sim 0.7$ mm) Bahia Anaheim, California ($d_s = 0.3 \sim 0.5$ mm; $H_{o_{m\acute{a}x}} = 3.5$ ft, $T = 11.5 \sim 7.2$ seg.
Savage (1959)	$Q = 0.217 P I_s$	Datos de campo y laboratorio
Ijima, Sato, Aono e Ishil (1960)	$Q = 0.130 P I_s^{0.54}$	Costo de Fukue en Japón ($d = 1 \sim 2$ mm, $H < 1$ m, $T = 2 \sim 4$ seg)
Ichikawa, Ochial, Tamita y Morobuse (1961)	$Q = 0.131 P I_s^{0.30}$	Bahía Suruga y Tagonaura en Japón $d_s = 5 \sim 40$ mm, $\tan\beta = 1/5 \sim$ $1/10$)
Manoha (1962)	$Q = 0.786 P I_s^{0.91} d_s^{0.55}$	Datos de campo y laboratorio. d_s , en mm.
Ijima, Sato y Tanaka (1964)	$Q = 0.3 P I_s$	Costa de Kashima en Japón ($d_s = 0.15 \sim 0.20$ mm, $H < 4$ m)
C.E.R.C. (1975)	$Q = 0.401 P I_s$	Datos de campo obtenidos por Komar, Caldwell y Watts.

REFERENCIAS

1. Mahauthe, B., (1978):"Mathematical Modelling of Shoreline Evolution, Coastal Engineering Conference.
2. Enriquez, A.E., (1980):"Ingeniería de Costas", Laboratorio de Puertos Ramón Iribarren CEEOP, España.
3. Sato. S., (1987):"Propiedades Generales y Modelo Hidráulico del Movimiento de Arena", Texto Vol. 7 para el Proyecto del Centro Hidráulico Portuario de México. Secretaría de Comunicaciones y Transportes - Japan International Cooperation Agency. México, D.F.
4. Katoh. K., (1983):"Littoral Drift", Group Training Course in Port and Harbour Engineering in Japan, Ports and Harbours Research Institute, Ministry of Transport - Japan International Cooperation Agency. Tokyo, Japan.
5. Sasaki T., (1974):"Field Investigations of nearshore currents on a gently sloping bottom", Partial satisfaction of the requirements for the degree Doctor of Engineering, University of Tokyo.
6. Sánchez, B.J.L., (1972):"Manual de Hidráulica Marítima Elemental (apéndice)" Instituto de Ingeniería de la UNAM, México, D.F.
7. Juárez. B. y Rico. R, (1976):"Mecánica de Suelos Tomo I", fundamentos de la mecánica de suelos, tercera edición. Ed. Limusa, México.
8. Folk. R.L., (1969):"Petrología de las rocas sedimentarias", Instituto de Geología, UNAM, México.
9. Maza. A.J.A., Camargo. J, Franco V., (1981): "Hidráulica Fluvial", Manual de Diseño de Obras Civiles, C.F.E. México.
10. Rouse. H., (1958):"Engineering Hydraulics", second Edition, John Willey and Sons, Inc., New York.
11. Katoh. K., (1988):"Numerical Simulation and Analysis on Littoral Drift", Curso para el Proyecto del Centro Hidráulico Portuario de México, Dirección General de Obras Marítimas y Agencia de Cooperación Internacional del Japón, México, D.F.
12. Montoya R.J.M, Cepeda R.A., (1987):"Medición de las características Hidráulicas en el puerto de Tecolutla, Ver. (primer reporte), Transporte y Corriente Litoral. Departamento de Laboratorio, Dirección General de Obras Marítimas S.C.T. - JICA, reporte técnico No. 4 del Centro Hidráulico Portuario de México, México, D.F.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

INGENIERÍA MARÍTIMA Y PORTUARIA

ESTRUCTURAS MARÍTIMAS

**EXPOSITOR : ING. LUIS HERREJÓN DE LA TORRE
1998**

3.1 INTRODUCCION

Como una rama de la ingeniería, las estructuras marítimas constituyen un tema tan amplio, que para su estudio sería necesario no sólo un curso, sino una serie de cursos de especialización. Por ahora sólo nos proponemos dar una idea general de las bases y referencias necesarias para abordar un problema de este tipo.

En las últimas décadas se ha obtenido un progreso sorprendente en el proyecto de las obras marítimas como consecuencia del gran número de investigaciones que se han hecho acerca del comportamiento de los materiales de construcción, suelos, agua, etc., no obstante, en cada problema de este tipo intervienen varios aspectos de la ingeniería con estudios bastante amplios y, además, cada caso es uno diferente, razón por la que no se ha logrado una normalización de los métodos que deben seguirse.

El uso de las matemáticas nos dará una interpretación clara y razonable del fenómeno y las consideraciones de partida estarán relacionadas lo más cerca posible a hechos observados. Gran parte del tiempo de un ingeniero, se dedica a obtener principios de diseño que han sido aceptados con buena confianza y usados con cierta autoridad pública. Muchos de ellos han probado ser convenientes, puesto que pocos problemas han surgido con su uso y lo mejor que puede decirse de ellos es que son antigua experiencia. La experiencia es muy valiosa, en especial cuando se puede establecer cuantitativamente, no obstante, si una estructura construida hace varios años se encuentra en buenas condiciones, eso no es una razón adecuada para copiar las proporciones de diseño, puesto que pueden tenerse condiciones completamente diferentes y procurando tener estructuras adecuadas para su función,

INDICE	Página	
3.1	INTRODUCCION	3-1
3.2	CONSIDERACIONES BASICAS	
3.2.1	Algunos Términos Usados	3-2
3.2.2	Criterios de Cálculo	3-3
3.2.3	Estudios Previos	3-4
3.2.4	Protección Ambiental	3-13
3.2.5	Impactos de Embarcaciones	3-18
3.2.6	Estructuras de Atraque y Amarre	3-28
3.2.7	Sistemas de Defensas	3-31
3.2.8	Fuerzas en las Amarras	3-35
3.3	ANALISIS DE ESTRUCTURAS	
3.3.1	Estabilidad General	3-40
3.3.2	Subestructuras con Pilotes	3-50
3.3.3	Diques de Alba	3-60
3.3.4	Paredes de Tablestaca	3-67
3.3.5	Muros de Gravedad	3-75
3.4	MUELLES EN "L", EN "T" Y ESPIGON	3-78
3.5	INSTALACIONES ALEJADAS DE LA COSTA	3-92
3.6	LINEAS DE CONDUCCION BAJO EL AGUA	3-95
	REFERENCIAS	3-113
	NOMENCLATURA	3-115

estas deben ser económicas.

Lo principal y esencial en todos los proyectos, es obtener hechos relevantes y apreciar su significado. Estos serán clasificados y su relación valuada. En esta forma, los valores respectivos pueden razonablemente proporcionarse.

3.2 CONSIDERACIONES BASICAS

3.2.1 Algunos términos usados

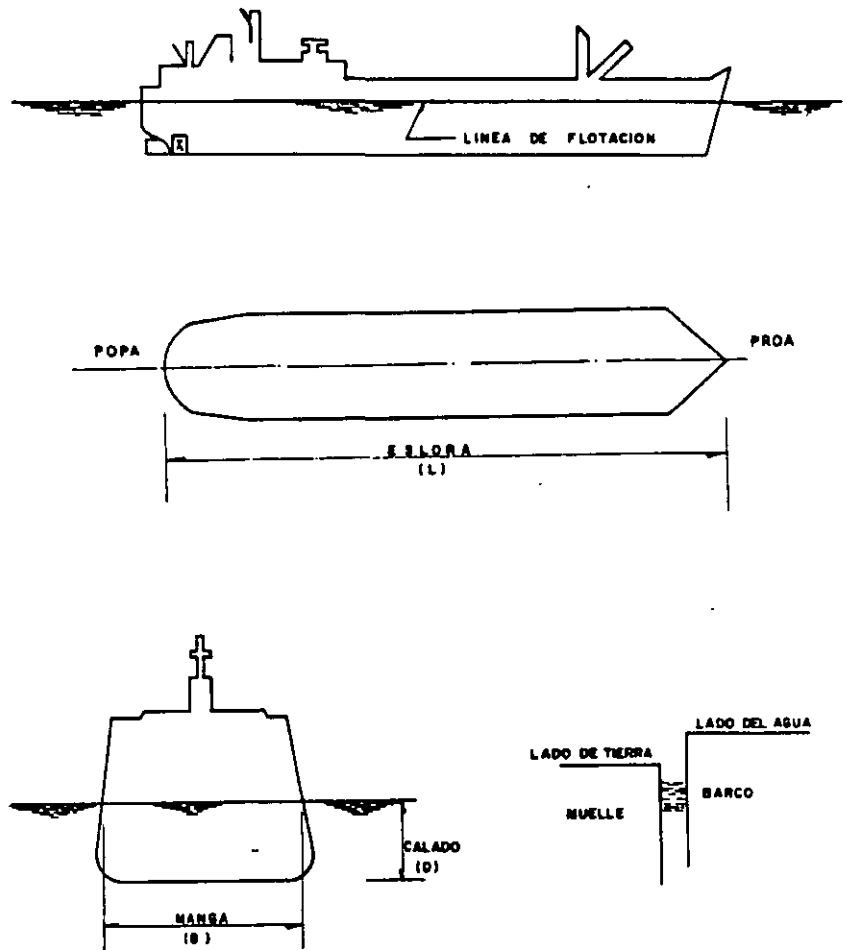


Fig. 1.

Desplazamiento es el peso real de la embarcación o el peso del agua que desplaza cuando flota (W).

El barco puede estar cargado o descargado, correspondiendo a dichas condiciones calado y desplazamiento cargado o descargado.

Peso muerto (TPM) es la capacidad de carga del barco y es la diferencia entre el desplazamiento cargado y descargado. El peso muerto varía de acuerdo con las diferentes estaciones del año y diferentes partes del mundo, puesto que la densidad del agua y, en consecuencia la flotación, depende de la temperatura y la salinidad.

3.2.2 Criterios de Cálculo.

El análisis y el diseño de una estructura marítima, siguen esencialmente los mismos conceptos aplicables a cualquier otro tipo de estructura, con especificaciones especiales en cuanto a lo que respecta al tipo de cargas que debe soportar y a las condiciones de seguridad con que debe operar.

A diferencia de otras estructuras en donde el diseño se lleva a cabo con base en cargas estáticas equivalentes, en el caso de una obra para atracar embarcaciones, las estructuras se diseñan para absorber energía durante el ataque.

No obstante los cuidados que se tengan para realizar las maniobras de las embarcaciones, debido a las condiciones del tiempo en ocasiones tan severas, las estructuras están expuestas a sufrir grandes daños si no tienen las precauciones necesarias, por lo cual, en general, debe tomarse en cuenta que al quedar fuera de servicio una estructura de este tipo, se tienen pérdidas mucho mayores a cualquier gasto adicional para protegerla y asegurar su funcionamiento.

Un aspecto muy importante en el que debe ponerse especial cuidado es que en un gran número de casos, predominan para el diseño los esfuerzos que se presentan durante la construcción sobre los correspondientes a la estructura en operación.

Por ser costumbre en la especialidad, en todos los temas tratados nos referimos a las obras marítimas, pero es conveniente aclarar que, los mismos conceptos son aplicables a las obras fluviales y lacustres del mismo tipo.

El ingeniero dedicado a este tipo de trabajos deberá comprender las razones por las cuales en otros lugares se utilizaron determinados procedimientos ligados al conjunto de conceptos que intervinieron y aplicar con criterio las experiencias obtenidas, a su caso particular.

3.2.3 Estudios Previos

Generalidades.

Un estudio de este tipo debe proporcionar básicamente, información de los siguientes aspectos:

- Topohidrografía.
 - Vientos.
 - Mareas.
 - Oleaje.
 - Corrientes.
 - Muestreo de los materiales del fondo.
 - Levantamiento estratigráfico.
-

Con las conclusiones que se obtengan en los puntos anteriores se elaborarán recomendaciones de:

- Alternativas para solucionar el problema para el cual va a servir el estudio.
- Diseño, en su caso, de la estructura tanto para las condiciones de operación como de construcción con el menor riesgo posible.

Analizar los costos y aspectos técnicos de la construcción es esencial, aunque sea en forma aproximada, para poder seleccionar la alternativa más conveniente.

Como una base de lo anterior se tienen que realizar estudios estadísticos y de investigación.

Topohidrografía.

Se deberá obtener un levantamiento general de la zona, de preferencia, haciendo sondeos por medios acústicos y trazando curvas de nivel, puesto que la configuración del fondo normalmente sufre cambios frecuentes y en ocasiones muy considerables.

Si lo anterior no puede hacerse, en una forma más aproximada y económica, se tratarán de aprovechar levantamientos existentes llevados a cabo por instituciones reconocidas en la especialidad.

Para el caso de una línea submarina, se elegirá una localización en que el fondo sea lo más regular posible, siendo necesario levantar el perfil tipo a lo largo del trazo que se elija, así como otros dos perfiles adyacentes que tan sólo confirmarán las características de la franja elegida, en

la cual quedará alojada la tubería y cuya aproximación más que cuantitativa es cualitativa. Tomando en cuenta que los efectos del oleaje se transmiten hasta una profundidad de aproximadamente la mitad de la longitud de la ola, un criterio para definir la distancia de los perfiles adyacentes al central es que esta sea el doble de la máxima profundidad que se tenga.

Normalmente se considera una cuadrícula en el área por levantar, y para la obtención de los perfiles del fondo se harán sondeos cada determinado intervalo de tiempo, manteniendo constante la velocidad de la embarcación al navegar, siguiendo una ruta definida previamente, la posición se definirá mediante dos puntos fijos en tierra, desde los cuales se envían visuales a la embarcación mediante aparatos topográficos o bien ondas sonoras utilizando equipo electrónico. La distancia horizontal entre los sondeos dependerá de la magnitud del área que se levante y puede variar entre 20m y 100m dependiendo de la aproximación que se requiera.

Vientos.

El viento al soplar sobre el océano origina corrientes y oleajes, merced al esfuerzo tangencial que ocasiona sobre la superficie, que junto con las variaciones de presión, hace que el agua se mueva. Por otro lado, las instalaciones marítimas reciben la presión del viento siendo una carga básica de diseño. No es recomendable que un barco permanezca amarrado a un muelle con una velocidad del viento mayor a 50 km/hr, siendo que en una monoboya se aceptan hasta 100 km/hr y para las grúas operando, solamente 25 km/hr.

Por las razones anteriores, es necesario contar con registros de viento reinante o más frecuente y de intensidad máxima

o dominante, los cuales son muy importantes para la orientación de una estructura marítima. Dichos registros pueden obtenerse de datos estadísticos del lugar o bien recurriendo a las cartas internacionales.

Mareas.

Las mareas son importantes no sólo por los niveles que alcanzan, sino también por las corrientes que originan.

Para definir el nivel de operación de una estructura marítima, es costumbre en México, referir las elevaciones al nivel de marea baja media (NMBM), siendo muy importante conocer la pleamar máxima registrada, la bajamar mínima registrada y el nivel medio del mar, al cual se refieren otras elevaciones.

Estos datos pueden obtenerse de las Tablas de Predicción de Mareas que publica el Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Oleaje.

Un efecto muy importante en las instalaciones en mar abierto, es la condición de la superficie en que se requiere que opere el equipo, lo cual, es también determinante para el diseño de obras de protección como los rompeolas.

Por esto, se requiere realizar un análisis del oleaje para obtener su altura, longitud, dirección, período y probabilidad de ocurrencia, y poder definir los programas de trabajo con base en las condiciones del mar, bajo las cuales pueden trabajar los diferentes tipos de equipo o estructuras. Para un diseño racional se requeriría obtener registros de un año cuando menos, lo cual raras veces es posible.

El procedimiento más común consiste en instalar un ológrafo, el cual mide amplitud y longitud. Esta información, junto con las olas observadas y datos estadísticos, proporcionarán las olas de diseño que se utilizarán para determinar la forma en que las condiciones superficiales afectan las maniobras. De ser posible, es recomendable llevar a cabo un modelo físico o matemático.

La información en cuanto a la dirección del frente de olas y la forma de su ocurrencia es de vital importancia para poder determinar el período en que el equipo puede trabajar. Para el diseño de plataformas se recomienda elegir, en general, una ola con un período de recurrencia de 25 años aproximadamente, pero hasta 100 años en el caso de rompeolas.

También en este caso puede recurrirse a la información aproximada que proporcionan las cartas internacionales.

Experimentalmente se ha comprobado que los efectos del oleaje se transmiten hasta una profundidad de aproximadamente la mitad de la longitud de la ola. Puesto que las longitudes de las olas de huracán alcanzan hasta 300 m, el efecto del oleaje puede actuar en profundidades hasta de 150 m, lo cual raramente sucede en nuestro país en que la longitud de las olas es del orden de 60 m en profundidades de 50 m y donde tan solo se requiere tener precauciones con la erosión en la playa desde la costa hasta una profundidad de 10 m aproximadamente. No obstante, en cuanto a lo que respecta al efecto de las condiciones superficiales en la operación del equipo, olas con alturas de 2 m o mayores ya son significantes en dificultar el trabajo y éstas se presentan con mucha frecuencia en las costas mexicanas, recomendándose como mejor época para trabajar, el período comprendido entre los meses de abril y

julio, y prácticamente prohibitivo trabajar entre los meses de noviembre y febrero.

Con base en los principios de la hidrodinámica y la teoría del oleaje, es posible determinar la fuerza sobre un cuerpo sumergido en el mar.

Corrientes.

Las corrientes pueden ser producidas por la acción del viento, la variación de mareas y el oleaje que en ocasiones llegan a ser oscilatorias. Sus efectos en las obras marítimas son determinantes para el proyecto de éstas.

Existen varias maneras de determinar las velocidades de las corrientes y en orden de conveniencia recomendaremos: la colocación de corrientómetros en diferentes localizaciones y profundidades; la aplicación de las expresiones teóricas conocidas y las cartas internacionales.

Con base en los principios de la hidrodinámica, se puede obtener la fuerza de arrastre de la corriente al actuar sobre una tubería submarina, ya sea durante su tendido o durante su operación. La socavación en las zonas cercanas a una tubería submarina y el claro máximo que puede soportar entre dos prominencias del fondo están también íntimamente ligados con las corrientes que se presentan. Todo esto determina la protección necesaria que puede ser: a base de lastre; enterrarla en el fondo con un recubrimiento de terreno mínimo de 1.00 m; mediante anclas fijas en el terreno; o colocando material grueso en la zona afectada.

Muestreo de los materiales del fondo.

Para propósitos de diseño es necesario obtener muestras de los materiales del fondo. Existen varios tipos de equipos para llevar a cabo este tipo de trabajo, hasta profundidades de 400 m, obteniendo 50 muestras por día.

La longitud del sondeo depende desde luego del tipo de terreno y será del orden de 3.00 m para arcilla blanda, 1.00 m a 2.00 m en arena, 0.50 m en arcilla compacta y prácticamente nada en roca.

Para poder determinar la estabilidad del fondo se requiere información de las siguientes propiedades del terreno: resistencia al esfuerzo cortante; densidad natural; densidad del suelo seco; límites de Atterberg; contenido de agua; peso específico; factor de erosión del suelo; densidad líquida de la arena; relación de vacíos; etc.

Levantamiento estratigráfico.

En el caso de líneas submarinas, para que el perfil del terreno sea lo más completo posible, es conveniente, además del levantamiento batimétrico y muestreo del fondo, obtener las densidades de los estratos subyacentes. Esto puede también llevarse a cabo por medios acústicos. Todos estos datos combinados en el perfil tipo nos permitirá reducir al mínimo o eliminar claros que causarían esfuerzos excesivos en la tubería que los cruce.

Para el caso de la cimentación de una obra marítima en general, incluyendo las plataformas, es necesario llevar a cabo varios sondeos distribuidos en tal forma de poder determinar las características del área en estudio y poder trazar perfiles en ejes principales, en los cuales además de describir las características de cada material de los estratos

subyacentes, se indique: densidad del suelo sumergido; densidad del suelo saturado; densidad del suelo seco; ángulo de fricción; cohesión; capacidad de carga; resistencia por fricción en el caso de pilotes; curvas de consolidación; etc. En el caso de que se opte por utilizar pilotes, es del todo recomendable llevar a cabo pruebas de carga vertical y horizontal y presentar los resultados de varias de estas distribuidas en tal forma de abarcar toda el área en estudio.

Presentación de recomendaciones.

En general, se presentarán varias alternativas de cómo solucionar problemas tales como: construir una estructura de operación o protección; evitar socavaciones; tender una línea submarina; etc. Se presentarán recomendaciones dando resultados numéricos de los siguientes aspectos:

- Tipo de zanja en el caso que se requiera.
- Profundidad a la que debe quedar enterrada.
- Tipo de anclas en caso de que se requieran.
- Protección interior, exterior y lastre.
- Espesor y densidad de recubrimiento de concreto para lastre.
- Procedimientos constructivos.
- Esfuerzos máximos durante la operación y la construcción.
- Equipo necesario.

Todo lo anterior, en caso de ser posible, acompañado de cálculos y gráficas o tablas de:

- Fuerzas hidrodinámicas.
 - Esfuerzos debidos a las fuerzas hidrodinámicas y peso propio durante la operación y la construcción.
 - Estabilidad del terreno.
 - Fallas probables.
-

Costos y aspectos técnicos.

Como ya se dijo al principio, los costos de las diferentes alternativas y la capacidad técnica con que se cuenta para llevar a cabo los trabajos, son definitivos para elegir la solución más conveniente al problema.

Estudios especiales.

En lo anterior, nos hemos referido a los estudios que proporcionan la información básica previa a la realización de un proyecto marítimo. Dicha información será más útil mientras mejores bases tenga, es por ello que los estudios del tipo estadísticos y de investigación son muy valiosos.

Los estudios estadísticos consisten en colocar por un período largo de tiempo, mínimo un año, aparatos que nos proporcionen continuamente información en cuanto a las condiciones oceanográficas en las zonas en que se piense construir obras marítimas, tales como: velocidad del viento; variación de mareas; corrientes; oleajes; arrastres litorales; etc.

Por lo que respecta a los trabajos de investigación, que de hecho también pueden ser del tipo estadístico, consisten en obtener además de la información en cuanto a condiciones oceanográficas, la correspondiente al comportamiento de la estructura en condiciones reales (modelo a escala natural) o bien, en un modelo físico o matemático. La información que se presentaría en este caso sería: esfuerzos o deformaciones obtenidas con medidores especiales; elementos mecánicos; efectos corrosivos; etc.

3.2.4 Protección Ambiental

La Convención sobre la Prevención de la Contaminación Marina por el Vertimiento de Residuos y otros Materiales (London Dumping Convention) de la Organización Marítima Internacional (IMO), de la cual México es país miembro; en su Resolución LDC 23(10) estipula promover el control efectivo de todas las fuentes de contaminación del ambiente marino y proporciona lineamientos para la evaluación y disposición del material producto de dragado.

Para construir y mantener Canales de Acceso y Puertos abiertos a la navegación marítima, se requiere dragar sedimentos, los cuales pueden estar contaminados, con el consecuente impacto ambiental adverso después de su depósito en el mar. Es por consiguiente necesario emitir lineamientos que normen los criterios para conceder permisos de dragado y condiciones especiales o prohibición para el vertimiento de sustancias peligrosas.

En la mayor parte de las Obras Marítimas y Portuarias de México, se ha dragado material sano (grava, arena, arcilla, limo), eligiendo una Zona de Tiro o Vertimiento profunda y alejada de la costa con el objeto de evitar que los arrastres litorales azolven otras instalaciones o las playas. En ocasiones el material producto de dragado se utiliza para formar rellenos que constituyen terrenos para futuras instalaciones.

Por otro lado, con los dragados de mantenimiento en las Terminales Marítimas de nuestro país, es muy probable que se presenten problemas de contaminación tomando en cuenta los reportes de contaminación ambiental de los puertos en que se encuentran.

Debido a lo anterior, se ha considerado necesario llevar a cabo diagnósticos de la forma en que se llevan a cabo los dragados antes mencionados, tanto en lo relativo a los sedimentos extraídos como a los lugares de depósito y, en su caso, programar acciones para controlar las fuentes de contaminación siguiendo los lineamientos de la (LDC) (IMO).

Previamente a conceder un permiso para tirar en el mar material producto de dragado, deberán considerarse los siguientes aspectos:

- Volumen total por unidad de tiempo (proporción de sólidos y agua)
- Granulometría (boleos, grava, arena, arcilla, limo, etc.)
- Vehículos, desechos metálicos y otros residuos de carga que al depositarse en el fondo, presenten un obstáculo serio para la pesca o la navegación.
- Sistema de dragado (equipo estacionario, auto propulsado, tolva, almeja, succión, descarga, etc.)
- Localización y características de la zona de tiro o vertimiento.
- Propiedades físicas (solubilidad y densidad) químicas y bioquímicas (demanda de oxígeno, nutrientes, etc.) y biológicas (presencia de virus, bacterias, fermentos, parásitos, etc.)
- Toxicidad.
- Persistencia: física, química y biológica.
- Acumulación y biotransformación en materiales biológicos o sedimentos.
- Susceptibilidad a cambios físicos, químicos y bioquímicos.
- Probabilidad de producción de manchas u otros cambios que reduzcan el mercado de recursos (pescados, mariscos, etc.)

- Para un análisis de este tipo es necesario contar con una base científica adecuada, concerniente a la composición del material que será depositado, para evaluar su impacto en la vida marina y la salud humana.

En la Octava Reunión Consultiva de la (LCD) (IMO) se acordaron las siguientes interpretaciones de «montos significantes»:

0.05% o más en peso de pesticidas y sus productos, plomo y compuestos de plomo, compuestos organohalógenos, mercurio y compuestos de mercurio, cadmio y compuestos de cadmio, plásticos persistentes, petróleo crudo y sus residuos, materiales de la industria militar (biológica o química) en su estado sólido, líquido, semilíquido, gaseoso o vivo.

0.01% o más en peso de arsénico, zinc y sus compuestos, compuestos de organosilicón, cianuros y fluoruros.

En la ausencia de fuentes de contaminación apreciables el material de dragado puede exentarse de las pruebas anteriores, siempre y cuando cumpla con alguno de los criterios siguientes:

- Compuesto predominantemente de arena, grava o roca y se encuentre en áreas de fuerte corriente o energía del oleaje, tales como arroyos de cauce divagante así como barras y canales inestables.
 - Para construir o restaurar una playa, compuesto predominantemente de arena, grava o conchuela con tamaños de partículas compatibles con la playa que los recibe.
-

- Que no exceda de 10,000 toneladas por año en operaciones de dragado simples y aisladas tales como marinas o puertos pesqueros, puede exentarse si el material propuesto para su depósito en el mar está situado lejos de fuentes de contaminación conocidas, con el objeto de asegurar que el material no esté contaminado.

Con la información anterior es posible obtener el diagnóstico del impacto ambiental por el tiro o vertimiento del material producto del dragado, tomando en cuenta las siguientes consideraciones generales:

- Posibles efectos a las amenidades (presencia de material flotante o varado, turbidez, olor objetable, decoloración y espuma).
- Posibles efectos a la vida marina, cultivos de pescados y mariscos, bodegas de pescado y pescadores, captura de especies y cultivo).
- Posibles efectos a otros usos del mar (deterioro de la calidad del agua para uso industrial, corrosión submarina de estructuras, interferencia con la pesca o navegación debido a depósitos de residuos y objetos sólidos en el fondo del mar y protección de áreas de especial importancia para propósitos científicos o de conservación).
- La disponibilidad práctica de alternativas con métodos de tratamiento apoyados en tierra, de depósito o eliminación o tratamiento de convertir el material menos perjudicial para su vertimiento en el mar.

Las técnicas para el manejo de depósitos, incluyen la utilización de procesos naturales, físicos, químicos y biológicos, para afectar el material dragado en el mar. Debido al material orgánico, éstos pueden incluir degradación y/o transformación física, química o bioquímica, resultando un material no persistente no tóxico y/o no biológico. Se pueden incluir entierro en el fondo del mar y una capa de sedimento limpio, seleccionando sitios especiales tales como zonas abióticas o islas artificiales.

En los diversos lugares se tienen problemas diferentes de contaminación y dependiendo de las consecuencias se deberán tomar acciones a corto, mediano y largo plazo para controlar situaciones tales como las siguientes:

CONTAMINACION	ACCIONES
Residuos y lubricantes desde barcos	Vigilancia y control
Derrames ocasionados desde tierra	Mejorar sistema de carga
Aguas residuales industriales	Planta de tratamiento
Derrames incidentales desde tierra	Sistema de recuperación
Descarga de aguas negras	Planta de tratamiento
Derrames incidentales desde barcos	Sistema de prevención y recuperación
Derrames incidentales de barita y bentonita	Sistema de recuperación, Medidas de separación y seguridad
Descargas de agua caliente	Mejorar sistema de enfriamiento

Evidentemente, controlando las fuentes de contaminación del agua en el mar, también se tendrá un control en la contaminación de los sedimentos que serán extraídos del fondo durante los trabajos de dragado.

Se considera que estas acciones mejorarán definitivamente el impacto ambiental del material producto de dragado al ser depositado en el mar y evitará futuros obstáculos para llevar a cabo trabajos de dragado, que seguirán una norma previamente a la solicitud del permiso para su ejecución.

3.2.5 Impactos de Embarcaciones

Las cargas laterales más importantes que debe soportar un muelle son las debidas al impacto de las embarcaciones. Estas se presentan en dos formas:

- Atraque bajo condiciones normales. Las fuerzas varían de acuerdo con las condiciones de la marea, pero en todos los casos puede considerarse el viento.
- Atraque accidental en condiciones no normales o excepcionales.

Es económicamente injustificable diseñar una estructura capaz de soportar una colisión de proa, popa u otra condición más excepcional sin daño (Ref. 1).

Un análisis de la determinación de la estabilidad de muelles puede ser por consiguiente dividido en los siguientes problemas:

- Determinación de la magnitud y dirección del impacto.

- Estimación de la proporción de la energía cinética de la embarcación transmitida y absorbida por el muelle u otra estructura y defensas en el impacto.
- Determinación del monto de esta energía que será absorbida por las defensas junto con el diseño de éstas.
- Determinación de los esfuerzos en el muelle u otra estructura debido al impacto lateral que recibe.

Desafortunadamente los datos aprovechables son vagos e incompletos y el impacto puede ocurrir bajo un amplio rango de condiciones. Obviamente un buen tratamiento tiene que tomar en cuenta la velocidad de la embarcación atracando, el ángulo al cual el impacto es transmitido y la masa. Ha habido un cierto monto de investigación, observación y colección de datos de impactos reales en años recientes por observación y medición.

El impacto entre dos cuerpos puede ser elástico o inelástico. Cuando éste es elástico, las deformaciones continúan mientras estos actúan uno sobre el otro y se moverán hasta que la energía cinética del cuerpo móvil, es decir, el que causa el impacto, se ha gastado en el trabajo de deformación interna. Así, el principio de la absorción de impactos de embarcaciones es que la energía cinética se utiliza en deformar la estructura o una parte de ella. De acuerdo con su movimiento, y si esto sucede elásticamente, está regresará a su posición original cuando el total de la energía se ha absorbido, o en otras palabras, la embarcación llega al reposo y ha cesado de apoyarse en la estructura. En las estructuras soportadas sobre pilotes, el caso es diferente, ya que su masa es mucho menor.

Es deseable examinar la manera en la cual es posible para una embarcación atracar y hacer contacto con un muelle u otra estructura. Hay normalmente tres posibilidades:

- a) Un impacto de punta.
- b) Un impacto de lado, es decir, paralelo a la banda de atraque.
- c) Por el cuarto de la embarcación a cierto ángulo con la estructura.

Excepto en el caso de accidentes, es muy raro que una embarcación llegue de punta. Con una marea considerable, una embarcación llega en la forma c) cabeceando contra la marea y sigue en b) cuando la marea balancea a la embarcación hacia el muelle. La embarcación puede rebotar en el primer impacto moviéndose hacia adelante una cierta distancia y llegar nuevamente a hacer contacto con el cuarto o puede deslizar a lo largo de la banda de atraque y finalmente hace contacto a todo lo largo. En agua quieta en general el contacto se hace a todo lo largo, pero algunas veces la embarcación toca primero en el cuarto con un ligero ángulo. Deberá notarse que debido a la forma del impacto de una embarcación, usualmente la parte superior de las defensas o cubierta del muelle reciben el primer impacto. En realidad, excepto en el caso a) y posiblemente en ciertos casos de b), la energía cinética total de la embarcación no se transmite a la estructura. Al no usarse amarras de inmediato y rebotar el barco gran parte de la energía se transforma en resistencia del agua.

Para el cálculo del impacto con este criterio (ref. 1 y 4), lo más común es considerar una velocidad de atraque de 15 cm/seg y un ángulo de 20 grados. El desplazamiento cargado es usado en los cálculos y si no se conoce puede

calcularse aproximadamente en la forma siguiente:

$$W = K \frac{L \cdot B \cdot D}{35} \quad (1)$$

W - Desplazamiento cargado en ton (1 ton = 2240 lb)

L, B, y D en ft

Valores de K:

0.80 - 0.85 - pequeñas embarcaciones de carga

0.75 - 0.80 - pequeñas embarcaciones de carga más rápidas

0.70 - 0.75 - grandes embarcaciones de carga

0.65 - 0.70 - grandes embarcaciones de carga rápidas

0.60 - 0.65 - grandes embarcaciones de pasajeros rápidas

Se pueden considerar dos componentes de la energía, una

transversal, $\eta_1 \frac{W}{2g} (v \text{ sen } \alpha)^2$ y otra longitudinal

$\eta_2 \frac{W}{2g} (v \text{ cos } \alpha)^2$ en donde η_1 y η_2 son menores que la

unidad, v y α son respectivamente la velocidad y el ángulo de ataque (Fig. 2), siendo la velocidad transversal $u = v \text{ sen } \alpha$.

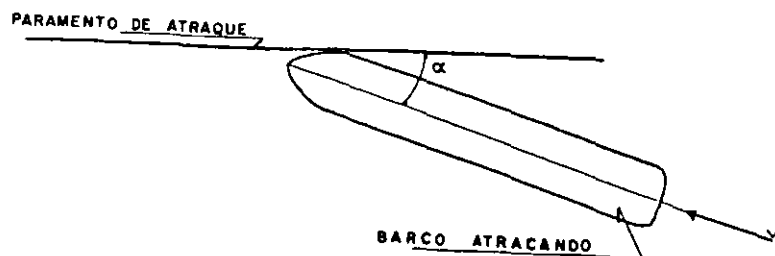


Fig. 2

23

La energía de la embarcación se absorbe en la siguiente forma para llegar al reposo:

- Trabajo de deformación de la misma embarcación.
- Resistencia de fricción del agua durante los cambios en dirección de la embarcación.
- Calor debido a fricción entre el barco y la estructura o las defensas mientras se logra el reposo. Por ejemplo, durante el deslizamiento a lo largo del paramento de atraque.
- Trabajo de deformación de la estructura y las defensas.
- Restricción de los cabos de las amarras.

Si se asegura una amarra de la parte delantera y se jala el barco hacia el muelle, se tiene un deslizamiento longitudinal, durante el cual la componente longitudinal de la energía se transforma en fricción de las defensas, tensión de los cabos y resistencia del agua. Si después se despega el barco, la tensión de los cabos sobre el muelle es de sentido transversal contrario al del impacto y longitudinalmente del mismo sentido, lo cual sólo sucede en raros casos al igual que cuando no se usan amarras en cuyo caso rebota el barco y la energía se transforma en resistencia del agua.

Sólo en casos calificados como "criminales" como cuando se pega con la popa o los llamados impactos de proa se tienen ángulos entre 40 grados y 90 grados.

Para calcular la fuerza de diseño producida por la embarcación en el momento más desfavorable se tiene lo indicado en la Fig.3.

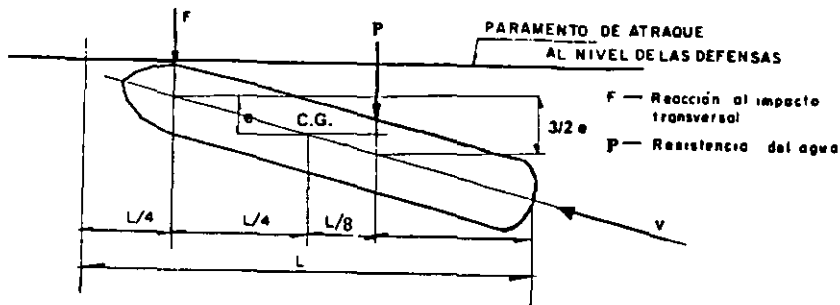


Fig. 3

Puesto que consideramos una velocidad angular constante, no se tiene aceleración angular y por lo tanto:

$$\sum M_{CG} = 0$$

$$F \frac{L}{4} = P \frac{L}{8}$$

$$P = 2F$$

$$F = \frac{P}{2} \quad (2)$$

Para detener el barco se presenta un movimiento uniformemente desacelerado y,

$$2e\bar{a} = u^2 \quad \bar{a} = \text{aceleración transversal del CG}$$

$u = \text{velocidad transversal}$

$m = \text{masa}$

93

$$\text{Energía total} = E_T = \frac{1}{2} mu^2$$

$$= \frac{1}{2} m(2e\bar{a})$$

$$E_T = me\bar{a} \quad (3)$$

De acuerdo con el principio del movimiento del centro de masa de tiene:

$$F + r = m\bar{a} \quad (4)$$

Substituyendo (2) en (4):

$$\frac{3}{2} P = m\bar{a}$$

$$P = \frac{2}{3} m\bar{a}$$

Por lo que la energía absorbida por el agua es:

$$E_p = \frac{1}{2} P \left(\frac{3}{2} e \right)$$

$$= \frac{1}{2} \left(\frac{2}{3} m\bar{a} \right) \left(\frac{3}{2} e \right)$$

$$E_p = \frac{1}{2} me\bar{a}$$

y de (3)

$$E_p = \frac{1}{2} E_T$$

Por lo que el impacto sólo toma la energía restante, tal y como lo muestra la expresión (5):

$$E_r = \frac{1}{2} E_T \quad (5)$$

De acuerdo con los experimentos de MiniKin, sólo de 0.18 a 0.27 de la energía cinética total del barco, se transmite al muelle por un impacto de proa, con el peligro de que si la velocidad es baja y el ángulo grande, el barco puede voltearse. Vemos así que utilizando la expresión (5) estaremos del lado de la seguridad.

A partir de esta energía puede calcularse la fuerza de impacto, por ejemplo, considerando que el sistema de rigideces en serie del barco, defensas y estructura, absorberá dicha energía. La rigidez del barco en general es muy grande y no se toma en cuenta y la rigidez de las defensas dependerá de su tipo, pero en general, es conveniente obtenerla por tanteos, de las gráficas proporcionadas por el fabricante.

La fuerza transmitida longitudinalmente tiene mucha importancia en el diseño y para obtenerla puede considerarse un coeficiente de fricción de 0.5 entre el barco y las defensas. Principalmente para el caso de los duques de alba, pueden hacerse intervenir las rigideces transversal, longitudinal y torsional en el sistema en serie que absorbe la energía de la embarcación.

Existe suficiente evidencia dice R.R. MiniKin y H.T. Horsfield, para demostrar que la energía cinética en aguas quietas, transmitida a la estructura, no es mayor de 0.5 de la total en un impacto de punta.

Arthur L. Baker haciendo pruebas sobre duques de alba opina que para un atraque de punta se tome la energía cinética total, y para impactos laterales el 40% de ésta.

A. Pagés, en su investigación de impactos oblicuos, calculó con una aproximación muy clara, que la energía cinética es reducida a la mitad cuando el barco pega de lado y a 1/5 cuando pega con uno de los extremos.

De acuerdo con las pruebas realizadas en la Shell Petroleum Co., se recomienda que para barcos de 10,000 ton (DWT) o menos, se tome en el diseño de las estructuras 40 in-ton y para embarcaciones mayores, 40 in-ton para cada 10,000 toneladas adicionales.

Existe otra recomendación para diseñar en general con una energía de 40 in-ton ya que embarcaciones pequeñas atracan con mayor velocidad que las de gran desplazamiento, y todas llegan aproximadamente con la misma energía.

Alonzo De F. Quinn en su libro «Design and Construction of Ports and Marine Structures», recomienda para a un valor de 10 grados y una velocidad normal a la banda de atraque entre 0.15 y 1.00 ft/seg correspondiendo este último valor aproximadamente a una velocidad de atraque de 3.5 nudos.

Algunas fórmulas dan en forma lógica la velocidad de atraque en función del desplazamiento de la embarcación y las condiciones de abrigo del puerto. También existen tablas y gráficas en las cuales pueden obtenerse la energía

e impacto durante el ataque en función del desplazamiento y la velocidad.

Se tienen métodos teóricos consistentes en asociar masas y rigideces con armónicos cuyo comportamiento amortiguado se estudia llegando a ecuaciones diferenciales de poca aplicación práctica, por lo que se requiere hacer ciertas consideraciones simplificadoras y aplicar coeficientes obtenidos con criterios semejantes a los antes mencionados. Posiblemente otra objeción a este tipo de métodos es que, en general, se supone un comportamiento elástico lineal de los elementos que intervienen, lo cual principalmente en el caso de las defensas no siempre es real. Desde luego, la importancia de este tipo de desarrollos es que se tiene con ellos una mejor interpretación del fenómeno.

El fenómeno de transmisión y absorción de energía requiere de más pruebas e investigaciones, pero se puede afirmar que nunca se transmite a la estructura el total de la energía de la embarcación, excepto en casos de impactos de punta en los que se tenga incertidumbre de cómo se absorberá la energía. Tanto esto, como considerar en general una transmisión de la mitad de la energía, nos coloca del lado de la seguridad.

3.2.6 Estructuras de Atraque

En general y en cuanto a su localización, se presentan los siguientes tipos de estructuras de atraque:

- 1) Marginales o paralelas a la costa
- 2) Normales a la costa o en espigón
- 3) Cuando en la costa no se tienen condiciones adecuadas para la cimentación o cuando se requieren dragados excesivos para obtener la profundidad requerida del agua, se localizará el

muelle a la distancia necesaria para unirlo a tierra con una pasarela de acceso. Se acostumbra denominar a este tipo de muelle en L o en T.

4) Instalaciones alejadas de la costa.

Los tipos 1) y 2), son muy convenientes principalmente en el caso de que se tengan que cargar o descargar los barcos cerca de las bodegas haciendo uso de grúas y montacargas, o para el caso de terminales de pasajeros. A los muelles normales a la costa también se les denomina en algunas ocasiones en espigón, puesto que su localización es semejante a la de un espigón, aunque la función es diferente puesto que un espigón construido generalmente a base de enrocamiento y costales rellenos de cemento, tiene por objeto detener los arrastres litorales para evitar que estos azolven las zonas de operación. Cuando los movimientos de la carga se hace en forma mecanizada como en el caso de productos conducidos por tubería utilizando bombas y transportados en grandes barcos, tales como los buques-tanques petroleros, la experiencia ha demostrado que el tipo 3) es el más indicado, ya que en esta forma se tiene más libertad para las maniobras y al tenerse menores cargas verticales las pasarelas de acceso son más ligeras en comparación a lo que resulta en los casos anteriores. El tipo 4) es una solución muy simple, rápida y económica para la carga y descarga de grandes barcos en lugares donde no se tienen las instalaciones portuarias adecuadas y principalmente se carece del calado necesario y espacio para las maniobras de ciaboga. En esta forma se reducen problemas de navegación y el uso de remolcadores. En el caso de las monoboyas utilizadas principalmente para barcos petroleros, se le permite a la embarcación acomodarse en la posición más favorable respecto al viento en condiciones que con otro tipo de instalaciones sería imposible cargar o descargar, se incrementa el factor de seguridad contra incendios u otros accidentes y se pueden

mover para colocarse en otros lugares. La comunicación a tierra en este caso se obtiene mediante una tubería submarina.

En las figuras 11, 12, 32, 33, 34 y 35, se muestran algunos ejemplos de muelles del tipo 1) de la figura 36 a la figura 48 algunas instalaciones con muelles de los tipos 2) y 3) y de las figuras 49 a 52, tipos de instalaciones alejadas de la costa.

Por lo que respecta al tipo de cimentación se debe elegir la construcción de algunos de los siguientes tipos de estructuras:

Estructuras masivas:

Convenientes cuando el estrato resistente se encuentra cerca de la superficie del terreno; pueden estar constituidas de un muro de gravedad con material de relleno en el respaldo (Figs. 32, 33, 34 y 35), que deberá elegirse en tal forma que sea ligero y suficientemente resistente.

También se tienen estructuras masivas en las cuales, apoyadas sobre paredes de tablaestaca, se colocan rellenos de arena, grava, concreto pobre, etc. constituyéndose en esta forma muros (Fig. 12), gaviones o recintos celulares. Las características del terreno en cuanto a su capacidad de carga y resistencia de fricción deberán ser satisfactorias durante y después de la construcción.

Una razón definitiva que justifica la selección de estructuras masivas es el hecho de que se haga necesario ganar terreno sobre el que se construirán nuevas bodegas, terminales de pasajeros, diques o dársenas de maniobras artificiales, etc.

Estructuras sobre pilotes:

Son las adecuadas en el caso de tenerse un terreno de poca resistencia y un estrato resistente alejado de la superficie del terreno, o cuando se quiere absorber energía aprovechando la flexibilidad de la estructura (Figs. 11 y 36 a 48).

Duques de Alba:

Son estructuras especialmente diseñadas para amarrar las embarcaciones o para recibir los impactos y absorber la energía de éstas. En el primer caso se dice que son de amarre y en el segundo de atraque. Los duques de alba de atraque protegen a la plataforma de operación, que únicamente se diseñará por cargas verticales y sismo o empujes del terreno en su caso. Es conveniente construir estructuras bastante flexibles con pilotes verticales o estructuras rígidas (a base de pilotes inclinados o masivas) con un sistema de defensas muy efectivo para evitar la probabilidad de grandes impactos que con mucha frecuencia causan fallas considerables.

Estructuras sobre pilas:

Son un caso intermedio de rigidez y en general también se utilizan en el caso de que el estrato resistente esté cercano.

Como punto de partida deberán conocerse las características del suelo de cimentación, y de preferencia, tenerse curvas de nivel de los estratos.

3.2.7 Sistemas de Defensas

Es evidente la ventaja de las defensas, puesto que al ser elementos más deformables en comparación con la estructura, absorben energía con mayor desplazamiento y menor fuerza.

La inercia de una estructura contribuye a la absorción de la energía, por lo que en una estructura masiva, el impacto importa más bien desde el punto de vista de efectos locales y del barco en sí. En los duques de alba que son estructuras especialmente diseñadas para absorber la energía de la embarcación y soportar el impacto, en general es conveniente tener un cabezal pesado.

Prácticamente se tienen los siguientes tipos de defensas:

- Fijas
- Colgantes
- Con Pilotes
- De Gravedad
- Otras

En el tipo "Fijas" (Fig. 4), elementos flexibles fijos en la pantalla de atraque absorben energía al deformarse durante el impacto. Las más comunes consisten de grandes masas de hule.

En cuanto al tipo "Colgantes", pueden estar constituidas por piezas colgantes de hule, pantallas de madera o una combinación de ambas.

Posiblemente el caso "Con Pilotes" (Fig. 5), es el más aceptado en el caso de querer absorber energía en una forma sencilla y económica, en general, sobre los pilotes se apoya una pantalla de madera y estos a su vez, se apoyan

Se considerará que la cohesión unitaria C_m requerida para mantener el equilibrio de la cuña deslizante es constante a lo largo de la línea de falla abc . Si el esfuerzo cortante C_m es constante a lo largo del arco deslizante $abc = \widehat{L}$, su resultante será $\overline{L}C_m$ donde \overline{L} es la longitud de la cuerda ac y es paralela a ésta. El brazo r de la resultante cortante puede determinarse tomando el momento de todas las fuerzas actuando a lo largo de \widehat{L} alrededor del centro de rotación «O», e igualándolo al momento de la resultante $\overline{L}C_m$ alrededor del mismo punto.

$$\widehat{L}C_m R = \overline{L}C_m r$$

$$r = R \frac{\widehat{L}}{\overline{L}} \quad (14)$$

De acuerdo con la expresión (14), el valor del brazo de la resultante, no depende del valor de los esfuerzos C_m considerando a éstos constantes a lo largo de la línea de falla y la localización de la resultante $\overline{L}C_m$, puede determinarse fácilmente ya sea que se conozca o no la cohesión unitaria C_m .

La cuña abc está en equilibrio bajo la acción de las siguientes fuerzas:

- Su peso W .
- Resistencia cohesional $\overline{L}C_m$ actuando paralela a la cuerda ac .
- Resistencia friccional o reacción de la línea de falla circular P .

El valor de la resultante cohesional $\bar{L}C_m$ que actuará en el terreno puede encontrarse por equilibrio y la correspondiente cohesión unitaria puede obtenerse simplemente dividiendo el valor total de $\bar{L}C_m$ entre \bar{L} . Si el valor de C_m así obtenido es menor que la cohesión máxima C que puede soportar el suelo dado según una prueba de cortante, no se presentará deslizamiento, si sucede lo contrario la cuña deslizará. El significado del índice m es «movilizado».

Para encontrar el valor del peso W , el área $a b c$ se puede medir y multiplicarse por el peso unitario del material. La dimensión normal al plano del dibujo debe ser la unidad. Encontrando el centroide, una línea vertical trazada a través de él, intersectará a la cohesión resultante que se encuentra a una distancia r de O y es paralela a la cuerda ac en un punto Q .

La reacción P pasa a través del punto Q y es tangente al círculo de radio $R \sin \phi$.

Los valores de $\bar{L}C_m$ y P pueden medirse a escala en el polígono de fuerzas.

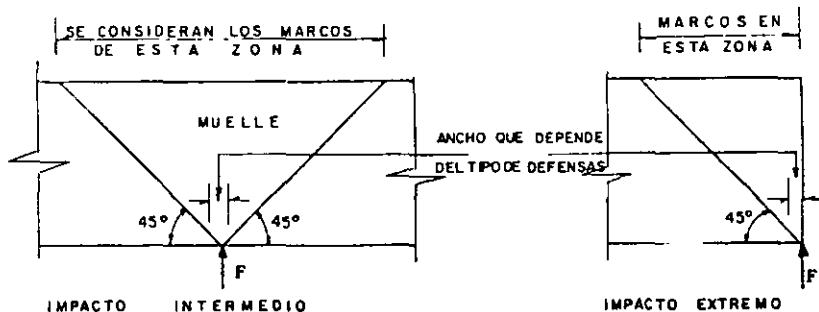
Los resultados de los dos métodos antes descritos, son prácticamente los mismos.

Para el caso de zonas sísmicas, deberán incluirse en el análisis fuerzas de inercia horizontales actuando en los centros de gravedad en el sentido más desfavorable y cuya magnitud es igual al coeficiente sísmico de la zona por los pesos correspondientes.

3.3.2 Subestructuras con Pilotes

Desde un punto de vista muy estricto, el análisis por cargas horizontales es el de una viga sobre apoyos elásticos, no obstante debido a la gran rigidez de la superestructura en comparación con la subestructura se procede en una forma más práctica.

En lo general las longitudes del muelle entre juntas de expansión son grandes y el impacto se distribuye en el número de marcos comprendidos en una expansión a 45 grados (Fig. 17)

**Fig. 17**

Para el caso de estructuras de corta longitud debe tenerse especial atención en la tendencia al giro alrededor del centro de rigidez, a menos de que la carga se aplique en dicho punto.

En todos los casos, los marcos extremos se encuentran en las condiciones más desfavorables, por lo que frecuentemente es conveniente colocar pilotes inclinados.

La deformación de los marcos está muy influenciada por la longitud de los pilotes y si estos sólo son verticales, verticales e inclinados o sólo inclinados. La longitud no soportada se puede reducir colocando contraventeo transversalmente y longitudinalmente.

Cuando un impacto es soportado por un sistema de pilotes, la energía al final es absorbida por el terreno. La resistencia de un pilote no es solamente debida a considerarlo como columna, sino, de la capacidad del terreno para tomar la carga.

En ocasiones se acepta el criterio de considerar para el punto virtual de fijación una profundidad de 5 ft en un buen terreno como arena y de 10 ft en terreno pobre como limo.

R. MiniKin realizó algunos experimentos con modelos para obtener datos respecto al comportamiento de pilotes verticales simples sujetos a fuerzas laterales. (Ref. 4). Como la mayoría de los suelos son compresibles y de baja resistencia al cortante, la tendencia del pilote a una profundidad "h" será a desplazarse alrededor de un punto «o» a una profundidad "ah" abajo de la superficie. Sabemos que la resistencia pasiva de los suelos no se presenta hasta que existe movimiento y que el desplazamiento varía con la distancia a «o» por lo que la resistencia pasiva del suelo al principio del movimiento será menor a la dada por el siguiente diagrama (Fig. 18)

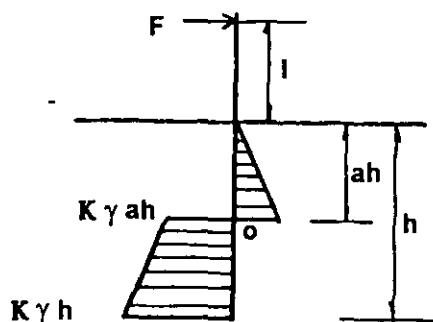


Fig. 18

γ = peso específico

K = coeficiente del terreno

F = fuerza lateral

En suelos homogéneos de naturaleza suave se puede suponer que el pilote se conserva recto y el desplazamiento

a una profundidad x es $D = s\left(1 - \frac{x}{ah}\right)$ en donde s es el desplazamiento en la superficie, con lo que resulta (Fig. 19):

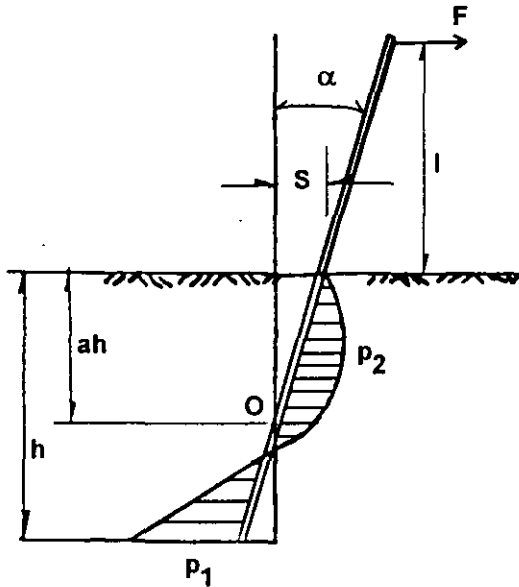


Fig. 19

$$a = \frac{4l + 3h}{6l + 4h}$$

$$n = \left(2 \frac{l}{h} + 1\right)$$

$$p_1 = 6 \frac{Fn}{hd}$$

$$p_2 = \frac{a^2}{4(1-a)} p_1$$

d - ancho del pilote

30
30

Los coeficientes de pilotes aislados son mayores que para una pared y se encontró en las pruebas para arena de 2.3 a 3.4 veces y para arena y arcilla minada de 1.3 a 1.7 esto es debido a que los planos de falla por cortante son en abanico aproximadamente a 45 grados.

Según las experiencias, el pilote no recobra su posición original cuando la deformación en la superficie del terreno es de $0.3 ah \text{ sen } \alpha$ y se puede considerar esta como deformación crítica. Trazando el diagrama de momentos flexionantes se puede notar que el punto virtual de fijación se encuentra aproximadamente a una profundidad $0.3 ah$.

Se puede notar a partir de este estudio que un diagrama de presiones simplificado y del lado de la seguridad es el lineal de la (Fig. 20)

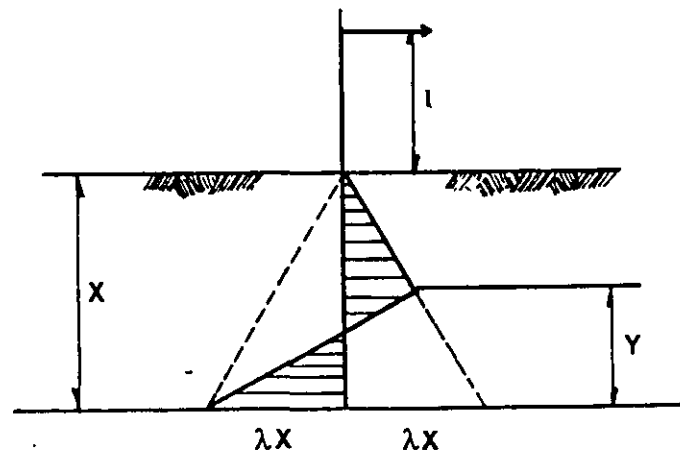


Fig. 20

$$\lambda^2 x^4 - 8F\lambda x^2 - 12Fl\lambda x - 4F^2 = 0 \quad (15)$$

$$Y = \frac{1/2 \lambda x^2 - F}{\lambda x}$$

$$\lambda = \lambda_p - \lambda_v$$

$$\lambda_p = \gamma \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$\lambda_a = \gamma \tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)$$

ϕ = Angulo de fricción interna

γ = Peso específico

A partir de la expresión (15) es fácil obtener la profundidad de hincado "x" necesaria para soportar la fuerza lateral "F" así como la distribución de presiones en el terreno.

Si el terreno es pobre y la punta se hinca en buen material, su deformación esta dada por $(1 - x/h)^2$. El punto fijo «o» es el extremo inferior.

Existen algunos otros desarrollos teóricos de este problema suponiendo cimentación elástica.

En especial para el caso del diseño de duques de alba, el Dr. Blum propone el siguiente procedimiento, Fig. 21.

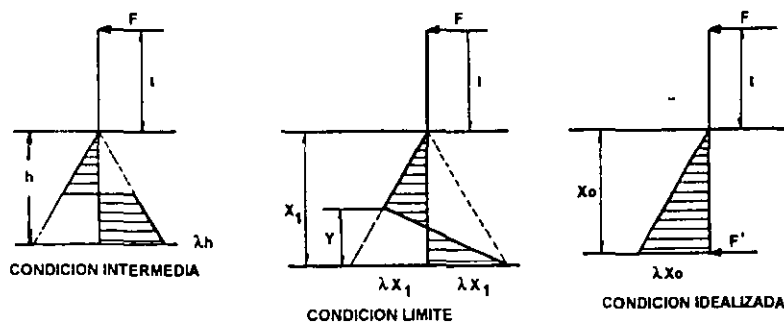


Fig. 21

110

Tomando equilibrio de momentos respecto al extremo inferior en el segundo y tercer diagramas, suma de fuerzas igual a cero en el segundo diagrama, se obtuvieron las siguientes relaciones:

l/X_1	0.250	0.500	0.750	1.000	2.000
l/X_0	0.300	0.606	0.916	1.277	2.400
X_1/X_0	1.200	1.212	1.221	1.227	1.240

Por lo que parece apropiado tomar:

$$\frac{X_1}{X_0} = 1.20$$

Se comprueba experimentalmente que pueden considerarse cuñas laterales en la siguiente forma (Fig. 22):

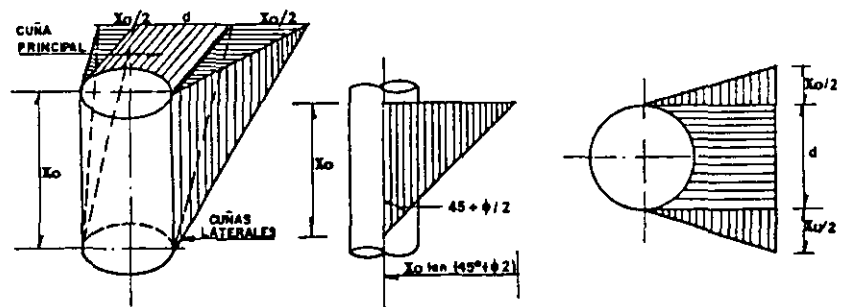


Fig. 22

Con lo que se obtienen los siguientes diagramas:

41

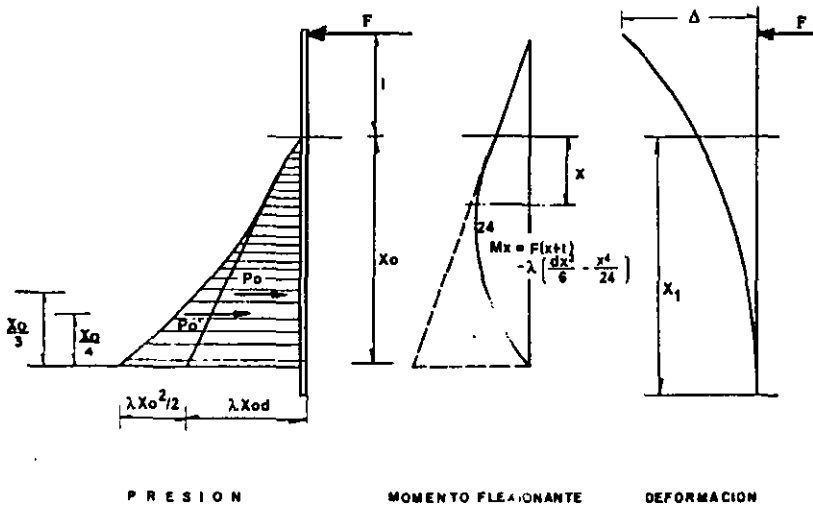


Fig. 23

Se ha supuesto que la resistencia ofrecida por el terreno actúa paralela a la superficie; es decir, el ángulo de fricción entre el suelo y pilote es cero. En realidad, sin embargo, la línea de acción de esta resistencia está inclinada con respecto a la horizontal del ángulo δ , principalmente en materiales como arena. Algunos experimentos indican que este ángulo depende del de fricción interna y su valor está entre $1/3$ y $2/3$. Así, sobre el pilote actuarán verticalmente el peso de la estructura, el peso del relleno en el caso de que sea hueco y las fricciones indicadas en la (Fig. 24)

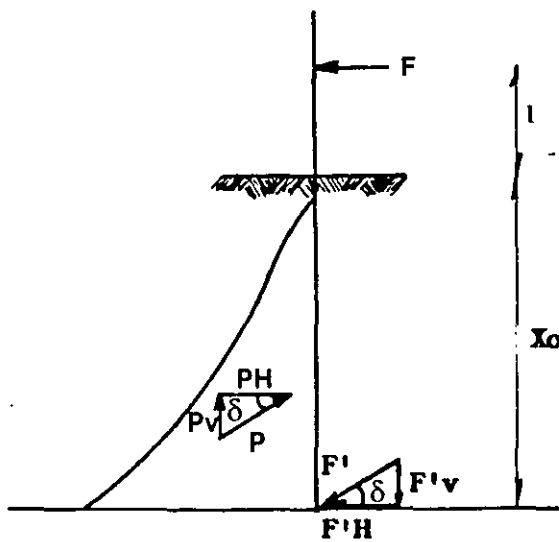


Fig. 24

en sus cabezas sobre elementos elásticos como bloques de hule. Casi siempre se prefiere utilizar pilotes de madera.

El tipo "De Gravedad" (Fig. 6), podría incluirse en el tipo colgante y en general, son defensas que absorben energía al incrementar la energía potencial gravitatoria de masas y vencer la fricción. Existen varios sistemas de este tipo que, en los últimos años, han demostrado gran efectividad principalmente para el atraque de grandes embarcaciones.

Refiriéndonos a "Otras", podemos mencionar algunos tipos de defensas en las cuales se aprovecha la resistencia del agua para absorber energía y algunos sistemas poco comunes a base de arreglos complicados de resortes, pistones, piezas de hule, madera o cualquier elementos elástico, que absorben energía combinados entre sí o con alguno de los tipos anteriores.

Es muy común que los fabricantes de defensas proporcionen gráficas y tablas muy útiles para el diseño.

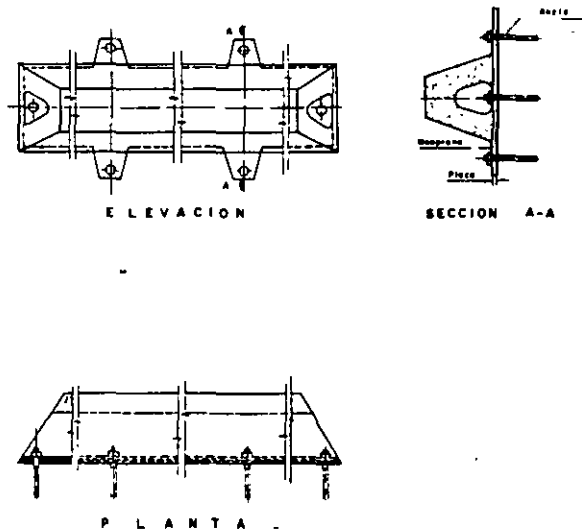
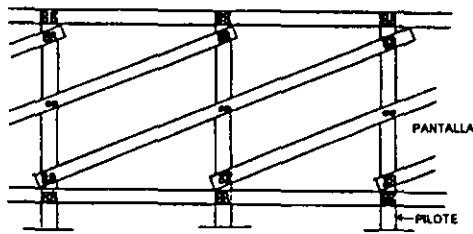
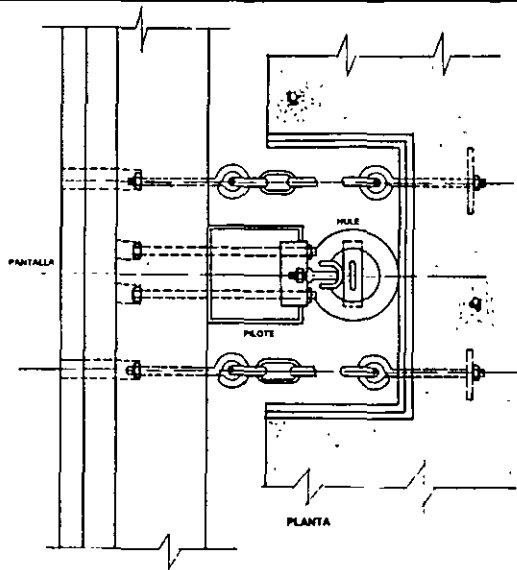
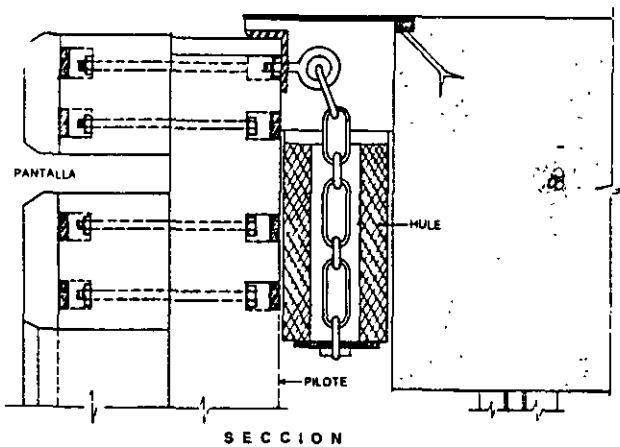


Fig. 4



ELEVACION FRONTAL



SECCION

Fig. 5

46

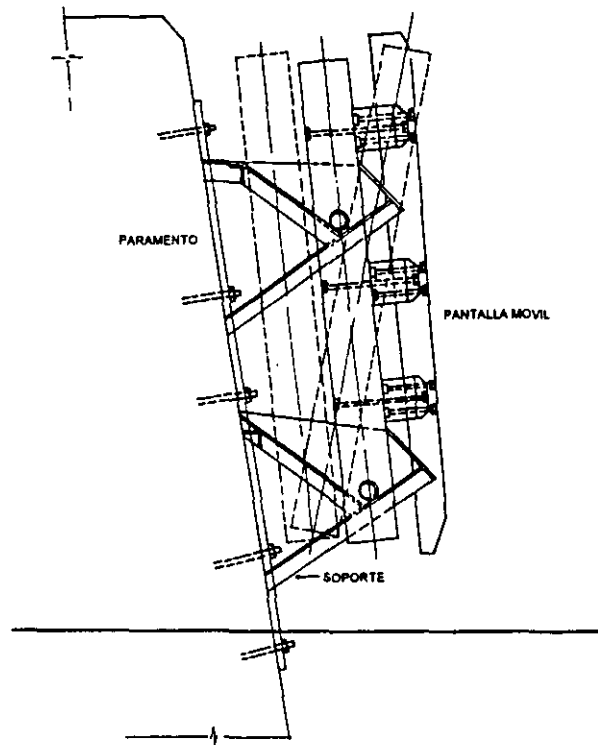


Fig. 6

3.2.8 Fuerzas en las Amarras

En la Fig. 7, se muestra en general la posición de las amarras de un barco atracado en un muelle.

Fuerzas en las amarras de proa y popa.

Fuerza soportada transversalmente = 9.69 resistencia del cabo.

En el diseño se puede utilizar 0.5 resistencia del cabo.

Fuerzas en las líneas de los lados.

Fuerza soportada transversalmente = 0.85 resistencia del cabo.

En el diseño se puede utilizar 0.8 resistencia del cabo.

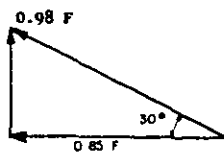
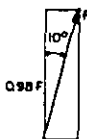
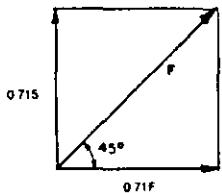
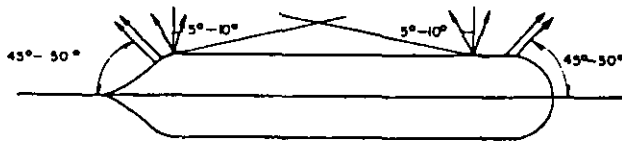


Fig. 7

Difieren mucho las opiniones respecto a si es conveniente utilizar cabos de plástico o de fibra (Refs. 7 y 8).

- Efecto del viento y corriente.

Cuando un fluido de velocidad v choca contra una superficie, (Fig. 8), se tiene transformación de carga de velocidad en carga de presión.

Si,

P - Presión contra la superficie.

C - Coeficiente de arrastre.

d - Densidad del aire o agua.

v - Velocidad de viento o corriente.

A - Area del barco expuesta al viento o a la corriente.

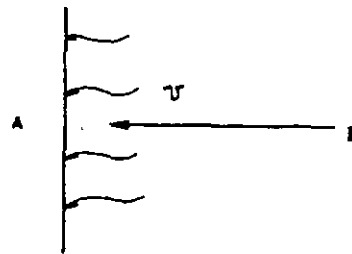


Fig. 8

Teóricamente,

$$\frac{v^2}{2g} = \frac{P/A}{\delta g}$$

Introduciendo el coeficiente de arrastre "C" obtenido de experiencias

$$C \frac{v^2}{2g} = \frac{P/A}{\delta g}$$

$$P = \frac{1}{2} C \delta A v^2 \quad (6)$$

La expresión (6) nos proporciona en forma general, la fuerza ejercida por un fluido con velocidad v al chocar contra una superficie de área A .

Viento actuando perpendicularmente al eje de la embarcación. Expresión (7).

$$P = 1.6 \times 10^{-6} L(H - D + 15) \cdot v^2 \quad (7)$$

Donde:

- P - Fuerza contra la superficie expuesta en ton.
- L - Eslora en la línea de flotación en ft.
- H - Altura de la cubierta principal en ft.
- D - Calado medio en ft.
- v - Velocidad del viento en nudos.

Corriente actuando perpendicularmente al eje de la embarcación. Expresión (8).

$$P = 1.6 \times 10^{-3} Av^2 \quad (8)$$

Donde:

- P - Fuerza contra la superficie expuesta en ton.
- A - Area lateral proyectada bajo el agua en ft².
- v - Velocidad de la corriente en nudos.

Corriente actuando en la dirección del eje de la embarcación. Expresión (9).

$$P = 3 \times 10^{-6} Av^2 \quad (9)$$

Donde:

P - Fuerza contra la superficie en ton.

A - Area de la superficie mojada en ft².

v - Velocidad de la corriente en nudos.

Se puede utilizar la fórmula (10) para obtener el área de la superficie mojada.

$$A = 15.6v\sqrt{WL} \quad (10)$$

En donde:

W - Desplazamiento en tons.

L - Eslora al nivel de flotación

En las referencias 7 y 8 se presentan gráficas para obtener áreas proyectadas y fuerzas de viento y corriente, así como algunas explicaciones y esquemas de la forma en que deben arreglarse las amarras y las bitas.

La velocidad máxima del viento para que un barco pueda atracar, es de 12.5 a 15.0 m/seg y una fórmula para obtener el efecto del viento durante el ataque confirmada sobre modelos en Francia, es la de la expresión (11):

$$P = KA(v - u)^2 \quad (11)$$

Donde:

K = 60 x 10⁻³

P - Fuerza del viento en kg.

A - Superficie del barco expuesta al viento en m².

v - Velocidad del viento en m/seg.

u - Velocidad de atraque del barco en m/seg.

13

Normalmente u es despreciable respecto de v .

La fuerza retardante debido a la resistencia del agua puede obtenerse con la expresión (12):

$$P = K' A' u^2 \quad (12)$$

Donde:

$$K' = 60$$

A' - Area de la superficie sumergida como plana.

A. Eggink establece en sus modelos de Delft, $u/v = 1/20$, no obstante esta relación depende de varios factores ya mencionados anteriormente.

3.3 ANALISIS DE ESTRUCTURAS

3.3.1 Estabilidad General

Antes de abordar el análisis de la estructura en sí, es necesario realizar un análisis de estabilidad general. En seguida daremos algunos criterios prácticos para este objeto.

- Casos de suelos no cohesivos con ángulo de fricción interna ϕ - Teoría de la cuña.

Suponiendo varios planos de deslizamiento, se puede por equilibrio del peso W y la fuerza interna F , obtener la fuerza P_a sobre el muro y graficar los resultados para llegar al valor máximo de ésta (Fig. 9), que será la carga de diseño para analizar el muro de gravedad indicado.

En la ref. (3) se dan valores de ϕ y θ .

5

- Suelos cohesivos. Círculos de falla.

Mostraremos en forma simplificada ejemplos del análisis de un muro de gravedad, muelles sobre pilotes y pared de tablaestaca (Figs. 10, 11 y 12) y posteriormente daremos una explicación más general de las bases de geotécnica requeridas. En todos los casos se procede por tanteos, suponiendo círculos de falla (Ref. 3).

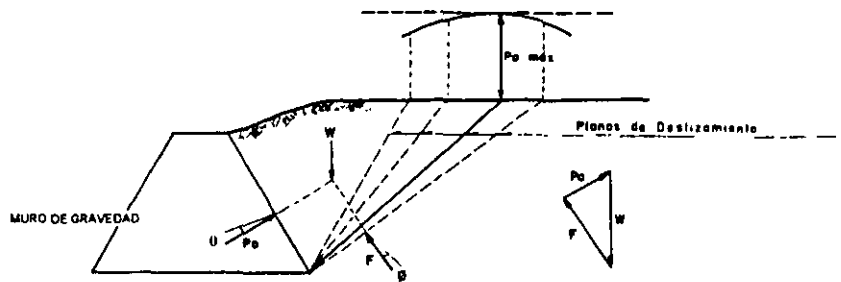
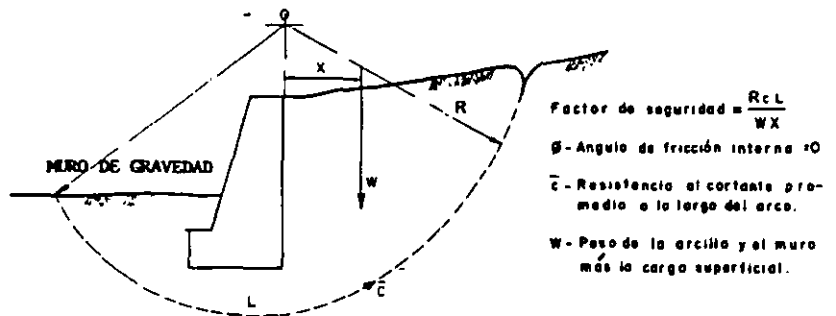


Fig. 9

- W - Peso del terreno sobre el plano de deslizamiento
- F - Fuerza interna
- ϕ - Angulo de fricción interna
- P_a - Fuerza sobre el muro
- θ - Angulo de fricción entre muro y terreno



- Factor de seguridad = $\frac{RcL}{WX}$
- ϕ - Angulo de fricción interna $\neq 0$
- c - Resistencia al cortante promedio a lo largo del arco.
- W - Peso de la arcilla y el muro más la carga superficial.

Fig. 10

51

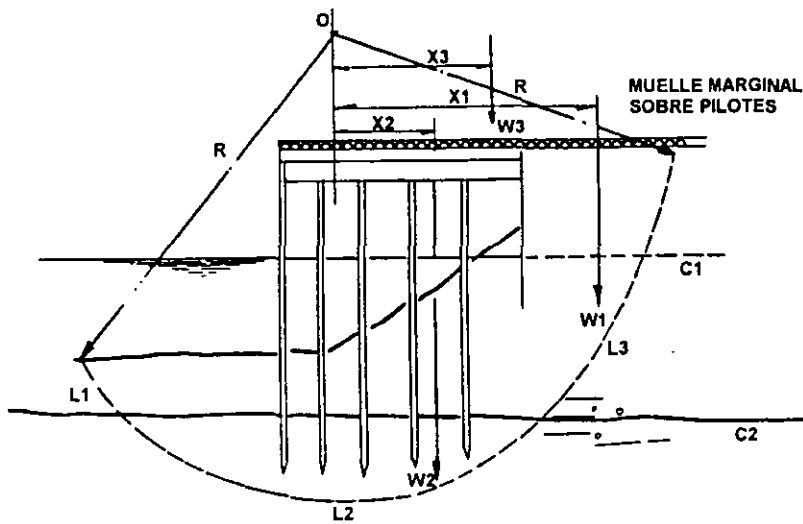


Fig. 11

$$\text{Factor de Seguridad} = \frac{R [C_1 (L_1 + L_3) + C_2 L_2]}{W_1 X_1 + W_2 X_2 + W_3 X_3}$$

$$\phi = 0$$

C_1 y C_2 - resistencia al cortante de dos estratos diferentes de arcilla

L_1 , L_2 y L_3 - Longitud del arco en cada estrato

W_1 - Peso de arcilla saturada arriba del nivel del agua

W_2 - Peso de arcilla sumergida abajo del nivel del agua

W_3 - Peso de la estructura y sobrecarga

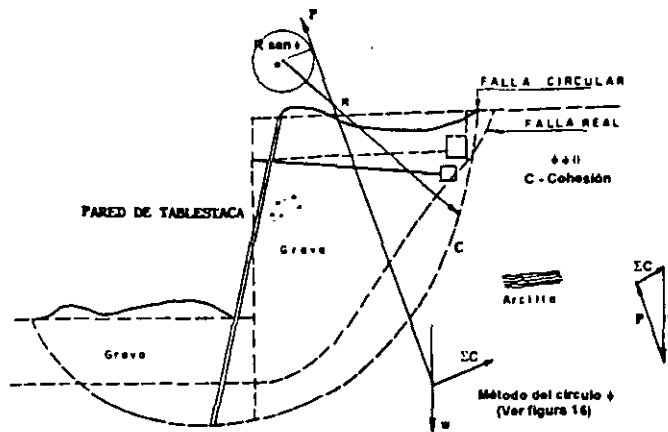


Fig. 12

W - Peso del terreno mas carga superficial arriba del círculo

P - Reacción en el círculo de falla

ϕ - Angulo de fricción interna

C - Cohesión unitaria a lo largo del círculo de falla

- Método sueco de las dovelas, para revisar la estabilidad de un talud.

La consideración de Patterson referente a la forma de la falla es equivalente a la consideración de que la cuña a b c localizada arriba de línea de falla circular a b c, desliza alrededor del centro «o» de este arco (Fig. 13) (Ref. 12)

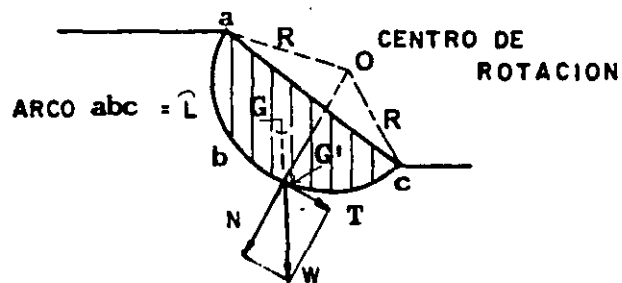


Fig. 13

Los tres pasos seguidos de acuerdo con el método sueco son los siguientes:

- Considerar el centro de rotación para la falla «o».
 - La cuna deslizante a b c, se divide con líneas verticales en un cierto número de segmentos, quizás 10 o 12.
 - El peso de cada segmento se determina y se considera actuando en la proyección G' del centro de gravedad G del segmento sobre la línea de falla y se descompone en una fuerza normal N pasando por el centro de rotación y una fuerza tangencial T actuando en dirección normal a N. Para calcular el peso de una cuña a b c se supone un ancho unitario en el sentido normal al plano de la figura.
- Factor de seguridad.

La fuerza que tiende a producir el deslizamiento o fuerza cortante en el punto G', es T. La fuerza resistente lo es en parte debido a la fricción y en parte a la cohesión. La primera igual a $N \tan \phi$, donde ϕ es el ángulo de fricción interna y la segunda igual a la resistencia de cohesión C obtenida en una prueba de cortante multiplicada por el área de contacto del elemento dado con la línea de falla. Sumando todas las fuerzas cortantes o desplazantes para todos los elementos de la cuña que se desplaza, el total sería ΣT ; y sumando las fuerzas resistentes, el total sería $\tan \phi \Sigma N + CL$, donde Σ es la longitud total de la línea de falla a b c, entonces el factor de seguridad verdadero es:

$$\text{Factor de seguridad} = \frac{\tan\phi \Sigma N + CL}{\Sigma T} \quad (13)$$

El mismo resultado se obtiene relacionando los momentos de las fuerzas desplazantes y resistentes alrededor del centro de rotación tal como se muestra en las figuras 10 y 11.

El método sueco considera acciones cortantes promedio a lo largo de una trayectoria predeterminada y éstas se comparan con la resistencia cortante promedio a lo largo de la misma trayectoria. Puesto que el método sueco es sólo un diseño convencional, el factor de seguridad calculado con la fórmula (13), no puede considerarse como absoluto. Se ha reportado por ejemplo que en la construcción de bordos, pendientes con un factor de seguridad de 0.75 a 1.00 fueron en algunas ocasiones estables. Estas inconsistencias pueden explicarse por la poca aproximación en la estimación del factor de seguridad.

Debe observarse la consideración de que la interacción entre dovelas puede despreciarse, o sea, en la (Fig. 14), el punto J' dentro de la masa del suelo se considera cargado con la ordenada J J'. Este punto llevaría exactamente el mismo monto de carga si se colocara terreno adicional en la parte superior de la masa dada, como muestra con línea punteada.



Fig. 14

Por otro lado, parte de la fuerza tangencial ΣT , actúa en favor de la estabilidad contra el deslizamiento. Esta parte debería restarse del denominador y aumentarse en el numerador, lo que proporciona un aumento del factor de seguridad.

- Centro de Rotación.

Como primer tanteo para localizar aproximadamente el centro de rotación, los ángulos α y β (Fig. 15), tomados de la siguiente tabla, se trazan en la parte superior e inferior del talud respectivamente. La intersección de las líneas correspondientes determina el punto "o".

PENDIENTE	ANGULO CON LA HORIZONTAL (θ)	α	β
1: 0.58	60°	40°	25°
1: 1.00	45°	37°	28°
1: 1.50	33° 47'	35°	26°
1: 2.00	26° 34'	35°	25°
1: 3.00	18° 26'	35°	25°
1: 5.00	11° 19'	37°	25°

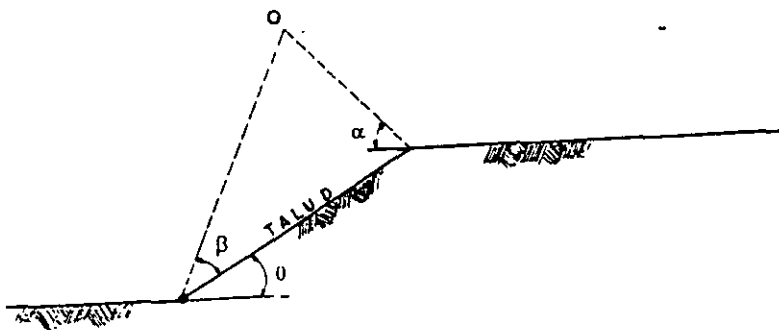


Fig. 15

El procedimiento aquí descrito debe repetirse para otros centros de rotación, localizados arbitrariamente, hasta que el centro de rotación y radio del círculo proporcionen el valor mínimo del factor de seguridad. El arco correspondiente puede entonces aceptarse como el crítico, a lo largo del cual es más probable que ocurra la falla.

- Método del círculo ϕ .

Este método está basado en la consideración de que la reacción resultante de la línea de falla circular toca a un círculo de radio $R \sin \phi$ teniendo como centro el mismo que la línea de falla «o» (Fig. 16). En la (Fig. 12) se sigue este procedimiento.

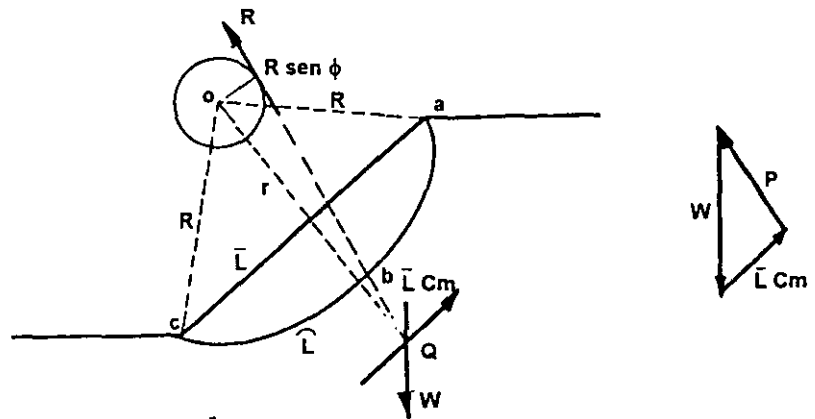


Fig. 16

La reacción en cada dovela, forma un ángulo ϕ con el radio y por lo tanto tiene un brazo de momento $R \sin \phi$ y como consecuencia la resultante total deberá tener el mismo brazo.

Si existe la posibilidad de realizar pruebas de campo sobre dos pilotes de prueba separados o que formarán parte de la misma estructura, cargándolos lateralmente mediante gatos hidráulicos y extensómetros o strain gauges, hasta llegar a mover el terreno, se obtienen los valores de la carga F y la deformación Δ , con lo que pueden obtenerse las características promedio del terreno de cimentación para posteriormente procederse al diseño.

Las cargas verticales actuando en la estructura se pueden distribuir sobre los pilotes utilizando la fórmula de la escuadria, pudiéndose utilizar para la resistencia la siguiente expresión (16)

$$2P = \frac{UW_1H_1}{S + q \tan \phi} \quad (16)$$

en donde:

P - carga de seguridad (ton)

W_1 - peso del martillo (ton)

H_1 - altura de caída (in)

S - hincado permanente (in)

U - proporción efectiva de energía de hincado

$$U = \left(0.3 + \frac{W_1}{SW} \right)$$

$$q = \left(\frac{mp}{l} + \frac{L}{n} \right)$$

n - 200 para arcillas suaves y medias

100 para arcillas duras, arenas

compactas y gravas

- ϕ - ángulo de fricción interna del terreno
- l - longitud hincada del pilote (ft)
- L - longitud total del pilote (ft)
- p - perímetro del pilote
- W - peso del pilote

Angulo de Fricción ϕ	20°	25°	30°	35°	40°	45°
Valores de m	3.2	2.8	2.5	2.0	1.7	1.5

El diseño deberá hacerse considerando a los pilotes como columnas sujetas a flexo-compresión.

En la Ref. 1, se da como un buen criterio para analizar pilotes verticales en terreno firme el siguiente:

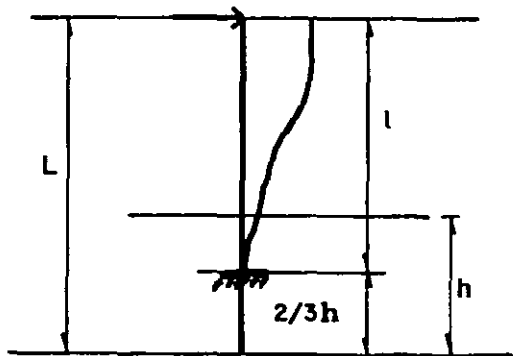


Fig. 25

- L = Longitud total del pilote
- l = Longitud libre de pandeo

En la Ref. 3 se dice:

Para resistencia uniforme de fricción puede mostrarse que la longitud libre de un pilote por fricción es $2/3$ de la total:

El punto de fijación en el caso de pilotes hincados en un material firme estará entre el fondo y una distancia de $1/3$ de la longitud hincada (Fig. 25)

27

En el caso de un pilote hincado en un material uniforme que ofrece resistencia por fricción a cargas verticales y resistencia lateral a la componente horizontal de la carga aplicada, la longitud efectiva puede no coincidir con la longitud al punto de fijación L_r que Cummings ha obtenido con la expresión (17):

$$L_r = \sqrt[5]{\frac{216EIK}{\gamma}} \quad (17)$$

en donde:

K - coeficiente no dimensional para el cual él sugirió 0.005 para arena muy densa. Para este módulo de elasticidad lateral Tcheboteriof recomienda un valor entre 0.003 y 0.0003.

γ - peso específico

E - módulo de elasticidad del pilote

I - momento de inercia del pilote

Quinn recomienda varios valores de la longitud libre de pandeo en función del terreno de cimentación (Ref.5)

Es un hecho conocido que cuando se está hincando un pilote y pasa a través de un estrato suave hacia y penetrando a otro más duro y más compacto, la presión en la punta se incrementa en proporción a la mayor resistencia al cortante del nuevo material penetrado, o en otra forma, pasando de un estrato firme a otro más suave se disminuye la resistencia. Se puede observar que la resistencia total al hincado está gobernada en general por el monto de la resistencia en la punta más bien que por la fricción en la superficie del pilote siempre y cuando éste se encuentre en movimiento. Así si un pilote atraviesa varios estratos de

diferentes características, el estrato en el cual se apoya la punta tiene la mayor influencia sobre su capacidad. En arcillas minadas se observa frecuentemente que no hay incremento en resistencia después de considerable penetración. Esto es debido a que la expulsión del agua de poro forma una película en la superficie del pilote y que el modulamiento temporal del terreno hueco rodeando el pilote se conserva por la presión hidráulica ocasionada en el hincado. Después de algún período de suspender el hincado en este tipo de arcilla, frecuentemente se cierra sobre el pilote, así que al comenzar nuevamente el hincado mostrará resistencia adicional.

En pruebas sobre pilotes inclinados se llegó a las siguientes cargas de falla (Fig. 26)

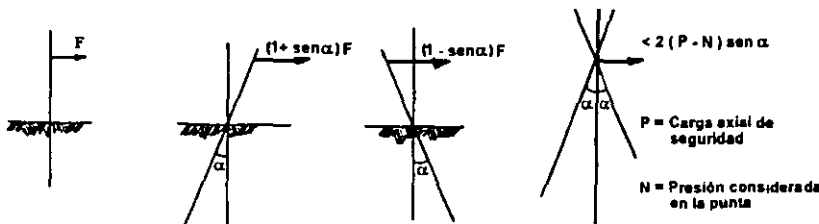


Fig. 26

El diseño de la cubierta o superestructura, dependerá de su tipo, pero en general, debido a su gran rigidez en comparación a la subestructura, se podrán considerar vigas continuas.

No debemos olvidar considerar los efectos del sismo en zonas donde este se presente, muy comunes en México.

61

3.3.3 Duques de Alba

Los factores principales a considerar durante el análisis de un duque de alba son: la elasticidad y la capacidad del terreno; la elasticidad de la estructura sujeta al impacto de las embarcaciones y el peso propio de la estructura.

Un duque de alba cimentado sobre pilotes verticales puede estar constituido de uno o varios de éstos.

Según se ha explicado, puede considerarse aproximadamente el punto de fijación localizado a 0.3 ah bajo el nivel del terreno o bien obtenerse con alguno de los otros procedimientos.

Cuando se tiene un solo pilote, éste actúa como cantiliver, resorteando para tomar la fuerza horizontal debida al impacto de la embarcación. Si dicha fuerza es F y la longitud

del cantiliver l , la deformación máxima será $\Delta = \frac{Fl^3}{3EI}$ y el

trabajo hecho por la fuerza sobre el pilote igual $\Delta F/2$. E representa el módulo de elasticidad del material del pilote.

Si la energía de la embarcación es $\frac{Wu^2}{2g}$, siendo W el

tonelaje de desplazamiento del barco y u la componente de la velocidad normal al paramento de atraque, sólo se transmitirá al duque de alba una fracción ($\eta < 1$) que depende del criterio utilizado. La fuerza de impacto " F " se obtiene con la expresión (18).

$$\eta \frac{Wu^2}{2g} = E_F$$

$$\frac{\Delta F}{2} = \frac{F^2 l^3}{6EI} = \eta \frac{Wu^2}{2g} = E_F$$

$$F = \sqrt{\eta \frac{W3EI}{gl^3} u} \quad (18)$$

Si se tienen varios pilotes de longitud l_i y de la misma sección, es decir, $I = \text{constante}$, unidos a un cabezal rígido, estos reciben una fuerza lateral F_i que se obtiene de la siguiente manera, hasta llegar a la expresión:

$$F_i = \frac{k_i}{\sum k_i} \sum F_i$$

en donde $k_i = \frac{12EI}{l_i^3}$

absorbiendo el conjunto de estos la energía del impacto

$$E_F = \frac{1}{2} (\sum F_i) \Delta = \frac{(\sum F_i)^2}{2(\sum k_i)}$$

$$\sum F_i = \sqrt{2E_F (\sum k_i)}$$

obteniéndose la fuerza lateral

$$F_i = \sqrt{\frac{2E_F}{\sum k_i} k_i} \quad (19)$$

63

y el momento flexionante

$$M_i = \frac{F_i l_i}{2} = \sqrt{\frac{E_f}{2 \sum k_i}} k_i l_i$$

Desde luego, los esfuerzos se reducen enormemente mediante defensas que pueden ser almohadas de cables, resortes, piezas de hule, madera o una combinación de éstos.

Solamente en casos muy raros, un barco navegando golpea a un muelle o duque de alba en dirección tal que transmita el total de su energía cinética y aún entonces, se pierde un porcentaje apreciable. La longitud hincada del pilote está soportada elásticamente en el terreno, lo cual, dentro de ciertos límites, contribuye a la deformación reduciendo la intensidad del impacto del choque.

A menudo los esfuerzos estructurales calculados cuidadosamente no tendrán validez con un diseño inadecuado de las defensas. Es muy peligroso asegurar tramos de hule pesados y de extremos angulosos a las defensas, puesto que ponen en peligro su funcionamiento. Para tomar el primer impacto, es conveniente utilizar espirales de cable pesadas o madejas de cable viejo suspendidas.

El Doctor Blum recomienda, por economía, duques de alba de la mayor flexibilidad posible para absorber la energía con la máxima deformación y por lo mismo con la menor fuerza. De manera muy amplia, estudia las secciones más convenientes y económicas haciendo especial énfasis en las secciones en cajón o en caso de no ser muy costosas, tubos huecos. En general, este tipo de pilotes no llevarán contraventeo y éste sólo se pondrá en el cabezal.

04

Las estructuras de madera fueron muy usadas con excelente eficacia, no obstante un duque de alba flexible de acero, es superior en vida útil a uno de madera.

Existen desarrollos para demostrar que es más efectivo absorber energía con pilotes inclinados que se deforman longitudinalmente, que con pilotes verticales y contraventeo superior, pero esto no siempre está de acuerdo con los resultados prácticos.

En los desarrollos anteriores hemos considerado impactos centrados en las estructuras de los duques de alba; pero es muy importante en algunos casos considerar la torsión alrededor del centro de rigidez tal y como se presenta a continuación.

Dependiendo del tipo y distribución de las defensas, así como de la curvatura en el casco de la embarcación, la fuerza del impacto F actúa normalmente con cierta excentricidad ' e ' respecto al centro de rigidez o de torsión CT' de la estructura del duque de alba. (Fig. 27)

También consideramos en el análisis, el efecto de fricción ($0.5F$) sobre el paramento de atraque, la cual actuará hacia uno u otro lado dependiendo del movimiento del barco.



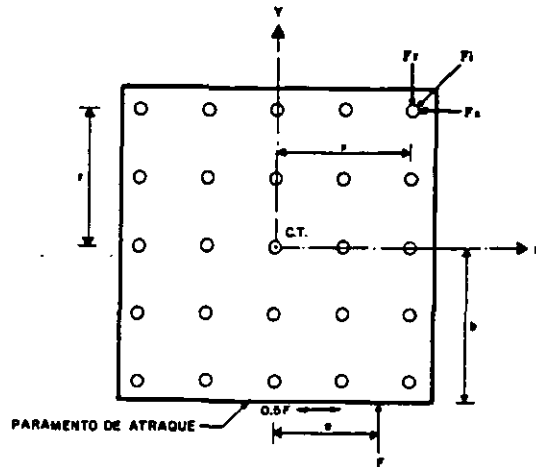


Fig. 27

Los pilotes tienen rigideces k_x y k_y en las direcciones x é y , siendo el momento polar de inercia de las rigideces respecto al centro de torsión el siguiente:

$$J = \sum k_y x^2 + \sum k_x y^2$$

Por equilibrio, las componentes de la reacción de dichos pilotes en las direcciones x é y son las indicadas en la expresión (20):

$$F_x = \left[\frac{\pm 0.5F}{\sum k_x} + \frac{Fe \pm 0.5Fb}{J} y \right] k_x$$

$$F_y = \left[\frac{F}{\sum k_y} + \frac{Fe \pm 0.5Fb}{J} x \right] k_y \quad (20)$$

y la reacción total

$$F_t = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

U6

Considerando un comportamiento elástico lineal de la estructura y las defensas, $F = K\Delta$, en donde K es la rigidez y Δ el desplazamiento, la energía de deformación será:

$$E_F = \frac{1}{2} F\Delta = \frac{F^2}{2K}$$

y por consiguiente la fuerza de impacto puede obtenerse con la expresión:

$$F = \sqrt{2KE_F}$$

si K_D es la rigidez de las defensas, la rigidez del sistema es la indicada en la expresión (21):

$$K = \frac{1}{\frac{1}{K_D} + \frac{1}{k_y} + \frac{e^2}{J}} \quad (21)$$

Tal y como se presenta en la figura 28, si el terreno permite el empotramiento de pilotes verticales y el cabezal es rígido:

$$k_y = \frac{12EI}{l^3}$$

en donde:

I = momento de inercia de la sección del pilote

l = longitud entre apoyos

E = Módulo de elasticidad

si el extremo superior está libre, trabajará como cantiliver:

$$k_i = \frac{3EI}{l^3}$$

En el caso de pilotes inclinados se tiene:

$$k_i \rightarrow \infty$$

$$y \quad k = K_D$$

Es decir, se considera que las defensas absorben toda la energía y transmiten el impacto a la estructura, el cual es a su vez resistido por los pilotes que trabajan a carga axial.

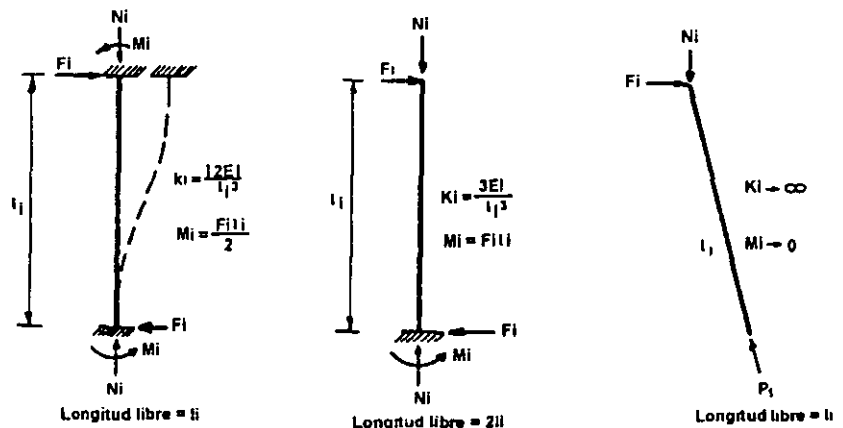


Fig. 28

El diseño de los pilotes normalmente se traduce en el diseño de columnas largas sujetas a flexión carga axial.

3.3.4 Paredes de tablestaca

El primer paso a seguir para calcular una pared de tablestaca es obtener las presiones horizontales que actúan sobre ella. Para suelos granulares y no cohesivos estas

68

presiones se obtienen multiplicando la presión vertical por coeficientes de presión activa o pasiva. La presión total es la diferencia de estas dos. Para suelos cohesivos las gráficas son también líneas rectas, pero con ordenadas al origen o presiones adicionales debidas a la cohesión, (véase la siguiente tabla).

FORMULAS DE PRESIONES EN EL TERRENO			
TIPO DE SUELO	RANKINE Granular	COULOMB Granular	BELL Cohesivo
Presión activa horizontal a una profundidad h .	$\gamma h \left(\frac{1 - \text{sen } \phi}{1 + \text{sen } \phi} \right)$	$\gamma h \tan^2(45^\circ - \phi/2)$	$\gamma h \tan^2(45^\circ - \phi/2)$ $-2C \tan(45^\circ - \phi/2)$
Resistencia horizontal pasiva máxima a una profundidad h .	$\gamma h \left(\frac{1 + \text{sen } \phi}{1 - \text{sen } \phi} \right)$	$\gamma h \tan^2(45^\circ + \phi/2)$	$\gamma h \tan^2(45^\circ + \phi/2)$ $+2C \tan(45^\circ + \phi/2)$
Resistencia vertical pasiva máxima a presión hacia abajo en una profundidad h	$\gamma h \left(\frac{1 + \text{sen } \phi}{1 + \text{sen } \phi} \right)^2$	$\gamma h \tan^2(45^\circ + \phi/2)$	$\gamma h \tan^2(45^\circ + \phi/2)$ $+2C \tan^2(45^\circ + \phi/2)$ $+2C \tan(45^\circ + \phi/2)$

El análisis se realiza por metro lineal del muro constituido a base de tablestaca.

Al pasar de un estrato a otro de diferente ángulo de fricción interna ϕ , se presenta un cambio brusco en las presiones y si cambia el peso específico se obtiene un cambio de pendiente. Debido a la fricción se presenta un incremento de presión pasiva en tal forma que la obtenida con la fórmula de Rankine debe multiplicarse por un coeficiente M que es función de ϕ (Ref. 2)

69

Al no tomar en cuenta la fricción y suponer una distribución lineal de presiones se está del lado de la seguridad dando un margen adicional para otros datos aproximados. En otros casos es común considerar $M = 1.5$.

De acuerdo con las fórmulas de Rankine y para que exista equilibrio los diagramas de presiones son como los que indica la Fig. 29.

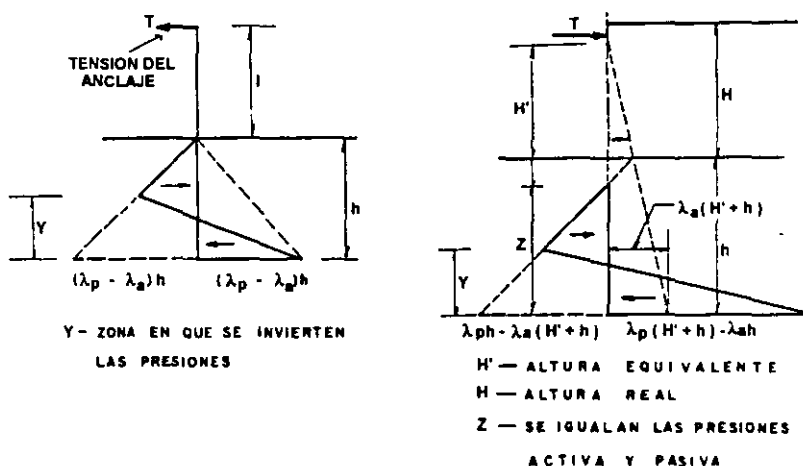


Fig. 29

En general también deberá considerarse la presión resultante debido a la diferencia de niveles del agua del lado de tierra y del lado de agua.

Obtenido el diagrama de presiones una manera muy práctica de proceder es utilizando el procedimiento gráfico del Dr. Blum. (Fig. 30)

Como antes dijimos, para desarrollar la resistencia pasiva debe haber movimiento y puesto que dicho movimiento en el frente del muro será mayor al aumentar la flexibilidad, habrá diferencia entre la distribución triangular de la resistencia generalmente considerada y la que realmente

se desarrolla en el terreno que serán función del módulo de elasticidad del suelo y las propiedades del muro. Puesto que el módulo de elasticidad del suelo es raras veces conocido y no constante para un suelo dado, en la etapa presente de nuestro conocimiento no es muy útil tratar de predecir las variaciones de la reacción del suelo.

La consideración usual de distribución triangular de presiones ignorando propiedades cohesivas del suelo está probablemente del lado de la seguridad si el suelo es cohesivo. Pero si no se conoce esto en la condición de carga mas seria, se sugiere que la resistencia pasiva se considere comenzando un ft o dos ft abajo de la superficie del terreno, como una tolerancia tosca contra erosión y grandes esfuerzos en el terreno cerca de la superficie.

Obtenido el diagrama de presiones, se divide en áreas convenientes tales como a, b, c, etc. numerándose las secciones a partir de la parte superior (Fig. 30) y calculándose la fuerza sobre la tablestaca en cada una de las áreas.

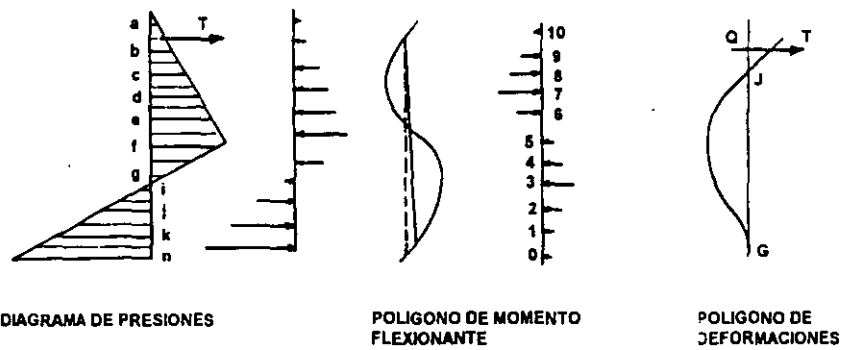
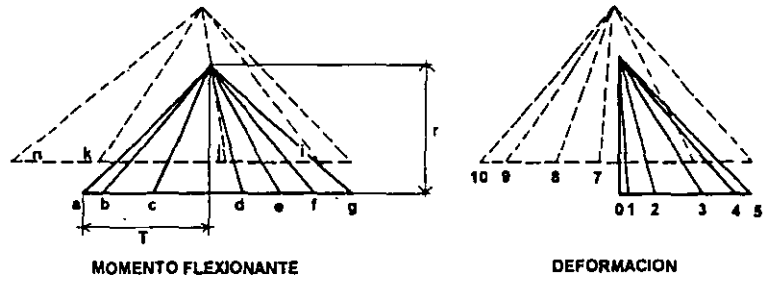


Fig. 30

Se trazan líneas horizontales por los centroides y sobre ellas se marcan las fuerzas respectivas. Se traza el polígono de fuerzas horizontales a una escala adecuada con un polo centrado después de seleccionar la distancia polar (r) y se obtienen los rayos polares. El diagrama de presiones activas puede tener diferente escala que el de las pasivas y dibujarse en diferentes lugares. Se puede así trazar el polígono funicular de momento flexionante que tendrá una línea base uniendo el punto de anclaje y el extremo inferior de la tablestaca.

Habrà entre estos puntos otra ordenada cero, el punto de inflexión, arriba del cual el momento flexionante es positivo y abajo negativo. Se repite el mismo proceso trazando el polígono de fuerzas 1, 2, 3, etc., para el diagrama de momentos flexionantes y el polígono funicular con la

72

tangente en el extremo inferior vertical (Fig. 30). Este diagrama corta el eje GQ en J abajo del anclaje Q. Esto indica que se requiere algo más de penetración. Si la línea hubiera cortado el eje arriba de Q o no lo cortara, entonces se requeriría menos penetración. La línea punteada sobre el polígono de momento flexionante, muestra el efecto de penetración adicional. El momento positivo disminuye y el negativo aumenta, el punto de inflexión sube y la tensión en el anclaje disminuye.

El ingeniero por consiguiente dará consideración a dos soluciones de tablestaca ligera hincada a una longitud suficiente para obtener empotramiento o sección pesada únicamente hincada para obtener fijación parcial. Generalmente este no es un argumento para decir que el factor de seguridad es mayor en el primer caso y permitir sobrecarga, puesto que el factor gobernante es el del anclaje. Teóricamente el factor de seguridad del terreno es uno y el anclaje tiene otro mayor.

Otra manera de proceder sería, donde la curva del polígono de momento flexionante corta la horizontal del anclaje en Q (Fig. 31), se traza una línea tangente a la curva en el punto G. Una línea horizontal a través de G corta a la línea de la tablestaca en n. Entonces f_n es la profundidad de penetración para soporte libre. Una línea trazada paralelamente a QG en el diagrama polar al cortar a la base nos dará la tensión en el anclaje para extremo semi-fijo. La línea QG es la base del diagrama de momentos flexionantes para esta condición y el momento flexionante máximo puede medirse a la siguiente escala:

$$E_M = r E_L E_F = \text{Escala de Momentos}$$

$$r = \text{Distancia Polar}$$

$$E_L = \text{Escala lineal}$$

$$E_F = \text{Escala de fuerzas}$$

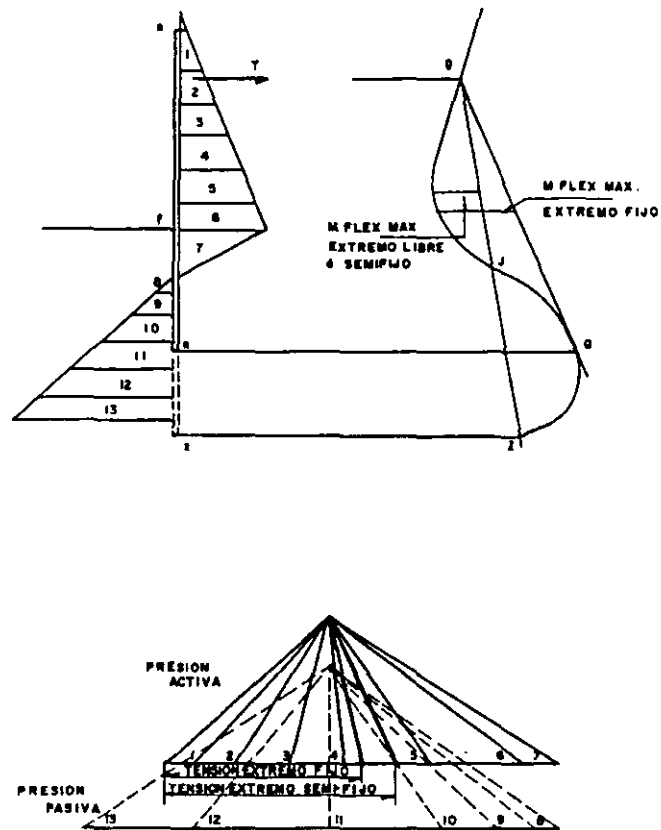


Fig. 31

La otra condición de extremo fijo en el terreno significa una reducción del momento flexionante máximo, una reducción de la tensión en el anclaje, pero un incremento en la penetración. De acuerdo con expedientes matemáticos podemos con buena aproximación obtener la base del polígono funicular para condición de extremo fijo. Con la inversión de los momentos flexionantes de positivo a negativo, existe una condición gobernante que es: la suma de los momentos alrededor de un punto fijo debe ser fijo. Puesto que el punto de anclaje se considera rígido, el momento de la presión pasiva alrededor de este punto debe ser igual al de la presión activa. Se puede establecer fácilmente por pruebas, que el máximo de la parábola superior QJ debe ser 1.2 veces la ordenada máxima de la parábola inferior JZ. La línea horizontal trazada por Z y que

74

corta a la tablestaca en z, da la profundidad de penetración fz para la condición de extremo fijo. La fuerza en el anclaje se puede obtener en el polígono de vectores con una paralela trazada desde el polo a QJZ. El momento flexionante se mide a partir de la base QJZ.

Evidencia experimental indica que el momento flexionante real en una tablestaca anclada es menor al calculado con el procedimiento anterior. Esto se atribuye al arqueado del suelo flexible atrás de la pared y a la redistribución consecuente de la presión, la cual tiende a concentrarse en los soportes superior e inferior sin que se produzca un cambio en la magnitud total.

La redistribución se limita a la presión del terreno; cualquier presión hidrostática sobre la tablestaca no es afectada. Sin embargo, ninguna información basada en el comportamiento de los muros actuales ha sido obtenida. Se sugiere que mientras no se obtenga evidencia de muros construidos, el momento flexionante calculado se reduzca 25% para terreno uniforme que no contenga estratos de arcilla o limo, siempre y cuando el respaldo no esté sujeto a vibración severa. Esta reducción que es comúnmente usada en la práctica, está condicionada a que la deformación de la tablestaca no sea menor a 0.5% del claro. Para menores deformaciones, la reducción puede tomarse prorrata.

La deformación o flecha de la pared de la tablestaca anclada, puede calcularse con la expresión (22):

$$\Delta = \frac{ML^2}{10EI} \quad (22)$$

donde:

M = Momento flexionante máximo en la tablestaca bajo el tirante de anclaje.

L = Claro desde el tirante al punto de momento flexionante nulo en la tablestaca.

E = Módulo de elasticidad del material de la tablestaca.

I = Momento de inercia de la tablestaca.

Esta fórmula puede aplicarse a cualquiera de las dos condiciones de extremo inferior fijo o semi-fijo.

Respecto a los anclajes del tirante, existen principalmente cuatro tipos: concreto masivo, tablestacado balanceado arriba y abajo de la aplicación del tirante, tablestacado cantiliver y grupos de pilotes.

Detalles para el diseño de paredes de tablestaca aparecen en todos los manuales proporcionados por los fabricantes.

3.3.5 Muros de Gravedad

Su análisis es ya bien conocido y consiste en suponer secciones y revisar el equilibrio en diferentes niveles que debe resultar con un factor de seguridad adecuado, así como aplicar la fórmula de la escuadría y obtener esfuerzos máximos que no deben exceder los permisibles de los materiales. Se considerarán cargas verticales muertas y vivas, empujes del terreno, presión hidrostática y la flotación o subpresión de los elementos que se encuentren sumergidos.

La forma de construir el muro de concreto salvo en algunas excepciones es a base de bloques de diferentes formas, colocados en hileras horizontales y en ocasiones en planos

76

inclinados. En otros casos se utilizan grandes cilindros de concreto o cajones colocados por secciones que se hincarán al excavarse el material del centro y cargarse, rellenándose posteriormente. En las Figs. 9, 10, 32, 33, 34 y 35 se muestran algunos ejemplos de muros de gravedad.

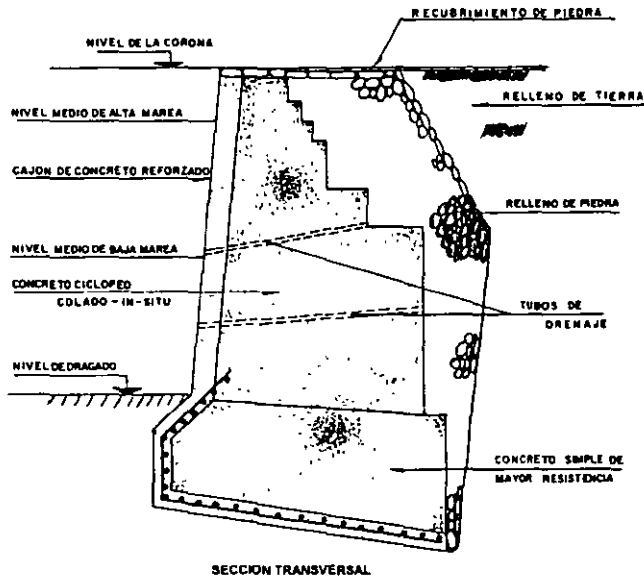
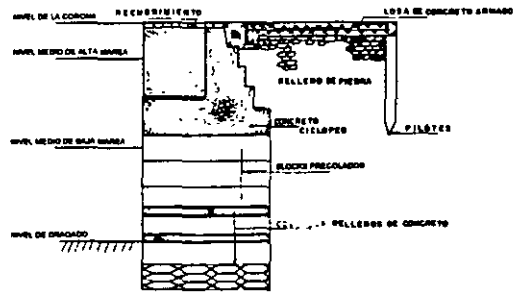
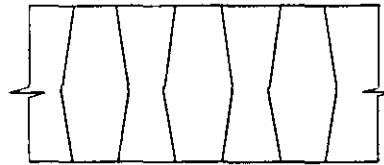


Fig. 32

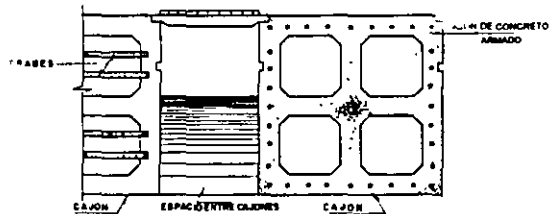


SECCION TRANSVERSAL

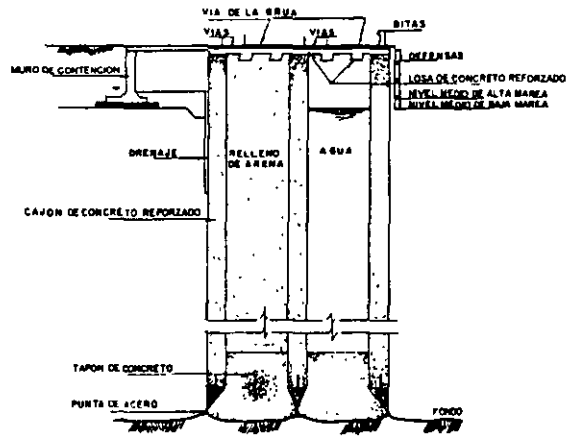


PLANTA DE BLOCKS

Fig. 33



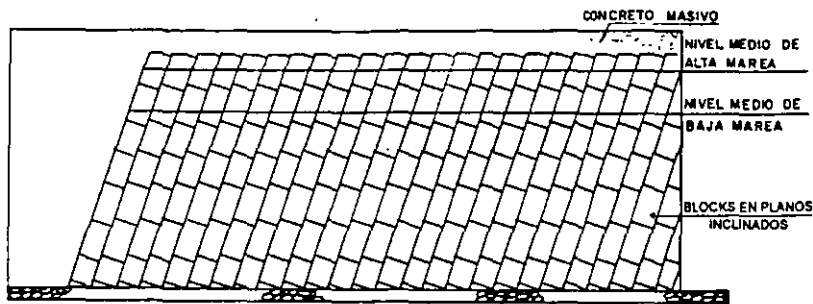
PLANTA



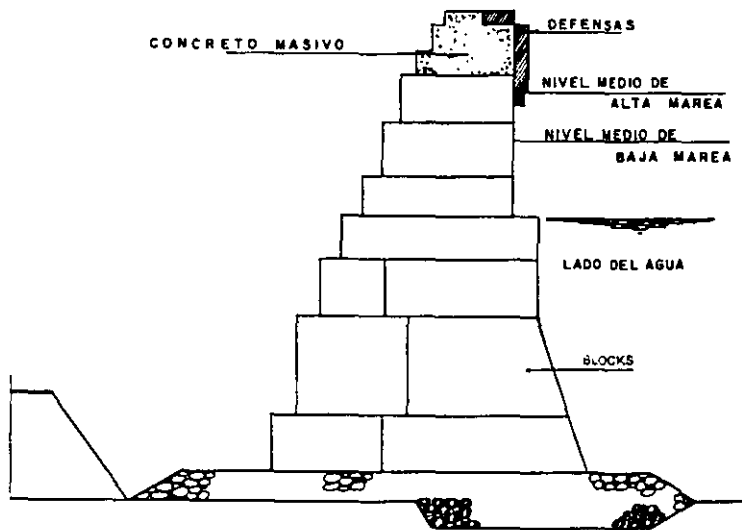
SECCION TRANSVERSAL

Fig. 34

78



SECCION LONGITUDINAL



SECCION TRANSVERSAL

Fig. 35

3.4 ESTRUCTURAS DE ATRAQUE Y AMARRE

En general los muelles para el movimiento de carga en forma mecanizada son del tipo L o T o bien normales a la costa, buscando un calado adecuado para el acceso de grandes barcos, sin que se requieran dragados excesivos. A diferencia de los muelles para carga general o las terminales para pasajeros, en los cuales es conveniente acortar la

79

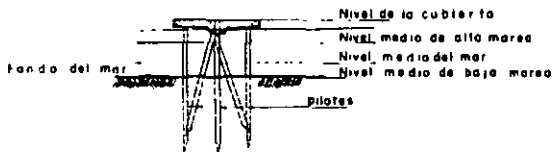
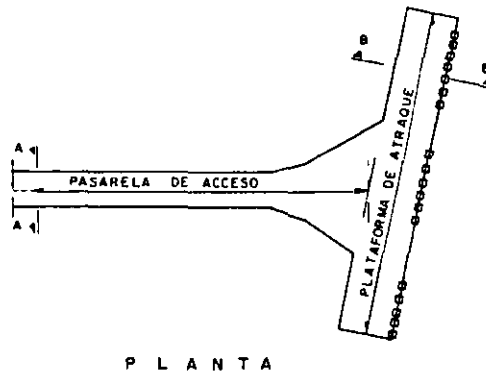
distancia entre la banda de atraque y los edificios en la costa, en el caso de instalaciones mecanizadas, es más conveniente evitar grandes volúmenes de dragado aumentando la longitud de los accesos que soportan cargas verticales mucho menores incluyendo en estas el peso de los equipos y las correspondientes a pequeños vehículos, resultando estructuras livianas. La plataforma de operación o estructura del muelle en sí, resultará robusta en el caso de que el atraque o el amarre de las embarcaciones se realice sobre ella, recibiendo en consecuencia cargas horizontales considerables y en ocasiones teniendo que absorber energía. Es muy importante en este tipo de muelle estudiar cuidadosamente la forma en que se absorberá la energía de las embarcaciones que atracarán y es el punto que principalmente trabajaremos en las siguientes páginas.

En la Fig. 36 se presenta un tipo de muelle que no obstante haberse construido en varias ocasiones tiene varios defectos y al ser poco funcional ha requerido la adaptación de instalaciones adicionales como la construcción de duques de alba, resultando con esto antieconómico.

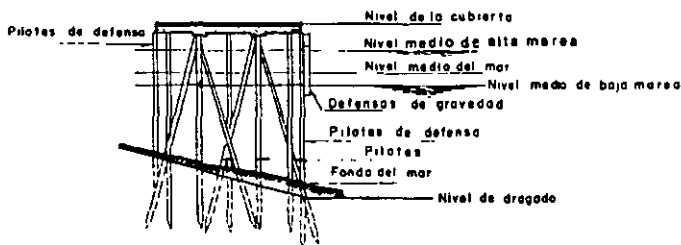
En primer lugar un acceso proyectado con el criterio de muelle para carga general, resulta demasiado pesado y costoso puesto que, como antes dijimos, este tipo de estructura soporta cargas verticales relativamente pequeñas y es suficiente con un acceso constituido por una pasarela angosta y ligera, descargando directamente las tuberías sobre los marcos principales contraventeados. No existe una junta entre el acceso y la plataforma de operación con lo cual se tiene una transmisión de cargas horizontales a la pasarela de acceso que deberá diseñarse para dicho efecto, o bien deberá proyectarse una plataforma muy rígida y por lo tanto costosa. En cualquier caso el sistema de defensas debe ser muy efectivo, como el tipo de gravedad indicado en la Fig. 36. Aún con todas estas precauciones, en este

30

tipo de estructuras sólo atracarán barcos de desplazamiento reducido, ya que un barco de gran masa produciría concentraciones de carga muy perjudiciales. Pensando en rigidizar una estructura para movimientos horizontales a base de pilotes inclinados, debe tomarse en cuenta, que si bien, teóricamente estos reciben favorablemente cargas y energía, la experiencia ha demostrado que si el terreno tiene baja capacidad de carga, se pueden presentar asentamientos, o si las secciones no son las necesarias, se tienen fallas de inestabilidad.



SECCION A - A



SECCION B - B

Fig. 36

01

En la Fig. 37 la plataforma de atraque a base de pilotes verticales y por lo tanto flexible, puede absorber energía eficazmente, habiéndose dejado una junta en la unión de la pasarela que le da libertad de desplazarse horizontalmente, no obstante, también pueden presentarse concentraciones de cargas, que se traducen en momentos flexionantes tales que los pilotes no pueden resistir y debido a su flexibilidad, el movimiento puede afectar a las instalaciones de operación o al personal trabajando, por lo que en general con este tipo de estructura ha sido conveniente adaptar duques de alba que proporcionan una longitud de atraque adicional.

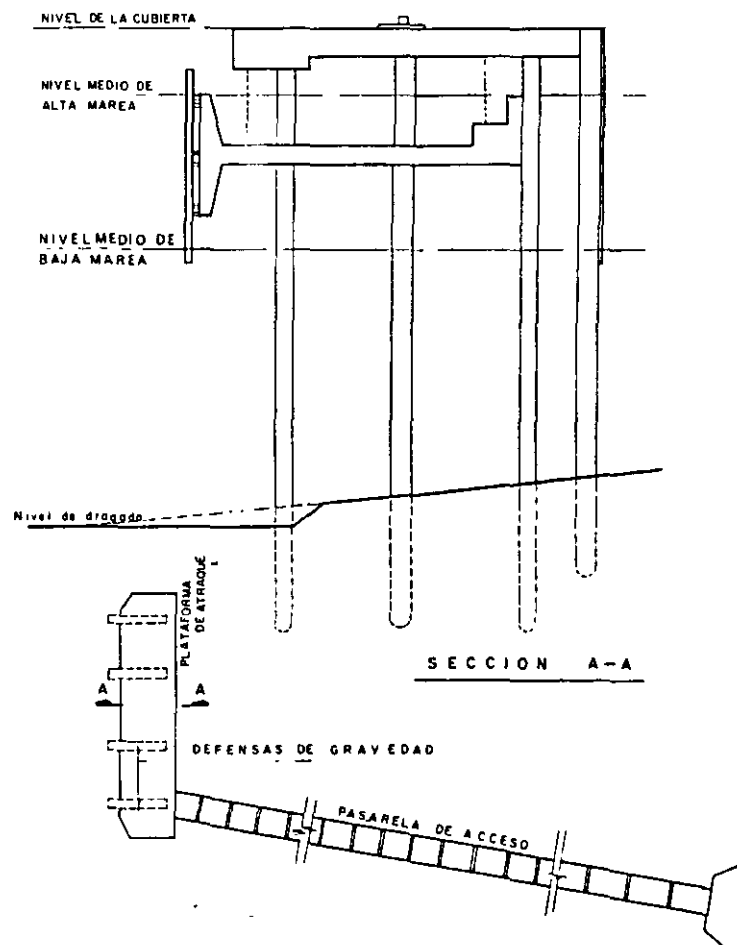


Fig. 37

En las Figs. 38 y 39 tenemos el caso en que el atraque se lleva a cabo sobre duques de alba separados, los cuales absorben el total de la energía cinética de la embarcación, quedando la plataforma de operación que está unida al acceso, soportando únicamente cargas verticales. En esta forma un atraque accidental con velocidad mayor a la de diseño sería tomado únicamente por los duques de alba sin transmitirse al resto de la estructura.

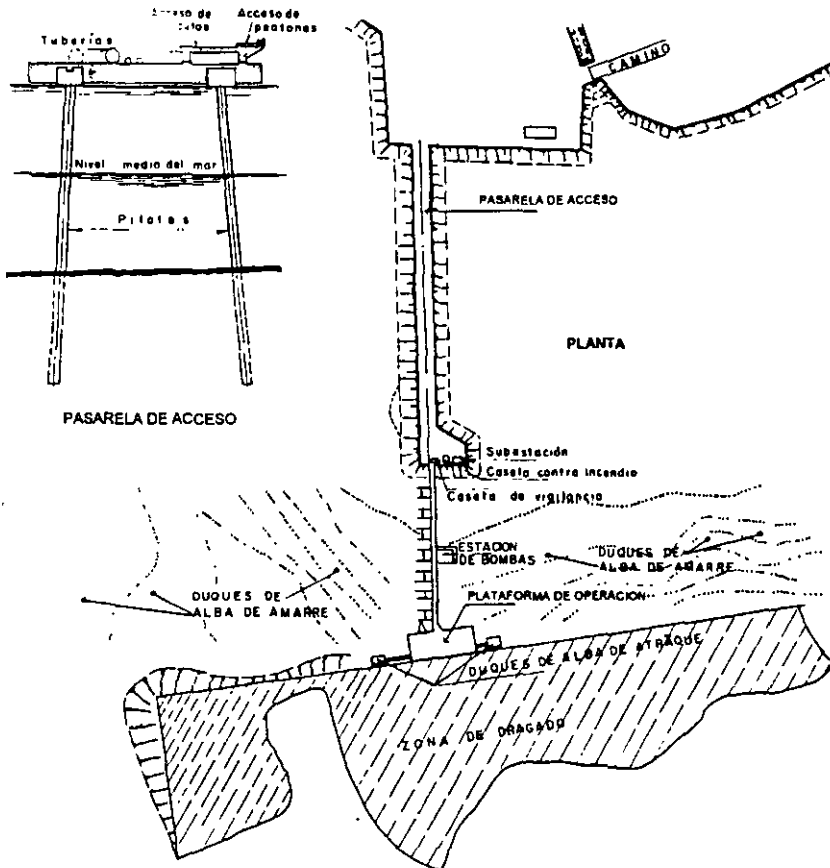


Fig. 38

33

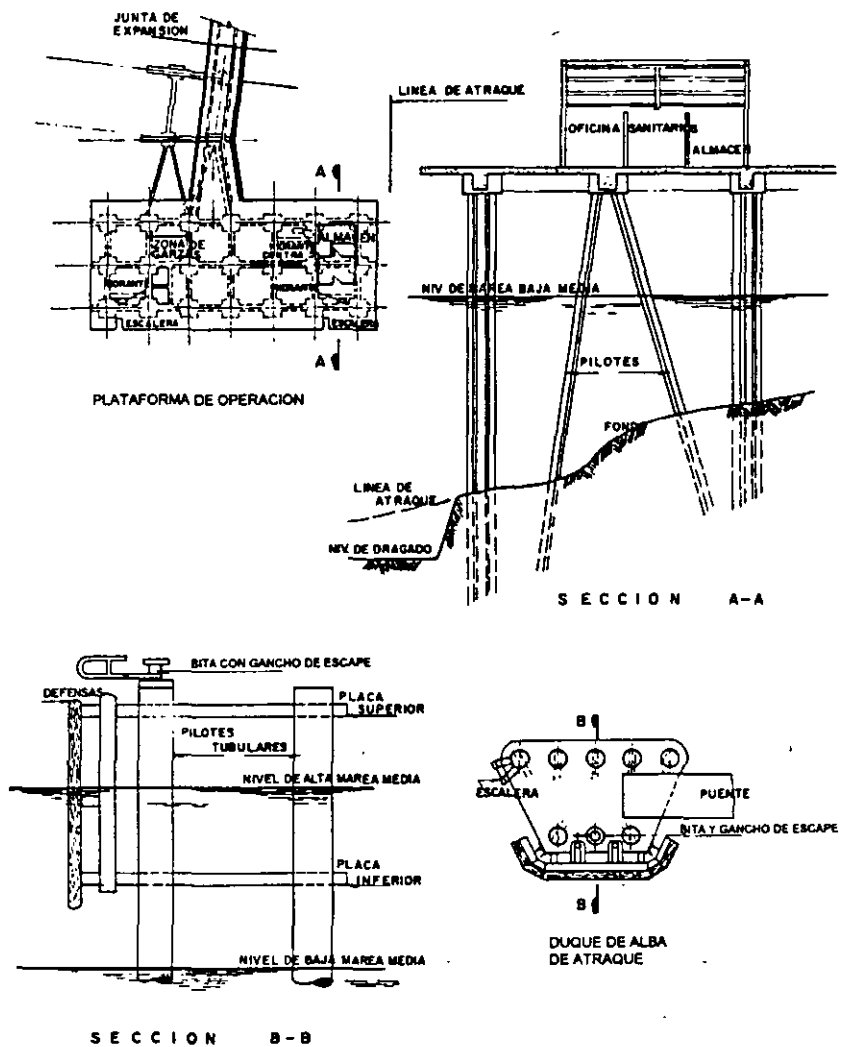


Fig. 39

No obstante que antiguamente se utilizaron pilotes de madera con gran efectividad en duques de alba, en la actualidad se ha comprobado que el material ideal para absorber energía es el acero, bastante homogéneo, flexible y resistente. Deberán elegirse secciones en cajón con momento de inercia constante en cualquier dirección y de preferencia tubos circulares que son los más económicos en cuanto a peso de acero necesario, pero si se dificulta su fabricación, la sección cuadrada, hexagonal, octagonal, etc. proporcionan resultados satisfactorios.

En las Figs. 40 y 41 se muestran dos tipos de estructuraciones que han tenido ventajas en los últimos años tanto por su sencillez como por su efectividad. El de la Fig. 41 es esencialmente el antes analizado y consiste de un acceso y una plataforma de operación separada por juntas de las plataformas de atraque laterales, adaptadas además con defensas de gravedad. Otra ventaja que se puede observar es que la cubierta es una losa plana cuyo colado en la obra es muy sencillo y se puede realizar en corto tiempo, lo cual se traduce en ahorro de dinero. El arreglo mostrado en la Fig. 40 posee un sistema de defensas muy económico y efectivo a base de un tablero de madera apoyado sobre pilotes verticales muy flexibles y en general también de madera cuyo extremo superior está apoyado sobre elementos flexibles, en general macizos de hule. Se pensó en reducir el tiempo costoso de trabajo marino colocando sobre los pilotes hincados en el lugar traveses precoladas, formándose así marcos que a su vez soportaban transversalmente losas precoladas haciendo un colado final de concreto sobre dichas losas lográndose en esta forma continuidad.

65

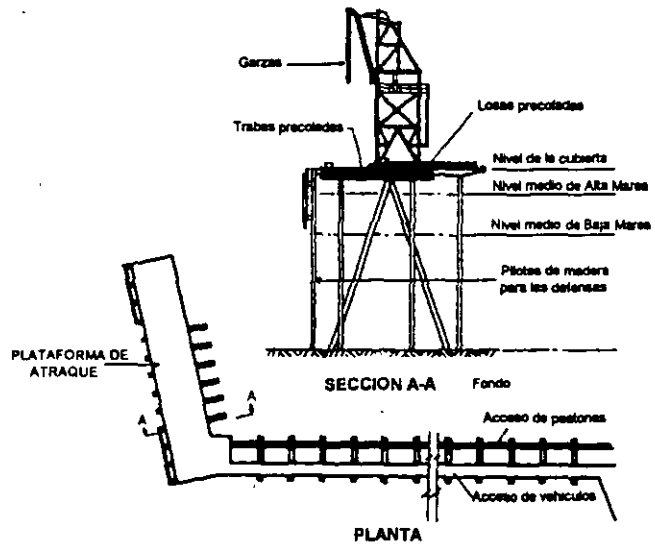


Fig. 40

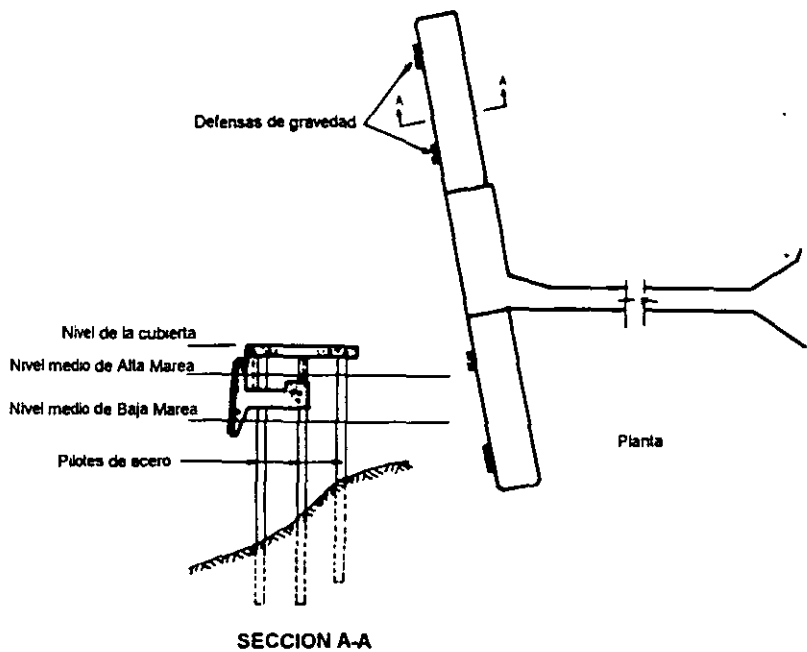


Fig. 41

En las Figs. 42 y 43 se presenta un proyecto similar al último mencionado en el párrafo anterior pudiéndose observar en la Fig. 43 los marcos que soportan las tuberías que como dijimos son a base de trabes precoladas unidas mediante anclas a los pilotes y columnas, pudiéndose aumentar la longitud de estas últimas al requerirse apoyar un mayor

número de traves que constituyen niveles adicionales para soportar nuevas tuberías, colando tramos a partir de la parte en que se dejaron varillas ancladas.

No obstante todas las ventajas en los diseños de las figuras 42 y 43 por las razones mencionadas al referirnos a la Fig. 36, este tipo de estructuras se ha aplicado para barcos de desplazamiento mas bien reducido.

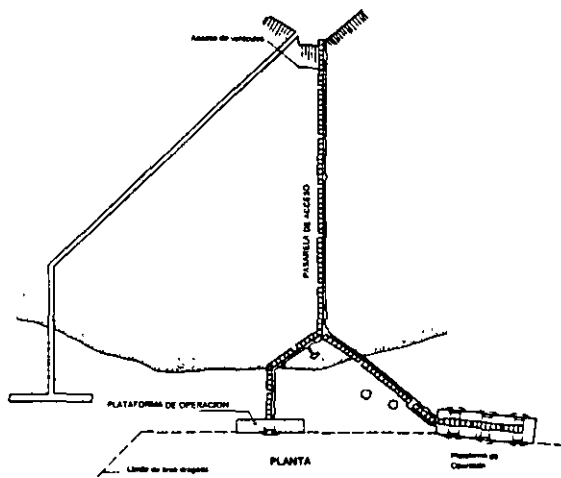


Fig. 42

07
0

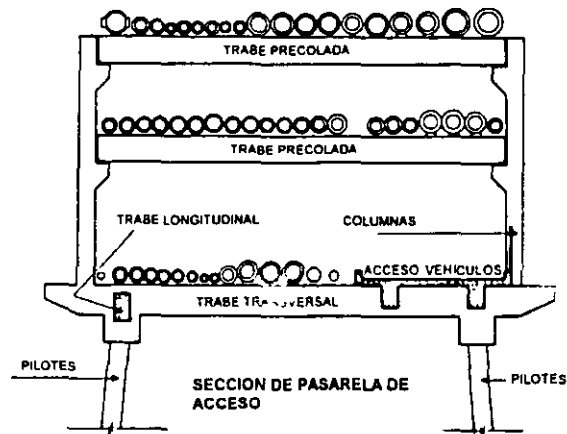
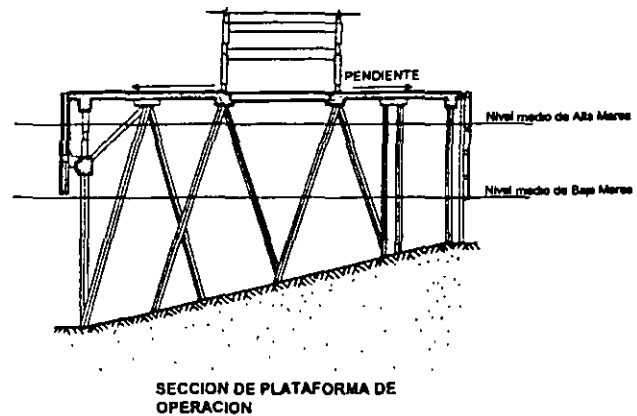


Fig. 43

En las Figs. 44 y 45 tenemos otro tipo de muelle en el cual el atraque lo reciben dos puntos rígidos constituidos por gaviones construidos con una pared de tablestaca metálica y relleno interior de concreto, que deberán estar cimentados en un terreno bastante resistente a poca profundidad, y a que en otra forma serían excesivamente costosos. La rigidez de esta estructura masiva hace que se requiera un sistema de defensas muy especial que absorba por si solo toda la energía de la embarcación ya que la carencia de este, ha originado en algunos casos que lleguen al gavión cargas muy grandes que lo hacen fallar diagonalmente. En el caso de la figura 45, se colocaron defensas de gravedad

conectadas a pistones hidráulicos. En este tipo de estructuras atracan actualmente grandes barcos.

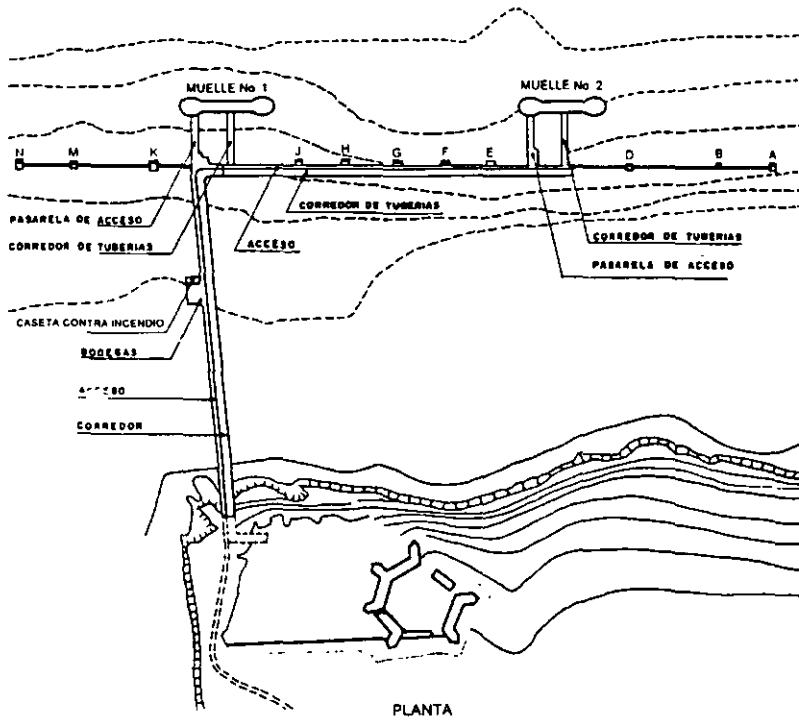


Fig. 44

09
01

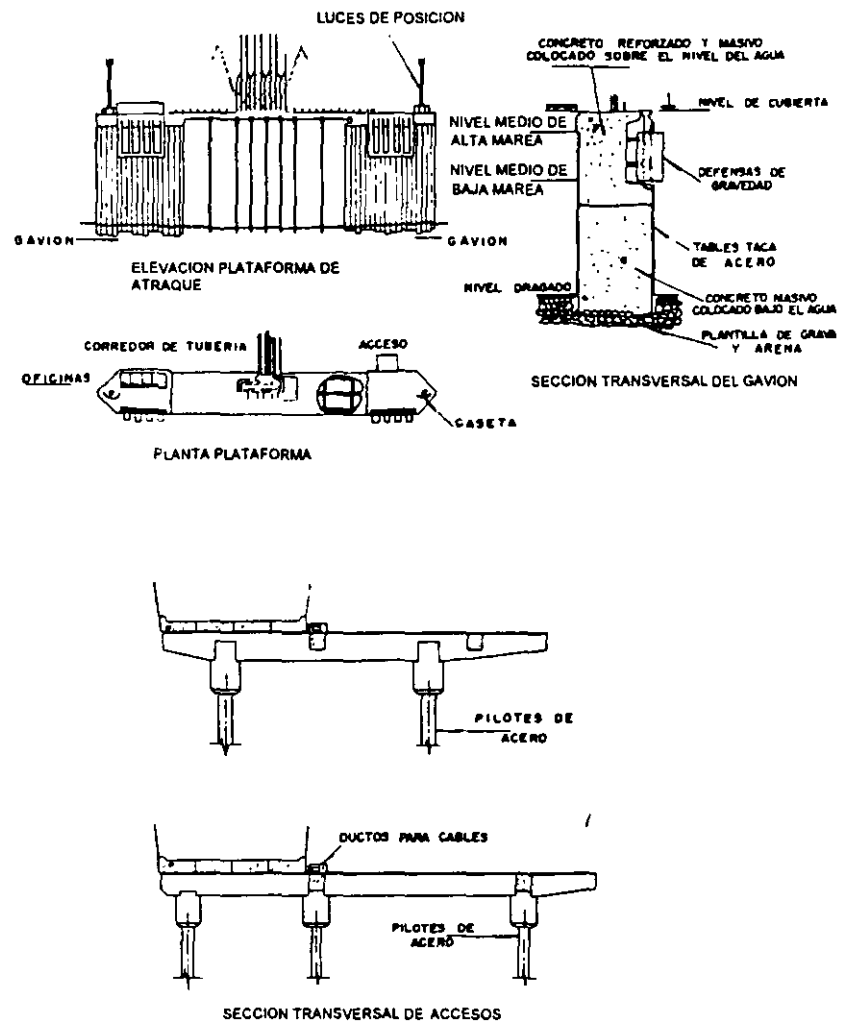
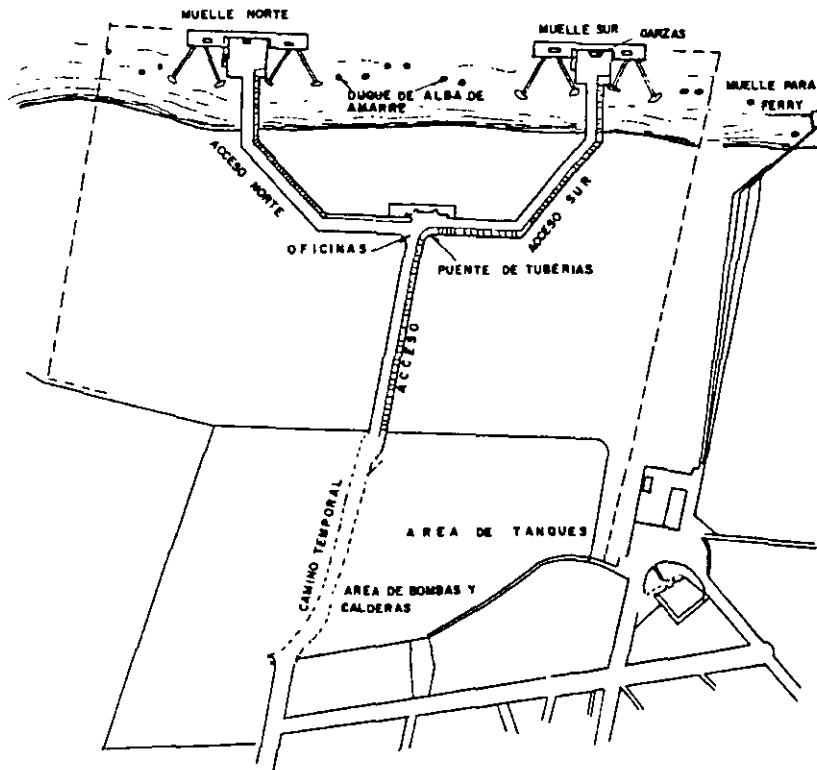


Fig. 45

En las Figs. 46 y 47 tenemos varias ilustraciones de una instalación muy original e ingeniosa utilizada para recibir buques-tanques de gran desplazamiento en un lugar en que la variación de mareas es muy grande. Cada uno de los muelles consiste de un pontón de atraque guiado en su posición por columnas, conectado mediante armaduras trianguladas que tienen libertad de moverse verticalmente durante las variaciones de la marea, a defensas del tipo gravedad soportadas por duques de alba muy flexibles. La energía cinética del barco se absorbe por fricción entre el agua y el pontón, fricción e incremento de energía potencial de las defensas de gravedad y energía potencial elástica al

deformarse los duques de alba. Los duques de alba de amarre consisten de flotadores que deslizan durante las variaciones del nivel del agua alrededor de grandes tubos verticales hincados en el terreno la profundidad necesaria.



PLANTA
Fig. 46

91

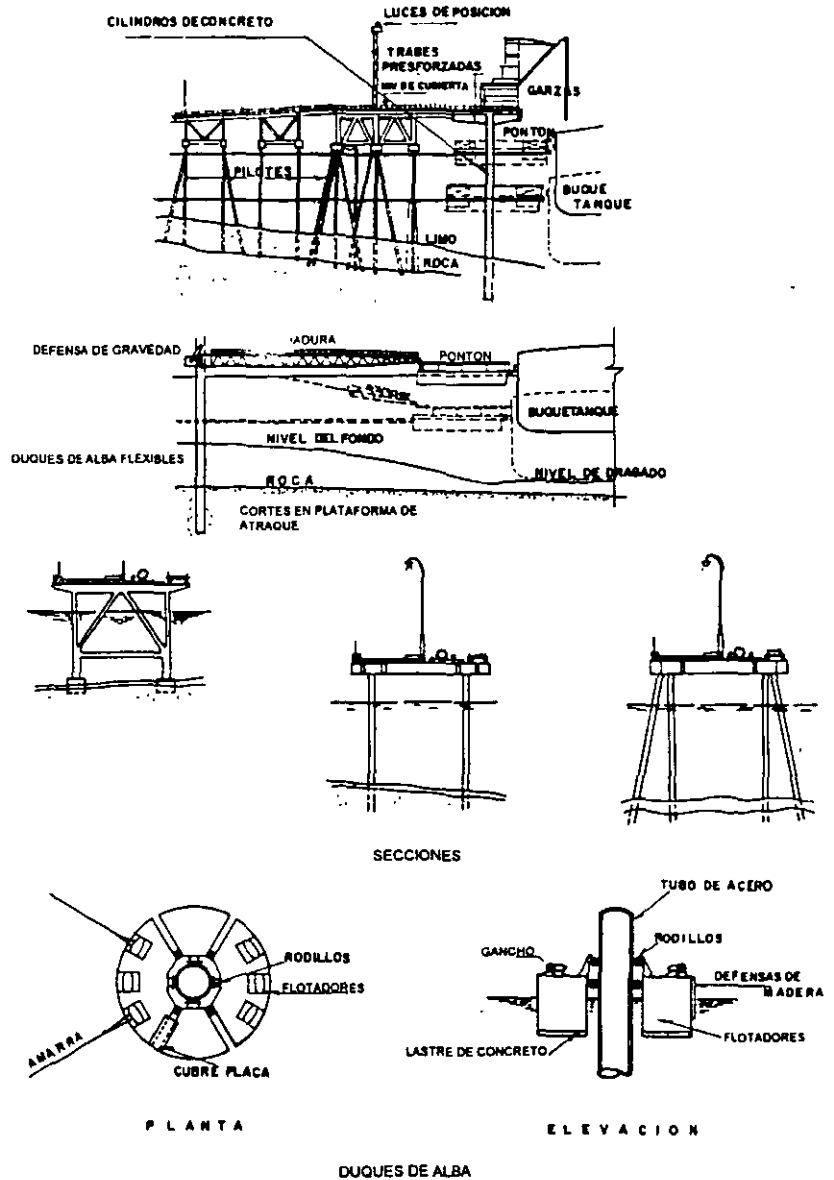
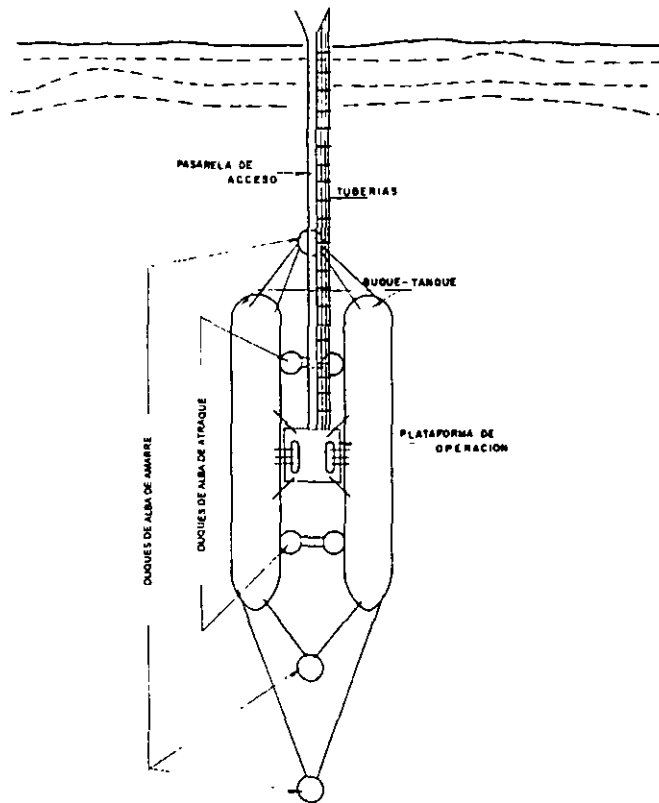


Fig. 47

En la Fig. 48 aparece una instalación para atracar grandes barcos, contrayendo muelles normales a la costa con bandas de atraque en ambos lados, pudiéndose en esta forma atracar dos barcos a la vez en cada muelle. Los duques de alba de atraque y de amarre son independientes de la plataforma de operación y el acceso, diseñados para soportar cargas horizontales los primeros y verticales los segundos.

9

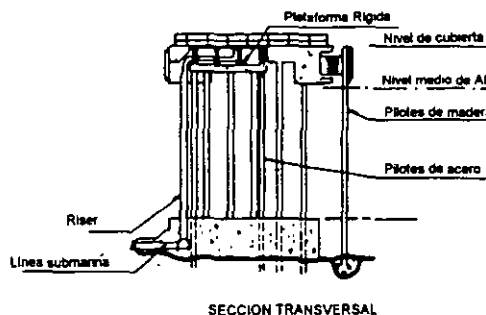
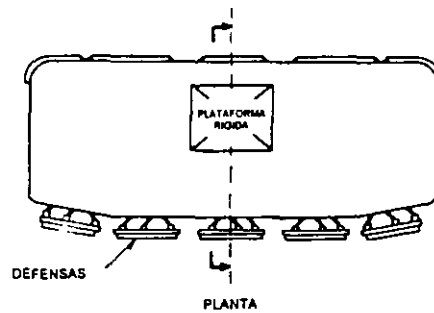
**Fig. 48**

3.5 INSTALACIONES ALEJADAS DE LA COSTA

Cuando no se cuenta con muelles o dársenas de maniobras tales que permitan atracar los barcos cerca de la costa, será necesario tener instalaciones alejadas que permitan cargar o descargar los productos conducidos por tuberías submarinas.

Dentro de estas podemos incluir el duque de alba aislado mostrado en la Fig. 49, constituido de una plataforma fija protegida con un sistema de defensas muy efectivo, cuyas ventajas ya antes mencionamos.

Muy recientemente se ha comenzado a utilizar el tipo de boya de amarre único (monoboya), anclada para impedir movimientos en cualquier dirección mostrada en la Fig. 51, en sustitución a la operación de lograr la fijación del barco mediante varias líneas de boyas, cadenas y anclas. Los productos se mueven a través de líneas submarinas, mangueras submarinas y mangueras flotantes (Fig. 50). Este tipo de boya tiene varias ventajas: su instalación y mantenimiento son muy simples y económicos, permite al barco girar alrededor acomodándose en la posición más conveniente y trabajar en condiciones del tiempo imposibles para hacerlo con cualquier otra instalación, puede moverse fácilmente y cambiarse a otro lugar que se considere más conveniente, etc. En la Fig. 52 se presentan algunos detalles de la boya de amarre único o monoboya.



SECCION TRANSVERSAL

Fig. 49

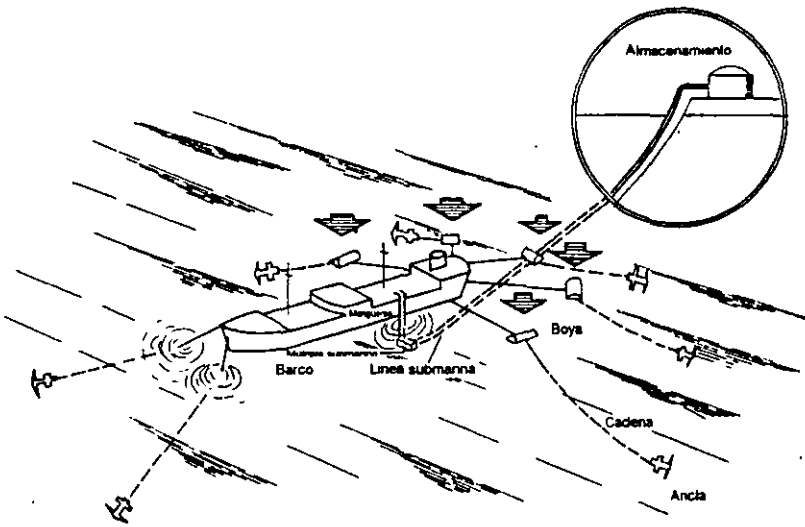


Fig. 50

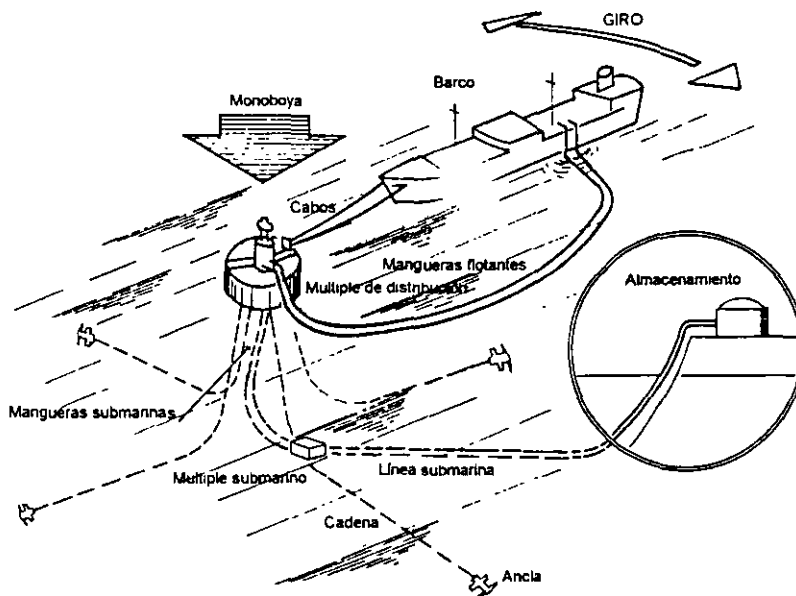


Fig. 51

95

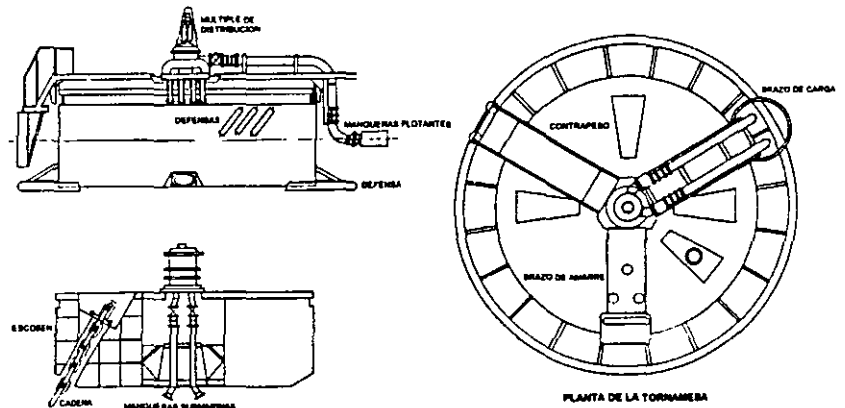


Fig. 52

3.6 Líneas de Conducción Bajo el Agua

La construcción de plataformas marítimas y de amarraderos en el mar, trae como consecuencia la necesidad de tender tuberías de conducción submarina de comunicación a tierra.

El cruzamiento de ríos y lagos por líneas de conducción terrestres, trae como consecuencia el tendido de tuberías subfluviales y sublacustres.

Los procedimientos de construcción o tendido son similares en ambos casos, dependiendo principalmente del tipo y diámetro de la línea de conducción y de la profundidad de tendido. A continuación mencionaremos algunos de los procedimientos que se han seguido en México:

El procedimiento posiblemente más económico, consiste en colocar flotadores en tal forma que la tubería pueda arrastrarse flotado cerca de la superficie del agua. Dicho procedimiento es más bien aplicable a casos de aguas tranquilas y poco profundas como lo son los cruzamientos de ríos. Para grandes diámetros de tubería y aguas profundas es prácticamente imposible seguir este camino.

En ocasiones la tubería se arrastra por el fondo del mar evitando en gran parte los efectos de oleaje y corrientes, Fig. 53, pero teniéndose el peligro de que las condiciones del terreno impidan en un momento dado el arrastre o produzcan graves daños. En el caso de líneas de corta longitud tendidas cerca de la playa se puede lograr buen éxito no obstante que el diámetro sea grande y las condiciones del tiempo severas, si se tiene mucho cuidado en emparejar el terreno de la rampa de lanzamiento y en controlar la intensidad del jalón sobre la tubería arrastrada tan solo una distancia igual a su corta longitud.

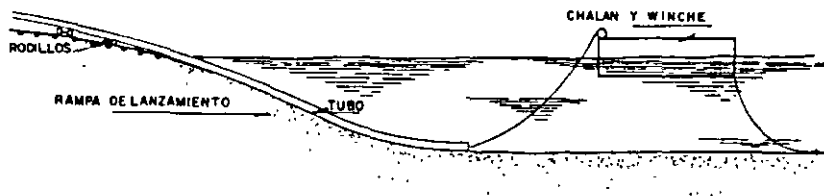


Fig. 53

En otros casos las lingadas previamente construidas se colocan en el fondo, levantándose posteriormente los extremos para soldarse, Fig. 54, pero existe el peligro de que utilizar este procedimiento al tender tuberías de gran diámetro en aguas profundas, se induzcan curvaturas tales que produzcan el pandeo o estrangulamiento en algunas secciones.

El procedimiento más efectivo para tender tuberías, sobre todo si el diámetro es grande (de 12" en adelante) y se tienen aguas muy profundas (de 30 m en adelante), es mediante un chalán de tendido con una rampa de deslizamiento y un ponton o stinger, que se va desplazando haciendo uso de los malacates y las anclas, con lo cual se puede tener un buen control de curvaturas, Fig. 55. Un lanchón especial va suministrando la tubería, que se

Gf

transporta al chalán de tendido mediante una grúa montada sobre el mismo y a medida que se va lanzando se lleva a cabo la operación de soldar. En la mayoría de los casos mediante un dispositivo especial se aplica en el chalán tensión a la tubería para disminuir las curvaturas de ésta. La embarcación se debe fijar mediante varias anclas tal y como se indica en la Fig. 56.

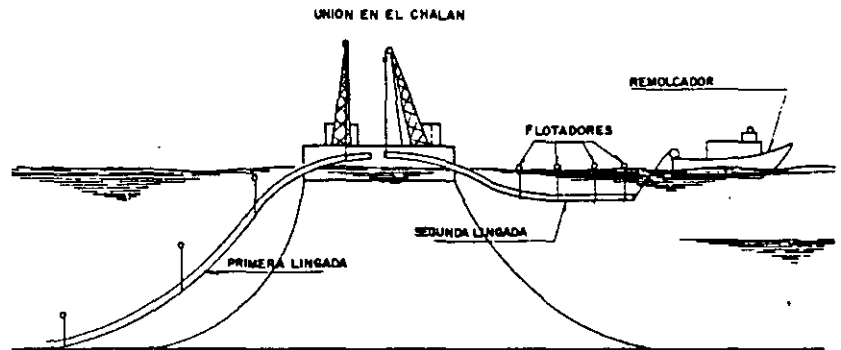


Fig. 54

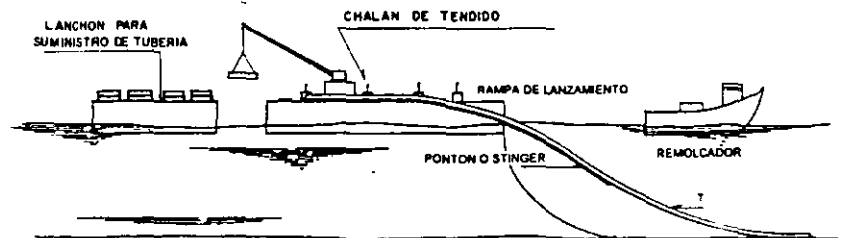


Fig. 55

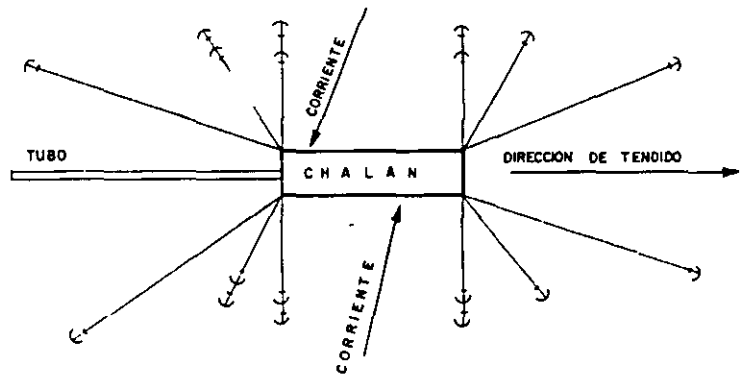


Fig. 56

9

Los recubrimientos que lleva la tubería son para tres propósitos:

1) protección exterior, 2) protección interior y 3) lastre. El recubrimiento exterior se usa junto con el sistema de protección catódica para prevenir corrosión y es en general un material asfáltico igual que el usado para líneas en tierra. El recubrimiento interior se usa generalmente cuando el producto a ser transportado es corrosivo o bien para reducir la rugosidad del tubo. El lastre generalmente consiste de un recubrimiento de concreto para darle a la línea el peso requerido, en tal forma de vencer la flotación más fuerzas de arrastre horizontal y vertical debidas a corrientes y a la acción de tormentas y suficientemente ligera para evitar que se hunda en el terreno del fondo. Es bastante frecuente proporcionar el recubrimiento para darle a la línea una densidad relativa de 1.3.

Experimentalmente se ha comprobado que los efectos del oleaje se transmiten hasta una profundidad de aproximadamente la mitad de longitud de la ola. Puesto que la longitud de las olas de huracán alcanzan hasta 300 m el efecto del oleaje puede actuar en profundidades hasta de 150 m.

Las líneas bajo el agua pueden protegerse contra corrientes y oleaje ya sea enterrándolas en el fondo con un recubrimiento mínimo de terreno de 1m. o mediante anclas fijas en el terreno.

Como primer paso para un proyecto de este tipo se deberá hacer un levantamiento tipohidrográfico de la zona en que piensa llevar a cabo el lanzamiento, eligiéndose una localización en tal forma que el terreno del fondo sea lo más regular posible y de inmediato se obtendrán muestras

del terreno en la localización elegida. En cuanto a las mareas, corrientes y oleajes, se podrán obtener mediante mediciones directas en el lugar, datos estadísticos y modelos matemáticos o de laboratorio.

Los esfuerzos debidos a flexión durante la construcción son el factor más importante para diseñar una línea de conducción que funcione bajo el agua.

Tres tipos de fallas pueden presentarse en la línea durante la construcción:

1. Pandeo o debilitamiento del tubo.
2. Desprendimiento del recubrimiento de concreto debido a flexión excesiva.
3. Agrietamiento excesivo de recubrimiento de concreto.

En todos los casos la tercera condición se presenta primero, por lo que puede decirse que si se evita un agrietamiento excesivo del recubrimiento de concreto, los otros dos tipos de fallas quedan eliminados. Además, es importante para la estabilidad de la línea ya colocada que el contrapeso de concreto permanezca intacto para que el tubo conserve su alineamiento y profundidad de diseño.

Adoptando la convención:

- M = Momento flexionante en la sección, Kg-cm
- σ = Esfuerzo en la fibra más alejada, Kg/cm²
- R = Radio de curvatura, cm
- E = Módulo de elasticidad, Kg/cm²
- r = Distancia del eje neutro a la fibra más alejado, cm
- I = Momento de inercia de la sección transversal, cm⁴

Aplicando la fórmula de la escuadria y la ecuación de la elástica, entonces,

$$\sigma = \frac{M}{I} r, \text{ despejando } M: M = \frac{\sigma I}{r}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{M}{EI} = \frac{\sigma}{Er}$$

$$\sigma = \frac{Er}{R} < \sigma_{perm} \quad (23)$$

en donde σ_{perm} es el esfuerzo permisible que depende de la calidad del material de fabricación.

Observese en la expresión (23) que el esfuerzo no depende del espesor de la pared del tubo.

Es conveniente en cada caso revisar que los esfuerzos no alcancen valores capaces de producir una falla de inestabilidad elástica o estrangulamiento del tubo debido a excesiva curvatura que produzca un esfuerzo mayor que el crítico (Expresión 24).

$$\sigma_{cr} = 1.3 \frac{Eh}{r\sqrt{3(1-\mu^2)}} \quad (24)$$

σ_{cr} = Esfuerzo crítico de pandeo, Kg/cm²

r = Distancia al eje neutro de la fibra más alejada, cm

E = Módulo de elasticidad, Kg/cm²

h = Espesor de la pared del tubo, cm

μ = Módulo de Poisson

101

Esta expresión fue obtenida por Timoshenko de desarrollos teóricos afectando el resultado por el factor 1.3, con base a experiencias sujetando tramos de tubo a cargas axiales y excéntricas.

En la Fig. 57 se presentan para diferentes diámetros de tubo esfuerzos flexionantes en función de radios de curvatura.

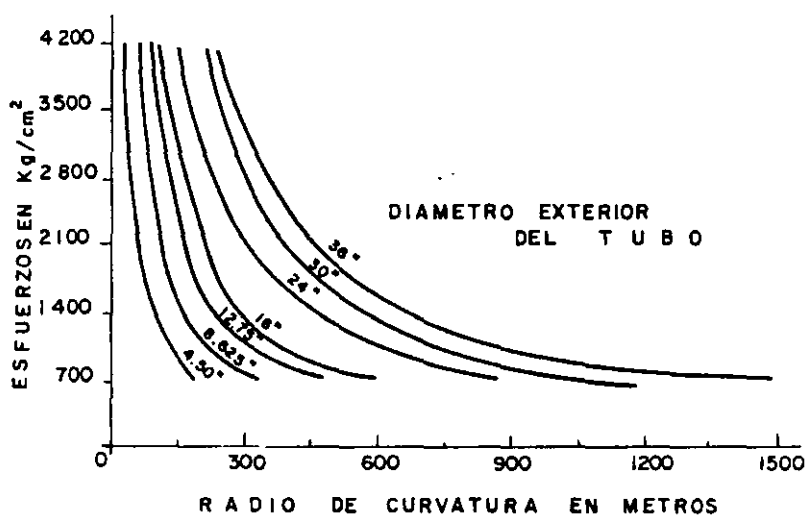


Fig. 57

Aunque el concreto fluye plásticamente bajo esfuerzos de compresión y prácticamente no tiene resistencia a la tensión, se puede utilizar la misma expresión (23) para obtener esfuerzos en el concreto en función del radio de curvatura; en la Fig. 58, se presentan gráficas al respecto para un tubo de 16" O con espesores de recubrimiento de concreto de 1" a 6".

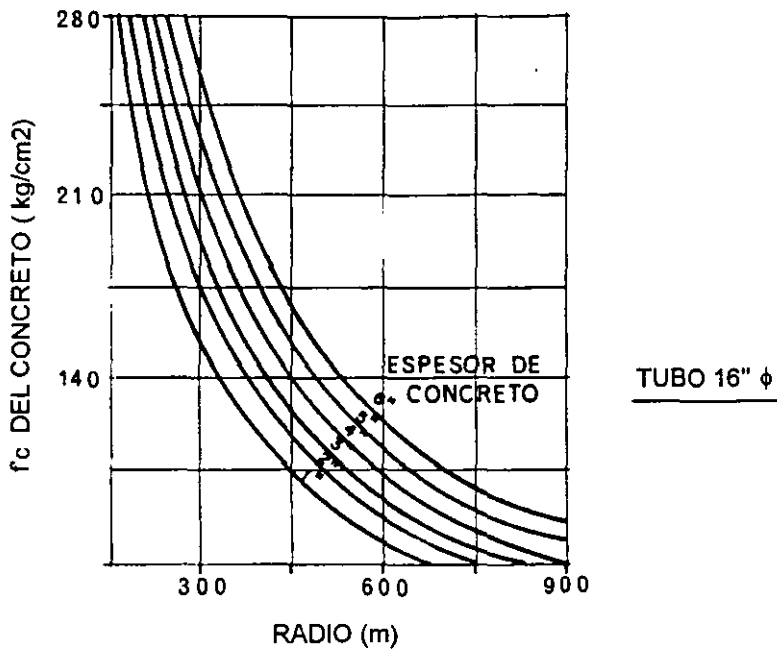


Fig. 58

Durante el tendido de la tubería es muy común que ésta se deforme adoptando una doble curvatura bajo las condiciones indicadas en la Fig. 59.

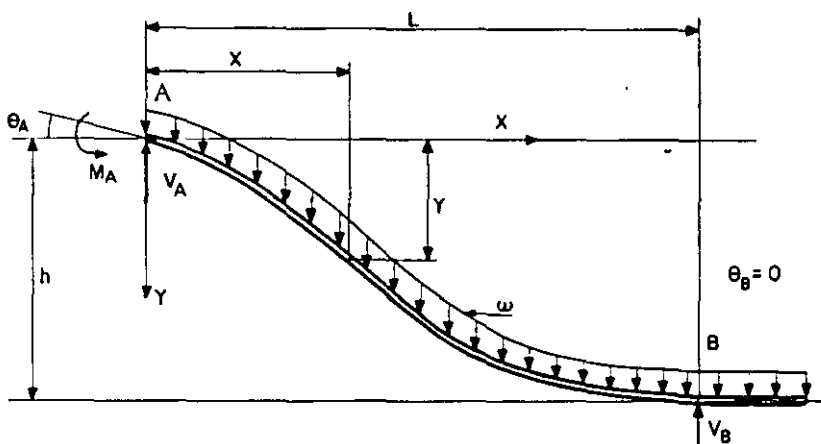


Fig. 59

10

Conviniendo que:

ω = Peso unitario de la línea, Kg/cm

h = Profundidad del agua, cm

L = Longitud no apoyada, cm

θ_A y θ_B = Pendientes en A y B

M = Momento flexionante en la sección Kg-cm

R_A = Radio de curvatura en A, cm

r = Distancia del eje neutro a la fibra mas alejada, cm

I = Momento de inercia de la sección transversal, cm⁴

V_A y V_B = Reacciones en A y B, Kg

X = Distancia desde el apoyo izquierdo, cm

Y = Flecha, cm

Se puede llevar a cabo un análisis aproximado del problema en la siguiente forma:

$$M = M_A + V_A X - \frac{\omega X^2}{2}, \quad M_A = -\frac{EI}{R_A} \quad (25)$$

$$M = -\frac{EI}{R_A} + V_A X - \frac{\omega X^2}{2}; \quad \text{Si } X=L, M=0$$

$$0 = -\frac{EI}{R_A} + V_A L - \frac{\omega L^2}{2}$$

$$V_A = \frac{EI}{R_A L} + \frac{\omega L}{2} \quad (26)$$

Substituyendo (26) en (25),

$$M = -\frac{EI}{R_A} + \left(\frac{EI}{R_A L} + \frac{\omega L}{2} \right) X - \frac{\omega X^2}{2}$$

$$M = \frac{EI}{R_A} \left(\frac{X}{L} - 1 \right) + \frac{\omega X}{2} (L - X) \quad (27)$$

Puesto que,

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = -\frac{M}{EI} = -\frac{1}{R_A} \left(\frac{X}{L} - 1 \right) - \frac{\omega X}{2EI} (L - X) \quad (28)$$

Integrando (28) respecto a x,

$$\theta = \frac{dy}{dx} = -\frac{1}{R_A} \left(\frac{X^2}{2L} - X \right) - \frac{\omega X^2}{12EI} (3L - 2X) + C_1$$

Si $X=0$, $\theta=\theta_A$ por lo tanto: $C_1=\theta_A$

$$\theta = -\frac{1}{R_A} \left(\frac{X^2}{2L} - X \right) - \frac{\omega X^2}{12EI} (3L - 2X) + \theta_A \quad (29)$$

Si $X=L$, $\theta=0$

$$0 = -\frac{1}{R_A} \left(\frac{L}{2} - L \right) - \frac{\omega L^2}{12EI} (3L - 2L) + \theta_A$$

$$0 = \frac{L}{2R_A} - \frac{\omega L^3}{12EI} + \theta_A$$

$$\theta_A = -\frac{L}{2R_A} + \frac{\omega L^3}{12EI} \quad (30)$$

Integrando (29) nuevamente respecto a x,

$$y = -\frac{1}{R_A} \left(\frac{X^3}{6L} - \frac{X^2}{2} \right) - \frac{\omega X^3}{24EI} (2L - X) + \theta_A X + C_2$$

Si $X=0$, $y=0$ por lo tanto: $C_2=0$

$$y = -\frac{1}{R_A} \left(\frac{X^3}{6L} - \frac{X^2}{2} \right) - \frac{\omega X^3}{24EI} (2L - X) + \theta_A X$$

Si $X=L$, $y=h$

$$h = -\frac{1}{R_A} \left(\frac{L^3}{6} - \frac{L^2}{2} \right) - \frac{\omega L^3}{24EI} (2L - L) + \theta_A L$$

$$h = \frac{L^2}{3R_A} - \frac{\omega L^4}{24EI} + \theta_A L \quad (31)$$

Substituyendo en (31) el valor de (30)

$$h = \frac{L^2}{3R_A} - \frac{\omega L^4}{24EI} - \frac{L^2}{2R_A} + \frac{\omega L^4}{12EI}$$

$$h = -\frac{L^2}{6R_A} + \frac{\omega L^4}{24EI}$$

$$24EI R_A h = -4EIL^2 + \omega R_A L^4$$

$$L^4 - \frac{4EI}{\omega R_A} L^2 - \frac{24EIh}{\omega} = 0 \quad (32)$$

Resolviendo la ecuación (32) se puede encontrar el valor de L en función de las características de la tubería, la curvatura en el chalán, la carga unitaria y la profundidad del agua, valor que sustituido en (27) nos dará el momento flexionante en cualquier sección y en (26) la reacción del chalán.

Derivando (27) respecto a «x» e igualando a cero

$$\frac{dM}{dX} = \frac{EI}{R_A L} + \frac{\omega L}{2} - \omega X = 0$$

$$X = \frac{L}{2} + \frac{EI}{R_A L \omega}$$

que nos da el punto en el cual se presenta el momento máximo el cual se puede obtener sustituyendo en (27)

Si $M = 0$ tendremos el punto de inflexión resolviendo la ecuación.

$$\frac{\omega}{2} X^2 - \left(\frac{EI}{R_A L} + \frac{\omega L}{2} \right) X + \frac{EI}{R_A} = 0$$

Como un caso particular tenemos la condición de una sola curvatura de la Fig. 60 la cual se presenta como etapa intermedia antes de llegar a la anterior. Para dicho caso la curvatura en el extremo A es nula y por lo tanto, se pueden utilizar para su análisis las expresiones (33)

$$V_A = \frac{\omega L}{2} = V_B$$

$$M = \frac{\omega L}{2} X - \frac{\omega X^2}{2}; \quad M_{MAX} = \frac{\omega L^2}{8} \quad (33)$$

$$L^4 - \frac{24Eih}{\omega} = 0; \quad L = \sqrt[4]{\frac{24Eih}{\omega}}$$

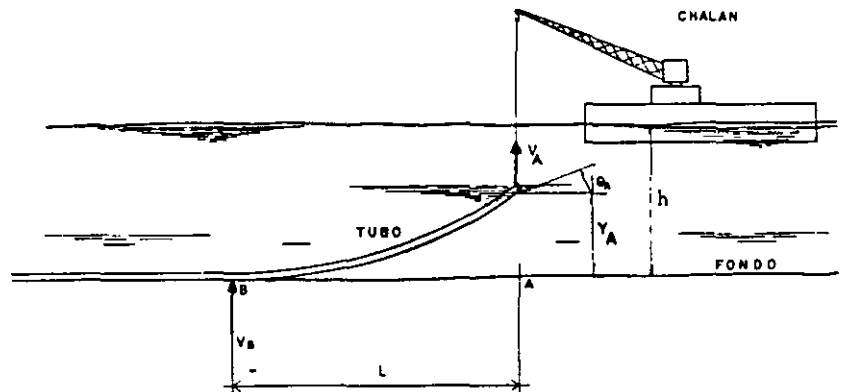


Fig. 60

En ocasiones mediante un dispositivo especial se le aplica una tensión a la tubería del orden de 5 a 20 toneladas, con el objeto de disminuir curvaturas, en cuyo caso las condiciones son las presentadas en la Fig. 61.

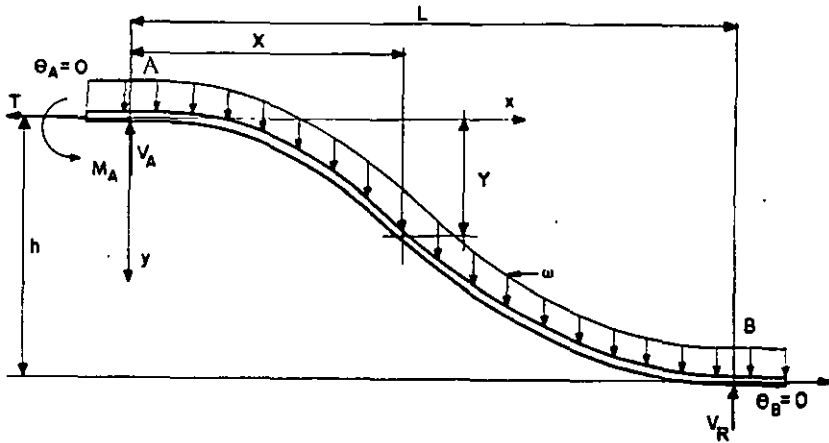


Fig. 61

En la misma forma del caso anterior se puede llegar a los elementos mecánicos de las expresiones (34) y (35).

$$M = -\frac{EI}{R_A} + V_A X - \frac{\omega X^2}{2} - TY$$

Si $X=L$, $Y=h$, $M=0$

$$0 = -\frac{EI}{R_A} + V_A L - \frac{\omega L^2}{2} - Th$$

$$V_A = \frac{EI}{R_A L} + \frac{\omega L}{2} + T \frac{h}{L} \quad (34)$$

$$M = -\frac{EI}{R_A} + \left(\frac{EI}{R_A L} + \frac{\omega L}{2} + T \frac{h}{L} \right) X - \frac{\omega X^2}{2} - TY \quad (35)$$

Puesto que de acuerdo con la ecuación de la elástica del eje deformado:

101

$$\frac{d^2Y}{dX^2} = -\frac{M}{EI} = \frac{1}{R_A} - \left(\frac{1}{R_A} + \frac{\omega L}{2EI} + \frac{Th}{EIL} \right) X + \frac{\omega}{2EI} X^2 + \frac{TY}{EI}$$

$$\frac{d^2Y}{dX^2} - \frac{TY}{EI} = \frac{\omega}{2EI} X^2 - \left(\frac{1}{R_A L} + \frac{\omega L}{2EI} + \frac{Th}{EIL} \right) X + \frac{1}{R_A}$$

Ecuación diferencial cuya solución es la expresión:

$$Y = C_1 e^{\sqrt{\frac{T}{EI}} X} + C_2 e^{-\sqrt{\frac{T}{EI}} X} - \frac{\omega}{2T} X^2 + \left(\frac{EI}{R_A L T} + \frac{\omega L}{2T} + \frac{h}{L} \right) X - \frac{EI}{R_A T} - \frac{\omega EI}{T^2} \quad (36)$$

y de acuerdo con las condiciones de frontera: $X=0$, $Y=0$ se obtiene la relación:

$$C_1 + C_2 = \frac{EI}{R_A T} + \frac{\omega EI}{T^2} \quad (37)$$

Derivando la expresión (36) respecto a X ,

$$\frac{dY}{dX} = \sqrt{\frac{T}{EI}} C_1 e^{\sqrt{\frac{T}{EI}} X} - \sqrt{\frac{T}{EI}} C_2 e^{-\sqrt{\frac{T}{EI}} X} - \frac{\omega}{T} X + \frac{EI}{R_A L T} + \frac{\omega L}{2T} + \frac{h}{L}$$

y de acuerdo con las condiciones de frontera, $X=0$, $\frac{dY}{dX} = 0$ se obtiene la relación:

$$C_2 - C_1 = \left(\frac{EI}{R_A L T} + \frac{\omega L}{2T} + \frac{h}{L} \right) \sqrt{\frac{EI}{T}} \quad (38)$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones (37) y (38)

$$C_1 = \frac{EI}{2R_A T} + \frac{\omega EI}{2T^2} - \frac{(EI)^{3/2}}{2R_A L T^{3/2}} - \frac{\omega L(EI)^{1/2}}{4T^{3/2}} - \frac{h(EI)^{1/2}}{2LT^{1/2}}$$

$$C_2 = \frac{EI}{2R_A T} + \frac{\omega EI}{2T^2} + \frac{(EI)^{3/2}}{2R_A L T^{3/2}} + \frac{\omega L(EI)^{1/2}}{4T^{3/2}} + \frac{h(EI)^{1/2}}{2LT^{1/2}}$$

Tomando en cuenta estos valores y los desarrollados en serie:

$$e^{\sqrt{\frac{T}{EI}} X} = 1 + \sqrt{\frac{T}{EI}} X + \frac{T}{2EI} X^2 + \frac{T^{3/2}}{6(EI)^{3/2}} X^3 + \frac{T^2}{24(EI)^2} X^4$$

$$e^{-\sqrt{\frac{T}{EI}} X} = 1 - \sqrt{\frac{T}{EI}} X + \frac{T}{2EI} X^2 - \frac{T^{3/2}}{6(EI)^{3/2}} X^3 + \frac{T^2}{24(EI)^2} X^4$$

Se puede obtener sustituyendo en (36) la ecuación de la curva del eje de la tubería que dice.

$$Y = \left(\frac{T}{24EI R_A} + \frac{\omega}{24EI} \right) X^4 - \left(\frac{1}{6R_A L} - \frac{\omega L}{12EI} - \frac{hT}{6EIL} \right) X^3 + \frac{1}{2R_A} X^2$$

(39)

Puesto que si $X = L$, $Y = h$

$$\left(\frac{T}{24EIR_A} - \frac{\omega}{24EI} \right) L^4 - \left(\frac{1}{3R_A} - \frac{hT}{6EI} \right) L^2 - h = 0 \quad (40)$$

Derivando (39) respecto a x , y tomando en cuenta que si

$$X=L \text{ y } \frac{dy}{dx} = 0$$

$$\frac{1}{R_A} = \frac{\omega L^2 + 6hT^2}{2T^2 L^2 + 6EIT} \quad (41)$$

Resolviendo la ecuación (40) se puede encontrar el valor de la L en función de las características de la tubería, la curvatura en el chalán, la carga unitaria, la profundidad del agua y la tensión en el chalán, valor que sustituido en (35) nos dará el momento flexionante en cualquier sección, sustituyendo en (34) nos dará la reacción del chalán y en (39) la curva del eje deformado de la tubería. Es posible también obtener el momento máximo y el punto de inflexión procediendo en la misma forma del caso anterior.

Durante el planteamiento del problema hemos hecho varias simplificaciones que conviene mencionar: En primer lugar no integramos a lo largo de la curva del eje del tubo deformado; por otro lado, estamos considerando el problema plano despreciando la torsión producida principalmente por los movimientos del chalán durante el tendido. Prácticamente se ha comprobado que, la aproximación de los resultados obtenidos bajo dichas consideraciones, es suficiente para la determinación del equipo necesario para llevar a cabo las maniobras durante el tendido.

Aplicando un procedimiento de diferencias finitas es posible hacer un análisis más aproximado del problema, tomando en cuenta los efectos torsionantes de la carga que en realidad actúa a lo largo del eje deformado.

Modelos de laboratorio o mediciones directas en el lugar utilizando medidores de deformación, podrán confirmar la aproximación de los resultados obtenidos aplicando las fórmulas antes presentadas, que con base a las observaciones que se hagan podrán ser afinadas en el futuro.

Todas las expresiones antes presentadas son susceptibles de programarse y tener diagramas de momento flexionante, reacción en el chalán y curvas de la tubería deformada bajo cualquier condición de tendido.

REFERENCIAS

- (1) DOCK & HARBOUR ENGINEERING, H.F. Cornick.
- (2) Sheet piling, Cofferdams & Caissons, Donovan H. Lee.
- (3) EARTH RETAINING STRUCTURES, The Institution of Civil Engineers, England.
- (4) WINDS, WAVES & MARITIME STRUCTURES, R.R. Minikin.
- (5) Design and Construction of Ports and Marine Structures, Alonzo F. Quinn.
- (6) BULLETIN OF THE PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION OF NAVIGATION CONGRESSES. (P.I.A.N.C.)
- (7) MOORING PANEL REPORT, investigations and subsequent recommendations on the mooring of tankers and the necessary equipment to effect such mooring.

114

- (8) P.I.A.N.C. British National Committee Memorandum on «Suitable Mooring and Strength of Mooring Attachement for Various Sizes of Ships.
- (9) Subestructure Analysis and Design, Paul Andersen.
- (10) Piling for Foundations, R.R. Minikin.
- (11) Explanatory Handbook on the B.S. CODE OF PRACTICE for reinforced concrete.
- (12) Reinforced Concrete Designer's Handbook by Chas. E. Reynolds.
- (13) OBRAS MARITIMAS, OLEAJE Y DIQUES por Ramón Iribarren Cavanilles.
- (14) Publicaciones de la Offshore Technology Conference.

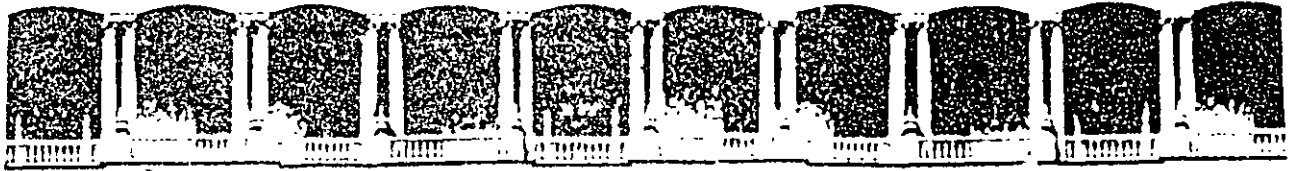
915

NOMENCLATURA

L	Eslora o Longitud
B	Manga
D	Calado
H	Altura o Puntal
W	Desplazamiento o Peso
TPM	Toneladas de Peso Muerto
v, u	Velocidades
p	Presión Unitaria
P	Presión Total
F	Fuerza
M	Momento
T	Fuerza Tangencial o Tensión
N	Fuerza Normal
V	Fuerza Cortante
d	Ancho o Diametro
s	Desplazamiento
r, l	Brazo o Distancia
h	Profundidad o Espesor
O	Centro
R	Radio
E_F	Energía o Escala de Fuerzas
α, β, θ	Angulos

7/18

m	Masa
a	Aceleración
e	Excentricidad
CG	Centro de Gravedad
A	Area
δ	Densidad
γ	Peso Específico
ϕ	Angulo de Fricción
C	Cohesión
Δ	Deformación
λ, Y, Z	Coordenadas
k	Rigidez
g	Aceleración de la Gravedad
Σ	Suma
I	Momento de Inercia
μ	Modulo de Poisson
σ	Esfuerzo
ω	Carga
t	Tiempo
η, K	Coefficientes
E	Modulo de Elasticidad



FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CURSOS ABIERTOS

INGENIERÍA MARÍTIMA Y PORTUARIA

DRAGADO

EXPOSITOR : ING. JUAN PIZÁ ORTÍZ
1998

DRAGADO

INDICE	Página	
4.1	MARCO DE REFERENCIA	4-1
4.2	CLASIFICACION DEL DRAGADO	4-2
4.3	TIPOS DE DRAGAS	4-6
4.3.1	Dragas Mecánicas	4-6
4.3.2	Dragas Hidráulicas de Succión	4-11
4.4	CLASIFICACION DE SUELOS	4-26
4.5	LA GEOTECNICA EN LAS OBRAS DE DRAGADO	4-30
4.5.1	Introducción	4-30
4.5.2	Exploración con muestreo	4-32
4.5.3	Prueba de penetración standard	4-32
4.5.4	Exploración indirecta	4-34
4.6	PRUEBAS DE LABORATORIO	
4.6.1	Pruebas en suelos no cohesivos	4-37
4.6.2	Pruebas en suelos cohesivos	4-39
4.7	APLICACION DE LA INFORMACION EN EL DRAGADO	
4.7.1	Aprovechamiento del material dragado	4-42
4.7.2	Elaboración del reporte técnico	4-43
4.8	APLICACION DE LA GEOFISICA EN EL DRAGADO	4.43
4.9	CONDICIONES QUE AFECTAN EL DRAGADO	4-50
4.9.1	Vientos	4-50
4.9.2	Mareas	4-50
4.9.3	Corrientes	4-51
4.9.4	Oleaje	4-53

DRAGADO

INDICE		Página
4.9.5	Transporte de sedimentos	4-54
4.9.6	Temperatura	4-56
4.9.7	Topohidrografía	4-57
4.9.8	Tráfico marítimo	4-58
4.10	ESTUDIOS TOPOHIDROGRAFICOS	4-59
4.10.1	Posicionamiento por satélite	4-63
4.11	AYUDAS EXTERIORES AL DRAGADO	4-70
4.11.1	Sistema de Posicionamiento Mini Ranger III	4-72
4.11.2	Distancia	4-72
4.11.3	Señal de línea	4-73
4.11.4	Acceso	4-73
4.11.5	Suministro de Energía	4-73
4.11.6	Posiciones conocidas	4-73
4.11.7	Cobertura de antena	4-74
4.12	PARTES PRINCIPALES DE UNA DRAGA DE SUCCION CON CORTADOR	4-74
4.12.1	La bomba de dragado	4-74
4.12.2	Cortador de la draga	4-81
4.12.3	Zancos	4-88
4.12.4	Traveses	4-88
4.12.5	Anclas	4-89
4.12.6	Empleo de cables de acero en el dragado	4-91
4.12.7	Tuberías	4-91
4.12.8	Pontones	4-94
4.13	INSTRUMENTACION DE AYUDA A BORDO	4-98
4.14	OPERACION DE DRAGADO	4-101
4.14.1	Descripción del muestreo en la tolva y medición de calado	4-104
4.14.2	Análisis de laboratorio del muestreo a bordo de la draga	4-105
4.14.3	Obtención del volumen de material en tolva	4-107

DRAGADO

INDICE		Página
4.14.4	Obtención de la tolva económica	4-109
4.14.5	Medición directa de volumen en tolva	4-112
4.14.6	Análisis operativo de una draga autopropulsada	4-113
4.14.7	Plan de obra	4-115
4.14.8	Informe de avance en el trabajo	4-118
4.15	PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO	4-127
4.15.1	Equipos de dragado	4-127
4.15.2	Planeación del Mantenimiento	4-128
4.15.3	Período que debe abarcar la planeación	4-128
4.15.4	Presupuesto	4-129
4.15.5	Programa de Mantenimiento Mayor	4-129
4.15.6	Corrección de Fallas	4-131
4.15.7	Memorias y Reportes de Ejecución de Mantenimiento	4-132
4.15.8	Rehabilitación	4-133
4.16	COSTOS EN EL DRAGADO	4-134
4.16.1	Factores que intervienen en el rendimiento de una draga	4-134
4.16.2	Dragas autopropulsadas de tolva	4-135
4.17	EL DRAGADO Y SU RELACION CON EL MEDIO AMBIENTE	4-144
4.17.1	Los trabajos de dragado	4-144

REFERENCIAS

4.1 MARCO DE REFERENCIA

La profundidad es el elemento básico de la infraestructura portuaria, cuando la profundidad se pierde, dicha infraestructura no puede servir al barco. La profundidad exige un mantenimiento cuidadoso, todos los materiales que se depositan en el fondo deben ser retirados para disponer de las profundidades de proyecto en forma continua.

Los trabajos de dragado para retirar los materiales que se depositan, los azolves, representan para algunos puertos inversiones sumamente cuantiosas, es por ello que la Ingeniería Portuaria da mucha atención al estudio de los fenómenos que producen los azolves y a las soluciones para evitarlos o reducirlos y, en su caso, para encontrar los procedimientos más eficientes para retirarlos.

Las técnicas recientes para la selección de sitios para los puertos aconsejan buscar la ausencia de aportes de azolve provenientes de tierra, lo que se consigue en un sitio costero fuera de los cauces de ríos y de lagunas; en donde se registren los arrastres litorales de menor cuantía posible y que facilite la construcción de obras necesarias para su control. Un puerto diseñado bajo estos conceptos requerirá de inversiones mínimas para el mantenimiento de sus profundidades.

En el pasado, cuando no se disponía de equipo de dragado de alto rendimiento y eficiencia, debieron buscarse sitios abrigados en donde la obtención de las profundidades fuera mínima y preferiblemente donde las profundidades ya existían.

Es en esos puertos, entre los que se cuentan los mayores del mundo, en donde la conservación de las profundidades requiere de investigación y de estudio continuo para tratar de hacer dragados más eficientes para reducir sus costos.

4.2 CLASIFICACION DEL DRAGADO

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

Las operaciones de dragado deben cumplir una doble función: extraer el material y conducirlo hasta el lugar de descarga.

Existen dos tipos de dragados a saber, el de construcción y el de conservación.

El dragado de construcción, se realiza cuando es necesario crear o aumentar profundidades, las dimensiones en planta, o ambos. Es conveniente emplear el material extraído para relleno si este es adecuado para tal fin, ya que es práctica usual y además económica, la combinación de estas dos funciones, la excavación del material subacuático para aumentar el tirante de agua y el aprovechamiento de este material, descargándolo directamente en la zona con objeto de elevar las cotas de un área que se desée utilizar.

El dragado de conservación, se efectúa con la finalidad de retirar los azolves que originan corrientes, marejadas,

acarreos litorales, etc. Este puede ser periódico o permanente.

En el dragado de conservación periódico, los sondeos indicarán la periodicidad con que debe efectuarse el dragado, para conservar las tres dimensiones de proyecto, particularmente la profundidad.

Los dragados continuos se requieren principalmente en los canales de navegación, dársenas y barras de los puertos fluviales, en los que frecuentemente los depósitos de sedimentos son permanentes y de mucha consideración.

4.3 TIPOS DE DRAGAS

Podemos definir a la draga, como una embarcación especialmente dispuesta para montar en ella, las herramientas para extraer o excavar material de los fondos marinos, lacustres o de los ríos.

Las dragas se clasifican en dos grandes grupos: mecánicas e hidráulicas.

Al primer grupo pertenecen las de cangilones o de rosario, las de grúa (con almeja, granada o garfios) y las de cucharón. Todas estas podemos considerarlas como tipos básicos de las dragas mecánicas, que debido a su construcción relativamente sencilla, fueron las primeras que se usaron y en ciertas clases de obras son insustituibles a pesar de que su alcance de descarga es muy limitado, por lo que se impone el uso de chalanes-tolvas y remolcadores para tirar el material en las zonas de depósito.

Corresponden al segundo grupo, las dragas hidráulicas, que combinan la operación de extraer el material con el de su transporte hasta el lugar de depósito, mezclándolo con el

1

agua y bombeándolo como si fuera fluido. Estas dragas resultan más versátiles, económicas y eficientes que las mecánicas, ya que realizan las dos operaciones por medio de una unidad integral.

Los tipos básicos de este grupo son las dragas estacionarias y las de autopropulsión con tolva, así como las mixtas.

Las dragas estacionarias pueden ser de succión simple o de succión con cortador.

Este último tipo de dragas se ha venido utilizando a últimas fechas, con mucho éxito dentro de la industria minera.

El segundo tipo comprende las dragas de autopropulsión con tolva, cuyo tubo o tubos de succión están sostenidos por los pescantes colocados en una banda, en ambas bandas, a proa, al centro, o a popa.

Las dragas hidráulicas estacionarias llevan como unidades básicas: la bomba de dragado, la escala con el tubo de succión, el cortador, los zancos y el winche o central de winches con sus motores correspondientes. Estas unidades para ser eficaces deben estar perfectamente equilibradas en lo que respecta a dimensiones y potencia.

La bomba de dragado debe ser lo suficientemente potente para succionar el material removido por el cortador e impulsarlo hasta el lugar de depósito.

El diseño del cortador debe ser adecuado al tipo de material a dragar y su motor tener la potencia suficiente para cortar el material que se va a dragar.

El winche que acciona los traveses debe tener la potencia necesaria para forzar el cortador en el material a dragar.

Si alguno de los componentes es desproporcionadamente potente en relación con los otros, se desperdiciará inútilmente su potencia y tamaño adicional.

Por lo anterior, el diseño de una draga es factor básico y determinante en su economía y eficiencia de funcionamiento.

Las bombas de dragado, trabajan succionando y descargando materiales pesados, irregulares y abrasivos, que la acabarían rápidamente si no se emplearan en su construcción aleaciones especiales que le permitan resistir y durar bajo las más severas condiciones de trabajo.

Los winches, la escala y el cortador están sometidos a fuerzas constantes y a cargas excesivas durante su funcionamiento, por lo que los materiales con que están fabricados y su diseño deben permitir un trabajo en condiciones de extrema rudeza.

Al mismo tiempo, todas las piezas deben ser diseñadas y construidas lo más sencillamente posible, para permitir su reemplazo con el mínimo tiempo de paro.

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

Motores eléctricos: Las ventajas de confiabilidad, limpieza de operación y de costos reducidos de mantenimiento de estos motores se ven limitados al usarse en las dragas estacionarias por las dificultades de abastecimiento de energía; por ello son dragas especialmente indicadas para los trabajos de minería y son utilizables en los dragados de construcción cuando los volúmenes son importantes, y el plan de trabajo requiere desplazamientos relativamente reducidos y que den lugar a situar convenientemente el banco de transformación.

La alimentación desde el banco en tierra se logra por un cable aislado sumergido o bien soportado por flotadores.

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

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

4.3.1 Dragas Mecánicas

Dragas de cangilones o de rosario: Las dragas de este tipo llevan un pozo en el eje del casco, por el cual se arría la escala para efectuar el dragado.

La escala es una estructura de acero, que sirve de apoyo y guía a la cadena de cangilones, que en el lado de carga descansa sobre una serie de rodillos para facilitar su movimiento.

La cadena de cangilones es accionada por una rueda motriz, situada en una estructura alta o torre que sostiene también los canales de descarga. (figs.1 y 2).

En la parte inferior lleva una rueda guía para apoyo del extremo de trabajo de los cangilones durante su llenado.

Los cangilones son recipientes de acero con bordo reforzado en el lado de ataque. El agua se elimina mediante unos

barrenos que llevan con ese fin. Cuando el material que se draga es muy duro van provistos de dientes semejantes a los que llevan las palas excavadoras terrestres.

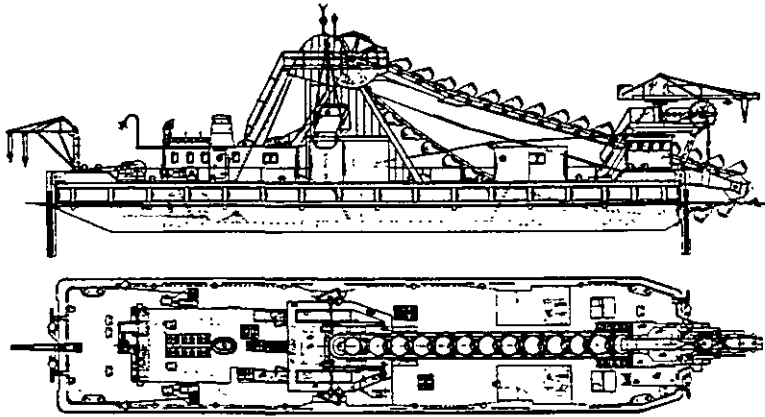


Fig. 1 Draga de Cangilones o de Rosario

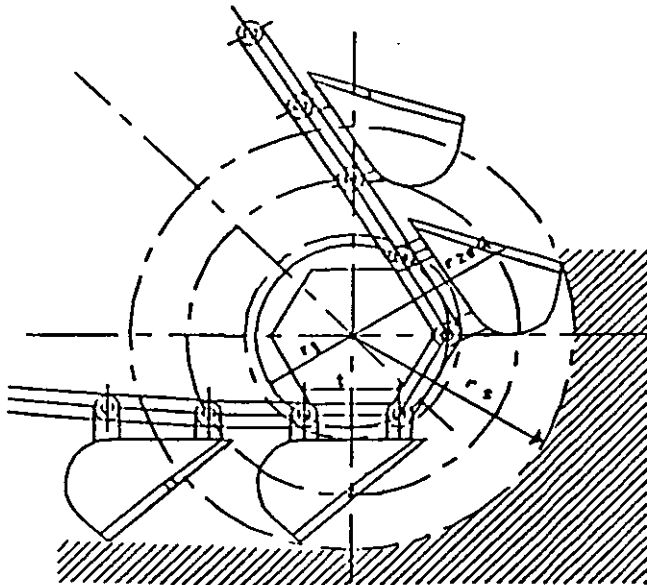


Fig. 2 Llenado de los Cangilones con material del fondo

Los cangilones se llenan con material del fondo al pasar por la parte inferior de la escala y al llegar a la parte superior de su recorrido y son vertidos en unos canales transversales que descargan en chalanes-tolva acoderados a los costados de la draga.

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

Draga de grúa: Este tipo de draga consta fundamentalmente de un chalán que lleva montada una grúa o pluma que oscila de babor a estribor y va provista de almeja, granada o garfio, de acuerdo con el trabajo que se vaya a realizar y se suspenden de la pluma mediante un aparejo guarnido con cables de acero.

Las almejas y granadas son de acero y de mucho peso para que al efectuar el dragado, se arrie de golpe hasta el fondo y "muerda" el material, bien para depositarlo en su tolva, si la tiene, o chalanes-tolvas o a los lados del canal.

Para extraer el material de fango o arena o mezclado con grava es indicado utilizar la almeja normal y para material compacto se usa la almeja con dientes.

Existen tres tipos de almejas: pesadas, medianas y ligeras. La primera se utiliza en excavaciones de material duro o compacto, la segunda para usos generales y la última para material ligero.

Para rocas ya quebradas se emplea la granada. Los garfios son usados para extraer grandes rocas, pudiendo ser estas hasta de 18 tons. según la capacidad de la grúa.

Estas dragas pueden ser estacionarias o de autopropulsión con tolva simple, doble, triple o cuádruple y más de una grúa.

En el caso de las dragas estacionarias se disponen de zancos colocados a ambas bandas a proa y uno a popa destinados a fijar la draga a fin de que no se mueva por efecto del viento o la corriente aunque en muchos casos sólo se utilizan cables de acero con ese objeto.

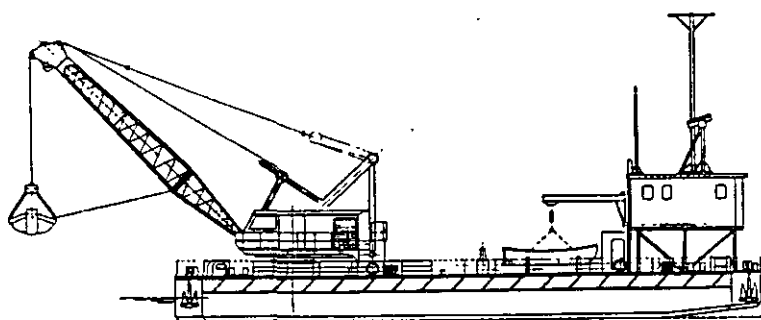


Fig. 3 Draga de Grúa Estacionaria

Este tipo de draga se emplea para completar los dragados efectuados por otras unidades, en rincones y sitios a los que no llega fácilmente la boca de succión de las dragas hidráulicas, o los cangilones de las dragas de rosario.

También tiene aplicación en pequeños dragados de limpieza al pie de los muelles, extracción de productos rocosos, limpieza de troncos y raíces y otras faenas en que se tenga que trabajar exclusivamente en dirección vertical.

(figs. 3 y 4).

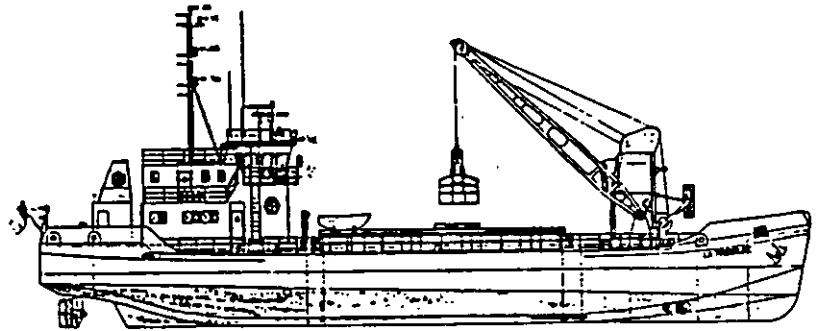


Fig. 4 Draga de Grúa Autopropulsada con Tolva

Draga de cucharón: Este tipo de draga consta de un casco que soporta el mecanismo de excavación y este es análogo a las de las palas terrestres. Fundamentalmente se compone de un cucharón que va montado en el extremo de un brazo de ataque o aguilón, diseñado para poder deslizarse por el plano central de una pluma, con lo que se consigue una absoluta regulación en los movimientos del cucharón. [Fig. 5]

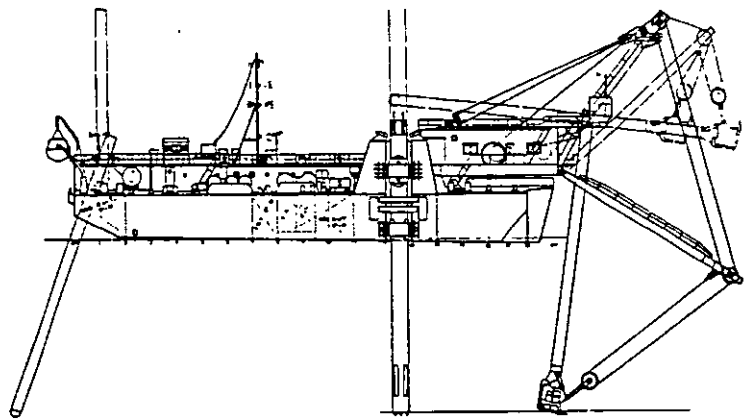


Fig. 5 Draga de Cucharón

La capacidad de una draga de cucharón depende del tamaño de este, expresado en metros, yardas o pies cúbicos y se mide al ras del borde superior, o volumen enrasado a diferencia del copeteado que se obtiene en las dragas terrestres.

Las dragas de cucharón van provistas de dos zancos a proa que sujetan el casco a fin de formar una plataforma estable de trabajo y otro a popa que sirve de punto de giro para mantener la draga en posición adecuada para el dragado.

Para efectuar el dragado, se introduce el cucharón en el material del fondo y se le fuerza a través de la flecha, al mismo tiempo se aplica la tensión del cable que va al malacate y que jala el cucharón hacia arriba del corte.

Una vez que se encuentra a suficiente altura sobre el nivel del agua es vaciado en chalanes-tolva, o depositado en la orilla.

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

- 1.- De la calidad del material
- 2.- De la profundidad total del dragado
- 3.- Del ángulo de oscilación
- 4.- De la habilidad del operador.

4.3.2 Dragas Hidráulicas de Succión

Este grupo es el de las dragas de desarrollo tecnológico más avanzado, son actualmente las más numerosas, son también las más versátiles.

La idea central de su diseño es la utilización de una bomba, la bomba dragadora, que recoge, succionándolos, los materiales del fondo o del frente de ataque y en la misma operación los impulsa al sitio donde deben depositarse.

El transporte del material así obtenido, se hace a través de una tubería mezclado con agua, es decir, la bomba maneja una mezcla de agua y sólidos.

La bomba dragadora y todos los componentes y sistemas deben montarse en una unidad flotante, lo que permite la movilidad del equipo con sencillez, tanto para trasladarla de una obra a otra, como para posicionar el equipo y completar el dragado del área en que esté trabajando.

La mayor eficiencia en la operación de las dragas de succión se logra cuando el contenido de sólidos de la mezcla que se bombea es el máximo posible. El operador se sirve de un vacuómetro que le indica la proporción de sólidos en la mezcla; si no hay suficiente agua para mantener los sólidos en movimiento la tubería se tapaná y el vacuómetro indicará entonces un vacío muy alto; si por el contrario se está bombeando una mezcla muy pobre, o sólo agua, el vacío será cero. En general se bombean mezclas de entre 5 y 15 % de sólidos dependiendo, naturalmente, de la calidad de los materiales dragados y de la distancia de tiro.

Hay dos modalidades básicas de las dragas de succión, respondiendo cada una a las exigencias particulares de los diversos trabajos de dragado: la draga estacionaria o de corte y la draga autopropulsada o de tolva.

Hay algunas dragas que tienen ambos sistemas, las dragas mixtas, equipadas con cortador, tienen tolva, zancos y propulsión propia.

Las características de cada uno de los tipos básicos pueden describirse en forma resumida como sigue:

Dragas estacionarias: Requieren para desplazarse de un sitio a otro, de un remolcador, carecen de propulsión generalmente. Para avanzar en el frente de ataque se valen de un par de zancos colocados a popa, uno de los cuales le servirá también como eje para el movimiento circular o abaniquo según el cual realiza el ataque; para lograr ese movimiento circular alrededor del zanco de trabajo se vale de dos cables anclados a tierra que se cobran alternadamente por medio de winches instalados a bordo.

La succión se realiza a través de un tubo cuyo extremo recoge el material a dragar, este tubo va sostenido por una estructura; la escala; esta tiene movimiento vertical según un eje colocado a bordo y es izada o abatida por un cable accionado por un winche y con el apoyo de una cabria.

Casi todas estas dragas tienen en el extremo de la escala y adelante de la boca del tubo de succión, una herramienta de ataque, el cortador giratorio, cuya flecha esta accionada por el motor cortador. El cortador tendrá diferentes diseños acordes con los tipos de suelos que deban atacarse y con la forma de ataque que deberá seguirse; en general, empleará cuchillas para los materiales blandos y dientes para los materiales compactos y los materiales duros; ambos, las cuchillas y los dientes, están dispuestos siguiendo formas helicoidales.

Los tamaños de estas dragas se identifican usualmente por el diámetro de la tubería de succión o el de la tubería de descarga, ambos frecuentemente iguales. Las hay desde diámetros muy pequeños de 10 cm. (4") usadas en pequeños canales, arroyos o lagunas, hasta dragas de gran diámetro

del orden de 110 cm. (44"), diseñadas para materiales difíciles.

Otra característica que califica a estas dragas es la potencia del cortador; en las más pequeñas se encuentran potencias del orden de 50 H.P. mientras que en las mayores, las especialmente diseñadas para trabajos en materiales muy difíciles, tienen potencias del orden de 5 000 a 6 000 H.P.

Muchos de los sistemas que componen las dragas se accionan con motores hidráulicos. Es muy frecuente que los cortadores se accionen con este tipo de motores, diseñados además para trabajar bajo el agua y de esa manera reducir al máximo la longitud de la flecha.

La unidad flotante de la draga es posible formarla, cuando se trata de dragas pequeñas, hasta 35 cm., (14" de diámetro), con secciones transportables por tierra que se unen entre sí. El elemento flotante de las dragas mayores, que en algunos casos suelen tener propulsión propia, son chalanes modificados que sólo pueden ser transportados por agua.

El conjunto escala-cortador, hace de la draga estacionaria una herramienta muy adecuada para dragados de construcción, en la excavación de canales y dársenas; son especialmente eficaces para estos trabajos y también cada vez es más usada en trabajos de minería y de producción de agregados pétreos. En menor grado se les utiliza en dragados de conservación, en los que frecuentemente pueden prescindir del cortador, en cambio sirven muy bien para retirar azolves en lugares de acceso difícil; en general, puede decirse que el 85 % de sus usos están relacionados con los dragados de construcción y el resto para dragados de conservación.(figs. 6 y 7).

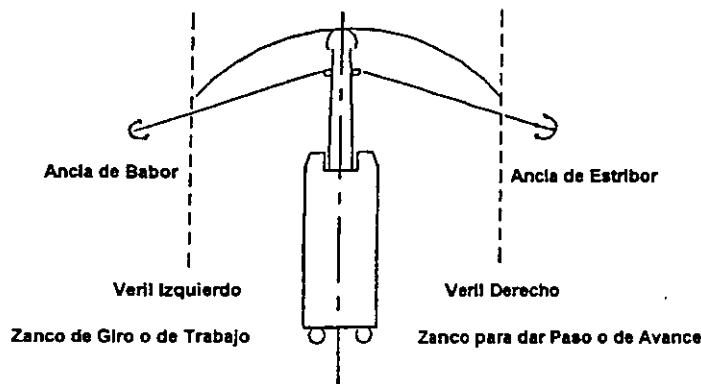


Fig. 6 Colocación de las anclas de los traveses al comenzar la operación de la draga.

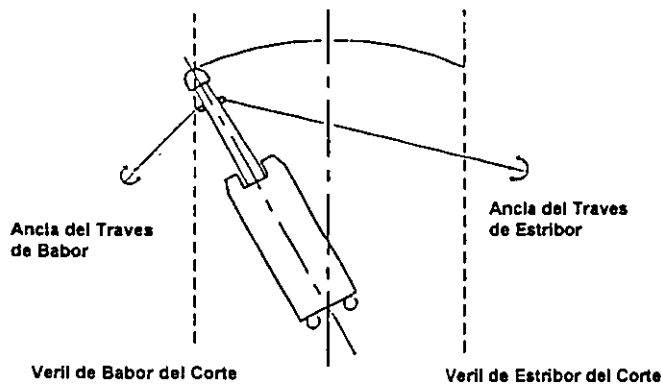


Fig. 7 Al quedar a popa las anclas de los traveses, deben enmendarse para evitar que la draga se retire del corte o se tuerzan los zancos.

La conducción y depósito del material dragado por medio de la tubería de descarga es un elemento muy valioso para su aprovechamiento si son suelos de buena calidad o bien para su depósito o en sitios controlados cuando se trata de materiales contaminantes. Como estos últimos son una proporción muy pequeña de los totales dragados en el

109

mundo y se localizan principalmente en los países muy industrializados, se señala solamente la necesidad de diseñar cuidadosamente su manejo en los sitios de tiro si éstos han de ser en tierra firme, para evitar los daños consecuentes.

Como ya se dijo, la gran mayoría de los suelos dragados son utilizables en tierra para crear áreas para diversos usos. Los suelos de muy baja calidad para propósitos de edificación, son casi siempre ideales para la creación de áreas verdes, suelos agrícolas o mejoramientos ecológicos.

Con los suelos de buena calidad, es posible crear por ejemplo patios para el manejo de carga en las terminales portuarias, zonas para la implantación de industrias y la creación y reconstrucción de playas.

Dependiendo del tipo de material, de la potencia de la bomba dragadora y del diámetro de la tubería de descarga, el rango de la longitud de tiro es muy amplio desde distancias del orden de 200 m. para las dragas de 10 cm. (4") hasta distancias del orden de 8 a 10 Km. con las dragas más grandes actualmente en uso; una draga de 75 cm. (30") en la descarga con una bomba dragadora de 1 470 H.P., manejando un suelo compuesto de arena, grava y partículas rocosas de hasta 20 cm. puede alcanzar 1 200 m. de longitud.

El manejo del sitio de tiro, particularmente cuando se trata de rellenar zonas bajas, es importante para obtener todas las ventajas que brinda la conducción del producto de dragado por tubería; planeando adecuadamente los puntos de descarga, debe buscarse la forma de equilibrar los costos de los movimientos de tubería y los que significa extender el material a la cota de proyecto con equipo terrestre.

Para la operación eficiente de estas dragas, uno de los aspectos más importantes es contar con una existencia suficiente de las partes sujetas a desgaste por las propias condiciones del trabajo, que suelen ser muy severas o por el efecto de dragar suelos muy abrasivos ya que producen desgastes excesivos en el cortador, la tubería de succión, la carcaza y el impelente de la bomba dragadora y finalmente la tubería de descarga, por nombrar los principales.

En casos extremos es necesario tener en el sitio de la obra, suficientes repuestos para bajar al mínimo los tiempos de paro que pueden constituir al final un cargo de mucho peso en el costo unitario.

En los suelos suaves como puede ser la turba, las arcillas, en general; suelos no compactos que no tienen un efecto abrasivo importante sobre las superficies de contacto durante la excavación, la succión y el transporte, esa necesidad se reduce en forma muy sustancial y por tanto no tiene un peso de consideración en el costo unitario final.(fig.8)

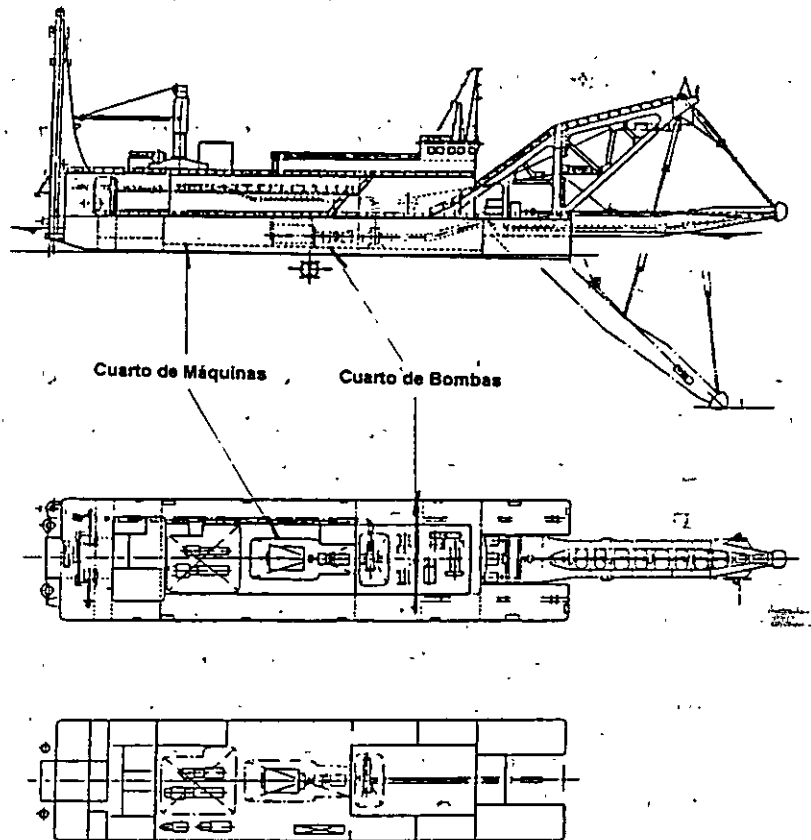


Fig. 8 Draga Hidráulica Estacionaria.

Dragas autopropulsadas: El propósito principal de su diseño es la realización de dragados de conservación, son muy eficientes para recolectar los azolves depositados en el fondo, pueden sin embargo ejecutar algunos trabajos de profundización y de ampliación de canales y dársenas siempre que se trate de materiales sueltos o muy poco cementados.

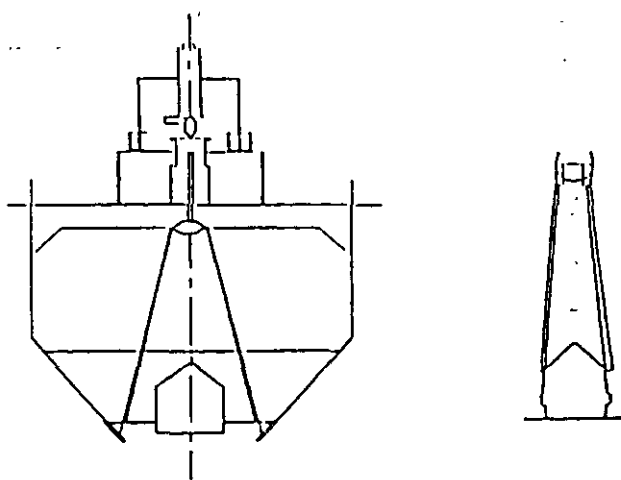
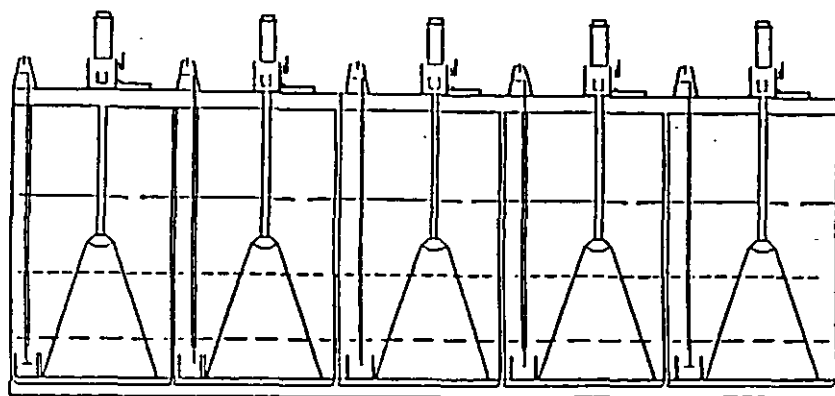


Fig. 10 Corte Longitudinal y Transversal de la Tolva de una Draga Autopropulsada.

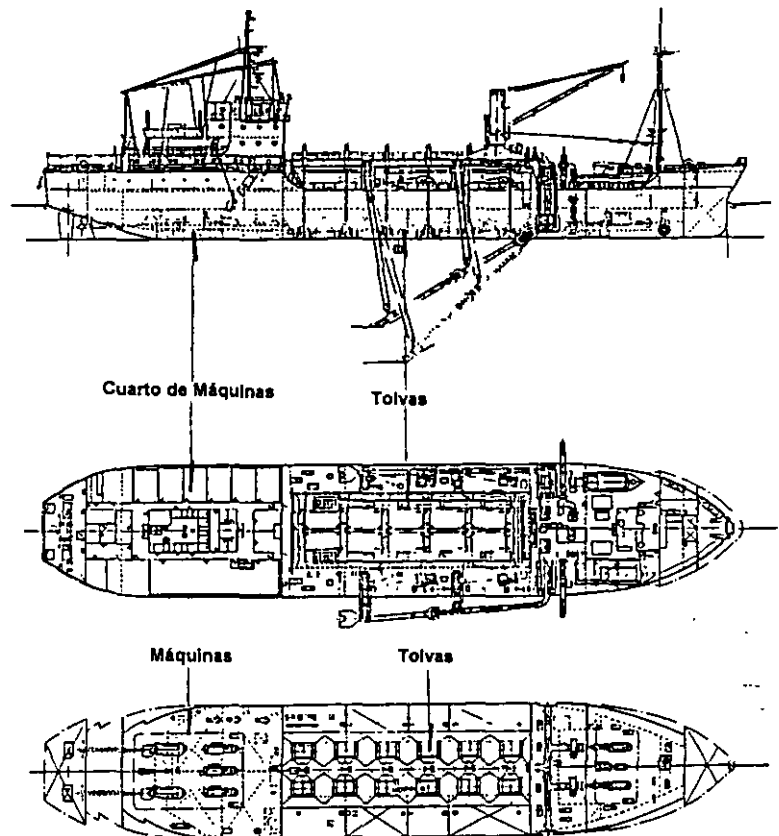


Fig. 11 Draga Hidráulica Autopropulsada

La operación eficiente de estas dragas depende de varios factores, pero es esencial la determinación del ciclo de dragado (llenado-navegación de ida-vaciado y navegación de regreso) más económico y dentro de ello, la determinación del tiempo de llenado más eficiente, lo que a su vez determina el volumen límite que puede depositarse

en la tolva, antes de que la proporción de sólidos succionados que se decanta sea insignificante. Esto se puede determinar fácilmente en la gráfica de llenado (volumen de sólidos depositados vs. tiempos).

El plan de dragado, se hace procurando la mayor longitud posible del desplazamiento durante el llenado de la tolva, procurando también el menor tiempo de maniobras para regresar y continuar el llenado. Entre dos franjas continuas de ataque, debe considerarse un traslape suficiente para evitar que queden protuberancias.

Es imprescindible en los dragados de conservación, contar con medios que aseguren el posicionamiento correcto de la draga en las zonas de trabajo particularmente cuando éstas son de grandes dimensiones, por ejemplo canales o lugares fuera de la costa, de otra forma se corre el riesgo de dragar volúmenes fuera de las áreas contratadas, que no son cobrables.

Existen en el mercado numerosos equipos de radioposicionamiento por medio de antenas terrestres y por satélite, en los que su precisión va de 5 a 10 m.. Si se pretende realizar trabajos sin los tipos de ayudas citados es necesario contar siempre con balizamientos visibles en el día y luminosos por la noche.

Es importante determinar mediante pruebas en el sitio y con la propia draga, la altura a la que debe llevarse la rastra, sobre todo en los fondos con suelos ligeros, para evitar sobredragados superiores a los límites de proyecto y/o contrato. Debe tenerse en cuenta que la succión, mientras más potente sea la bomba, tiene mayor radio de influencia hacia abajo y a los lados.

La velocidad de desplazamiento en el recorrido de succión,

debe también ajustarse para participar positivamente junto con las revoluciones de la bomba y el posicionamiento de la rastra, para conseguir la mezcla sólidos-agua más eficiente.

4.4 CLASIFICACION DE SUELOS

Es definitivo, para la obtención del rendimiento de un dragado, conocer las características del suelo que se va extraer, ya que debido a la enorme variedad de su naturaleza, cada uno demanda diferentes condiciones de ataque.

El primer criterio es el conocimiento del diámetro de las partículas, ya que esto es básico para distinguir entre arcillas, sedimentos (limos), arenas, gravas y boleos.

Una base para la identificación de suelos en dragado, fue propuesta por PIANC (Permanent International Association of Navigation Congresses) en su publicación de 1972 denominada Report of the International Commission for Classification of Soils to be Dredged.

Dentro de los materiales cohesivos tenemos arcillas, limos y materia orgánica, siendo sus principales propiedades las siguientes:

La distribución del tamaño de los granos, siendo los mayores de 0.06 mm., lo que tendrá influencia en el desgaste de la cabeza del cortador.

Su resistencia al esfuerzo cortante es el principal factor para determinar la fuerza requerida en el cortador.

Su peso volumétrico es factor determinante para calcular su capacidad de transporte tanto vertical como horizontal.

En los materiales cohesivos debemos obtener los valores del contenido de humedad de Atterberg, ya que en función del mismo, se determinará el comportamiento del suelo durante el ciclo de dragado.

El porcentaje de materia orgánica tiene influencia sobre el peso volumétrico, causando también gasificación, lo que nos ocasionará problemas de vacíos durante el ciclo de dragado.

La consistencia da una medida de la compactación del suelo, y consecuentemente de la fuerza requerida en el cortador.

Los suelos fuertemente cohesivos, pueden llegar a necesitar ser barrenados y volados antes de su excavación (Ejem, Tepetates).

Los materiales no cohesivos son arenas, gravas, boleos o una mezcla de éstos, siendo sus principales propiedades las siguientes : (tabla 1) .

El tamaño de los granos es importante para determinar la velocidad crítica mínima, de tal forma que estos permanezcan en suspensión. En un relleno es determinante conocer para el material que se deposita, qué talud formará, así como las características físicas de sus componentes y la calidad del mismo relleno.

En el caso del transporte en la tolva de una draga autopropulsada, el tamaño del grano será decisivo para el tiempo de decantación y por lo tanto del ciclo de dragado.

Cuando los granos de arena son mayores de 0.3 mm. éstos causarán mayor desgaste en la parte inferior de la tubería de descarga de una draga.

La mayor o menor compactación de arena, grava y algunas arcillas, será determinante en la fuerza que debe ejercer el cortador, así como en el consumo de energía del mismo.

El desgaste en la tubería y bomba dragadora, dependerán también de la forma redondeada o angular de los granos de arena, siendo mayor con estos últimos.

La permeabilidad es una propiedad determinante, ya que durante el proceso de corte, el volumen del suelo se incrementa debido a que cambia la densidad al pasar de un material con menor porcentaje de vacíos, a uno con mayor porcentaje. Durante este proceso se crea un vacío entre los poros del material y el agua, debiendo los mismos poros nivelar esta diferencia de presión, lo que ocasiona que la fuerza en el cortador se incremente considerablemente.

Cuando tenemos un suelo cementado, debe clasificarse dentro de los materiales cohesivos ya que durante el proceso de corte, las fuerzas que se originan son mayores a las que se tendrían en una arena normal.

Si se tiene una pequeña porción de arcilla en la arena, esta originará que el material sea menos permeable y adopte un talud más pronunciado, además tendrá una influencia positiva en la tubería por un menor desgaste.

El peso específico de los componentes del suelo influye determinantemente en la resistencia al corte y en el cambio de la velocidad crítica en la tubería. En la tabla 1 se presentan las bases generales de identificación y clasificación de suelos, para efectos de dragado.

La densidad de sólidos es la relación entre el peso

volumétrico de un material y el del agua, por lo tanto carece de unidades.

Por otro lado el peso volumétrico depende del peso específico de los componentes (partículas de suelo, agua, cantidad de vacíos, etc.)

El peso volumétrico puede ser medido en diferentes estados dentro del proceso de dragado.

La densidad en sitio se obtiene midiendo el peso volumétrico en el terreno, antes de dragar.

La densidad en la tolva, se obtiene midiendo el peso volumétrico a bordo del equipo utilizado para ir a tirarlo.

La densidad en el sitio de depósito, se obtiene midiendo el peso volumétrico al final del ciclo de dragado, una vez depositado el material o algún tiempo después en que se ha consolidado el mismo.

Las tres medidas anteriores nos darán diferentes valores para el porcentaje de vacíos, como podemos observar en la tabla 2.

T A B L A 2
CAMBIO EN VOLUMEN Y DENSIDAD DURANTE EL DRAGADO Y RELLENO,
EN UN MATERIAL CON UN CONTENIDO CONSTANTE DE SÓLIDOS

Situación del Material	% de Vacíos	Cambio en volúmenes con un contenido constante de sólidos (m ³ / m ³)	Densidad de la Mezcla
Material en sitio	45	1.00	1.88
Material después de un dragado mecánico (transporte)	55	1.22	1.72
Material una vez depositado	45	1.00	1.88
Material parcialmente consolidado	40	0.92	1.96

4.5 LA GEOTECNIA EN LAS OBRAS DE DRAGADO

4.5.1 Introducción

Los estudios geotécnicos realizados con fines de dragado difieren con respecto a los destinados a las cimentaciones de estructuras, tanto en su ejecución como en su destino. Se comentan las etapas que constituyen un estudio para dragado, y se describen los equipos y métodos de exploración y muestreo más empleados. También se mencionan las propiedades índice, mecánicas o químicas que se deben determinar en el laboratorio, señalando su importancia en relación al dragado y su destino en las distintas fases de este. Así mismo se comenta sobre el equipo de dragado y sobre el contenido del reporte técnico que debe entregarse a los dragadores.

La expansión de la infraestructura portuaria de México implica la necesidad de efectuar importantes obras de dragado, tanto para su construcción como para su mantenimiento. La extensión y el costo de las primeras, así

como la inexistencia de un criterio bien definido para la realización de los estudios geotécnicos previos, hace necesario establecer cuáles son los procedimientos de exploración y muestreo más adecuados, y cuáles son las propiedades del subsuelo que deben determinarse. Esto es importante porque la información geotécnica para dragado difiere de la empleada regularmente, además de que la falta la información adecuada tiene un peso considerable sobre el costo total de este tipo de obras.

Los objetivos por alcanzar en estudios de este tipo son fundamentalmente dos:

- Identificar los materiales por dragar, y definir sus extensiones y volúmenes.
- Proporcionar la información del subsuelo destinada a resolver correctamente los problemas técnicos correspondientes a las tres fases principales del dragado. Estas son:

- a) Disgregar y remover el material.
- b) Transportar este hasta los puntos de tiro.
- c) Colocar y tratarlo con fines constructivos.

Por otra parte, debido a la estrecha liga existente entre la naturaleza del subsuelo y el equipo de dragado por emplear, el ingeniero geotécnico encargado de un estudio destinado a estas obras debe conocer los diversos tipos de dragas, además de sus diversas finalidades en el dragado de construcción.

El programa de exploración y muestreo derivado de la planeación debe contemplar dos etapas de trabajo, de

manera que la información obtenida en la primera, defina el modo de ejecución de la segunda; esto redundará en un estudio económico y preciso. En el caso de estudios poco extensos o localizados en un sitio de acceso difícil, las dos etapas pueden fundirse en una sola.

4.5.2 Exploración con muestreo

Los procedimientos de exploración con muestreo más comunes en las exploraciones destinadas al dragado se describen someramente a continuación, principiando por los más sencillos y menos efectivos.

El método más simple corresponde a los sondeos de lavado con chiflón, utilizados para definir espesores de estratos cohesivos blandos o de suelos arenosos poco compactos, que sobreyacen capas duras o muy compactas. Estos se efectúan inyectando agua, a través de una tubería metálica de 2½" de diámetro, con chiflón de 1½" que desliza dentro de un ademe. El material disgregado sube entre el ademe y el tubo hasta la embarcación, donde se deposita en un tanque de sedimentación. Este método sólo proporciona ideas muy generales de la resistencia y del tipo de suelo.

4.5.3 Prueba de penetración estándar

La prueba de penetración estándar, consiste en ver el número de golpes que se necesita dar a un cilindro hueco metálico de pared gruesa de 2 pulgadas de diámetro exterior, con un peso de 64 kg. y una caída libre de 75 cm., para que se introduzca 30 cm. en el terreno natural, permitiéndonos además obtener muestras de material alterado a diferentes profundidades.

Un perfil de un pozo, nos permitirá ver los diferentes estratos del subsuelo, los valores a diferentes profundidades para la penetración estándar y un perfil geológico del suelo que se obtiene uniendo varios pozos.

Una escala muy representativa es la que a continuación se indica en la tabla número 3.

T A B L A 3

COMPARATIVO ENTRE LAS CARACTERISTICAS DE UN MATERIAL Y SU RESISTENCIA AL CORTE PARA LOS EFECTOS DE DRAGADO

Características del Material	Penetración Estándar No. de Golpes / 30 cm
Muy suelto	0 - 4
Suelto	4 - 10
Medio compacto	10 - 30
Compacto	30 - 50
Muy compacto	Arriba de 50

Los valores anteriores son aplicables a todo tipo de material ya sea cohesivo o no cohesivo, exceptuando boleas gruesos o roca.

En la tabla 4 veremos las principales pruebas en el sitio y en el laboratorio, aplicadas en dragado.

TABLA 4
DIVERSAS PRUEBAS EFECTUADAS EN EL SITIO Y EN EL LABORATORIO
CON APLICACION A DRAGADO

PROPIEDADES O CARACTERISTICAS DEL SUELO	PRUEBA EN EL SITIO	PRUEBA DE LABORATORIO DE CAMPO O CENTRAL
Análisis del tamaño de la partícula.	N.A.	Tamizado sobre suelos granulares, sedimentación de suelos cohesivos Correlación en mezclas de suelos como arcillas arenosas. Evaluación rústica por comparación, con microscopio o contador de rejilla.
Agudeza de la partícula.	N.A.	Comparación con muestras normales y fotográficas
Peso volumétrico en el sitio	N.A. exceptuando medición en cantos rodados	La unidad del suelo como se encontró en el sitio, o sea la relación entre el peso total y el volumen total del suelo
Gravedad específica de partículas sólidas.	N.A.	Es la proporción entre la unidad de peso de las partículas sólidas y la unidad de peso del agua.
Compactación en el sitio	Prueba de penetración estándar, penetrómetro holandes u otros basados en pruebas estándar	N.A.
Contenido de la mezcla.	Método de medición radioactivo	Determinación del contenido de sólidos de la mezcla
Plasticidad	N.A.	Determinación de límites líquido y plástico
Resistencia al corte	Penetrómetro manual, prueba de paleta, otros penetrómetros	Prueba de compresión en muestras no confinadas o prueba de compresión triaxial
Contenido de cal.	N.A.	Aplicación de ácido hipoclorhídrico para indicar efervescencia.
Contenido orgánico.	N.A.	Determinación del contenido orgánico

Estos reportes fueron preparados por INTERNATIONAL SOCIETY OF SOIL MECHANICS AND FOUNDATION ENGINEERING (I.S.S.M.F.E.) y por INTERNATIONAL ASSOCIATION OF DREDGING COMPANIES (I.A.D.C.) e impresos por P.I.A.N.A.C. en el boletín No. 11, vol. 1 del año de 1972, habiendo sido revisados en 1981.

4.5.4 Exploración indirecta

La exploración indirecta en los estudios para dragado se apoya principalmente en su gran resolución siendo de dos tipos, los de generación de ondas acústicas mediante equipo móvil y los de tipo Cross Hole.

El primer procedimiento se emplea para obtener un cuadro general de la estratigrafía, mediante la generación de ondas acústicas, con frecuencias de 3.5 a 7 Khz., capaces de proporcionar resoluciones de 0.5 a 20 cm. y penetraciones en el suelo de 15 a 60 m. La interpretación de los registros proporciona información sobre los espesores de suelos, la profundidad de la roca y los afloramientos de esta, necesarios para elaborar un plano de isopacas 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 cortante de los diferentes suelos o rocas, y calcular su rigidez dinámica y sus espesores aproximados.

La factibilidad de disgregar rocas, y el procedimiento para hacerlo, puede definirse a partir de las velocidades de propagación usando las correlaciones propuestas por Meyer y Lessa (1978).

La tabla 5 nos presenta los procedimientos de exploración y muestreo para diferentes tipos de materiales.

TABLA 6

PROCEDIMIENTOS DE EXPLORACIÓN Y MUESTREO EN ESTUDIOS PARA DRAGADO

MATERIALES METODO	S U E L O S					R O C A S	
	Arcillas	Limos	Arenas	Gravas	Cantos y/o boleos	Suaves	Duras
Sondeos de lavado	Chifón						
	Buril						
	Broca tricónica						
Muestreo por gravedad			Muestreador delgado 38 mm < diam < 152 mm				
			Muestreador grueso diam > 152 mm				
Muestreo por vanillaje	Tubo shelly						
	Tubo shelly afilado						
	Pistón muestreador						
	Penetrómetro estándar						
	Barril Denisson						
					Barril muestreador con tubo interior partido		
Muestreo sin vanillaje	Vivromuestreador						
	Muestreador DOSP						
	Automuestreador manno MAS - 78						
Exploración y pruebas con vanillaje	Cono dinámico						
	Cono estático						
	Veleta						
Exploración y pruebas sin vanillaje	Cono estático Geodol o SEACAF						
	Veleta de cable o veleta "Halibut"						
	Prueba de bombeo						
Exploración indirecta	Perfilador de reflexión sísmica continua						
	Prospección sísmica						

4.6 PRUEBAS DE LABORATORIO

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 el destino del relleno.

La tabla 6 indica que parámetros son indispensables y cuales son complementarios para las tres fases principales del dragado, en base a la clasificación general del material.

Los fines de estas pruebas se comentan a continuación indicando la forma de realizarlas cuando el procedimiento difiere respecto a lo usual, o cuando la prueba sea poco

común, respetando los tres grupos mencionados en la tabla 6.

TABLA 6

PROPIEDADES DETERMINADAS EN EL LABORATORIO CON FINES DE DRAGADO

BASE DEL PROCESO	SUELOS NO COHESIVOS	SUELOS COHESIVOS	ROCAS
Disgregación y remoción del material	* Compacidad relativa * Granulometría * Permeabilidad Densidad de sólidos. Contenido de agua. Contenido de carbonato de calcio Contenido de materia orgánica. Forma de los granos.	* Cohesión. * Peso volumétrico saturado * Límites de consistencia y contenido de agua. * Viscosidad de la suspensión agua-suelo. * Adhesión.	* Origen geológico y estructura mineral. * Resistencia a la compresión. * Resistencia a la tensión * Peso volumétrico Grado de alteración. Dureza. Tenacidad.
Transporte del material	* Peso volumétrico. * Granulometría Forma y dureza de los granos Contenido de carbonato de calcio. Contenido de materia orgánica	* Peso volumétrico * Viscosidad de la suspensión agua-suelo Contenido de carbonato de calcio Contenido de materia orgánica Límites de consistencia	* Peso volumétrico
Depósito y tratamiento del material	Peso volumétrico. * Granulometría * Forma de los granos Contenido de carbonato de calcio Contenido de materia orgánica	* Límites de consistencia * Contenido de materia orgánica Peso volumétrico seco máximo	* Peso volumétrico

* Pruebas imprescindibles para la determinación de las características del material.

4.6.1 Pruebas en suelos no cohesivos

Compacidad relativa.- Esta información es indispensable para seleccionar la herramienta apropiada para disgregar el suelo, ya que esta puede variar desde un tubo de succión, hasta el empleo de cortadores con dientes de ratón que desprendan el suelo en capas delgadas y con un gran consumo de energía.

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, una fracción de arcilla contribuirá a disminuir su desgaste, incrementando la viscosidad del fluido y reduciendo su resistencia al bombeo.

d) El tiempo de carga y descarga cuando el material se transporta en tolva o barcaza, esta 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 este 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 crea 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. Así mismo influye sobre el desgaste del equipo cortador o de los cucharones y almejas.

Forma y dureza de los granos.- Estas son importantes porque tienen gran influencia en el desgaste de la tubería de transporte y en 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 Mohr.

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 estacionarias afecta el transporte del suelo, produciendo gases que ocasionan problemas de vacíos dentro de las tuberías.

Así mismo, ocasiona problemas de compresibilidad y capacidad de carga en los rellenos formados con el material dragado.

4.6.2 Pruebas en 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:

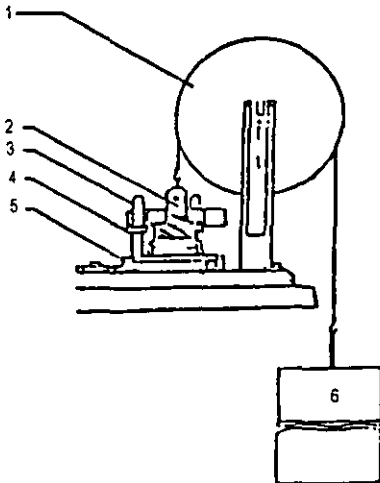
- a) La posibilidad de obstrucción del cortador o de la cabeza del tubo de succión;
- b) La formación de terrones arcillosos durante la disgregación y el transporte hidráulico;
- c) El grado de dificultad para vaciar los cucharones, botes o almejas de dragado;
- d) Las pérdidas de materiales durante el proceso de carga en la barcaza o tolva;
- e) La calidad del relleno formado con el producto 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. Los valores de la resistencia obtenidos así deben emplearse con precaución porque generalmente son un poco menores a los reales, y quedan al lado opuesto del conservador para el dragado.

Adhesión.- Este parámetro también está ligado con el grado de dificultad para vaciar los cucharones de los cortadores. Su determinación puede hacerse por medio del aparato propuesto por Sakharov con tal fin (fig.12). Este consta de

las siguientes partes principales:

1) polea , 2) cabeza móvil con dado circular , 3) guía , 4) anillo confinante , 5) base y dado interior , 6) contrapeso.



CLASIFICACION DE LOS SUELOS SEGUN SU ADHESION

Clasificación	Esfuerzo de adhesión (kg/cm ²)
Poco adhesivo	0 - 10
Moderadamente adhesivo	0.10 - 0.25
Adhesividad importante	0.25 - 0.40
Adhesividad muy importante	0.40

Fig. 12 Aparato para determinar la adhesión del suelo (Sakharov)

De acuerdo con el mismo autor la prueba de adhesión se efectúa en muestras inalteradas de 10 cm². de área y 1cm. de espesor, montadas en un anillo semejantes a los empleados en pruebas de consolidación. Este anillo y el dado inferior permiten que la muestra sobresalga 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 lenta 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 varíe del 5 al 25%. Deben determinarse los valores

correspondientes a diferentes porcentajes de sólidos para definir una curva viscosidad - porcentaje de sólidos en solución.

4.7 APLICACIÓN DE LA INFORMACION EN EL DRAGADO

La información obtenida durante los trabajos de campo y laboratorio debe permitir tanto la elección de las herramientas de corte o disgregación, como las del equipo de remoción y transporte. Adicionalmente, debe definirse si el producto del dragado es apropiado para formar un relleno.

4.7.1 Aprovechamiento del material dragado

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

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

En general los materiales granulares son adecuados para la construcción de rellenos, llevando un control eficiente de la compacidad relativa, principalmente si se contemplan

construcciones sobre el área. Por otro lado, los suelos granulares, generalmente limpios de finos durante la extracción por succión, pueden ser empleados como agregados pétreos una vez verificada su granulometría y sometidos a un proceso de lavado.

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

4.7.2 Elaboración del Reporte Técnico

Aunque la elaboración del reporte técnico es una de las partes más importantes de la ejecución de un estudio de mecánica de suelos, frecuentemente es la parte a la que se le dedica menos atención y tiempo. Esto ocasiona algunas veces que la información resulte difícil de entender e insuficiente.

El contenido técnico del reporte debe concentrarse en dos puntos fundamentales:

- 1) Definir la calidad y distribución de los diferentes tipos de suelos y rocas en el área por dragar.
- 2) Definir completamente las propiedades que afectan la eficiencia del dragado.

4.8 APLICACIÓN DE LA GEOFÍSICA EN EL DRAGADO

Como complemento de los estudios geotécnicos, tenemos los estudios geofísicos, en su modalidad de Ingeniería Submarina. Este procedimiento nos permitirá obtener información en tirantes de agua de hasta 200 m. y espesores de la capa sólida de hasta 800 m. bajo el fondo del mar.

Para ello se requieren equipos de gran resolución acústica que difieren de los equipos de exploración marina convencional.

El objetivo de los estudios geofísicos, es el conocimiento del subsuelo marino en grandes extensiones, donde no es operante realizar sondeos puntuales.

El conocimiento completo del suelo y subsuelo marinos requiere del uso conjunto de tres tipos de equipos; los destinados a investigar el tirante de agua, los del fondo marino y los que exploran el subsuelo del mismo. Todos los equipos son empleados simultáneamente a bordo de una embarcación especialmente equipada, la cual, de acuerdo a un recorrido programado en la zona por estudiarse, permite llevar a cabo el levantamiento geofísico marino. Posteriormente y mediante el auxilio de computadoras se lleva a cabo el procesamiento de la información para que la interpretación geológica y geofísica pueda plasmarse en planos y perfiles descriptivos del área que se estudia.

Los equipos empleados para explorar el fondo marino están constituidos por ecosondas y sonares de barrido lateral, los cuales permiten obtener la magnitud del tirante de agua y la topografía del fondo marino. El funcionamiento de estos equipos es similar y se basa en el principio de la emisión de pulsos acústicos de alta frecuencia que al chocar con cualquier objeto o superficie se reflejan en forma de eco para ser recibidos por el transductor que los emitió; si se mide electrónicamente el tiempo entre la emisión y recepción y se supone constante su velocidad en el agua, se está en condiciones de conocer el tirante de agua. Las frecuencias normales de operación de la ecosonda y el sonar lateral son de 200 y 100 KHz., respectivamente.

La diferencia básica entre la ecosonda y el sonar de barrido lateral es que el pulso acústico de la ecosonda está dirigido verticalmente hacia abajo y permite obtener sólo el perfil batimétrico del fondo, mientras que el sonar emite los pulsos a ambos lados del transductor con un grado de inclinación vertical prefijado, lo cual permite obtener una fotografía acústica del fondo hasta varios centenares de metros a babor y estribor.

Los dispositivos para investigar el subsuelo marino funcionan en forma similar a la descrita, para el sonar de barrido lateral variando solamente las frecuencias de emisión, ya que mientras aquellas son altas, éstas son relativamente bajas y de mayor potencia. Las componentes de estos dispositivos: fuente de emisión de señal, unidad receptora de señal y unidad de grabación, son similares en todos ellos.

Los equipos destinados a proporcionar información del subsuelo marino pueden clasificarse a su vez en perfiladores someros y profundos, los cuales basan su operación en los principios sísmicos de reflexión marina (figs. 13 y 14).

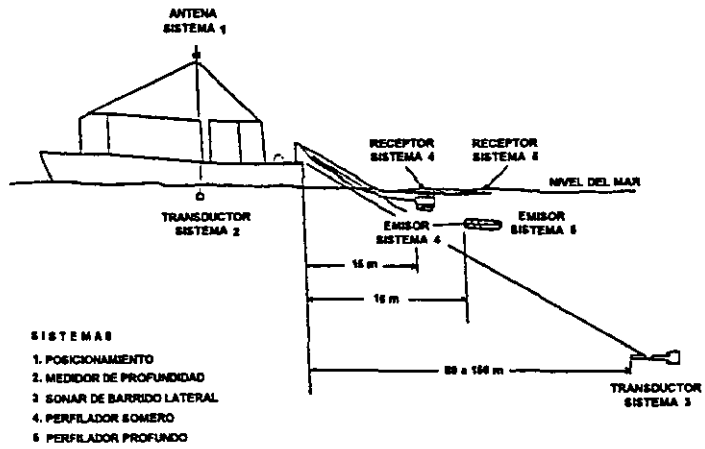


Fig. 13

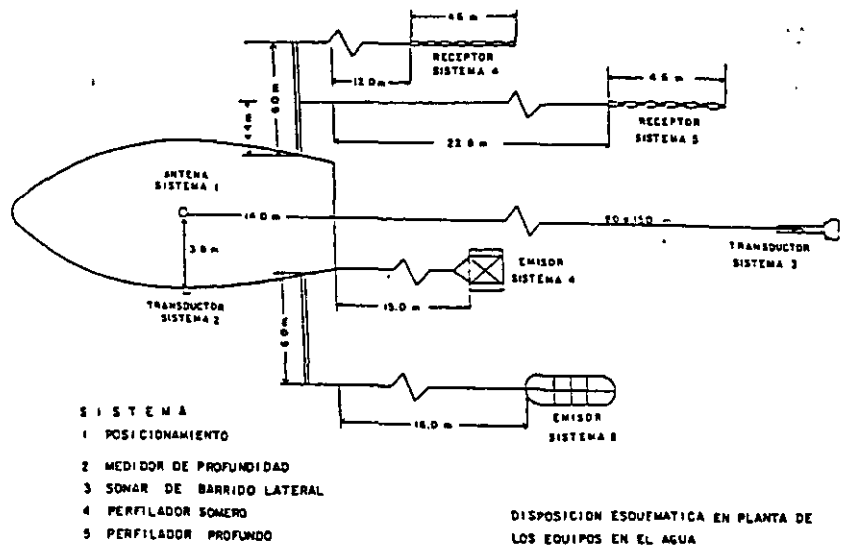


Fig. 14

Los perfiladores someros son equipos de mayor resolución y frecuencia en sus señales de emisión, lo que los hace lograr penetraciones relativamente pequeñas. El sistema más simple funciona con la vibración discreta de un diafragma activado electrónicamente. El rango de frecuencia de operación de los perfiladores someros se encuentra entre 400 y 4 000 Hz.

De los perfiladores profundos, los más difundidos son los que funcionan produciendo una descarga eléctrica que crea un pulso acústico en el agua salada, así como los que funcionan mediante la explosión de gases a través del uso de válvulas neumáticas. Estos operan en rangos de frecuencias variables entre 20 y 600 Hz.

Las bases teóricas de la geofísica de exploración están relacionadas intrínsecamente con la propagación y reflexión del sonido en las diferentes capas de los medios geológicos. El sonido es una vibración longitudinal de materia, o sea, una serie de compresiones y descompresiones que se expanden en todas direcciones a partir de la fuente que lo genera. La velocidad de propagación de este movimiento dependerá directamente de la rapidez con la cual pueda vibrar la materia en la que viaja el sonido, por lo que la velocidad de propagación está gobernada principalmente por el estado físico de la sustancia (sólido, líquido o gaseoso), y en menor grado, por la temperatura y presión a la que se encuentra dicho material.

El trabajo de gabinete se inicia con la obtención del plano de posicionamiento de los puntos levantados, para lo cual se procesan los datos del sistema de navegación y se obtienen así las coordenadas ortogonales de dichos puntos. Posteriormente se efectúa la lectura de los registros

analógicos de campo que proporciona cada uno de los sistemas electrónicos empleados, así como el proceso numérico de los datos digitales.

Los registros de la ecosonda proporcionan el nivel del transductor al fondo del mar, por lo que tendremos que añadir la distancia que se tiene del mismo a la superficie del agua para conocer el tirante local. Estos registros se corrigen por variación de mareas, profundidad del transductor bajo el nivel del agua y variación de oleaje durante el levantamiento; ello se lleva a cabo en forma automática en un microprocesador que configura analíticamente y gráficamente la batimetría de la zona estudiada. Los registros del sonar lateral o sonogramas proporcionan una fotografía del fondo del mar en base a reflejos laterales sobre dicho fondo o sobre los objetos o eventos que se encuentren sobre el mismo. En base a ello se sujetan a un proceso de interpretación y medición de posición de los eventos mencionados a efecto de ubicarlos en la proyección ortogonal del levantamiento. En los registros de los perfiladores se eligen los horizontes reflejados que han de ser reproducidos en planos y perfiles para después medir los tiempos de reflexión de los eventos geológicos con los cuales se calculan los espesores de formaciones en base a las leyes de velocidades de transmisión de las sondas en los estratos existentes; posteriormente se efectúan correcciones por geometría general de unidades emisoras y receptoras, separación entre unidades y por su profundidad bajo la superficie del agua.

Con los datos de sondeos geotécnicos es posible obtener el significado geológico de cada uno de los reflectores, así como sus características mecánicas.

Con los datos de la ecosonda debidamente corregidos se forma el plano batimétrico, el cual se genera interpolando las profundidades para obtener la configuración del fondo del mar. Con los datos del perfilador somero se obtiene un plano de isopacas que representa los espesores de los sedimentos no consolidados que se encuentran entre el fondo del mar y la primera capa consolidada. En el caso de los horizontes de reflexión del perfilador profundo, se elabora uno o varios planos estructurales de estos reflectores y en ellos se representan las estructuras geológicas formadas por estos horizontes con todos sus accidentes, tales como fallas, paleocanales, zonas de erosión y otros de importancia.

Otro método geofísico muy frecuentemente utilizado por su precisión y confiabilidad, es el Método Sísmico de Refracción, que puede tener la Modalidad de Arreglo Vertical.

Esta técnica consiste en poner un arreglo de geófonos en posición vertical y generar energía a base de estopines (carga explosiva plástica), a diferentes distancias, logrando con esto penetrar en los materiales del fondo marino.

Con el arreglo anterior se obtienen las velocidades de propagación de las ondas en los bloques de roca y en las arenas, además de su espesor.

La forma más rápida y económica de conocer las condiciones del fondo y subsuelo marino para fines de ingeniería es la de efectuar un levantamiento geofísico de alta resolución, el cual, complementado con datos de sondeos geotécnicos, permite alcanzar un buen grado de conocimiento del subsuelo para los objetivos del dragado.

Al efectuar un levantamiento geofísico, debe considerarse que debe realizarse una correlación con sondeos de penetración estándar (puntuales) que se localizarán en los puntos más convenientes del área a levantar, de acuerdo a los resultados que se espera obtener.

4.9 CONDICIONES QUE AFECTAN EL DRAGADO

Dentro de las principales condiciones que afectan directamente al dragado, tenemos las siguientes:

4.9.1 Vientos

Se define el viento, en general, como el movimiento de las masas de aire; sin embargo, una definición aceptada técnicamente, apoyada en la meteorología, es: corriente horizontal (o casi) de aire que circula con relativa proximidad a la superficie terrestre; una variación a esta definición está representada por los "vientos orográficos" que circulan en forma ascendente.

El viento se atribuye a las desigualdades de la densidad del aire, y a las presiones bajas y altas; el excesivo calentamiento del aire hace que éste se dilate y se anime de un movimiento ascendente dejando un lugar vacío en el lugar en donde se dilató, o centro de baja presión barométrica; este vacío se llena con aire más denso que procede de otras regiones o lugares de alta presión.

El viento es el principal generador de oleaje y su efecto sobre la costa es permanente, provocando, además, mareas de vientos y fuerzas sobre las estructuras; de ahí la importancia de su estudio desde el punto de vista de las obras marítimas y la ingeniería de costas.

A la velocidad con que sopla se le denomina intensidad y se expresa en unidades de longitud sobre las de tiempo (m/seg, Km/seg, nudos); para su medición se utiliza la escala internacional llamada de BEAUFORT (modificada) que se presenta en la tabla 7.

TABLA 7
ESCALA DE BEAUFORT

CLASIFICACION		VELOCIDAD DEL VIENTO A 10 METROS DE ALTURA (KM/H)	ALTURA PROMEDIO DE LAS OLAS EN METROS
0	Calma	0 - 1	0
1	Brisa	1 - 5	0
2	Viento suave	6 - 11	0 - 0.3
3	Viento leve	12 - 19	0.3 - 0.6
4	Viento moderado	20 - 28	0.6 - 1.2
5	Viento regular	29 - 38	1.2 - 2.4
D.T.6	Viento fuerte	39 - 49	2.4 - 4
D.T.7	Vantarrón	50 - 61	4 - 6
T.T.8	Temporal	62 - 74	4 - 6
T.T.9	Temporal fuerte	75 - 88	4 - 6
T.T.10	Temporal muy fuerte	89 - 102	6 - 9
T.T.11	Tempestad	103 - 117	9 - 14
H.12	Huracán	118	más de 15

D.T. Depresión tropical

T.T. Tormenta tropical

H. Huracán

Salvo condiciones de protección muy específicas, en la generalidad de los casos al llegar el viento al grado 5, viento regular, será necesario suspender la operación de dragado, al dificultarse permanecer en posición, y como medida de seguridad del equipo y accesorios.

4.9.2 Mareas

Cuando se trate de mareas, surgirán dos preguntas:

¿Por qué es importante tener conocimiento acerca de las mareas?

¿Qué es exactamente una marea?

Contestar la primera pregunta es muy simple. Las razones pueden ser :

- Reclamación de áreas costeras
- Cierre o apertura de bocas
- Problemas de seguridad de estructuras
- Problemas de instrusión salina
- Generación de energía
- Transporte de sedimentos
- Etc.

La segunda pregunta se contesta parcialmente observando la siguiente figura (fig. 15). Marea es la oscilación periódica del nivel del mar, producida principalmente por la atracción de los astros y la rotación de la tierra.

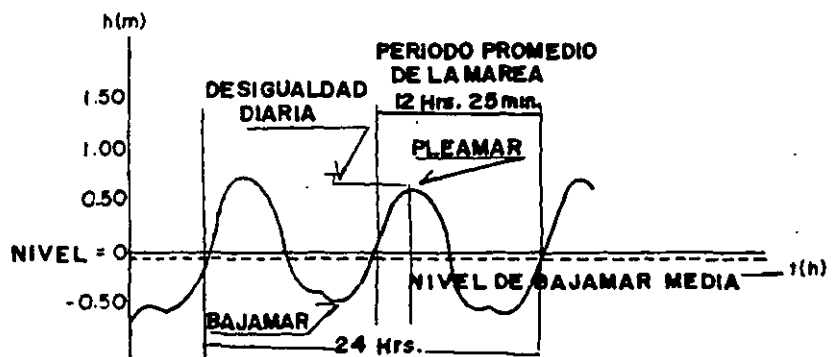


Fig. 15

La variación de las mareas, ocasionará diversas corrientes con dirección variable, que se deben tener en consideración al realizar cualquier trabajo de dragado.

El dragado deberá contar con el calendario o el cálculo detallado de la fluctuación de la marea, ya que al llegar a la profundidad que indica el proyecto, no deberá rebasar más allá de la tolerancia que se ha concedido.

Un erróneo conocimiento de la marea puede ocasionar no llegar a la profundidad de proyecto, teniendo que regresar posteriormente a redragar el área, o profundizarse más allá de la tolerancia. Este volumen no podrá ser cuantificado para efecto de cobro. Ambos aspectos encarecerán la operación.

Las profundidades en los puertos están referidas al Nivel de Bajamar Media (N.B.M) para el Golfo de México y Mar Caribe, y a Nivel de Bajamar Media Inferior (N.B.M.I) para el Océano Pacífico. Ambas se obtuvieron tomando el promedio de las medidas más bajas registradas diariamente durante un período.

4.9.3 Corrientes

En general se puede definir a las corrientes como los desplazamientos de masas de agua, determinadas por dos características: dirección y velocidad.

La dirección de una corriente es el rumbo hacia el cual se dirige; es decir, la forma de designar la dirección de una corriente es contraria a la que se utiliza en los vientos, ya que en estos se considera de donde sopla y no hacia donde sopla. La velocidad de una corriente se expresa tradicionalmente en nudos. Cuando se trata de aspectos relativos a la navegación (1 nudo = 1 milla náutica por hora = 1 853 m/h), o bien en m/seg.

Las corrientes para su estudio se pueden dividir en cuatro apartados: corrientes oceánicas, corrientes inducidas por el viento, corrientes por marea y corrientes en la costa producidas por oleaje. Aunque en relación a su ámbito

también pueden clasificarse en corrientes locales y generales, en función de su área relativa de influencia, resultando obvia su diferenciación.

En relación a la corriente, se presentarán problemas cuando la dirección de la draga y la corriente sean diferentes.

Cuando la corriente es en sentido transversal a una draga de succión con cortador, pueden existir problemas en el winche que hace abanicar la draga en el sentido contrario a dicha corriente. Para una draga grande, una velocidad de dos nudos puede ser el límite para no tener dificultades, en cambio para una draga de cangilones, esta velocidad puede subir a tres nudos.

En dragas autopropulsadas, los motores propulsores deberán tener la potencia necesaria para vencer la resistencia de la corriente.

En el caso de ríos, generalmente las corrientes fuertes son producidas por avenidas, existiendo además el peligro de los obstáculos flotantes que pueden averiar seriamente al equipo al golpearlo, llegando incluso a producir vías de agua.

En este caso la operación deberá suspenderse.

4.9.4 Oleaje

Si se para una persona en la playa y observa el mar, podrá ver que arriban a ella olas de diversos períodos y alturas; horas después, en la misma playa, el observador notará que la línea de costa ha retrocedido o avanzado, con respecto a la primera posición vista, debiéndose ello al efecto de la variación del nivel del mar inducida por las mareas, mismas que tienen un relativo largo período y no son perceptibles en pequeños lapsos de observación. Las

olas, por el contrario, no han variado prácticamente en nada y pueden distinguirse con tan sólo unos instantes de observarlas; ello es debido a que son de "corto período".

Con la finalidad de describir el oleaje, se ha idealizado la siguiente onda: (fig.16)

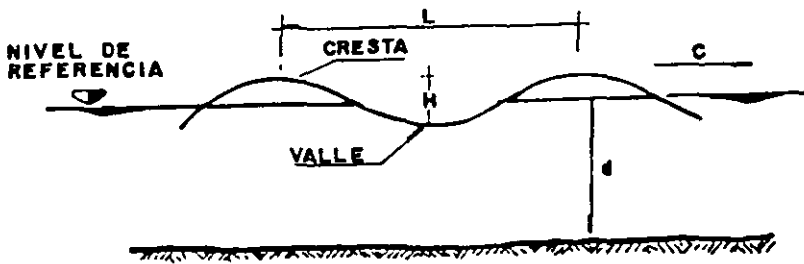


Fig. 16

Los principales problemas que se pueden presentar en una draga debido al oleaje, son deformaciones o roturas en la escala o en los zancos, los mismos fenómenos se pueden presentar en la tubería.

Si tenemos arena suelta, al extraerla con una draga de succión con cortador, podremos tener un magnífico rendimiento, el cual se desplomará si tenemos oleaje fuerte en un lapso del 50 al 75 % del tiempo.

En la tabla 8 se observan ciertas recomendaciones de alturas máximas de ola para diversos equipos de dragado.

TABLA 8
MAXIMA ALTURA DE OLA PARA DRAGADOS

TIPO DE DRAGA	OLA DE TORMENTA (M) (PERIODOS DE 5 SEGUNDOS)	OLA EN MAREJADA (M) (PERIODO 10 - 18 SEGUNDOS)
Chalán pequeño equipado	0.3 - 0.5	0.2 - 0.4
Chalán grande equipado	0.5 - 1	0.4 - 0.8
Draga estacionaria pequeña con tubería	0.2 - 0.5	0.2 - 0.5
Draga estacionaria mediana con tubería	0.5 - 1	0.3 - 0.6
Draga estacionaria grande con tubería	1 - 1.5	0.8 - 1.2
Draga autopropulsada	0.6 - 1	0.4 - 0.8
Draga autopropulsada con compensador de oleaje	2 - 4	2 - 4

4.9.5 Transporte de Sedimentos

El transporte de sedimentos en el mar o acarreo litoral es el fenómeno que se lleva a cabo en una playa, por medio del cual las partículas sólidas de que está compuesta se transportan a lo largo de ella; se sabe que el arrastre de sólidos se produce principalmente entre la línea de playa y la zona de rompiente, aunque también fuera de esta existe transporte.

El estudio del transporte de sedimentos es importante para diferentes aspectos:

- En ingeniería de costas el acarreo litoral, determina el diseño de protecciones costeras.
- En el dragado es importante por los problemas del volumen acarreado en función del tiempo, ocasionando azolves en zonas previamente dragadas.

Por otra parte, es importante asentar que el principal objetivo en el estudio de transporte de sedimentos es predecir si se tendrá una condición de equilibrio o existirá erosión o depósitos y determinar las cantidades involucradas. La cantidad de transporte de sedimentos, expresada como masa, peso o volumen por unidad de tiempo, puede ser determinada por medio de mediciones de campo o por métodos analíticos.

Las causas que provocan el transporte de sedimentos en las costas son básicamente las corrientes y el oleaje; provocan esfuerzos cortantes sobre los sedimentos sólidos y hacen que sean transportados en suspensión o por el fondo a distancias más o menos grandes y depositados en zonas tranquilas. Por ello antes de emprender la realización de una obra es preciso tomar en cuenta las posibles interacciones entre el fluido en movimiento y los sedimentos del fondo sobre los que este actúa.

Por otro lado las vías navegables en desembocaduras de ríos están sujetas además del acarreo litoral en su desembocadura, al transporte de sedimentos en suspensión (arcillas, limos) que bajan de la cuenca, principalmente en época de avenidas, depositándose en las zonas de mayor profundidad, donde al aumentar el área hidráulica disminuye la velocidad.

4.9.6 Temperatura

Referente a la temperatura, esta puede ser muy alta o muy baja. Cuando se tiene un trabajo en condiciones tropicales (alta temperatura), nuestra atención debe estar enfocada al consumo de diesel en los motores, ya que este se ve afectado, en cambio cuando tenemos un trabajo en condiciones de muy baja temperatura, tenemos que vigilar la lubricación de los motores, con el fin de prever cualquier posible daño.

4.9.7 Topohidrografía

La topohidrografía del terreno, es la condición que en forma prioritaria afecta al dragado, ya que resultan evidentes las condiciones más o menos sinuosas del fondo marino, sus pendientes, etc.

En el caso de un dragado con cortador y succión, las condiciones del frente pueden impedir que la draga abanique de acuerdo a su máxima capacidad.

En dragas autopropulsadas, pueden existir obstáculos que dificultan ponerse en posición, o que el recorrido sea muy corto, lo cual incrementará el costo del dragado.

Existen zonas muy difíciles de dragar, como pueden ser los rincones o esquinas de dársenas, donde no se puede acercar ningún otro equipo que no sea una draga estacionaria pequeña.

4.9.8 Trafico Marítimo

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

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

En igual forma, una draga autopropulsada tendrá también que retirarse del sitio de trabajo, al cruzar un buque por el puerto, siendo este paro menos crítico que el de la draga estacionaria.

**4.10 ESTUDIOS
TOPOHIDRO-
GRAFICOS**

En este capítulo daremos las principales características de los diferentes métodos para realizar levantamientos batimétricos, poniendo especial énfasis en los sistemas de posicionamiento, comparándolos y dando ventajas y desventajas.

Adicionalmente se describe el método más moderno de posicionamiento por medio de satélite, describiendo sus principales características.

Como se sabe para realizar el levantamiento topográfico de una zona cubierta por agua, es necesario contar con una embarcación en la cual se coloque un equipo capaz de medir la profundidad bajo la misma y a determinados intervalos de tiempo o de distancia, hacer coincidir la medición de la profundidad con el posicionamiento del vehículo portador del equipo de medición de la profundidad.

La forma de medición de la profundidad puede ser muy diversa, desde la sondaleza que consiste en un tramo de cuerda con nudos a cada 50 cm. o un pie, hasta las ecosondas digitales que miden la profundidad por medio del cálculo del tiempo que tardan las ondas de sonido de baja o alta frecuencia en ir desde la embarcación hasta el fondo y regresar (eco), pasando por simples estadales de madera o aluminio de 4 o 5 m. de longitud.

En lo que respecta al posicionamiento, este se puede realizar, para el caso de mediciones muy puntuales y en donde la precisión del posicionamiento no sea muy relevante, con un sextante visualizando dos puntos conocidos en la costa de los cuales se conoce la distancia entre ellos, pudiéndose obtener precisiones en los décimos de minuto los cuales significan algunos cientos de metros.

Otro método es el de colocar dos tránsitos en dos puntos de posición conocida en tierra, conociendo también de antemano la distancia entre ambos, lo que nos permitirá posicionar la embarcación midiendo los dos ángulos de la base del triángulo formado por los aparatos y la embarcación en el momento de realizar la medición de la profundidad, esto es, la medición de la profundidad y de los ángulos debe ser simultánea y sincronizada. Esto se hace por medio de bandereros.

Este método tiene el inconveniente de que la densidad de puntos de medición que se obtiene no puede ser muy alta, ya que cuando mucho la embarcación se puede posicionar cada 30 segundos y esto sólo si se cuenta con personal con mucha práctica para seguir a la embarcación, medir los ángulos rápidamente y apuntarlos. Otro inconveniente consiste en que, en cuerpos de agua muy amplios, este método sólo puede cubrir franjas de agua cuando más de 3 kilómetros y esto sólo en casos excepcionales de muy buena visibilidad y oleaje no muy severo.

Y por último es difícil conservar la trayectoria de la embarcación recta, lo cual provoca que algunos de los transectos o secciones que recorre el vehículo se traslapen y queden algunas zonas con una densidad más alta de puntos y otras con poca información.

Adicionalmente este método sólo funciona durante el día y la ventaja es que se puede utilizar cualquier tipo de embarcación inclusive no cubierta, ya que el único equipo a bordo es la ecosonda, equipo que soporta bastante bien la brisa y no es muy costosa, dependiendo de la marca y modelo, siendo la normal una del tipo Raytheon cuyo costo puede fluctuar entre 6,500 y 7,500 U.S.D.

Una variación del método de los dos tránsitos consiste en colocar uno solo de ellos en uno de los puntos y medir el ángulo entre la embarcación y la línea base en tierra y sobre el tránsito un equipo capaz de medir la distancia entre el tránsito y la embarcación, ya sea por medio de estadía, o por un distanciómetro.

En la actualidad se han desarrollado métodos más modernos con alcances hasta de 5 kilómetros, los que son muy adecuados en zona confinadas tales como canales de navegación o en trabajos que requieren una pronta movilización.

Un método más reciente, es aquel que consiste en colocar en lugar de los tránsitos, antenas respondedoras de radar, las cuales son interrogadas a cada cierto intervalo de tiempo por un equipo que va dentro de la embarcación; el mencionado equipo que va en el vehículo en movimiento es capaz de reconocer a cada una de las antenas respondedoras colocadas en tierra y de calcular la distancia que existe entre el equipo maestro a bordo y las mismas, por lo que, conocidas las coordenadas de los puntos de colocación de dichas antenas en tierra es posible resolver el triángulo y calcular la posición de la embarcación.

El método es bastante preciso y pueden conseguirse equipos que graben las distancias en cinta magnética, discos flexibles o duros, junto con la información de la profundidad ya digitalizada o cualquier otro tipo de información susceptible de digitalizarse como puede ser la salida de un perfilador somero del subfondo, de un sonar de barrido o de un termógrafo, etc.

Como inconvenientes del método están los siguientes:

- Necesidad de contar con una poligonal de apoyo terrestre para la colocación de las antenas, la cual puede en muchas ocasiones, resultar más costosa o del orden del levantamiento batimétrico mismo.

- El equipo requiere de energía eléctrica tanto en la lancha como en tierra para su operación, la cual es normalmente proporcionada por baterías o motogeneradores, piezas ambas que normalmente dan muchos dolores de cabeza, no obstante que con las nuevas tecnologías los consumos de energía son cada vez menores, del orden de pocos amperes o incluso décimas de amper. Para varios equipos la alimentación debe tener un voltaje de 24 volts, lo que implica tener que usar dos baterías de automóvil pesadas y delicadas en su manejo.

- Como para la medición es necesario que exista línea de vista entre la embarcación y las dos antenas en tierra, es necesario frecuentemente cambiar de posición las antenas o colocar varias y en muchas ocasiones, el acceso a los puntos de colocación es difícil, ya que frecuentemente éste es sólo por mar y en puntos escarpados, como sucede en muchas islas, recordando que adicionalmente a las antenas hay que llevar baterías y al menos una gente para que las cuide, instale, desinstale y oriente.

- A estos equipos se les debe alimentar con las coordenadas de las estaciones en tierra y en base a estas, él mismo calcula las coordenadas y las graba o imprime. En el último caso, es decir, en el de optar por la impresión de los resultados, el paso de estos al plano para la configuración es bastante tardado ya que se tienen una gran cantidad de puntos, en general uno cada segundo. Por lo anterior lo más recomendable es grabar la información y utilizar algún

paquete para computadora que plotee los datos y que obtenga y dibuje las líneas de nivel o batimétricas, es decir que las configure.

- Este tipo de equipos por su alto costo no resulta recomendable montarlos en las embarcaciones ya que normalmente estas están expuestas a una brisa severa, siendo más adecuado emplearlos en tierra. La antena maestra debe tener de 3 a 4 m. de altura sobre el nivel del agua para tener una mejor cobertura.

4.10.1 Posicionamiento por Satélite (G.P.S.)

Existen también los sistemas de posicionamiento por satélite que, desde su aparición en los años sesenta, han venido mejorando mucho en simplicidad, y su costo ha venido descendiendo sensiblemente.

Los primeros equipos eran bastante pesados y requerían algunas veces de horas para poder calcular la posición en las tres coordenadas de algún punto. Actualmente existen algunos que pesan menos de 2 Kg. y obtienen posición hasta con intervalos de un segundo, además de consumir poca energía.

Una de las grandes ventajas de este sistema es que pueden conectarse directamente con una microcomputadora portátil e ir almacenando la información en discos flexibles, además de que el posicionamiento sirve también para guiar a la embarcación y obtener una mejor cobertura del área a levantar.

Como principal ventaja de dichos sistemas está el hecho de que solamente requiere colocar una antena de posicionamiento en tierra, en algún punto que domine toda

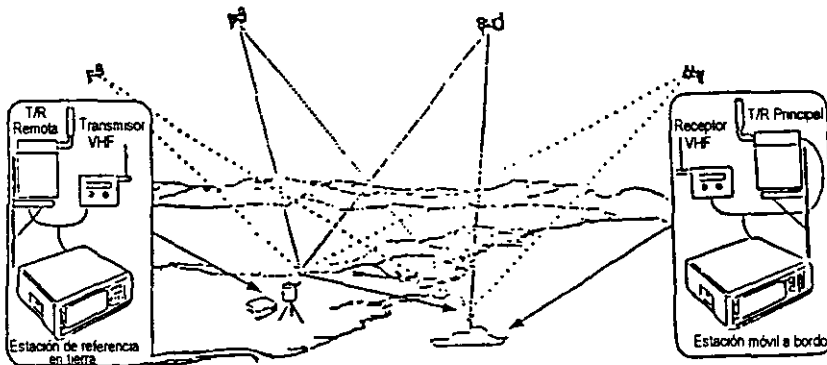
el área y el otro viaja en la embarcación, existiendo comunicación entre equipos por ondas VHF o UHF. Lo anterior implica la utilización de menor cantidad de vehículos y de gente.

Los equipos de posicionamiento cuentan con sensores que reciben en la banda L las señales de código C/A, enviadas por los 21 satélites actuales del sistema global de posicionamiento NAVSTAR. El sistema cuenta además con tres satélites de respaldo, llevando su número total a 24.

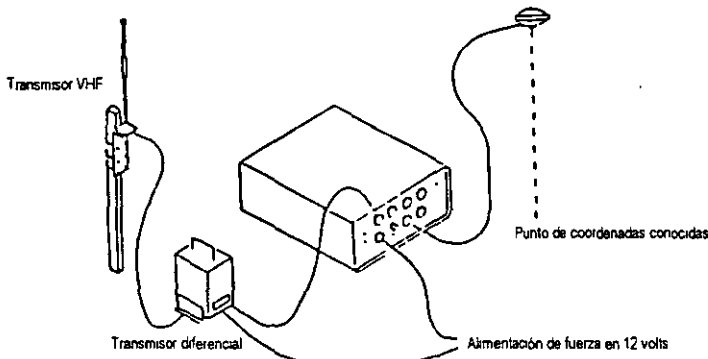
Este sistema se denomina sistema de posicionamiento global o GPS, (GLOBAL POSITIONING SYSTEM), por sus siglas en inglés, es una red de posicionamiento y navegación de 10 mil millones de dólares, desarrollado por el Departamento de la Defensa de los Estados Unidos de Norteamérica y fue originalmente concebido como un control de blancos para el sistema de armamento. Desde hace algunos años, su uso se ha extendido al ámbito civil en la navegación terrestre, aérea y marina.

El GPS por el momento, tiene libre acceso para cualquier usuario (fig. 17).

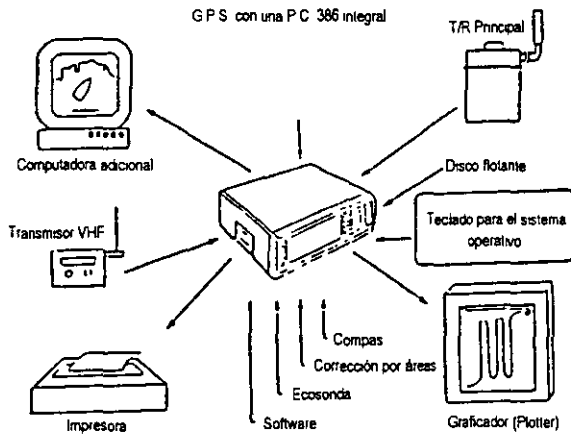
Fig. 17 Estación principal a bordo



DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA



ESTACION DE REFERENCIA EN TIERRA



Cada uno de los mencionados satélites, orbita la tierra a 18,000 kilómetros de altura dos veces al día, transmitiendo constantemente su posición en el espacio y en el tiempo usando relojes atómicos con una precisión de un segundo cada 300,000 años.

Con la información que envían los satélites, un equipo receptor es capaz de computar su propia posición en cualquier punto de la tierra en cualquier momento del día.

La precisión del posicionamiento del equipo receptor depende de varios factores, principalmente de la recepción de información de diferentes satélites y de la altura de los mismos sobre el horizonte (a mayor altura, mejor precisión).

Los equipos receptores "leen" un mínimo de 3 satélites, aunque en el sistema diferencial se utilizan cuatro. Básicamente todos los equipos comparan el tiempo en el cual la señal de un satélite se recibe, con el tiempo en que la señal fue transmitida, pudiéndose calcular con esto la distancia entre el satélite y el receptor.

Para aumentar la precisión se deben usar dos equipos GPS intercomunicados, uno en tierra y el otro sobre la embarcación, llegándose a obtener precisiones hasta de 1 m.

El concepto de posicionamiento empleando los satélites GPS es bastante sencillo; consiste en medir las distancias del receptor en tierra a cada uno de los vehículos espaciales que se encuentran visibles sobre el horizonte. Conociéndose la distancia a tres puntos en el espacio, de coordenadas conocidas, se puede calcular la posición de cualquier punto en forma tridimensional. Las soluciones ofrecidas por la intersección de tres esferas, cuyos radios son las distancias del receptor a los satélites, llevan a dos

puntos o lugares posibles en el espacio; el primero, que es el punto sobre la superficie modelada matemáticamente del planeta, y el segundo que es un absurdo, el cual está fuera del mismo.

Para el cálculo de las distancias del receptor en tierra a los satélites, se emplea la ecuación $d=vt$, en donde:

d = distancia

v = velocidad de las ondas electromagnéticas en el espacio,
que es constante

t = tiempo en segundos desde que sale la señal del satélite,
hasta que es recibida por el receptor

Toda vez que el tiempo de viaje de la señal del satélite al receptor en la tierra tiene una pequeña incertidumbre, debido a que el reloj del receptor no es tan preciso como el del satélite, aunado a los errores debidos a la distorsión y retraso de la señal al viajar por el espacio, la posición lograda con un solo receptor, si el Gobierno de los Estados Unidos no ha realizado un bloqueo de señal, se encuentra dentro del rango de precisión entre 15 y 30 metros.

Al instalar un receptor en un punto de referencia, de coordenadas conocidas (X, Y, Z), las desviaciones de la posición pueden ser transmitidas al receptor que se encuentra en la embarcación, con signo inverso, lo que permite conocer la posición verdadera de la embarcación, en coordenadas sobre el esferoide WGS 84 (WORLD GEOGRAPHY SYSTEM) y lograr precisiones semejantes a las de los equipos de posicionamiento electrónico (del orden de 1.00 a 1.50 m.)

El método antes descrito es el denominado GPS-DIFERENCIAL y el mismo es el utilizado para la totalidad de levantamientos batimétricos, los cuales no aceptan tolerancias mayores a las ya citadas.

Como desventaja del método, está el hecho de que no se sabe si en el futuro el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norteamérica seguirá permitiendo el acceso total al sistema o si codificará la señal para cobrar alguna cuota por su uso. En general los fabricantes de equipo arguyen que ya hay un número considerable de equipos civiles como para que se tome una medida demasiado drástica y se perjudique a todos esos usuarios, por el momento dadas las grandes ventajas del sistema habrá que correr el riesgo.

La mayor parte de los equipos de los tres últimos métodos descritos que llamamos de Distancias, Distancia-Rumbo y GPS, se deben conectar directamente a una computadora y a través de una interfase poder alimentar también a la computadora con la información de la ecosonda, de un perfilador, de un termógrafo, etc. Es posible con un programa para el manejo de la información ir obteniendo en tiempo real la trayectoria de la embarcación, sus perfiles, y los datos para seguir caminos predefinidos o encontrar puntos, así como realizar postprocesos para obtener volúmenes, planos batimétricos, planos con isolíneas de cualquier tipo y vistas tridimensionales.

La ecosonda es un instrumento de medición de profundidades de agua, que computa el intervalo de tiempo requerido para que una onda de sonido, que viaja a una velocidad constante conocida, vaya desde un punto, se refleje en una superficie y regrese.

Si se mide el tiempo entre la transmisión del sonido por medio de un transductor y la recepción del mismo, y la distancia es calculada, se está en condiciones de conocer el tirante del agua.

La ecosonda consta de un rollo de papel graduado donde se van registrando las diferentes profundidades del área en estudio.

Se debe calibrar previamente al inicio de cada trabajo.

Al emplear una ecosonda de baja frecuencia, (30 Khz.) nos permitirá atravesar fondos lodosos, hasta llegar al estrato resistente, el registro de lo anterior queda plasmado en una gráfica compuesta (la del área lodosa amplia en la parte superior y la del fondo resistente angosta en la parte inferior).

La configuración del fondo que imprime la ecosonda a través del transductor que va dentro del agua, será una línea de un espesor variable, tendiendo a ser más delgada e intensa, mientras más compacto o rocoso es el lecho marino, en cambio en suelos blandos o fangosos, la línea tiende a ser amplia y difusa, debido a que la señal que emite el transductor penetra una determinada profundidad en el lecho marino.

En estos casos, se toma como valor de la profundidad la línea media que se trace dentro del espesor dado por la señal e impreso en el papel de la ecosonda.

Entonces es importante definir con exactitud la profundidad cuando el lecho consiste en lodo. ¿Se comporta un barco en un lecho de lodo de la misma manera que como lo haría en un fondo sólido? o, ¿El lodo actúa como un fluido con una densidad tal vez un poco más alta que la del agua? Esto último es lo que ocurre. Se ha encontrado que las capas superiores de lodo recientemente sedimentado actúan como agua gruesa, agua con mayor densidad.

Basados en investigación de laboratorio, se decidió que una densidad menor o igual a 1.2 solamente influye en la maniobrabilidad de un barco, de una manera muy ligera. Esto significa que la profundidad en la cual ocurra una densidad de 1.2 puede definirse como la profundidad accesible o navegable en un canal o dársena.

La sedimentación dentro del nivel que tiene una densidad de 1.2, se denomina la capacidad de paso de la quilla de un buque.

Para medir la densidad en el fondo existen dos tipos de densímetros, las sondas a punto fijo y los indicadores radioactivos. Los primeros usan fuentes radioactivas y ondas ultrasónicas y los segundos son de radiación directa o de retrodispersión. Dependiendo de los sitios y temporada del año, para valores iguales de densidad, el comportamiento mecánico del fango puede ser diferente (relación tensión-esfuerzo).

Es posible obtener lo anterior por medio de la rigidez inicial, la cual se determina midiendo el mínimo par de torsión que se necesita para arrancar un rotor sumergido en lodo.

4.11 AYUDAS EXTERIORES AL DRAGADO

Las ayudas o señalamiento que facilitan el dragado pueden ser situados en tierra o en agua, dependiendo de las condiciones físicas de cada trabajo.

Cuando se va a dragar un canal, es indispensable contar en tierra con un señalamiento adecuado (balizas) y en agua (boyas), que nos indiquen los veriles o límites de la plantilla de dragado, así como el eje del canal, lo cual se consigue también por medio de imágenes en pantalla en la

computadora existente a bordo, la que procesa las coordenadas del canal o dársena, y determina la posición de la draga a través de un radio-posicionador.

Los señalamientos en tierra, pueden ser a base de estructuras fácilmente detectables a simple vista, normalmente se utilizan estructuras metálicas con un tablero superior, en forma de rombo pintado en un color llamativo que contraste con el fondo. Una enfilación constará de dos señales una más baja en el frente y la más alta en la parte posterior, con una separación aproximada de 30 m. entre una y otra.

Las señales en agua, son a base de boyas flotantes de fibra de vidrio o de tambores vacíos de 200 lt. pintados en un color llamativo. La colocación de estas señales se hace a una determinada distancia fuera del límite de la plantilla, en función de las características del equipo que se utiliza, como son su manga y la posición de la rastra.

Para el dragado nocturno, las señales visuales deben contar con luces alimentadas por ejemplo con baterías solares, las cuales deben ser intermitentes y de diferentes colores para fácil identificación.

Cuando no se cuenta con luces, deberán adaptarse a las señales tanto terrestres como flotantes, mechones alimentados con diesel, o farolas de gas butano.

Pueden existir algunas estructuras en tierra como pueden ser las escolleras, en las que es muy sencillo pintar los cadenamientos y poner señales luminosas nocturnas.

Adicionalmente las dragas autopropulsadas cuentan con radar, en el que se observan los límites de la costa y los obstáculos flotantes, permitiéndonos en forma aproximada situar la unidad en la zona a dragar.

4.11.1 Sistema de Posicionamiento Mini Ranger III

El sistema de posicionamiento Mini-Ranger III es un equipo para la localización de la posición de un vehículo, aeronave o embarcación referenciada con respecto a 2 puntos geográficos de coordenadas conocidas (puntos de referencia), opera bajo el principio de pulso de radar, a través de un radar interrogador transmisor-receptor; localizado en la Unidad Móvil y un radar repetidor (estación de referencia), posicionado en cada punto geográfico conocido.

El tiempo de transmisión entre el transmisor receptor (consola de rangos) y el impulso de respuesta de las estaciones de referencia (antenas) es usado como base para determinar la distancia a cada estación de referencia. Esta información junto con la localización conocida de la estación de referencia puede ser trilaterada para obtener la intersección de la posición de la Unidad Móvil.

El equipo está compuesto de una consola de rangos con antena de banda y de frecuencia estándar o especial y antenas para estaciones de referencia omnidireccionales. Adicionalmente el equipo es complementado con un procesador de datos, indicador de rumbos, terminal de operaciones, grabadora, plotter y la opción del video, además para reconocimientos hidrográficos se integra una ecosonda.

4.11.1.1

Operación General

El primer paso de planificación para el posicionamiento será el de obtener una carta o mapa del área que se intenta operar y definir la zona de trabajo, después de que esto ha sido concretado se seleccionarán varios puntos como sitios potenciales para la ubicación de las estaciones de referencia; determinándose su posición geográfica debiendo

ser inspeccionadas visualmente para verificar su factibilidad de uso; por lo que los principales criterios de determinación de los sitios serán:

La operación estandar del sistema de señal de línea es para distancias máximas del orden de 37 Km. y cuando es correctamente calibrado a esa distancia el rango probable de error es de 2 m.

El equipo opera con frecuencia de microondas y requiere que la señal de línea sea mantenida entre cada estación de referencia y el transmisor receptor pudiendo ser utilizado en áreas de follaje ligero, no en el caso de obstrucciones significativas como montes, edificios, estructuras o vegetación densa ya que interferirán la operación del sistema.

Los sitios para las estaciones de referencia deberán ser de fácil acceso.

Las estaciones están diseñadas para operar con voltajes de 22 a 32 Volts DC o en corriente 115 o 230 VAC con el uso de convertidores.

Es importante que los sitios de las estaciones de referencia sean conocidos o se determine su posición y podrán ser utilizados sitios tales como faros, balizas de enfilación o cualquier estructura de ayuda para la navegación cuya localización geográfica sea conocida, si no se contara con esta información se deberán establecer bancos a través de técnicas normales de reconocimiento en su caso el sistema

4.11.1.2
Distancia

4.11.1.3
Señal de línea

4.11.1.4
Acceso

4.11.1.5
Suministro de
Energía

4.11.1.6
Posiciones
conocidas

Mini-Ranger III por si mismo puede ser usado para establecer bancos locales.

4.11.1.7

Cobertura de antena

Deberán ser tomados en consideración los patrones de cobertura de las antenas de cada estación.

4.12 PARTES PRINCIPALES DE UNA DRAGA DE SUCCION CON CORTADOR

4.12.1 La bomba de dragado

Generalidades:

La bomba de dragado diseñada especialmente para este propósito, es la pieza más importante de las dragas hidráulicas de succión y su construcción y funcionamiento son determinantes en su economía y efectividad.

La construcción de las bombas de dragado, es el resultado de continuos estudios y experimentos, no sólo de la aplicación de las leyes de la hidráulica; sino que experimentalmente se determinan las dimensiones más convenientes para permitir el paso de los sólidos, evitar el desgaste excesivo y proporcionarles resistencia suficiente en todas sus partes.

Las partes principales de que se compone la bomba de dragado son:

- a) El impelente o impulsor
- b) La envolvente o carcaza
- c) Tapas de desgaste de la bomba
- d) Eje impulsor

Impelente: Este se construye de una aleación de acero al manganeso que resiste en alto grado la abrasión.

Los impelentes de nuevo diseño tienen el cubo roscado, y en él se atornilla el eje evitando que la tuerca y cubierta de ésta, queden dentro de la entrada de la corriente de la mezcla, creando turbulencias y remolinos que causarían restricción o resistencia en la succión de la bomba como sucede en las antiguas.

Las aspas del impelente, son las que efectúan la función fundamental de servir de guía a la mezcla dragada al pasar a través de la bomba.

Teóricamente un mayor número de aspas, guía mejor al material succionado, pero aumenta grandemente las perdidas por fricción y también se restringe el paso de los sólidos a través de la bomba, particularmente en el centro del impelente, donde convergen las aspas. Se han hecho pruebas de impulsores de tres, cuatro, cinco y seis aspas, habiendo obtenido mejores resultados con el de cinco.

Las aspas del impelente se extienden siempre hasta la periferia, pero no hacia el centro, pues impedirían el paso de las piedras, basuras y otros sólidos.

La presión diferencial desarrollada por el impelente, causa una corriente que va de atrás de la descarga a la succión del mismo, a través del sello de la bomba. La cantidad de fuga que tiene lugar, depende de la sobrepresión diferencial y de las dimensiones y forma de la trayectoria.

En una bomba correctamente diseñada, la cantidad de derrame es del 1 % al 2 % del total de lo que ha sido bombeado. Debido a este derrame el sello es una de las

áreas de más rápido desgaste. El derrame permitido usualmente puede ser del 5 % al 10 %.

En el lado del eje de la bomba, lleva un casquillo para prevenir el derrame. El servicio de agua al sello, es proporcionado a una presión mayor de la carga creada por la bomba, a fin de asegurar una corriente positiva. La función del sello de agua, es prevenir el desgaste del material del eje y empaque del collarín por la acción abrasiva de los sólidos.

El espacio mínimo que debe existir entre el impelente y la envolvente es de 3 mm. aproximadamente (1/8").

Envolvente o carcaza: La envolvente o carcaza, es la pieza más costosa de la bomba de dragado, no solo por ser la más voluminosa y pesada, sino también debido a la cantidad de maquinado requerido.

Por tal motivo se diseña para hacerla resistente y duradera. Con ese fin el material empleado en su construcción, es usualmente una aleación de acero al manganeso que resiste el desgaste y de secciones gruesas para mayor solidez al impacto de piedras y otros materiales, que suelen pasar por la rastra o por la boquilla de succión. Se construye en dos mitades, la inferior va acondicionada para poderla afirmar a la base o polines. En la superior se dispone la descarga con su brida correspondiente para acoplar la tubería.

Las bombas modernas llevan por el interior de la carcaza, placas de desgaste intercambiables para aumentar la vida de la primera.

El diseño de la envolvente afecta grandemente la eficiencia de las bombas, pues en ella la energía de velocidad

producida por el impelente, debe ser convertida eficientemente en energía de presión.

Las turbulencias, remolinos y pérdidas por choques son inevitables en estas piezas, pero siempre se procura reducirlas al mínimo.

La curvatura de la carcaza, es una espiral o voluta que provee al canal de un aumento gradual en sección transversal. La forma de esta puede determinarse matemáticamente, pero se procede más fácilmente por métodos empíricos.

Tapas de la bomba: Son dos, de fundición o de placas de acero especial, una corresponde a la succión y lleva al centro la brida de acoplamiento de la tubería, y la otra al lado del eje.

Lleva el prensa-estopas y sello de agua, para evitar el desgaste del eje por abrasión de la arena. Las tapas generalmente están divididas en sentido diametral, formando una pieza superior y una inferior para facilitar el desmontaje (figs. 18 y 19).

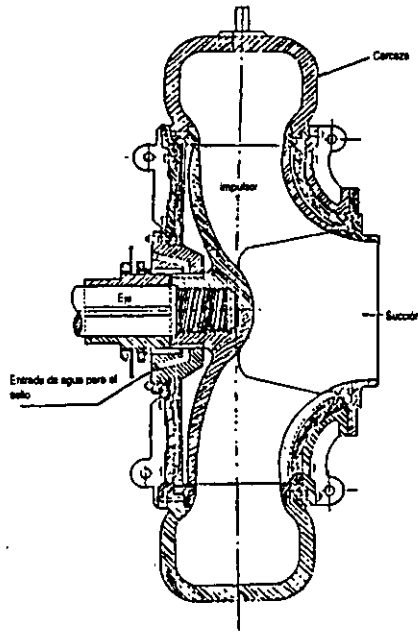


Fig. 18 Sección transversal de la bomba centrífuga de dragado

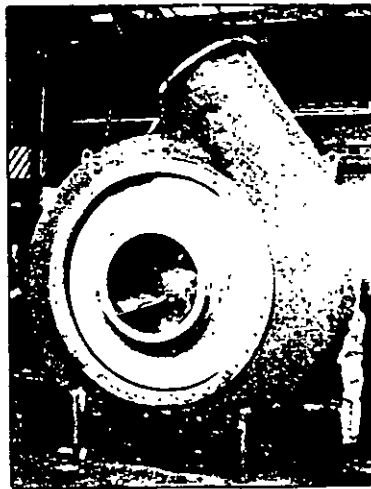


Fig. 19 Carcaza de la bomba de dragado

Eje: El eje es de acero y por un extremo va roscado para acoplarlo al impelente, por el otro lado está la brida de acoplamiento al motor o máquina de impulsión. Lleva una chumacera de empuje para contrarrestar el empuje axial.

Las bombas de las dragas de autopropulsión con tolva son generalmente proyectadas en lo referente a la carga, para succionar una mezcla de agua y sólidos cuyo peso específico es de 1 700 a 2 000 kgs/m³.

Los límites prácticos del contenido de sólidos para bombear esta mezcla, son del 8 al 15 % del volumen de la succión. El proyecto de bomba sobre esta base, es capaz de dragar con eficiencia materiales, como arcillas, limos, arenas y gravas.

Para diseños prácticos, la velocidad de la bomba de dragado debe ser de 150 a 300 r.p.m.; es aconsejable usar la velocidad más alta posible dentro de este rango, ajustándola de acuerdo a la carga que debe ser desarrollada.

Para obtener un rendimiento efectivo máximo en el dragado, la capacidad de la bomba debe elegirse para que la tolva se llene en el menor tiempo posible, y sin que una cantidad apreciable de sólidos se pierda por el derrame o rebosadero.

Si la bomba no fue diseñada con la capacidad adecuada, tardará más tiempo para llenar la tolva y si está excedida, causará turbulencia en la tolva y mayor velocidad en el derrame, lo que ocasionará que el porcentaje de material retenido sea menor, aumentando consecuentemente el tiempo de dragado.

El rendimiento en el dragado en metros cúbicos por hora en la descarga, es función del diámetro de la tubería de descarga, la velocidad de la mezcla y el % de concentración de la misma.

La eficiencia en la bomba dragadora no es sinónimo de la eficiencia de la draga.

La eficiencia en la bomba dragadora, es el movimiento de una unidad de material por abajo del costo de la fuerza motriz, en cambio la eficiencia de la draga, es el movimiento de una unidad de material por abajo del costo total. El movimiento del material al mínimo costo en la planta de fuerza, no necesariamente representa una buena operación de la draga.

La eficiencia de la bomba se podrá calcular utilizando la siguiente expresión:

$$\text{Efic. Bomba} = \frac{8.34 \cdot \text{gasto} \cdot \text{Gravedad específica} \cdot \text{Profundidad}}{33,000 \frac{\text{lb-pie}}{\text{min}} \cdot \text{HP}}$$

donde:

gasto en gal/min

profundidad en pies

Las pérdidas hidráulicas son ocasionadas por remolinos, turbulencia, choques y fricción de la mezcla. Estas se pueden reducir, pero no eliminar, teniendo grandes radios de curvatura en la bomba, evitándose un repentino cambio en la sección o un abrupto cambio de dirección.

Las pérdidas por fugas de agua, llamadas pérdidas en el gasto a la descarga, pueden llegar a ser fuertes, tanto en la succión como en la descarga, cuando no tienen buenas condiciones de funcionamiento las juntas de la línea.

Las pérdidas de carga mecánicas tienen lugar en conexiones, cajas de prensa-estopas y fricción en la tubería al desplazarse el fluido por ella.

Una longitud adicional equivalente a tubería recta, puede ser encontrada para los codos y partes del equipo.

Las pérdidas por fricción a través de las conexiones esféricas y en las rastras y boquillas de succión, se pueden calcular por la formula siguiente:

$$h_f = C \cdot v^2 / 2g$$

h_f = Pérdida de carga en pies

v = Velocidad en la tubería en pies por seg.

g = Aceleración debida a la gravedad en pies por seg²

C = Coeficiente de fricción en la carga de succión.

El valor de C no ha sido determinado experimentalmente, pero los valores de 0.4 a 0.5 para las rastras y 0.075 a 0.10 para las conexiones esféricas son muy cercanos a la realidad. La magnitud de las pérdidas de fricción a través de estas partes, son pequeñas y los errores ocasionados por el uso de valores aproximados de C , son despreciables.

En las bombas modernas, el diámetro de la succión es usualmente mayor que el de descarga, lo que origina que la velocidad en esta última se incremente ligeramente.

4.12.2 Cortador de la draga

El cortador realiza la desintegración del suelo, removiendo los sólidos hidráulicamente por la bomba.

El desprendimiento del suelo es debido a fuerzas externas, las que deben ser mayores a las fuerzas internas del suelo. Las fuerzas externas dependen de la geometría del movimiento y de la fuerza producida por el cortador.

Las fuerzas internas dependen de las características del suelo, el que al ser atacado por los dientes del cortador, genera un esfuerzo a lo largo del plano principal de corte.

La potencia y la fuerza en un cortador están determinadas por:

La fuerza cortante a lo largo del plano de corte.

La fuerza de penetración.

La fuerza de fricción a lo largo de las cuchillas del cortador.

La fuerza de inercia al acelerarse el suelo.

En general en el borde del cortador, se presenta la combinación de movimientos de rotación y traslación, teniéndose una variación del ángulo entre ambos movimientos.

En arcillas, la influencia de la velocidad del cortador sobre la fuerza cortante, no es muy grande, en cambio en arena, la influencia es significativa.

La potencia del cortador depende de la fuerza y la velocidad del corte. Al aumentar la velocidad se incrementará la fuerza.

Durante el proceso de corte en el suelo, se presentan varios tipos de esfuerzos, como es el caso de las arcillas donde ocurrirán deformaciones plásticas.

El esfuerzo cortante que se presenta en un suelo, depende de la cohesión del mismo y el esfuerzo normal del ángulo de fricción interna.

El proceso del corte, es la combinación del movimiento de rotación del cortador sobre su eje y el desplazamiento horizontal (abanicar) debido a la operación de los winches.

El corte en un terreno normal es hacia abajo, sin embargo en un terreno muy duro (rocoso o una arena muy cementada), el corte debe ser hacia arriba, debido a que la componente vertical de la resistencia a la excavación, puede llegar a ser mayor que el peso de la escala, entonces el cortador rebotará.

El diámetro de un cortador por lo general debe ser de 3 a 3.5 veces el diámetro de la tubería de succión. La distancia en sentido axial del anillo del cortador a los dientes más alejados de la espiral, debe ser del orden de 0.7 a 0.8 del diámetro del cortador.

La forma de la cuchilla o dientes dependerá del tipo y dureza del material a dragar.

Para terrenos muy compactos, el cortador va provisto de dientes que pueden reemplazarse cuando se desgasten. La velocidad del cortador variará de 15 a 40 r.p.m., regulándose en función de la dureza del material.

Ángulos de corte y espacio libre: Estos son los ángulos formados entre la cara superior de la cuchilla y la tangente al movimiento de corte, y entre la cara inferior de esta y la tangente al movimiento citado.

El valor usual del primero oscila entre 20° y 45° de acuerdo con el tipo de suelo, empleándose los más agudos en los

suelos suaves y los más abiertos en las arenas compactadas y rocas suaves.

El segundo generalmente oscila alrededor de 10° para minimizar las fuerzas de fricción entre el cortador y el suelo (figs. 20 a 24).

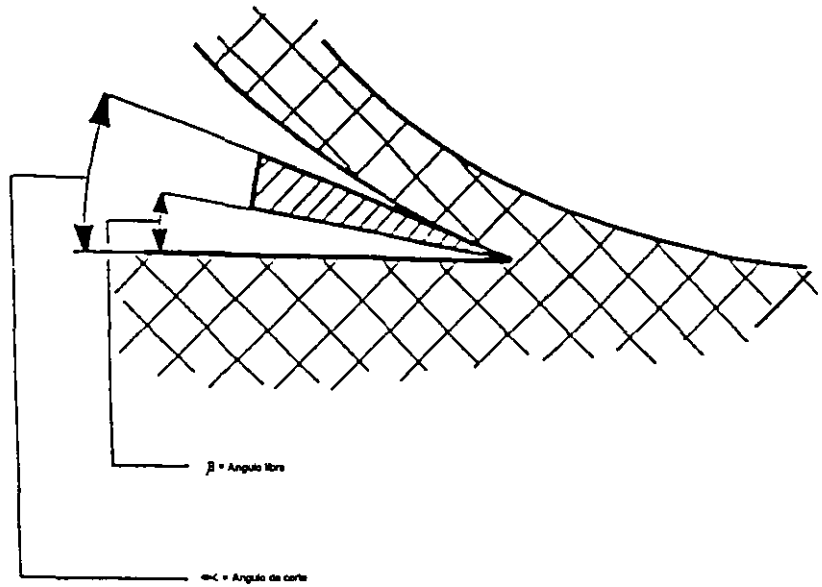


Fig. 20

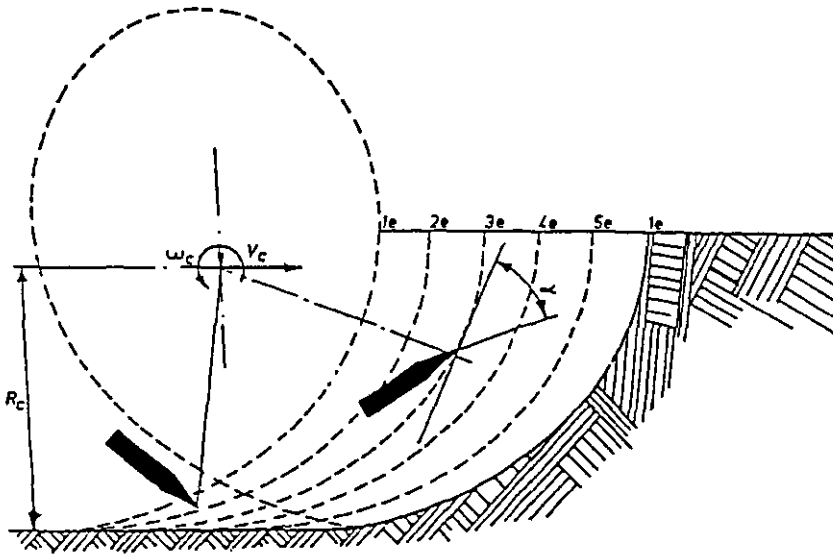


Fig. 21 Corte hacia arriba

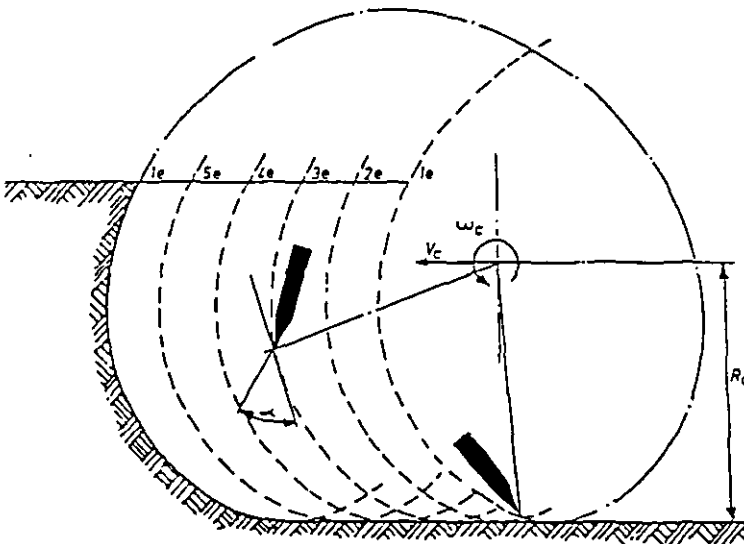
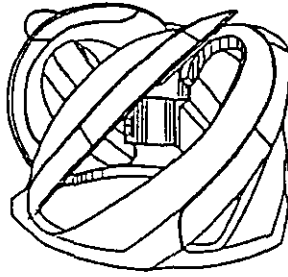
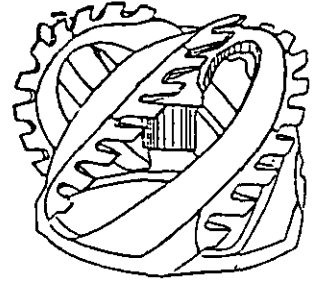


Fig. 22 Corte hacia abajo

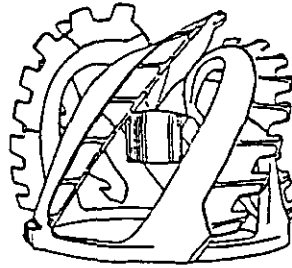
DIVERSOS CORTADORES



BORDO PLANO (Arena suelta o material blando)

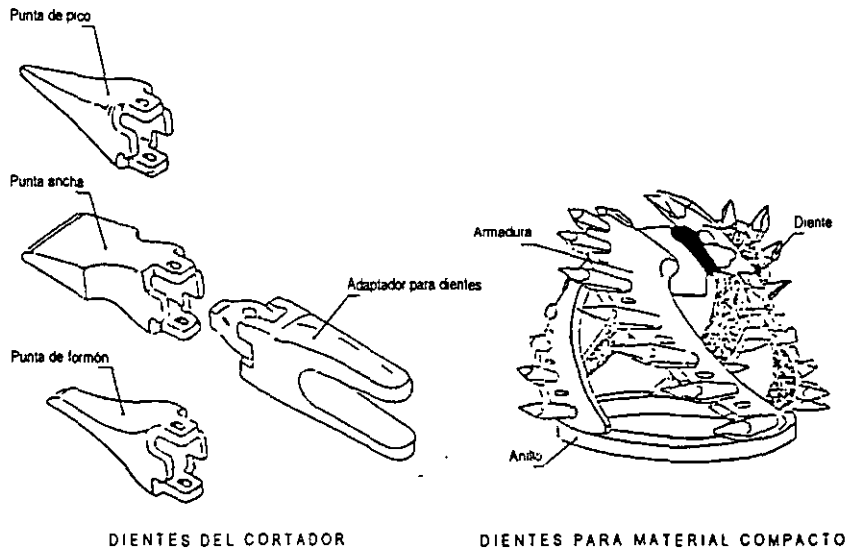


BORDO DE SIERRA (Material semicompacto y compacto)



SIERRA CON PENETRACION HACIA AFUERA (Material semicompacto y compacto)

Fig. 23



DIENTES DEL CORTADOR

DIENTES PARA MATERIAL COMPACTO

Fig. 24

Elección del tipo de cortador: El tipo de material, y su compacidad o consistencia, influyen en la elección del borde y curvatura más adecuados para las cuchillas, además de determinar el diámetro del cortador. En relación con esto, se sabe que el cortador de bordo plano, (fig.23), 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 (fig. 24). Los cortadores con bordes y vástagos en sierra (fig. 23), son los indicados para reducir los esfuerzos cuando se corta arcilla firme.

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

Fuerzas de fricción y adherencia: Están ligadas con la adhesividad del suelo y el ángulo de fricción existente entre este y el acero a través de la relación:

$$T = a + \theta \tan \delta$$

que proporciona el esfuerzo constante generado sobre las cuchillas. En ella:

a: adhesividad del suelo

θ : esfuerzo normal sobre la cuchilla

δ : ángulo de fricción entre la cuchilla y el suelo.

En términos generales y con base en la experiencia se han logrado obtener los siguientes valores (por cada abanicada):

En arena suelta o semicompacta 3 diámetros del cortador.

En arcilla compacta 1.5 diámetros del cortador.

En material tepetatoso 1 diámetro del cortador.

Las relaciones entre la velocidad de abaniquo (V_h) y la velocidad del cortador (V_c), ambas en m./seg., para diferentes materiales son las siguientes:

$V_h/V_c = 0.02$ a 0.08 materiales duros como coral, tepetate.

$V_h/V_c = 0.08$ a 0.15 materiales normales como arena, arcilla.

$V_h/V_c = 0.15$ a 0.25 materiales como arcilla blanda, arena suelta.

4.12.3 Zancos

Los zancos son piezas cilíndricas de acero reforzado, y de longitud suficiente para que el extremo inferior cónico o puyón, pueda penetrar en el fondo.

Los zancos se sitúan a popa de la draga y trabajan verticalmente en unas guías dispuestas al efecto.

Se emplean dos zancos, uno para avanzar la draga en el corte o paso, y el otro como punto de giro para abanicar la draga al efectuar el corte, denominándosele zanco de trabajo. La posición de este, es siempre del lado en que va situado el codo giratorio o cuello de ganso, con objeto de que al borrar este, tenga poca amplitud de movimiento.

4.12.4 Traveses

Los cables de acero de los traveses, laboran en poleas colocadas a ambos lados de la escala de dragado, próximas al extremo inferior de la misma, y se emplean para borrar o abanicar la draga al efectuar el corte.

Cada cable se afirma por un extremo al ancla y por el otro al tambor correspondiente de la central de winches, que se opera desde la cabina de control.

4.12.5 Anclas

Las anclas en las dragas estacionarias tienen una función primordial, ya que deberán estar sujetas firmemente al fondo para garantizar el borneo de la draga, a través de los cables de acero y winches correspondientes.

Para una mayor efectividad, es conveniente que el ángulo que forma el cable con la horizontal, no sea mayor de 20°

Los tipos más comunes de anclas son: Danforth, Pool, Delta, Stevin y Flipper Delta.

El ancla tipo Flipper Delta, puede resistir un tirón sin moverse del orden de 10 veces el peso del ancla. Es sin duda, la más eficiente de todas (figs. 25 y 26).

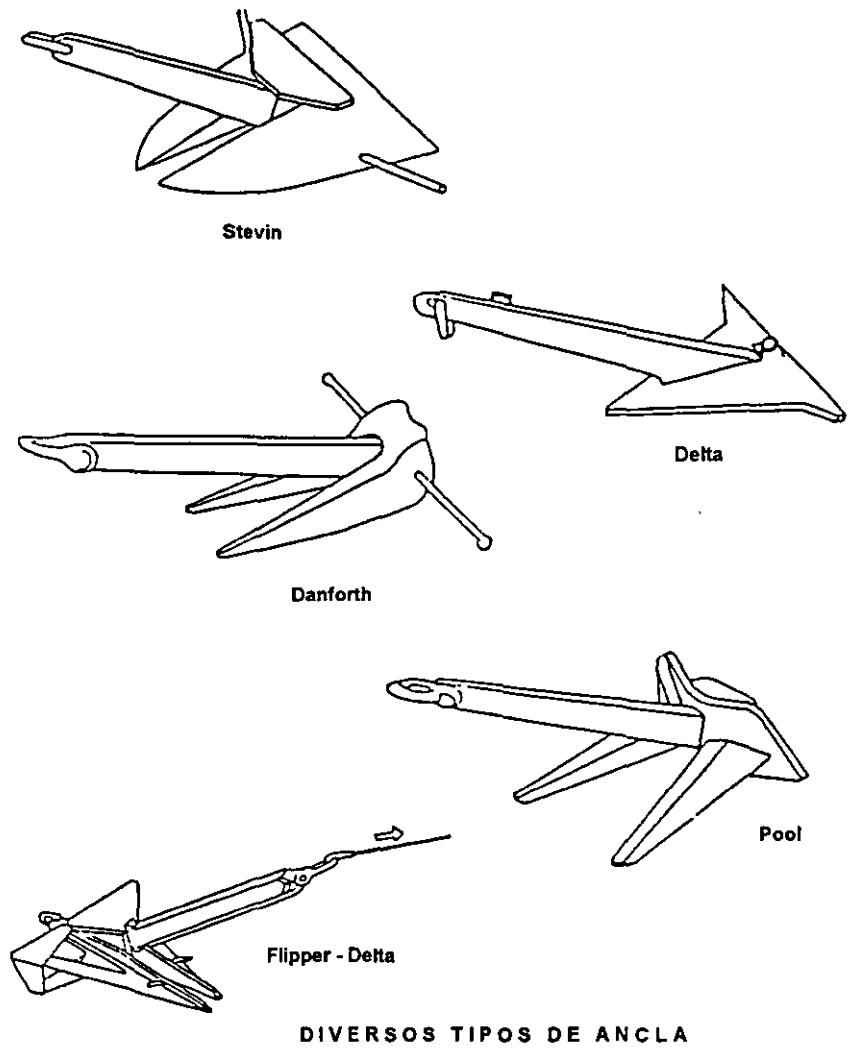


Fig. 25

VARIACION DE LA FUERZA DE RETENCION EN ARENA O FANGO SEGUN EL ANGULO DE TIRO

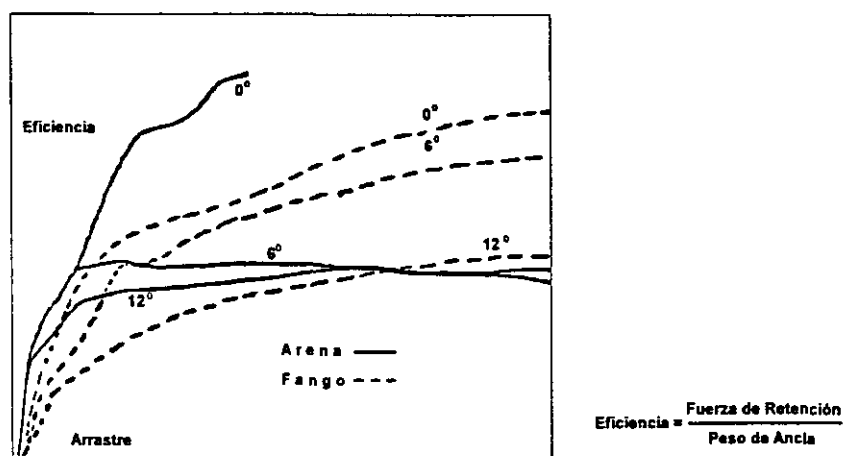


Fig. 26

4.12.6 Empleo de cables de Acero en el Dragado

Generalidades.- El cable de acero es un poderoso auxiliar en el dragado, cuyo uso a bordo en los aparejos de la escala, tubos laterales de succión en maniobras de los zancos, traveses, tirantes de la cabria, vientos de las chimeneas, etc., es tan extenso, que sin él, el dragado no podría realizarse.

Recomendaciones.- Los cables están contruidos por numerosos alambres de acero con características especiales y torcidos en cierta forma, para obtener en conjunto, la mayor resistencia, flexibilidad y, como consecuencia, seguridad en el servicio.

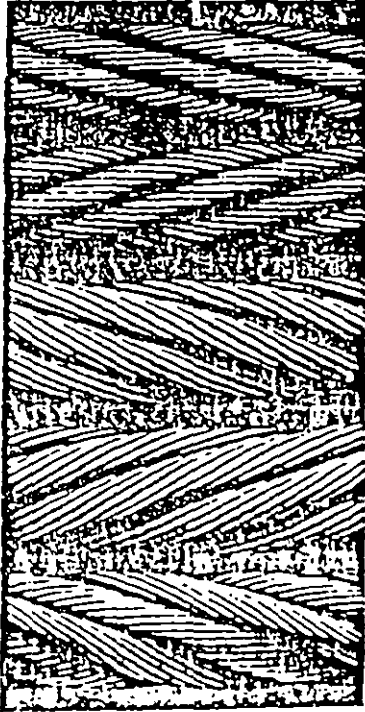
Mientras más numerosos sean los alambres que componen un cable de diámetro determinado, se aumentará su flexibilidad y conforme vaya disminuyendo el número, irá siendo más rígido, pero a la vez se incrementará la resistencia a la tensión, soportando mayores cargas, por lo que su desgaste por fricción (Abrasión) será menor. Es decir, la flexibilidad está en relación inversa al diámetro de los alambres individuales que lo componen, a mayor diámetro de estos, el cable tendrá menor flexibilidad.

Los cables se construyen de varias trenzas llamadas torones, que se van torciendo alrededor de un núcleo o alma de fibra, que los mantiene en su sitio y evita la fricción entre ellos. El alma de fibra puede ser de manila, sisal o henequén, impregnada de un lubricante adecuado. En casos especiales puede ser de algodón, plástico, fibras artificiales o acero.

El alma de fibra, es conveniente cuando el cable va a estar sometido a aplastamientos. La fibra no debe contener humedad y no ser de naturaleza ácida.

El alma de plástico se debe elegir, cuando se necesite que reúna condiciones de impermeabilidad y resistencia a los ácidos y al calor.

Los cables con alma de acero se recomiendan para trabajos en donde no van a estar sujetos a aplastamientos severos, debiendo evitarse que se deformen, ya que una vez aplastados se deterioran rápidamente al pasar por las poleas. Este tipo de cable se emplea en aquellos lugares expuestos a muy elevadas temperaturas (figs. 27 Y 28).



REGULAR DERECHO

REGULAR IZQUIERDO

LANG DERECHO

LANG IZQUIERDO

ALTERNADO O HERRINGBONE

Fig. 27 Torcido de los cables de acero

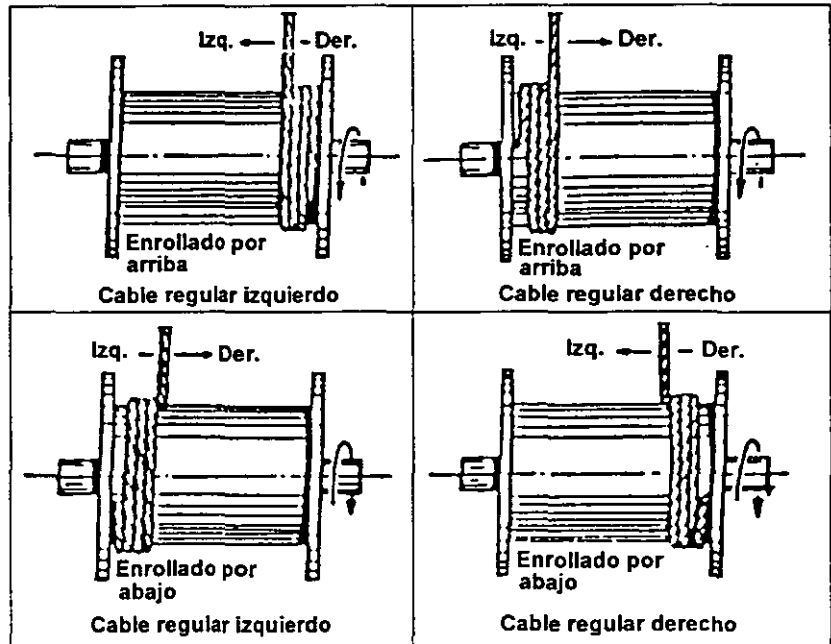


Fig. 28 Recomendaciones para enrollado en el tambor

4.12.7 Tuberías

La tubería metálica se fabrica en tramos con una longitud de 12 m. generalmente, y un espesor que puede variar de 8 a 15 mm. con el fin de que pueda resistir el momento flexionante que se presentará en el claro libre, al estar apoyada en dos pontones o flotadores.

La tubería flexible es a base de tramos metálicos rígidos de 12 m. de longitud, pero sus conexiones son a base de juntas esféricas o de manguitos de hule. Este tipo de tubería generalmente se usa como flotante sobre pontones.

Para la tubería en tierra se usan generalmente juntas bridadas, unidas con tornillo y tuerca con empaques de hule.

En tierra la tubería se apoya sobre caballetes de madera.

Existen también tuberías de diversos materiales ahulados, con longitudes que pueden variar de 3 a 6 m. siendo algunos tipos rígidos y otros semiflexibles que pueden llegar a formar un arco de 30°. Esta tubería va unida por medio de juntas esféricas especiales, que deben ser resistentes al desgaste.

La tubería sumergida se usa en el paso de canales o ríos, que tienen un intenso tráfico de embarcaciones.

Esta será tubería de acero con uniones soldadas para darle hermeticidad, forrado con mortero lanzado el que se adhiere al tubo con una malla de gallinero.

La tubería metálica en la descarga de la draga estará sujeta a una cierta presión, por lo que es necesario que tenga un determinado espesor que podrá calcularse de la siguiente manera:

$$d_{\min} = p \cdot D / (2 \cdot E_T)$$

d_{\min} = Espesor mínimo de la pared de la tubería

D = Diámetro interior de la tubería

p = Presión a la descarga de la línea

E_T = Esfuerzo de tensión del acero

Existe también tubería de polietileno de alta densidad, la que debe usarse en materiales finos como arcillas o limos, ya que la abrasión de un material grueso como arenas o gravas, la desgastaría rápidamente (figs. 29, 30 y 31).

La tabla 9 nos permitirá conocer el volumen de material dragado, en función de diámetro de la tubería, la velocidad de descarga y el porcentaje de sólidos en suspensión.

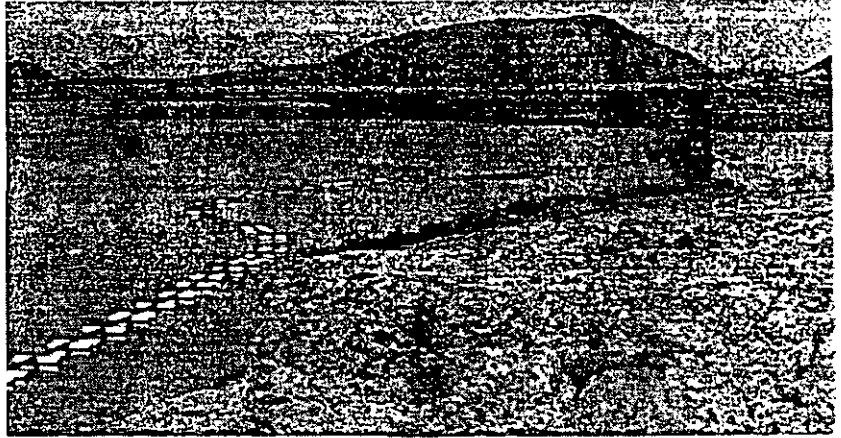


Fig. 29 Tubería flotante para descarga de una draga estacionaria

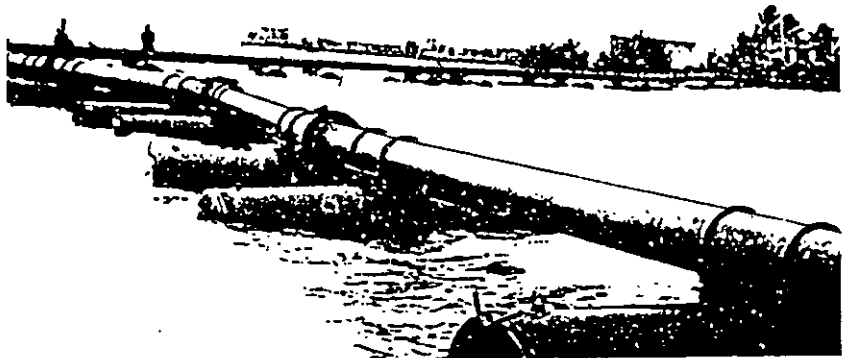


Fig. 30 Tubería flotante sobre pontones

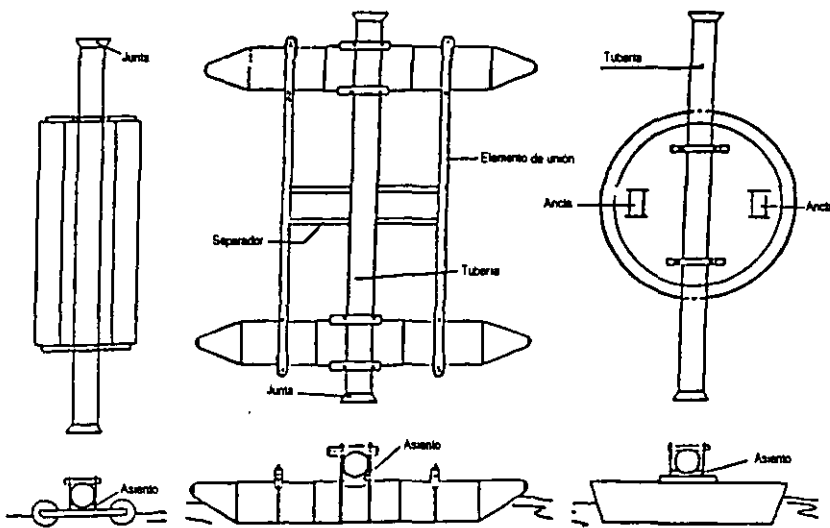


Fig. 31 Pontones

4.12.8 Pontones

Los pontones son elementos metálicos o de fibra de vidrio, que sirven para apoyar la tubería flotante, pudiendo ser de diferente forma, según el trabajo a realizar. Es de primordial importancia su diseño para su estabilidad pudiendo absorber fuerzas de oleaje y viento de tal manera que no se giren, ya que destruirían la tubería sujeta en su parte superior.

TABLA 9

RENDIMIENTO EN EL DRAGADO EN FUNCION DE LA VELOCIDAD DE LA DESCARGA Y EL DIAMETRO DE LA TUBERIA

VELOCIDAD DE DESCARGA (M/SEG)	FLUIDO EN LA DESCARGA EN M ³ /H (DIAMETRO EN PULGADAS)										
	6	8	10	12	14	16	18	20	24	27	30
3.0	210	370	580	830	1010	1340	1700	2120	3070	3910	4800
3.3	220	400	640	920	1120	1470	1870	2320	3380	4300	5280
3.7	240	440	700	1000	1220	1610	2040	2540	3690	4690	5760
4.0	270	470	760	1090	1310	1740	2220	2750	3990	5080	6240
4.3	290	510	820	1170	1420	1870	2390	2960	4300	5470	6720
4.6	300	550	880	1250	1520	2000	2550	3170	4600	5860	7200
4.9	330	590	930	1340	1620	2140	2720	3380	4920	6260	7680
5.2	350	630	990	1420	1720	2270	2900	3590	5220	6640	8160
5.5	370	660	1050	1500	1830	2400	3070	3810	5530	7030	8640
5.8	390	700	1110	1580	1930	2540	3230	4020	5840	7420	9120
6.1	410	730	1170	1670	2030	2670	3400	4230	6140	7810	9600
6.4	430	770	1220	1750	2130	2810	3580	4440	6450	8200	10080
6.7	450	810	1280	1840	2230	2940	3750	4650	6760	8600	10560
7.0	470	840	1350	1920	2330	3070	3920	4860	7070	8990	11040
7.3	490	880	1400	2000	2430	3200	4090	5080	7370	9380	11520
7.6	510	920	1460	2090	2530	3340	4260	5290	7680	9770	12000

Notas Para obtener los metros cúbicos por hora de material sólido, multiplique los valores de la tabla por el porcentaje de concentración de sólidos.

En tubera de 6 a 12 pulgadas de diámetro, el espesor de la pared es el nominal de mercado y para diámetros de 14 a 30 pulgadas, el espesor de la pared del tubo es de 1/4 de pulgada como mínimo

4.13

INSTRUMENTACION DE AYUDA A BORDO

Vamos a ver una breve descripción del tablero de mando de una draga, con los principales indicadores y palancas que se tienen para facilitar operaciones.

Palancas de winches y zancos.- Las posiciones centrales de las palancas son las posiciones neutrales. Cuando las palancas de los zancos son colocadas en la posición "caer", estos caen libre y rápidamente.

Borneo.- Una vez que el cortador está abajo en el fondo, se debe bornear la draga hacia babor mediante el cable del winche correspondiente, aflojándose un tanto, mediante el freno, el cable del winche de estribor.

Nunca debe iniciarse el borneo mientras los dos zancos estén bajados en el fondo.

Motores Diesel.- El tacómetro indica el número de revoluciones por minuto; generalmente la velocidad será más o menos constante durante el trabajo, para lograr la máxima eficiencia.

Vacuómetro de la bomba de dragado.- Se debe tratar de alcanzar y mantener el máximo vacío, para la altura de succión empleada. La velocidad de la mezcla y por tanto el vacío de la bomba, para alturas mayores de succión, serán inferiores a las correspondientes a una tubería más corta, en situaciones normales.

El manómetro de la bomba de prensa-estopas y de la bomba de la tapa de aspiración, indica la presión del agua suministrada a la prensa-estopas de la bomba de dragado. La presión debe ser mayor a la presión de la bomba de dragado.

Accionamiento del cortador.- El manómetro indica la presión del aceite hidráulico y, por ello; la carga del cortador.

Manómetro de la bomba de dragado.- Indica la presión en la tubería de descarga. Al comienzo del dragado la presión se eleva al aumentar el porcentaje de material que contiene la mezcla transportada. Es difícil mencionar un valor máximo admisible, porque difieren las posibilidades de un lugar a otro, y varían para las diferentes distancias de depósito. La experiencia enseñará al dragador, cómo conseguir el resultado óptimo.

Existen otras ayudas para el dragador, como es el giro compás que nos dará los grados de borneo, los manómetros de presión para los winches de los traveses para abanicar o bornear, mandos electrónicos de botón para activar o desactivar el embrague de la bomba dragadora, indicador de la profundidad de la rastra o succión, ya sea por medio de una regla o escala vertical o por medio de un sistema electrónico con representación gráfica en una pantalla, la cual permite efectuar correcciones por marea. Indicador en pantalla e impresora del registro del desplazamiento de la draga contra el tiempo, mediante una línea continua que nos indicará cuando la tolva ya no retiene más carga, así como la duración del ciclo (fig. 32).

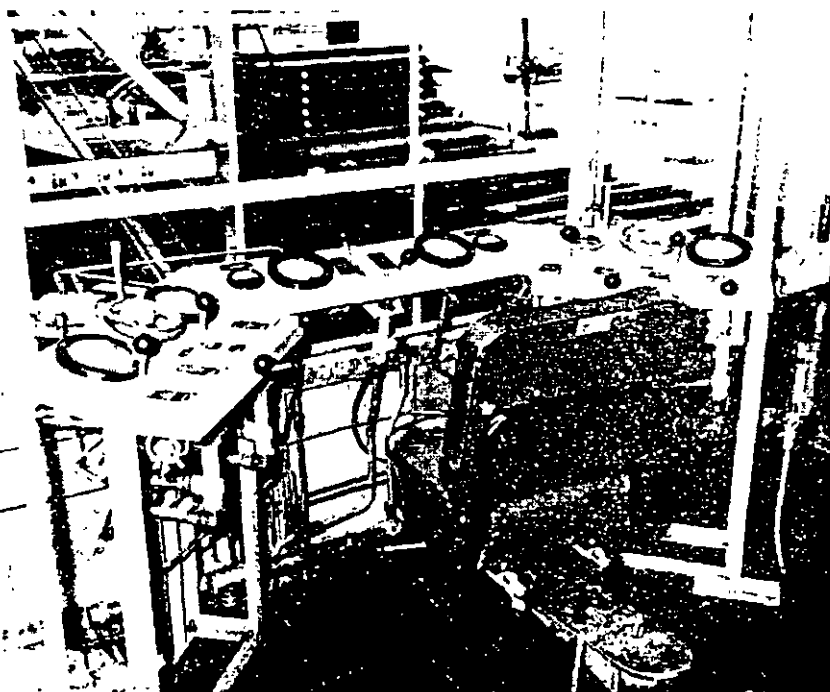


Fig. 32 Caseta de control de una draga estacionaria

4.14 OPERACION DEL DRAGADO

Al observar los resultados de cálculo, entre el material en tolva y el medido en sitio a base de levantamientos batimétricos, en teoría deberían ser iguales, pero en la práctica acusan una gran diferencia, aún en lugares donde no existen azolves frecuentes.

Por lo anterior, para obtener los óptimos resultados debemos capacitar al personal que realiza la medición en tolva, para que esta sea lo más apegada a la realidad.

Método para medir la carga en la tolva: La cantidad de sólidos que se asientan en la tolva, se puede medir sondeando después de suspender el bombeo. Para este propósito se emplea un disco en forma de cazuela sujeto a una sondaleza. El disco generalmente usado es de 15 cm. con un peso de 510 grs. aproximadamente, y se supone que podrá reposar en el nivel superior de los sólidos asentados.

De 8 a 12 sondeos deberán ser efectuados en cada tolva, obteniendo un promedio de lecturas y en consecuencia el volumen de sólidos asentados, valor que se obtendrá al entrar con la lectura promedio en la gráfica de la tolva, que el fabricante elabora para cada draga.

Simultáneamente con las sondas de la mezcla, se toman muestras arriba del plano de los sólidos asentados. Para este propósito se ha diseñado un aparato muy sencillo que consiste en un recipiente cilíndrico que va asegurado a una regla graduada. Se baja hasta tocar el material asentado, y mediante la varilla que va unida a la tapa, se quita esta, llenándose el recipiente con el material obtenido a esa profundidad, y tapándolo de nuevo para que no sufra alteración alguna.

Se deberán obtener muestras en tolva a diferentes alturas, llevándose el registro de las mismas.

Todas las muestras así tomadas, se mezclan para obtener el promedio, lo cual nos dará el porcentaje de sólidos en suspensión contenidos en la carga.

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

El total de metros cúbicos de material en cada carga, es la suma de sólidos asentados más los que se encuentran en suspensión.

En las dragas autopropulsadas más modernas, existen algunos otros métodos para cuantificar el volumen de material depositado en la tolva, como es el indicador electrónico del peso en toneladas que registra la tolva, para lo cual primeramente al terminar de dragar, se espera a que se asiente la mayor parte del material en la tolva mientras navega a la descarga, para posteriormente expulsar por medio de bombeo el agua que se encuentra en la parte superior del material. Con el peso que registre en ese momento y el conocimiento previo de la densidad del material que se está dragando podremos conocer el volumen depositado en la tolva. Como complemento a lo anterior, también se registran los calados en proa, medio y popa.

Existe otro indicador que nos registra en pantalla e imprime posteriormente una gráfica de desplazamiento de la unidad en miles de toneladas, contra el tiempo; la cual es una línea continua que nos permitirá ver el inicio del llenado y el tiempo que tarda. Cuando la gráfica prácticamente se vuelve horizontal es que la tolva ya no recibe carga, o sea el mate-

rial que está entrando es el mismo que sale por los vertederos laterales, lo que indica la necesidad de suspender el bombeo e ir a tirar el material, siendo esta la carga económica de la tolva (fig. 33).

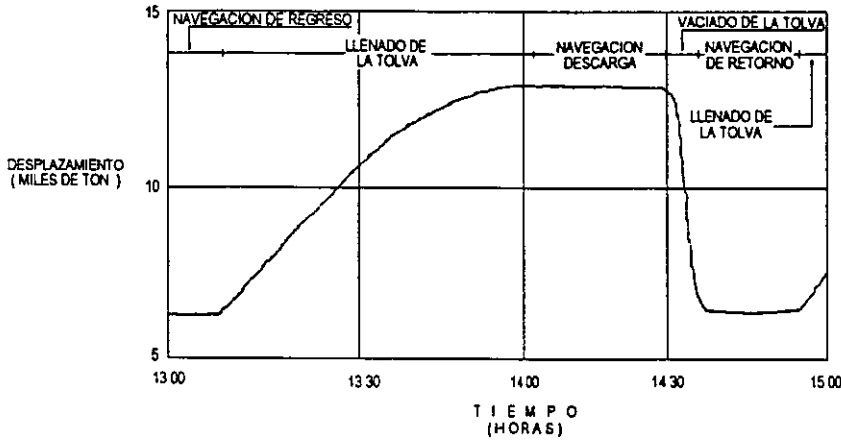


Fig 33. Gráfica de la operación continua de una draga autopropulsada

Para fines de programación y control de las obras de dragado es determinante conocer los parámetros de operación de las dragas.

A continuación como un ejemplo práctico de lo expresado anteriormente, se reflejan los resultados obtenidos del muestreo en tolva y ciclo de operación de una draga autopropulsada, que no cuenta con aparatos de medición directa. Estos se derivan de la compilación de una serie de datos de campo que bajo un sistema establecido, son ordenados y analizados en gabinete.

El sistema aplicado al muestreo en tolva, requiere de pruebas primarias de laboratorio, y los datos del ciclo de operación se obtienen mediante mediciones de tiempos en campo.

Lo anterior permite conocer el peso específico del material extraído, depositado en tolva, y el comportamiento de la carga de sólidos durante el ciclo de operación. Dicho comportamiento es obtenido por incremento de calados, (midiendo con una regla graduada a partir de la cubierta, al espejo del agua), ya que esta draga no cuenta con aparatos de medición directa.

Al término del tiempo efectivo de dragado se efectúa el aforo directo en tolva, con el objeto de medir el volumen de sólidos decantados, mismo que posteriormente será comparado con el volumen obtenido por métodos analíticos.

4.14.1 Descripción de muestreo en tolva y medición de calados

Las muestras que serán analizadas en el laboratorio se obtienen directamente de la tolva de la draga. La toma de la muestra se efectúa mediante un recipiente metálico de 20 litros de capacidad, sujeto a una cuerda de polipropileno que resista el tirante de tensión, posteriormente se vierte la cantidad requerida en recipientes de un litro. El muestreo se hace de forma continua hasta suspender el dragado.

Las muestras tomadas deben contener: Agua de la zona de dragado, mezcla en suspensión arriba de los sólidos decantados en tolva y material decantado.

Las pruebas de laboratorio aplicadas al muestreo son:

- a) Peso específico del material saturado (material decantado)
- b) Porcentaje de sólidos en suspensión arriba del plano decantado
- c) Peso específico del agua de la zona del dragado

Simultáneamente al muestreo se realiza la medición de calados, por ambas bandas de la draga.

El incremento de calados se obtiene por sustracción de las lecturas anteriores, del puntal de la draga.

4.14.2 Análisis de Laboratorio del muestreo efectuado a bordo de la draga operando en la darsena de Ciaboga en Tuxpan, Ver.

a) Peso Específico del material saturado

$$\gamma_s = (W_{vs} - W_v) / V_s$$

γ_s = peso específico del material saturado

W_{vs} = peso del vaso lleno del material saturado

W_v = peso del vaso vacío

V_s = volumen que ocupa el material saturado

Pesos de los recipientes vacíos

W_1 = 145.7 grs.

W_2 = 142.55 grs.

W_3 = 150.85 grs.

Volumen de los recipientes = 300 cm³

$$\gamma_{s1} = (586.1 - 145.70 \text{ gr}) / 300 \text{ cm}^3 = 1.47 \text{ gr/cm}^3 = 1.47 \text{ ton/m}^3 \text{ (lodo)}$$

$$\gamma_{s2} = (601.7 - 142.55 \text{ gr}) / 300 \text{ cm}^3 = 1.53 \text{ gr/cm}^3 = 1.53 \text{ ton/m}^3 \text{ (lodo)}$$

$$\gamma_{s3} = (605.3 - 150.85 \text{ gr}) / 300 \text{ cm}^3 = 1.51 \text{ gr/cm}^3 = 1.51 \text{ ton/m}^3 \text{ (lodo)}$$

$$\gamma_{s4} = (561.3 - 145.70 \text{ gr}) / 275 \text{ cm}^3 = 1.51 \text{ gr/cm}^3 = 1.51 \text{ ton/m}^3 \text{ (lodo)}$$

$$\gamma_{s5} = (607.0 - 150.85 \text{ gr}) / 300 \text{ cm}^3 = 1.52 \text{ gr/cm}^3 = 1.52 \text{ ton/m}^3 \text{ (lodo)}$$

$$\gamma_{s6} = (603.4 - 142.55 \text{gr}) / 255 \text{cm}^3 = 1.81 \text{gr/cm}^3 = 1.81 \text{ton/m}^3 \text{ (arena)}$$

$$\gamma_{s7} = (531.6 - 145.70 \text{gr}) / 275 \text{cm}^3 = 1.79 \text{gr/cm}^3 = 1.79 \text{ton/m}^3 \text{ (arena)}$$

$$\gamma_{s8} = (368.3 - 142.55 \text{gr}) / 125 \text{cm}^3 = 1.81 \text{gr/cm}^3 = 1.81 \text{ton/m}^3 \text{ (arena)}$$

$$\gamma_{s9} = (582.5 - 150.85 \text{gr}) / 250 \text{cm}^3 = 1.73 \text{gr/cm}^3 = 1.73 \text{ton/m}^3 \text{ (lodo)}$$

$$\gamma_{s10} = (577.45 - 145.7 \text{gr}) / 250 \text{cm}^3 = 1.73 \text{gr/cm}^3 = 1.73 \text{ton/m}^3 \text{ (lodo)}$$

$$\gamma_{s11} = (578.75 - 142.5 \text{gr}) / 250 \text{cm}^3 = 1.74 \text{gr/cm}^3 = 1.74 \text{ton/m}^3 \text{ (lodo)}$$

$$\gamma_{s12} = (594.2 - 150.85 \text{gr}) / 275 \text{cm}^3 = 1.61 \text{gr/cm}^3 = 1.61 \text{ton/m}^3 \text{ (lodo)}$$

$$\gamma_{s13} = (577.25 - 145.7 \text{gr}) / 275 \text{cm}^3 = 1.57 \text{gr/cm}^3 = 1.57 \text{ton/m}^3 \text{ (lodo)}$$

Peso específico para cada tipo de material

$$\gamma_s = 1 / 3 (1.81 + 1.79 + 1.81) = 1.80 \text{ ton/m}^3 \text{ (promedio en arena)}$$

$$\gamma_s = 1 / 10 (1.47 + 1.53 + 1.51 + 1.51 + 1.52 + 1.73 + 1.73 + 1.74 + 1.61 + 1.57) = 1.59 \text{ ton/m}^3 \text{ (promedio en lodo)}$$

$$\gamma_s = 1 / 2 (1.8 + 1.59) = 1.70 \text{ ton/m}^3 \text{ (promedio de la mezcla)}$$

b) Porcentaje de sólidos en suspensión

$$\%ss = ((W_m - W_w) / (W_s - W_w)) \cdot 100$$

W_m = peso de la mezcla arriba del material decantado en tolva

W_w = peso del agua de la zona de dragado

W_s = peso del material saturado en promedio

N O T A : Se incluye el peso del vaso en las siguientes operaciones

$$\%ss1 = ((454.60 - 436.30) / (655.55 - 436.30)) \times 100 = 8.34\%$$

$$\%ss5 = ((459.00 - 436.30) / (655.55 - 436.30)) \cdot 100 = 10.35\%$$

$$\%ss = 1 / 5 (8.34 + 11.34 + 9.57 + 6.30 + 10.35) = 9.18\% \text{ (promedio)}$$

c) Peso específico del agua de la zona de dragado

$$\gamma = (W_{ww} - W_w) / V_w$$

γ = peso específico del agua

W_{ww} = peso del vaso lleno de agua

W_w = peso del vaso vacío

V_w = volumen que ocupa el agua

$$\gamma_{w1} = (436.30 - 142.55 \text{gr}) / 300 \text{cm}^3 = 0.98 \text{ gr/cm}^3 = 0.98 \text{ ton/m}^3$$

$$\gamma_{w2} = (442.25 - 145.70 \text{gr}) / 300 \text{cm}^3 = 0.99 \text{ gr/cm}^3 = 0.99 \text{ ton/m}^3$$

$$\gamma_{w3} = (443.50 - 150.85 \text{gr}) / 300 \text{cm}^3 = 0.98 \text{ gr/cm}^3 = 0.98 \text{ ton/m}^3$$

$$\gamma_w = 1 / 3 (0.98 + 0.99 + 0.98) = 0.98 \text{ ton/m}^3 \text{ (promedio)}$$

4.14.3 Obtención del volumen de material en tolva

Para medir el volumen de material en tolva a través del sistema de franco bordo en las dragas autopropulsadas que no cuentan con sistema de medición electrónico, se procede de la siguiente manera:

1.- Se llena la tolva con agua y se miden ambos francos bordos obteniendo así una altura promedio, por ejemplo: 1.58 m. que sustraídos a los 5.8 m. que es el puntal de la draga (pd), dará como resultado 4.22 m., lo cual sirve para entrar en la Tabla 10 donde obtenemos el peso de la draga llena de agua $W_{dw} = 3\,507 \text{ ton}$.

2.- Una vez obtenido el peso anterior se saca el agua de la tolva hasta quedar con agua residual.

3.- Al concluir el proceso del punto 2 se cierran las compuertas y se inicia el llenado de la tolva con mezcla.

4.- Al iniciarse el llenado de la tolva habrá personal tomando sus lecturas en ambas bandas, así como el muestreo en la tolva para obtener todos los datos necesarios que nos permitan determinar el comportamiento de la carga de sólidos en tolva [Tabla 11].

5.- Al suspender el dragado se toma la última lectura de franco bordo, obteniendo un promedio de 1.11 m., que restado al puntal $pd = 5.80$ m., nos da un calado de 4.69 m., con esto entramos en la tabla No. 10 y nos da 3 947 ton. de peso.

6.- Finalmente, con los datos obtenidos mediante este proceso y los resultados de laboratorio, se aplica el principio de Arquímedes llegando a la siguiente conclusión:

$$V_s = (W_{dm} - W_{dw}) / (\gamma_s - \gamma_w)$$

Donde:

V_s = volumen de sólidos en tolva (decantados y en suspensión)

W_{dm} = peso de la draga con mezcla

W_{dw} = peso de la draga llena de agua

γ_s = peso específico de los sólido

γ_w = peso específico del agua

Ejemplo:

$$V_s = (3,947 - 3,507) / (1.70 - 0.98) = 611 \text{ m}^3$$

4.14.4 Obtención de la tolva económica

Aplicando este mismo sistema, se elaboran las tablas que se muestran a continuación, donde se obtiene el volumen de sólidos en tolva para diferentes tiempos, hasta determinar la carga óptima, o tolva económica, que como ya se dijo anteriormente, se presenta cuando el material que entra es el mismo que sale por los vertederos laterales, lo cual se puede apreciar en la gráfica (fig. 34), cuando la curva de llenado tiende a hacerse horizontal.

TABLA 10

PESO DE UNA DRAGA DE 1,100 / 1,400 M3 DE CAPACIDAD EN TOLVA, EN FUNCION DEL CALADO							
CALADO	PESO (TON)	CALADO	PESO (TON)	CALADO	PESO (TON)	CALADO	PESO (TON)
3 30	2665	3 71	3037	4 12	3413	4 53	3793 20
3 31	2679	3 72	3046	4 13	3422	4 54	3802 60
3 32	2683	3 73	3055	4 14	3431	4 55	3812
3 33	2682	3 74	3064	4 15	3440	4 56	3821 6
3 34	2701	3 75	3073	4 16	3449 60	4 57	3831 20
3 35	2710	3 76	3082	4 17	3450 20	4 58	3840 80
3 36	2719	3 77	3091	4 18	3466 80	4 59	3850 40
3 37	2720	3 78	3100	4 19	3476 40	4 60	3860
3 38	2737	3 79	3109	4 20	3408	4 61	3869 60
3 39	2746	3 80	3118	4 21	3497 80	4 62	3879 20
3 40	2755	3 81	3127 40	4 22	3517 60	4 63	3888 80
3 41	2764	3 82	3130 80	4 23	3517 40	4 64	3898 40
3 42	2773	3 83	3140 20	4 24	3527 20	4 65	3905
3 43	2782	3 84	3155	4 25	3537	4 66	3917 80
3 44	2791	3 85	3165	4 26	3545 60	4 67	3927 60
3 45	2800	3 86	3176	4 27	3554 20	4 68	3937 40
3 46	2806	3 87	3187	4 28	3562 80	4 69	3947 20
3 47	2818	3 88	3190	4 29	3571 40	4 70	3957
3 48	2827	3 89	3209	4 30	3580	4 71	3966 60
3 49	2836	3 90	3220	4 31	3589	4 72	3976 20
3 50	2845	3 91	3227	4 32	3598	4 73	3985 80
3 51	2854	3 92	3234	4 33	3607	4 74	3995 40
3 52	2863	3 93	3241	4 34	3616	4 75	4005
3 53	2872	3 94	3248	4 35	3625	4 76	4014 40
3 54	2881	3 95	3255	4 36	3634 60	4 77	4023 60
3 55	2890	3 96	3265	4 37	3644 20	4 78	4033 20
3 56	2899	3 97	3275	4 38	3653 80	4 79	4042 60
3 57	2908	3 98	3285	4 39	3663 40	4 80	4052
3 58	2917	3 99	3295	4 40	3673	4 81	4061 60
3 59	2926	4 00	3305	4 41	3682 40	4 82	4071 20
3 60	2935	4 01	3314	4 42	3691 80	4 83	4080 80
3 61	2944	4 02	3323	4 43	3701 20	4 84	4090 40
3 62	2953	4 03	3332	4 44	3710 60	4 85	4100
3 63	2962	4 04	3341	4 45	3720		
3 64	2971	4 05	3350	4 46	3729		
3 65	2980	4 06	3359	4 47	3738		
3 66	2989 60	4 07	3368	4 48	3747		
3 67	2999 20	4 08	3377	4 49	3756		
3 68	3008 80	4 09	3386	4 50	3765		
3 69	3018 40	4 10	3395	4 51	3774 40		
3 70	3028 00	4 11	3404	4 52	3783 60		

Tabla 11

TABULADOR DE LA CARGA DE SOLIDOS EN TOLVA POR INCREMENTO DE CALADO

gs = 1.70 TON / m³

Pd = 5.80

gw = 0.98 TON / m³

Wdw = 3,507 TON

TIEMPO (MINUTOS)	FRANCO BORDO ESTIBOR Fe. (m)	FRANCO BORDO BABOR Fb. (m)	FRANCO BORDO MEDI Fm = 1/2 (Fe + Fb)	CALADO Pd - Fm	Wdm	Wdm - Wdw	Vs = Wdm - Wdw gs - gw
0	2.40	2.40	2.40	3.40	2756	- 752	
1	2.35	2.38	2.36	3.44	2791	- 716	
2	2.19	2.25	2.22	3.56	2917	- 590	
3	2.09	2.08	2.08	3.72	3046	- 461	
4	1.98	2.05	2.02	3.78	3100	- 407	
5	1.88	1.95	1.92	3.88	3166	- 311	
6	1.80	1.56	1.57	4.23	3517	10	13
7	1.41	1.55	1.48	4.32	3588	91	126
8	1.38	1.55	1.47	4.33	3607	100	138
9	1.38	1.55	1.44	4.36	3635	128	177
10	1.35	1.55	1.45	4.35	3625	118	163
11	1.34	1.53	1.43	4.37	3644	137	180
12	1.34	1.53	1.43	4.37	3644	137	180
13	1.33	1.53	1.43	4.37	3644	137	180
14	1.33	1.53	1.43	4.37	3644	137	180
15	1.30	1.50	1.40	4.40	3673	165	230
16	1.30	1.50	1.40	4.40	3673	165	230
17	1.28	1.50	1.39	4.41	3682	175	243
18	1.28	1.48	1.39	4.41	3682	175	243
19	1.27	1.47	1.37	4.43	3701	194	269
20	1.27	1.45	1.36	4.44	3710	203	281
21	1.28	1.45	1.37	4.43	3701	194	243
22	1.28	1.45	1.37	4.43	3701	194	243
23	1.27	1.45	1.36	4.44	3710	203	281
24	1.27	1.45	1.36	4.44	3710	203	281
25	1.26	1.40	1.33	4.47	3738	231	320
26	1.28	1.38	1.32	4.48	3747	240	333
27	1.29	1.39	1.34	4.46	3729	222	308
28	1.27	1.38	1.33	4.47	3738	231	320
29	1.24	1.36	1.31	4.48	3756	249	345
30	1.25	1.37	1.31	4.48	3756	249	345
31	1.25	1.35	1.30	4.50	3765	258	358
32	1.22	1.35	1.28	4.52	3784	277	384
33	1.26	1.35	1.30	4.50	3765	258	358
34	1.24	1.35	1.29	4.51	3774	267	370
35	1.26	1.35	1.30	4.50	3765	258	358
36	1.26	1.35	1.30	4.50	3765	258	358
37	1.30	1.35	1.32	4.48	3747	240	333

Cont. Tabla 11

TABULADOR DE LA CARGA DE SÓLIDOS EN TOLVA POR INCREMENTO DE CALADO

gs = 1.70 TON / m³

Pd = 6.80

gw = 0.96 TON / m³

Wdw = 3,507 TON

TIEMPO (MINUTOS)	FRANCO BORDO ESTRIBOR Fa. (m)	FRANCO BORDO BABOR Fb. (m)	RANCO BORDO MEDI Fm = 1/2 (Fa + Fb)	CÁLADO Pd - Fm	Wdm	Wdm - Wdw	Vs = Wdm - Wdw gs - gw
42	1.30	1.40	1.35	4.45	3720	213	295
43	1.21	1.35	1.28	4.52	3783	278	383
44	1.23	1.35	1.29	4.51	3774	267	370
45	1.21	1.33	1.27	4.53	3793	286	387
46	1.21	1.33	1.27	4.53	3793	286	387
47	1.28	1.33	1.29	4.51	3774	267	370
48	1.23	1.33	1.28	4.52	3783	278	383
49	1.24	1.33	1.28	4.52	3783	278	383
50	1.24	1.33	1.28	4.52	3783	278	383
51	1.25	1.30	1.27	4.53	3783	278	383
52	1.20	1.30	1.25	4.55	3812	305	423
53	1.20	1.30	1.25	4.55	3812	305	423
54	1.20	1.30	1.25	4.55	3812	305	423
55	1.19	1.30	1.24	4.56	3821	314	436
56	1.20	1.30	1.25	4.55	3812	305	423
57	1.20	1.30	1.25	4.55	3812	305	423
58	1.20	1.30	1.25	4.55	3812	305	423
59	1.18	1.30	1.24	4.56	3821	314	436
60	1.19	1.30	1.24	4.56	3821	314	436
61	1.19	1.30	1.24	4.56	3821	314	436
62	1.19	1.28	1.23	4.57	3831	324	458
63	1.18	1.27	1.22	4.58	3840	333	462
64	1.18	1.27	1.22	4.58	3840	333	462
65	1.18	1.27	1.22	4.58	3840	333	462
66	1.18	1.27	1.22	4.58	3840	333	462
67	1.20	1.28	1.24	4.56	3821	314	436
68	1.20	1.28	1.24	4.56	3821	314	436
69	1.19	1.29	1.24	4.56	3821	314	436
70	1.20	1.28	1.24	4.56	3821	314	436
71	1.21	1.29	1.25	4.55	3812	305	423
72	1.20	1.29	1.24	4.56	3821	314	436
73	1.19	1.28	1.23	4.57	3831	324	450
74	1.20	1.29	1.24	4.56	3821	314	436
75	1.18	1.27	1.22	4.58	3840	333	462
76	1.17	1.25	1.21	4.58	3850	343	475
77	1.18	1.27	1.22	4.58	3840	333	462
78	1.16	1.25	1.20	4.60	3860	353	490
79	1.13	1.22	1.17	4.63	3888	381	529
80	1.15	1.20	1.17	4.63	3888	381	529
81	1.15	1.20	1.17	4.63	3888	381	529
82	1.12	1.17	1.14	4.66	3917	410	556
83	1.09	1.17	1.13	4.67	3927	420	583
85	1.05	1.17	1.11	4.69	3947	440	611
86	1.05	1.17	1.11	4.69	3947	440	611

VOL. TOLVA ECONOMICA

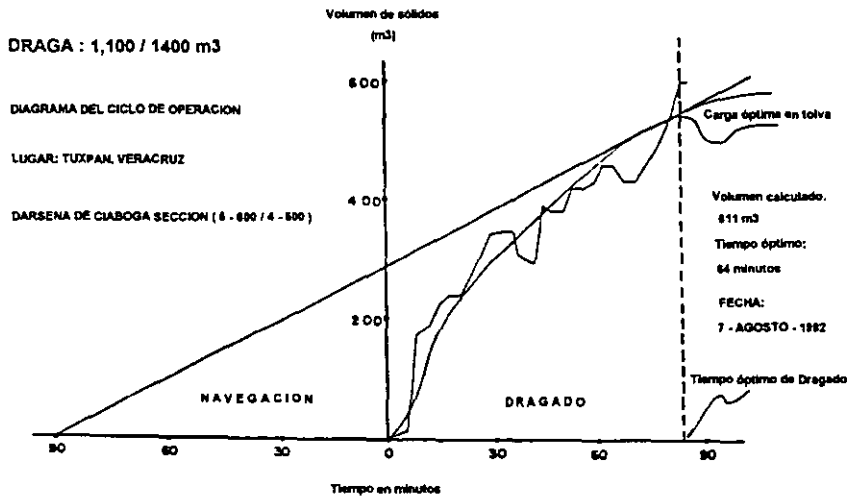


Fig. 34 Gráfica de la tolva económica

4.14.5 Medición Directa de volumen en Tolva

Para la cuantificación directa del volumen de sólidos en tolva, se realizaron un total de doce aforos con sondaleza, seis del lado de estribor y seis en babor, obteniéndose los siguientes resultados:

ESTRIBOR	BABOR
5.00	5.00
5.75	5.90
6.30	6.50
6.00	5.60
6.50	6.50
6.90	7.00
36.45	36.50

$$(36.45 + 36.5) / 12 = 6.08 \text{ Promedio}$$

Haciendo uso de la gráfica de la tolva que elabora el fabricante, encontramos que a este promedio de lecturas corresponde un volumen de 530 m³ de material sólido decantado.

Posteriormente, conociendo la capacidad de tolva (1,400 m³), el volumen de material decantado y el porcentaje de sólidos en suspensión, obtenido previamente en laboratorio; se está en condiciones de calcular el volumen total en tolva mediante las siguientes operaciones:

$$1,400 \text{ m}^3 - 530 \text{ m}^3 = 870 \text{ m}^3 \text{ MEZCLA ARRIBA DEL PLANO DÉCANTADO}$$

$$870 \text{ m}^3 \cdot 9.18 \% = 80 \text{ m}^3 \text{ MATERIAL SOLIDO EN SUSPENSION}$$

$$530 \text{ m}^3 + 80 \text{ m}^3 = 610 \text{ m}^3 \text{ VOLUMEN TOTAL EN TOLVA}$$

Como se podrá apreciar, el volumen calculado es prácticamente igual al que se obtuvo mediante el sistema de franco bordo, que fue de 611 m3.

Finalmente a bordo de la draga se midió su ciclo de operación, obteniéndose los siguientes tiempos:

Actividad	Tiempo (hrs)
Dragando	1:21
Navegación a descarga	0:45
Navegación de retorno	0:45
Maniobras dentro de la operación	0:05

Duración del ciclo : 2:56 = 2.93 (sist. dec.)

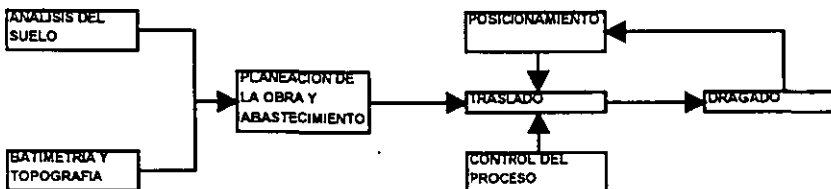
Con estos datos se calcula el rendimiento horario logrado por la draga.

$$610 \text{ m}^3 / 2.93 \text{ hr.} = 208 \text{ m}^3 / \text{hr.}$$

4.14.6 Análisis operativo de una draga autopropulsada

El análisis operativo para una draga de este tipo se puede resumir en el siguiente flujograma que por sí sólo se explica:(tabla 12)

Tabla 12



Se conoce como eficiencia operativa, al cociente de dividir el tiempo efectivo de operación entre el tiempo total que dura una obra, expresando el resultado en %.

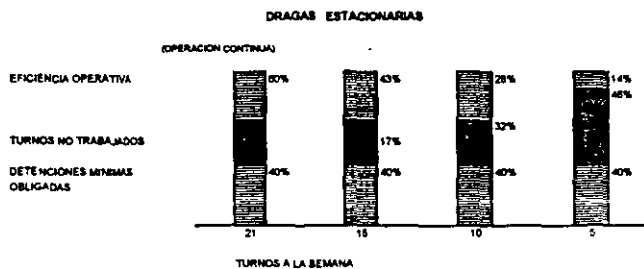
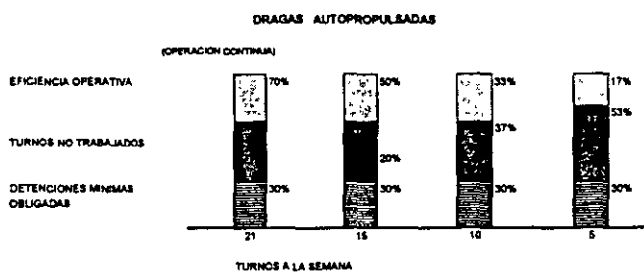
El tiempo efectivo de una draga autopropulsada, lo integran la suma de horas utilizadas en bombeo, navegación a la descarga, navegación de retorno y maniobras, en cambio para una draga estacionaria será únicamente la suma de horas de bombeo y maniobras.

Los estándares internacionales aceptan como eficiencia operativa un 70% para dragas autopropulsadas y un 60% para dragas estacionarias.

Desde luego los estándares anteriores, son bajo el sistema de operación continua que significa trabajar dos turnos diarios de 12 hrs. cada uno, los siete días de la semana. Al trabajar menos turnos la eficiencia operativa disminuye, como se observa en la tabla 13.

Tabla 13

EFICIENCIA OPERATIVA EN FUNCION DEL NUMERO DE TURNOS TRABAJADOS OPTIMOS INTERNACIONALES



Es muy difícil por lo expuesto anteriormente, que el fondo y taludes dragados queden exactamente con la geometría que marca el proyecto, por lo que siempre existirán tolerancias en el dragado, tanto vertical como horizontal.

La tolerancia vertical será como máximo de 30 cm. para dragado en ríos y dársenas, y de 50 cm. para dragados en mar abierto.

Por lo que respecta a la tolerancia horizontal, esta será variable y dependerá del ángulo de reposo que adquiera el fondo marino de acuerdo al tipo de material por dragar. Las tolerancias anteriores, serán aplicadas en la totalidad del área a dragar.

4.14.7 Plan de Obra

Toda obra de dragado debe tener un programa previamente establecido, este se denomina PLAN DE OBRA.

En este documento, se detalla la obra a realizar suponiendo, de acuerdo al equipo que se usará, el rendimiento del mismo, la forma de atacar la obra, las metas a alcanzar, el equipo auxiliar básico y de descarga, el personal, la memoria de cálculo y el calendario de trabajo (tabla 14).

Tabla 14

PLAN DE OBRA No _____

1) LOCALIZACIÓN Estado Municipio Lugar Zona Zona de tiro	CLAVE
2) TIPO DE OBRA	
3) DESCRIPCIÓN	
4) JUSTIFICACIÓN	
5) OBJETIVO	
6) METAS	
7) COSTO TOTAL \$	

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

Existen dos formatos diferentes para calcular la producción por turno, uno para dragas estacionarias y otro para autopropulsadas. Dichos formatos se presentan a continuación [Tablas 15 y 16].

Tabla 15

DRAGA AUTOPROPULSADA MEMORIA DE CALCULO DE LA PRODUCCION POR TURNO														
DRAGA _____			CAPACIDAD DE LA TOLVA _____											
LUGAR _____			ZONA _____											
TIPO DE MATERIAL _____			CLAVE _____											
PARAMETROS CONSIDERADOS			FORMA DE OBTENCION DE PARAMETROS											
			ESTIMADOS POR :				MEDIDOS POR :							
			GERENCIA TECNICA				GERENCIA REGIONAL				GERENCIA REGIONAL			
FECHA														
DURACION DEL CICLO t (hrs)														
VOLUMEN DE SOLIDOS EN TOLVA V (m ³)														
TIEMPO UTIL POR TURNO T (hrs)														
PRODUCCION POR TURNO P (m ³)														
ECUACION DEL CALCULO: $P = (T/t)V$														
VOLUMEN m ³	TURNOS		CALENDARIO DE OPERACIONES Y PRODUCCION MENSUAL (MILES m ³)											
	POR DIA	POR MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC

Tabla 16

DRAGA ESTACIONARIA																
MEMORIA DE CALCULO DE LA PRODUCCION POR TURNO																
MARCA		Año Solicitud Demanda = A (año)														
LUGAR		ZONA														
TIPO DE MATERIAL		CLAVE														
PARAMETROS CONSIDERADOS						FORMA DE OBTENCION DE PARAMETROS										
Velocidad de descarga en el sentido de avance V (cm/hg)						ESTIMACION POR:		MIEMBRO POR:								
Porcentaje de utilidad del avance (%)						EFICIENCIA TECNICA		EFICIENCIA REGIONAL		EFICIENCIA REGIONAL						
Tiempo de maniobra en el sentido del avance T (min)																
Produccion por metro P (m ³)																
Especificas así eligele P = 3000 AV.N.T 3000 m ³ = 1 hora 30 que le velocidad con cada un m/hg																
VOLUMEN (m ³)	EMULSION	CALENDARIO DE OPERACIONES Y PRODUCTOS MENSUALES (MILES m ³)														
		TURNO 1			TURNO 2			TURNO 3			TURNO 4					
TIPO	POA DIA	POA MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
CONTOR:		UNIZABOS			POR TURNO 1			TOTAL 1								

4.14.8 Informes de Avance en el Trabajo

Dentro de los diferentes tipos de informes que se tienen, destaca por su claridad y contenido el CONTROL DIARIO DE PRODUCCION, en el que se puede ver la distribución del tiempo, en los conceptos que integran la operación y los paros programados y no programados, el volumen

Tabla 17 (reverso)

EQUIPO AUXILIAR	
DESCRIPCION DEL EQUIPO	NOVEDADES

EL CAPITAN _____ EL JEFE DE MAQUINAS _____

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

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

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

Comunmente, las desviaciones que se presentan en los trabajos de dragado se originan por las siguientes causas:

- Prolongación del mantenimiento mayor de la draga
- Modificaciones del programa
- Eficiencia operativa

En términos generales y dependiendo de las condiciones físicas de una draga, el mantenimiento mayor de la misma requiere una permanencia de dos a tres meses en Astillero.

Sin embargo, por diversas razones, existe la posibilidad de que este período se prolongue, lo que implica un déficit en la producción, siendo esta más sensible cuanto mayor sea el potencial de la draga.

Es común que algunas de las obras consideradas en el programa original se modifiquen o en ocasiones se cancelen y asimismo, que se realicen otras no programadas.

Así por ejemplo, pueden presentarse azolvamientos inesperados, provocados por perturbaciones meteorológicas, que ponen en peligro la seguridad de las embarcaciones, haciéndose necesaria la movilización de una draga para la atención inmediata del puerto, aún cuando esta se encuentre realizando alguna otra obra dentro del programa.

En toda actividad de dragado, invariablemente se presentan un sinnúmero de imponderables que tienen un efecto directo en la eficiencia operativa y por lo tanto, pueden alterar el ritmo de trabajo de las unidades dando origen a las desviaciones.

Algunas de las alteraciones que afectan el plan de operaciones de una draga pueden ser corregidas de inmediato por la tripulación, sin embargo, existen otras que no pueden ser controladas con la misma rapidez, en cuyo caso deben tomarse las medidas necesarias para reanudar

las operaciones lo antes posible y evitar retrasos mayores.

A continuación se enlistan una serie de casos fortuitos que se presentan con más frecuencia: mantenimientos correctivos de fallas menores (son los más significativos), retiro de escombros y basura encontrados en la zona de trabajo, paro de actividades para dar paso a buques, por encontrar material no dragable o fuera de especificación, mal tiempo, etc.

En cierta medida, todo programa de dragado debe tomar en cuenta el factor "imponderables", y la eficiencia lograda dependerá en alto grado de la preparación y habilidad del personal operativo.

Para llevar el control de las obras y verificar la medida en que se van cumpliendo las metas previstas, es necesario elaborar un reporte mensual de operaciones, el cual, para mayor claridad, puede hacerse a base de formatos.

Básicamente la información recopilada en dichos formatos es la siguiente:

- Volúmenes dragados durante el mes y acumulados por puerto, obra y draga
- Desglose de tiempos utilizados en cada una de las actividades desarrolladas por las dragas
- Gráficas comparativas de volúmenes programados - realizados (individual por cada draga y global por toda la flota)
- Croquis de localización, donde se indican las zonas dragadas

Cabe destacar la importancia de incluir en este informe, una descripción del estado físico que guardan las obras en cuanto a profundidades y dimensiones mínimas

aprovechables que se lograron en los canales de navegación y dársenas; así como resaltar los beneficios que obtienen los usuarios de los puertos con los avances alcanzados en el período.

Durante la ejecución de los trabajos, es muy importante que se realicen batimetrías de control que permitan verificar los avances físicos de la obra y ubicar las zonas críticas donde se deberá concentrar el dragado.

Otro de los aspectos relevantes que debe tomarse en consideración para llevar un buen control de las obras, es la determinación de los rendimientos obtenidos por las dragas. Esta información no solamente refleja la productividad de las unidades, sino que también es de gran utilidad para la realización de diversos trabajos, entre los que destacan: análisis de precios unitarios, elaboración de planes de obra y estructuración de programas a largo plazo.

Es evidente que el rendimiento de una draga, varía de acuerdo al puerto donde trabaja, ya que cada uno de ellos presenta una problemática muy particular. Por ello, es recomendable obtener sistemáticamente los parámetros de producción, en todos los sitios donde operan las dragas y crear una serie de estadísticas de productividad, lo más completas posible.

Respecto a la obtención de estos parámetros, cuando las mediciones se hacen directamente en campo, los resultados se apegan más a la realidad y por lo tanto son más confiables; aunque, dada la complejidad inherente a este tipo de mediciones, el tiempo requerido para efectuarlas es significativo y no siempre se está en la posibilidad de hacerlas a bordo de la draga.

Sin embargo, cuando no se cuenta con el personal y tiempo

suficiente para realizar la medición directa, los rendimientos se pueden calcular por medios analíticos, tomando como base el CONTROL DIARIO DE PRODUCCION, lográndose resultados aceptables.

En las tablas adjuntas (tablas 18 y 19) (Resúmenes de rendimientos para dragas autopropulsadas y estacionarias en 1991), se puede apreciar el cúmulo de información que es posible obtener para cada una de las dragas, tanto autopropulsadas como estacionarias, lo cual es producto de la recopilación diaria de los datos que intervienen en las operaciones matemáticas.

Tabla 18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DRAGA	PUERTO	ZONA	TIPO DE DRAGA (Mts)	PROFUNDIDAD (Mts)	TIPO DE DRAGA (Mts)	PROFUNDIDAD (Mts)	PROFUNDIDAD (Mts)	PROFUNDIDAD (Mts)	PROFUNDIDAD (Mts)	PROFUNDIDAD (Mts)	TIPO DE OPERACION	TIPO DE OPERACION	TIPO DE OPERACION	TIPO DE OPERACION	TIPO DE OPERACION
PRES. NADERO	Pto. NADERO	CANA DE BARRERA FISCAL	19.31	2.43	7.9	621	4 908	25	254	150	C	3		Arena fina Suelta y Fango	3 Millas S. al mar.
	"	"	7.20	3.68	2.7	726	1 950	10	271	35	H	1	478	"	"
	SALINA CRUZ	BARRERA DE PENEX.	17.04	2.74	4.5	299	1 944	25	109	50	C	3		Arena fina y fango	3 Millas S-E. al mar.
MANZANILLO II	MANZANILLO	BUENA DARSA DE CONTENEDORES	19.41	1.60	12.1	1 194	14 447	25	744	360	C	3		Fango	1.5 Millas N. al mar.
	"	"	17.54	3.60	6.8	1 510	10 195	25	580	255	C	3		"	3 Millas N. al mar.
	ENTREANA	CANAL Y BARRERA FISCAL	16.12	3.62	4.5	2 128	9 470	25	587	235	C	3		Arena fina Suelta y Corch.	5 Millas S-W. al mar.
	TOPOLOMPO	BUENA DARSA DE CONTENEDORES	18.07	3.70	4.9	2 250	11 025	25	610	275	C	3	418	Arena fina Suelta y Fango	3 Millas Punto Capas
TABASCO	LAZARO CADERNAS	BARRERA DE GRANOS	17.28	3.60	4.8	500	2 400	25	139	60	C	3		Arena Gruesa Suelta, Corch.	1.7 Millas (Material de 200-400 Mts.)
	PICHILINGUE	MUELLE DE CONTENEDORES	22.42	3.20	7.0	387	2 710	25	121	85	C	3		Fango A. S. Gravello.	2 Millas S-E. al mar.
	MANZANILLO	BUENA DARSA DE CONTENEDORES	20.05	1.71	11.7	327	3 026	25	191	95	C	3	528	Fango opal Grueso y Esp. Grueso Limpio y Fino	3.5 Millas N. al mar.
	QUAYMAS	CANAL DE NAVEGACION BARRERA DE CEMENTOS NEUTROS	20.51	3.08	4.6	708	4 768	25	232	120	C	3		Fango y Arcilla.	2 Millas S. al mar.
MORELOS II	Pto. ALTAMIRA	CANAL DE NAVEGACION	15.95	2.39	4.7	454	4 335	25	273	110	C	3		Arc. Comp. Arena f. Suelta	3 Millas N.W. al mar.
	TAMPICO	CANAL DE NAVEGACION	18.64	1.75	10.7	554	5 036	25	315	145	C	3		Fango y Arena fina Coque.	3.5 Millas S.E. al mar.
	"	CANAL DE NAVEGACION	18.55	4.25	4.4	900	3 960	25	213	100	C	3	538	Fango y Arena fina Suelta.	9.5 Millas S.E. al mar.
	TUXPAN	CANAL DE NAVEGACION ETC.	18.25	2.99	6.1	978	3 965	25	327	150	C	3		Arcilla y Arena f. Suelta.	4 Millas S. al mar.
PRES. CADERNAS	FRONTERA	CANAL DE ACCESO EXTERIOR	17.83	2.15	8.3	265	2 199	25	125	55	C	3		Arena f. con Limo y Arc.	1.5 Millas S-W. al mar.
	"	"	12.61	2.31	5.5	254	1 375	10	109	25	H	2	338	"	"
	TUXPAN	TRANSF. GRAMELERAS	17.15	2.42	7.1	240	1 680	25	90	40	C	3		Arcilla	3 Millas S-E. al mar.
PUEBLA	FRONTERA	CANAL DE ACCESO EXTERIOR	18.64	1.90	9.8	454	4 400	25	245	110	C	3		Arena f. con Limo y Arc.	1.5 Millas S-W. al mar.
	"	"	11.06	1.90	6.0	530	3 180	10	246	60	H	2	338	"	1.5 Millas S-W. al mar.
	TUXPAN	CANAL INT. Y BARRERA FISCAL	18.95	2.50	7.6	554	4 210	25	222	105	C	3		Arc. y Arena fina Suelta	3.5 Millas S. al mar.
GPE. VICTORIA	ALTAMIRA	2da. POSICION DE ATAGUAY (CONSERVACION)	19.69	2.95	4.7	454	4 335	25	221	110	C	3		Arcilla, Arena fina Suelta	3 Millas S. al mar.
	TAMPICO	CANAL DE NAVEGACION	19.95	4.79	4.2	1 342	5 636	25	283	140	C	3		Fango y Arena fina Suelta	9 Millas S. al mar.
	"	CANAL DE NAVEGACION	19.95	4.59	4.3	1 255	5 396	25	270	135	C	3	658	"	9.5 Millas S. al mar.
	CDATZACALCOE	CANAL BARRERA FISCAL	18.80	3.95	4.8	1 235	5 928	25	315	150	C	3		"	7.5 Millas S-W. al mar.
CD. DEL CARMEN	TUXPAN	CANAL EXTERIOR Y ENTR. ETC.	17.59	4.07	4.5	500	1 290	25	75	30	C	3	49 E	Arena fina Suelta.	3 Millas S. al mar.

NOTAS:
 1) El rendimiento operativo/hora, incluye los conceptos de bombas, navegación y manobras.
 2) Para efectos de programación se consideraron 18 días efectivos de trabajo en operación normal y 25 en continuo.
 3) Las columnas 9 y 11 se ajustaron para efectos de programación.
 ① - Se obtuvo un bajo rendimiento debido a que se encontró material rocoso, que la draga no pudo remover.
 ② - Al reducir la distancia de tiro, se redujo el alico y aumentó la producción.
 ③ - Debido a la corta distancia entre la obra y la zona de explotación del banco y a que la draga cargaba material suelto en tolvas al 95% de su capacidad, la producción fue alta.
 ④ - La draga "MORELOS" tuvo un bajo rendimiento, ya que durante todo el año trabajó con una sola escoba y en el caso de Tampico, dragó material compacto en la buzoa.

CONCLUSIÓN:
 OPERACION NORMAL

RESUMEN DE RENDIMIENTOS DE 1991.
(DRAGAS ESTACIONARIAS)

DRAGA	PUESTO	ZONA	TIEMPO BOMBEO /DIA	TIEMPO OPEL./DIA (MÁS)	PRODUCC. /DIA (KG)	DIAS /MES	RENDIMIENTO OPERATIVO (KG/M. ²)	PRODUCC. /MES (en ton KG)	TIPO DE OPERACION	TURNO /DIA	EFICIENCIA OPERATIVA (%)	TIPO DE MATERIAL	ZONA DE TIPO
B. CALIFORNIA	EL TORRE	CANAL DE LLANADA	14.07	18.99	1 554	25	62	40	C	3	42%	Arenillo Comp. Arena y Conch.	130 y 200 mts. a ambos lados del canal.
			13.63	18.68	1 628	18	87	36	U	3			
VERACRUZ II	PICHILINQUE TOPOLORAMPO	CANAL DE ACCESO DARSENA COMERCIAL (GELLERD)	10.48	14.31	2 553	25	245	90	C	3	63%	Arena Gruesa y Conchuela Arena Gruesa Suelta	1000 mts. E. en la playa. 600 mts. E. a Tierra.
			12.49	19.67	7 610	25	302	190	C	3			
TAMAULIPAS II	TAMPICO	DARSENA FISCAL	13.61	18.18	1 443	18	79	25	U	3	30%	Fango y arena fina suelta.	50 mts. S. al río.
SINALOA	TAMPICO	DARSENA FISCAL	14.58	19.60	1 437	25	74	35	C	3		Fango.	40 mts. Sur al río.
			14.67	20.50	1 800	25	88	45	C	3			
ALTAMIRA	ALTAMIRA	3ra. POSICION DE ATRAGUE CAPA DE PIEDRA CAPA INFERIOR	11.63	14.99	1 000	25	60	25	C	3	60%	Arena Gr. Arc. Comp. y Reco. Arena Gruesa Comp. y Reco.	1,165 mts. a Tierra Firme.
			12.53	18.68	1 850	25	99	45	C	3			
QUAYNAS	ENSEMADA	RVA. DAR. C. GUNDALAJARA.	18.99	16.14	1 100	18	66	20	U	3	58%	Arena Fina Suelta.	100 mts. N. al Mar.
COLIMA	ALTAMIRA	3ra. POSICION DE ATRAGUE CAPA SUPERIOR CAPA INFERIOR	16.74	21.80	1 800	25	83	45	C	3	75%	Arc. Comp. Arc. Gr. Suelta.	800 mts. S.E. a Tierra.
			16.90	21.20	180	25	8	5	C	3			
			15.32	20.44	1 630	25	81	40	C	3			
PERICUE	IXTAPA RANZAMILLO	MARINA-IXTAPA RELLENDO PARTE POSTERIOR NUEVO MUELLE	10.02	17.86	1 643	25	92	40	C	3	47%	Arena Fina Suelta y fango. Arena Gruesa Suelta	1000 mts. N-V. a Tierra. 600 mts. S-E a Tierra.
			12.86	19.60	2 780	25	142	70	C	3			
QUAYORA	IXTAPA	MARINA-IXTAPA	9.39	20.97	2 596	25	124	45	C	3	53%	Arena Fina Suelta y fango	
SONORA	EL CUTO BOCA CHICA	CANAL Y DARSENA CANAL EXTERIOR.	11.34	16.42	1 110	18	66	20	U	3	50%	Arena Gruesa Suelta. Fango y Arena Fina Suelta.	250 mts. U. a la Playa. 150 mts. V. a la Laguna. 100 mts. U. a la Laguna.
			15.73	21.99	2 200	25	100	55	C	3			
			12.83	19.58	1 920	18	90	35	U	3			

NOTA: El tiempo operativo/día y rendimiento operativo/hora, incluye los conceptos de bombeo y maniobras.

CLAVE:RESQ108

Tabla 19

**4.15 PROGRAMAS DE
MANTENIMIENTO**

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

Su objetivo es optimizar la disponibilidad de equipo, para la operación.

El proceso del mantenimiento debe ser continuo, ya que las interrupciones provocan pérdidas y la corrección de condiciones defectuosas, origina un incremento de costos y una disminución en la productividad.

A continuación presentamos una relación de los equipos de dragado más usuales que deben ser programados para su mantenimiento.

**4.15.1 Equipos de
Dragado**

- Dragas
- Remolcadores
- Chalanes
- Embarcaciones auxiliares: lanchas topohidrográficas, de servicio, de salvamento
- Grúas
- Tiende tubos, cargadores frontales
- Estaciones de rebombeo
- Equipo auxiliar de descarga: tubería, flotadores, conexiones radiales.
- En general cualquier equipo que contribuya a realizar la labor de dragado.

4.15.2 Planeación del Mantenimiento

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

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

- Prolongar la vida económica de los equipos
- Obtener permanentemente rendimientos de los equipos. próximos a los de diseño.
- Evitar al máximo reparaciones y trabajos de emergencia
- Reducir los costos del mantenimiento correctivo y de la adquisición de refacciones de emergencia.

4.15.3 Período que debe Abarcar la Planeación

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

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

En la administración pública normalmente es un sexenio.

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

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

Este tipo de planes abarca tanto el mantenimiento que hay que efectuar diariamente como el que hay que realizar de manera periódica en forma cíclica.

Este tipo de planeación se elabora por los técnicos del grupo de control del mantenimiento por ser de carácter rutinario.

4.15.4 Presupuesto

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

MANTENIMIENTO MAYOR

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

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

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

MANTENIMIENTO RUTINARIO

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

GASTOS ADMINISTRATIVOS DEL MANTENIMIENTO

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

ADQUISICION DE BIENES COMPLEMENTARIOS

- a) Tubería, flotadores, conexiones
- b) Dientes, bases

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

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

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

El mantenimiento preventivo, es aquel en el que se toman las medidas necesarias anticipadamente y en fechas preestablecidas, para tratar de evitar al máximo la

presentación de fallas en los equipos, para lo anterior se deberá hacer una programación detallada la cual en gran medida estará basada en la experiencia y en los tiempos de operación que fijan los fabricantes de los diversos equipos.

El logro de la implantación de un sistema de mantenimiento preventivo, a través de una justificación económica, raramente es factible, ya que el impacto inicial refleja una elevación de costos. Este mantenimiento se vuelve más necesario mientras más mecanizado y automatizado sea el equipo.

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

4.15.5 Programa de Mantenimiento Mayor

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

El mantenimiento mayor es similar al preventivo, o sea que es programado, debiendo parar la unidad por un tiempo más o menos largo (1 a 3 meses), ya que será necesario que suba a astillero o entre a dique seco, para realizar trabajos que no es posible hacer a flote, como pueden ser el sandblast, protección anticorrosiva y colocación de

ánodos de sacrificio en el casco, cambio de planchas en mal estado, reparación de propelas y palas golpeadas, etc.

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

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

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

SUPERVISION: La magnitud, complejidad y costo que representa la ejecución del mantenimiento mayor a un equipo de dragado además del costo que representa el tener un equipo inactivo, hacen indispensable que se asigne un supervisor a cada reparación.

Esta supervisión puede ser interna, esto es pertenecer a la empresa o puede ser contratada.

4.15.6 Corrección de Fallas

Este tipo de reparaciones se origina por un desperfecto que sufre la maquinaria en operación, el que deberá ser evaluado por el supervisor de maquinaria.

Si se trata de un daño menor, se realizará la reparación inmediata, consiguiendo en el mercado local la pieza de repuesto. Si el daño es mayor, la draga debe suspender su operación, con el consiguiente retraso en su programa de ejecución, mientras las piezas afectadas se envían al taller o se adquieren las que no sean susceptibles de ser

reparadas, muchas de ellas de importación, lo que originará varios días o semanas de demora.

4.15.7 Memorias y Reportes de Ejecución de Mantenimiento

El objetivo de mantener un archivo de memorias y reportes de trabajos en donde se deberá indicar el tipo de falla, origen, forma de reparación, costo y materiales empleados es tener un "Historial de cada equipo".

Del análisis de este registro histórico se obtendrá:

- Detección de partes sensibles o débiles de los equipos
- Determinación de rendimientos y tiempos de reparación
- Determinación de necesidades de refaccionamiento
- Calificación del trabajo
- Costeabilidad de la reparación

4.15.8 Rehabilitación

La rehabilitación incluye aquellos trabajos de inspección, ajuste, servicio, cambio de partes y repuestos que se ejecutan en las unidades, cuando estas sobrepasan el período de su vida económica. Estos trabajos se aplican, si no a todas, si a la gran mayoría de sistemas que integran una draga, incluyendo el casco, su limpieza y protección anticorrosiva y su ejecución deberá ser en un astillero o dique seco. El objetivo es tratar que los sistemas reparados, regresen lo más cerca posible de su estado original.

Es importante recalcar esta actividad en el ámbito portuario de los países en desarrollo, donde se tiene falta de divisas y restricción a las importaciones, lo que ha dado como resultado proceder a rehabilitar en lugar de hacer nuevas adquisiciones.

Para esta actividad debemos verificar lo siguiente:

1.- Justificación económica al comparar el costo de rehabilitar contra el que tiene una unidad nueva.

2.- Ventajas en el ahorro de divisas

3.- Análisis financiero

Es conveniente pensar en rehabilitar una unidad cuando se pueden lograr los objetivos siguientes:

50% del costo de la unidad nueva

80% de la vida de una unidad nueva

4.16 Costos en el Dragado

El aspecto medular dentro del dragado, es el costo del mismo, el cual tiene que ser competitivo, para lo cual se plantean tres preguntas:

1.- ¿ Qué tipo de draga es la más apropiada para un determinado trabajo ?

2.- Habiendo escogido la draga idónea, ¿cómo ejecutar el trabajo obteniendo los máximos rendimientos y el menor costo?

3.- Son especialmente importantes los costos de acondicionamiento y traslado de la draga y su equipo auxiliar, los que se cargan a la obra a realizar.

4.16.1 Factores que Intervienen en el Rendimiento de una Draga

Para efectos del costo, el rendimiento de una draga depende de los siguientes factores:

1.- El tipo de draga.

- 2.- La naturaleza del material.
- 3.- El volumen de material a dragar
- 4.- La profundidad del dragado.
- 5.- La distancia entre los sitios de dragado y depósito
- 6.- Accesibilidad al sitio de dragado.
- 7.- Las condiciones físicas del lugar.
- 8.- El manejo del material desde el punto de vista de la contaminación.

4.16.2 Dragas Autopropulsadas de Tolva

Carga económica de la tolva.- El tiempo que dura el bombeo, depende de la clase de material que se drague. Si consiste en arena o grava que se asienta rápidamente, se bombeará hasta la capacidad máxima de carga en la tolva; si se draga material ligero, arcillas por ejemplo, deberá prolongarse el bombeo por algún tiempo ya que alguna parte del material dragado se desbordará por los vertederos, en mayor volumen a medida que se va llenando la tolva.

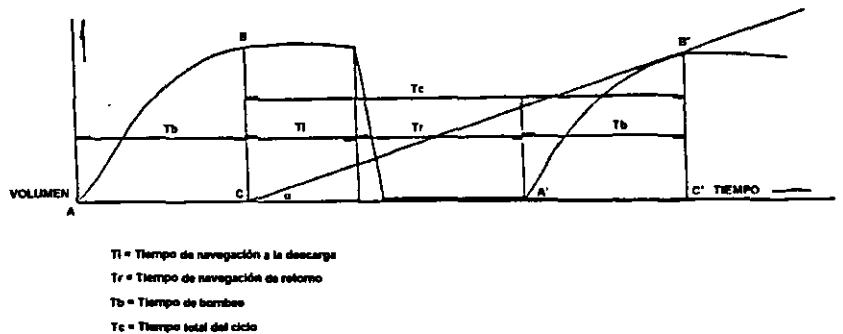
Por lo anterior podremos definir como carga económica de la tolva, aquella en la que se obtenga el máximo volumen depositado en el menor tiempo.

Siempre se deberá suspender el dragado cuando la tolva ha recibido la carga económica, ya que de seguir bombeando para completar la capacidad faltante, significaría un exceso de tiempo en depositarse, con un rendimiento muy bajo.

Se llama pérdida por desbordamiento, la relación entre la cantidad de material que sale por los vertederos y la que se bombea a la tolva, por unidad de tiempo. En el caso más desfavorable esta relación será la unidad. La representación gráfica de la tolva económica la podemos ver a continuación (fig. 35), donde se observa el ciclo completo del dragado,

pudiéndose detectar que la mayor producción se obtendrá cuando la tangente sea máxima.

Figura 35



Por lo mismo dicha tangente, indicará el momento en que el bombeo debe suspenderse para ir a vaciar la tolva.

En material fino como limos y arcillas, a veces conviene continuar el bombeo a pesar de estar derramando por la tolva parte de los sólidos contenidos en la mezcla, con el fin de que la corriente los arrastre fuera de la zona por dragar. Este proceso se denomina dragado por agitación y en el mismo no tendrá sentido hablar de la tolva económica.

En la tabla 20 se muestran en forma estimativa los equipos idóneos para diversas condiciones de dragado, sin tomar en consideración la movilización de los mismos, pero si tomando en cuenta la reposición al término de su vida económica.

Tabla 20

CONVENIENCIA DE USO DE ALGUNOS EQUIPOS EN RELACION A SUS COSTOS PARA DIVERSOS LUGARES Y DISTANCIAS

TIPO DE DRAGA	ÁREAS ESTRECHAS, MUELLES, RINCONES	DARRENAS PEQUEÑAS, RIVERAS	ÁREAS PROTEGIDAS, CANALES	ÁREAS COSTERAS	MAR ABIERTO	DISTANCIA DE ACARREO			
						< 3 KM	< 8 KM	< 16 KM	> 16 KM
ESTACIONARIA CON SUCCION Y CORTADOR	R	E	B	C	N.A.	E	R	C	N.A.
AUTOPROPULSADA CON SUCCION	C	R	B	E	R	E	R	R	C

SIGNIFICADO DE LAS LITERALES

- B BAJO
- E ECONOMICO
- R RAZONABLE
- C COSTOSO
- M.C. MUY COSTOSO
- N.A. NO APLICABLE

Dentro de las operaciones de excavación y transporte de materiales, el dragado hidráulico es sin discusión, y en general, el de menor costo.

Se logra lo anterior por la magnitud de los volúmenes que pueden dragarse por unidad de tiempo, aún cuando los equipos que se utilizan, hablando de los mayores, son de alto valor, tanto por los tamaños que alcanzan, como por su alta tecnología.

En la estructura del costo, los cargos fijos del equipo son los mayores, suelen andar entre 60 y 80 % en los equipos mayores, por ello es evidente que para obtener costos competitivos debe tenderse, a que la inactividad ocasionada por paros sea mínima debiendo obtenerse la mayor producción de material sólido por unidad de tiempo. Adicionalmente debe contarse con una administración muy cuidadosa y muy eficiente de los recursos.

Los tres puntos anteriores pueden considerarse básicos para conseguir menores costos.

Si se ha de lograr que los tiempos de paro sean mínimos; la

draga como unidad de producción, es la que requiere la atención más cuidadosa. Algunas acciones dirigidas a lograr esto son las siguientes:

- Siempre que sea posible el equipo debe operar 24 horas al día, 7 días a la semana y 10 meses al año, permitiendo 2 meses como promedio anual dedicado al mantenimiento mayor, en el que se considera carenado en lapsos de 24 a 30 días.

Para conservar en óptimas condiciones el estado físico de la draga, de los remolcadores y todo su equipo periférico, es necesario el mantenimiento preventivo sistemático y es indispensable la atención diaria, por rutina, del funcionamiento de los componentes de la draga.

- Las operaciones de dragado no están exentas de riesgos, sin embargo, los accidentes se reducen si hay una operación profesional, experimentada y hábil. Ayuda mucho una exploración de los fondos que van a atacarse retirando previamente todo género de obstáculos: embarcaciones hundidas, cables, trozos metálicos y todo aquello en donde el casco, las propelas, las rastras o el cortador puedan dañarse. En este tema, y hablando de la operación nocturna en particular, pero no en forma exclusiva, es necesario contar con un eficiente y bien planeado sistema de señalamiento y de ayuda a la navegación.

- El abastecimiento oportuno y eficiente de todo lo necesario para atender a bordo la vida y trabajo de las tripulaciones: alimentación, ropa y equipo de trabajo, alojamiento, ventilación y calefacción; así como los materiales necesarios para la operación misma de la draga; como pueden ser combustibles, lubricantes, cables y materiales diversos.

- Para la atención pronta y eficiente de cualquier falla,

descompostura y hasta accidentes que pueda tener la draga, es indispensable que a bordo haya un lote de las refacciones y repuestos de mayor consumo, es también indispensable en las dragas mayores tener un taller montado con las máquinas herramienta necesarias.

Para estos casos deberá contarse también, con la disponibilidad inmediata de servicios técnicos expertos y talleres para los casos de mayor complejidad.

Hablando de obtener la mayor producción por unidad de tiempo no puede dejar de señalarse la importancia de los siguientes aspectos entre otros:

La planeación y programación esmeradas de los trabajos por ejecutar, ayudan a reducir los tiempos perdidos y aumentan la eficiencia en la utilización de los procedimientos y técnicas más adecuadas para el material por atacar, y para las condiciones en que se desarrollará el dragado.

- Para planear con éxito los trabajos, es obvia la necesidad de contar con una exploración previa de los suelos que constituyen los fondos, para conocer sus cualidades y su localización. Este conocimiento previo permitirá con anticipación, programar los tipos más adecuados de las herramientas de ataque, con las que se conseguirá incrementar la producción.

- Es evidente que la participación de operadores profesionales de amplia experiencia y probada habilidad, es también un factor importante para realizar los dragados con eficiencia y por tanto con una alta producción. En este punto vale la pena hacer notar, que la alta tecnología y sofisticación que han alcanzado los equipos de dragado, permite reducir en forma importante el número de tripulantes; esto a su vez permite pagar salarios altos, para tener a

20/5

cambio la operación más experimentada y profesional.

- Por último, pero sin pretender que se han mencionado todos los puntos importantes, se enfatiza en la necesidad de contar con señalamientos abundantes y eficaces, posicionamiento electrónico, radares, apoyo batimétrico, etc... Todo esto aumentará la seguridad de trabajar exclusivamente dentro de los límites de la obra, con sólo los sobredragados permitidos; en otras palabras, reducir al mínimo los volúmenes que no podrán cobrarse y por ende aumentar la producción eficiente.

Para mostrar el efecto que tiene en el costo unitario de un dragado con draga autopropulsada, operar o no la tolva económica y el tiempo de llenado consecuente, se comparan los costos del ciclo operativo de tres alternativas, una de ellas la que corresponde a operar la tolva económica. En todas, la distancia de tiro es de tres millas, se usa la misma draga cuyo costo directo horario se supone en 1,230 dólares y cuya velocidad de navegación al tiro es de 5 nudos y el retorno, vacía, es de 8 nudos.

Material fango con un porcentaje mínimo de arena fina.

- 1.- Tiempo de llenado 2.0 horas, tolva de 60 % de la capacidad total.
- 2.- Tiempo de llenado 1.4 horas, tolva económica (40 % de la capacidad total).
- 3.- Tiempo de llenado 1.2 horas, tolva de 30 % de la capacidad total.

ALTERNATIVA 1

Llenado 2.000 hr / ciclo

Navegación 3 mill / 5 nudos + 3 mill / 8 nudos;
0.975 hr./ciclo

Tiro, maniobras y posicionamiento;
0.50 hr./ciclo

Tiempo del ciclo 3.475 hr. / ciclo

Rendimiento

$4,000 \text{ m}^3 \text{ (cap. tolva)} \cdot 0.6 \text{ (factor de llenado)} =$
 $2,400 \text{ m}^3/\text{ciclo}$

Costo unitario directo

$(1,230 \text{ dls/hr} \cdot 3.475 \text{ hr./ciclo}) / (2,400 \text{ m}^3/\text{ciclo}) =$
 1.78 dls/m^3

ALTERNATIVA 2

Llenado 1.400 hr/ciclo

Tiempo del ciclo 2.875 hr/ciclo

Rendimiento

$4,000 \text{ m}^3 \cdot 0.4 = 1,600 \text{ m}^3/\text{ciclo}$

Costo unitario directo

$(1,230 \text{ dls/hr} \cdot 2.875 \text{ hr / ciclo}) / (1,600 \text{ m}^3/\text{ciclo}) =$
 2.21 dls/m^3

ALTERNATIVA 3

Llenado 1.200 hr/ciclo

Tiempo del ciclo 2.675 hr/ciclo

Rendimiento

$$4,000 \text{ m}^3 \cdot 0.3 = 1,200 \text{ m}^3/\text{ciclo}$$

Costo unitario directo

$$(1,230 \text{ dls/hr} \cdot 2.675 \text{ hr/ciclo}) / (1,200 \text{ m}^3/\text{ciclo}) = 2.74 \text{ dls/m}^3$$

Alternativa 1 60% en 2.0 hr.; costo 1.78 dls / hr.

Alternativa 2 40% en 1.4 hr.; costo 2.21 dls / hr.

Alternativa 3 30% en 1.2 hr.; costo 2.74 dls / hr.

La tolva económica (alternativa 1), da un costo directo del ciclo que es 20 % menor que la alternativa 2 y 35 % menor que la alternativa 3.

Analicemos ahora el costo unitario directo para una draga estacionaria de 20 pulgadas de diámetro

Costo horario, activa, draga 20"	140.0 dls
Costo horario, inactiva, draga 20"	85.0 dls
Costo horario remolcador 1750 H.P.	40.0 dls
Costo horario chalán de 300 ton.	15.0 dls
Tubería de 20" por metro lineal	115.0 dls
Conexiones esféricas, pieza	5,325.0 dls
Flotadores, pieza	4,260.0 dls

Codos giratorios de 20", pieza	5,650.0 dls
Factor de reposición	1.20
Movilización y maniobras	24.0 hrs
Volumen a dragar	12,000.0 m ³
Rendimiento esperado	115.0 m ³ /hr

Tipo de material fango y arena fina
Únicamente tubería flotante (100 m)

Movilización del equipo

Draga de 20" inactiva	24 hrs · 85 dls/hr 2,040.0 dls
Remolcador	24 hrs · 40 dls/hr 960 dls
Chalán	24 hrs · 15 dls/hr. 360 dls
S U M A	3,360 dls

$$3,360 \text{ dls} / 12,000 \text{ m}^3 = 0.28 \text{ dls/m}^3$$

Operación

Línea de tiro flotante de 20" x 100 m
 $(115 \text{ dls} \cdot 100 \text{ m} \cdot 1.20) / 8,000 \text{ hr} = 1.72 \text{ dls / hr}$

Flotadores

$$(4,260 \text{ dls} \cdot 16 \text{ pza} \cdot 1.20) / 18,375 \text{ hr} = 4.45 \text{ dls/hr}$$

Codo giratorio de 20"

$$(5,650 \text{ dls} \cdot 1 \text{ pza} \cdot 1.20) / 8,000 \text{ hr} = 0.85 \text{ dls/hr}$$

Conexiones esféricas

$$(5,325 \text{ dls} \cdot 8 \text{ pza} \cdot 1.20) / 8,000 \text{ hr} = 6.39 \text{ dls / hr}$$

14

S U M A	13.41 dls / hr
Equipo de dragado	
Draga activa	140.0 dls/hr
Remolcador	40.0 dls/hr
Chalán	15.0 dls/hr
S U M A	195.0 dls/hr

$$(195 \text{ dls/hr} + 13.41 \text{ dls/hr}) / 115 \text{ m}^3/\text{hr} = 1.81 \text{ dls/m}^3$$

COSTO DIRECTO

$$0.28 \text{ dls/m}^3 + 1.81 \text{ dls/m}^3 = 2.09 \text{ dls/m}^3$$

4.17 EL DRAGADO Y SU RELACIÓN CON EL MEDIO AMBIENTE

Desde los tiempos inmemoriales los trabajos de dragado han tenido en todos los países de la tierra una importancia capital, ya que han servido para rellenar tierras inundables, permitir el tráfico de embarcaciones, construir canales y dársenas portuarias, regularizar causes de ríos, proteger costas, crear playas artificiales, mejorar suelos, explotar bancos de materiales, etc., actividades todas estas ligadas al desarrollo de las poblaciones, sus habitantes y sus medios de vida.

Nuestro país tiene una de las legislaciones más avanzadas en esta materia como es la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y sus reglamentos correspondientes, que hacen obligatorio que para todo trabajo de este tipo, se presente una manifestación de Impacto Ambiental a fin de poder obtener la autorización para su realización.

4.17.1 Los Trabajos de Dragado

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

Dependiendo del tipo de material, será como se impactará al medio ambiente desde el momento de su extracción hasta su depósito.

Será necesario tener plenamente definido el trabajo de dragado a realizar y las características del medio que se va a modificar, así como los beneficios que se van a obtener a fin de que puedan evaluarse adecuadamente los diferentes factores y que del balance de los mismos, se determine la conveniencia de su realización, las medidas de mitigación de efectos en su caso y las formas de control que se establezcan a fin de verificar su realización.

Una manifestación de impacto ambiental deberá cubrir los siguientes aspectos:

1) Datos Generales

realizados.

7) Conclusiones.

Se hará un balance general de los beneficios que se obtendrán por los trabajos a realizar por una parte y por la otra se evaluarán los efectos negativos, a fin de establecer la conveniencia final de su realización, su justificación económica y social, indicando el programa de control requerido para minimizar los efectos negativos.

REFERENCIAS

TITULO	AUTOR
Manual de Dragado	Lavalle Argudin
Investigación Operativa en el Dragado	H.A. Van Oostrum
Dragado de Mantenimiento en Canales Navegables de Lecho Suave	I.M.D.C.
Manual para el mando de dragas	I.H.C. - Beaver
Curso de Dragado 1982	I.M.D.C.
Clasificación de Suelos y Rocas a ser Dragados. Boletín 14/88	P.I.A.N.C.
Hidraulic Dredging	John Huston, P.E.
Economic Methods of Channel Maintenance. Reporte de Trabajo Grupo 14, Comité Técnico II.	P.I.A.N.C.
Mantenimiento de Equipo Portuario	Proyecto TRAINMAR - UNTAD



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

INGENIERÍA MARÍTIMA Y PORTUARIA

INGENIERÍA PORTUARIA

**EXPOSITOR : ING. JULIO PINDTER VEGA
1998**

INGENIERIA PORTUARIA

Ing. Julio Pindter Vega

INGENIERIA PORTUARIA

INDICE		Página
1	MANEJO DE CARGA EN PUERTOS	2-1
1.1	Antecedentes	2-1
2	TRAFICO MARITIMO MUNDIAL	2-8
2.1	Flota	2-8
2.2	Carga Manejada	2-10
2.3	Contenedores	2-14
2.4	Fletes	2-17
3	VOLUMEN DE CARGA PORTUARIA EN MEXICO	2-18
3.1	Evolución del Transporte Marítimo en Puertos Nacionales	2-19
3.2	Volumen de Carga en Puertos Comerciales	2-20
4	SERVICIOS AL BARCO	2-29
4.1	Costo de Terminal Marítima	2-29
4.2	Conocimiento de Embarque	2-34
4.3	Términos de Ventas Internacionales y Obligaciones que se aplican para el Vendedor y Comprador (INCONTERMS)	2-36
4.4	Reglas para el Uso de Contenedores	2-48
5	TIPOS DE MERCANCIAS	2-52
5.1	Clasificación de Mercancías	2-52
6	CARACTERISTICAS DE LAS EMBARCACIONES Y SU APLICACION EN LA INGENIERIA PORTUARIA	2-55
6.1	Dimensiones de una Embarcación	2-55
6.2	Definición de: TRB, TRN, TPM, Desplazamiento en Carga, en Lastre y en Rosca, etc.	2-58
6.3	Movimientos de las Embarcaciones	2-61
6.4	Flete Marítimo	2-65
6.5	Velocidad de Atraque de Embarcaciones	2-65

INGENIERIA PORTUARIA

INDICE

	Página
7	TIPOS DE EMBARCACIONES 2-66
7.1	Barco de Carga General 2-66
7.2	Barco de Contenedores 2-69
7.3	Transbordadores (Ferry, Ro/Ro) 2-72
7.4	Cruceros Turísticos 2-72
7.5	Barco para Perecederos 2-73
7.6	Barcos Graneleros (Bull Carrier) 2-73
7.7	Barcos Tanque 2-74
7.8	Embarcaciones para Navegación en Canales Interiores 2-75
8	DIMENSIONAMIENTO PORTUARIO 2-76
8.1	Canales de Navegación
8.2	Dársenas de Ciaboga y de Operaciones
9	OPERACIONES EN EL PUERTO
9.1	Flujos de Carga en Terminales Portuarias
10	TERMINALES DE CARGA GENERAL
11	TERMINALES DE CONTENEDORES 2-100
11.1	Tipo de Dimensiones de Contenedores 2-100
11.2	Clasificación y Dimensiones Generales 2-100
11.3	Terminal de Contenedores 2-102
12	TERMINAL DE TRANSFERENCIA DE CARGA POR RODADURA 2-131
13	TERMINALES PARA GRANEL SOLIDO 2-133
14	TERMINALES PARA FLUIDOS 2-180
15	PUERTOS E INSTALACIONES PESQUERAS 2-191
16	MARINAS 2-196

1.- MANEJO DE LA CARGA EN LOS PUERTOS.

1.1 ANTECEDENTES

A un puerto convergen como mínimo dos modos de transporte. En lo general son del orden de cuatro: vía marítima, ferrocarril, autotransporte y vías fluviales, otros casos son los ductos para el manejo de fluidos.

La coordinación de las operaciones de transbordo de mercancías en el sistema de transporte marítimo al terrestre y viceversa, hacen del puerto una entidad compleja, formada por fases y subfases, cada una de las cuales tiene una función específica en el transbordo de la carga.

La complejidad es mínima en el caso de mercancías tales como el petróleo, que se bombea por oleoductos con muy poca intervención manual y poco uso de equipo de manejo de carga. La complejidad máxima se presentará en el caso de carga o descarga de buques de carga general, que pueden estar formados por cientos de paquetes distintos de productos manufacturados o semielaborados, enviados por un sin número de comerciantes. Algunos de estos bultos pueden ser frágiles; otros pueden ser perjudicados por el calor, el frío o la humedad, muchas mercancías pueden ser de gran valor aumentando el riesgo de hurto; productos agrícolas empaquetados; productos químicos susceptibles a contaminar otras cargas, etc.

La complejidad aumenta cuando se desconoce la fecha del arribo de los buques al puerto, entorpeciendo la coordinación con los otros modos de transporte.

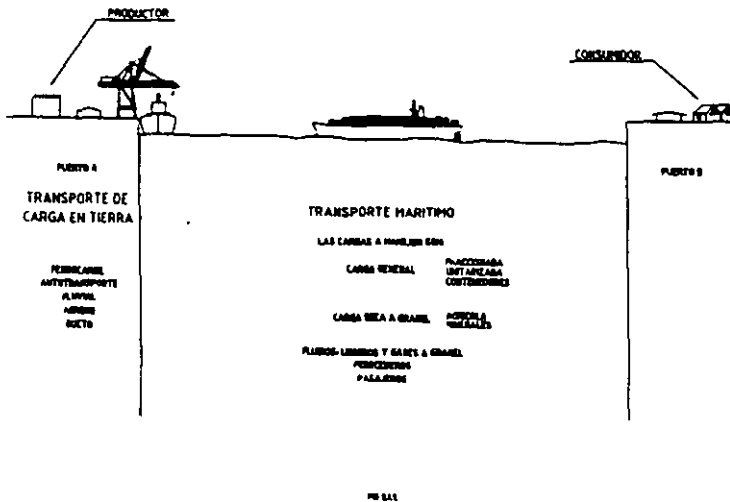
En cualquier puerto, el manejo de la carga general fraccionada es bastante más onerosa que la del petróleo o los minerales.

La importancia de los puertos estriba en su contribución en los costos de terminal marítima, como parte de la cadena del transporte en la distribución de mercancías, que influyen en su precio de venta. El puerto en general y las diversas terminales marítimas en particular presentan un eslabón de dicha cadena.

El nivel de los costos de terminal dependen de la eficiencia del puerto y de los salarios que perciben los obreros portuarios. La ineficiencia en un puerto propicia una mayor estadía de los barcos en puerto que se reflejará en un aumento del costo de transporte marítimo.

En los países industriales, aún teniendo puertos relativamente eficientes, los costos salariales son muy elevados, la manera de obtener disminuciones importantes en los gastos del transporte marítimo, es mediante una reducción del monto de la mano de obra en la terminal.

CADENA DEL COMERCIO INTERNACIONAL MARITIMO



Para dar una idea del monto correspondiente a los costos de terminal marítima en puertos comerciales se podrá observar en el cuadro 2.1.1 los porcentajes relativos entre los costos del transporte marítimo y terrestre, así como el de terminal marítima.

COSTO RELATIVO ENTRE TRANSPORTE MARITIMO, COSTO DE TERMINAL MARITIMA Y TRANSPORTE TERRESTRE.			
Transporte marítimo	Instalaciones portuarias		Transporte terrestre
45%	35%	50% Maniobras de carga/descarga 50% Derechos portuarios pilotaje, etc.	20%

Fuente. Asociación de Congresos de Navegación.

cuadro 2.1.1.

La adecuación de los sistemas de transporte marítimo y terrestre con respecto al tiempo se podrá ver en la figura 2.1.2. en donde se muestra su evolución.

En el caso de manejo de graneles secos, se construyeron buques especializados. en el manejo de petróleo, se utilizan bombas de mayor potencia que reducen el tiempo del barco en puerto. Para la carga general se inició la unitarización de la carga a fin de manipular bloques de carga mediante el agrupamiento de bultos y paquetes. Para la unitarización de la carga se emplearon tarimas (Pallets) con la carga flejada permitiendo con ello un aumento en el rendimiento, siendo transportados en barcos convencionales de carga general.

Posteriormente para reducir aún más, el costo de la mano de obra, emplearon cajas de determinados tamaños que permitirían la unitarización de la carga en grandes bloques. Estas cajas denominadas contenedores, primeramente fueron transportadas en barcos de carga general modificados y alijados y estibados con grúas del propio barco. Este sistema evolucionó y actualmente se cuenta con terminales especializadas para el manejo de contenedores con grúas en tierra y barcos especializados. Este sistema iniciado en los países industriales, se ha reflejado en los países como el nuestro que ya cuenta con terminales especializadas en los puertos de Lázaro Cárdenas, Mich., Veracruz, Coatzacoalcos, Ver., Salina Cruz, Oax., Manzanillo, Col. y Altamira, Tamps.

El establecimiento de terminales para el manejo de contenedores provoca una desocupación, lo que se compensa con la creación de trabajos auxiliares como son, limpieza y fumigación, la reparación de contenedores, etc.

Para que una terminal de contenedores, sea eficiente y económica, se precisa de grandes inversiones en instalaciones especiales, cuya viabilidad económica ha de basarse en función del volumen previsto de carga a manejar y el grado en que esa carga permita el uso de contenedores en ambos sentidos del tráfico, es decir, en importación y exportación, ya que el tráfico unidireccional acentúa el coeficiente vacío de los equipos.

Para los importadores y exportadores hay la posibilidad de escoger diferentes puertos para el manejo de sus mercancías. Estos puertos pueden hacerse la competencia o bien trabajar en asociación especializándose cada uno en determinados tipos de carga. La elección del puerto para el manejo de sus mercancías depende de varios factores. El más importante es el costo relativo que supone para los comerciantes el envío de sus mercancías a cada uno de los puertos, con las operaciones de carga y descarga correspondiente. Los costos de transporte pueden guardar una estrecha relación con los costos reales de los medios e instalaciones de transporte, o bien depender de la fijación de tarifas que se utilice en el sistema de transporte, ya que en este último caso, las líneas navieras absorben parte del costo de transporte terrestre de las mercancías, en zonas distantes al puerto. En este caso se presenta un traslape de la zona de influencia (zona geográfica de la que reciben y a la que envían mercancías por vía terrestre).

Para el mejoramiento de los puertos, es importante determinar de que manera se distribuyen los beneficios derivados de ese mejoramiento. Aparte de las mejoras obtenidas mediante cambios administrativos para mejorar el rendimiento es necesario realizar inversiones, las cuales deberán justificarse relacionando el costo y los beneficios directos e indirectos, ya que éstos pueden ir a los navieros en forma de una reducción de las estadías, lo que aumenta la productividad de sus barcos. a los comerciantes en forma de una manipulación más rápida de sus mercancías y una disminución de daños y hurto, también sucede que parte de los beneficios se dirigen fuera del país que ha efectuado las mejoras portuarias como por ejemplo; cuando por el puerto pasa tráfico de otros países además del tráfico nacional.

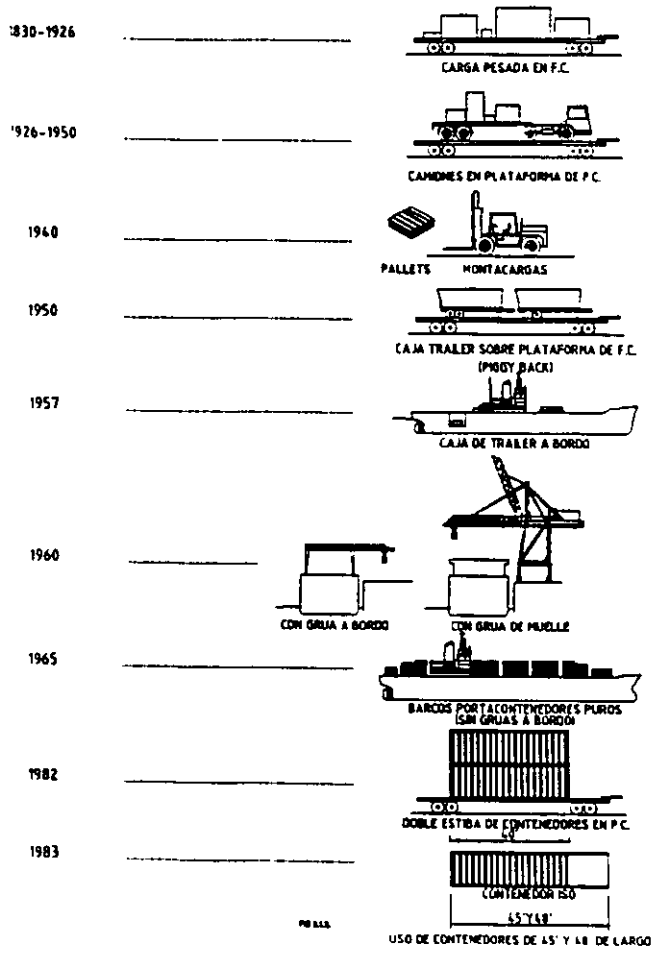
Cuando la carga se transporta en buques cisterna y/o graneleros, o tramps (sin itinerario fijo) fletados por viaje o por tiempo, es de esperarse que las mejoras portuarias se reflejen inmediatamente en una disminución de los fletes o en una reducción de las estadías, las cuales reducen el valor del flete. Cuando el transporte se realiza en gran parte con buques de líneas regulares, por lo general, los beneficios no se reflejan en una disminución del flete a los usuarios nacionales.

Lo anterior obedece a que las "Conferencias Marítimas" (Agrupaciones de compañías navieras que operan en determinadas rutas) prorratean los fletes para un grupo de puertos. En caso de obtener una reducción del flete de las líneas regulares, debido a las mejoras en el puerto éste beneficio se comparte con los puertos extranjeros de la zona, que no han realizado mejoras portuarias.

La máxima eficiencia sería el prestar servicios de puerta a puerta mediante el empleo de los diversos modos de transporte con un solo responsable en el tránsito de la carga. A esto se denomina transporte multimodal internacional, en el caso de las mercancías en tráfico de altura. En México ya existen empresas nacional de transporte intermodal internacional, la cual se creó para prestar este tipo de servicio.

En la cadena del transporte en el comercio internacional (fig. 2.1.1), es conveniente que los eslabones correspondientes a los puertos marítimos que conecten a dos regiones o países tiendan a tener las características adecuadas para atender a los barcos que arriban a ambos puertos para aprovechar al máximo su capacidad y evitar el falso flete que implica el transporte de un menor volumen de carga por no tenerse la profundidad de agua en uno de los puertos de intercambio comercial.

EVOLUCION DEL MANEJO DE CARGA



2.- TRAFICO MARÍTIMO MUNDIAL

La evolución del tonelaje mundial de embarcaciones por tipo de carga, principales flotas mercantes del mundo, así como el flete de algunos productos en las rutas más comunes, se podrán observar en las siguientes tablas.

2.1.- FLOTA

En el año de 1989 los pedidos de nuevas embarcaciones tuvieron un decremento del 29% y fue hasta 1993 donde se tuvo un incremento del 42% entre 1992 y 1993.

Observando los precios de las nuevas, se nota una caída en los precios del orden de 6%, siendo la embarcación mas cara la de los cargueros G.N.L. de 125,000 m3.

Por lo que respecta al precio de los buques de segunda mano con cinco años de edad, la variación porcentual 1992-1993 mas fuerte fue en los buques tanque de 80,000 T.P.M.

PEDIDOS DE NUEVAS UNIDADES DE LOS PRINCIPALES TIPOS DE BUQUES (a) , 1989-1993

(EN MILLONES DE TPM)

Año	Buques Tanque		Graneleros		Cargueros Mixtos		Carga General		Porta-contenedores		Transbordador	
	No.	TPM	No.	TPM	No.	TPM	No.	TPM	No.	TPM	No.	TPM
1989	286	17 995	210	11 590	17	1 975	327	2 077	124	3 255	122	118
1990	338	25 876	93	3 640	24	2 726	310	2 090	124	3 073	93	119
1991	308	19 872	148	11 836	4	322	167	877	66	1 796	84	90
1992	206	10 050	126	7 261	0	0	225	1 402	127	3 227	114	91
1993												
enero	25	575	11	617	-	-	21	172	9	165	14	29
febrero	18	1 022	107	332	-	-	15	138	13	319	16	16
marzo	14	1 201	36	2 414	-	-	14	84	8	411	6	8
abril	17	1 097	22	1 185	-	-	34	449	3	74	5	2
mayo	23	1 359	19	1 260	-	-	24	210	13	470	10	8
junio	60	6 144	41	2 927	-	-	46	285	27	538	12	6
julio	20	1 096	23	1 368	1	83	31	188	27	1 111	6	5
agosto	12	778	26	1 629	-	-	3	29	12	217	4	0
septiembre	17	846	25	1 258	-	-	9	48	13	495	6	12
octubre	33	1 354	31	2 297	-	-	23	259	8	133	13	2
noviembre	8	408	33	1 621	-	-	9	78	23	518	14	45
diciembre	20	447	22	1 395	-	-	32	162	26	606	16	30
Total 1993	267	17 327	299	18 303	1	83	261	2 102	182	5 057	122	163

Fuente. Institute of Shipping Economics and Logistics (Bremen), 1992, No.1/2, pág. 75.

a) Buques de 300TPM o mas

Año	Total (b)	
	No.	TPM
1989	1 086	37 010
1990	982	37 524
1991	777	34 793
1992	798	22 031
1993		
enero	80	1 558
febrero	72	1 827
marzo	78	4 118
abril	81	2 07
mayo	89	3 307
junio	186	9 900
julio	108	3 51
agosto	57	2 653
septiembre	70	2 659
octubre	108	4 045
noviembre	87	2 670
diciembre	116	3 640
Total 1993	1 132	43 035

Fuente. Institute of Shipping Economics and Logistics (Bremen), 1992, No.1/2, pág. 75.

b) El total no incluye los datos relativos a los pedidos de nuevas unidades de otros tipos de buques.

(Tabla 2.2.1.b)

PRECIO DE LOS BUQUES DE SEGUNDA MANO DE CINCO AÑOS DE EDAD, 1987-1993 (AL 31 DE DICIEMBRE)

(MILLONES DE DÓLARES)

Tipo y tamaño de buques	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	Variación porcentual 1992/1993
Buques tanque de 30.000 TPM	13.0	16.0	20.0	21.5	20.0	14.5	18.0	24.1
Buques tanque de 80.000 TPM	16.0	22.0	34.0	34.0	32.0	22.0	31.0	40.9
Buques tanque de 120.000 TPM	20.0	28.0	40.0	37.0	36.0	29.0	34.5	19.0
Graneleros de 27.000 TPM	7.0	11.0	14.0	11.0	13.5	12.5	14.0	12.0
Graneleros de 60.000 TPM	13.0	17.0	21.5	18.5	23.0	18.0	18.5	2.8
Graneleros de 120 000 TPM	19.5	27.5	32.0	28.0	37.0	28.0	28.0	0.0

Fuente: Fearnleys (Oslo) Revis 1993.

(Tabla 2.2.)

PRECIOS REPRESENTATIVOS DE LOS BUQUES NUEVOS, 1980, 1985 Y
1989-1993

(EN MILLONES DE DÓLARES)

Tipo y tamaño de los buques	1980	1985	1989	1990	1991	1992	1993	Variación porcentual 1992/1993
Graneleros de 30.000 TPM	17	11	22	24	24	24	21	-12.5
Buques tanque de 32.000 TPM	19	18	27	29	30	30	29	-3.3
Graneleros de 70.000 TPM	24	14	27	32	32	30	28	-6.7
Buques tanque de 80.000 TPM	28	22	38	42	43	42	41	-2.4
Graneleros de 120.000 TPM	32	27	42	45	47	44	41	-6.8
Buques tanque de 250.000 TPM	75	47	75	90	95	86	84	-2.3
Cargueros GNL de 125.000 m ³	200	200	190	225	260	237	243	2.5
Cargueros GPL de 75.000 m ³	77	44	68	78	83	80	75	-6.3
Buques ro-ro de 1.200 TEU	44	28	32	36	38	40	41	2.5
Buques de carga general de 15.000 TPM	14	12	22	24	24	24	22	-8.3
Buques portacontenedores puros de 2.500 TEU	-	26	41	52	58	59	48	-18.6

Fuente: Lloyd's Shipping Economist (Londres), varios números.

(Tabla 2.3.)

2.2.2.- CARGA MANEJADA

El crecimiento del tonelaje mundial de 1980 a 1993 fue del 2%, de este porcentaje el grupo de países que tuvo mayor participación fue el de los desarrollados con una economía de mercado.

Observando los totales de la carga manejada en el mundo, clasificado por grupos de países, se ve que la mayor parte la mueven los buques tanque, pero en los grupos de países de Asia y América la tendencia es en la carga general.

En las flotas de libre matrícula, como son: Liberia, Panamá, Chipre, Bahamas y Bermudas, la participación de los buques de carga general es la que domina.

DISTRIBUCIÓN DEL TONELAJE MUNDIAL (EN TRB Y TPM), POR GRUPOS DE PAÍSES DE MATRICES DE MATRICULA, 1980, 1992 Y 1993 (a)

Pabellones de matricula, por grupos de países	Tonelaje y Porcentaje (b)						Aumento de tonelaje (en millones de TPM)	
	En millones de TRB			En millones de TPM			1980-1993 (promedio)	1992-1993 (promedio)
	1980 (c)	1992	1993	1980 (c)	1992	1993		
1.- Total mundial	414.5 100.0	444.9 100.0	457.4 100.0	682.8 100.0	694.7 100.0	710.6 100.0	2.1	15.9
2.- Países desarrollados de economía de mercado	214.3 51.7	142.3 32.0	142.7 31.2	350.1 51.3	216.6 31.2	216.6 30.5	-10.3	0.0
3.- Países de libre matrícula	114.2 27.6	153.0 34.4	158.8 34.7	212.6 31.1	257.2 37.0	263.4 37.1	3.9	6.2
Total de los grupos 2 y 3	328.5 79.3	295.3 66.4	301.5 65.9	562.7 82.4	473.8 68.2	480.0 67.6	-6.4	6.2
4.- Países de Europa Central y Oriental (incluida la antigua URSS)	32.0 7.7	33.7 7.6	33.2 7.3	37.8 5.5	39.0 5.6	38.2 5.4	0.0	-0.8
5.- Países Socialistas de Asia	7.3 1.8	15.1 3.4	16.5 3.6	10.9 1.6	22.6 3.3	24.7 3.5	1.1	2.1
6.- Países en desarrollo	44.7 10.8	94.6 21.3	99.6 21.8	68.4 10.0	149.9 21.6	157.9 22.2	6.9	8.0
De los cuales:	4.9	5.1	5.1	7.2	6.9	6.9	0.0	0.0
En África								
En América	14.5	17.9	18.7	21.8	27.6	28.8	0.5	1.2
En Asia	25.0	58.2	59.3	39.1	93.3	94.6	4.3	1.3
En Europa	0.1	11.2	14.4	0.2	18.9	24.6	1.9	5.7
En Oceanía	0.1	2.2	2.1	0.1	3.2	3.0	0.2	-0.2
7.- Otros países	2.0	6.2	6.6	3.0	9.4	9.8	0.5	0.4
	0.5	1.4	1.4	0.4	1.4	1.4		

Fuente: Según datos facilitados por Lloyd's Maritime Information Services de Lloyd's Register of Shipping y Lloyd's of London Press Ltd.

a) Con exclusión de la flota de reserva de los Estados Unidos de América y de las flotas estadounidense y canadiense de los Grandes Lagos que, en 1990, representaban 3, 0, 1,1 y 1,5 millones de TRB, respectivamente.

b) Los porcentajes del tonelaje total figuran entre paréntesis.

c) Cifras correspondientes al 31 de diciembre.

DISTRIBUCIÓN DEL TONELAJE MUNDIAL POR TIPOS DE BUQUES Y POR GRUPOS DE PAÍSES, 1980 (AL 1º DE JULIO) 1992 Y 1993 (AL 31 DE DICIEMBRE) (a)
(En TPM)

Grupos de países	Años	Millones en TPM	Porcentaje del total mundial	Buques tanque	Graneleros (b)	Buques de carga general	Buques porta-contenedores	Otros buques
------------------	------	-----------------	------------------------------	---------------	----------------	-------------------------	---------------------------	--------------

Total en TPM

Porcentajes del tonelaje total, por tipos de buques

Total mundial	1980	682.8	100.0	49.7	27.2	17.0	1.6	4.5
	1992	694.7	100.0	37.9	34.5	15.1	4.7	7.8
	1993	710.6	100.0	38.2	34.1	15.0	4.9	7.8

Porcentajes del tonelaje total, por grupos de países

Países desarrollados de economía de mercado	1980	350.1	51.3	52.5	52.7	43.4	74.3	50.4
	1992	216.6	31.2	34.1	27.8	21.5	42.6	43.9
	1993	216.6	30.5	34.3	25.9	21.2	40.8	43.3
Países de libre matrícula	1980	212.5	31.1	36.2	31.7	20.8	13.5	17.0
	1992	257.2	37.0	44.4	35.8	30.4	25.5	26.4
	1993	263.4	37.1	43.0	37.0	31.0	27.8	26.3
Países de Europa Central y Oriental	1980	37.8	5.5	2.8	4.2	12.3	2.9	19.2
	1992	39.0	5.6	2.7	4.9	13.7	2.0	9.6
	1993	38.2	5.4	2.6	4.6	13.1	1.9	9.5
Países Socialistas de Asia	1980	10.9	1.6	0.6	1.6	4.7	0.1	1.3
	1992	22.6	3.3	1.1	3.9	7.3	3.9	2.5
	1993	24.6	3.5	1.5	4.1	7.5	3.8	2.6
Países en desarrollo	1980	68.4	10.0	7.7	9.2	17.6	7.6	12.0
	1992	149.9	21.6	17.1	25.7	26.6	18.1	17.5
	1993	158.0	22.2	18.1	26.4	26.7	17.7	18.2
De los cuales: En África	1980	7.1	1.0	1.1	0.1	2.3	-	2.1
	1992	6.9	1.0	0.8	0.5	2.1	-	2.6
	1993	6.9	1.0	0.7	0.5	2.1	-	2.6
En América	1980	21.8	3.2	2.3	3.3	5.6	0.1	3.7
	1992	27.6	4.0	3.1	3.7	7.0	2.1	4.7
	1993	28.8	4.1	3.1	3.7	7.3	2.4	5.1
En Asia	1980	39.1	5.7	4.3	5.7	9.8	2.7	5.7
	1992	93.3	13.4	10.9	16.9	13.6	15.0	8.9
	1993	94.6	13.3	10.7	17.1	13.4	14.0	8.9
En Europa	1980	1.2	-	-	-	0.1	-	-
	1992	18.9	2.7	2.2	3.8	3.2	0.9	0.7
	1993	24.6	3.5	3.6	4.3	3.3	1.2	0.9
En Oceanía	1980	0.2	-	-	-	0.1	-	-
	1992	3.2	0.5	0.1	0.8	0.7	0.1	0.6
	1993	3.3	0.4	-	0.8	0.6	0.1	0.7
Otros países	1980	3.0	0.4	0.2	0.6	0.9	1.6	0.1
	1992	9.4	1.4	0.6	1.9	0.5	7.9	0.1
	1993	9.8	1.4	0.5	2.0	0.5	8.0	0.1

Fuente: Según datos facilitados por Shipping Information Services de Lloyd's Register of Shipping and Lloyd's of London Press Ltd.

a) Con exclusión de la flota de reserva de los Estados Unidos de América y las flotas estadounidense y canadiense de los Grandes Lagos.

b) Mineraleros y graneleros de 6 000 TRB o más, incluidos los mineraleros/petroleros y los mineraleros/graneleros/petroleros.

(Tabla 2.5.)

**DISTRIBUCIÓN DEL TONELAJE DE LAS PRINCIPALES FLOTAS DE LIBRE
MATRICULA (a) (AL 31 DE DICIEMBRE DE 1993)**

	Países	Liberia	Panama	Chipre	Bahamas	Bermudas	Total
Buques Tanque	Nº de buques	395	268	99	166	22	950
	Miles de TPM	47.844	26.342	10.062	17.852	3.891	105.991
Graneiros de carga seca	Nº de buques	459	557	442	167	8	1.633
	Miles de TPM	26.891	21.902	17.646	8.168	343	74.950
Buques de carga general	Nº de buques	320	1.344	519	288	15	2.486
	Miles de TPM	5.113	13.263	4.708	2.628	135	25.847
Buques portacontenedores	Nº de buques	78	144	38	29	1	290
	Miles de TPM	2.316	3.112	484	632	29	6.573
Otros	Nº de buques	213	470	67	194	29	973
	Miles de TPM	5.881	3.683	666	1.168	803	12.201
Total 1993	Nº de buques	1.465	2.783	1.165	844	75	6.332
	Miles de TPM	88.045	68.302	33.566	30.448	5.201	225.562
Total 1992	Nº de buques	1.469	2.612	1.009	591	79	5.760
	Miles de TPM	89.351	54.483	29.468	20.934	7.779	202.015

Fuente: Según datos facilitados por Lloyd's Maritime Information Services Ltd., Londres.

a) Buques de 1 000 TRB o mas; cifras redondeadas al millar.

(Tabla 2.6.)

**COMPARACIÓN ENTRE EL MOVIMIENTO TOTAL DE MERCANCÍAS Y LA
PROPIEDAD DE LA FLOTA, POR GRUPOS DE PAÍSES, 1980, 1992 Y 1993.**

Grupo de Países	Años	Cargadas	Descargadas	Total de mercancías cargada y descargadas (en millones de toneladas)	Flota mercante (en millones de TPM)	Porcentajes del total mundial de mercancías cargadas y descargadas	Porcentajes de la flota mercante mundial correspondientes a los distintos grupos de países propietarios (TPM)
Países desarrollados de economía de mercado y países de libre matricula	1980	1,424	2,626	4,050	562.7	54.9	82.4
	1992	1,845	2,941	4,786	473.8	55.9	68.2
	1993	1,853	2,998	4,851	480.0	55.6	67.6
Países en desarrollo	1980	2,033	808	2,841	68.4	38.5	10.0
	1992	2,109	1,156	3,265	149.9	38.1	21.6
	1993	2,195	1,180	3,375	158.0	38.7	22.2
Países de Europa Central y Oriental, incluida la antigua URSS	1980	201	145	346	37.8	4.7	5.5
	1992	178	161	339	39.0	4.0	5.6
	1993	173	150	323	38.2	3.7	5.4
Países Socialistas de Asia	1980	46	100	146	10.9	2.0	1.6
	1992	88	87	175	22.6	2.0	3.3
	1993	91	88	179	24.6	2.1	3.5
Total mundial (a)	1980	3,704	3,679	7,383	682.8		
	1992	4,220	4,345	8,565	694.7		
	1993	4,312	4,416	8,728	710.6		

a) Incluido el tonelaje no asignado a ningún grupo de países que se indica en el anexo III

(Tabla 2.7.)

**TONELADAS DE CARGA TRANSPORTADAS POR TPM Y TONELADAS-MILLA
POR TPM DE LA FLOTA MUNDIAL TOTAL, 1984-1993**

ANOS	Flota mundial (en millones de TPM)	Carga total transportada (en millones de toneladas)	Total de toneladas-milla (en miles de millones)	Toneladas de carga transportadas por TPM	Toneladas-milla por TPM
1984	674.5	3,10	13.368	5.06	19.820
1985	664.8	3,382	13.160	5.09	19.800
1986	639.1	3,459	13.856	5.41	21.680
1987	632.3	3,505	14,298	5.54	22.610
1988	628.0	3,692	15.299	5.88	24.360
1989	638.0	3,891	16.385	6.10	25.680
1990	658.4	4,008	17,121	6.09	26.000
1991	683.5	4,120	17.873	6.03	26,150
1992	694.7	4,220	18.228	6.07	26.240
1993	710.6	4,312	18.800	6.07	26,456

Fuente: Flota mundial: Lloyd's Register of Shipping: Statistical Tables (Londres), varios numeros (Datos a mitad de año para 1984-1990, fin de año para 1991-1993), carga total transportada: banco de datos de la UNCTAD, toneladas-milla: Fearnleys (Oslo), Review, varios números.

(Tabla 2.8.)

2.3.- CONTENEDORES

Los países de economía de mercado junto con los de libre matrícula son los que tienen el 62% de la capacidad en T.E.U.

TRAFICO PORTUARIO DE CONTENEDORES DE LOS PAÍSES Y
TERRITORIOS EN DESARROLLO, 1992 Y 1991

Paises o territorios	Tráfico de contenedores en TEU, 1991	Tráfico de contenedores en TEU, 1992	Variación porcentual 1990/1991	Variación porcentual 1991/1992
Hong Kong	6.161.912	7.972.236	20.8	29.4
Singapur	6.354.000	7.580.000	21.6	19.3
Rep. de Corea	2.570.734	2.751.006	14.7	7.0
Emiratos Arabes Unidos	2.072.915	2.506.422	32.6	20.9
Asia	1.152.941	1.329.365	25.2	15.3
Tailandia	1.172.057	1.312.804	8.6	12.0
Malasia	1.074.295	1.218.338	21.0	13.4
Filipinas (a)	1.441.124	1.157.912	3.9	-19.7
Arabia Saudita	1.070.774	1.153.761	32.5	7.8
Egipto	575.855	769.448	61.6	33.6
India	698.621	760.887	-1.1	8.9
Brasil (a)	678.622	738.945	-9.8	8.9
Sri Lanka	669.489	676.041	14.7	1.0
Pakistan	469.705	510.017	17.5	8.6
México (a)	348.171	397.782	12.1	14.3
Chipre	328.520	357.948	-14.5	9.0
Argentina	254.745	350.000	5.7	37.4
Malta	197.202	291.754	58.9	48.0
Panama	238.456	288.655	29.7	21.1
Chile (a)	204.672	288.007	16.9	40.7
Costa Rica	123.254	277.386	16.0	125.1
Honduras	190.100	203.400	5.5	7.0
Jamaica	164.636	189.213	13.9	14.9
Cote d'Ivoire	179.501	188.728	-0.9	5.1
Kuwait	71.102	186.643	-47.7	162.5
Morocco	185.838	182.242	7.2	-1.9
Bangladesh	n.a.	160.000	n.a.	n.a.
Perú	98.301	146.360	59.9	48.9
Kenya	135.541	136.324	-0.6	0.6
Colombia (a)	129.336	118.649	18.7	-8.3
Antillas Netherlands	91.174	116.643	-4.2	27.9
Oman	156.439	115.717	-7.1	-26.0
Papua Nueva Guinea	97.831	107.423	8.3	9.8
Jordania	72.725	99.632	-12.7	37.0
Guadalupe	99.929	95.244	-2.2	-4.7
Syrian Arab Republic	82.832	92.554	23.0	11.7
Bahrain	84.254	89.829	12.2	6.6
Martinique	91.602	88.715	n.a.	n.a.
Ghana	70.723	83.000	10.2	17.4
Cameroon	76.286	82.148	-22.2	7.7
Lebanon	131.175	80.989	n.a.	n.a.
Mauritius	70.278	80.254	16.1	14.2
Uruguay	55.524	75.568	7.9	36.1
French Polynesia	55.232	60.519	7.7	9.6
Tunisia	44.626	49.172	42.8	10.2
Nueva Caledonia	30.980	38.992	11.4	25.9
Qatar	129.753	38.714	526.1	-70.2
Barbados	30.450	31.255	-1.9	2.6
Samoa	28.114	30.400	53.0	8.1
Otros	435.973	306.541	1.9	-29.7
Total	31.095.019	36.133.018	18.1	16.2
Mundial total	93.645.989	100.734.472	8.8	7.6

(Tabla .2.9)

**DISTRIBUCIÓN DE LA FLOTA MUNDIAL Y LA CAPACIDAD EN TEU DE LOS
BUQUES PORTACONTENEDORES TOTALMENTE CELULARES, POR
GRUPOS DE PAÍSES, 1991, 1992 Y 1993.**

Número de buques Capacidad en TEU y porcentajes

Pabellones de matrícula, por grupo de países	1991	1992	1993	1991	1992	1993
1.- Total mundial	1.269	1.371	1.423	1'734,016 100	1'925,177 100	2'092,204 100
2.- Países desarrollados de economía de mercado	419	417	397	674,018 38.9	704,258 36.6	714,088 34.1
3.- Países de libre matrícula	308	377	426	395,661 22.8	501,281 26.0	599,753 28.7
Total de los grupos 2 y 3	727	794	823	1'069,679 61.7	1'205,539 62.6	1'313,841 62.8
4.- Países de Europa Central y Oriental, incluida la antigua URSS	68	67	55	38,888 2.2	34,899 1.8	35,343 1.7
5.- Países Socialistas de Asia	62	69	73	62,356 3.6	65,592 3.4	70,297 3.4
6.- Países en desarrollo	278	289	292	296,200 17.1	320,127 16.6	329,200 15.7
De los cuales:						
En África	3	3	3	585 -	585 -	585 -
En América	40	55	66	25,745 1.5	36,075 1.9	41,282 2.0
En Asia	213	225	218	255,796 14.8	279,867 14.5	285,495 13.7
En Europa	16	2	1	12,377 0.7	2,336 0.1	574 -
En Oceanía	6	4	4	1,697 0.1	1,264 0.1	1,264 0.1
7.- Otros países	134	152	180	266,893 15.4	299,020 15.5	343,523 16.4

Fuente: Lloyd's Maritime Information Services Ltd. (LMIS), Londres

(Tabla 2.10.)

2.2.4.- FLETES

Para formarse una idea de los costos de transportación marítima de algunos productos como cereales, azúcar, abonos y minerales se presenta la tabla 2.2.11.

COMPARACIÓN ENTRE LOS FLETES DE DETERMINADOS PRODUCTOS EN 1992 Y 1993

Productos	Rutas	Escalas de fletes			
		1992 (US\$/ton)		1993 (US\$/ton)	
		Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
Cereales	Estados Unidos(Golfo de México)-Venezuela	19.00	13.00	18.00	13.00
Azúcar	Queensland-Japón	18.75	16.75	22.00	18.50
Abonos	Agaba-Costa Occidental de la India	37.00	36.50	45.00	37.50
Abonos	Europa Continental-Costa Occidental de la	39.00	34.25	40.50	34.00
Minerales	India	9.85	6.25	11.25	9.50
Minerales	Brasil-Japón	6.25	3.50	5.50	4.55
	Brasil-Europa Continental				

Fuente: Lloyd's List (Londres), 14 de junio 1993 y 4 de enero 1994.

(Tabla 2.11)

3.- MANEJO DE CARGA PORTUARIA EN MÉXICO

En el período 1979-1993 los principales puertos del país movilizaron un total de 180 millones 417 mil 853 toneladas de carga, sin incluir las operaciones en las instalaciones especializadas para petróleo, yeso y sal. Es importante mencionar que en promedio el 80% de esta carga se manejó por los puertos de Guaymas, Manzanillo, Lázaro Cárdenas, Altamira, Tampico y Veracruz.

Observando los volúmenes operados en 84 y 93 operados, se notan los siguientes incrementos: general suelta 93.5 y granel mineral 84%, general contenerizada 373.1%, los fluidos 114.8%, por lo contrario, el granel agrícola presentó un decremento del 26.2%.

Por lo que respecta al movimiento de carga total por puerto, son importantes los incrementos logrados en Manzanillo, Lázaro Cárdenas y Altamira.

El tráfico de contenedores, representa casi el 400% de crecimiento en el número de TEU's operados, destacando por su participación los puertos de Manzanillo, Lázaro Cárdenas, Altamira, Tampico, Veracruz y Puerto Morelos, Q. Roo.

3.2.- VOLUMEN DE CARGA EN PUERTOS COMERCIALES

MOVIMIENTO POR TIPO DE PRODUCTO Y CARGA TOTAL DE LOS PUERTOS COMERCIALES (Importación y Exportación) (miles de toneladas)

ANO	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
ALTURA										
IMPORTACIÓN	8876.6	8405.7	6501.0	7448.6	8976.2	11204.1	14111.8	12112.2	14149.4	13496.9
GENERAL SUELTA	1679.8	1520.7	1088.0	690.1	991.5	1389.0	2286.0	1803.1	2097.6	1637.1
GENERAL CONT.	415.5	519.1	492.9	611.9	836.5	1287.7	1688.2	1763.1	2319.4	2532.3
GRANEL AGRÍCOLA	5180.4	4253.5	2582.8	3933.4	3882.1	5221.2	6403.0	4832.2	6040.5	4218.3
GRANEL MINERAL	1175.6	1596.4	1866.7	1808.6	2765.1	2624.2	2882.3	2552.8	2425.3	3391.3
FLUIDOS	425.3	516.0	470.6	404.6	501.0	682.0	852.3	1161.0	1266.6	1717.9
EXPORTACIÓN	5560.9	5580.6	7552.5	9748.4	10751.6	9096.1	7878.6	7943.7	7549.3	7457.6
GENERAL SUELTA	1116.8	882.0	1408.3	1893.6	1773.8	1631.4	1741.6	2061.9	2199.4	2660.3
GENERAL CONT.	542.3	558.9	553.3	1000.3	1201.8	1175.0	1580.1	1780.0	1882.4	1995.9
GRANEL AGRÍCOLA	56.2	101.4	183.8	459.3	843.0	559.1	20.7	38.0	6.8	59.1
GRANEL MINERAL	2817.8	2942.7	4192.9	4987.7	5493.3	4166.3	2907.6	2172.3	1686.1	1616.9
FLUIDOS	1027.8	1095.6	1214.2	1407.5	1439.7	1564.3	1628.6	1891.5	1774.6	11
TOTAL DE CARGA	14437.5	13986.3	14053.5	17197.0	19727.8	20300.2	21990.4	20055.9	21698.7	20954.5

(tabla 3.2.a)

CABOTAJE

ENTRADAS	2785.2	3454.9	3267.4	3835.1	3281.8	3964.3	4468.6	4584.2	5116.1	4672.1
GENERAL SUELTA	847.5	1196.1	1066.1	1272.3	1232.6	1227.9	1146.6	954.3	1039.6	1064.3
GENERAL CONT.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2	57.8	1.9
GRANEL AGRÍCOLA	392.2	370.8	551.2	260.1	295.8	420.4	214.4	234.8	41.1	84.5
GRANEL MINERAL	1213.1	1660.5	1229.0	1829.6	1530.9	1920.3	2371.4	2595.4	3272.7	2785.1
FLUIDOS	332.4	227.5	421.1	473.1	222.5	395.7	736.2	792.5	704.9	736.3
SALIDAS	1527.5	1887.9	1952.9	1821.4	1680.7	2175.4	2197.9	2732.1	3036.0	3356.2
GENERAL SUELTA	977.3	1198.9	1031.2	1166.7	1071.9	975.1	1005.5	889.8	784.1	899.9
GENERAL CONT.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.8	58.5	1.5
GRANEL AGRÍCOLA	370.1	373.7	542.4	248.1	276.4	538.4	228.3	232.8	62.1	67.9
GRANEL MINERAL	145.3	261.5	226.3	308.0	247.5	598.9	934.4	1529.6	2096.6	2056.1
FLUIDOS	34.8	53.8	153.0	98.6	84.9	63.0	29.7	69.1	34.7	330.8
TOTAL DE CARGA	4312.7	5342.8	5220.3	5656.5	4962.5	6139.7	6666.5	7316.3	8152.1	8028.3

Fuente: anuario estadístico de la Coordinación General de Puertos y Marina Mercante

(tabla 3.2.b)

**MOVIMIENTO POR TIPO DE TRAFICO Y CARGA
TOTAL DE LOS PUERTOS COMERCIALES
(miles de t n ladas)**

AÑO	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
ALTURA	14437.5	13986.3	14053.5	17197.0	19727.8	20300.2	21990.4	20055.9	21698.7	20954.5
GENERAL SUELTA	2796.6	2402.7	2496.3	2583.7	2765.3	3020.4	4027.6	3865.0	4297.0	4297.4
GENERAL CONT.	957.8	1078.0	1046.2	1612.2	2038.3	2462.7	3268.3	3543.1	4201.8	4528.2
GRANEL AGRÍCOLA	5236.6	4354.9	2766.6	4392.7	4725.1	5780.3	6423.7	4870.2	6047.3	4277.4
GRANEL MINERAL	3993.4	4539.1	6059.6	6796.3	8258.4	6790.5	5789.9	4725.1	4111.4	5008.2
FLUIDOS	1453.1	1611.6	1684.8	1812.1	1940.7	2246.3	2480.9	3052.5	3041.2	2843.3
CABOTAJE	4312.7	5342.8	5220.3	5656.5	4962.5	6139.7	6666.5	7316.3	8152.1	8028.3
GENERAL SUELTA	1824.8	2395.0	2097.3	2439.0	2304.5	2203.0	2152.1	1844.1	1823.7	1964.2
GENERAL CONT.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	116.3	3.4
GRANEL AGRÍCOLA	762.3	744.5	1093.6	508.2	572.2	958.8	442.7	4667.6	103.2	152.4
GRANEL MINERAL	1358.4	1922.0	1455.3	2137.6	1778.4	2519.2	3305.8	4125.0	5369.3	4841.2
FLUIDOS	367.2	281.3	574.1	571.7	307.4	458.7	765.9	861.6	739.6	1067.1
TOTAL DE CARGA	18750.2	19329.1	19273.8	22853.5	24690.3	26439.9	28656.9	27372.2	29850.8	28982.8

(tabla 33)

**TOTAL POR TIPO DE CARGA
(miles de toneladas)**

AÑO	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
TOTAL	18750.2	19329.1	19273.8	22853.5	24690.3	26439.9	28656.9	27372.2	29850.8	28982.8
GENERAL	5579.2	5875.7	5639.8	6634.9	7108.1	7686.1	9448.0	9270.2	10438.8	10793.2
SUELTA	4621.4	4797.7	4593.6	5022.7	5069.8	5223.4	6179.7	5709.1	6120.7	6261.6
CONTENERIZADA	957.8	1078.0	1046.2	1612.2	2038.3	2462.7	3268.3	3561.1	4318.1	4531.6
GRANEL AGRÍCOLA	5998.9	5099.4	3860.2	4900.9	5297.3	6739.1	6866.4	5337.8	6150.5	4429.8
GRANEL MINERAL	5351.8	6461.1	7514.9	8933.9	10036.8	9309.7	9095.7	8850.1	9480.7	9849.4
FLUIDOS	1820.3	1892.9	2258.9	2383.8	2248.1	2705.0	3246.8	3914.1	3780.8	3910.4

Fuente: anuario estadístico de la Coordinación General de Puertos y Marina Mercante

(tabla 34)

191

**TOTAL DEL MOVIMIENTO DE CARGA
DE LOS PUERTOS COMERCIALES**
(miles de toneladas)

LITORAL PUERTO	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
PACIFICO	7042.1	7461.4	7429.3	9126.4	9358.3	11204.2	12958.4	12965.9	14430.5	14280.6
ENSENADA, B.C.	856.7	987.7	950.9	1067.4	959.2	975.4	1056.7	907.3	959.1	533.3
SAN CARLOS, B.C.S.	100.6	152.4	172.5	134.1	192.7	169.5	104.9	139.7	83.1	83.7
LA PAZ-PICHILINGUE, B.C.S.	547.7	700.2	756.7	880.9	918.4	931.5	959.4	901.6	982.2	976.3
GUAYMAS, SON.	2153.1	1731.0	1373.3	1835.0	1633.4	2207.5	1940.2	2468.9	2194.3	1534.2
TOPOLOBAMPO, SIN.	124.9	168.6	144.3	183.5	73.6	177.3	190.3	238.0	359.1	459.4
MAZATLAN, SIN.	674.1	821.5	593.4	785.3	600.3	616.2	491.2	213.0	254.5	95.5
MANZANILLO, COL.	957.3	1003.6	1176.8	1223.3	1668.6	2097.1	3108.5	2961.0	4012.0	3523.4
VALLARTA, JAL.	57.5	48.3	51.4	49.0	32.8	0.4	0.6	0.0	0.0	0.0
LÁZARO CARDENAS, MICH.	1064.8	1385.0	1848.6	2415.9	2867.4	3604.6	4519.1	4637.4	5101.2	6515.0
ACAPULCO, GRO.	64.9	65.9	41.8	31.7	55.7	109.7	123.7	108.6	82.7	66.4
SALINA CRUZ, OAX.	440.5	397.2	319.6	520.3	350.7	345.9	372.2	271.1	218.0	309.0
MADERO, CHIS.	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	5.1	91.6	119.3	184.3	184.4
GOLFO Y CARIBE	11708.1	11867.7	11844.5	13727.1	1282.0	15199.7	15698.5	14406.3	15420.3	14702.2
ALTAMIRA, TAMPS.	0.0	58.8	207.5	381.1	462.4	550.4	905.5	969.4	1245.4	1678.1
TAMPICO, TAMPS.	4826.0	4482.5	4589.7	5111.5	5565.9	5665.1	5117.6	3733.5	3469.5	2429.3
TUXPAN, VER.	1002.6	729.4	430.7	575.5	714.3	1085.34	1072.7	786.0	806.6	561.2
VERACRUZ, VER.	3172.3	3621.3	3497.4	3805.2	4166.3	4103.2	4157.1	4485.3	5184.8	5965.8
COATZACOALCOS, VER.	1744.2	1613.2	2067.3	2625.0	2911.0	2318.5	2949.8	2715.1	2687.0	2227.2
FRONTERA, TAB.	2.6	2.8	3.7	3.3	19.3	13.5	46.6	22.0	76.7	14.9
CD. CARMEN, CAMP.	170.6	150.5	147.7	172.7	180.1	137.8	125.2	185.8	150.1	183.1
PROGRESO	486.1	434.7	371.4	366.8	507.8	558.3	663.6	815.7	1133.2	930.2
MORELOS, Q. ROO.	141.5	378.3	253.2	329.2	375.7	400.4	339.0	336.9	336.7	361.6
COZUMEL, Q. ROO.	162.2	396.2	275.9	356.8	379.2	367.2	321.4	356.6	330.3	350.8
TOTAL	18750.2	19329.1	19273.8	22853.5	24640.3	26439.9	28656.9	27372.2	29850.8	28982.8

Fuente: anuario estadístico de la Coordinación General de Puertos y Marina Mercante

(tabla 35)

MOVIMIENTO DE CONTENEDORES POR PUERTO
TEU's

LITORAL PUERTO	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
PACIFICO	21438	26084	34770	61208	81328	84515	90826	120906	146224	151995
ENSENADA, B.C.	0	0	0	0	0	0	8145	12942	19296	12049
PICHILINGUE, B.C.S	0	0	0	0	0	0	0	1008	6306	173
GUAYMAS, SON.	3	1	1502	13213	17626	7918	0	0	0	0
TOPOLOBAMPO, SIN.	0	0	0	0	0	0	0	74	90	469
MAZATLAN, SIN	573	74	600	391	2004	3650	4160	3622	8285	2395
MANZANILLO, COL	3426	6019	7415	9278	22021	26115	32792	41895	50419	50912
LÁZARO CARDENAS, MICH	5133	10066	7067	10484	22794	27484	26159	39192	45409	59610
ACAPULCO, GRO	187	591	434	589	1815	4553	6160	5435	4014	2640
SALINA CRUZ, OAX	12116	9333	17752	27253	150688	14795	13410	16738	12405	23747
GOLFO Y CARIBE	72634	83161	85773	101236	135714	185393	235384	229836	300110	312147
ALTAMIRA, TAMPS.	0	0	5623	5067	19074	34257	37710	36955	52978	68815
TAMPICO, TAMPS.	28501	28908	26714	33331	26666	23412	36987	33056	42597	30202
TUXPAN, VER.	16087	18837	21914	21788	23541	35145	46896	33036	16361	2820
VERACRUZ, VER	25077	33575	30658	40960	60329	86441	110019	121682	178181	193938
COATZACOALCOS, VER.	2969	1841	864	90	5601	3470	330	371	0	0
PROGRESO	0	0	0	0	503	1099	1636	2682	6033	9220
MORELOS, Q ROO.	0	0	0	0	0	1569	1806	2054	3960	7152
TOTAL	94072	109245	120543	162444	217042	269908	326210	350742	446334	464142

Fuente. anuario estadístico de la Coordinación General de Puertos y Marina Mercante

(tabla 3.6)

181

2-20

**TOTAL DEL MOVIMIENTO
CARGA GENERAL SUELTA**
(miles de toneladas)

LITORAL PUERTO	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
PACIFICO	2114.0	2004.0	2135.9	2394.6	2292.1	2438.3	3176.3	2486.6	2845.7	3333.7
ENSENADA, B.C.	145.8	188.0	173.9	239.8	154.3	200.5	220.2	114.7	114.0	105.1
SAN CARLOS, B.C.S.	37.8	52.2	58.1	33.2	75.6	40.3	20.6	22.5	15.1	14.7
LA PAZ-PICHILINGUE, B.C.S.	493.2	635.7	673.9	753.6	785.6	885.9	860.6	754.9	802.3	826.2
GUAYMAS, SON.	190.3	156.9	156.8	156.6	112.4	112.2	213.5	125.7	134.9	145.2
TOPOLOBAMPO, SIN.	83.4	81.1	114.0	131.9	25.4	16.8	25.8	30.4	74.6	47.0
MAZATLAN, SIN.	90.3	94.7	64.0	69.3	173.5	182.7	210.6	89.8	69.4	66.5
MAIZANILLO, COL.	387.3	313.4	208.4	205.6	268.6	281.0	459.1	278.6	384.8	368.7
VALLARTA, JAL.	57.5	48.3	51.4	49.0	32.8	0.4	0.6	0.0	0.0	0.0
LÁZARO CARDENAS, MICH.	364.5	181.7	424.8	572.8	47.7	519.0	914.0	869.1	965.3	1486.0
ACAPULCO, GRO.	63.2	59.3	36.4	26.0	42.2	76.6	77.9	67.2	53.2	45.1
SALINA CRUZ, OAX.	200.7	192.7	174.2	156.8	139.5	117.8	169.3	90.6	50.1	44.8
MADERO, CHIS.	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	5.1	4.1	43.1	182.0	184.4
GOLFO Y CARIBE	2507.4	2793.7	2457.7	2628.1	2727.7	2785.1	3003.4	3225.5	3275.0	2927.9
ALTAMIRA, TAMPS.	0.0	0.0	37.8	253.2	192.2	182.2	182.2	170.0	149.8	114.6
TAMPICO, TAMPS.	879.7	835.2	951.4	913.2	952.7	1040.4	1024.4	993.4	869.0	692.6
TUXPAN, VER.	22.511	27.7	50.9	15.9	22.2	41.1	38.9	104.0	310.1	100.6
VERACRUZ, VER.	1108.8	961.8	708.4	582.2	590.7	622.7	738.1	1070.3	957.2	986.1
COATZACOALCOS, VER.	145.7	137.4	127.2	79.9	109.0	120.4	295.5	111.7	181.9	232.0
FRONTERA, TAB.	2.6	2.8	3.7	3.3	19.3	9.1	46.6	22.0	70.3	14.9
CD. CARMEN, CAMP.	29.1	34.5	34.3	83.2	86.0	45.7	42.3	64.1	61.5	94.5
PROGRESO, YUC.	36.1	37.6	37.5	44.7	51.5	43.7	53.1	38.0	48.0	50.8
MORELOS, Q. ROO.	141.5	378.3	253.2	326.2	352.1	341.2	291.7	325.4	314.4	321.8
COZUMEL, Q. ROO.	141.4	378.4	253.3	326.3	352.0	338.6	209.6	323.6	312.8	320.0
TOTAL	4621.4	4797.7	4593.6	5022.7	5019.8	5223.4	6179.7	5709.1	6120.7	6261.6

Fuente: anuario estadístico de la Coordinación General de Puertos y Marina Mercante

(tabla 3.7.)

TOTAL DEL MOVIMIENTO
CARGA GENERAL CÖNTENERIZADA
(miles de toneladas)

LITORAL PUERTO	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
PACIFICO	239.8	243.5	190.8	572.7	722.2	742.7	914.7	1142.8	1284.5	1375.4
ENSENADA, B.C.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	84.5	120.9	135.6	88.4
SAN CARLOS, B C S.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LA PAZ-PICHILINGUE, B C S.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	55.2	1.5
GUAYMAS, SON.	0.0	0.0	10.0	87.5	122.7	46.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOPOLOBAMPO, SIN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.6	1.9
MAZATLAN, SIN.	3.1	0.6	7.9	3.7	13.4	33.3	43.8	39.5	79.4	29.0
MANZANILLO, COL.	39.6	45.0	54.0	69.6	220.4	258.8	348.8	400.1	444.6	444.2
VALLARTA, JAL.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LÁZARO CARDENAS, MICH.	43.7	70.7	66.2	94.2	178.9	219.1	229.9	352.8	392.5	556.4
ACAPULCO, GRO.	1.7	6.6	5.4	5.7	13.5	33.1	45.8	41.4	29.5	21.3
SALINA CRUZ, OAX	151.7	120.6	47.3	312.0	173.3	152.4	161.9	180.5	147.1	232.7
MADERO, CHIS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GOLFO Y CARIBE	718.0	834.5	855.4	1039.5	1316.1	1720.0	2353.6	2418.3	3033.6	3156.2
ALTAMIRA, TAMP.	0.0	0.0	62.9	69.2	221.0	307.3	424.8	410.9	583.6	756.9
TAMPICO, TAMP.	246.3	265.5	245.6	325.2	229.9	176.6	358.8	344.7	431.4	293.1
TUXPAN, VER.	166.4	198.5	215.6	229.0	231.9	350.9	443.3	350.4	180.9	22.4
VERACRUZ, VER.	270.8	345.3	320.6	414.9	554.9	825.0	1103.0	1276.8	1777.2	1987.2
COATZACOALCOS, VER.	34.5	25.2	10.7	1.2	71.8	47.6	6.5	6.6	0.0	0.0
FRONTERA, TAB.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CD. CARMEN, CAMP.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PROGRESO, YUC	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	52.2	7.3	17.4	38.2	56.8
MORELOS, Q ROO	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	7.4	9.9	11.5	22.3	39.8
COZUMEL, Q ROO.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL	957.8	1078.0	1046.2	1612.2	2038.3	2462.7	3268.3	3561.1	4318.1	4531.6

Fuente: anuario estadístico de la Coordinación General de Puertos y Marina Mercante

(tabla 38.)

TOTAL DEL MOVIMIENTO
GRANEL A COLA
(miles de toneladas)

LITORAL PUERTO	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
PACIFICO	2332.7	2168.8	1625.5	1766.7	1737.3	2456.6	1771.3	1667.2	2241.9	1188.7
ENSENADA, B.C.	34.8	50.2	56.4	94.6	22.5	0.0	5.0	31.9	35.0	19.6
SAN CARLOS, B.C.S.	57.7	98.2	110.4	97.0	113.2	123.4	78.6	110.4	62.1	63.1
LA PAZ-PICHILINGUE, B.C.S.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GUAYMAS, SON.	1266.9	868.5	528.1	902.9	693.1	1344.9	832.6	817.3	681.0	206.9
TOPOLOBAMPO, SIN.	18.1	69.9	10.4	0.0	0.0	104.1	44.9	40.8	118.6	74.4
MAZATLAN, SIN.	379.0	414.1	205.2	138.9	153.3	153.0	164.0	22.0	0.0	0.0
MANZANILLO, COL.	286.8	361.5	458.5	323.7	500.5	478.8	425.3	436.5	1165.3	715.7
VALLARTA, JAL.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LÁZARO CARDENAS, MICH.	201.3	222.5	158.4	179.1	250.2	176.7	93.1	132.3	172.3	109.0
ACAPULCO, GRO.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SALINA CRUZ, OAX.	88.1	83.9	98.1	30.5	4.5	75.7	41.0	0.0	7.6	0.0
MADERO, CHIS.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	86.8	76.0	0.0	0.0
GOLFO Y CARIBE	3666.2	2930.6	2234.7	3134.2	3560.0	4282.5	5095.1	3670.6	3908.6	3241.1
ALTAMIRA, TAMPS.	0.0	58.8	106.8	58.7	41.1	0.0	8.0	3.0	0.0	0.0
TAMPICO, TAMPS.	967.7	620.4	449.5	547.7	634.4	1203.8	1873.5	1174.0	771.1	21.1
TUXPAN, VER.	739.9	439.8	149.8	330.6	453.3	679.5	575.5	310.1	263.2	272.0
VERACRUZ, VER.	1128.9	1174.8	938.2	1350.5	1508.1	1370.3	1407.4	1109.3	1483.8	1900.9
COATZACOALCOS, VER.	417.6	252.7	265.1	529.6	488.1	535.2	669.9	397.3	399.0	273.6
FRONTERA, TAB.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	0.0	1.4	0.0
CD. CARMEN, CAMP.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PROGRESO, YUC.	412.21	384.1	325.3	317.1	435.0	489.3	560.8	676.9	990.1	773.5
MORELOS, Q. ROO.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
COZUMEL, Q. ROO.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL	5998.9	5099.4	3860.2	4900.9	5297.3	6739.1	6866.4	5337.8	6150.5	4429.8

Fuente: anuario estadístico de la Coordinación General de Puertos y Marina Mercante

(tabla 3.9)

TOTAL DEL MOVIMIENTO
GRANEL MINERAL
(miles de toneladas)

LITORAL PUERTO	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
PACIFICO	2157.7	28887.3	3186.88	39977.0	4390.0	5142.4	6476.88	6937.2	73288.3	7184.9
ENSENADA, B.C.	676.1	747.6	719.1	731.7	782.4	774.9	747.0	639.8	674.5	320.2
SAN CARLOS, B.C.S.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LA PAZ-PICHILINGUE, B.C.S.	54.5	64.5	82.8	127.3	132.8	41.6	98.8	139.6	124.7	148.6
GUAYMAS, SON.	695.9	702.3	658.3	688.0	631.1	457.6	681.5	1304.6	1011.9	707.2
TOPOLOBAMPO, SIN.	23.4	17.6	19.9	51.6	48.2	56.4	119.6	166.3	165.3	336.1
MAZATLAN, SIN.	175.8	292.1	306.3	558.7	251.7	247.2	72.8	55.9	105.7	0.0
MANZANILLO, COL.	213.0	282.8	445.6	566.6	623.1	1058.5	1664.2	1496.3	2010.0	1994.8
VALLARTA, JAL.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LÁZARO CARDENAS, MICH.	319.0	780.4	954.8	1232.1	1887.3	2506.2	3092.9	3134.7	3223.0	3646.5
ACAPULCO, GRO.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SALINA CRUZ, OAX.	0.0	0.0	0.0	21.0	33.4	0.0	0.0	0.0	13.2	31.5
MADERO, CHIS.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GOLFO Y CARIBE	3194.1	3573.8	4328.1	4956.9	5646.8	4167.3	2618.9	1912.9	2152.4	2664.5
ALTAMIRA, TAMPS.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2	0.0	0.0	12.0
TAMPICO, TAMPS.	2732.0	2761.4	2919.7	3275.7	3789.9	3217.0	1807.3	1176.1	1369.2	1413.5
TUXPAN, VER.	2.1	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	91.5
VERACRUZ, VER.	240.7	589.2	951.7	934.9	1089.9	808.5	401.6	322.6	362.6	449.2
COATZACOALCOS, VER.	181.4	203.2	451.7	741.3	800.6	121.7	370.7	357.2	382.1	661.5
FRONTERA, TAB.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CD. CARMEN, CAMP.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PROGRESO, YUC.	37.9	13.0	5.0	5.0	17.4	20.1	26.1	57.0	38.5	36.8
MORELOS, Q. ROO.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
COZUMEL, Q. ROO.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL	5351.8	6461.1	7514.9	8933.9	10036.8	9309.7	9095.7	8850.1	9480.7	9849.4

Fuente: anuario estadístico de la Coordinación General de Puertos y Marina Mercante

(tabla 3.10)

TOTAL DEL MOVIMIENTO
FLUIDOS
(miles de toneladas)

LITORAL PUERTO	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
PACIFICO	197.9	157.8	290.3	415.4	216.7	460.2	619.3	732.1	730.1	1197.9
ENSENADA, B.C.	0.0	1.9	1.5	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SAN CARLOS, B.C.S.	5.1	2.0	4.0	3.9	3.9	5.8	5.7	6.8	5.9	5.9
LA PAZ-PICHILINGUE, B.C.S.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GUAYMAS, SON.	0.0	3.3	20.1	74.1	74.1	246.8	212.6	221.3	366.5	479.9
TOPOLOBAMPO, SIN.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MAZATLAN, SIN.	25.9	20.0	10.0	8.4	8.4	0.0	0.0	5.8	0.0	0.0
MANZANILLO, COL.	30.6	0.9	10.3	56.0	56.0	211.1	211.1	349.5	7.3	0.0
VALLARTA, JAL.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LÁZARO CARDENAS, MICH.	136.3	129.7	244.4	74.3	74.3	189.2	189.2	148.5	348.1	717.1
ACAPULCO, GRO.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SALINA CRUZ, OAX.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MADERO, CHIS.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.2	2.3	0.0
GOLFO Y CARIBE	1622.4	1735.1	1968.6	1968.4	2031.4	2244.8	2627.5	3182.0	3050.7	2712.5
ALTAMIRA, TAMPS.	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	60.9	277.3	385.5	512.0	794.6
TAMPICO, TAMPS.	0.3	0.0	23.5	49.7	10.0	27.3	53.6	45.3	28.8	9.0
TUXPAN, VER.	71.7	56.4	14.4	0.0	6.9	13.8	15.0	21.5	52.4	74.7
VERACRUZ, VER.	423.1	550.2	578.5	522.7	422.7	476.7	507.0	706.3	604.0	642.4
COATZACOALCOS, VER.	965.0	994.7	1212.6	1273.0	1441.5	1493.6	1607.2	1842.3	1724.0	1060.1
FRONTERA, TAB.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0
CD CARMEN, CAMP.	141.5	116.0	113.4	89.5	94.1	92.1	82.9	121.7	88.6	88.6
PROGRESO, YUC.	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	16.3	26.54	18.4	12.3
MORELOS, Q.ROO.	0.0	0.0	0.0	3.0	20.9	51.8	37.4	0.0	0.0	0.0
COZUMEL, Q.ROO.	20.8	17.8	22.6	30.5	27.2	28.6	30.8	33.0	17.5	30.8
TOTAL	1820.3	1892.9	2258.9	2383.8	2248.1	2705.0	3246.8	3914.1	3780.8	3910.4

Fuente: anuario estadístico de la Coordinación General de Puertos y Marina Mercante

(tabla 311)

4.- SERVICIOS AL BARCO

Una vez que el barco anuncia su arribo a un puerto determinado a través de las agencias consignatarias del barco, la embarcación se sitúa en las zonas de fondeo fuera del puerto, en donde es abordado por las autoridades de sanidad internacional y si cumple con los requisitos establecidos se les autoriza la entrada a puerto, el cual será realizado por medio de un práctico (piloto de puerto) auxiliado con remolcadores, la autoridad marítima a través del capitán de puerto fija la posición de atraque en que operará .

4.1.- COSTOS DE TERMINAL MARÍTIMA

En México, todas las embarcaciones comerciales de altura que atraquen en muelles de propiedad federal, estarán sujetas a cubrir un costo por los servicios que se le presten, siendo por lo general los siguientes:

a.- Remolque

El servicio de remolcador se cobra de acuerdo con la potencia del remolcador empleado y por maniobra del atraque o desatraque que puede ser en tiempo ordinario o extraordinario.

b.- Lanchaje

Este servicio se cobra de acuerdo con la distancia y el tipo de maniobra que se realice, es decir:

- a) Llevar o traer el práctico a la boya de recalada.
- b) Llevar o traer personal al fondeadero de explosivos.
- c) Llevar o traer personal al fondeadero de cuarentena.
- d) Llevar o traer personal al fondeadero de la dársena.
- e) Llevar personal y cabos a los duques de alba y/o de amarre en la maniobra de atraque.
- f) Soltar cabos al desatraque, revisar calados o enmendar.

c.- Servicio de Práctico (Pilotaje)

El pilotaje se cobra de acuerdo al peso bruto del buque y el calado del mismo, por maniobras de entrada o de salida.

d.- Sanidad

Por reconocimiento de embarcación:

En los principales puertos del País se concesionó los servicios de carga/descarga de embarcaciones comerciales, a las ADMINISTRACIÓN PORTUARIA INTEGRAL.

I.- Comunicación

Para la comunicación en los puertos nacionales entre el barco y personas en tierra se cuenta con un sistema de radio comunicación móvil marítima que a continuación se describe:

La red nacional de radio comunicación marítima, está compuesta por catorce estaciones ubicadas en los principales puertos del país y administrados desde 1971 por la Dirección General de Telecomunicaciones. Cabe señalar que recientemente se han hecho gestiones para que parte de este sistema sea concesionado a la iniciativa privada.

Mediante esta red se brinda protección a los navegantes en los litorales y mar patrimonial y se presta ayuda para la explotación de nuestros recursos pesqueros.

Los servicios de radiotelegrafía y radiotelefonía pueden establecerse desde cualquier lugar del mundo, de tierra a barco y viceversa. Las estaciones están ubicadas en los siguientes puertos: Ensenada, B.C., La Paz, B.C.S. Guaymas, Son., Mazatlán, Sin.; Manzanillo, Col.; Acapulco, Gro.; Salina Cruz, Oax.; Tampico, Tamps. Veracruz, Ver., Coatzacoalcos, Ver., Cd. del Carmen, Camp., Progreso, Yuc., Chetumal y Cozumel, Q. Roo. Dentro de la concesión que esta por otorgarse se contempla la instalación de dos nuevas estaciones, una en San José del Cabo, B.C.S., y la otra en Altamira, Tamps.

Se dividen en dos grupos, de primera y segunda categorías, según su capacidad de servicios y horario. Actualmente se encuentran en operación cinco estaciones de primera: La de Ensenada, B.C., Mazatlán, Sin. Manzanillo, Col., Tampico, Tamps. y la de Veracruz, Ver., pero la de Tampico Tamps. no esta registrada oficialmente como tal, las restantes son de segunda, y tiene un horario de operación de las 8:00 hrs. a las 1:00 hrs, excepto las de primera categoría que es de 24 hrs. todos los días de la semana.

Además de los servicios de radiotelefonía y radiotelegrafía las estaciones están capacitadas para prestar los siguientes: Radiofaros marítimo, muy importantes, porque sirve de guía en la navegación de embarcaciones con fallas o sin equipo de radar, durante tormentas, brumas o con piloto manual solamente cuando no hay visibilidad; boletines meteorológicos, referentes a las condiciones del tiempo prevaleciente en la zona de influencia de determinada estación, presión atmosférica, velocidad de los vientos, precipitación pluvial, etc., permitiendo a los navegantes tomar las debidas precauciones para navegar con seguridad; avisos para la seguridad de los navegantes, útiles para prevenirlos de obstáculos en ruta, como restos de naufragios, o algún otro

objeto peligroso; asistencia médica en altamar, consistente en diagnosticar y recetar, desde cualquier estación, en zona, a un paciente a bordo de una embarcación en altamar. Esta comunicación tiene prioridad sobre las otras, excepto las de socorro y seguridad, y ha mostrado su gran utilidad, ya que por medio de este servicio se han salvado muchas vidas; servicio radio determinación, mediante el cual es posible localizar bancos de pesca para su explotación; operaciones portuarias es un servicio que se presta a las embarcaciones solicitantes de permiso para efectuar movimientos en los puertos, mediante comunicación telefónica entre los capitanes de puerto y de las embarcaciones; libre plática por radio consiste en recibir, con 8 hrs. de anticipación al arribo del barco, información de enfermedades a bordo, que sean objeto de legislación, para que las autoridades de sanidad internacional puedan determinar si es procedente o no el desembarco de los pasajeros y tripulación, ahorrando así un considerable tiempo en trámites; y otros servicios igual de importantes y con implicaciones sociales y económicas.

Las estaciones costeras son un importante instrumento para dar cumplimiento al compromiso contraído por nuestro país en el convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (Londres 1960); además contribuyen en la eficiente vigilancia de nuestras costas.

Las comunicaciones vía satélite han venido a facilitar esta comunicación entre el barco y tierra sobre todo con el uso del fax.

m.- Servicios Marítimos.-

El tráfico marítimo de altura y cabotaje se prestan con embarcaciones de itinerario fijo (o regulares) y tarifa fija o con barcos "TRAMP" denominados "TRAMPA", que son barcos no sujetos a itinerario fijo y con tarifas flexibles. En el caso de México, el tráfico de altura se realiza con servicios de itinerario fijo y con barcos TRAMPA nacionales y extranjeros, no así el cabotaje que por ley exclusivamente deberá emplear naves con bandera nacional.

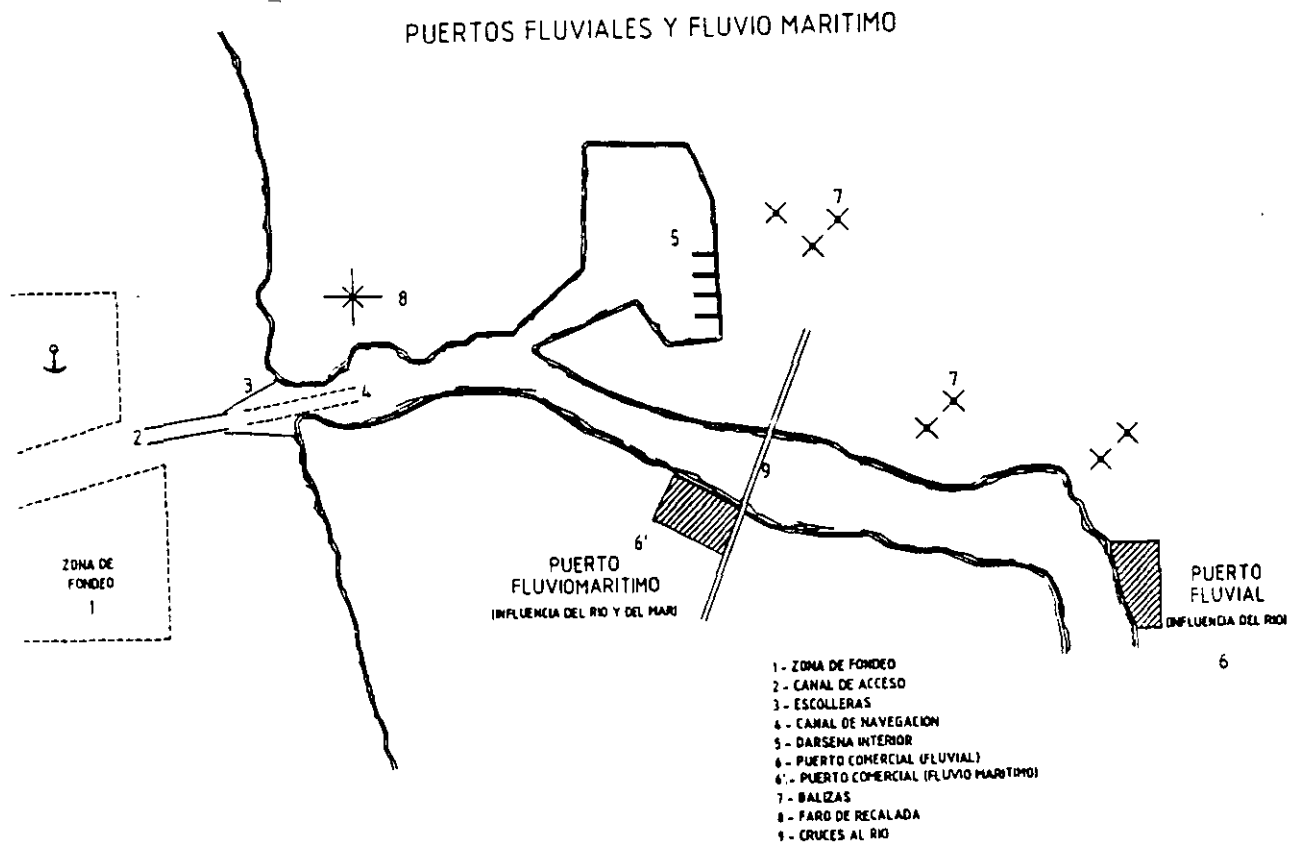


FIG. 2 4.1

(figura 4.1)

4.2. - CONOCIMIENTO DE EMBARQUE:

Las transacciones comerciales internacionales, requieren de un documento para fijar las condiciones del vendedor y del comprador, este documento se denomina "conocimiento de embarque".

Como auxiliares principales para realizar estas transacciones, existen los consignatorios de la carga y los agentes aduanales, los que representan los intereses de los compradores y vendedores de mercancías.

Para el agente aduanal es el comprobante de haber realizado el embarque según las indicaciones de su cliente. Para el vendedor será el documento de haber cumplido con lo pactado con su cliente, además será un comprobante para cobrar el importe de la venta, ya sea directamente o por conducto bancario. Para los bancos es el documento básico para cerrar el acuerdo contenido en la carta de crédito entre el vendedor y el comprador.

Para el comprador le será indispensable para el retiro de la carga. El conocimiento de embarques se utiliza para que en los consulados se haga el visado para permitir la internación de la carga en su país. También se emplea en su caso para tramitar devolución de impuestos y subsidios gubernamentales.

Estos documentos, principalmente se dividen en:

- Conocimiento de embarque marítimo.
- Conocimiento de embarque por camión (talón o guía).
- Conocimiento de embarque por ferrocarril.

Los conocimientos de embarque marítimo se presenta a la autoridad aduanal para acreditar la calidad del consignatario de la carga y de esa manera realizar el embarque correspondiente. Esta fase el consignatario de la carga Revalida o Endosa al agente aduanal con el objeto de que realice los trámites de retiro de las mercancías.

Por sus características, existen los siguientes conocimientos de embarque marítimo:

1.- Conocimiento de embarque marítimo abordo (ON BOARD MARINE BILL OF LADING).- cuando las mercancías se encuentran abordo del barco.

Conocimiento de embarque marítimo sobre cubierta del muelle (ON DOCK MARINE BILL OF LADING).- cuando las mercancías se colocan en la cubierta del muelle, con previa aceptación del embarcador.

Conocimiento de embarque marítimo recibido para embarque (RECEIVED FOR SHIPMENT MARINE BILL OF LADING).- cuando las mercancías son entregadas en los almacenes de la compañía naviera.

Nota: Esta forma no se utiliza en México debido a que las empresas navieras no cuentan con muelles o terminales marítimas propias.

Conocimiento de embarque directo (STRAIGHT MARINE BILL OF LADING).- cuando las mercancías son transportadas por un sólo buque del puerto de origen al de destino.

Conocimiento de embarque corrido (TRORDUGH MARINE BILL OF LADING).- cuando las mercancías pueden ser trasladadas por diversos buques entre los puertos intermedios que existan.

NOTA: Actualmente los conocimientos se pueden utilizar indistintamente para embarques directos o con transbordos.

Tipos de cotización utilizados en los contratos de compraventa internacionales:

"Ex-Fábrica" (EX WORKS).- es decir cuando la mercancía se entrega en la fábrica, en taller, en plantación.

Franco a costado de barco (F.A.S.) (FREE ALONG SIDE).- cuando las mercancías se entregan en la cubierta del muelle de embarque.

Libre a bordo (F.O.B.) (FREE ON BOARD).- cuando las mercancías son entregadas a bordo del buque designado por el comprador en el puerto de carga, libre de impuestos.

Libre sobre vagón de ferrocarril (FOR).- entrega de mercancías sobre vagón en el punto de partida convenido.

Libre sobre camión (FOT).- entrega de mercancías sobre camión, en el punto de partida convenido.

Contrato de costo de flete (C F) (COST AND FREIGHT).- entrega de mercancías en el puerto de destino incluyendo el importe de la descarga en puerto.

Contrato "Costo seguro flete" (CIF) (COST, INSURANCE, FREIGHT).- entrega de las mercancías en el puerto de destino incluyendo el importe del seguro de daños y la descarga en puerto.

Contrato de venta, ex-barco en puerto de destino convenido (EX-SHIP) (NAME PORT OF DESTINATION).- entrega de mercancías a bordo del barco en el puerto de destino convenido.

Contrato de venta ex-muelle, derechos pagados en puerto convenido (EX-QUAY) (DUTI Y PAID HAMED PORT).- entrega de mercancías en muelle, incluyendo seguro e impuestos, es decir, libres para que el comprador las retire del puerto de destino.

Contrato de venta con flete o porte pagado hasta... (punto de destino convenido) con transporte terrestre únicamente.- (FREIGHT OF CARRIEGE PAIDTO NAMED POINT OF DESTINATION.- INLAD TRANSPORT ONLY).- entrega de mercancías al primer transportador terrestre.

Las necesidades de tramitación de documentos relativos a la exportación e importación con el inicio del uso de contenedores y la modernización de los sistemas de transporte terrestre, que permiten la entrega directa de mercancías del productor al consumidor han propiciado la creación de empresas de servicio inter-modal internacional que hacen responsables de las mercancías desde su origen a su destino final empleando los diversos modos de transporte, tales como: autotransporte, ferrocarril, chalanés en cabotaje y transporte marítimo de altura.

Las empresas de servicio inter-modal realizan la tramitación especializada en importaciones y exportaciones, redundando en beneficio de vendedores y

compradores al reducir los tiempos de entrega; preservación de las mercancías y reducción del embalaje por el uso de contenedores y el hecho de poder negociar financieramente el conocimiento de embarque.

En México ya existe una empresa nacional de transporte inter-modal internacional la cual se creó para realizar este tipo de servicios.

4.3.- TÉRMINOS DE VENTA INTERNACIONALES Y OBLIGACIONES QUE IMPLICAN PARA EL VENDEDOR Y COMPRADOR (INCOTERMS).

EX-WORKS

(En punto de origen, fábrica, almacén, plantación, planta, etc.)

1.- Obligaciones del vendedor

- a) Entregar la mercancía de acuerdo con los términos del contrato de venta, suministrando toda prueba de conformidad requerida en el mismo.
- b) Colocar la mercancía a disposición del comprador, en el tiempo y lugar previstos en el contrato.
- c) Empacar convenientemente la mercancía.
- d) Avisar al comprador, con antelación, de la fecha en que podrá disponer de la mercancía.
- e) Pagar los gastos de las operaciones de verificación (calidad, medida, peso, número recuento) necesarios para poner la mercancía a disposición del comprador.
- f) Asumir los riesgos y gastos que corra la mercancía debidamente individualizada según el contrato de venta, hasta el momento en que disponga de ella el comprador.
- g) Ayudar al comprador, a costa y riesgo de éste, a obtener los documentos necesarios para poder sacar la mercancía del país de origen e introducirla en el de destino.

2.- Obligaciones del comprador:

- a) Recibir la mercancía en el lugar y en el tiempo previstos y pagar el precio convenido en el contrato.
- b) Asumir los riesgos y gastos de la mercancía, debidamente individualizada según el contrato de venta, desde el momento que ésta haya sido puesta a su disposición.

- c) Asumir todos los derechos e impuestos de exportación que pueda haber.
- d) Cubrir los gastos de obtención y costo de los documentos señalados en el apartado 1. g), inclusive los del certificado de origen, la licencia o permiso de exportación y los derechos consulares.
- e) Cuando el comprador señala un plazo para recibir la mercancía o bien elige el lugar de entrega y no da las instrucciones pertinentes oportunamente al vendedor, asumirá los gastos adicionales así como los riesgos que ésta situación origina al producto a partir de la fecha de expiración del plazo convenido para el cargamento, más siempre y cuando la mercancía sea individualizada adecuadamente.

FREE ALONG SIDE SHIP - FAS

(Libre al costado del buque)
Indicando el puerto de embarque

1.- Obligaciones del vendedor

- a) Entregar la mercancía según los términos del contrato de venta, junto con toda prueba de conformidad requerida en el mismo.
- b) Entregar la mercancía al costado del buque, en el lugar de carga, fecha y puerto convenido, avisando inmediatamente al comprador.
- c) Ayudar al comprador, a costo y riesgo de éste, a conseguir la licencia o permiso de exportación y cualquier otra autorización gubernamental que se necesaria para la exportación de la mercancía.
- d) Asumir todos los gastos y riesgos que corra la mercancía hasta el momento en que quede colocada al costado del buque.
- e) Empacar convenientemente la mercancía.
- f) Asumir los gastos de las operaciones de verificación (calidad, medida, peso, número).
- g) Suministrar por su cuenta los documentos acostumbrados, atestiguando la entrega de la mercancía al costado del buque convenido.
- h) Proveer al comprador, si lo pide, y a costa de éste último, el certificado de origen.
- i) Ayudar al comprador, y a cargo de éste último, a obtener los documentos necesarios (con excepción del conocimiento de embarque y/o de los

documentos consulares) para introducir la mercancía en el país de destino (y también, si se presenta el caso de su entrada en tránsito por un tercer país).

2.- Obligaciones del comprador:

a) Avisar al vendedor, a su debido tiempo, del nombre del buque, lugar de embarque y fecha de entrega de la mercancía al buque.

b) Asumir todos los gastos y riesgos de la mercancía a partir del momento en que haya sido entregada al costado del buque en la fecha y puerto de embarque convenido y pagar el precio contractual.

c) Asumir los gastos de obtención y el costo de los documentos mencionados en los apartados 1., c), 1., h); y 1., i).

d) Si el buque que elige el comprador, no llega a tiempo o no puede cargar o terminar de cargar antes del plazo previsto, cubrir todos los gastos y riesgos que puedan correr, a la mercancía, a partir del momento en que el vendedor la puso a disposición del comprador, siempre y cuando la mercancía haya sido individualizada.

e) Si el comprador no comunica oportunamente el nombre del barco o si se reserva un plazo para recibir la mercancía y/o elegir el puerto de embarque, y no da las instrucciones exactas a tiempo, asumir todos los gastos y riesgos que pueda originar esta situación a partir de la fecha en que expire el plazo fijado para la entrega, siempre y cuando la mercancía haya sido individualizada.

FREE ON BOARD - FOB

(Libre a bordo del buque)

Indicando el puerto de embarque

1.- Obligaciones del vendedor:

a) Entregar la mercancía de acuerdo con los términos del contrato de venta, junto con toda prueba de conformidad requerida en el mismo.

b) Entregar la mercancía a bordo del buque señalado por el comprador, en puerto y fecha convenidos y notificarlo tan pronto como la operación haya sido concluida.

c) Obtener, a su costa, la licencia o permiso de exportación, o cualquier otro documento que otorgan los organismos gubernamentales para facilitar la salida del embarque del país de origen.

d) Sujeto a los apartados 2. c) 2. d) y 2. e), más adelante citados, asumir todos los gastos, incluyendo los impuestos y derechos de exportación, así como los

riesgos que corra la mercancía hasta el momento en que haya pasado la borda del buque.

e) Empacar convenientemente la mercancía.

f) Asumir los gastos de las operaciones de verificación (calidad, medida, peso, número) necesarios para la entrega de la mercancía.

g) Suministrar por su cuenta los documentos usuales que atestigüen la entrega de mercancías a bordo del buque que se ha designado.

h) Proveer al comprador, a petición de éste y a su cuenta, el certificado de origen.

i) A petición del comprador y por cuenta y riesgo de éste ayudar a conseguir el conocimiento de embarque y demás documentos necesarios para introducir la mercancía en el país de destino (o bien, si se presenta el caso, para su entrada en tránsito por un tercer país).

2.- Obligaciones del comprador:

a) Fietar por su cuenta un buque o reservar a su costo el espacio necesario y avisar oportunamente al vendedor el nombre del buque, lugar y fecha de embarque.

b) Asumir todos los gastos y riesgos que corra la mercancía, a partir del momento en que haya pasado la borda del buque y pagar el precio convenido en el contrato.

c) Asumir los gastos de obtención y el costo del conocimiento de embarque, en el caso del apartado 1. i).

d) Asumir los gastos de obtención y el costo de los documentos mencionados en los apartados 1. h) y 1. i), inclusive los gastos del conocimiento de embarque, certificado de origen y de los documentos y derechos consulares.

e) Si el buque no llega a tiempo o llega antes de terminar el plazo convenido, y no puede cargar o terminar de cargar la mercancía antes de la fecha fijada, asumir los gastos adicionales y riesgos que ésta situación ocasiona con tal que la mercancía sea individualizada de acuerdo a los términos del contrato.

EX-SHIP

(Libre en el buque)

Puerto de destino convenido

1.- Obligaciones del vendedor:

- a) Entregar la mercancía conforme a los términos del contrato de venta, suministrando cualquier prueba de conformidad que pueda requerir el contrato.
- b) Colocar la mercancía de una manera efectiva a disposición del comprador, dentro del plazo previsto en el contrato, a bordo del buque en el punto usual de la descarga del puerto convenido, de tal forma que pueda ser retirada del buque por los medios de descarga apropiados a la naturaleza de la mercancía.
- c) Asumir todos los gastos y riesgos de la mercancía hasta que haya sido puesta efectivamente a la disposición del comprador, conforme al apartado 1. b) a condición, sin embargo, de que la mercancía haya sido individualizada de forma apropiada; es decir, claramente puesta aparte o identificada de cualquier otra forma siendo la mercancía del contrato.
- d) Proveer a su costa el empaque de la mercancía, a menos que sea costumbre en el comercio expedirla sin empacar.
- e) Asumir los gastos de las operaciones de verificación (tales como comprobación de calidad, medida, peso, recuento) necesarias para colocar la mercancía a disposición del comprador conforme al apartado 1. b).
- f) Avisar al comprador, sin demora y a su costo, la fecha prevista de la llegada del buque designado, suministrarle oportunamente el conocimiento de embarque o de una orden de entrega y/o de todos los documentos necesarios para que el comprador pueda tomar posesión de la mercancía.
- g) Proveer al comprador, si lo pide, a riesgo y por cuenta de éste (ver 2. c), el certificado de origen y factura consular.
- h) Prestar al comprador, si lo pide, y a riesgo y costo de éste, toda su colaboración para obtener los documentos que no mencionamos en los apartados precedentes, emitidos en el país de embarque y/o de origen, necesarios para la importación de la mercancía en el país de destino (y en su caso, para su paso, en tránsito por un tercer país).

2.- Obligaciones del comprador:

- a) Hacerse cargo de la mercancía desde que se ponga a su disposición, conforme a lo previsto en el apartado 1. b) y pagar el precio convenido.
- b) Asumir todos los gastos de la mercancía y todos los riesgos que ésta pueda correr a partir del momento en que efectivamente sea puesta a su disposición, de acuerdo con el apartado 1. b); a condición, sin embargo, de que la mercancía haya sido individualizada en forma apropiada, es decir, claramente puesta aparte o identificada de cualquier otra manera como siendo la mercancía objeto del contrato.

c) Asumir todos los gastos y cargos pagados por el vendedor para obtener los documentos mencionados en los apartados 1. g) y 1. h).

d) Obtener por su cuenta y riesgo todas las licencias, permisos o documentos similares que sean necesarios para la descarga y/o la importación de la mercancía.

e) Asumir los impuestos, los gastos de despacho y todos los otros derechos y tasas exigibles para la descarga y/o para la importación de la mercancía.

COST AND FREIGHT C. & F.

(Costo y Flete)

Puerto de destino convenido

1.- Obligaciones del vendedor:

a) Proveer la mercancía de acuerdo con los términos del contrato de venta, suministrando todas las pruebas de conformidad requeridas en el mismo.

b) Contratar el buque, pagar el flete y asumir los gastos de descarga en el puerto de desembarque.

c) Obtener por su cuenta y riesgo la licencia o permiso de exportación u otra autorización necesaria para la exportación de la mercancía.

d) Cargar la mercancía dentro del plazo convenido en el buque, a su costa y riesgos y avisar sin demora al comprador.

e) Sujeto al apartado 2. e), asumir todos los gastos y riesgos de la mercancía hasta que haya sido cargada pasando la borda del buque, de acuerdo al plazo fijado y el apartado 2. b).

f) Suministrar al comprador, a costa del vendedor, un juego completo de conocimientos limpios y en forma negociable, así como la factura de la mercancía embarcada y la lista de empaque.

g) Empacar convenientemente la mercancía.

h) Pagar las operaciones de verificación necesarias para el embarque de la mercancía (calidad, medida, peso, número).

i) Pagar todos los derechos e impuestos de la mercancía hasta su embarque, incluyendo los de la exportación o de las formalidades que deban cumplirse.

j) Suministrar al comprador, si lo pide, y por cuenta de este último, el certificado de origen y la factura consular.

k) Procurar al comprador, si lo pide, y por cuenta de éste último, la colaboración para conseguir toda la documentación necesaria para poder importar la mercancía en el país de destino (y si se presenta el caso, de paso de la mercancía por un tercer país).

2.- Obligaciones del comprador:

a) Aceptar los documentos a su presentación por el vendedor, y si están de acuerdo a lo estipulado en el contrato, pagar el precio convenido.

b) Recibir la mercancía en el puerto de desembarque convenido y asumir todos los costos y gastos que haya sufrido durante su transporte por mar hasta el lugar de destino, excepto el flete y los gastos de la descarga si no fuesen comprendidos en el flete o no haya sido cobrados aparte por la Compañía Naviera. Si la mercancía se cotiza "C. & F. Landed", los gastos de descarga son a cargo del vendedor (se incluyen los de barcaza y de puesta en muelle).

c) Asumir los riesgos que pueda correr la mercancía desde el momento en que haya pasado los límites o la borda del buque en el puerto de embarque.

d) Cuando el comprador fija un plazo para que sea embarcada la mercancía, o elige un puerto de destino y no da a tiempo las instrucciones precisas al vendedor, cubrirá todos los gastos y riesgos desde el momento de la expiración del plazo fijado para cargarla, siempre y cuando la mercancía sea individualizada.

e) Asumir los gastos y costos de obtención del certificado de origen y de los documentos consulares.

f) Asumir los gastos de obtención y costo de los documentos mencionados en apartado 1 k).

g) Cubrir los derechos e impuestos que se exigen durante y por efecto de la importación.

h) Proporcionar y presentar por su cuenta y riesgo de licencia, permiso u otro documento necesario para la importación o ingreso de la mercancía al país de destino.

COST - INSURANCE AND FREIGHT

C.I.F.

(Costo, Seguro y Flete)

Puerto de destino convenido

1.- Obligaciones del vendedor:

- a) Proveer las mercancías de acuerdo con el contrato de venta, junto con las pruebas de conformidad requeridas en el mismo.
- b) Contratar el buque, pagar el flete y los gastos de descarga en el puerto de desembarque.
- c) Obtener a su costa la licencia o permiso de exportación u otra autorización de gobierno, necesaria para la exportación de la mercancía.
- d) Cargar la mercancía en el buque, a su costa y riesgo y en la fecha y puerto convenidos y avisar sin demora al comprador.
- e) Suministrar por su cuenta una póliza de seguro marítimo contra los riesgos de transporte a que dé lugar el contrato.
- f) Asumir los gastos y riesgos de la mercancía hasta que haya pasado la borda del buque en el puerto de embarque.
- g) Procurar al comprador, a costa del vendedor, un juego completo de conocimientos limpios y en forma negociables; también, la factura de la mercancía embarcada y la póliza del seguro (o un certificado del mismo, si la póliza no está lista todavía).
- h) Empacar convenientemente la mercancía.
- i) Pagar las operaciones de verificación necesarias para el embarque de la mercancía (calidad, medida, peso, recuento).
- j) Pagar todos los derechos e impuestos de la mercancía hasta su embarque, inclusive los impuestos de exportación.
- k) Suministrar al comprador, si lo pide, y con carga a este último, el certificado de origen y la factura consular.
- l) Procurar al comprador, si lo pide, y con cargo a este último su colaboración para conseguir toda la documentación necesaria para poder importar la mercancía en el país de destino (y en su caso, para su entrada en tránsito en un tercer país).

2.- Obligaciones del comprador:

- a) Aceptar los documentos a su presentación por el vendedor y si son conforme con lo estipulado en el contrato, pagar el precio convenido.
- b) Recibir la mercancía en el muelle del puerto de destino convenido y asumir todos los gastos que haya sufrido durante su transporte, menos el flete y el seguro (y menos los gastos de descarga en el caso de que haya sido comprendidos en el flete y pagados por el vendedor).

- c) Asumir los riesgos que corra la mercancía a partir del momento en que haya sido descargada del buque en el puerto de desembarque convenido.
- d) Pagar los gastos de obtención del certificado de origen y de los documentos consulares.
- e) Asumir los gastos de obtención de los documentos mencionados en el apartado 1. k) y 1. l).
- f) Pagar los derechos de aduana y los demás derechos e impuestos exigibles para la importación.
- g) Obtener y suministrar, por su cuenta y riesgo, la licencia o permiso de importación o documentación similar para facilitar el ingreso de la mercancía al país de destino.
- h) Cuando el comprador señala un plazo para embarcar la mercancía o bien elige el puerto de destino y no da las instrucciones pertinentes oportunamente, asumirá los gastos adicionales, así como los riesgos que ésta situación origina al producto desde la fecha de expiración del plazo fijado para el cargamento, con tal que la mercancía sea individualizada adecuadamente.

EX QUAY

(En muelle)

Indicando el puerto de destino

1.- Obligaciones del vendedor:

- a) Entregar la mercancía conforme a los términos del contrato de venta, suministrando cualquier prueba de conformidad requerida en el contrato.
- b) Colocar la mercancía a disposición del comprador en el muelle del puerto convenido y dentro del plazo previsto en el contrato.
- c) Obtener a su riesgo y expensas, la licencia o permiso de importación, y asumir todos los derechos de aduanas, así como cualquier otra carga por consecuencia de su importación y de su entrega al comprador.
- d) Proveer, por su cuenta, el acondicionamiento y empaque usuales de la mercancía, teniendo en cuenta su naturaleza y su entrega en el muelle.
- e) Asumir los gastos de las operaciones de verificación (calidad, medida, peso, recuento) necesarias para colocar la mercancía a disposición del comprador, de acuerdo con el apartado 1. b).

f) Asumir todos los gastos que sean a cargo de la mercancía y todos los riesgos que ésta pueda correr hasta el momento en que la ponga a disposición del comprador, de acuerdo con el apartado 1. b) a condición, sin embargo, de que la mercancía haya sido individualizada de forma apropiada: es decir, claramente puesta aparte o identificada de cualquier otra forma siendo la mercancía objeto del contrato.

g) Por su cuenta, proveer los documentos que el comprador necesite para recibir y retirar la mercancía del muelle.

2.- Obligaciones del comprador:

a) Hacerse cargo de la mercancía tan pronto como haya sido puesta a su disposición, de acuerdo con las estipulaciones del apartado 1. b), y pagar el precio convenido.

b) Asumir todos los gastos y riesgos de la mercancía desde el momento que haya sido efectivamente puesta a su disposición conforme el apartado 1. b); a condición, sin embargo, de que la mercancía haya sido individualizada en forma apropiada: es decir, claramente puesta aparte o identificada de cualquier otra forma, siendo la mercancía objeto del contrato.

Nota:

Hay dos cotizaciones "Ex-quay", a saber: "Ex-quay" Duty paid (derechos de aduana pagados por el vendedor) que es el que se ha definido antes, y "Ex-quay" Duties on buyer's account (derechos por cuenta del comprador) en el cual las obligaciones que se especifican en apartado 1. c), incumben al comprador en lugar de vendedor. Se recomienda a los contratantes que empleen siempre la designación completa de éstos términos, es decir, "Ex-quay" Duty paid, o "Ex-quay" Duties on buyer's account, pues de lo contrario podría haber incertidumbre en cuanto a quién corresponden las obligaciones que e rijan en el apartado 1. c).

Otras Cláusulas Internacionales.

Cláusula "CIF" (puerto de destino) landed:

Significa "Costo, seguro y flete, puerto de destino, desembarcado".

Los derechos y obligaciones de las partes son los de las cláusulas CIF, con la única excepción de que el vendedor a de pagar los gastos de descarga, incluyendo garrabaje y gastos de muelle.

Cláusula "CIF" (puerto de destino) customs, duties paid:

Significa "Costo, seguro y flete (puerto de destino) derechos de aduana pagados".

Es idéntica a la CIF landed, salvo que el vendedor a de pagar, asimismo, el certificado de origen, la factura consular y cuantos documentos sean necesarios para efectuar el pago de los derechos e impuestos de aduana.

Cláusula "CIF" (puerto de destino) cleared:

Significa "Costo, seguro y flete (puerto de destino) despachado".

Es igual que la anterior, salvo que el vendedor a de pagar, además, todos los gastos hasta que la mercancía haya sido despachada por la aduana y extraída de ella.

Cláusula "Freight or carriage paid to..."

Significa: Flete o porte pagado hasta...

Equivale a la cláusula anterior, pero con el porte pagado hasta el lugar designado.

Algunas cláusulas empleadas en el comercio británico y norteamericano.

"Ex dock": Vendido en muelle o embarcadero

"Ex store": Vendido en el almacén

"Ex pier": Vendido en el muelle

"Ex wharf": Vendido en el embarcadero

Fuente:

Cámara de comercio internacional C.C.I. INCOTERMS 1953.

Reglas Internacionales para la interpretación de los términos comerciales.

Ex-Works.

Español: En Fábrica.

(Planta, plantación, almacén o punto de origen).

Francés: A L'Usine, Ex-Usine, Mine.

(Magasin, poin d'origine).

Ingles (Gran Bretaña): Ex-Works.

(Factory, mill, ware house).

Ingles (Estados Unidos): Ex-Point of Origin. (Ex-Factory).

F.O.T.

Español: Libre a Bordo del Camión.

(Indicando porteador interior y punto de partida).

Francés: Franco Sur Camión.

(Moyen de transport et pont confenus).

Ingles (Gran Bretaña): Free on Truck.

(Named departure point).

Ingles (Estados Unidos): Fob Truk.

(Named in land carrier at named in land point of departure).

F.O.R.

Español: Libre a Bordo del Vagón.

(Indicando porteador interior y punto de partida).

Frances: Franco Sur Wagon.

(Moyen de transport et point confenus).

Ingles (Gran Bretaña): Free on Rail.

(Named departure point).

Ingles (Estados Unidos): F.O.B. Car.

(Named in land carrier at named in land point of departure).

F.A.S.

Español: Libre al Costado del Buque.

(Indicando puerta de embarque).

Frances: Franco Sous Plan.

(Port d'embarquement convenu).

Ingles (Gran Bretaña): Free Along Side Ship or Vessel.

(Named port of shipment).

Ingles (Estados Unidos): F.A.S. Vessel.

(Named port of shipment).

F.O.B.

Español: Libre a Bordo del Buque.

(Indicando puerta de embarque).

Frances: Franco a bord. (Port d'embarquement convenu).

Ingles (Gran Bretaña): Free on Board.

(Named port of shipment).

Ingles (Estados Unidos): F.O.B. Vessel.

(Named port of shipment).

EX-SHIP

ESPAÑOL: Libre en el Buque.

(Indicando puerto de destino).

Frances: Du Naviere. (Port de destination convenu).

Ingles (Gran Bretaña): Ex-Ship. (Named port of destination).

Ingles (Estados Unidos): FOB Port of Entry. (Named port of destination).

C & F

Español: Costo y Flete (Indicando Puerto de destino).

Frances: Cout et Fret (Port de destination convenu).

Ingles (Gran Bretaña): Cots and Freight (Named port of destination).

Ingles (Estados Unidos): C & F (Named port of destination).

C.I.F.

Español: Costo, Seguro y Flete.

(Indicando puerto de destino).

Frances: Cout Assurance-Fret (Port de destination convenu).

Ingles (Gran Bretaña): Cost-Insurance-Freight.

(Named port of destination).

Ingles (Estados Unidos): C.I.F. (Named port of destination).

EX QUAY

Español: En Muelle (Indicando Puerto de Destino).

- Derechos por cuenta del comprador.

- Derechos de aduana pagados por el vendedor.

Frances: A Quai (Port de destination convenu).

- Dedouane

- Non de douane.

Ingles (Gran Bretaña): Ex Quay.

(Named port of destination).

- Duty Paid.

- Duties on buyer's account.

Ingles (Estados Unidos): Ex Quay.

(Named port of destination).

- Duty Paid.

- Duties on buyer's account.

2.4.4. REGLAS PARA EL USO DE CONTENEDORES

1.- Requisitos que debe cumplir el contenedor.

Todos los contenedores que se utilicen para el transporte de mercancías unitarizadas, deberán contar con todas las especificaciones de peso, medidas de largo, ancho y alto, así como las marcas y números grabados o pintados en forma indeleble y de fácil visibilidad y lectura, que se establecen en el Código de la ISO (INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION), para contenedores.

Por lo que se refiere a las marcas y números, todos y cada uno de los contenedores deberán indicar en su exterior:

- I. Código del propietario
- II. Número de serie y dígito
- III. Código del país, tipo, tamaño
- IV. Peso máximo (capacidad de carga y tara)
- V. Peso del contenedor o tara

La ubicación y características de las marcas se determina en las disposiciones ISO (International Standard Organization).

2.- Modalidad de tráfico.

a) Puerta a puerta (H/H). esta modalidad puede ejecutarse en las bases FCL únicamente.

Cuando se realice la contratación del servicio bajo estas bases, el transportista pondrá a disposición del embarcador, el contenedor en el sitio o local donde lo tenga disponible a fin de que éste proceda en su planta a realizar el llenado.

En el puerto de destino, el transportista pondrá el contenedor a disposición del consignatario a fin de que éste proceda a vaciarlo en su bodega y lo retorne al local o lugar designado.

b) Puerta a muelle (H/P). en bases FCL/LCL.

Cuando se realice la contratación del servicio bajo estas bases, el transportista de igual forma pondrá a disposición del embarcador, el contenedor en el sitio o local donde lo tenga disponible a fin de que éste realice el llenado en su planta.

En el puerto de destino, si es FCL el consignatario procederá a realizar el vaciado del contenedor en el puerto.

En bases LCL el transportista desconsolidará el contenedor y entregará la mercancía como carga general.

c) Muelle a muelle (P/P).

Puerto de Origen, Bases FCL.

En esta modalidad de servicio, el transportista pondrá a disposición del embarcador el contenedor en el puerto a fin de que realice el llenado.

Bases LCL.

Bajo esta bases el transportista recibirá las mercancías en el CFS para proceder al consolidado del contenedor.

Puerto de Destino

Bases FCL.

El consignatario procederá a realizar el vaciado del contenedor en el puerto.

d) Muelle a puerta (P/H).en bases FCL/FCL y LCL/FCL.

En la modalidad muelle a puerta, en el caso FCL el transportista pondrá a disposición del embarcador el contenedor en el puerto de origen, a fin de que pueda realizar el llenado. En caso LCL, a fin de que pueda realizar el llenado. En caso LCL, el transportista realizará el consolidado.

En el puerto de destino el consignatario podrá llevar el contenedor a su planta para ser vaciado y retornado al local o lugar designado por el transportista.

3.- Glosario.

a) FCL - "Full Container Load".

Este término se utiliza para definir cualquier cantidad de mercancía, comprendida en un embarque en contenedor, en la cual la responsabilidad de llenado y vaciado recae en el embarcador/consignatario.

b) LCL - "Less than Container Load".

Este término se utiliza para definir cualquier cantidad de mercancía o mercancías comprometidas en un embarque en contenedor, de/para diversos embarcadores/consignatarios, en la cual la responsabilidad de consolidar y/o desconsolidar recae sobre el transportista y se realiza en un lugar bajo su control.

c) Merchant's Haulege.

Este término define la transportación terrestre del contenedor, bajo la contratación y supervisión directa del embarcador/consignatario de su lugar de origen a la terminal marítima de carga, o de la terminal de descarga hasta su destino final en el interior del país de origen o destino según sea el caso.

e) Terminal de contenedores.

En el lugar en donde son recibidos o entregados los contenedores para su posterior embarque o desembarque.

f) Llenado y vaciado de contenedores.

Llenar:

Este término se utiliza para indicar la acción de introducir la mercancía en un contenedor FCL, es decir, cuando la mercancía viene dirigida de un sólo embarcador a un consignatario y a éste le corresponde vaciar el contenedor.

Vaciar:

Este término se utiliza para indicar la acción de sacar la mercancía de un contenedor FCL, es decir, cuando la mercancía viene dirigida de un sólo embarcador a un consignatario y a éste le corresponde vaciar el contenedor.

g) Consolidación y desconsolidación.

Se denominará consolidar, a la acción de llenar un contenedor LCL con mercancías de varios embarcadores. El término desconsolidar se aplica a la acción de vaciar un contenedor LCL en donde se haya transportado mercancía de varios embarcadores.

h) Estación de consolidación/desconsolidación de cargas (CFS) Container Freight Station .

En el lugar donde se reúne la mercancía de uno o varios embarcadores, para consolidarla o desconsolidarla.

i) Días Libres.

Es el plazo que se otorga al embarcador/consignatario, para realizar el llenado, vaciado o retiro del contenedor y cumplir con toda clase de tramitaciones/obligaciones a que esté sujeta la mercancía transportada en contenedor.

j) Demoras.

Es el cargo impuesto cuando, transcurrido el tiempo libre, el embarcador/consignatario no entrega el contenedor en el lugar designado por el transportista marítimo.

5.- TIPOS DE MERCANCÍA

5.1.- CLASIFICACIÓN DE MERCANCÍAS

Una clasificación generalizada para las mercancías consiste en denominarlas como naturales e industriales, y a su vez éstas pueden ser: minerales, vegetales y animales.

Desde el punto de vista del transporte marítimo y de las instalaciones portuarias existen varias denominaciones entre otras:

- 1.- Por su estado físico.
- 2.- Por la forma de presentación.
- 3.- Cargas peligrosas.
- 4.- Por el peso.
- 5.- Por el régimen fiscal.
- 6.- Por su valor.

1.- Por su Estado Físico.- Se dividen en sólidos, líquidos y gaseosos. Esta clasificación se refiere a la forma en que serán transportados, es decir, que ciertos líquidos o gases envasados de barriles, bidones o latas se considerarán cargas sólidas.

Los líquidos y gases transportados a granel, es decir, en estado suelto, requiere arcos especiales para transportar por ejemplo; petróleo y sus derivados, miel incristalizable, azufre, etc., dichos barcos presentan problemas de estabilidad transversal, lo cual se ha tratado de resolver con la construcción de compartimientos.

2.- Por la Forma de Presentación.- Pueden ser a granel o por unidades. Las cargas a granel o sea, en estado suelto, requieren para su transporte marítimo, barcos especiales, en donde el propio barco está diseñado para contener la mercancía tal como se vió en el punto 1. El mismo producto por ejemplo los graneles agrícolas cuando se transportan ensacados caen en la clasificación de "por unidades", las cuales se tratarán individualmente tanto en la forma de manipulación como fiscal a través de la documentación que la ampara como es el conocimiento de embarque. Con relación a la carga clasificada como "por unidades", el convenio de Bruselas de 1924 relativa al conocimiento de embarque especifica: "El conocimiento de embarque expresará las marcas principales necesarias para la identificación de las mercancías, tal como los haya dado por escrito el cargador antes de dar comienzo a su carga a bordo, con tal que las expresadas marcas están impresas o puestas claramente en cualquier forma sobre las mercancías no embaladas o en las cajas o embalajes que las contengan, de manera que permanezcan normalmente legibles hasta el término del viaje".

El término embalaje se refiere siempre a la existencia de una envoltura externa, substancialmente independiente de la mercancía en cuanto a la naturaleza de esta, hay bultos que no requieren embalaje por su especial naturaleza (vehículos, unidades de ferrocarril, piezas pesadas, etc.).

3.- Cargas Peligrosas.-

- Explosivas
- Corrosivas
- Inflamables
- Venenosas

4.- Por el Peso.- En ligeras y pesadas. En las mercancías a granel se toma e cuenta su peso específico. En las mercancías embaladas, por la relación del peso total de contenido y embalaje, el volumen total de la unidad de carga. Esta clasificación es importante para tomar en cuenta la capacidad de las grúas de los barcos y de los equipos disponibles para el manejo de la carga en puerto.

5.- Por el Régimen Fiscal.- De cabotaje, gran cabotaje y altura, de transbordo.

6.- Por su Valor.- Carga común carga de valor, las últimas son tales como: correspondencia, metales preciosos, instrumentos de precisión, productos farmacéuticos, etc. El criterio para definir esta clase de mercancías es el valor declarado en la póliza de seguro. El pago del flete es "Ad valorem".

A continuación se presenta el cuadro 5.1. que resume lo anterior.

CLASIFICACIÓN DE CARGAS

SEGÚN LA UNCTAD	secas	fraccionada	perecederas peligrosas contaminante	
		unitarizada	paletas contenedores	secas liquida perecedera
		granel	mecanizada semi- mecanizado	prod. agrícola minerales
	liquidadas	granel	ductos	minerales petróleo gases prod. químico agua

(cuadro 5.1.a)

CLASIFICACIÓN DE CARGAS

SEGÚN LA S.C.T.	carga general	fraccionada			
		unitarizada	paletas contenedores		
	graneles	secos	prod. agrícolas	maíz, trigo, sorgo, soya, semillas	
			minerales	sal, carbón, azufre, manganeso	
		líquidos	mieles, agua, azufre, petróleo, prod. químico		
	perecederos	productos del mar		atún, camarón, etc.	
		productos agropecuarios		limón, naranja, ajos, etc.	
	pasajeros	cruceros			
transbordadores					

(cuadro 5.1 b.)

6.- CARACTERÍSTICAS DE LAS EMBARCACIONES Y SU APLICACIÓN EN LA INGENIERÍA PORTUARIA

La evolución de las naves y el perfeccionamiento tecnológico, propiciado por el incremento del comercio marítimo mundial a partir de los años 50, se ha reflejado en un mayor tamaño y tipo de navíos para el transporte específico de carga.

Las características de los barcos, las describiremos para los dos aspectos que interesa al ingeniero portuario. Una para el diseño de puertos y otra para la operación de carga y descarga en puerto.

6.1.- DIMENSIONES GENERALES DE UNA EMBARCACIÓN

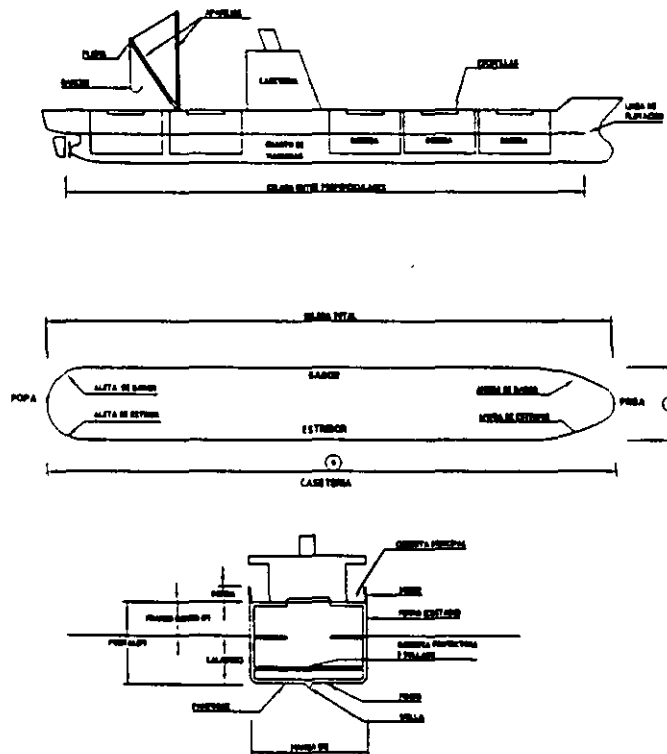


FIG. 5A1

(figura 6.1.)

Éstribor: Es el costado derecho del casco, considerando al observador viendo de Popa al Proa.

Amura: Son las partes curvas del casco, próximas a la Proa del barco y serán de Estribor o de Babor.

Aleta: Son las partes curvas del casco próximas a la Popa.

Quilla: Es la parte principal del casco, formada por una pieza robusta de hierro o acero fundido que corra longitudinalmente y al centro en la parte inferior del casco y que va de Proa a Popa. En sus extremos se levanta la Roda que forma el extremo de Proa y el Codaste que forma la Popa. Sobre la Quilla descansa el conjunto de todas las demás piezas.

Cuadernas: Piezas curvas afirmadas a la Quilla y normales a ella, que dan forma al buque y sostienen el forro. Se denomina Cuaderna Maestra aquella cuyo contorno limita la mayor superficie que corresponde a la denominada sección maestra.

Cubiertas: Son superficies horizontales, que dividen el interior del barco en varios niveles o pisos. La superior se denomina principal. La inmediata inferior se llama habitable y la siguiente "Protectora" que forma los tanques de agua o sollado lastre, en el caso de los buques tanques se tiene únicamente la cubierta principal.

Baos: Son piezas horizontales transversales que complementan el marco formado por las cuadernas y que sirven para apoyo de las cubiertas.

Línea y Superficie de Flotación:

Se denomina línea de flotación a la que separa la parte seca de la mojada del casco y plano de flotación al definido por dicha línea.

Dimensiones de una Embarcación:

Eslora Total o Eslora (E): Es la máxima distancia entre las aras externas de la Proa y la Popa. Es decir es la máxima longitud del Barco.

Eslora entre Perpendiculares (E/PP): Es la distancia entre las caras externas de la Proa a la altura de la línea de flotación y el eje de giro del timón en la popa.

Manga (M): Es la máxima dimensión transversal del Buque.

Puntal (P): Es la distancia vertical, medida en la sección maestra, entre la Quilla y la cubierta principal.

Calado (C): Es la distancia vertical medida entre el nivel del agua y el borde inferior de la Quilla. Generalmente el Calado en la Popa es mayor que en la Proa. El Calado de Popa es el que se define como Calado de la Embarcación.

El Calado máximo está referido a la línea de flotación a plena carga. El Calado mínimo es el correspondiente a Barco descargado o en lastre.

El Calado se ve afectado por la densidad del agua por lo que los costados del barco, tienen pintados unos diagramas que muestran las marcas desde las cuales se determina el Calado en función de la densidad del agua, por lo que navega el Barco.

Los diagramas se denominan "Línea de PLIMSOLL".

Franco Bordo (F).- Es la distancia vertical medida en la sección maestra, entre la línea de flotación a plena carga y la intersección de cubierta principal con el costado de la nave.

6.2.- DEFINICIÓN DE: TRB; TRN; TPM; DESPLAZAMIENTO EN CARGA, EN LASTRE Y EN ROSCA, ETC.

Desplazamiento (D).- Es el peso del barco, es decir, el peso del volumen de agua desalojado por el barco, se mide en toneladas métricas.

Desplazamiento en rosca.- Es el peso del buque al ser botado al agua, incluye el peso completo de casco con sus accesorios, maquinaria, calderas, turbinas, incluyendo lubricantes y agua.

Desplazamiento en lastre.- Es el peso de la nave, listo para navegar, incluye combustible, agua, lastre, etc., pero sin carga.

Desplazamiento en carga.- Es el peso del barco, listo para navegar y con la máxima carga que es capaz de transportar.

Arqueo.- Es una medida convencional para determinar la capacidad o volumen de la nave. La tonelada de arqueo o tonelada moorson, equivalente al volumen de 100 pies cúbicos, ó 2,832 m³.

Arqueo Bruto o Tonelaje de Registro Bruto.- Es el volumen total de los espacios internos de la nave, incluyendo camarotes, despensa, etc. El valor del tonelaje bruto sirve de base para determinar el precio de los barcos, las primas de navegación, los precios de construcción naval, los precios de varado o carena y el pago de derechos portuarios, para fijar la tripulación reglamentaria, etc.

Arqueo Neto o Tonelaje Neto de Registro (TONR).- Es el volumen de la parte del buque destinado a la carga (carga que paga transporte). Se obtiene deduciendo del arqueo

ruto. el volumen de espacios necesarios para el servicio, tales como, alojamientos de tripulación, espacios de máquinas y calderas, etc. Con respecto al T.N.R., se pagan derechos portuarios, cruce por canales (PANAMÁ, SUEZ, ETC.), tarifa de practica, estadísticas de navegación, etc.

Capacidad de Carga.- Se define como toneladas de peso muerto (T.P.M.)

Peso Muerto, (T.P.M.).- Da una idea aproximada de la capacidad de carga en peso del barco. El peso muerto se compone de la carga, combustible, agua, víveres, lubricantes, efectos de consumo y tripulación.

El peso muerto se obtiene restando el desplazamiento en rosca al desplazamiento total.

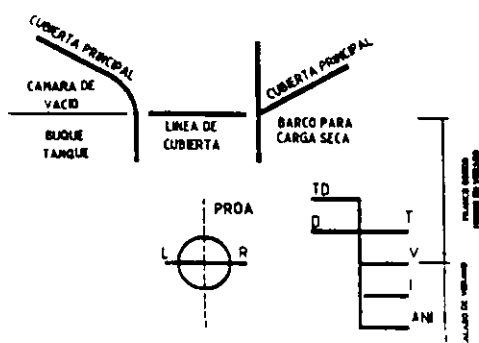
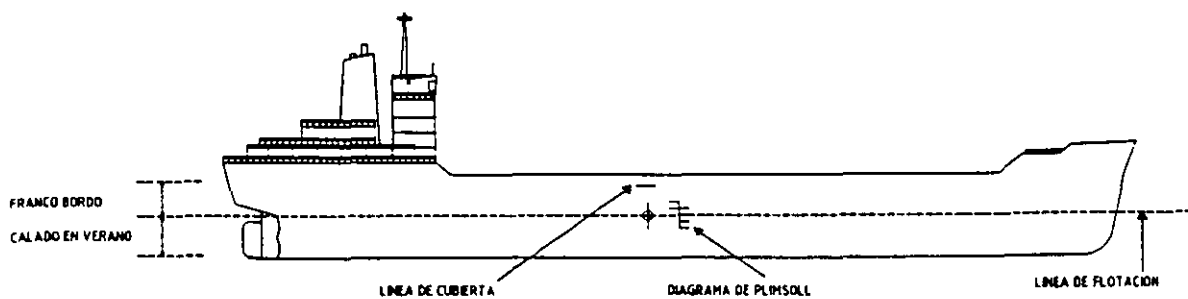
Porte.- Es el peso de la carga que transporta la nave.

Porte Bruto.- Es el peso del volumen de agua desplazada al pasar el barco, de las condiciones de "Desplazamiento en Rosca", a las de desplazamiento en carga, es decir, es el peso que es capaz de transportar el buque.

Porte Neto.- Es el peso del desplazado, al pasar el barco de las condiciones "Desplazamiento en Lastre" (incluye dotación de agua, combustibles, víveres, tripulación, etc.), a las de plana carga (desplazamiento en carga). Es decir, es el peso de la "Carga Comercial" que puede transportar la nave.

Registro (Lloyd's Register of Shipping

FRANCO BORDO EN EMBARCACIONES



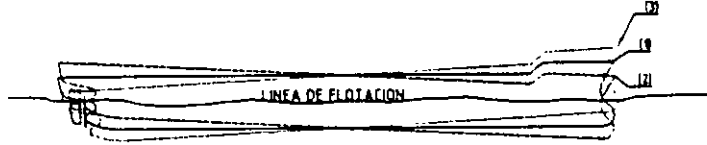
- TD - NAVEGACION FLUVIAL EN REGIONES TROPICALES
- D - NAVEGACION FLUVIAL
- T - NAVEGACION MARITIMA EN REGIONES TROPICALES
- V - NAVEGACION MARITIMA DURANTE VERANO
- I - NAVEGACION MARITIMA DURANTE INVIERNO
- ANI - NAVEGACION EN EL ATLANTICO NORTE DURANTE INVIERNO
- LR - SIGLAS DE LA ASOCIACION CLASIFICADORA (EN ESTE CASO, LLOYD REGISTER)

MARCA DE PLIMSOLL

6.3.- MOVIMIENTO DE LAS EMBARCACIONES

Movimientos de una embarcación

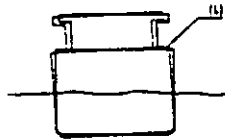
MOVIMIENTOS DE UNA EMBARCACION



- (I) ADREZADO CUANDO LA EMBARCACION TIENE EL MISMO CALADO EN PROA Y POPA
- (II) ENCLAVADO CUANDO LA EMBARCACION TIENE UN MAYOR CALADO EN PROA QUE EN POPA
- (III) SENTADO CUANDO LA EMBARCACION TIENE UN MAYOR CALADO EN POPA QUE EN PROA

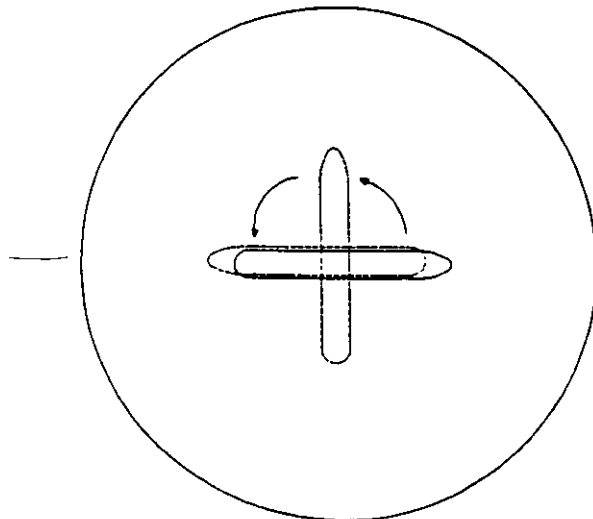
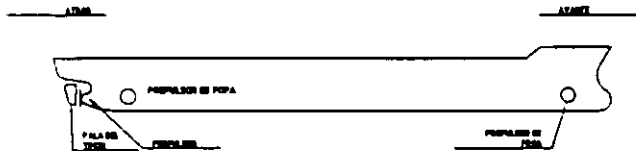
PG 3444

BANDA - CADA UNA DE LAS MITADES DEL BARCO
A PARTIR DE SU EJE LONGITUDINAL

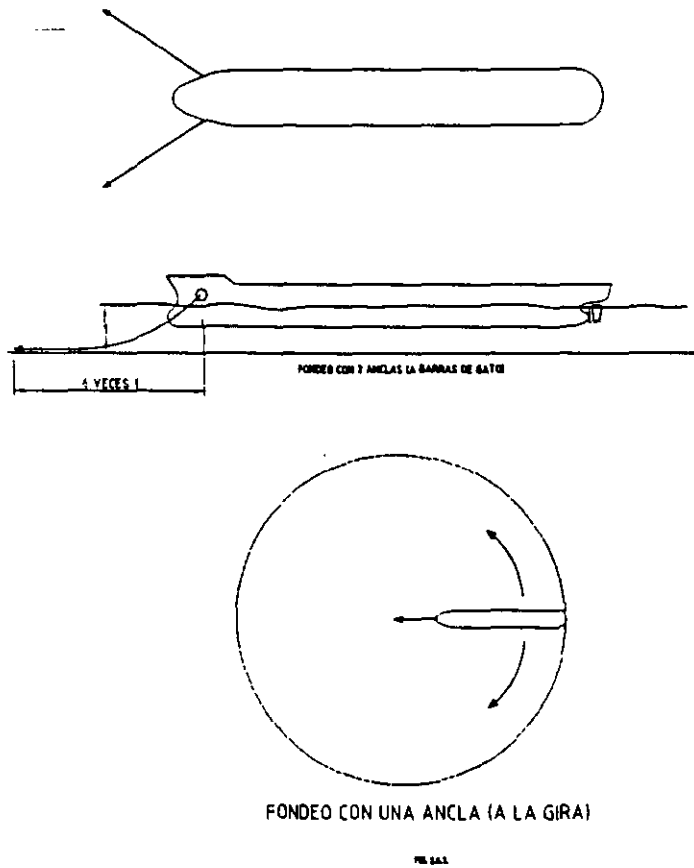


- (I) ESCORADO INCLINACION QUE LA EMBARCACION PUEDE SUFRIR
HACIA LA BANDA DE BABOR O ESTRIBOR

(figura 6.5.)



CIAGBOGA (CAMBIO DE DIRECCION)



(figura 6.7)

CLASIFICACIÓN DE EMBARCACIONES

Tipo de servicio	Por su tráfico	Por tipo de barco	Por la carga transportada	Por el equipo de manejo de carga
			carga	convencional con pluma real
		carga general	mixtos (carga y pasajeros) porta paletas	
	altura		transbordador por rodadura transbordadores (roll on roll of)	con rampa sin rampa
Línea (itinerario fijo)		para carga unitaria		

		porta- contenedores (lifton/liftof) porta-barcazas (lash y sea bee)	con grúas a bordo (1ºy2º generación) sin grúas (2º y 3º generación)
		graneleros	
	cabotaje		
Trampa (s/itinerario)		pasajeros	
		pesqueros	
	gran cabotaje		
		perecederos	

(tabla 6.1.)

6.4.- FLETE MARÍTIMO

El flete (costo del transporte) en el caso del marítimo, depende de múltiples factores, dentro de los cuales influyen en una parte importante el costo del barco, las distancias del transporte, la posibilidad de utilización de grandes barcos, el transporte de mercancías de ida y vuelta y la situación del mercado de fletes.

Para determinar las características del barco óptimo para un transporte de carga determinado, influye la distancia a recorrer, el volumen anual a transportar, profundidad en la terminal, etc. Para dar una idea del costo del transporte se podrá observar la siguiente gráfica, nos proporciona el costo del transporte marítimo (viaje redondo) de acuerdo con la capacidad de la embarcación utilizada.

Los armadores, o propietarios de las embarcaciones obtienen el nivel de los fletes tomando en cuenta, entre otros factores, el valor de construcción de embarcaciones, los cuales para dar una idea, a continuación se mencionan, a precios de 1973.

Las estadías en puerto de una embarcación también influye en la fijación de los fletes marítimos, a continuación se indican las tasas de renta diaria de algunas embarcaciones (datos de 1973).

7.- TIPO DE EMBARCACIONES

7.1.- BARCOS DE CARGA GENERAL.

Los barcos de carga general se han estabilizado en una capacidad del orden de las 20,000 TPM. (E = 170 m., M = 21, P = 12.7, C = 9.8), con cinco bodegas (promedio), los cuales aprovechan la mayor parte de los puertos existentes en el mundo, con 10 m. de profundidad en las terminales marítimas para carga general.

DIVISIÓN DEL BUQUE EN SECCIONES LONGITUDINALES

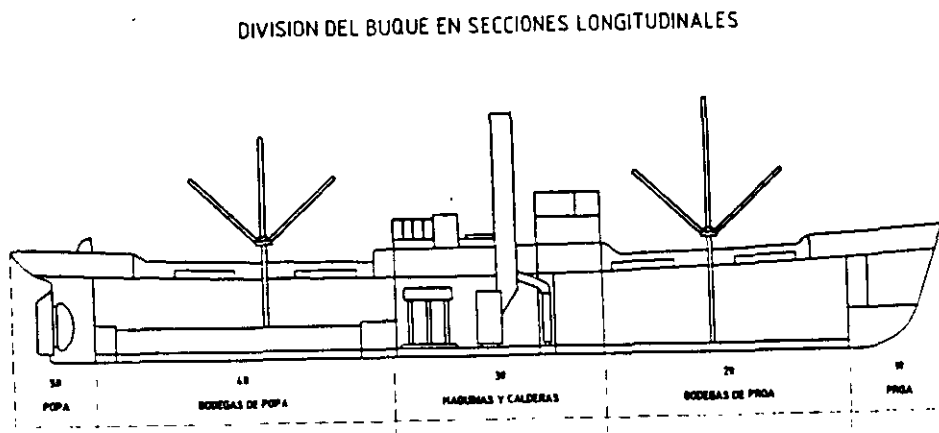
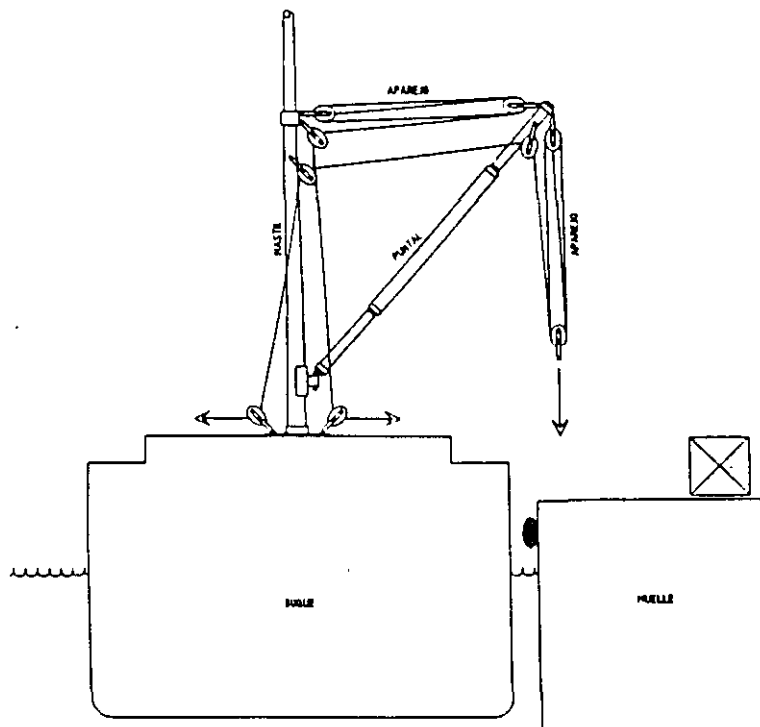


FIG. 271

(figura 7.1.)

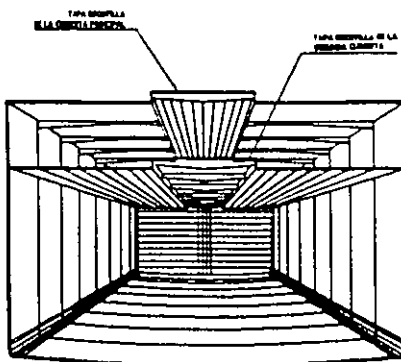
APAREJOS (grúas) DE ABORDO DE UN BUQUE CONVENCIONAL DE CARGA GENERAL



(figura 7.2.)

VISTA ESQUEMÁTICA DE UN BARCO CONVENCIONAL DE CARGA GENERAL

VISTA ESQUEMATICA DE UN BARCO CONVENCIONAL DE CARGA GENERAL



(figura 7.3.)

7.2.- BARCOS PARA CONTENEDORES

El crecimiento en el tráfico de carga general, propicio la implantación de sistemas para aumentar los rendimientos en el manejo de la carga.

Este sistema se logró mediante la unitarización de la carga con el empleo de contenedores. Este tráfico se inicio en los años 60's con la transformación de barcos convencionales de carga general para permitir la carga y descarga de contenedores con grúas instaladas en el propio barco.

Este tipo de barco de 6 a 15,000 TPM, y calados de 8 m., con velocidades del orden de 15 nudos, denominados de la 1ra. generación, transportan de 100-800 contenedores, por su capacidad están destinados a alimentar puertos donde arribar barcos de mayor porte.

Al comprobarse la efectividad del sistema, que aumentó los rendimientos, en 2 y 3 veces respecto al movimiento de barcos convencionales de carga general, y al disminuir la mano de obra en las maniobras y en la estadía de las embarcaciones, se inició la construcción de la segunda generación de barcos con velocidades de 18 a 23 nudos, con capacidades de 800 a 1,500 contenedores y de 14 a 22,000 TPM y 11.50 m. de calado. Algunos de éstos barcos están equipados con grúas-pórtico que se mueven a lo largo de sus costados y operan en puertos que no cuentan con el equipo de tierra para la carga y descarga de contenedores. Estas grúas pesan entre 500 y 600 tons., por lo que resultan antieconómicos, debido al gran peso adicional que les resta capacidad de almacenamiento.

La tercera generación, denominados "los barcos de hoy y mañana", son de gran capacidad y velocidad; están entre las 35 y 50,000 TPM, velocidades de 25 a 33 nudos, capacidad de 1,800 a 3,000 contenedores y calado de 12.5 m. Este tipo de barcos son costosos en su construcción y operación y dependen de las instalaciones en el puerto. Algunos están equipados con propulsores en proa para auxiliarse en las maniobras de atraque y salida, y cuentan con navegación controlada por computadora.

TIPOS DE CONTENEDORES

Contenedores de 20':

Su peso vacío es de 1,900 Kg. (aprox.) y su carga útil de 18 tons. La carga real promedio mundial es del orden de las 11-14 tons.; su cubicaje interior es de 32 m³., el piso es de madera para distribuir el peso sobre las vigas de acero del fondo. La carga permisible sobre el piso es de 980 Kg./m² y están diseñados para ser izados por las cuatro esquinas superiores con bastidor de izaje (spreader) o con 4 cables unidos al gancho de la grúa, la totalidad de éstos contenedores

cuentan con perforaciones en sus costados en la parte inferior para alojar las horquillas de los montacargas en las maniobras en tierra.

A nivel mundial, el número de contenedores de 20' representa el 80%, fundamentalmente por contar con un peso máximo que cumple con las limitaciones de carreteras y puentes en la mayoría de los países. Fuera de las normas 150, se ha iniciado el uso de contenedores de 20' con capacidad de carga de 27 ton., para aprovechar al máximo las grúas de muelle con capacidad de 30 ton.

Contenedores de 40':

Es el preferido por la mayoría de las embarcaciones, portacontenedores de la tercera generación. Para el transporte en carretera tiene menor peso un contenedor de 40 pies que en dos de 20'. Su capacidad cúbica es de 65 m³. y su tara de 3.400 Kg. con carga útil de 27 tons.

Este tipo de contenedores representa el 30% en número a nivel mundial.

Prácticamente ningún contenedor de 40' cuentan con perforaciones para las horquillas de montacargas; y su diseño permite el manejo en tierra por medio del "bastidor de izaje" (spreader), el cual sujeta al contenedor por sus cuatro esquinas superiores.

En la actualidad se manejan contenedores fuera de las normas 150 como son los contenedores de 45' y 48' de largo, los cuales permiten el transporte de productos industriales mayores de 40' de largo.

Los contenedores de 35' son los menos usados.

CARACTERISTICAS DE LOS CONTENEDORES

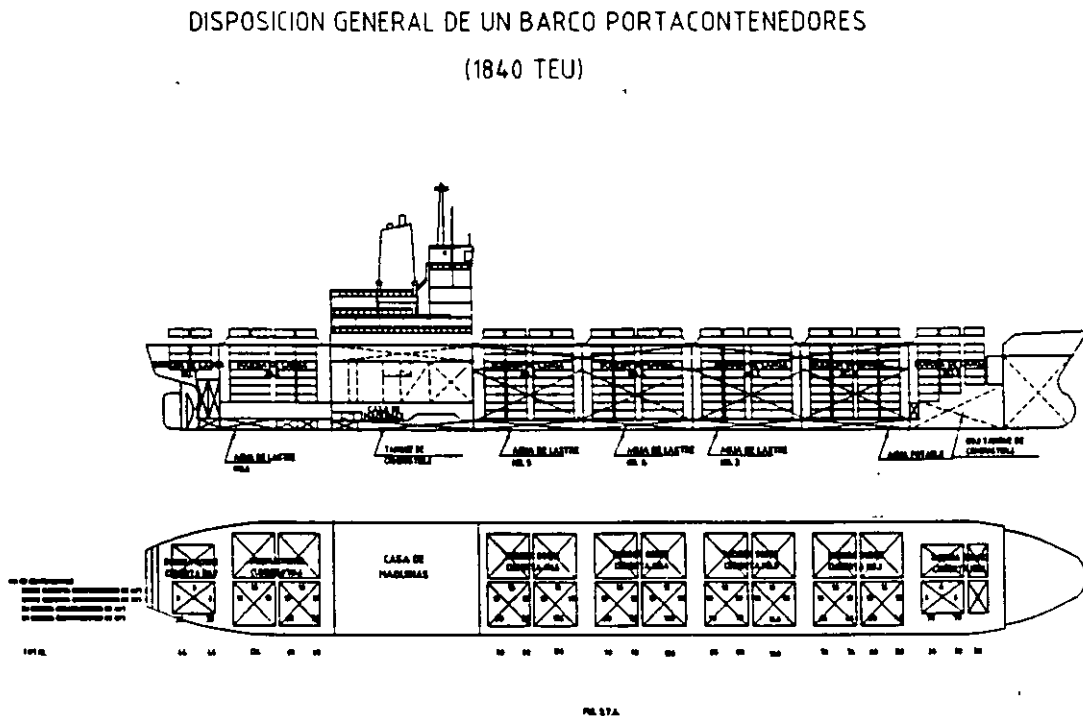
Los contenedores, son recipientes de acero, aluminio, plástico o madera contrachapada con bastidor metálico, que permiten la unitarización de la carga, y el traslado de cargas del origen, en el local del usuario, al barco, y a la inversa. Los contenedores por lo general son de 40, 35 y 20 pies de largo, y en casos especiales de 26' utilizados por la compañía SEA-LAND; en sección transversal; el ancho es de 8' y la altura de 8', 8 1/2'; 9' y 9 1/2'.

Existen contenedores, con temperatura controlada por el transporte de perecederos, con recipientes-tanque con estructura cuadrangular en las aristas, para el transporte de líquidos, gases y graneles. Los contenedores para carga genial son a prueba de agua y tienen un sistema para protegerlos de la humedad de conducción. También hay contenedores plegables para tráfico unidireccionales para el transporte de carga de gran densidad. En donde no se

requiere capacidad volumétrica, se emplean contenedores de la mitad de altura permitiendo su acceso por la parte superior.

Los contenedores comunes tienen sus puertas en una cabecera, existiendo algunos, con puertas laterales.

DISPOSICIÓN GENERAL DE UN BARCO PORTACONTENEDORES (1840 TEU)



(figura 7.4.)

7.3.- TRANSBORDADORES (FERRY, RO/RO)

Son barcos que permiten el transbordo de la carga por rodadura, por medio de rampas con que cuentan las naves en proa, popa o en los costados, apoyadas en muelles y que permiten la circulación simple o doble, de camiones del barco al atracadero o viceversa.

Las bodegas del barco cuentan con varios entrepuentes y rampas interiores para el acomodo de una mayor cantidad de carga o vehículos.

Cuando los transbordadores no cuentan con rampas, se instalarán adosadas a un atracadero destinado a este tipo de barcos. De este tipo de embarcaciones los hay mixtos; en cuanto prestan servicio de carga y pasaje.

Para la operación de transbordadores en diversos muelles existentes, se emplean rampas flotantes móviles, lo cual aumenta la productividad de instalaciones portuarias, sobre todo en puertos fluviales; por no existir cruce de muelles o esquinas que son ideales para el atraque de este tipo de barcos.

En México, se presta el servicio de transbordador en cabotaje; entre Topolobampo - La Paz, Guaymas - Santa Resalía, Mazatlán - La Paz, Puerto Juárez - Cozumel. Los transbordadores no cuentan con rampa y son de 1000/4000 TPB. La implantación de un sistema de transbordadores es una herramienta para el tráfico de cabotaje, al permitir ahorros substanciales del consumo de energía.

También son utilizados en tráfico de altura a distancias medias, ya que es de mayor costo que los barcos de carga general, y trabajan con flete muerto por la mayor relación de vacíos en las bodegas.

7.4.- CRUCEROS TURÍSTICOS

Estos barcos los hay hasta de 80,000 TRB, denominados de la 4a. generación o super liners; los calados, descargado y cargado tienen una pequeña variación dado que la carga está representada por el peso de los pasajeros y el avituallamiento y rige fundamentalmente el peso de los camarotes y servicios a los pasajeros.

En México arriban cruceros turísticos de hasta 80,000 tons. con 80,000 TRB de desplazamiento con 10.7 m. de calado. Sus arribos son por temporadas, cuando en sus países de origen no operan, arriban a puertos nacionales por ejemplo, en invierno no operan en E.U., y los navieros organizan viajes turísticos a México.

7.5.- BARCOS PARA PERECEDEROS

Cuentan con bodegas con temperatura controlada y la carga/descarga de los productos se realiza a través de portones o puertas localizadas en los costados, o en escotillas en la cubierta principal.

Los barcos de este tipo que arriban a los puertos nacionales son del orden de 3/8,000 tons. de desplazamiento.

7.6.- BARCOS GRANELEROS (BULK CARRIER)

Estos barcos se clasifican principalmente en mineraleros y para graneles agrícolas.

Los mineraleros han evolucionado hasta llegar actualmente las 300.000 TPM y requieren instalaciones especializadas para las operaciones de carga y/o descarga en puerto.

En varios países se han establecido siderúrgicas en zonas portuarias para aprovechar la economía de escala que representa la utilización de barcos de gran porte. En el caso de México se tiene previsto recibir barcos de 100,000 TPM, en Lázaro Cárdenas, aunque actualmente arriban de 70,000.

Los barcos para graneles agrícolas requieren también instalaciones especializadas para sus operaciones en puerto. Cuando se utilizan las terminales de carga general para la carga/descarga, se emplean barcos de hasta 30.000 TPM. Cuando se cuenta con instalaciones especializadas con muelles y silos, se pueden emplear embarcaciones de 40/70,000 ton. En México operan terminales graneleras en el puerto de Veracruz, con 12 m. de profundidad, en Guaymas con 10 m. y aproximadamente en Lázaro Cárdenas con 14 m. de profundidad.

Para profundidades del orden de los 6 m. en puertos fluviales, operan barcazas de 10/25,000 TPM auto-descargables o sin equipo a bordo, que permiten el manejo de granos con una alta eficiencia y que se utilizan en distintas medidas como entre el Mississippi y Tampico, Tuxpan y Alvarado.

Otro tipo de barco para cargas a granel, son los barcos termo para el transporte; por ejemplo: de azufre líquido, cuyas operaciones son a altas temperaturas. México exporta en esta forma parte del azufre vía puerto de Coatzacoalcos.

Cuando los países importadores no cuentan con instalaciones adecuadas para la recepción de este tipo de barcos, el azufre se transporta en graneleros convencionales de granel seco.

7.7.- BARCOS TANQUE

La tendencia de tamaño de éstos barcos quedo en la ingeniería del detalle de barcos de 1 000 000 T.P.M.; con la apertura el canal de Suez en 1967, se propició la estabilización en el tamaño a 500,000 T.P.M. El barco tipo mundial más común en esta época es del orden de 250,000 T.P.M.

Debido a que la evolución en el tamaño de los tanques ha ido por delante de los puertos, se ha diseñado un sistema a base de monoboyas para la carga y descarga de este tipo de barcos en mar abierto. La evolución de los tanques de

100,000 a 500,000 T.P.M., se desarrolló en una década: una monoboya considerada una instalación provisional, requiere de 8 a 12 meses para su inicio de operaciones mientras que un puerto para barcos de 250,000 T.P.M., requiere en términos generales de 8 a 10 años para su planeación y construcción. En México existen monoboys de 250,000 T.P.M., en Coatzacoalcos, Dos Bocas y Salina Cruz.

Para el gran cabotaje, vía canal de Panamá, para efectuar tráfico entre las costas del Golfo de México y el Pacífico, se emplean barcos tanque denominados "Panamax" con 50/60 000 T.P.M. como máximo.

Los buques tanque requieren para navegar con seguridad de 1/3 de su capacidad de carga o peso muerto.

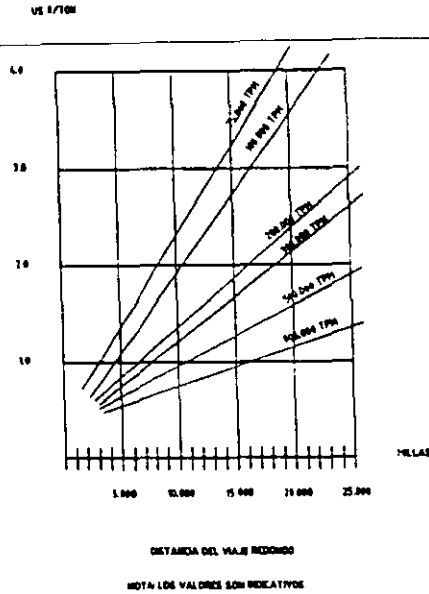
Existen barcos con lastre limpio o segregado y sucio. en los primeros, el lastre (agua de mar) esta alojado en tanques específicos para este fin. Los segundos utilizan los tanques donde se transporta el producto, lo que da la denominación de lastre sucio y se requerirá contar con instalaciones para el deslastre en puerto o en monoboya en los puertos de países exportadores de productos petroleros. Estas instalaciones consisten en tuberías de conducción y fosas de deslastre en las cuales se recupera el aceite contenido en el agua de lastre.

México ha suscrito convenios internacionales con O.M.I. (Organización Marítima Internacional de la ONU en los cuales nos han comprometido a:

Lastre sucio a barcos menores de 30 000 T.P.M.

Lastre limpio en embarcaciones mayores de 30 000 T.P.M.

Existen barcos mixtos denominados O.B.O. (Ore, Bulk, Oil) que transportan ya sea petróleo o minerales para aprovechar los viajes de ida y regreso cuando es necesario, por ejemplo: exportar petróleo e importar carbón, con lo cual se obtiene una gran economía en fletes marítimos.



(figura 6.8.)

6.5.- EMBARCACIONES PARA CANALES DE NAVEGACIÓN INTERIORES

Una gran variedad de embarcaciones utilizan los canales interiores: Empujadores, Remolcadores, Barcazas y canales de varios tipos.

En los Estados Unidos, la velocidad media de tránsito en canal es del orden de 6 millas náuticas por hora.

Sin embargo, en ríos y canales de gran longitud, en donde es posible formar trenes de barcazas, se alcanzan velocidades de hasta 15 millas náuticas por hora. En la siguiente figura se observa un tren de barcazas, con tolva descubierta, impulsadas por un Empujador.

CARACTERÍSTICAS DE EMBARCACIONES PARA NAVEGACIÓN EN CANALES INTERIORES

Embarcación	Eslora (m)	Manga (m)	Calado (m)	Características	
Empujadores	35.66	9.14	2.32	H.p. 1000 a 2000	
	43.28	10.36	2.44	2000 a 40000	
	48.77	12.19	2.62	4000 a 6000	
Remolcadores	19.81 a 24.38	6.40 a 7.01	2.44	H.p. 350 a 650	
	27.43	7.32	3.05 a 3.35	800 a 1200	
	28.96 a 32.00	7.62 a 9.14	3.66 a 4.27	1200 a 2500	
	38.10 a 45.72	9.14 a 10.36	4.27 a 4.57	2000 a 4500	
Chalanes Planos	33.53	7.92	1.83	Capacida (ton) 350	
	39.62	9.14	2.13	900	
	59.44	10.67	2.44	1200	
Barcaza de tólva	53.34	7.92	2.74	Capacidad (ton) 1000	
	59.44	10.67	2.74	1500	
	88.39	15.24	2.74	3000	
Barcaza para carga seca con tapaescotillas	53.34	7.92	2.74	Capacidad (ton) 1000	
	59.44	10.67	2.74	1500	
Chalán para combustibles	53.34	7.92	2.74	Capacidad (ton)	m ³
	59.44	10.67	2.74	1000	1143
	88.39	15.24	2.74	1500	1718
				3000	3434

Fente: TRANSPORTATION ENGINEERING: Planing and Design, 2da. De.; Radnor J. Paquette, Norman J. Ashford & Paul H. Wright;, John Wiley & Sons Inc. 1982

8.- DIMENSIONAMIENTO PORTUARIO.

El dimensionamiento en este campo está ligado a:

1. Áreas de agua adecuadas para las operaciones de carga/descarga de barcos
2. Áreas en tierra como apoyo al tráfico de barcos y mercancías, profundidades en canales de navegación y dársenas de ciaboga y operación
3. Áreas de reserva, tanto de agua como de terreno para las ampliaciones que requiera el desarrollo del puerto.

Las teorías de dimensionamiento las podemos aplicar en la ampliación de puertos existentes o en el proyecto de nuevos puertos. Cabe destacar que cierta información, como información meteorológica y agitación del mar de los puertos existentes localizados en la vecindad de los nuevos proyectos, deben tomarse en cuenta como parte de la recopilación de información básica.

De lo anterior podemos inferir que el dimensionamiento básicamente se tendrá que realizar plasmando en planta la información de los estudios económicos y de macro-planeación que nos proporciona información sobre tráfico esperado, por tipos de barco y carga en el caso de puertos de nueva creación y proyecciones de tráfico y carga en los existentes. En elevación se hace intervenir las profundidades en canales y dársenas de acuerdo a los tipos de barcos, la elevación de las plataformas de operación de los muelles, los drenajes pluviales y la vialidad principalmente la ferroviaria.

El dimensionamiento de conjunto hace intervenir el tráfico y tipo de embarcaciones y la localización del puerto. Para la determinación de las áreas de agua intervienen tres elementos: el abrigo, la maniobra de embarcaciones y las profundidades.

El abrigo y la bocana son elementos contrapuestos, mientras más estrecha es la bocana y la localicemos inclinada respecto al oleaje conseguiremos mayor abrigo, pero será más difícil la ruta de entrada de las embarcaciones.

Estas dos variables tendrán condiciones mínimas para satisfacer tanto el abrigo como la seguridad en la ruta de entrada de embarcaciones desde el punto de vista económico.

Las profundidades necesarias para los diversos barcos, requieren de áreas artificiales para la formación de dársenas que tendrán que enlazarse con las profundidades naturales, mediante canales artificiales, compatibles con la ruta de entrada.

Las alturas máximas de ola, en el vaso portuario para la operación continua de las diversas embarcaciones estará en función de su tamaño.

Para pesqueros del tipo escameros, camaroneros y atuneros.	0.30 m.
Yates y embarcaciones de placer.	0.30 m.
Barcos de carga general, ó graneleros y/o tanques.	
hasta de 2000 T.P.M.	0.50 m.
de 2000 a 8000 T.P.M.	0.70 m.
de 8000 ó mayores	1.00 m.

En la dársena de ciaboga, se pueden admitir oleajes de hasta 1.50 m.

Para el estudio de agitación, se hace intervenir el régimen de oleaje, que liga cada altura de ola con su probabilidad de ocurrencia. Este régimen de oleaje en una dirección determinada definirá en aguas profundas, el porcentaje de tiempo al año en el que el oleaje será superior a un cierto valor de altura de ola, por medio de los planos de olas (refracción y difracción), obtendremos las alturas del oleaje en las diversas áreas de aguas interiores, que pretendemos abrigar.

Este estudio deberá comprobarse por medio de un modelo hidráulico, sobre todo en zonas con batimetría irregular, canales de navegación profundos, paramentos de gran pendiente que propicien reflexiones, etc.. Asimismo es necesario estudiar en modelo, la maniobrabilidad, sobre todo de barcos mayores de 50,000 T.P.M.

Otras de las variables que intervienen en el proyecto, son las condiciones físicas del fondo marino y de las áreas en tierra para desplantar las obras e instalaciones portuarias.

En algunos casos es más económico la relocalización del puerto ó modificar la disposición de las áreas en tierra para obtener las mejores condiciones del suelo, tanto para la cimentación de instalaciones como el aprovechamiento del producto de dragado en rellenar áreas portuarias.

Ancho de la Bocana:

Cuando hablamos de ancho, nos referimos al canal de acceso del puerto. A esta distancia tenemos que agregar bermas de seguridad a ambos lados del canal y por último los morros de los rompeolas.

Las técnicas europeas recomiendan 5 mangas del barco tipo para una circulación de barcos en el acceso; 8 mangas del barco tipo para doble circulación (7 mangas equivalen aproximadamente a una eslora).

Los técnicos japoneses recomiendan:

10,000 T.R.B.	200-300 m.
Tamaño medio	150 m.
100 T.R.B.	50 - 80 m.

Para puertos marítimos artificiales, en donde los recorridos son relativamente cortos, pensamos que deba adoptarse una eslora del barco tipo afectada por un coeficiente de 0.8 que dependerá del número y tamaño de barcos de mayor eslora y de las condiciones del mar en la bocana. De cualquier manera, para fijar el ancho del canal deberá tomarse en cuenta la corriente a lo largo de la costa, la cual será menor a 2 nudos para la maniobra de entrada.

Profundidades en la Bocana del Puerto.

La profundidad estará referida al nivel de bajamar media en el Golfo de México y al nivel de bajamar media inferior en el Océano Pacífico, lo cual nos permite contar con una mayor profundidad si la entrada se realiza en marea alta.

La profundidad será la suma de los siguientes factores:

- 1.- Calado máximo a plena carga del barco tipo.
- 2.- Un medio de la altura de ola en altamar próximo a la bocana (la entrada y salida de embarcaciones se lleva a cabo con oleajes máximos de 3 m.)
- 3.- Asentamiento de la popa del barco por efecto de la velocidad (la velocidad del barco a la entrada es del orden de 5 a 8 nudos, lo cual provoca un hundimiento de la popa de hasta 1/1000 de la eslora).
- 4.- Naturaleza del fondo marino, para fondo rocoso se toman 0.90 m. como resguardo, de seguridad para fondo arenoso ó limoso 0.30 m.
- 5.- En caso de presentarse azolves en la bocana, se recomienda realizar dragados adicionales para formar una fosa de sedimentación que permita realizar los trabajos de dragado de mantenimiento a plazos mayores.

La determinación de la profundidad en el interior del puerto, depende fundamentalmente del calado en carga del barco, la densidad del agua y en menor magnitud, la altura de ola (que será menor en la bocana del puerto) y el asentamiento del barco ya que la velocidad del barco tiende a cero.

Para la navegación en canales interiores debemos tomar en cuenta la densidad del agua dulce, la cual aumenta el calado en aproximadamente 3%.

Los canales de acceso de navegación, de preferencia deberán ser rectos. Los de acceso tenderán a ser normales a la costa o paralelos a la dirección predominante de los temporales.

Los canales de navegación interiores cuando sea necesario un cambio de dirección.

La curva entre dos tangentes no será mayor de 30° lo que equivale a un radio $5E$, lo recomendable, por seguridad para barcos mayores de 30,000 TPM es $R= 10E$. El ancho de plantilla en las curvas del canal se aumentará 30% respecto a la parte recta.

Distancia de frenado: Dado que la embarcación a la entrada cruza la bocana a 5 u 8 nudos de velocidad, la distancia de frenado es del orden de las $5E$ contadas a partir de que la popa del barco esta en zona protegida por los rompeolas.

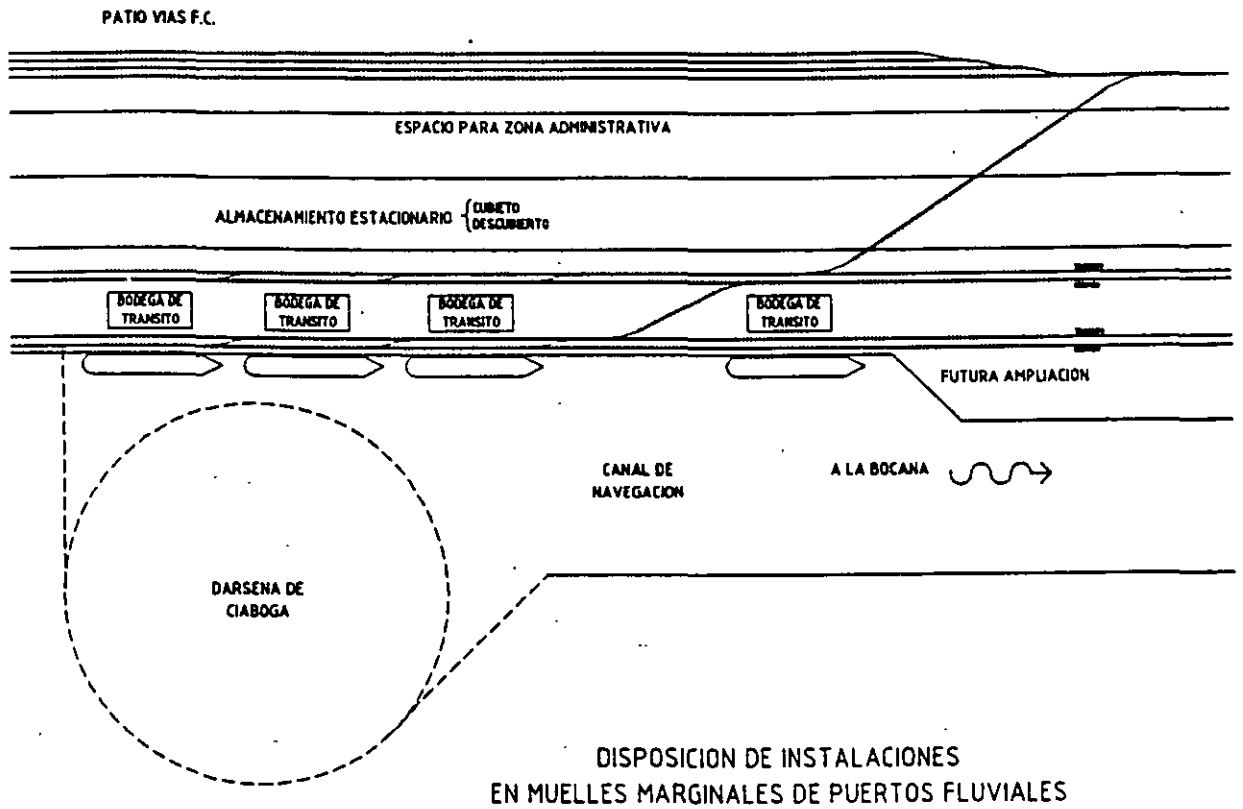
Dársena de ciaboga: La operación de cambio de dirección de una embarcación (180°) se denomina ciaboga. El área requerida para esta operación dependerá del modo en que se realice, es decir con sus propios medios, con sus máquinas y anclas, ó con ayuda de remolcadores y las máquinas del barco.

Para el primer caso o sea con sus medios se requieren $3E$ empleando las máquinas del barco, con la ayuda de remolcadores $2E$.

En dársenas localizadas en ríos, se deberá estudiar el tipo de barco y el empleo preferentemente de dos remolcadores marinos para la ciaboga, en cuanto a las dimensiones, el ancho (perpendicular a la corriente) será del orden de RE y el largo tenderá a las $3E$, dependiendo del régimen de velocidades de la corriente en el río.

Para dársenas restringidas, se pueden dimensionar los diámetros de la dársena de ciaboga con máquinas del barco $2E$. En caso de viento y corriente se utiliza ancla con remolcador, 1.5. En caso de viento y corriente se utiliza ancla

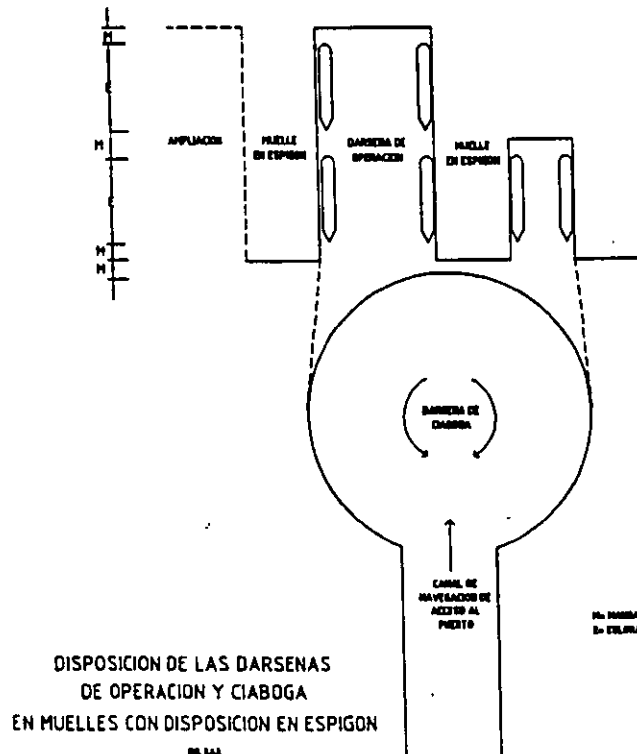
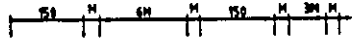
Darsena de operación: Entre la darsena de ciaboga y/o canales de navegación en donde hay tráfico de embarcaciones, y los muelles se localiza la darsena de operación. Esta darsena tendrá un ancho de $\frac{1}{2} E$ y un largo de $E+M$



DISPOSICION DE INSTALACIONES
EN MUELLES MARGINALES DE PUERTOS FLUVIALES

FIG. 2.1

(fig 8.1)



DISPOSICION DE LAS DARSENAS
DE OPERACION Y CIABOGA
EN MUELLES CON DISPOSICION EN ESPIGON

FIG. 2.2

(fig 8.2.)

2.8.1.- DIVERSOS MÉTODOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO PORTUARIO

MÉTODO DE ANÁLISIS PARA
EL DIMENSIONAMIENTO POR
TUARIO.

EMPÍRICO (1)

MATEMÁTICOS

ANALÍTICOS (II)

SIMULACIÓN(III)

I.- En el método empírico se supone que el tránsito es uniforme a lo largo del año y la ocupación de muelles se obtiene basándose en una utilización continua de las instalaciones, sin tomar en cuenta la posible alteración en el arribo de las embarcaciones, tampoco hace intervenir las posibles alternativas de valorización de los distintos elementos que intervienen en las operaciones del manejo de carga, tales como: equipo, instalaciones, etc.

Este método puede emplearse para obtener anteproyectos, sobre el esquema general de un puerto.

II. Método analítico.- Por medio de un modelo del tipo "probabilístico" y por "teoría de colas" podemos determinar el número de barcos que arriben al puerto y que atracan en muelle ó que se fondearan por falta de muelle.

Este método liga el arribo de barcos, el número de atracaderos, los tiempos de espera y servicio.

En todo puerto donde existe una demanda de servicio por parte de los usuarios que llegan sucesivamente y en forma irregular en el tiempo para ser atendidos en un número determinado de atracaderos, se puede producir un fenómeno de espera.

Los aspectos básicos de este fenómeno son:

a) Esquema de servicio.- Manejo de carga en muelles.

Servicios Generales.- arribo de embarcaciones, practicaje, remolcadores, atraque.

Atracaderos.- Se consideran instalaciones especializadas por tráfico.

b). Arribo de embarcaciones.- Intervalos regulares.

Intervalos desiguales pero determinados. Intervalos desiguales siguiendo una formación de probabilidad aleatoria.

c). Número de atracaderos.- Por tipo de tráfico y carga.

d). Tiempo de servicio en muelle.- Constante, variable pero determinado, aleatorio.

El método satisface el principio básico de que el costo anual de los buques en espera de un atracadero más el costo anual de los atracaderos en espera de buque, deberá ser mínimo.

III. Métodos de simulación: En casos en que la complejidad de la actividad portuaria hace que no se cumplan las leyes supuestas en el modelo matemático, y se analizará el fenómeno a lo largo del tiempo en donde varían una serie de datos básicos, se recurre a los métodos de "Simulación".

El dimensionamiento de un puerto, lo podemos asimilar a un sistema y este sistema está formado por una serie de "subsistemas" dependientes entre sí, que se influyen mutuamente de forma que cualquier alteración en el ritmo ó método de trabajo de uno de ellos afecta a los demás en su rendimiento y resultados y en consecuencia a la actividad portuaria en su conjunto.

Estos sistemas lo integran las 5 diferentes operaciones que debe realizar sucesivamente el barco, la instalación de transbordo y el transporte terrestre para permitir el tránsito de la mercancía, a través del puerto como eslabón de la cadena del transporte.

El buen funcionamiento del puerto exige que todos sus elementos o subsistemas, trabajen a un ritmo y rendimiento adecuado y por tanto deben estar dimensionados equilibradamente, ya que la capacidad de un puerto, será la del elemento de menos potencia y éste repercutirá en el resto de los elementos del "sistema"

La capacidad de cada "subsistema ó fase operativa", depende de varias circunstancias cuyo valor se supone y es difícil de separar para tratar de conocer el escaso rendimiento de un elemento del sistema.

El esquema del puerto ó sistema, puede dividirse en las siguientes secciones operacionales ó subsistemas:

1. Arribo de embarcaciones al puerto.
2. Servicio de prácticas.
3. Servicio de remolcador.
4. Operación de Atraque.
5. Instalaciones de transbordo.
 - a) operación de carga y/o descarga.

- b) transporte a almacén, o carga directa a transporte terrestre.
- c) almacenamiento.

6. Carga a transporte terrestre.

7. Salida de mercancías del área portuaria.

Cada actividad ó subsistema estará representada por una ecuación y los diferentes factores que intervienen mediante variables.

Este método es de reciente aplicación, siendo una herramienta adecuada por su versatilidad, para el dimensionamiento de puertos existentes y una base para los de nueva creación.

8.2. EL CONGESTIONAMIENTO PORTUARIO Y SU INFLUENCIA EN EL DIMENSIONAMIENTO.

Las inadecuadas instalaciones portuarias y de transporte así como el aumento del volumen del tráfico de carga producen el congestionamiento portuario. Antes de proceder a la aplicación de un puerto conviene estudiar sus causas y primero tratar de resolverlo aplicando medidas del tipo económicas, técnicas y administrativas. Al reducir el congestionamiento redundará en beneficio de la economía nacional y el comercio internacional.

El congestionamiento produce un desperdicio de recursos humanos y físicos cuando las flotas de buques comerciales están esperando ociosas en puerto, a veces durante el día, semanas o meses. La pérdida de flete daña económicamente a las compañías navieras y los países que comercian vía marítima y las mercancías perecederas se deterioran.

Generalmente cuando se inicia el congestionamiento de un puerto, es cuantificado por el número de barcos fondeados esperando turno de atraque y por el tiempo de espera ocioso. Sin embargo en los puertos con un gran congestionamiento, este se presenta de dos clases diferentes, una es la acumulación de barcos fondeados en espera de muelle (congestión en el mar), la segunda, el excesivo volumen de carga en bodegas, cobertizos y patios, permiten formar lotes de carga por consignatario (congestión en tierra).

La congestión del mar se produce cuando el volumen de carga con destino al puerto es mayor que el volumen descargado por día en los muelles del puerto. La diferencia entre las dos cifras es el indicador principal del grado de congestionamiento.

Un indicador de congestión en tierra se determina obteniendo la diferencia entre el volumen de descarga diaria en los muelles del puerto y el volumen de descarga

desalojada del área portuaria. A lo anterior hay que adicionar el ciclo inverso de las exportaciones.

El congestionamiento en tierra se refleja en la estadía de las embarcaciones debido a que las operaciones de carga en bodegas y patios son mas lentas por el sobre almacenamiento. Es decir el congestionamiento en mar se ve agravado por el de tierra.

Las causas fundamentales del congestionamiento pueden dividirse en aspectos de planeación económico, técnicos y administrativos.

La planeación económica deberá proveer el desarrollo económico del país procurando una evolución congruente con ese desarrollo de los sistemas portuarios y de distribución a través de eficientes transportes hacia el interior del país.

El desequilibrio entre la producción y los servicios necesarios para su distribución, propician el congestionamiento, no nada más en los puerto sino en los diversos modos de transporte que hacen posible esa distribución.

La capacidad de un puerto depende de diversos factores:

La clase de carga a manejar, el trafico estacional, la calidad de las operaciones de carga y descarga, el estado físico de las instalaciones, el número insuficiente de muelles para carga general y la falta de terminales para tráficos específicos, tales como graneles, insuficiencia de patios, bodegas y cobertizos demasiado angostos, entre otros.

Las diferencias técnicas en este aspecto podrán aminorarse si por ejemplo: se perfeccionan las técnicas de manipuleo de carga, se dinamizan los procedimientos de retiro de carga esperados, se agiliza el manejo del auto transporte y equipo ferroviario, y se tiene una iluminación eficiente para el trabajo nocturno, etc.

Administrativamente el congestionamiento se puede atacar por medio de implantación de sistemas expeditos de tramites de pago de impuestos de importación y exportación, reducir a menos de 15 días el tiempo libre en almacenes de tránsito y proporcionar la construcción de bodegas de carga estacionaria. Congruencia entre los horarios del trabajo oficial y laboral. Aumentar las horas de trabajo y laborar los días de asueto y festivos. Programa de capacitación a todos los niveles. Concientizar a los usuarios para que laboren con la autoridad portuaria en la agilización de trámites.

Por lo anterior el ingeniero portuario deberá tomar en cuenta lo antes mencionado para apoyar sus propuestas de construcción de nuevas instalaciones.

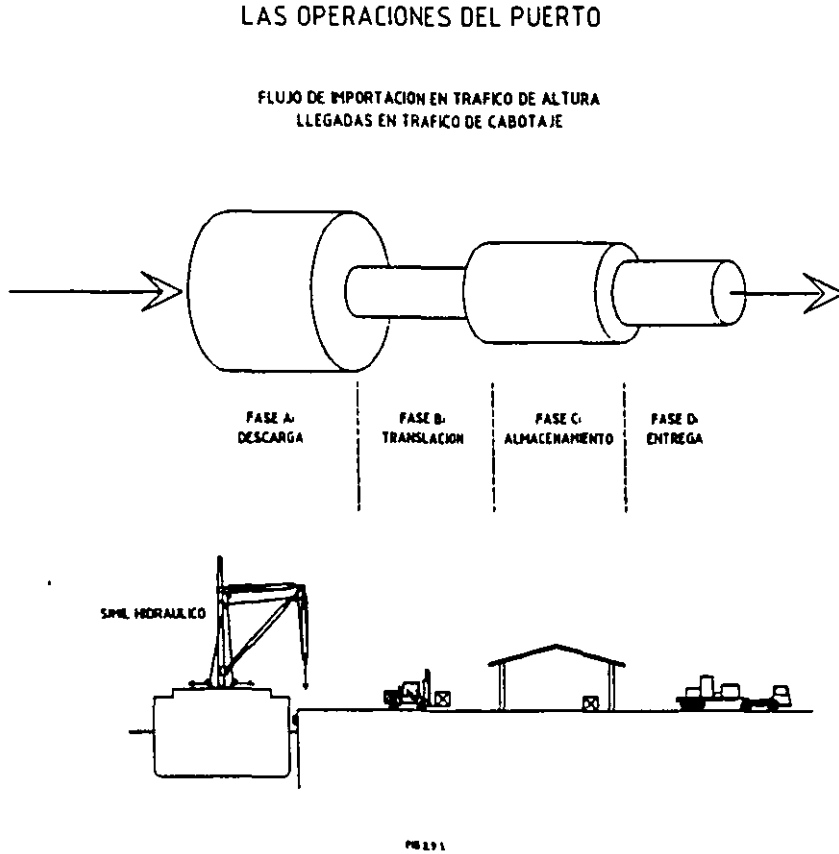
8.3 ETAPAS DEL PROCESO DE PREPARACIÓN DE UN PLAN DE DESARROLLO PORTUARIO

1. Política general del desarrollo: Determinación de la función del puerto, y la planeación general a plazos, corto, mediano y largo.
2. Predicciones del tráfico : Elaboración de las predicciones del tráfico para el período del plan de desarrollo.
3. Política tecnológica: Con base en las predicciones, obtener para cada clase de tráfico y tipo de carga, determinar las posibles técnicas del manejo de carga y su efecto en la futura productibilidad.
4. Asignación del tráfico de características similares o compatibles y dotar a las mismas de terminales o grupo de puestos de ataque planeados por separado.
5. Dimensionamiento preliminar: Determinación aproximada de las dimensiones de cada terminal o de los diagramas de planificación.
6. Localización particular: Obtener las posibles combinaciones de terminales o grupo de puestos de atraque, las áreas terrestres, marítimas y la localización de ellas que no favorecen al tráfico de las zonas contiguas.
7. Viabilidad técnica: Una vez localizada cada instalación, realizar los estudios técnicos, tales como topográficos, meteorológicos, etc., para relacionarlos con el tipo de instalación que se pretende establecer y realizar el estudio económico que corrobore la localización propuesta de otra manera se tendrá que realizar la instalación por los costos de construcción elevados.
8. Estimación de costos: Estimación de costos de construcción y equipamiento de cada una de las instalaciones.
9. Elección de alternativas: Con la información anterior, o en base a los estudios, seleccionar las alternativas mas adecuadas.
10. Examen de conclusiones preliminares: Presentación de las condiciones a la autoridad correspondiente para afirmar el plan general de desarrollo.
11. Plan administrativo-portuario: Obtener el esquema operacional y equipo necesario.
12. Dimensionamiento final: Con la información de los puntos 10 y 11 afirmar las dimensiones preliminares del punto 5.

13. Ingeniería de proyectos: Planeación, análisis y diseño de las instalaciones que deberá incluir; accesos marítimos y terrestres, muelles, bodegas, patios, etc.
14. Costos: Estimación de costos de las obras y servicios para que se sirvan de base a los análisis económicos y financieros.
15. Análisis de costo-beneficio: Análisis de las bases económicas de las posibles opciones.
16. Análisis financiero: Análisis de la viabilidad financiera de cada opción.
17. Selección definitiva: Análisis general y obtención de ventajas e inconvenientes de cada opción, para seleccionar la alternativa más adecuada.
18. Conclusiones: Presentación de la opción recomendada y obtener el acuerdo correspondiente.
19. Informe: Elaboración de informe técnico detallado de la opción recomendada.
20. Ejecución: Obtener la autorización y recursos económicos para su ejecución.

9.- LAS OPERACIONES EN EL PUERTO

Las operaciones en el puerto se realizarán de tal manera que el flujo de carga o pasajeros en la transferencia del sistema de transporte marítimo al terrestre y viceversa sea regular, y con eficiencia, económica y seguridad. El flujo a que nos referimos puede representarse esquemáticamente de la siguiente manera:



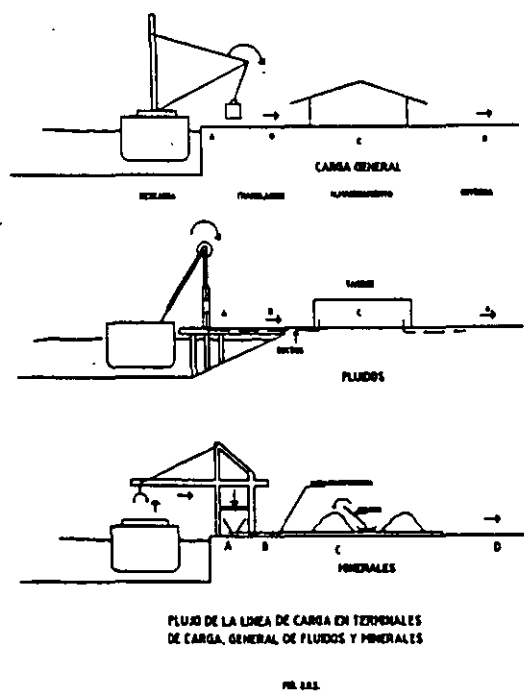
(figura 9.1)

Así se presenta una de las distintas vías que pueden seguir las mercancías de importación al pasar por un puesto de atraque. Cada una de las cuatro fases tendrá una determinada capacidad de manipulación que será distinta de las capacidades de las demás. La situación es parecida a la de un líquido que circule por el interior de una tubería de diámetro variable o desigual, en el sentido de que el ritmo de manipulación de las mercancías en el puesto de atraque vendrá determinado por la fase que tenga la menor capacidad de manipulación. (En la fig. 9.1. se trata de la fase B: traslación).

De esta semejanza se observará que no se consigue nada con tratar de aumentar la capacidad de aquel elemento del puesto de atraque cuya capacidad es ya la mayor (en el ejemplo anterior, la fase A: Descarga). En realidad solo se puede mejorar la capacidad del elemento más estrecho o reducido, de ahí la utilización del término "estrangulamiento". La capacidad del conjunto irá mejorando a medida

que se incrementa la capacidad de la fase B, hasta que llegue a igualar la de la fase D: Entrega. Cualquier mejora adicional de la capacidad total exigirá un aumento simultáneo de la capacidad de las fases B y D.

La línea de flujo de carga se podrá observar en la fig. 9.2., en la cual se muestran las instalaciones en sección transversal para carga general, fluidos y de minerales.



(figura 9.2.)

10.- TERMINALES DE CARGA GENERAL

En un puerto comercial, la carga general es la parte más importante del tráfico marítimo. En cuanto al valor de la mercancía general se considera mayor que el valor promedio de las mercancías de granel. El manejo de una gran variedad de pequeñas cargas requieren de mayor espacio, mayor empleo de personal y un cuidado meticuloso, por lo tanto es justificado atender con especial detalle, la planeación de las instalaciones de carga general.

De acuerdo con el diagrama de flujo de mercancías anteriormente descrito, la fase de descarga o carga de embarcaciones, se realiza por medio de las grúas del barco o por medio de las grúas del muelle, que corren a lo largo del puesto de atraque. En México se utiliza el primero de los dos sistemas.

En otros países de Europa, Asia y América del Sur, la carga y descarga de embarcaciones se realiza empleando grúas de muelle. La eficiencia de ambos sistemas es aproximadamente el mismo, siempre que se cuente con suficiente y adecuado equipo de traslación de carga.

En la fase "B" de traslación de carga se efectúa entre el frente de agua y la bodega de tránsito, a este espacio, se le denomina plataforma de trabajo, que debe tener suficiente ancho para alojar dos vías de ferrocarril, y espacio necesario para el tránsito de camiones, debido al gran porcentaje de carga que es manipulada en maniobra directa del barco, tren o camión, o viceversa, este espacio se considera conveniente no sea menor de 20 mts. y 30 mts. máximo, ya que de otra manera la distancia a la bodega de tránsito sería demasiado larga requiriéndose un mayor número de equipo portuario de traslación de carga. La longitud del muelle para cada puesto de atraque, así como la profundidad del agua será determinada por el tramo y calado de los buques que arriben al puerto.

La tendencia al crecimiento en tamaño de barcos de carga general es menor que los graneles y los buque-tanques. al respecto tal parece que se llegó al buque de características óptimas, que requiere una profundidad de agua del orden de los 10 mts., previniendo en el diseño de los muelles una posible profundización a 12 mts. para tomar en cuenta futuras necesidades. La eslora media se considera de 160 mts. por lo que la longitud del atracadero sería de 180 mts. permitiendo con esto dejar 10 mts. a cada lado del barco como margen de seguridad entre naves y para la sujeción de los cabos al muelle.

La productividad por atracadero depende del tipo y volumen de carga. Para carga general fraccionada se considera del orden de las 480 ton/día/barco, para graneles en descarga directa un promedio de 1000 ton/día/barco. Si en un muelle determinado se hallan los dos tipos de carga anteriormente mencionados, la productividad estará en función de los volúmenes de carga de cada producto, considerando un promedio aproximadamente de 280-300 días de trabajo al año,

para tomar en cuenta días festivos, descompostura del equipo del barco o de tierra y suspensiones por fenómenos meteorológicos. El rendimiento en las operaciones de carga o descarga será del orden de 130,000 a 200,000 ton/año.

Para planear nuevas instalaciones de atraque es indispensable efectuar un estudio de los rendimientos en la terminal de carga general, ya que antes de programar ampliaciones es necesario verificar que los rendimientos en las maniobras de alijo sean las más convenientes, ya sea aumentando la productividad, el número de días laborales y los turnos de trabajo. Este aspecto se podrá observar en la figura que muestra la relación entre la productividad expresada en toneladas/hora/gancho, el número de atracaderos y en número de días disponibles del muelle, como ejemplo hemos considerado la comparación de dos rendimientos, uno de 12.5 ton/hora/gancho y el otro de 20.0 ton/hora/gancho, obteniendo para el primer caso 6 atracaderos para el manejo de 600,000 ton/año y en el otro 4 atracaderos.

La gráfica mostrada fue tomada de la publicación "Port Development" de UNCTAD publicado en 1978 y que fue elaborada considerando condiciones de países en vías de desarrollo.

La fase "C" de almacenamiento, comprende la bodega de tránsito de mercancías, que es el elemento más importante de un atracadero de carga general. Todas las actividades están concentradas dentro y alrededor de la bodega, su propósito es proteger la carga de la lluvia, del polvo y el viento así como de daños accidentales y robos. Actúa como vaso regulador entre los sistemas de transporte marítimo y terrestre al permitir formar bloques de carga para la exportación e importación. Las cargas de exportación deben ser preparadas en la bodega para ser cargadas de acuerdo con el plan de estiba de las embarcaciones.

En ningún caso, las bodegas de tránsito serán usadas para almacenamiento de larga duración, la carga debe permanecer un mínimo de tiempo y ser retirada para evitar un cuello de botella en el flujo de mercancías. Para el almacenamiento de larga duración, debe preverse bodegas con este fin, denominadas bodegas estacionarias que se localizan por detrás de las de tránsito.

Para evitar el congestionamiento y dar facilidades a los embarcadores, en México se permite el almacenamiento sin cobro por 15 días, después de este período se inicia el cobro del almacenamiento de carga, si el muelle es de 180 mts. la longitud conveniente de la bodega es del orden de los 120 mts. localizada al centro del muelle, quedando espacio en las cabeceras para el estacionamiento de equipo, almacenamiento de maquinaria, o carga y descarga de camiones.

El ancho de la bodega es conveniente que sea de 40 mts. mínimo, y si se cuenta con el espacio, es mejor que sea de 50 mts., ya que de esta forma se puede extender la carga de manera uniforme sin necesidad de apilar los diferentes lotes

que se agrupan en su interior, de esta forma el acceso a cada lote es más fácil con el consiguiente ahorro en tiempo y aumento de eficiencia.

La razón principal para aumentar lo más posible el ancho de la bodega es debido a que el espacio próximo al frente de agua es mucho más valioso que en la parte posterior ya que es fácilmente accesible en la línea directa desde la bodega de cada buque, sin doble manejo de carga y sin la necesidad de cruzar calles o rodear la bodega de tránsito.

Las bodegas de tránsito deberán tener puertas con dimensión mínima de 4.50 mts. de ancho por 5.00 mts. de altura a lo largo de sus costados y en las cabeceras para facilitar la maniobra de carga y descarga de camiones.

Las puertas del costado o posterior de las bodegas comunican al transporte terrestre.

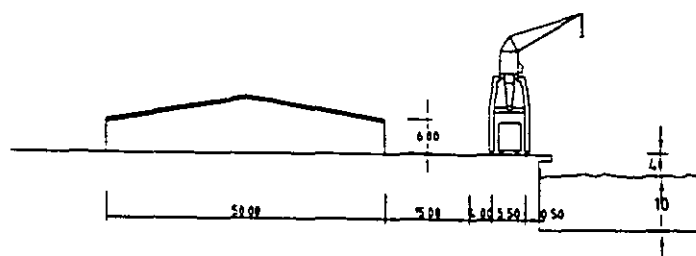
La iluminación diurna y nocturna es importante, para permitir el trabajo todo el día. Para la luz diurna se recomienda colocar lucernarios cuya superficie sea un mínimo de 7% del área total.

Para el almacenamiento de carga en tránsito a la intemperie, deben preverse patios localizados en zonas próximas a las bodegas de tránsito convenientemente diseñados de acuerdo con el tipo de carga que se maneje por el puerto.

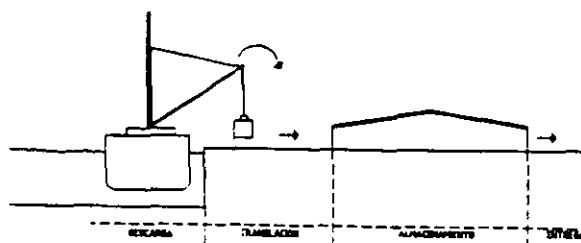
La fase "D", o sea la entrega, se relaciona con los accesos para el transporte terrestre y deben ser planeados para el transporte terrestre y para un movimiento sin obstrucción de los vehículos que llegan y salen, ya sea vacíos o cargados, sin interferencia para las operaciones de manejo de carga y sin intersecciones con los patios de almacenamiento al descubierto debiendo existir un fácil acceso a las cargas almacenadas a la intemperie. Los accesos terrestres del puerto estarán conectados a las redes de carreteras y ferrocarriles de tal manera que no existan congestionamientos que nos provoquen un cuello de botella en el flujo de mercancías en la recepción de entrega.

Una disposición de terminal de carga general puede observarse en la fig. 10.1.

SISTEMAS OPERACIONALES EN
TERMINALES DE CARGA GENERAL



METODO EUROPEO, CON GRUAS DE MUELLE



METODO DENOMINADO AMERICANO UTILIZANDO LOS APAREJOS (GRUAS) DE ABRORDE

PL. 10.1

(figura 10.1)

10.1.- DIMENSIONAMIENTO DE UNA TERMINAL PARA MANEJO DE CARGA GENERAL FRACCIONADA

Las Naciones Unidas a través de UNCTAD a editado el manual "Desarrollo Portuario", el cual cuenta con datos básicos para el dimensionamiento.

Dicho manual recopila datos de las actividades de un sin numero de puertos del mundo y proporciona datos básicos para la elaboración de anteproyectos, los cuales se ajustarán a las condiciones locales de la instalación que se pretende proyectar.

Empleando las gráficas de planificación de la publicación antes mencionada, se podrá obtener el número de atracaderos necesarios para un determinado volumen esperado de carga, tomando en cuenta los rendimientos en el manejo de carga en las embarcaciones.

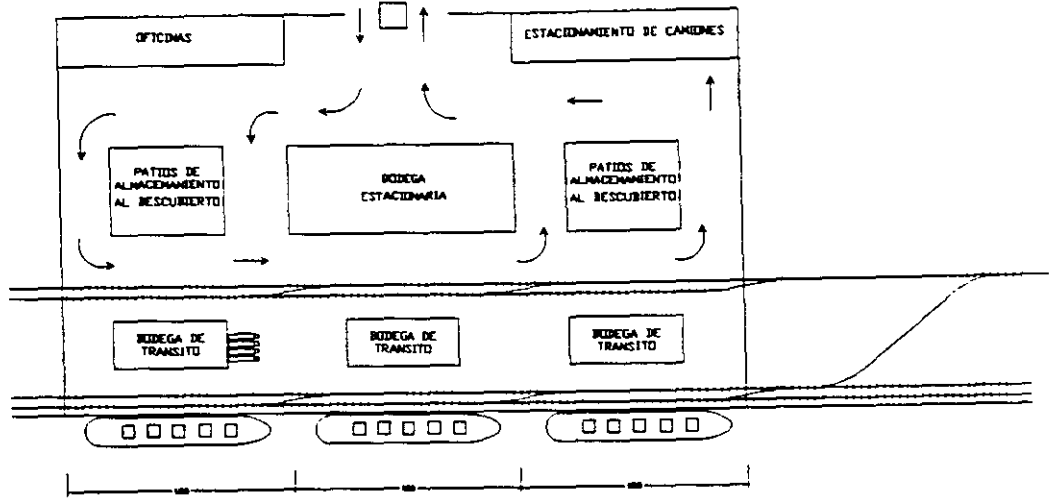
El manual cuenta para este caso, con dos diagramas. Primer diagrama (gráfica IA y IB), permite determinar las necesidades del puerto de atraque-día (número de días barco atracados) y el número aproximado de puertos de atraque necesarios.

Esos valores se utilizan como punto de partida para el segundo diagrama (IIA y IIB) que indica el tiempo previsto de permanencia del buque en puerto y puede utilizarse como base para un análisis de costo-beneficio.

Los diagramas IA y IIA son aplicables a puertos con 2 a 10 atracaderos y los IB y IIB para puertos de 10 a 30 atracaderos. Con lo que respecta al diagrama Y, se toma la productibilidad media por cuadrilla (número de toneladas cargadas o descargadas por hora y por cuadrilla) para el grupo de puertos de atraque de carga general fraccionada, cabe aclarar al respecto que en los puertos europeos la productibilidad se basa en ton./hr./cuadrilla y en América ton./hr./gancho, por lo que es necesario tomar en cuenta este dato para la aplicación de los diagramas.

Esta cifra deberá obtenerse de los rendimientos efectivos almacenados en el puerto, o en caso, de un nuevo puerto de observación e información obtenida en otros puertos de la región.

TERMINAL TIPO. PARA MANEJO DE CARGA
GENERAL. CON MUELLES EN DISPOSICION MARGINAL



(figura 10.2.)

MUELLE DE CARGA GENERAL EN ESPIGON

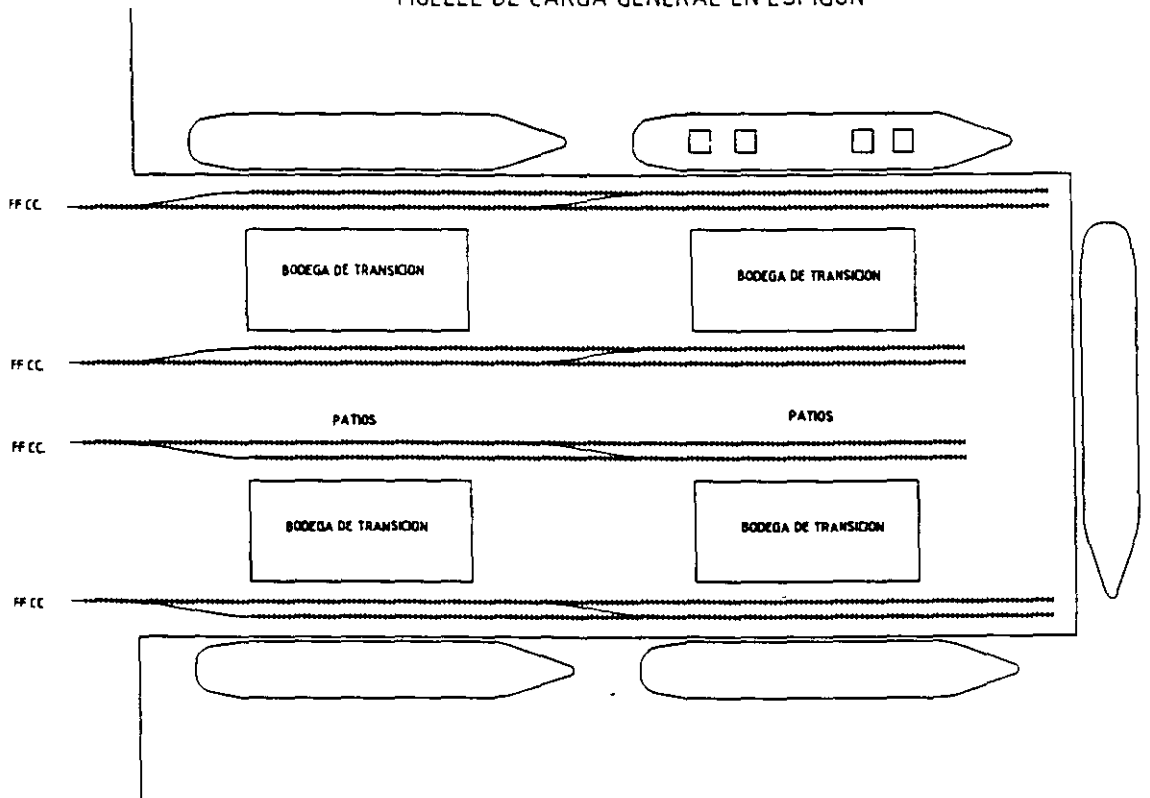


FIG 10.3

(figura 10.3.)

11.- TERMINAL DE CONTENEDORES

11.1.- TIPOS DE DIMENSIONES DE CONTENEDORES.

Definición.

De acuerdo a las normas internacionales de 150 (International Standardization Organisation) se define como contenedor a un elemento del equipo de transporte, que cumple con las siguientes disposiciones:

- a) De carácter permanente y por tanto suficientemente resistente para permitir su uso repetido.
- b) Especialmente ideado para facilitar el transporte de mercancías por uno o varios modos de transporte, sin manipulación intermedia de la carga.
- c) Provisto de dispositivos que permitan su fácil manejo y, en particular su transbordo de un medio de transbordo a otro.
- d) Diseñado de manera que sea fácil de llenar y vaciar.
- e) De un volumen interior de un metro cúbico (35.3 pies cúbicos), por lo menos.

Características:

Si bien los contenedores deben ser de construcción rígida, algunos son plegables, o pueden ser desmontables y posteriormente ser armados nuevamente. Pueden ser de acero, aluminio, madera contrachapada o fibra de vidrio, o de una combinación de éstos materiales. El contenedor puede tener una puerta en un extremo o en una pared lateral o estar descubierto en su parte superior para ser cargado y/o descargado. Los principales tipos de contenedores que se emplean actualmente son los de 20 pies, con un peso bruto de 20 tons. y los de 40 pies, con un peso bruto máximo de 40 tons. debido a su estanqueidad, los contenedores protegen la carga de la intemperie.

Clasificación:

De acuerdo a las normas 150, los contenedores de la serie 1 para carga general, se muestran en las siguientes tablas.

11.2.- CLASIFICACIÓN Y DIMENSIONES GENERALES.

La serie 1 de contenedores, tiene un ancho de, 2438 mm. (8 pies). La longitud se muestra en la tabla 11.1..

DIMENSIONES DE LA SERIE 1 DE CONTENEDORES

CLASIFICACION	ALTURA	LARGO	
		m.	ft.
1 AA	8' 6"	12	40
1 A	8'		
1 AX	8'. - X varia de 0 a 8'		
1 BB	8' 6"	9	30
1 B	8'		
1 BX	8'. - X varia de 0 a 8'		
1 CC	8' 6"	6	20
1 C	8'		
1 CX	8'. - X varia de 0 a 8'		
1 D	8'	3	10
1 DX	8'. - X varia de 0 a 8'		

(tabla 11.1.)

DIMENSIONES EXTERNAS Y. PESO MÁXIMO PERMISIBLE.

CLASIFICACION	LARGO			ANCHO		ALTURA			PESO BRUTO MAX. PERMISIBLE	
	mm.	pies	pul.	mm.	pies	mm.	pies	pul.	kg.	lb.
AA	12192	40		2438	8	2591	8	6	30480	67200
1 A	12192	40		2438	8	2438	8		30480	67200
1 AX	12192	40		2438	8	2438	8		30480	67200
1 BB	9125	29	11 1/4	2438	8	2591	8		25400	56000
1 B	9125	29	11 1/4	2438	8	2438	8		25400	56000
1 BX	9125	29	11 1/4	2438	8	2438	8		25400	56000
1 CC	6058	19	10 1/2	2438	8	2591	8	6	20320	44800
1 C	6058	19	10 1/2	2438	8	2438	8		20320	44800
1 CX	6058	19	10 1/2	2438	8	2438	8		20320	44800
1 D	2991	9	9 3/4	2438	8	2438	8		10160	22400
1 DX	2991	9	9 3/4	2438	8	2438	8		10160	22400

(tabla 11.2.)

DIMENSIONES INTERNAS.

Altura mínima	(1A, 1B y 1C) (1AA, 1BB y 1CC)	2197 mm.	68 1/2 pul.
		2350 mm.	92 1/2 "
Altura mínima de la puerta	(1A, 1B y 1C) (1AA, 1BB y 1CC)	2134 mm.	84 "
		2261 mm.	89 "
Ancho mínimo		2330 mm	91 3/4 "
Ancho mínimo de la puerta		2286 mm	90 "

(tabla 11.3.)

* La altura mínima no incluye a los contenedores refrigerados. los cuales tienen generalmente menor o igual a 2077 mm. (81 3/4").

** El ancho mínimo para contenedores refrigerados es 2200 mm. (86 5/8").

Los contenedores están diseñados para ser apilados hasta seis alturas en patios de almacenamiento (en la práctica cinco alturas, dependiendo de la velocidad de los vientos dominantes y reinantes). A bordo de las embarcaciones, la altura de estiba en bodega es de hasta nueve contenedores y sobre cubierta y tapa escotillas del 25 al 35% de la estiba en bodega, o sea de tres a cuatro contenedores, normalmente vacíos.

CONTENEDORES FUERA DE LAS NORMAS 150:

Los contenedores de 20' están diseñados para operar con carga bruta de 20,320 kg., sin embargo, en algunas rutas se manejan de 24,000 kg.

Los contenedores-tanque generalmente están diseñados para 24,000 kg., de peso bruto, pero existen de 25.000 kg., en las rutas marítimas de América del Norte se utilizan contenedores de 40' x 8' x 6" (2900 mm.). Los cuales no son utilizados en países con limitaciones de descarga por eje y gálibo de puentes.

CONTENEDORES SEALAND (35 PIES DE LARGO)

En este tipo de contenedores los puntos de izaje de las esquinas es diferente a los contenedores-150, por lo que hay que prever esto en el diseño del bastidor de izaje de los contenedores. Sea-Land introdujo un nuevo contenedor de 40' con doble sistema de izaje.

CONTENEDOR DE 45 PIES DE LARGO.

En las rutas entre Filipinas, Japón y EE.UU. se inició la utilización de este tipo de contenedores, por lo que se tendrá que estudiar su posible utilización en un futuro en nuestro país.

TIPOS DE CONTENEDORES 150.

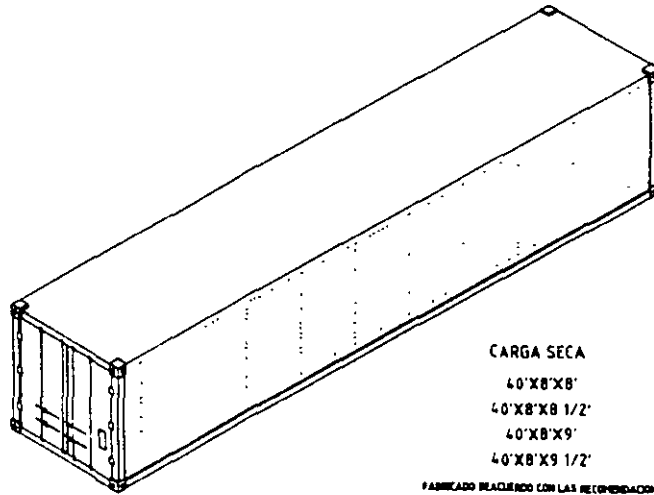
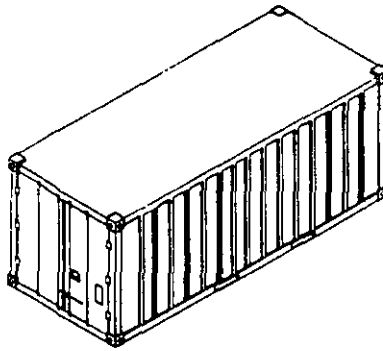
1.- Contenedores de Carga General.

Comprende los contenedores cerrados con puertas en un extremo y en las paredes laterales; los de techo abierto; los de paredes laterales abiertas; los de paredes y techo abierto, plataformas, media altura y los ventilados (no isotermos).

CARGA SECA

- 20'X8'X8'
- 20'X8'X8 1/2'
- 20'X8'X9'
- 20'X8'X9 1/2'

FABRICADO DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES Y ESTANDARES DE ISO Y ASA
CONTENEDORES ALCU APROBADOS POR GERMANISCHE LLOYD Y AMERICAN BUREAU OF SHIPPING
CONTENEDORES BSLU/EAQU APROBADOS POR LLOYDS REGISTER OF SHIPPING



CARGA SECA

- 40'X8'X8'
- 40'X8'X8 1/2'
- 40'X8'X9'
- 40'X8'X9 1/2'

FABRICADO DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES Y ESTANDARES DE ISO Y ASA
CONTENEDORES ALCU APROBADOS POR GERMANISCHE LLOYD Y AMERICAN BUREAU OF SHIPPING
CONTENEDORES BSLU/EAQU APROBADOS POR LLOYDS REGISTER OF SHIPPING

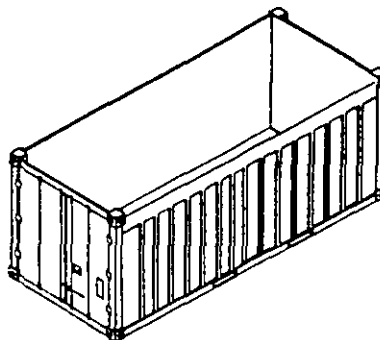
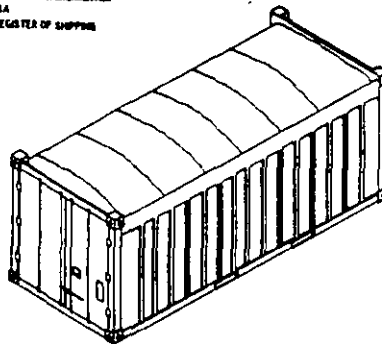
FIG. 2.11.1

(figura 2.11.1)

SIN TECHO

20'X8'X8'

FABRICADO DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES Y ESTANDARES DE ISO Y ASA
APROBADOS POR LLOYDS REGISTER OF SHIPPING



SIN TECHO

20'X8'X8'6"

FABRICADO DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES Y ESTANDARES DE ISO Y ASA
APROBADOS POR GERMANISCHE LLOYD AND AMERICAN BUREAU OF SHIPPING

FIG. 2.11.2

SIN TECHO

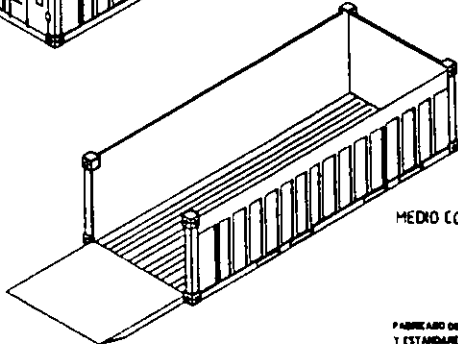
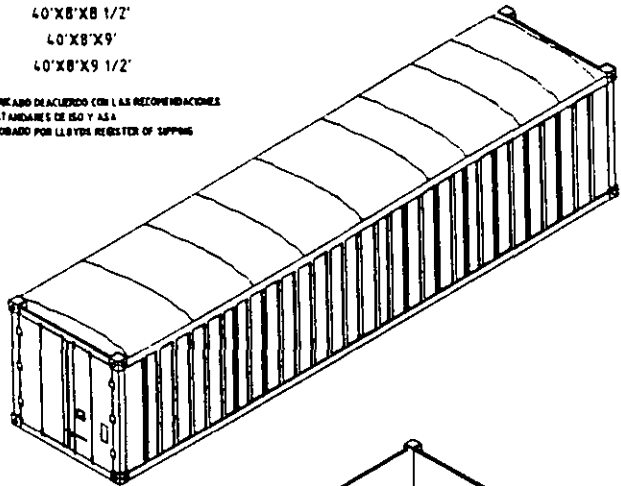
40'X8'X8'

40'X8'X8 1/2'

40'X8'X9'

40'X8'X9 1/2'

FABRICADO DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES
Y ESTANDARES DE ISO Y ASA
APROBADO POR LLOYD REGISTER OF SHIPPING



MEDIO CONTENEDOR CON RAMPA
20'X8'X4'
20'X8'X4'3"

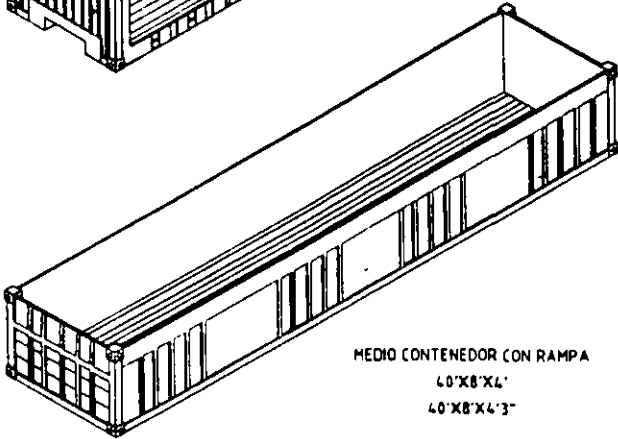
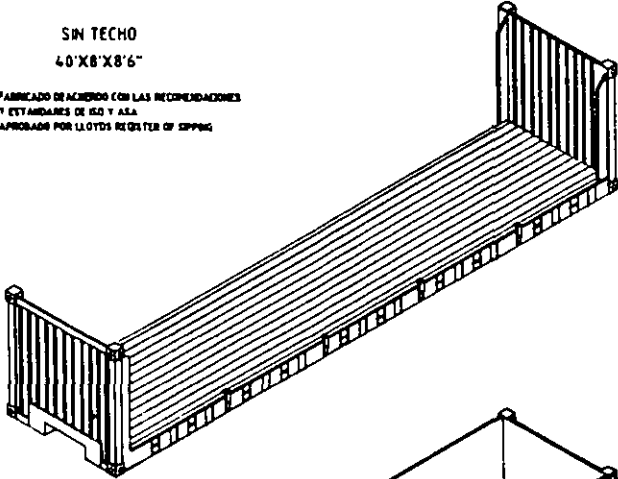
FABRICADO DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES
Y ESTANDARES DE ISO Y ASA
CONTENEDORES SILO APROBADOS POR GERMANISCHE
LLOYD Y AMERICAN BUREAU OF SHIPPING
CONTENEDORES SILO/PLACU APROBADOS POR
LLOYD REGISTER OF SHIPPING

PG. 2/14

SIN TECHO

40'X8'X8'6"

FABRICADO DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES
Y ESTANDARES DE ISO Y ASA
APROBADO POR LLOYD REGISTER OF SHIPPING

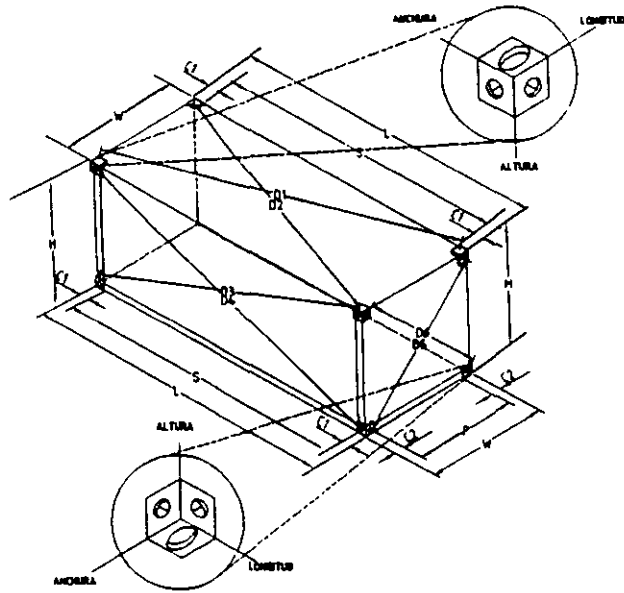


MEDIO CONTENEDOR CON RAMPA
40'X8'X4'
40'X8'X4'3"

FABRICADO DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES
Y ESTANDARES DE ISO Y ASA
APROBADO POR GERMANISCHE LLOYD Y AMERICAN BUREAU OF SHIPPING

PG. 2/14

POSICION DE LAS PIEZAS DE ESQUINA

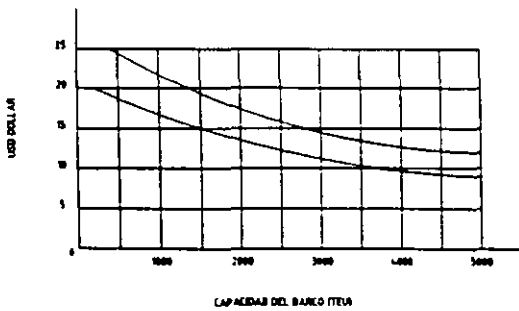


PIEZA DE ESQUINA SUPERIOR DE RECTA

FIG. 2.11.8.

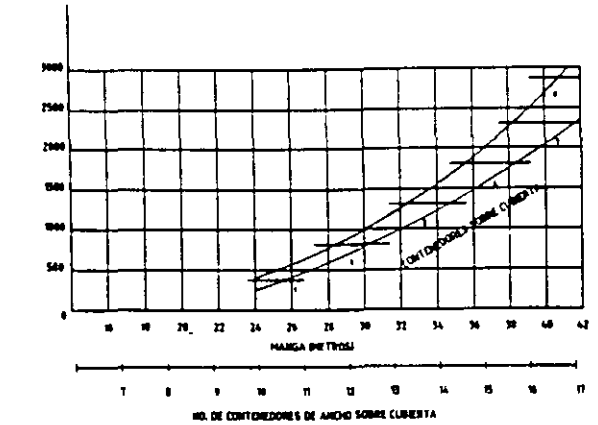
VALOR DE BARCOS PORTACONTENEDORES

COSTO DEL ESPACIO DE UN TETU EN FUNCIÓN DE LA CAPACIDAD DEL BARCO EN T. 1959/61



VALOR DE BARCOS PORTACONTENEDORES

CAPACIDAD DEL BARCO (TEU)



EFFECTO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE CONTENEDORES SOBRE CUBIERTA, EN FUNCIÓN DE LA MANGA DEL BARCO

TEU - Cajas en pulgadas contenedor equivalente a 20 pies de largo

SISTEMA PARA IZAJE Y FIJACION DE CONTENEDORES EN CUBIERTA DEL BARCO

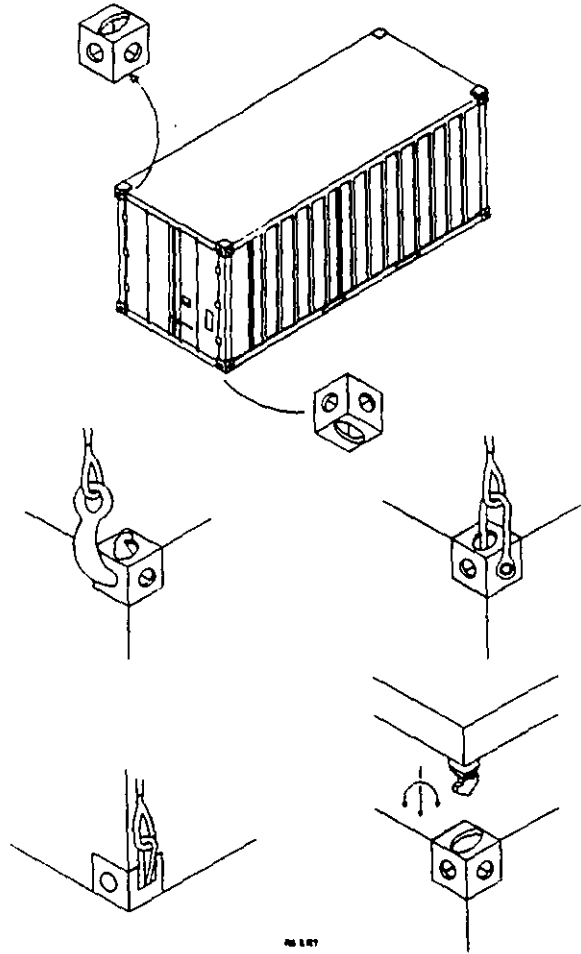
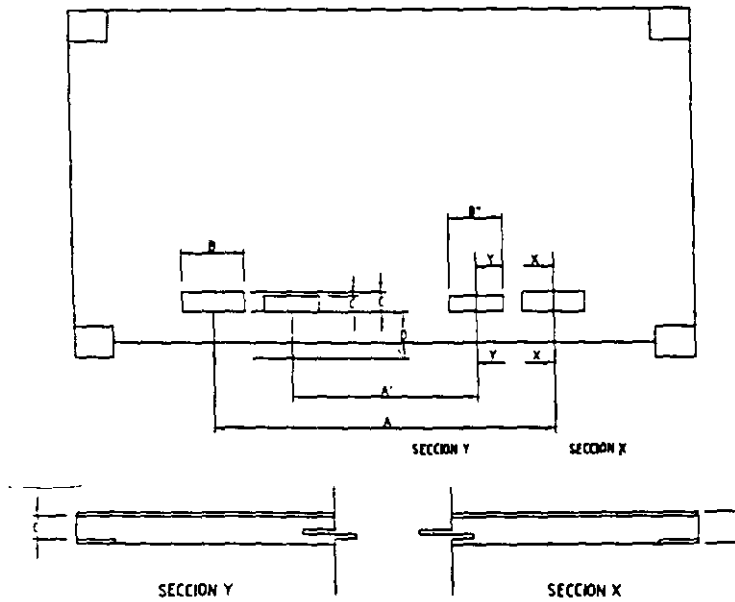


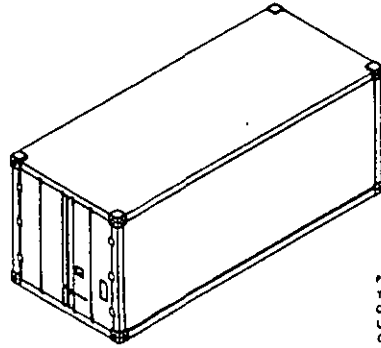
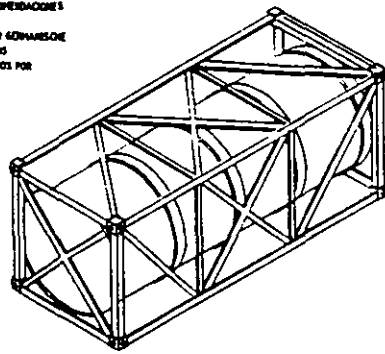
FIG. 1.07

DIMENSIONES DE TUNELES PARA HORQUILLAS DE MONTACARGAS



CONTENEDOR	DIMENSIONES													
	TUNELES PARA CARGA/DESCARGA DE CONTENEDORES CARGADOS								TUNELES PARA CARGA/DESCARGA DE CONTENEDORES VACIOS					
	mm				in				mm			in		
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	A	B	C
YTC	2260	750	175	20	89	31	4 1/2	0.0	600	305	102	10 1/2	12	1
Y	+50	mm	mm	mm	+2	mm	mm	mm	15	mm	mm	12	mm	mm
YD	990	345	102	20	39 1/2	12	1	0.0						
D	+50	mm	mm	mm	+2	mm	mm	mm						

FABRICADO DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES
 Y ESTANDARES DE ISO Y ASA
 CONTENEDORES ALCU APROBADOS POR GERMANISCHE
 LLOYD Y AMERICAN BUREAU OF SHIPPING
 CONTENEDORES DE ALU APROBADOS POR
 LLOYD REGISTER OF SHIPPING



150 TERMOS
 20'X8'X8'

FABRICADO DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES
 Y ESTANDARES DE ISO Y ASA
 CONTENEDORES ALCU APROBADOS POR GERMANISCHE
 LLOYD Y AMERICAN BUREAU OF SHIPPING
 CONTENEDORES DE ALU APROBADOS POR
 LLOYD REGISTER OF SHIPPING

FIG. 8.5.5.

PARTES DE UN CONTENEDOR

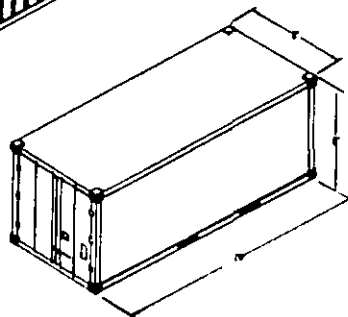
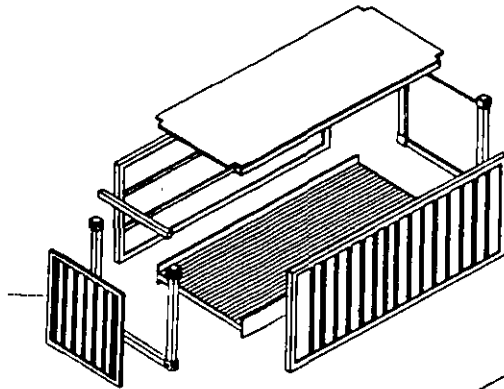
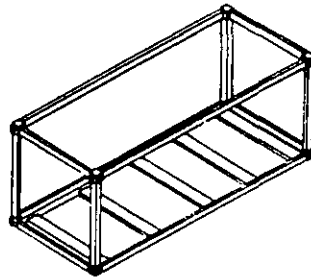


FIG. 8.5.6.

11.3.- TERMINAL DE CONTENEDORES.

ANTECEDENTES:

El sistema se inició en 1960 en EE.UU. por la compañía MATSON, empleando contenedores de 24' x 8' y 8' 6" de altura.

En 1965 se introdujo el sistema en Europa, y la Cía. MATSON en 1967, introdujo el manejo en Japón, éstos movimientos se iniciaron en barcos convencionales con grúas a bordo del barco, al mismo tiempo la Cia. SEELAND, con tractores y chasis, con grúas a bordo y en muelle introdujo esta versión en el manejo de contenedores de 35 x 8 x 8' 6". Posteriormente, dada la demanda en la utilización de los contenedores, se generalizó la utilización de grúas especializadas en muelle, equipos de transferencia y almacenamiento en patio y contenedores de 20 y 40' con sección de 8 x 8'. En México se introdujo el sistema en 1980 en el puerto de Veracruz e incipientemente en Lázaro Cárdenas.

Para la utilización de este sistema se tendrán que tomar en cuenta:

- La reducción de mano de obra, que varía de 3 a 1 ó 5 a 1, respecto a una terminal convencional de carga general.
- Una terminal de contenedores tiene un rendimiento en el manejo de carga del orden de 6 veces, respecto a una terminal de carga general, y con un costo de tres veces mayor. Por lo que el costo por tonelada manejada por efecto de las inversiones realizadas, equivale a la mitad.

Planeación de una terminal de contenedores.

1.- Flujo de carga. Actividades de la terminal.

- Carga/descarga de contenedores.
- Recepción y despacho de contenedores vía transporte terrestre.
- Almacenamiento en patio.
- Consolidación y desconsolidación de contenedores.
- Mantenimiento y conservación de contenedores, vehículos y equipos de manipulación de carga.

En la siguiente figura se muestra el flujo de la carga en una terminal.

FLUJO DE CONTENEDORES DE EXPORTACION E IMPORTACION

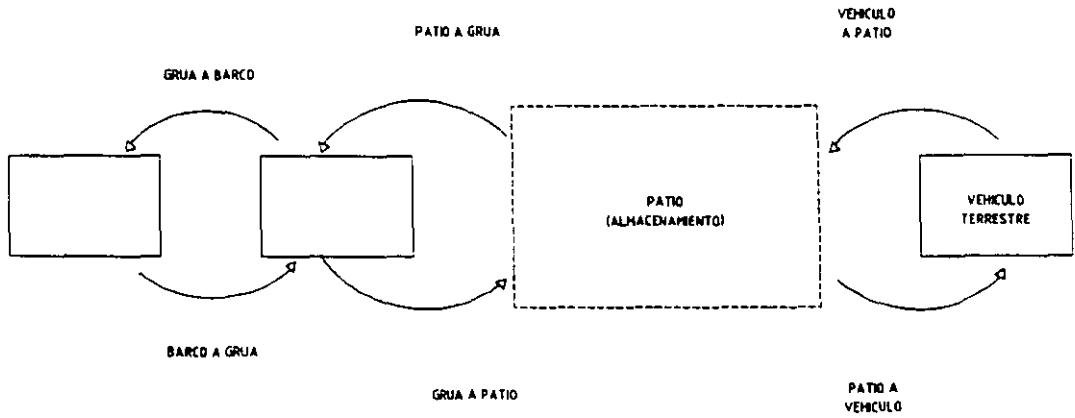


FIG 2.11.11

Las figuras muestran las líneas de flujo de contenedores de exportación y de importación.

FLUJO DE IMPORTACION DE CONTENEDORES

NO	CONCEPTO	CONSIGNATARIO	BODEGA DE DESCONSOLIDACION	PATIO	BARCO
1	DESCARGA			○ ← ○	○ → ○
2	ENTREGA	○ ← ○			
3	REGRESO CONTENEDOR VACIO AL PUERTO	○ ← ○	VACIO → ○		
4	TRASLADO CONTENEDOR CARGADO		○ ← ○		
5	REGRESO CONTENEDOR VACIO	○ ← ○			
6	TRASLADO CONTENEDOR VACIO		○ ← ○		
7	TRASLADO POR CUARENTENA			○ → ○	
8	REUBICACION DE CARGA			○ → ○	○ → ○

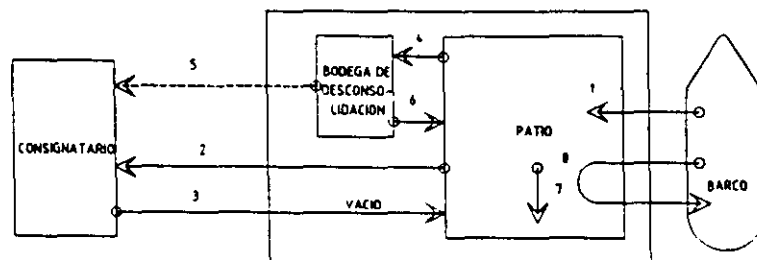
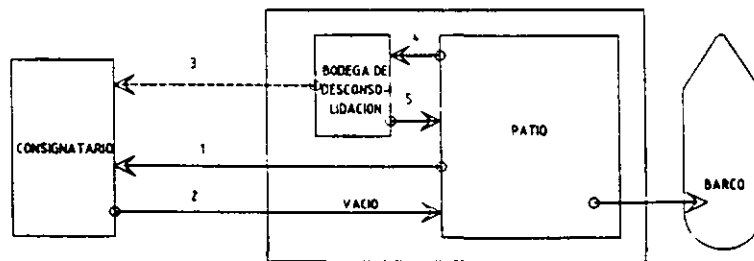
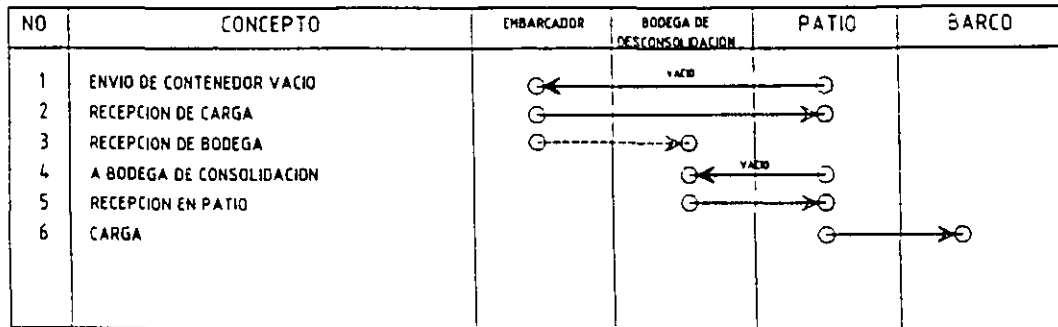


FIG 2.11.12

FLUJO DE CONTENEDORES DE EXPORTACION



(figura 11.13.)

2.- Aspectos Generales.

- La terminal se proyectará de tal manera que los barcos porta-contenedores no tengan estadias prolongadas en espera de muelle.
- Que las operaciones de carga/descarga se puedan efectuar las 24 horas del día y durante todo el año.
- Disponer de amplias zonas de almacenamiento, dotadas de acceso carretero y ferroviario.

3.- Localización.

- El volumen previsto de tráfico determinará la longitud de atraque y la extensión de los patios de almacenamiento de contenedores.
Nota.- Con frecuencia, la importancia de las áreas de almacenamiento de contenedores, impide la utilización de los muelles convencionales de carga general, por sus dimensiones reducidas.
- Las condiciones físicas influyen en la localización, por lo que la zona elegida debe estar protegida de la agitación, ya que el manejo de contenedores requiere una posición estable del barco (altura máxima de la ola de 0.75 m.). La

calidad del suelo es importante por las grandes descargas producidas por los contenedores apilados y el equipo de manejo.

- Es deseable que la localización de la terminal no provoque largos trayectos del barco entre la bocana del puerto y la terminal para reducir el tiempo en puerto.
- Se deberá contar con reserva territorial para ampliación de patio y prever el aumento en el tamaño de los barcos.

La siguiente figura muestra una distribución general de una terminal.

4.- Muelles.

- Si la predicción del tráfico indica la posibilidad del envío de embarcaciones de la 3a. generación, deberá preverse una profundidad de 13 a 14 m.
- Los barcos de la 2a. generación requieren 11 m. de profundidad.
- El muelle deberá contar con una vía para la grúa porta-contenedores, cuyo peso fluctúa entre 500 - 800 tons., y cuya altura es de hasta 80 m. con el brazo de carga elevado.
- La longitud media de un atraque varía de 250 a 300 m. para los barcos de 2a. y 3a. generación. En el caso de requerirse varios tramos de atraque, éstos deberán tener el mismo alineamiento para poder desplazar las grúas porta-contenedores de un tramo a otro.
- Para el empleo de barcos porta-contenedores alimentadores que comuniquen puertos pequeños con grandes terminales, es conveniente prever atraques de menores dimensiones, sin interferencia en su manejo.
- La utilización cada vez mayor a nivel mundial de barcos mixtos, es decir Lo/Lo y Ro/Ro, en donde el autotransporte juega un papel preponderante obliga a prever rampas fijas en un extremo de la terminal o bien el uso de rampas flotantes móviles.

5.- Patios.

- Una de las características del sistema de transporte por contenedores es la gran extensión de terreno necesaria para almacenamiento.
- Cuando se inician las operaciones en una terminal y hasta 20 000 TEU. Se requieren del orden de 300 m. de ancho, llegando a 500 m. para un manejo de 100 000 TEU/año por terminal.

- Cuando existe un gran movimiento de contenedores vacíos, las experiencias en otras partes del mundo fijan a 600 m. el ancho del patio.
- Un patio de contenedores, se compone de tres partes principales:
 - A. Zona de preparación del plan de carga (instalaciones de control).
 - B. Zona de almacenamiento de contenedores.
 - C. Circulación de vehículos y equipo.

Las diversas áreas de la terminal se definirán en función de los volúmenes previstos de contenedores de importación y explotación, con carga y vacíos para contenedores de 20 ó 40', refrigerados o con cargas peligrosas, áreas para los que requieren reparación y fundamentalmente el tipo de equipo para la transferencia y estiba de contenedores.

Por regla general a una mayor densidad de almacenamiento de contenedores. se requiere una administración rigurosa y un mayor valor del equipo para la estiba a gran altura.

El conjunto de patios debe proyectarse de manera uniforme para poder modificar los límites de las diversas áreas, de acuerdo con la demanda de los flujos de los tipos de contenedores que se manejen.

Es importante proyectar adecuadamente los patios para obtener un dren de aguas pluviales eficiente y alumbrado general que permita el trabajo nocturno con seguridad y eficiencia. Estos conceptos representan del orden del 30% del costo de los patios, y los patios tienen un costo en su totalidad de aproximadamente similar al del muelle.

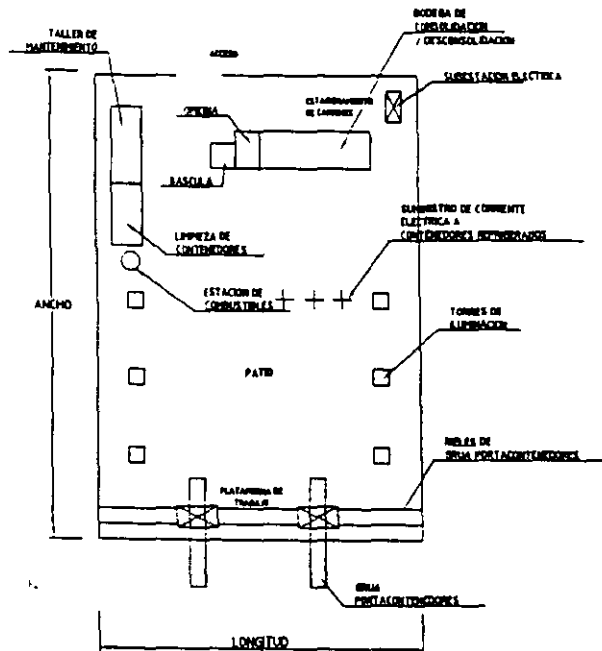
6.- Comunicaciones terrestres.

Dado que el ritmo del transbordo del sistema de transporte terrestre es menor que la carga/descarga de barcos, la terminal debe contar con una vialidad expedita y con estacionamientos de vehículos terrestres para evitar congestionamientos.

El dimensionamiento de la vialidad, tanto carretero como ferroviario estará en función del volumen de carga del tráfico marítimo.

El proyecto detallará la operación ferroviaria, la cual estará formada por tres vías, equipadas con grúas sobre rieles que permita la carga/descarga de vagones. Las vías pueden instalarse ya sea perpendicularmente o paralelas al muelle, lo cual dependerá de la dirección de ampliación de la terminal, dado que es deseable no cortar los patios de almacenamiento con vías férreas, generalmente se localizan éstas, al fondo de la terminal, es decir, en el extremo contrario a la dirección de ampliación de patios.

DISTRIBUCION GENERAL DE UNA TERMINAL DE CONTENEDORES



(figura 11.14.)

EQUIPAMIENTO DE UNA TERMINAL DE CONTENEDORES.

Una vez concluidos los estudios económicos a nivel nacional y regional que determinen la necesidad de contar con una terminal de contenedores, su desarrollo puede ser por etapas.

La primera comprende la planeación general de la terminal, incluyendo largo y profundidad del muelle, extensión de áreas de tierra y los accesos terrestres. El muelle de referencia deberá estar con la preparación para los rieles de tránsito de una grúa de pórtico portacontenedores, los patios para almacenamiento de contenedores y la bodega de consolidación y desconsolidación de contenedores. En esta etapa se pueden utilizar las grúas del barco, una grúa móvil sobre camión y el equipo para transferencia y estiba.

La segunda etapa consiste en que una vez logrado el manejo mínimo de contenedores por año para ser rentable la grúa, se analice al sistema de equipamiento total más adecuado.

Una grúa porta-contenedores de pórtico puede manejar un promedio de 20 a 30 contenedores por hora y aproximadamente 40,000 contenedores al año.

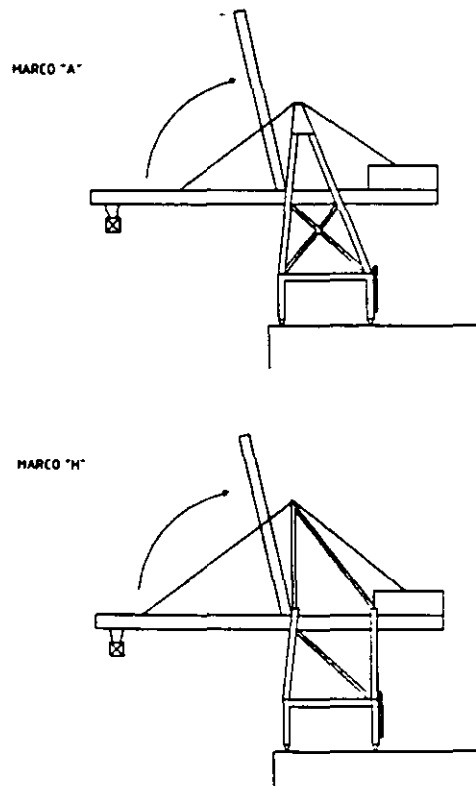
La selección de las dimensiones de grúa porta-contenedores depende principalmente, del tamaño de los barcos a los que servirá la carga útil, varía de 30 a 40 tons., el alcance va de 25 m. para barcos pequeños de hasta 40 m. para barcos de la 2a. y 3a. generación.

Las condiciones de operación fijan separación entre rieles que dependen de la decisión de pasar vías bajo el pórtico. Dicha separación varía entre 15 y 20 m.

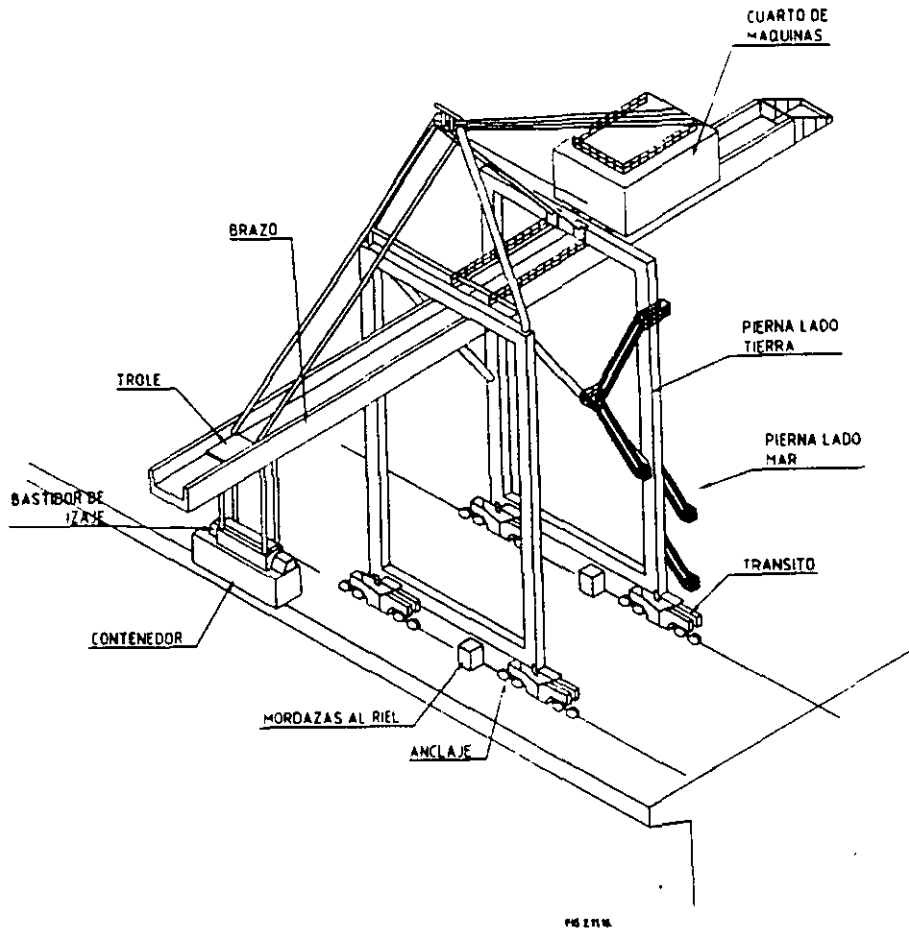
El número de grúas de pórtico depende del tráfico que se reciba. y es proporcionalmente más elevado para un número reducido de tramos de atraque. En general es necesario una grúa más que el número de tramos de atraque, es decir, dos grúas para un tramo, tres grúas para dos tramos, etc.

Las siguientes figuras, muestran dimensiones; detalles de construcción y operación de una grúa portacontenedores.

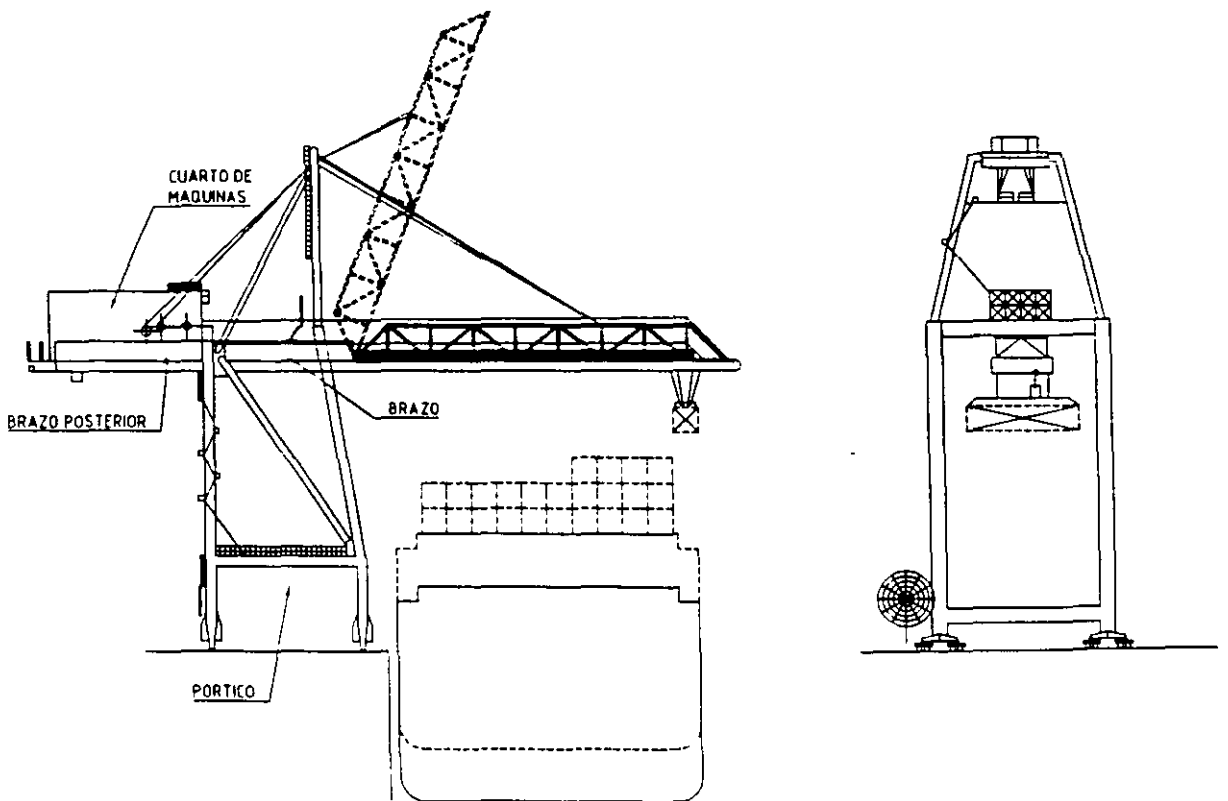
TIPO DE GRUAS PORTACONTENEDORES



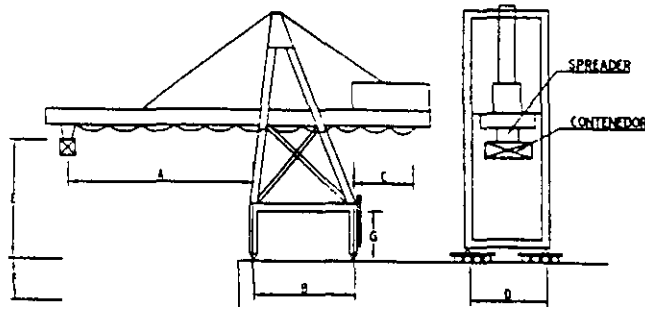
(figura 11.15)



VISTA GENERAL DE UNA GRUA PORTACONTENEDORES



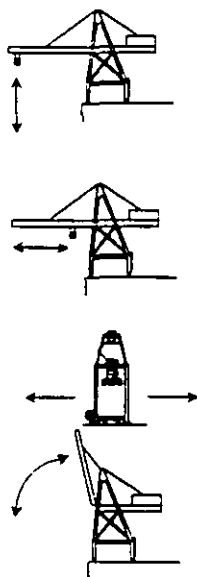
DIMENSIONES DE UNA GRUA PORTACONTENEDORES



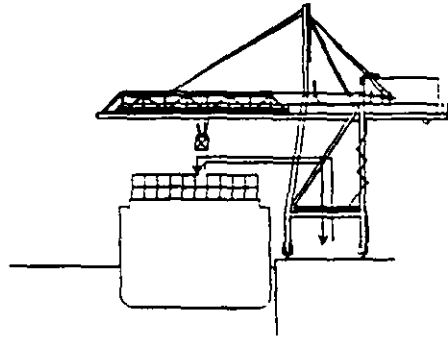
CONCEPTO	FACTORES	DIMENSIONES	
A BRAZO	MANGA	500 TEU 1000 TEU 2000 TEU	27.5 m 30.5 m 35.5 m
B SEPARACION CABLES	ESTABILIDAD NO DE CARRILES DE EQUIPO DE TRANSFERENCIA	2 LINEAS 3 LINEAS	13 m 18.5 m
C BRAZO POSTERIOR		1 LINEA 2 LINEAS	4 m 9.5 m
D ANCHO	LARGO DEL CONTENEDOR	40'	14.5 m
E ALTURA SOBRE MUELLE	CALADO	500 TEU 1000 TEU 2000 TEU	21 m 22 m 25 m
F ALTURA ELEVACION BAJO MUELLE	CALADO	500 TEU 1000 TEU 2000 TEU	9 m 10.5 m 12 m
G ALTURA DEL EQUIPO DE TRANSFERENCIA		PARA 8'6" PARA 9'6"	10 m 11 m

PIERO

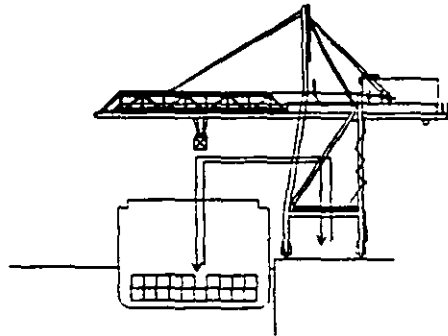
VELOCIDADES DE OPERACION



OPERACION	VELOCIDAD		REQUERIMIENTOS DE ENERGIA ELECTRICA (APROXIMADAMENTE)
	VACIO	CARGADO	
IZAJE	70-120 m/min	35-50 m/min	330 kw
TRANSLACION CONTENEDOR	120-150 m/min		75 kw
TRANSLACION GRUA	.ABT. 45 m/min		8 X 12.5 kw
BRAZO	7-9 min/cycle		75 kw



CICLO DE DESCARGA EN CUBIERTA DEL
BARCO... 110 SEC.
(32 UNITS/HOUR)

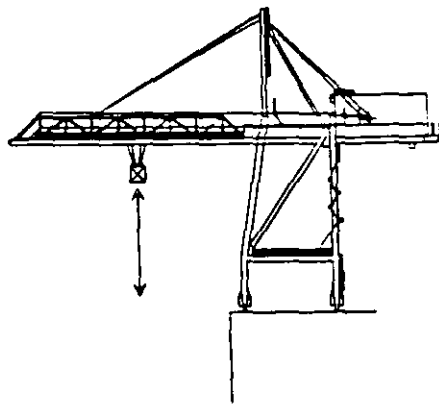


CICLO DE DESCARGA EN BODEGA DEL
BARCO... 150 SEC.
(24 UNITS/HOUR)

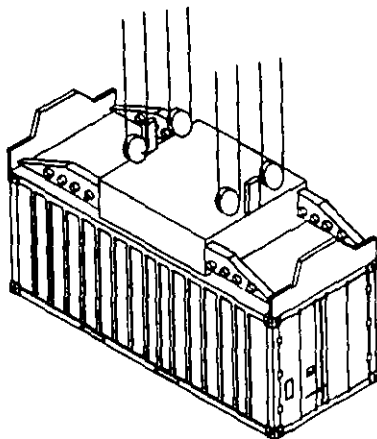
FIG 2.11.20

CONDICIONES DE VIENTO

VELOCIDADES DE VIENTO ≤ 16 m/sec.
(km/h)



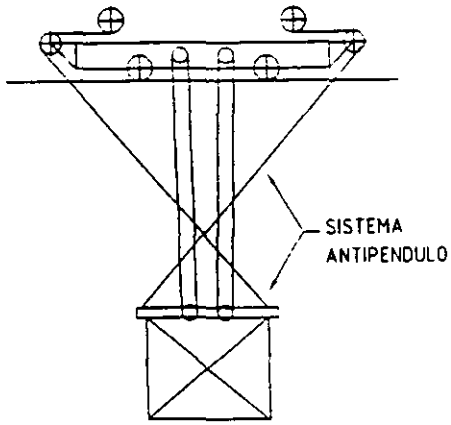
EN OPERACION



CARGA DE IZAJE

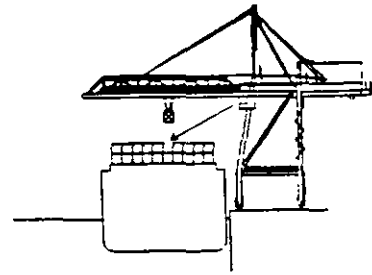
CARGA DE IZAJE
= PESO BASTIDOR (8-10 TON)
+ PESO CABLES
+ MARGEN DE SEGURIDAD
CARGAS BAJO BASTIDOR DE IZAJE (SPREADER)
= PESO CONTENEDOR + MARGEN DE SEGURIDAD

FIG 2.11.21



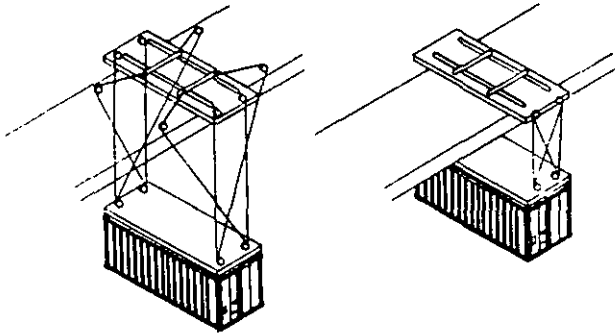
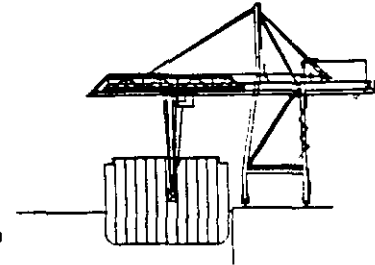
FIJO EN LA PIERNA LADO MAR DE LA GRUA

- BUENA VISIBILIDAD EN CUBIERTA DE BARCO



FIJO DE EL TROLE

- BUENA VISIBILIDAD EN BODEGA DEL BARCO
- SISTEMA MAS EMPLEADO



MOVIL

- SE ELIGE LA MEJOR VISIBILIDAD
- ALTO COSTO

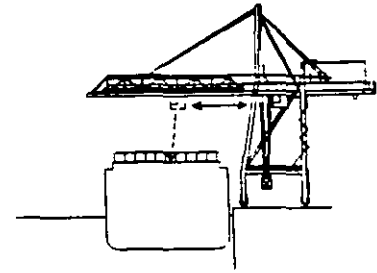


FIG 2.11.22

IZAJE DOBLE

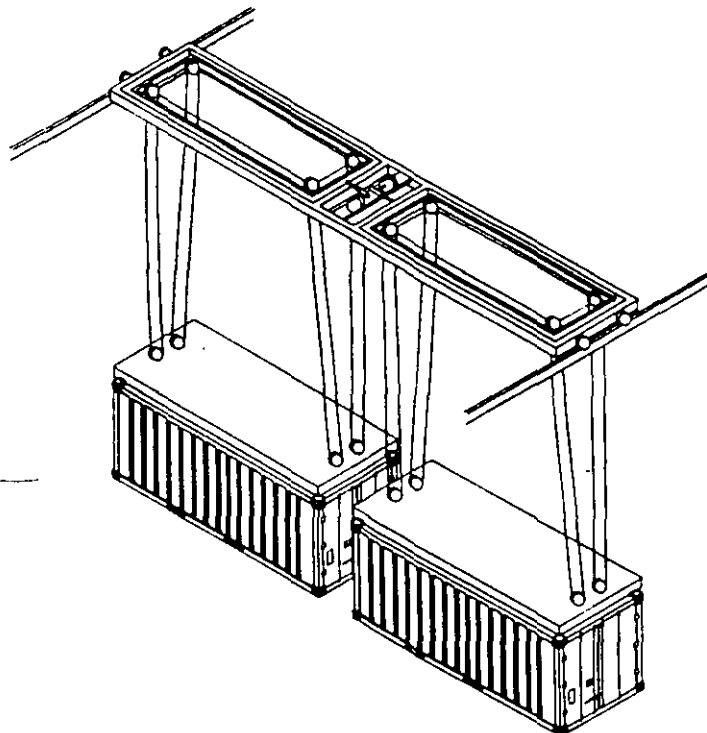
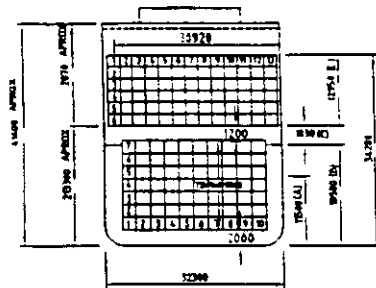


FIG 2.11.23

DIMENSIONES BASICAS DE GRUAS DE MUELLE (PORTAINER), PARA MANEJO DE CONTENEDORES

BUQUE PANAMAX

EL CROQUIS REPRESENTA UN BUQUE PANAMAX TÍPICO. CUYAS DIMENSIONES VAN A DICTAR EL ALCANCE Y LOS RECORRIDOS DEL SPREADER Y ASTRON DE LAJE DE UNA PORTAINER GRUA PORTACONTENEDOR DE PARELLEL QUE DEBA SERVIRLO.



LAS COTAS RELACIONADAS CON LA ALTURA DE LOS CONTENEDORES SE REFIERE A CONTENEDORES DE 8'6" (2590mm). EL BUQUE DEL CROQUIS TIENE 3 ALTURAS EN CUBIERTA Y EN LA AZEQUA. OTRAS VERSIONES PANAMAX CONSERVAN LAS MEDIDAS DE CONTENEDORES Y SOLO VARIAN LAS MARCADAS CON LAS LETRAS EN EL CROQUIS, QUE APARECEN EN LA SIGUIENTE TABLA:

VERSION	A	B	C	D	E
3 EN BODEGA, 4 EN CUBIERTA	11.500	21.500	2.430	10.360	20.782
1 EN BODEGA, 3 EN CUBIERTA	12.000	24.300	2.700	7.700	23.700

LA COTA --A-- ES EL CALADO MÁXIMO DEL BUQUE. ESTA COTA ES 4.500mm EN LASTRE PARA CUALQUIERA DE LOS TIPO PANAMAX.

EL PUNTO --B-- REPRESENTA EL CENTRO DE LA PARTE SUPERIOR DEL CONTAINER NO. 1 Y LA COTA DE 30.770mm ES LA DISTANCIA DE ESTE CENTRO AL COSTADO OPUESTO DEL BUQUE. Y ES UNA MEDIDA Fija PARA CALCULAR EL ALCANCE DEL PORTAINER.

ALCANCE DE UNA GRUA DE MUELLE

COMO EL BUQUE ARMADO TIENE BALANCEO PARA ESPECIFICAR EL ALCANCE DE UNA PORTAINER DEBEMOS TENER EN CUENTA ESTAS CONSIDERACIONES QUE SE TOMAN DEL LA ALTURA DE LAS DEFENSAS Y LA DISTANCIA DEL REEL DE LA GRUA LADO MAR AL PARAMENTO DE ATRAQUE DEL MUELLE.

ASI EL ALCANCE SERA:

$$A + 30.770 + 0 = 0 + 0 + 1.200 + 30 = 0$$

0 = ALTURA DE LAS DEFENSAS

0 = DISTANCIA DEL REEL DE GRUA AL PARAMENTO DE ATRAQUE

0 = DISTANCIA DE LA LINEA DE PLATACON A LA PARTE SUPERIOR DEL CONTENEDOR MAS ALTO.

0 = DISTANCIA ADICIONAL QUE SE TOMA COMO SEGURIDAD NORMALMENTE ENTRE 750 Y 1.250mm.

PARA CALCULAR Y DIBUJAR EL ESQUEMA DEL BUQUE PANAMAX LA AL TUBA PARA PAPA DA 2000 PERO EL CALADO MINIMO 10.500 (CON LO QUE CON UN CALCULO MUY CONSERVADOR, $1 + 34.300 + 0.500 = 37.700$)

$$1 + 30.770 = 27.700 + 0.5236 = 1.154mm$$

con lo que el alcance de A = 30.770 + 1.154 = 31.924mm

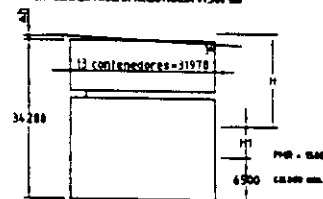
$$con B = 1.000mm, A = 33.374 = 0 = 0$$

PD 1.1.1.1.1.

ALTURA BAJO BASTIDOR DE IZAJE (SPREADER)

EL MÁXIMO ESPACIO LIBRE DE NECESITARA (EN LA PLEAÑA MÁXIMA REGISTRADA (PMB) ADEMÁS HABRA QUE CONTAR EL INCREMENTO DE ALTURA QUE PRESENTE EN EL CONTENEDOR DETRÁS DEL BALANCEO DE 30 DEL BUQUE ARMADO. ASI LA ALTURA BAJO SPREADER SERA: $34.280 - 4.500 + 31.770 / 12 = 32.300$ mm. CON LA PLEAÑA MÁXIMA REGISTRADA (PMB) DE 1.500 mm.

COMO SEGURIDAD PARA EL VALOR PMB SE TOMARA LA PLEAÑA MÁXIMA REGISTRADA + 1.500 mm.

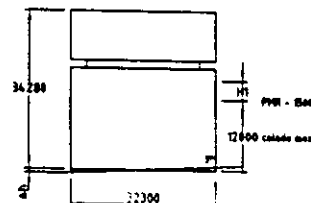


RECORRIDO TOTAL DEL SPREADER

PARA Hallarlo HABRA QUE CONSIDERAR AL BUQUE CON SU CALADO MÁXIMO (12.000 mm) EN LA BAJA MAR REGISTRADA (BMD) Y EL INCREMENTO DE RECORRIDO QUE SUPONGAN EN EL FONDO DE LA CELDA MAS ALEJADA DE LOS 30 DE BALANCEO DEL BUQUE PARTIENDO DE LA ALTURA H BAJO SPREADER. TENDREMOS CONSIDERANDO QUE LA PARTE SUPERIOR DEL CONTENEDOR MAS PROPICUADO ESTA A (VER CROQUIS PANAMAX) 2.000 mm SOBRE EL FONDO DEL BUQUE.

$$R = H - (2.000 - 12.000 + 31.770) = 2.000 - 2.500 + 28.877 - 0.462 = 2.800 - 2.500 + 28.877 - 0.462 = 28.877 - 0.462 = 28.415$$

CON ESTA FORMULA AL HABER CONSIDERADO H CON LA PMB = 1.500 mm. TENDREMOS UN RECORRIDO TOTAL DEL SPREADER CON MAS DE 3.000 mm DE SEGURIDAD PUES MENOS CONTADO 32.300mm COMO ANCHO DE LAS CELDAS (CUANDO EN REALIDAD ESTE ANCHO ES DE 29.300mm).



DISTANCIA DEL REIEL LADO MAR A LA BANDA DE ATRAQUE

DEPENDE DE LA FORMA DE LA PRUA DE LOS BARCOS QUE ATRAQUEN Y LA DISTANCIA DEBE CALCULARSE DE FORMA QUE SE EVITE LA COLISION DE LA ZONA DE PRUA DEL BUQUE CON LAS PATAS DE LA GRUA O CON LOS PROTÉS DEL MUELLE CUANDO EL BUQUE SE APROXIMA CON UN ANGULO DE APROXIMADAMENTE 20°.

EN PORCENTAJE, RESPECTO A LOS MUELLES YA CONSTRUIDOS TENDREMOS LAS SIGUIENTES OTRAS INDICATIVAS.

DISTANCIA DEL REIEL LADO MAR AL PARAMENTO DE ATRAQUE					
< 2.000	3 - 3.500	3.51 - 4.000	4.01 - 4.500	4.51 - 5.000	> 5.000
5%	12%	17%	24%	30%	37%
PORCENTAJE DE MUELLES CON ESTA DISTANCIA					

GRUA DE MUELLE PARA BARCOS POST-PANAMAX

PARA LA DETERMINACION DEL LARGO DEL BRAZO LADO MAR SE TOMARA EN CUENTA QUE EL BARCO ALMACENA SOBRE CUBIERTA 3 CONTENEDORES.

PD 1.1.1.1.1.

FACTORES DE CONVERSION

CONVERSION DE MEDIDAS	PARA PASAR DE A	A PARA PASAR DE	MULTIPLIQUESE POR DIVIDASE POR
LONGITUD	MILLAS TERRESTRES	KILOMETROS	1.609
	MILLAS MARINAS	KILOMETROS	1.852
	PIES	METROS	0.305
	PULGADAS	CENTIMETROS	2.54
SUPERFICIE	PIES CUADRADOS	METROS CUADRADOS	0.0929
	PULGADAS CUADRADAS	CENTIMETROS CUADRADOS	6.4516
PESO	PIES CUADRADOS	PULGADAS CUADRADAS	14.4
	LIBRAS	KILOGRAMOS	0.4536
	LONG TON	TONELADA METRICA	1.016
	SHORT TON	TONELADA METRICA	0.9071
VOLUMEN	LONG TON	SHORT TON	1.1201
	PULGADAS CUBICAS	CENTIMETROS CUBICOS	16.3871
	PIES CUBICOS	METROS CUBICOS	0.0283
	PIES CUBICOS	PULGADAS CUBICAS	1728.0
PRESION	GALONES USA	LITROS	0.2642
	GALONES IMPERIALES UK	LITROS	0.83
VELOCIDAD	LIBRAS/PIE CUADRADA	KILOGRAMOS/CENTIMETRO CUADRADO	0.07
	LIBRAS/PIE CUADRADO	NEWTON/METRO CUADRADO	0.13
	NEWTON/METRO CUADRADO	KILOGRAMOS/METRO CUADRADO	0.0001
VELOCIDAD	METROS ANUNTO	KILOMETROS/HORA	0.30
	KILOMETROS/HORA	METROS POR SEGUNDO	0.2778

CONVERSION DE TEMPERATURAS °C/°F



FIG. 11.27

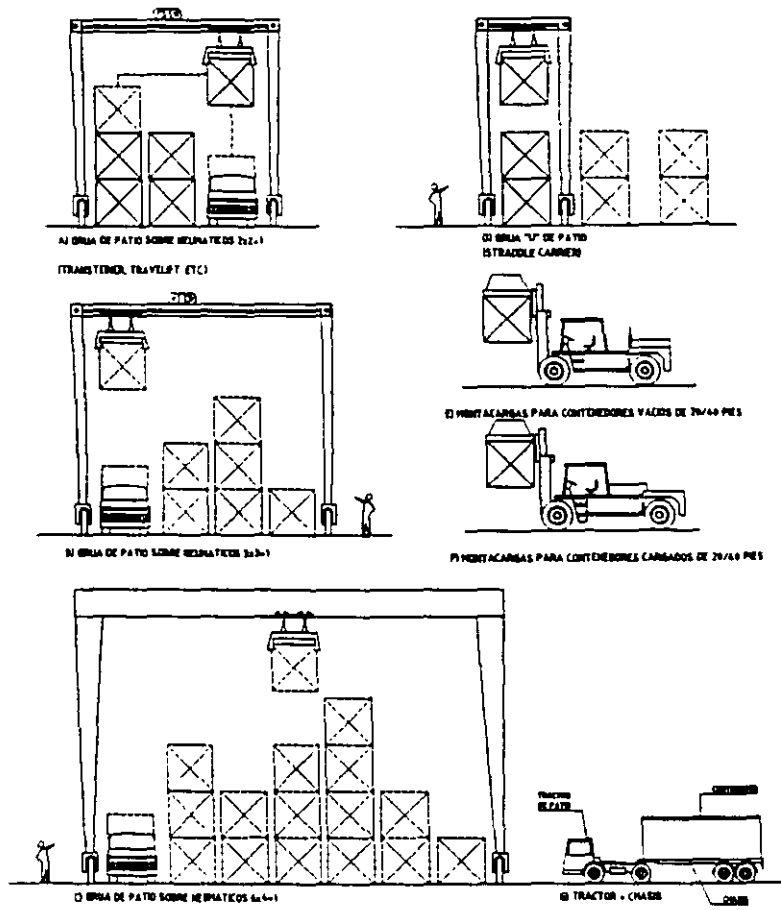
(figura 11.27.)

SISTEMA DE MANEJO DE CONTENEDORES EN PATIO.

Los sistemas de manejo, se pueden dividir en:

- A. Sistemas de chasis.
- B. Sistemas de grúas "U" de patio (straddle carrier).
- C. Sistema de montacargas.
- D. Sistema de Grúa Pórtico de patio sobre neumáticos (Transteiner, travelift, etc.).
- E. Sistema de Grúa de patio sobre rieles (Transteiner, travelift, etc.).

EQUIPO PARA EL MANEJO DE CONTENEDORES



(figura 11.28.)

A continuación se describen los diversos sistemas:

A.- Sistema de chasis.

La grúa porta-contenedores deposita el contenedor sobre el chasis, que un tractor transporta al patio, el cual es almacenado sobre el chasis. Este sistema es el empleado por la Compañía SEA-LAND y presenta las siguientes ventajas.

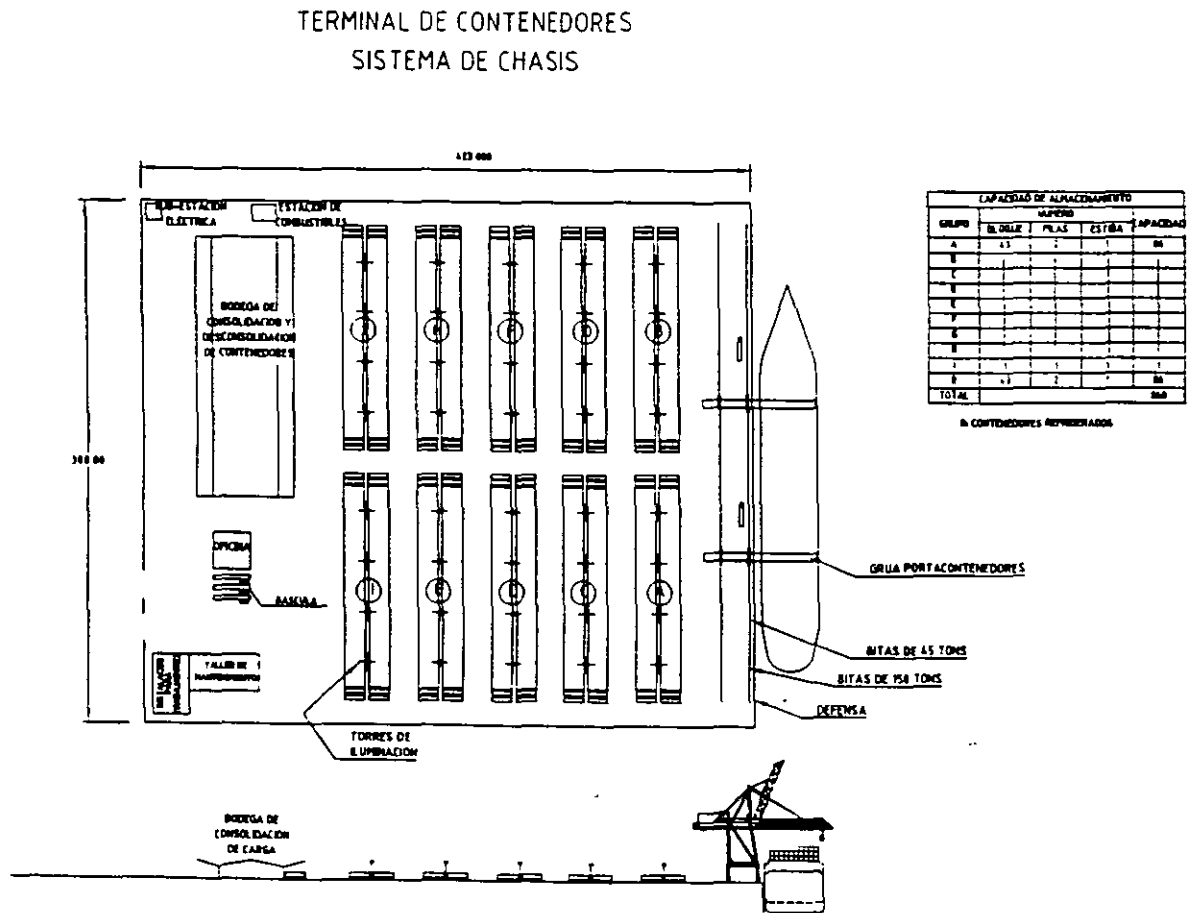
1. Los contenedores se manejan con mayor facilidad y rapidez que con cualquier sistema. El manejo de contenedores por año es del orden de 2 a 3 veces el de los otros sistemas.
2. Se reduce la frecuencia de movimientos directos de los contenedores, por lo que se reducen a un mínimo los daños.
3. Dado que no existen vehículos pesados, la superficie de rodamiento no demanda una pavimentación para servicio pesado.

Desventajas:

1. Se requieren tantos chasis como contenedores en patio, lo que elevará el valor inicial del equipamiento.
2. Dado que los contenedores no pueden apilarse en capas múltiples, los patios son de gran amplitud. Lo cual aumenta la inversión en instalaciones y servicios en tierra.
3. Los chasis no sólo se utilizan internamente en los patios, sino también fuera del mismo, por lo que requieren ser chasis de carretera con alto valor y costo de mantenimiento.

Este sistema requiere de 40 m²/TEU de patios.

En la siguiente figura se muestra una terminal operada bajo el sistema de chasis.



(figura 11.29.)

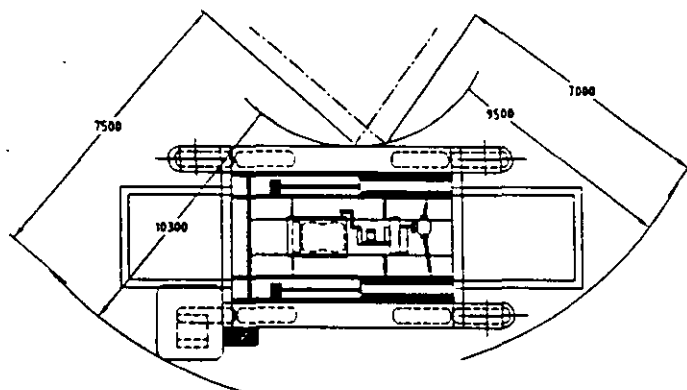
B.- Sistemas de Grúas Transportadoras de patio (STRADDLE CARRIER)

Esta grúa de patio, estructuralmente es en forma de "U" invertida y transita sobre 8 llantas orientables a 90°, lo que le confiere una gran maniobrabilidad.

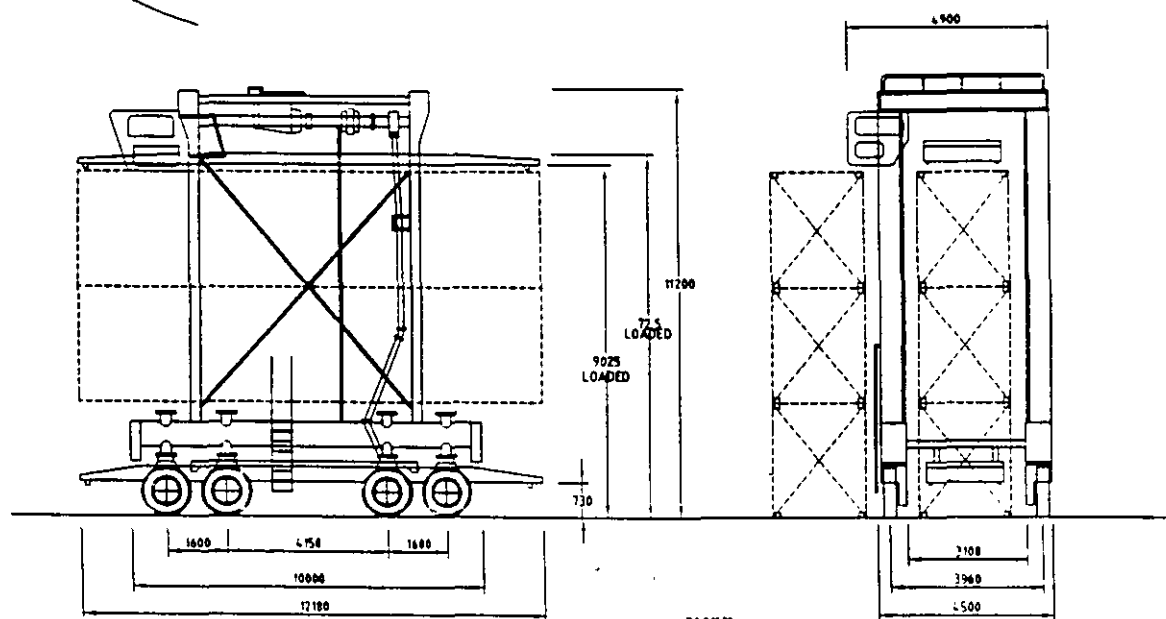
El almacenamiento puede hacerse a dos alturas: su poca velocidad de transiación (15 Km./hr.) limita su utilización al almacenamiento de contenedores en el patio propiamente dicho, o en el patio de preparación de carga próximo a la grúa porta-contenedores.

Para la transferencia de contenedores de la grúa al patio se emplean tractores y chasis. Los chasis pueden ser de "patio" que no salen de la terminal, por lo que no requieren suspensión ni frenos lo que reduce la inversión.

Actualmente existen del orden de 500 terminales de contenedores en el mundo, de las cuales el 40% utilizan este sistema.



GRUA "U" DE PATIO
(STRADLE CARRIER)



Ventajas:

1. Es flexible hacer frente a las modificaciones de la distribución de contenedores en los patios.

2. Es posible despachar rápidamente los contenedores.
3. Dado que los contenedores pueden apilarse en capas múltiples, se utilizan en forma eficiente los patios.

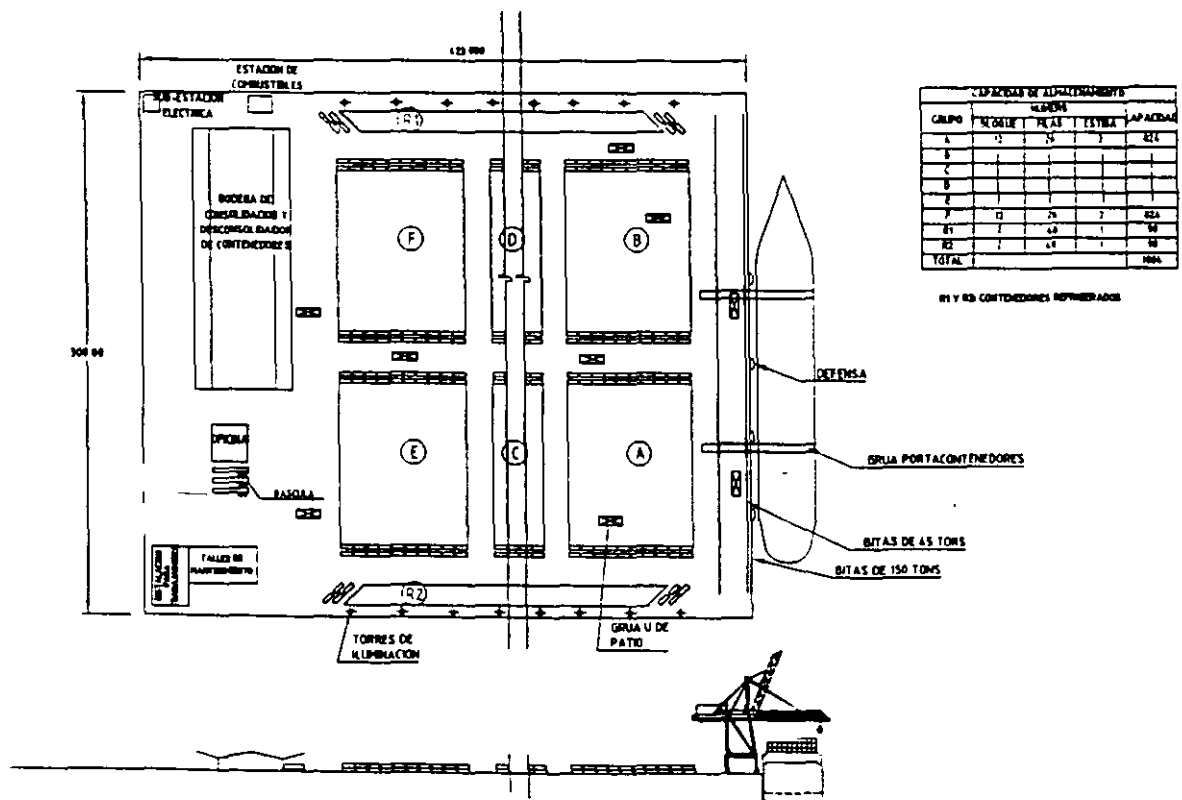
Desventajas:

1. El pavimento de los patios deberá diseñarse para soportar una mayor carga.
2. Dado que en su mayoría son de accionamiento hidráulico, por lo general presentan gran número de escapes de líquido que dificultan el tránsito de otro tipo de vehículos y personal.
3. Requieren un alto costo de mantenimiento, y habilidad para operarlos.

Este sistema requiere del orden de 15 m²/TEU de patios para dos alturas de estiba.

En la siguiente figura se muestra una terminal manejada con el sistema de grúas "U" de patio.

TERMINAL DE CONTENEDORES
SISTEMA DE GRUA "U" DE PATIO (STRADDLE CARRIER)



C.- Sistema de Montacargas.

Los montacargas pueden estibar los contenedores a dos alturas (los fabricantes recomiendan 3 alturas, pero se reduce la eficiencia).

Estos montacargas se utilizan con poca frecuencia en la transferencia de contenedores entre la grúa y el patio. por lo que se considera equipo auxiliar para carga-descarga de contenedores en patio.

Dado que los contenedores de 20' en un 95% cuentan con perforaciones para las agujas, se puede utilizar montacargas con agujas.

Los contenedores de 40' están diseñados para izarse por las cuatro esquinas superiores verticalmente, por lo que los montacargas requieren bastidor de izaje de contenedores. El 5% de éstos contenedores (aproximadamente) cuentan con perforaciones para las agujas del montacargas.

La transferencia de contenedores de la grúa a los patios se realiza comúnmente con tractores y chasis de patio.

Este sistema requiere del orden de 40 a 50 m²/TEU., de patios en promedio.

D.- Sistema de Grúas Pórtico de patio sobre neumáticos.

Con este sistema de grúas se pueden almacenar hasta 6 hileras y apilar 5 contenedores.

El tamaño mínimo de este tipo de grúas es para 3 hileras más un carril de tránsito, y 3 alturas de estiba.

La velocidad de tránsito varía de 100 a 150 m/min. y la transversal del bastidor de izaje de 40 a 70 m/min.

Este tipo de grúas requiere de un pavimento para servicio pesado, sin embargo, dado que ésta limitada la ruta de tránsito, se requiere reforzar el pavimento en el área de desplazamiento.

Este sistema requiere del orden de 10 - 12 m²/TEU., de patios.

En la siguiente figura se muestra una Grúa Pórtico de Patio.

GRUA DE PATIO SOBRE NEUMATICOS
(6X3)+1

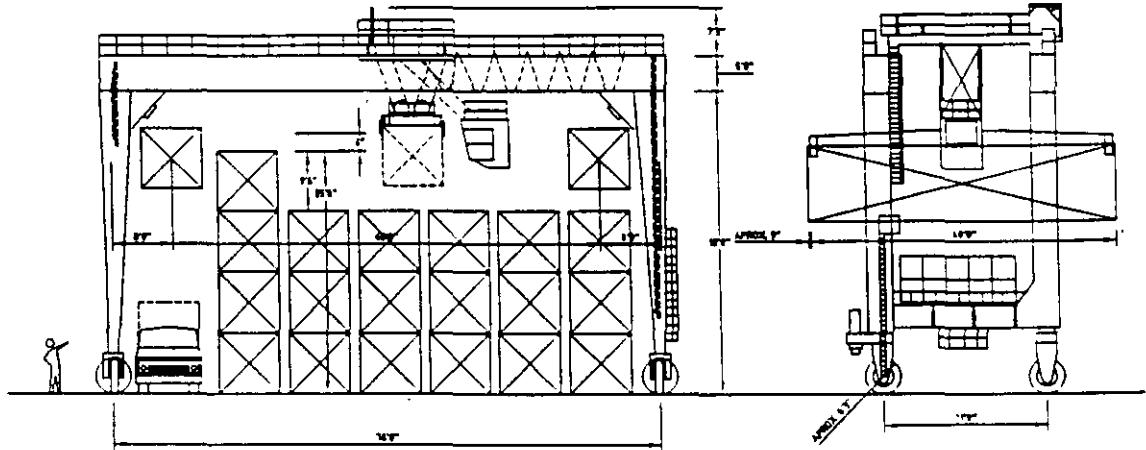


FIG. 2.11.12

TERMINAL DE CONTENEDORES
SISTEMA DE GRUA DE PATIO SOBRE NEUMATICOS

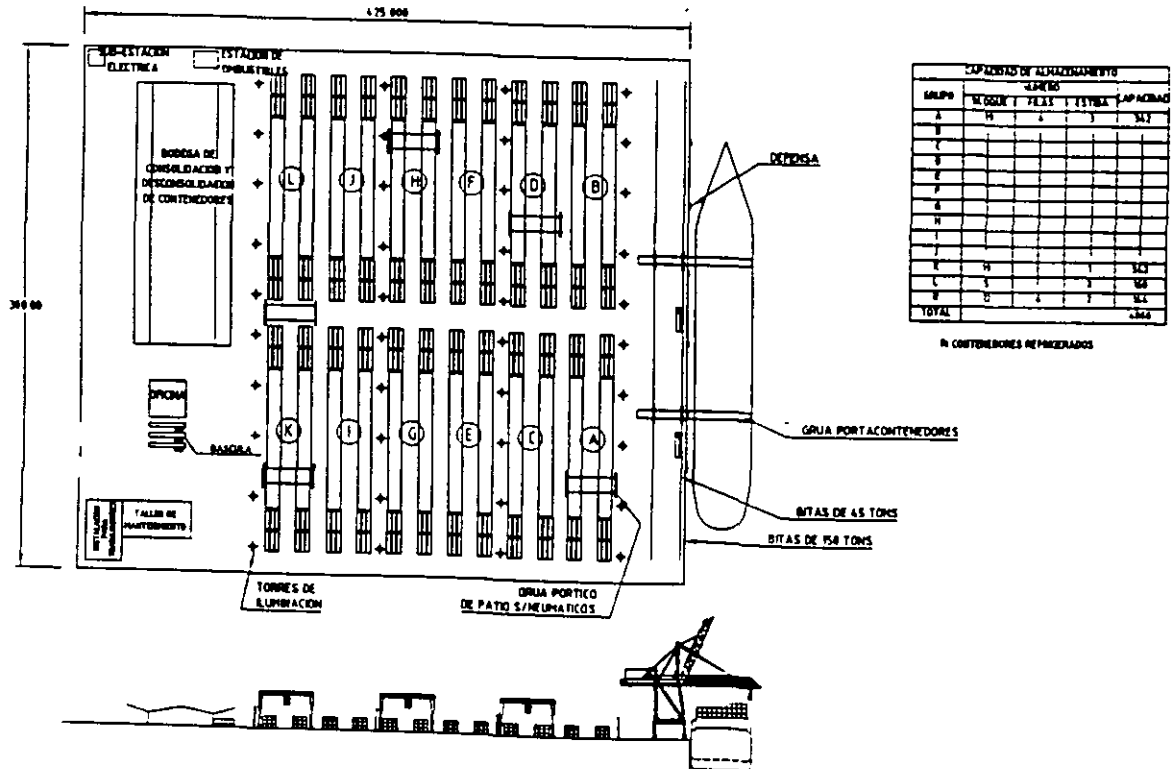
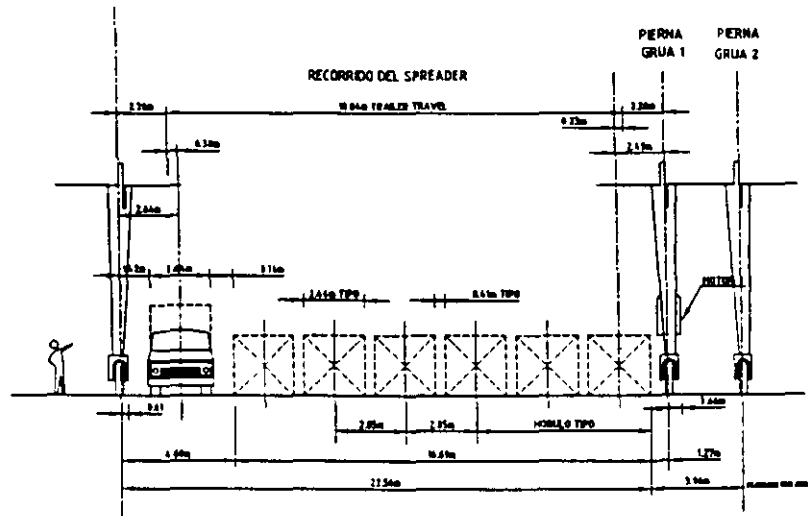


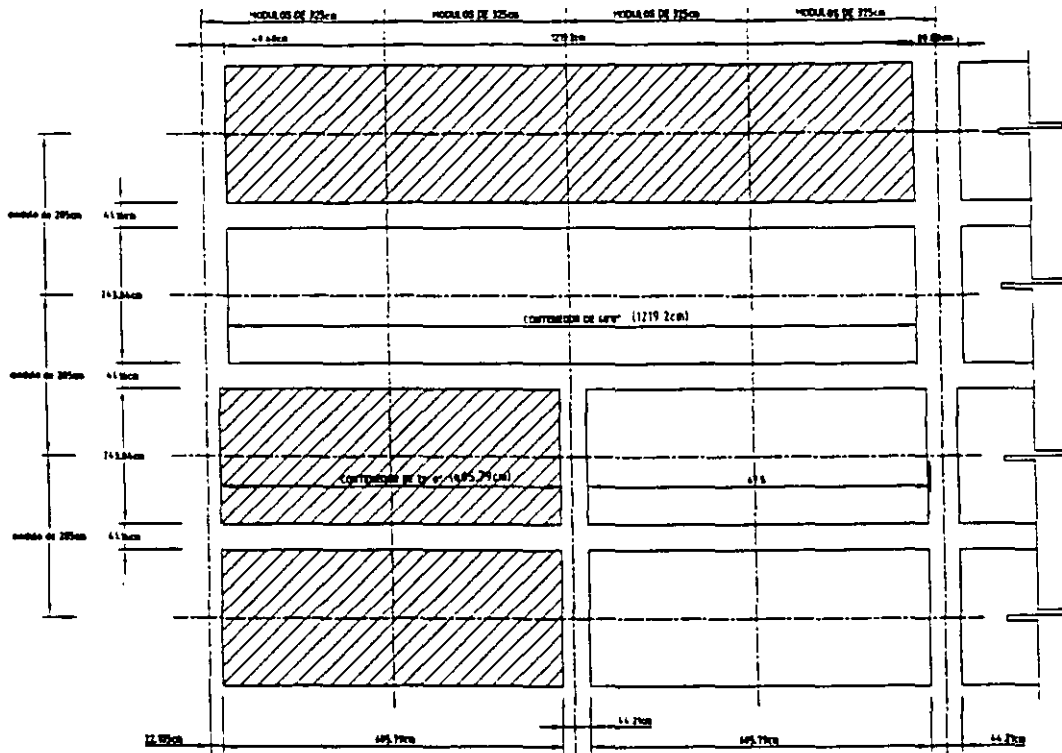
FIG. 2.11.13

(figura 11.34.)

GRUA DE PATIO SOBRE NEUMATICOS (6X4)+1
SECCION TRANSVERSAL DE LA DISPOSICION DE LOS CONTENEDORES



DISEÑO MODULAR STANDARD DE PACECO
 PARA DISPOSICION EN PATIO DE CONTENEDORES

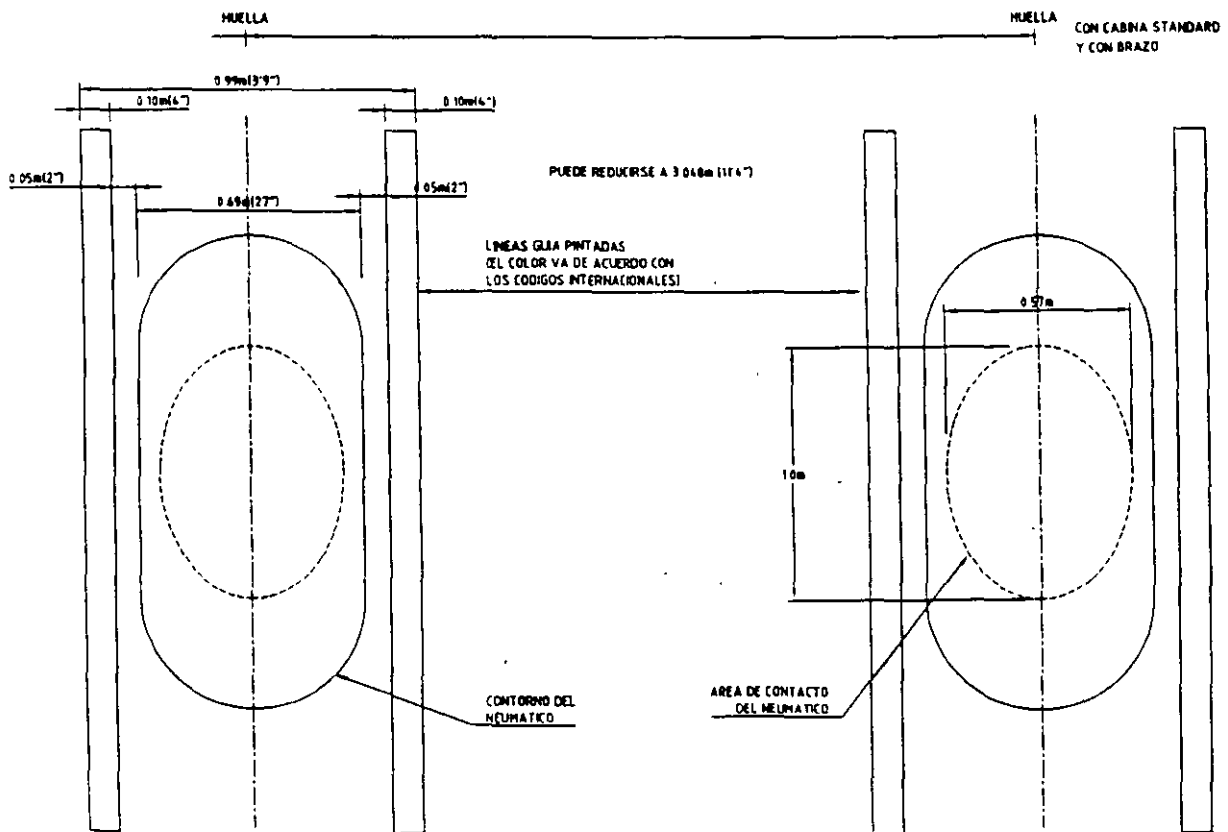


FUENTE: BOLETIN TECNICO DE PANECO. M/70

FIG 2138

(figura 11.36.)

LINEAS GUIA PINTADAS EN EL PISO DE LA TERMINAL PARA EL
 DESPLAZAMIENTO DE LA GRUA DE PATIO CON NEUMATICOS



FUENTE: BOLETIN TECNICO DE PANECO. M/70

FIG 2137

E.- Sistema de Grúas Pórtico de patio sobre rieles.

Estas grúas, denominadas "del mañana", permiten el máximo de almacenamiento de contenedores en la menor área de patios. permitiendo la total automatización del sistema.

La translación y movimiento del bastidor de izaje son a base de motores eléctricos con toma corriente paralela a uno de los rieles.

Aunque, en patio se pueden apilar hasta 8 contenedores, por seguridad, ante sismo y viento, de acuerdo con la norma 150 1496 (provisional), sección uno, se fija en 5 la altura máxima de contenedores cargados del mismo tamaño.

Por lo anterior, para este tipo de grúas la altura máxima de apilamiento es de 4 y 5 contenedores.

Las dimensiones máximas en la práctica son: 35 a 45 m., de claro con dos volados en uno o ambos extremos de 5 a 7 m.

En su interior pueden almacenar hasta 15 hileras de contenedores con 5 alturas de apilamiento, uno de los volados es para la carga-descarga de plataformas de F.C. o tracto-camiones; en el otro volado se almacenan de 2 a 3 hileras de contenedores.

La velocidad de tránsito es 100 a 150 m./min. y la de desplazamiento transversal del bastidor de izaje de 80 a 100 m./min.

Esta grúa requiere de un diseño especial de cimentación por las grandes descargas que provoca.

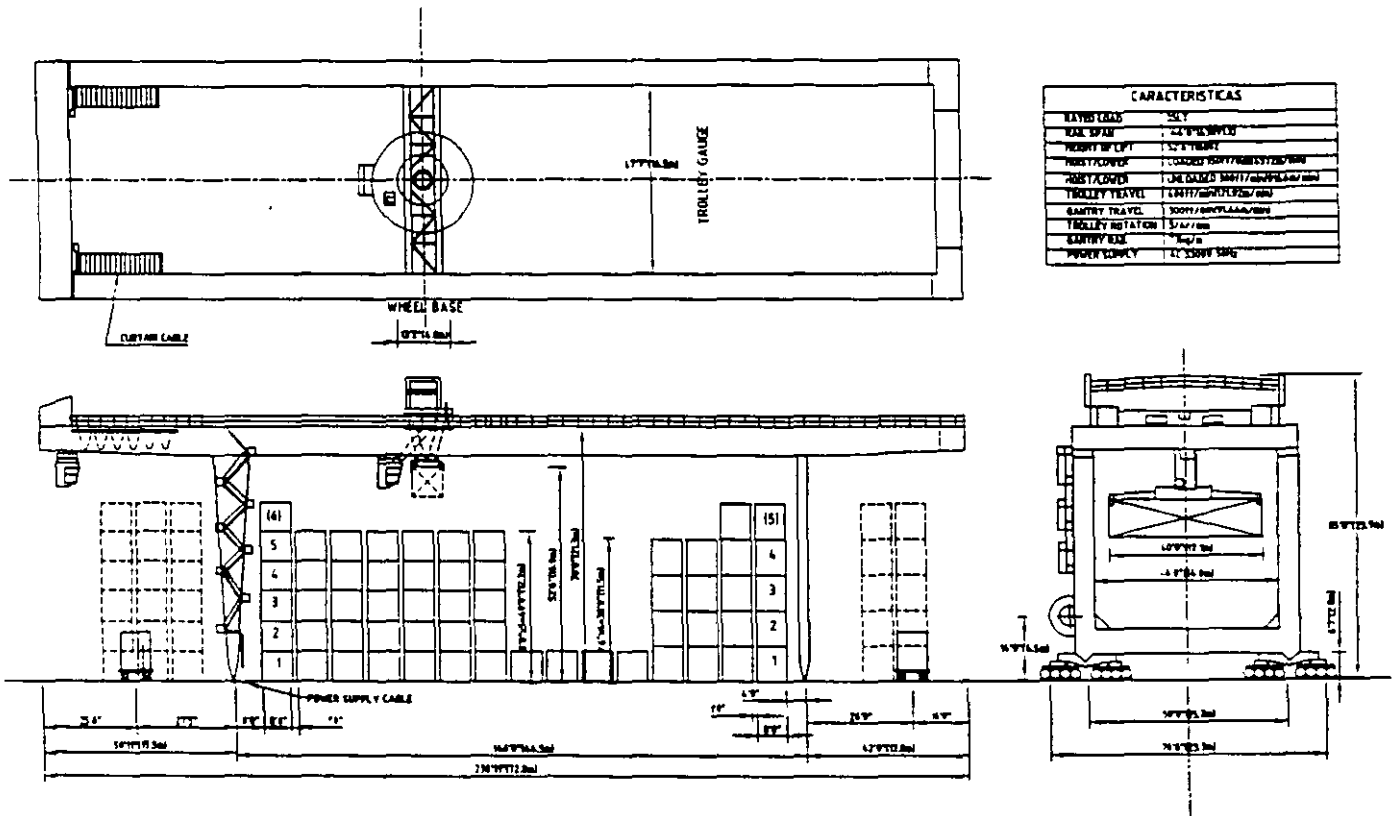
Este sistema es adecuado para un alto manejo de contenedores sobre todo transportador con barcos de 3a. generación, donde se requiere una total automatización.

La transferencia de contenedores de la grúa a los patios se realiza por medio de tractores y chasis. Respecto a los tractores, se prevé para un futuro cercano la transferencia de más de 4 a la vez.

Este tipo de grúas es la que requiere menos costo de mantenimiento y de operación con respecto a los otros sistemas. En patio se requiere del orden de 9m²/TEU.

En la siguiente figura se muestra una grúa de este tipo.

GRUA DE PATIO SOBRE RIELES



COMPARACIÓN DE LOS DIVERSOS SISTEMAS DE MANEJO DE CONTENEDORES EN PATIO.

Dado el alto costo de los equipos, es conveniente realizar estudios de la demanda en el campo de los contenedores, para elegir desde el punto de vista económico a largo plazo el sistema adecuado.

Los equipos mayores, tienen vidas económicas que varían de 15 a 25 años, por lo que la decisión debe incluir horizontes de análisis del mismo orden.

A continuación se presenta una tabla mostrando el equipo y áreas necesarias en cada sistema. Una comparación de costos en función del sistema empleado y el número de contenedores manejados por año y por último un diagrama, mostrando el costo relativo entre el valor del terreno, el muelle y patios, los servicios y el equipamiento en terminales de contenedores del Japón, y una comparación cualitativa de los sistemas.

MANEJO DE CONTENEDORES POR AÑO
COSTO DEL MANEJO POR CONTENEDOR

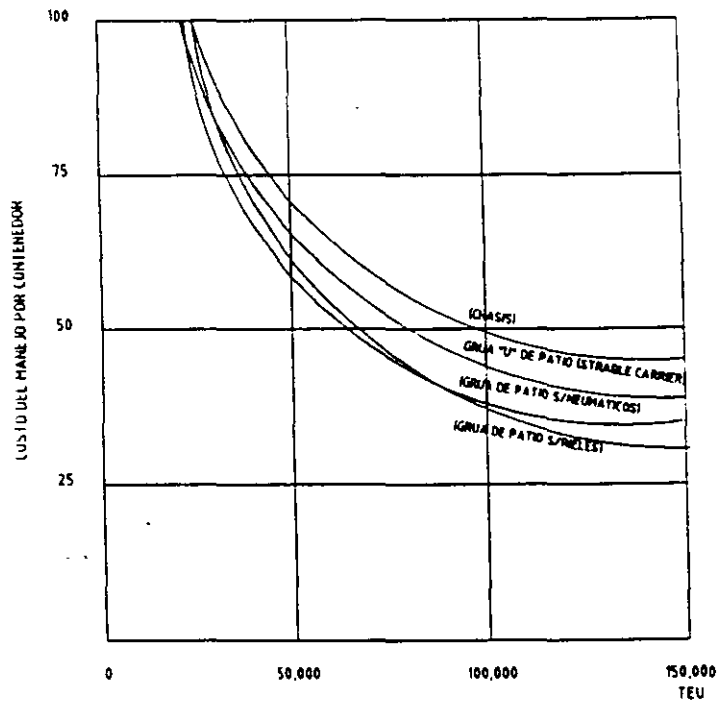


FIG. 118

COSTO RELATIVO A LOS DIVERSOS SISTEMAS
DE MANEJO DE CONTENEDORES EN EL JAPON

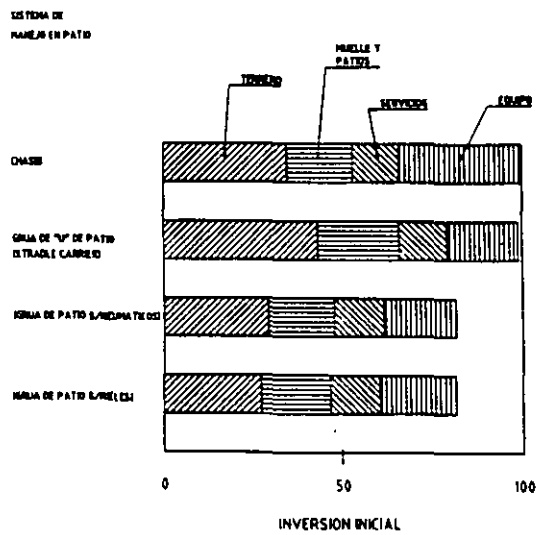


FIG. 119

COMPARACION CUALITATIVA DE SISTEMAS PARA MANEJO DE CONTENEDORES

CONCEPTO \ SISTEMA	TRACTOR CON CHASIS	GRUA "U" DE PATIO (STRADLE CARRIER)	GRUA DE PATIO S/ NEUMATICOS	GRUA DE PATIO S/ RIELES
CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO	△	○	◎	◎
COSTO INICIAL	△	○	◎	◎
SIMPLICIDAD	◎	○	△	△
EFICIENCIA EN LA TRANSFERENCIA	◎	○	△	○
EFICIENCIA EN MUELLE	△	◎	△	△
FLEXIBILIDAD DE LAS OPERACIONES	◎	○	△	△
SEGURIDAD DE LOS CONTENEDORES	◎	△	○	○
COSTO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	○	△	◎	◎
FLEXIBILIDAD DE LAS OPERACIONES	◎	◎	△	△
POSIBILIDAD DE AMPLIACION DE AREAS	◎	○	△	△
ADAPTACION A LA AUTOMATIZACION	△	△	○	◎
CARGA / DESCARGA A F.C.	△	△	○	◎

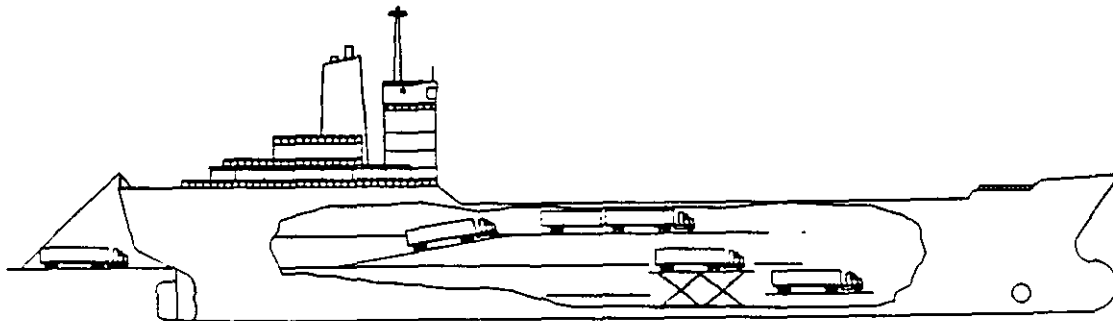
◎ EXCELENTE

○ BUENO

△ CUESTIONABLE

FIG. 2141

BUQUE ROLL ON-ROLL OFF



12 TERMINALES DE TRANSFERENCIA DE CARGA POR RODADURA (TRANSBORDADORES).

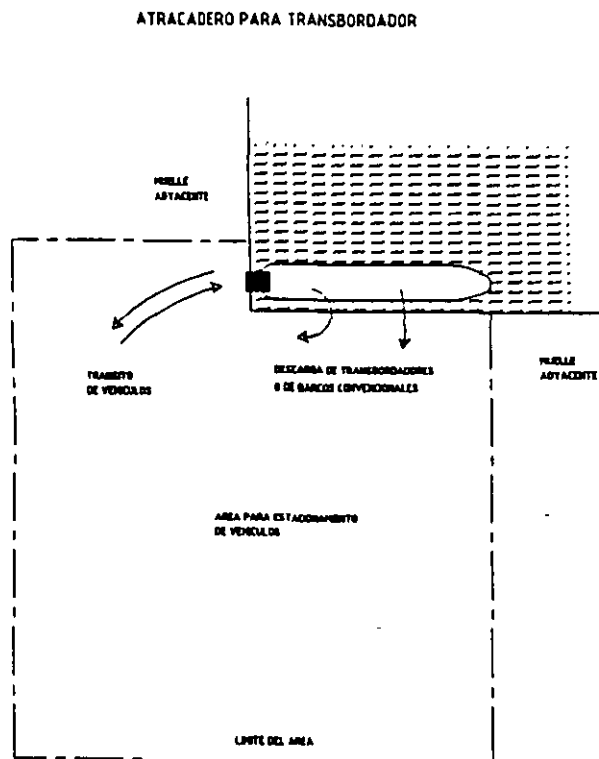
Las instalaciones para dar servicio a los transbordadores, dependen del tipo de barco. Existen embarcaciones exclusivas para el transporte de carga, el cual se encuentra sobre equipo rodante ya sea en trailers convencionales y especializados para este fin, o con ruedas pequeñas para un mejor acodo y de esta forma reducir los espacios vacíos del barco. Otro tipo de barco es el mixto, que transporta carga y pasajeros. Ambos tipos cuentan con rampas en el propio barco para la transferencia de la carga a los atracaderos; otros no cuentan con este tipo de rampas, por lo que hay que disponer en los muelles de estas para su operación.

Una disposición general para este tipo de instalaciones se muestra en las Figuras

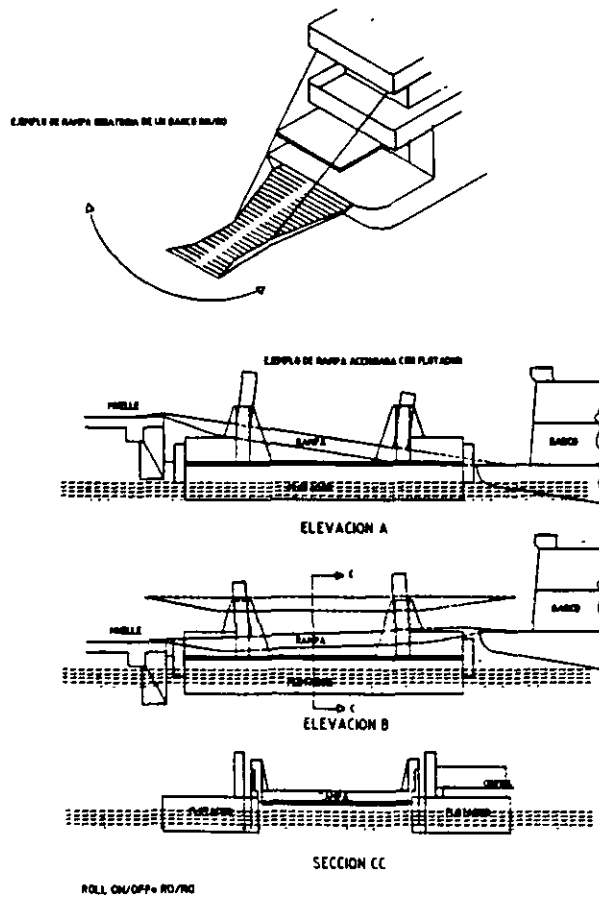
La eficiencia en la operación de una terminal de este tipo dependerá del volumen de carga y pasajeros.

En México se cuenta con mayor número de transbordadores que transportan carga y pasajeros y no cuentan con rampas las embarcaciones.

Por lo que en la disposición general deberán incluirse patios para estacionamiento de trailers y una terminal de pasajeros.



RAMPAS PARA LA MOVILIZACION DE LOS VEHICULOS
PARA BARCOS TIPO RO/RO



13.- TERMINALES PARA EL MANEJO DE MATERIALES A GRANEL

Los granos (cereales) son uno de los cinco más importantes productos del comercio de graneles, los que en su secuencia por la importancia del volumen movilizado son:

1. Mineral de hierro
2. Granos
3. Carbón
4. Bauxita y alumina
5. Fosfatos

El comercio marítimo mundial de granos, ha evolucionado de la siguiente manera:

1976	1977	1978	1979
146.0	147.0	169.0	175.0

NOTA: En millones de toneladas, incluye: trigo, maíz, cebada, avena, centeno, sorgo y soya.

La distribución porcentual por tipos de granos en el comercio internacional, es la siguiente:

Trigo	40 %
Maíz	35 %
Soya, Cebada, Avena	13 %
Centeno	6 %
Sorgo	<u>6 %</u>
Total	100%

las exportaciones mundiales por países se muestra a continuación: (en millones de toneladas).

	1977	1978
EE.UU.	87.7 (60 %)	110.3 (65 %)
Canadá	17.4 (12 %)	18.6 (11 %)
Argentina	14.8 (10 %)	13.6 (8 %)
Australia	12.6 (8 %)	9.6 (10 %)
Otros	14.8 (10 %)	17.3 (10 %)
T o t a l	147.3 (100%)	169.4 (100%)

El origen de las importaciones hacia Latinoamérica se han comportado de la siguiente manera:

(EN MILLONES DE TONELADAS)

EE.UU.	8.3	6.8	8.7	13.2	(77%)
Canadá	0.7	1.8	1.6	2.4	(14%)
Argentina	1.7	1.7	2.4	0.9	(5%)
Australia	0.1	-	0.1	0.1	(1%)
Otros	0.1	0.4	0.4	0.5	(3%)
T o t a l	10.9	10.7	13.2	17.1	(100%)

La importación de granos por países Latinoamericanos, se comportó en 1978 como sigue:

Brasil	5.5
México	3.2
Islas del Caribe	2.0
Venezuela	1.7
Chile	1.1
Perú	0.9
América Central	0.8
Colombia	0.6

Bolivia	0.3
Ecuador	0.3
Paraguay	0.1
Uruguay	<u>0.1</u>

Total 16.6

Importaciones de granos por los países de la Región Latinoamericana para el año 1978 (trigo, maíz, cebada, sorgo, avena y centeno).

PANORAMA MUNDIAL DE:

Cargamentos de granos por tamaño de buques durante el periodo 1970/1985 (% sobre el total de volúmenes para cada año).

DETERMINACIÓN DE BARCO OPTIMO PARA MINERALES

VARIACIÓN EN COSTO POR TONELADA TRANSPORTADA
VÍA MARÍTIMA EN FUNCIÓN DEL TRABAJO DEL BARCO

1. Flete marítimo
2. Mantenimiento de carga
3. Almacenamiento
4. Derechos portuarios
5. Total

CAPACIDAD OPTIMA DE UNA GRÚA DE MUELLE PARA GRANELES

EVOLUCIÓN DE TONELAJE DE BARCOS

PRECIOS DE GRANELEROS

— FLETE MARÍTIMO DE GRANELEROS
(MARZO DE 1984)

VALOR DE RENTA EN FUNCIÓN DEL TIEMPO CONTRATADO.

TAMAÑO DEL BARCO TPM	AÑO DE CONSTRUCCIÓN	TIEMPO DE RENTA (MESES)	PRECIO (DÓLARES)
----------------------	---------------------	-------------------------	------------------

183,527	1972	12	1.75/TPM/MES
166,000	1983	12	2.00/TPM/MES
157,675	1974	24	1.40/TPM/MES
138,484	1982	6/7	2.20/TPM/MES
75,350	1968	12	4500/DÍA
64,057	1974	12	5425/DÍA
55,689	1967	5/7	4500/DÍA
36,000	1984	12	5300/DÍA
21,180	1980	6	5250/DÍA

COMPARATIVO DE FLETE MARITIMO DE 1981 A MARZO DE 1984.
(DÓLARES POR TONELADA)

TIPO DE MATERIAL	RUTA	CARGA TRANSPORTADA	1984	1983	1982	1981
GRANO	GOLFO-JAPON	50 000 TON.	15.3	17.8	18.0	27.5
	GOLFO-HOLANDA	70 000 TON.	10.0	8.3	10.0	17.2
CARBÓN	COSTA ESTE EE.UU-JAPON	5 500 TON.	-	15.0	17.3	23.3
	COSTA ESTE EE.UU-ESPAÑA	6 500 TON.	-	6.8	7.0	-
MINERAL DE HIERRO	ÁFRICA OESTE-ITALICA	75 000 TON.	6.1	4.2	3.8	-
FOSFATOS	JORDANIA-INDIA	15 000	11.6	11.3	12.8	19.0

FUENTE: BULK SYSTEM INTERNATIONAL MAYO-84

CRECIMIENTO DE LA FLOTA MUNDIAL DE GRANELEROS
NUMERO DE BARCOS REGISTRADOS 1000 TPM.

YEAR	10-50	50-80	80-100	100-150	150-200	200+	TOTAL ES
1969*	-	233	39	8	1	-	
1970*	-	272	45	19	1	-	
1974*	-	396	66	143	66	26	
1976*	-	460	72	188	80	32	
1979*	-	603	84	246	88	33	
1982*	-	665	83	285	88	33	4692

ESTRUCTURA DE LA FLOTA MUNDIAL
DE GRANELEROS (MILLONES DE TPM)

1982*	91.33	41.6	7.3		34.2	15.4		6.7
-------	-------	------	-----	--	------	------	--	-----

Bulk**	95.4	40.3		25.0			3.7		196.5
Ore-Bulk- Oil**	0.4	4.9		13.1			6.6		
Ore-Oil**	<u>0.1</u>	<u>1.2</u>		<u>7.7</u>			<u>13.3</u>		
World Fleet**	95.9	46.4		45.8			23.6		211.7

* = The Bulk Carrier Register, H. Clarkson & Co., Ltd.

** = Drewry Shipping Consultants, Ltd.

CRECIMIENTO Y ESTRUCTURA DE LA FLOTA MUNDIAL DE GRANELEROS

DIMENSIONES MEDIAS DE GRANELEROS ESTÁNDAR

SHIP DESIGN	DWT	VOLUME (ft ³ /ton)	LENGTH (ft)	BEAM (ft)	DRAFT (ft)	SPEED (kts)	BHP
a and p sd-14	14861	55.5	451.1	66.9	29.2	15.1	8600
bv liberty	14960	55.6	433.0	68.9	30.1	16.0	8400
ihi freedom mk ii	15353	57.0	440.9	68.9	29.5	14.5	6850
sasebo (mp) 16	15800	52.3	479.0	75.8	31.5	16.6	11400
hyundai 18b	17716	47.2	465.9	74.1	30.1	14.6	8000
mitsui concord 18	18208	51.9	458.3	65.1	30.5	15.2	8300
boelwerf 19	18700	56.7	504.5	75.0	33.7	15.5	12400
nippon kokan kk 20	19192	57.5	478.0	75.0	30.6	15.2	9000
hitachi zosen ut-20	20000	56.7	498.7	74.8	32.0	16.2	13100
nippon kokan kk 21	21349	47.1	478.0	75.0	32.5	15.0	9000
sumitomo 22	21500	50.1	506.9	74.8	31.5	15.3	11400
horten verft 22	21602	47.2	496.0	75.0	31.9	15.2	10000
ihi friendship	21751	53.7	509.8	75.1	30.8	15.0	7800
mitsui 22	22000	46.1	518.3	75.0	31.1	15.0	9400
ihi fortune	22000	52.9	510.0	75.0	32.3	15.0	8000
hyundai 24b(11)	24113	51.2	550.0	74.8	33.3	14.0	9400
sumitomo 25	24500	55.2	551.1	75.3	31.9	15.1	11400
holland & wolf 35	34445	45.4	590.6	91.8	34.4	15.2	11400
aesa	34447	44.2	606.9	79.4	36.4	15.2	11540
emaq-brazil 35	34447	51.6	600.4	90.5	33.9	15.0	02000
nippon kokan 35	34666	43.5	547.9	91.2	36.6	15.0	12000
sasebo 35	35400	49.3	577.4	91.2	35.5	14.7	12000
hyundai 35b	35431	47.9	550.7	105.8	35.7	15.0	11200
mitsubishi 35	35500	49.3	577.4	91.2	35.5	15.1	12000
hellenic shipyards 37	36415	47.4	610.2	86.9	37.3	15.3	12000
korea shipbuilding	37000	48.1	570.0	105.8	35.5	15.4	11200

sanoyasu 40	40386	48.8	567.6	90.5	39.7	15.0	14000
swan hunter 40	40443	46.0	590.5	97.7	37.1	14.9	14000
stocznia paryskiej	53147	53.6	674.2	105.6	40.7	16.0	17400
mitsui	56930	50.7	688.9	105.6	40.0	15.7	16800
sumitomo 59	58100	48.1	715.2	105.6	40.0	15.1	14404
hitchi hi-bulk	59775	46.2	705.4	105.6	40.8	14.8	12200
burmeister&wain 60	59904	50.1	698.8	105.7	41.3	15.6	16650
nippon kokan kk 60	60035	49.1	721.8	105.6	41.0	16.0	17400
hyundai 60b	60528	45.9	705.3	105.6	40.9	16.5	16500
mirauviahi 63	62000	49.6	693.2	104.3	43.7	14.6	14000
harland & wolff 64	63675	45.6	721.5	105.8	42.5	15.2	16800
astano	69848	52.2	787.4	105.6	43.5	16.5	18400
gotabverken 72	70859	46.0	748.0	106.0	43.9	15.9	18500
sunderland 72	70918	47.0	715.2	105.7	46.0	15.0	2000019
boelwerf 75	73812	42.8	761.1	105.8	45.6	15.0	200
hyundai 76b	65261	43.8	775.5	105.6	45.2	15.6	20100
italcantieri 80	79800	44.5	813.6	105.8	45.9	16.0	20300

FUENTE: U.S. Maritime Administration.

DIMENSIONES MEDIAS DE GRANELEROS

TYPICAL DRY CARGO SHIP

GEARLESS PURE BULK CARRIER

SELF-DISCHARGING VESSEL

BACAZAS TIPOS. LASH Y SEABEE

INFORMACIÓN NECESARIA PARA EL DISEÑO DE UN ATRACADERO PARA GRANELES.

1. Rango de porte y desplazamiento de los barcos que utilizarán la terminal.
2. Esloras de los barcos.

Dado que el coeficiente de bloque de graneleros es mayor de 0.8, los costados planos del barco varían de 0.5 a 0.6 de la eslora, información que nos determina la separación de los duques de alba.

3. Separación máxima de escotillas, para determinar el recorrido sobre el muelle del equipo de carga descarga.

4. Dado que una terminal portuaria de este tipo, es necesario conocer los volúmenes a manejar, ya que pueden ser:

- A) De cargar
- B) De descarga
- C) De operación mixta

En todos los casos, el equipo de carga/descarga es diferente.

Comparación de varias configuraciones para instalaciones de carga/descarga de buques

Algunos sistemas de baja capacidad para carga/descarga de buque.

OBJETIVOS ADMINISTRATIVOS PARA LA PLANEACIÓN Y DISEÑO DE UNA TERMINAL GRANELERA:

- Obtener un cierto Rendimiento Anual en el manejo portuario de determinados graneles a costo mínimo total, por tonelada/producto, incluyendo: costo de inversión, de operación y tiempos de espera de barcos.
- Cumplir con los reglamentos de seguridad y contaminación.
- Adecuarse a las condiciones locales: geología, geografía, clima y medios de transporte de y hacia la terminal.

OBJETIVOS DE UNA TERMINAL OPTIMA PARA MANEJO DE GRANELES AGRÍCOLAS.

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA DIVERSAS PARTES INTERESADAS:

- Propietarios de la terminal granelera.

Utilización máxima de inversiones y la inversión menor posible.

- Usuarios de la terminal.

Mínima estadía de los buques en puerto.

Costos mínimos de terminal.

- Sindicatos

Máximo empleo

Máximo nivel de salarios.

- Gobierno

Autonomía Nacional en Transporte Marítimo.

Autonomía Financiera de la Terminal.

Desarrollo de Infraestructura.

Almacenamiento Estratégico.

- Población circunvecina a la terminal.

Mínima contaminación, ruidos, riesgos y congestionamiento del tránsito.

Intereses en conflicto:

Utilización máxima de inversiones - estadía en puerto.

Inversiones mínimas - mínima contaminación, etc.

Costos portuarios reducidos - máximo empleo y nivel salarial.

ETAPAS DEL PROCESO DE DISEÑO DE UNA TERMINAL OPTIMA PARA MANEJO DE GRANEL AGRÍCOLA.

OBJETIVOS

REQUERIMIENTOS
OPERACIONALES Y
TÉCNICOS

REGLAMENTOS QUE
ATAÑEN LA SEGURIDAD Y CONTAMINACIÓN

CRITERIOS PARA
SELECCIONAR EL
OPTIMO

BÚSQUEDA DE
SOLUCIONES
ALTERNATIVAS

EVOLUCIÓN

* Las soluciones alternativas son:

- Capacidad para carga, descarga, almacén.
- Diagramas de flujo
- Esquina de una planta
- Tipos de equipo

DE
ALTERNATIVAS

SELECCIÓN DE
LA OPTIMA

INSTALACIONES PARA MANEJO DE GRANEL AGRÍCOLA

FLUJOGRAMA DE LA CADENA DEL TRANSPORTE EN GRANELES AGRÍCOLAS DE IMPORTACIÓN.

BUQUE

ALMACENAMIENTO
EN LA TERMINAL
(INDIRECTO)

(DIRECTO)

TREN
CAMIÓN
BARCAZA

ALMACENAMIENTO
EN ZONA DE CONSUMO

CAMIÓN
TREN

GRANO SOMETIDO A
PROCESO

CAPACIDAD DE UNA GRÚA DE MUELLE PARA LA DESCARGA DE GRANELES.

TERMINAL GRANELERA

ESQUEMA DE CALCULO DE LA PRODUCTIVIDAD DE DESCARGA DE BARCOS:

La capacidad efectiva de descarga es una función de:

- Tipo de producto
- Productividad durante la etapa "descarga libre" n1
- Productividad durante la etapa "barrido final" N2

Información básica:

- Total de cargamento W (TONS.)
- Capacidad nominal del descargador N (TONS./HR.)

- Parte del cargamento "descarga libre" X
- Parte del cargamento "barrido final" 1-X

El tiempo total de descarga lo obtenemos de la siguiente forma:

- Tiempo en "descarga libre"
- Tiempo en "barrido final"
- Tiempo total

La productividad total será:

n depende del producto y características del barco, valor medio 0.7.

DEMANDA NACIONAL DE GRANEL AGRÍCOLA

Consumo humano: maíz y frijol

Consumo animal: sorgo

Consumo industrial alimenticia: oleaginosas.- soya, cártamo y trigo

UTILIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS:

Soya.- La industria aceitera proporciona insumos, vía pasta de soya, a la producción de alimentos balanceados.

Maíz.- Existen tres demandas parciales.- consumo humano, fabricación de aceite y alimentos balanceados.

PROYECCIONES DE LA DEMANDA:

Demanda humana: depende exclusivamente de variables demográficas. Se determina una tasa de crecimiento futura en base a un comportamiento histórico.

Demanda industrial y de alimentos balanceados:

Depende del ingreso per capita.

MANEJO PORTUARIO DE GRANEL AGRÍCOLA IMPORTADO (1979-1985)

1978 -	3281,184	
1979 -	3621,864	+5.05%
1980 -	5808,943	+63.68
1981 -	5480,619	-4.59
1982 -	3227,213	-32.88
1983 -	6514,848	+99.12
1984 -	5180,499	-22.12

INSTALACIONES PUBLICAS Y PRIVADAS RECEPTORAS DE GRANEL AGRÍCOLA DE IMPORTACIÓN EN 1984.

PUERTO	INSTALACIONES PUBLICAS	INSTALACIONES PRIVADAS
GUAYMAS	1007,439	
MAZATLÁN	379,000	
MANZANILLO	184,007	
TAMPICO	212,387	755,326
TUXPAN		739,903
VERACRUZ	1104,072	
COATZACOALCOS	366,206	
PROGRESO/YUKALPETEN	411,959	
	<hr/>	<hr/>
	3,685,270 TONS.	495,229 TONS.
	(71%)	(29%)

PAÍSES DE ORIGEN DE LAS IMPORTACIONES MARÍTIMAS DE GRANEL AGRÍCOLA EN 1984.

EE.UU.	3 655,586	(70.55%)
ARGENTINA	829,912	(16.02%)
BRASIL	306,225	(5.5 %)
AUSTRALIA	221,800	(4.28%)
CANADÁ	167,621	(3.24%)
	<u>5 180,499 TONS.</u>	<u>100%</u>

TOTAL DE IMPORTACIONES DE GRANEL AGRÍCOLA (MARÍTIMA + TERRESTRE) EN 1984.

Vía marítima	5 180,499	65%
Vía terrestre (Mexicali, N. Laredo, Nogales, Cd. Juárez, Ojinaga, Matamoros)	2 785,988	35%
	<u>7 966,487 TONS.</u>	<u>100%</u>

DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE GRANLOS IMPORTADOS VÍA MARÍTIMA EN 1984.

Ferrocarril	49%
Autotransporte	51%

Cabotaje en 1984.- representó el 7%

CONCENTRADO DE IMPORTACIÓN TERRESTRE DE GRANEL AGRÍCOLA POR ADUANA Y PRODUCTO * EN 1984.

TIEMPO DE OPERACIÓN DE BARCOS DE GRANEL AGRÍCOLA EN PUERTO.

TIEMPO REAL DE OPERACIÓN	60 %
TIEMPO BARCO INACTIVO	40 %

TOLVA MÓVIL PARA CARGA DE CAMIONES.

MANEJO DE GRANEL AGRÍCOLA EN TERMINALES DE CARGA GENERAL

MANEJO DE GRANELES EN PROGRESO, YUC.
DESCARGA DE BARCAZAS DE 3 000 TPM.

SIN TOLVAS

EQUIPO: 2 SUCCIONADORAS A DIESEL DE 10" DE Ø

DESCARGADOR NEUMÁTICO DE GRANEL AGRÍCOLA

COSTO TORRE MÓVIL PARA DESCARGA DE BARCOS CON ALMEJA.

PRECIO DE BANDAS TRANSPORTADORAS (1983)

C/ ING. CIVIL:
WILLY LANDIN
DE AGRICONSULT

RESUMEN SOBRE SILOS.

Peso total = peso propio + peso grano

Peso propio = 1/3 peso total

Peso propio = 1/2 peso grano

Ejemplo:

Terminal Granelera Lázaro Cárdenas

Capacidad = 80,000 ton.

Peso total = 120,000 ton.

Peso propio = 40,000 ton.

Precios internacionales de silos, incluyendo obra civil y electromecánica (sin muelle y torre de transferencia).

De concreto reforzado (D = 8/8.5 m.)

US DOLARES \$ 80 /ton (de almacenamiento)

De concreto presforzado: (D = 15/20 m.)

\$ 50 /ton. (dólares)

ESTRUCTURA ORGÁNICA OPERACIONAL DE UNA TERMINAL GRANELERA DE IMPORTACIÓN

		Jefe de Operaciones			
turno 1		turno 2		turno 3	
Supervisor		Supervisor		Supervisor	
Unidad de descarga 1	Unidad de descarga 2	Silo		Estaciones de carga	
Cabo del elevación	1	Cabo del silo	1	Encargados de cargar desde	
Operador	2	Encargado de pesaja	1	Trenes	1
Mecánico	1	Encargado en la Sala de Control	1	Camiones	1
Personal de bodega	3	Operadores del silo	3	Barcaza	2
	<u>7</u>				<u>4</u>
			<u>6</u>		

TAMPICO - NEW ORLEANS

BODEGA INFLABLE PARA ALMACENAMIENTO DE GRANEL AGRÍCOLA

GRÚA PÓRTICO NEUMÁTICA SOBRE NEUMÁTICOS PARA DESCARGA DE GRANEL AGRÍCOLA

TERMINALES PARA MANEJO DE MINERALES A GRANEL.

La mecanización en este tipo de instalaciones se hace necesaria sobre todo si los minerales a transportar son de baja ley. ya que para hacer competitiva su colocación en el mercado internacional por vía marítima se tiene que recurrir a embarcaciones de gran porte cuyo valor y costo de estadía en puerto es alto, debido a lo anterior la productividad en puerto debe ser tal, que la permanencia de barco en puerto sea mínima. El volumen y tipo de producto, nos indica las características y tamaño del equipo de carga y descarga, así como de la profundidad de agua que se requiere para el barco tipo que se espera arribará al puerto.

El costo del transporte marítimo se reducirá al aumentar el tamaño del barco. Por lo que se deberá tender a llevar a un mínimo los costos de terminal al propiciar la mecanización.

Para puertos con áreas adecuadamente dispuestas para el manejo de minerales, el almacenamiento al descubierto es lo más indicado.

En puertos con áreas restringidas, con fuerte precipitación pluvial y con frecuentes ráfagas de viento conviene instalar bodegas especializadas para el almacenamiento del mineral, la cual protegerá el mineral de la humedad y a las zonas las protege del polvo.

TIPOS DE MINERALES A GRANEL, SIGNIFICATIVOS QUE SE MANEJAN EN LOS PUERTOS NACIONALES.

INSUMOS DE LA RAMA DE LA CONSTRUCCIÓN:

- Caliza
- Clinker
- Cemento

DE LA INDUSTRIA SIDERÚRGICA:

- Carbón
- Hierro

DE LA INDUSTRIA—Y COMPUESTOS PARA LA SIDERURGIA DE ACEROS ESPECIALES (MINERALES METÁLICOS):

- Cobre
- Manganeso
- Ferromanganeso
- Sílico de manganeso
- Plomo

- Zinc
- Oxido de aluminio
- ilmenita
- Bauxita

INSUMOS BÁSICOS DE LA RAMA DE FERTILIZANTES:

- Urea
- Fosfato de amonio
- Fosfato de diamónico
- Superfosfato triple
- Sulfato de amonio
- Roca fosfórica
- Cloruro de potasio
- Fertilizantes

MATERIAS PRIMAS CON AMPLIO MERCADO DE EXPORTACIÓN:

- Azufre
- Barita
- Fluorita
- Sal

OPCIONES DE MANEJO DE GRANEL MINERAL EN PUERTO

INSTALACIONES PARA DESCARGA DE BARCOS CON GRANEL MINERAL

RELACIÓN ENTRE EL TAMAÑO DEL BARCO MINERALERO Y LA CAPACIDAD DE UN DESCARGADOR

INSTALACIONES PARA CARGA DE BARCOS CON GRANEL MINERAL (MOVILES)

TERMINAL CARBONERA DE EXPORTACIÓN

VARIACIÓN DEL INVENTARIO DE GRANEL EN UNA TERMINAL MARÍTIMA

DISPOSICIÓN GENERAL DE UNA TERMINAL DE EXPORTACIÓN (CON DOS DESCARGADORES GIRATORIOS)

TORRE DE TRANSFERENCIA

MUELLE PARA DESCARGA/CARGA DE MINERALES

500-200 TON/HORA DESCARGADORES DE ALMEJA (DISCONTINUO)

EQUIPO PARA DESCARGA DE BARCOS CON GRANEL MINERAL

GRÚAS PÓRTICO DE CANGILONES SOBRE RIELES PARA DESCARGA CONTINUA
DE BARCOS.

MUELLE PARA LA CARGA DE GRANEL MINERAL (FIJO)

CARGADOR 1000-7000 TON/HORA

(DIBUJO) RECLAMADOR

APILADOR DE MINERALES EN UN PATIO DE ALMACENAMIENTO

APILADOR
(DIBUJO)

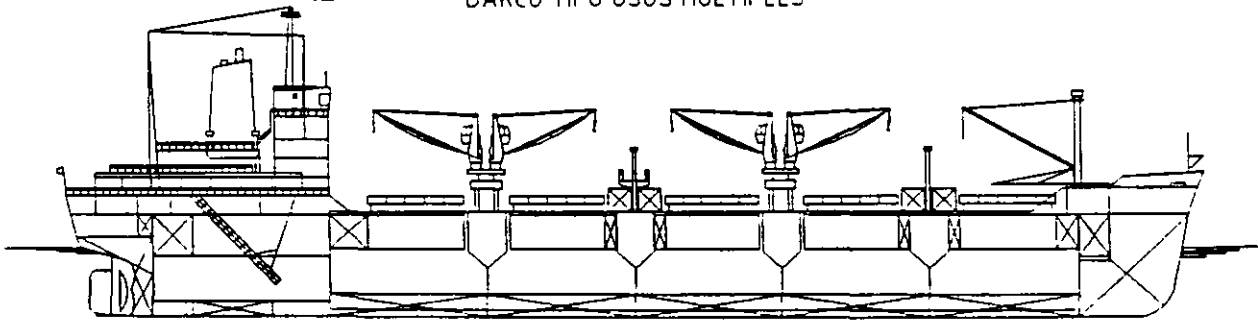
SILO HORIZONTAL PARA MATERIALES A GRANEL

MANEJO DE GRANELES

INSTALACIONES PARA LA IMPORTACIÓN DE PELLETS (HIERRO)
DIBUJO)

COAL RECEIVING AND STORING SYSTEM TO POHJOLAN VOIMA OY'S POWER
PLANT AT KRISTIINANKAUPUNKI

BARCO TIPO USOS MULTIPLES



DIMENSIONES Y TONELAJES

TBR: 13200
 TPM: 20000
 ESLORA 1615m
 E/PP: 152m
 MANGA 22.8m
 PUNTAL: 13.6m
 CALADO 9.8m

DETALLES DE LA MAQUINARIA

MARCA Burmeister & Wain
 TIPO: 7K67GF
 FABRICANTE Hitachi Zosen
 POTENCIA: 13100bhp 145 rpm
 CAPACIDAD DE COMBUSTIBLE: 1610 M³
 CONSUMO DE COMBUSTIBLE 46.5 t/day
 AUTONOMIA: 12000 MILLAS N
 GENERADORES: 3 X 400 kw
 VELOCIDAD: 16.25
 NO DE TRIPULANTES: 33
 CLASIFICACION: ABS

DETALLES DE CARGA

GRANELES 26900 M³
 CARGA GENERAL 25000 M³
 CONTENEDORES: 305
 NO. DE BODEGAS 5
 NO. DE ESCOTILLAS: 5

NO. DE GRUAS:

2 x 10.5 T
 2 Derricks 10 T

DIMENSIONES DE ESCOTILLAS

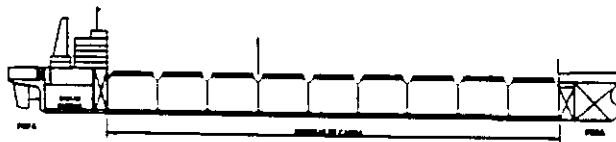
(1) 13.6m x 9.94m
 (2)-(5) 13.6m x 11.6m

NOTA:

CONFORME A LAS REGULACIONES DEL CANAL DE SAN LORENZO
 SE PUEDEN TRANSPORTAR 185 CONTENEDORES EN LAS BODEGAS, Y 120 SOBRE CUBIERTA
 CLASIFICACION ALTERNATIVA -LR,NV.

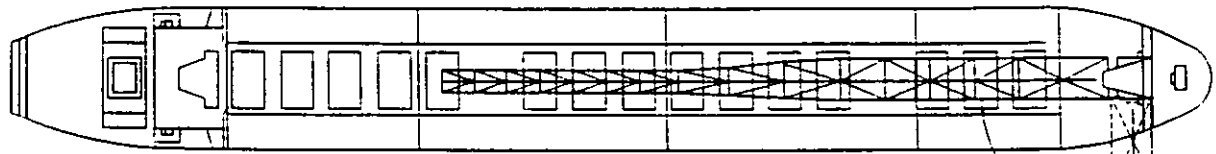
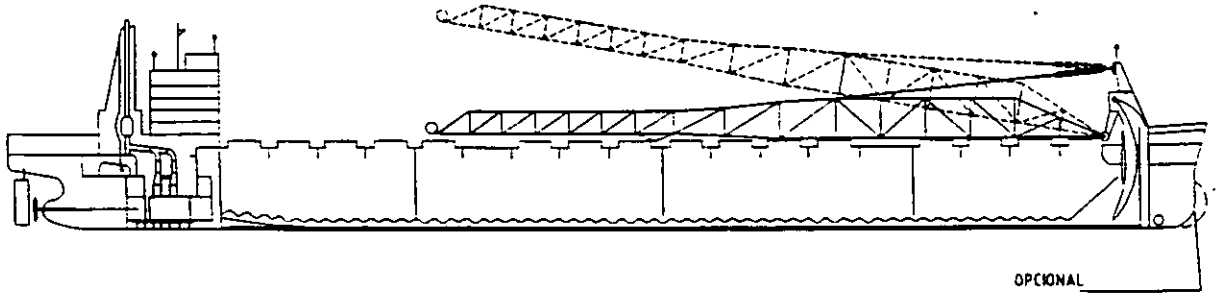
FUENTE: WORLD BANK STAFF
 FIG. 2.13.1

GRANELERO PURO, SIN MANIOBRAS A BORDO



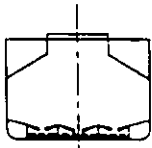
ESLORA TOTAL	186.5m (611.87ft)
E/PP	187.0m (584.0ft)
MANGA	28.4m (93.2ft)
PUNTAL	15.3m (50.2ft)
CALADO	10.7m (35.2ft)
VELOCIDAD	16.9
PESO MUERTO	32,100 tons
TRB (TONELADAS)	23,500 tons
TRN	19,000 tons
TRN (SUEZ)	21,000 tons
CAPACIDAD (PRODUCCION AGRICOLA)	45,413m ³ (1,603,880 ft ³)
TANQUE DE AGUA DE LASTRE	19,763m ³ (697,920ft ³)
TANQUE DE COMBUSTIBLE	2,010m ³ (70,990 ft ³)
TANQUE DE AGUA POTABLE	230m ³ (8,120 ft ³)
TANQUE DIESEL	190 m ³ 6,710 ft ³
POTENCIA ABS Max	15,288
TRIPULACION	26
CAMAROTES	34
HELICE (1), ASPAS	5

GRANELERO AUTO DESCARGABLE



OPCIONAL

GIRO 90° A AMBOS COSTADOS

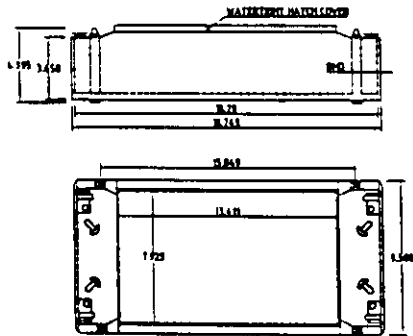


ESLORA TOTAL	634'-0"	PESO MUERTO	29,998 LT (33,597 ST)
ESLORA/PP	621'-6"	VOLUMEN BODEGAS	1,276,700 CU FT
MANGA	78'-0"	RENDIMIENTO DESCARGA	3,500 ST/HR
PUNTAL	56'-0"	LONGITUD PLUMA	250'-0"
CALADO	31'-4"	POTENCIA	8,500
DESPLAZAMIENTO	36,430 LSW	VELOCIDAD	14 KNOTS
CALADO EN LASTRE	15'-6" PROA, 20'-10" POPA	PROPULSOR DE PROA	1000 HP (OPCIONAL)
TONELADAS POR PULGADA DE INMERSION	112 LSW		

PUENTE WORLD BANK STAFF
 PBL 2 13.2

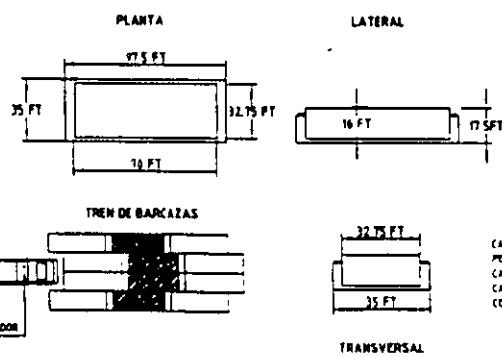
BARCAZAS TIPOS, LASH Y SEABEE

BARCAZA TIPO LASH



ESLORA: 16.75M
 MANGA: 11.40M
 CALADO EN LATERALES: 3.90M
 CALADO HACIENDO 2.74M
 VOLUMEN: 17,540 CU FT
 (493M³)

BARCAZA TIPO SEABEE



CAPACIDAD: 40 000 CU FT
 PESO APT: 150 L/T
 CALADO CON PSE: 17 FT 8 IN
 CALADO CON ASB: 17 FT 8 IN
 CONSTRUCCION DE DOBLE FONDO

2-141

COMPARACION DE VARIAS CONFIGURACIONES PARA
INSTALACIONES DE CARGA/DESCARGA DE BUQUES

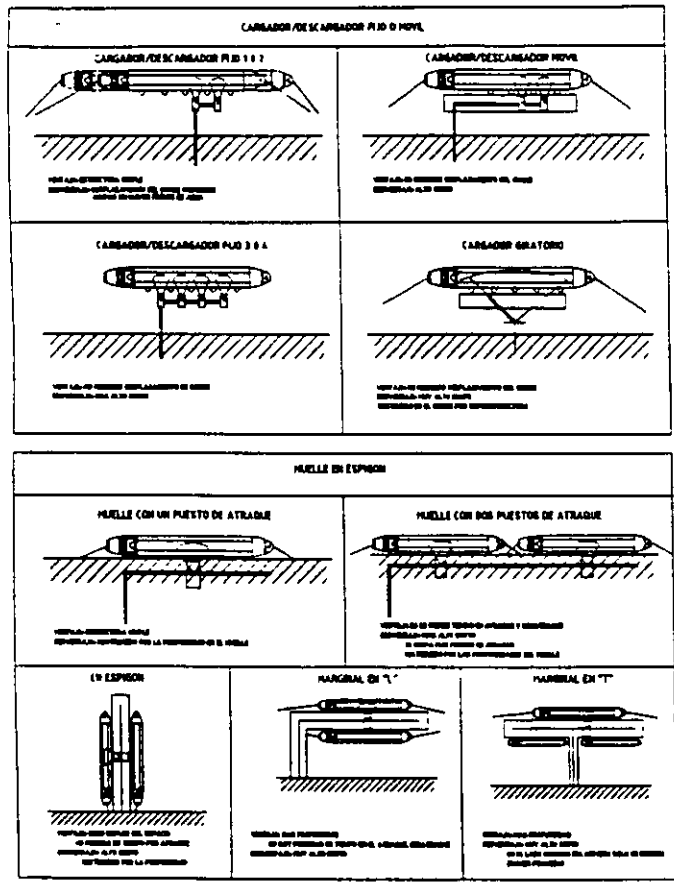
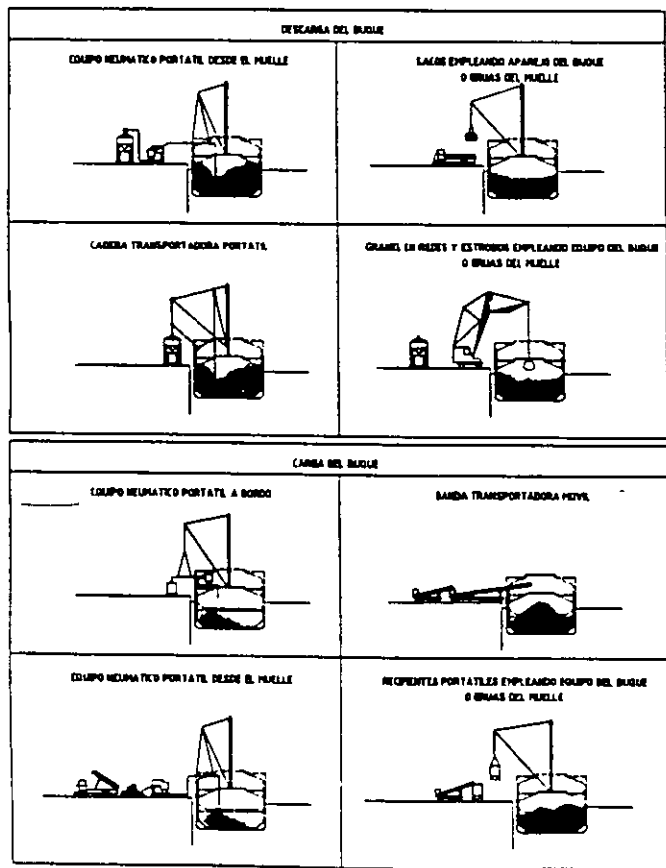


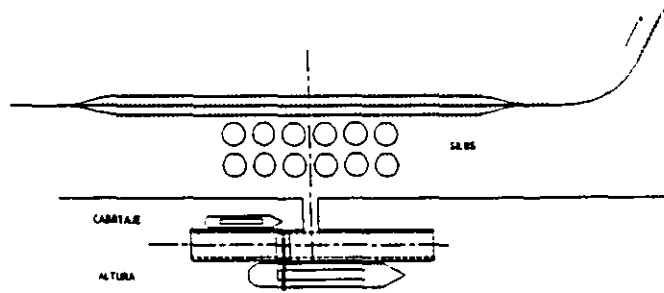
FIG. 1.10.1

ALGUNOS SISTEMAS DE BAJA CAPACIDAD PARA
CARGA/DESCARGA DE BUQUES GRANELEROS

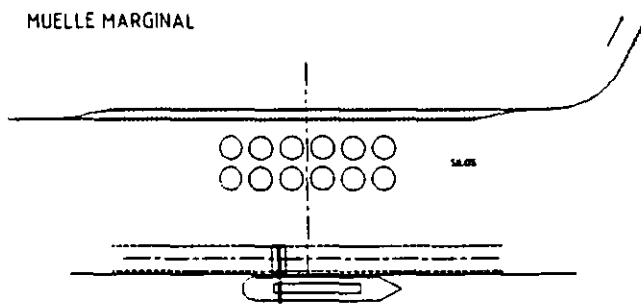


INSTALACIONES PARA MANEJO DE GRANEL AGRICOLA

MUELLE MARGINAL EN "7"

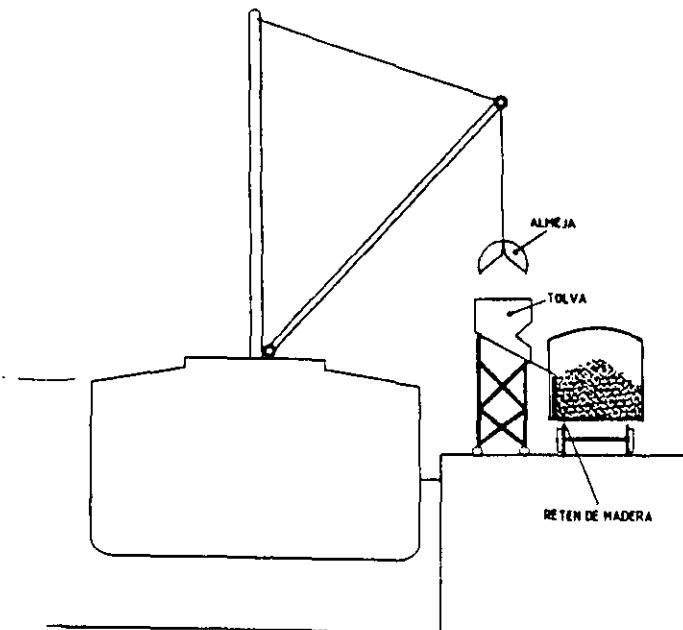


MUELLE MARGINAL



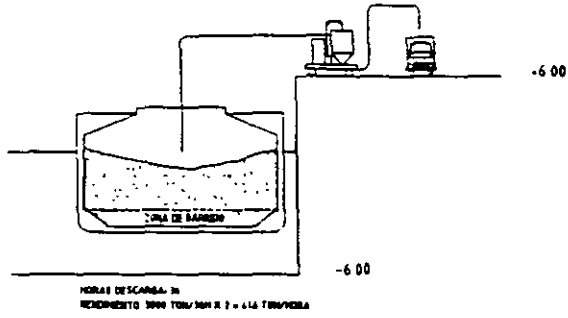
NO. 181

MANEJO DE GRANEL AGRICOLA EN TERMINALES DE CARGA GENERAL



MANEJO DE GRANELES EN PROGRESO, YUC.
DESCARGA DE BARCAZAS DE 3000 TMP

SIN TOLVAS
EQUIPO 2 SUCCIONADORAS A DIESEL DE 10" DE DIAMETRO DE SUCCION



CON TOLVA
EQUIPO 2 SUCCIONADORAS A DIESEL DE 10" DE DIAMETRO
2 TOLVAS DE 35 TON DE CAPACIDAD

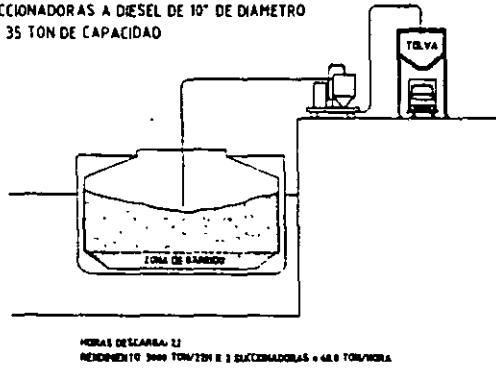
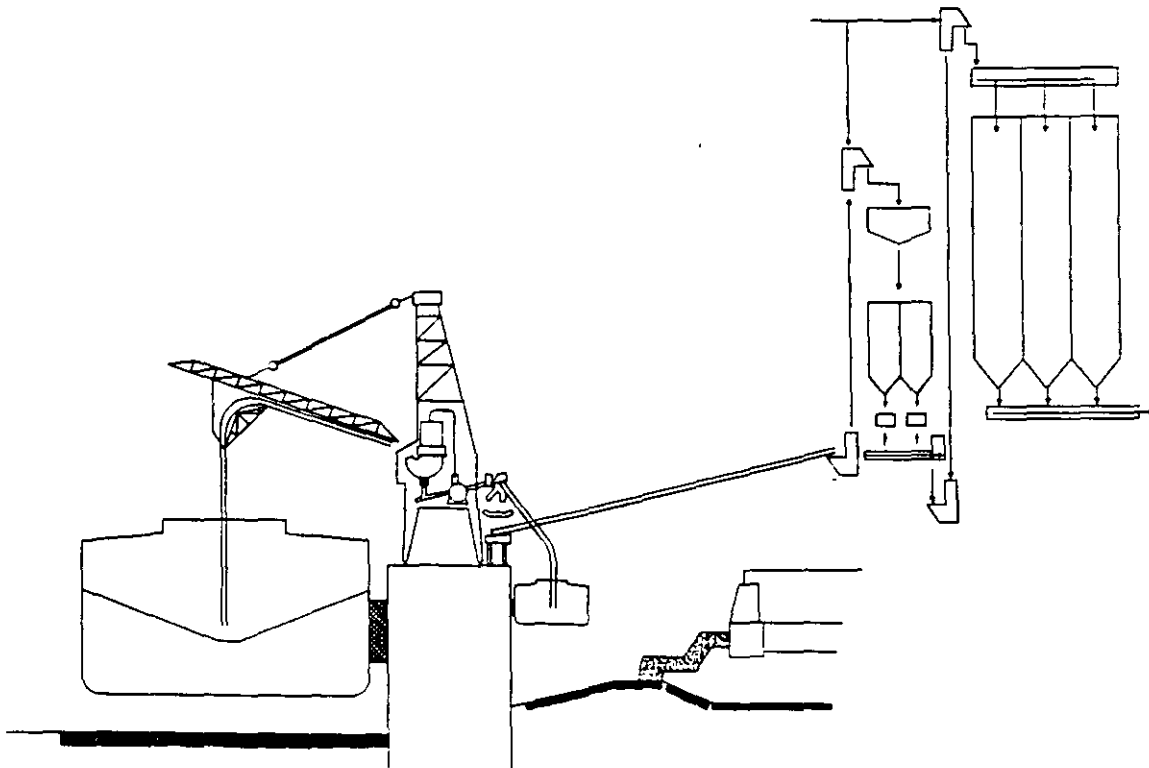
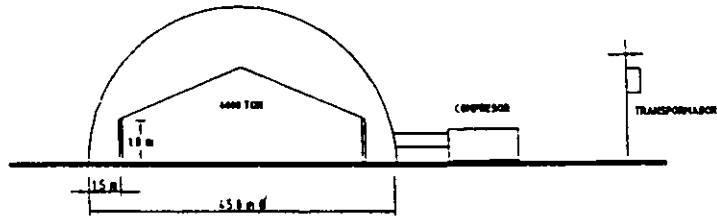


FIG. 189

DESCARGADOR NEUMATICO DE
GRANEL AGRICOLA



BODEGA INFLABLE PARA ALMACENAMIENTO
DE GRANEL AGRICOLA



VALOR: \$ 18 M INCLUYE INSTALACION Y COMPRESOR PARA INFLADO
\$ 9.5 M SISTEMA AERACION
4 VENTILADORES Y 8 JUEGOS DE MEDIA CAÑA

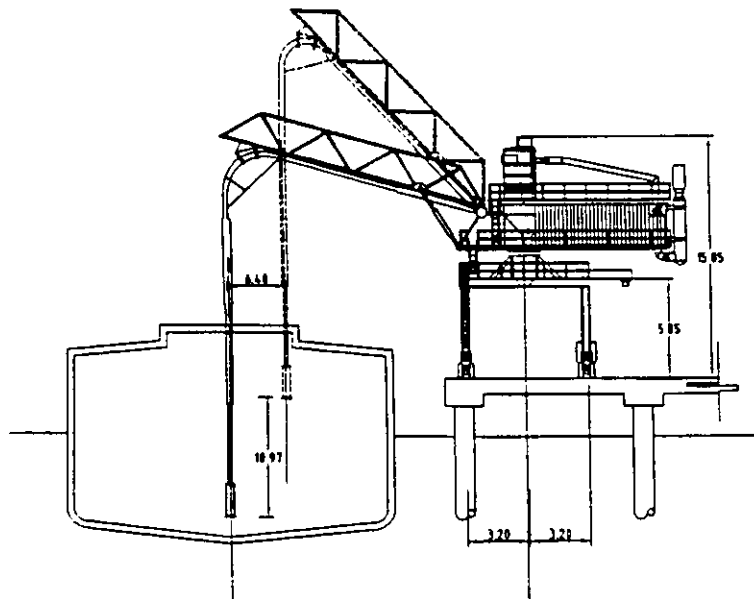
VIDA UTIL: 10-15 AÑOS
DE FABRICACION NACIONAL
ENTREGA INMEDIATA

NOTA: INFORMACION PROPORCIONADA POR EL SR. DAVID ANDERSON DE GOYAN MAR

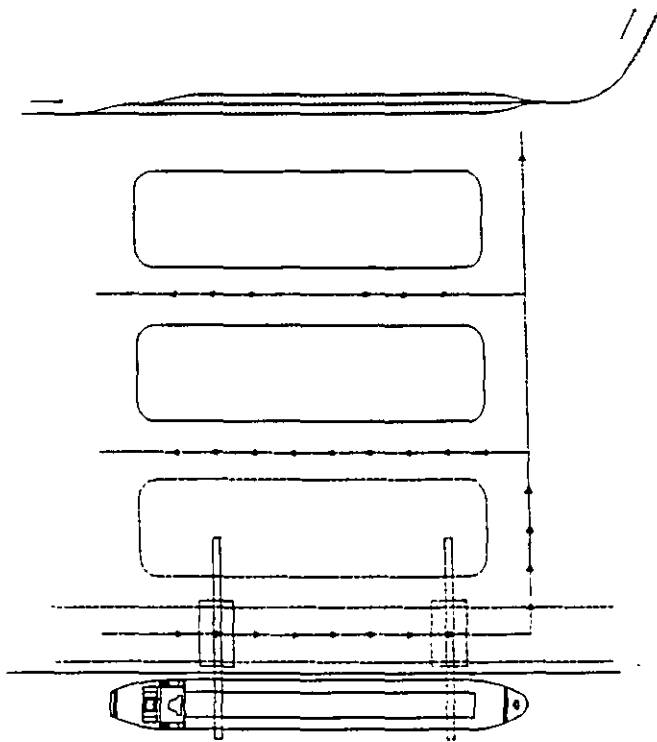
25 DE JULIO DE 1986

NO. 2.000

DESCARGA DE GRANEL AGRICOLA
GRUA PORTICO NEUMATICA

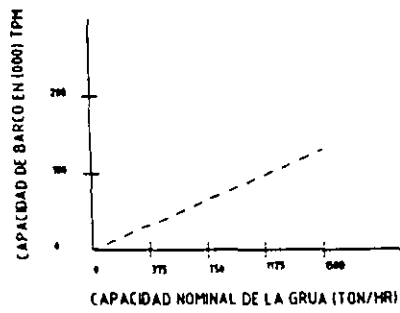


INSTALACIONES PARA DESCARGA DE BARCOS
CON GRANEL MINERAL

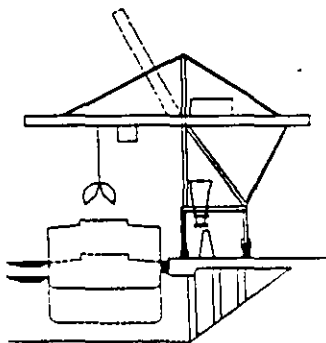


MLP

RELACION ENTRE EL TAMAÑO DEL BARCO MINERALERO
Y LA CAPACIDAD DE UN DESCARGADOR



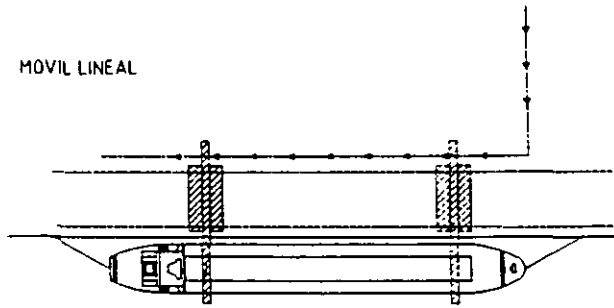
GRUA PORTICO SOBRE RIELES
PARA DESCARGA DE BARCOS



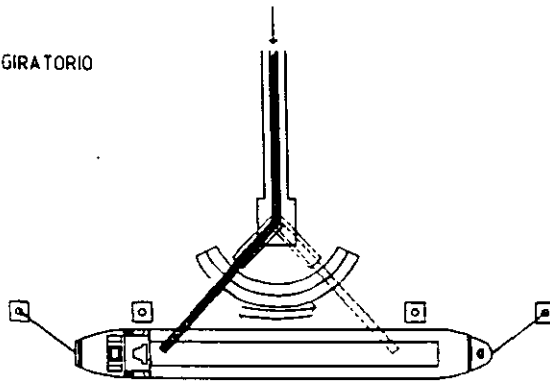
MLP

INSTALACIONES PARA CARGA DE BARCOS
CON GRANEL MINERAL

MOVIL LINEAL

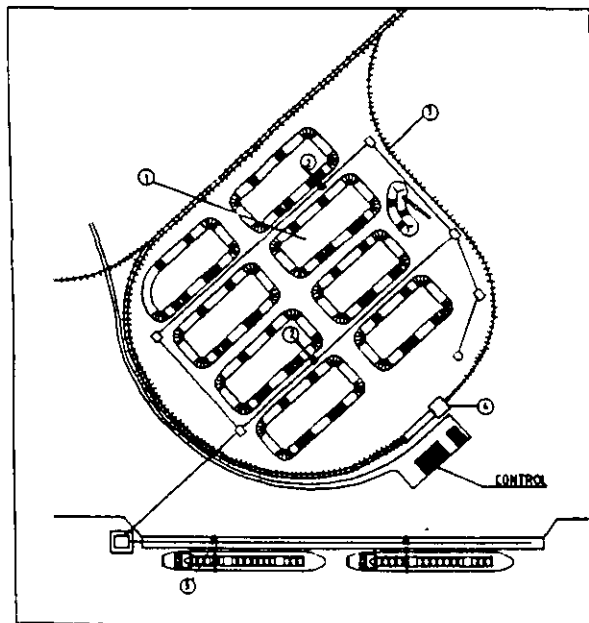


GIRATORIO



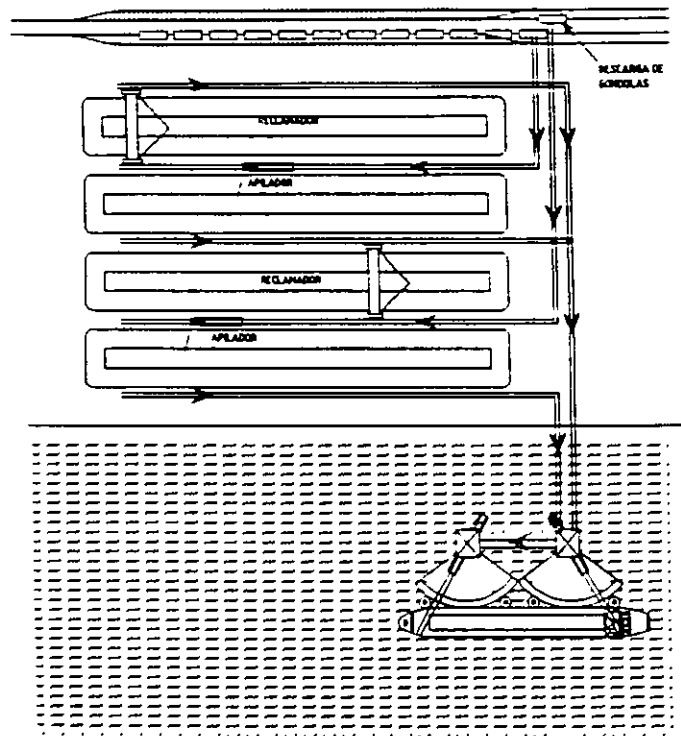
PLANTA

TERMINAL CARBONERA DE EXPORTACION



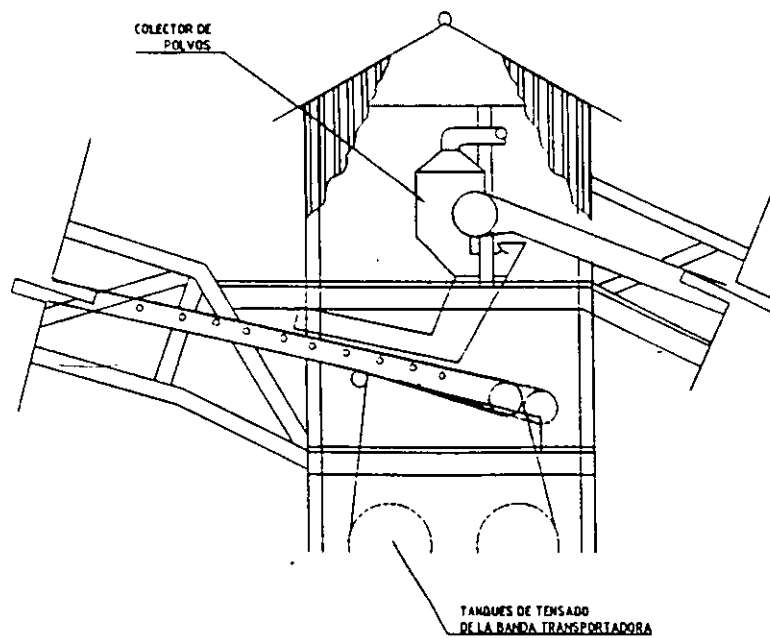
- 1 - ALMACENAMIENTO DE CARBON 17 MILLONES DE TONS
- 2 - APILADOR/RECOGEDOR
- 3 - CIRCUITO FERROVIARIO
- 4 - VOLTEADOR DE FURGONES
- 5 - TORRE MOVIL (CARGA DE BARCOS)

DISPOSICION GENERAL DE UNA TERMINAL DE EXPORTACION DE GRANUL MINERAL
(CON DOS DESCARGADORES GIRATORIOS)



PL. 100

TORRE DE TRANSFERENCIA



MUELLE PARA DESCARGA/CARGA DE MINERALES

- SUPERESTRUCTURA A BASE DE TRABES CON DISPOSICION TRIANGULAR EN PLANTA
- INFRAESTRUCTURA DE PILAS O PILOTES

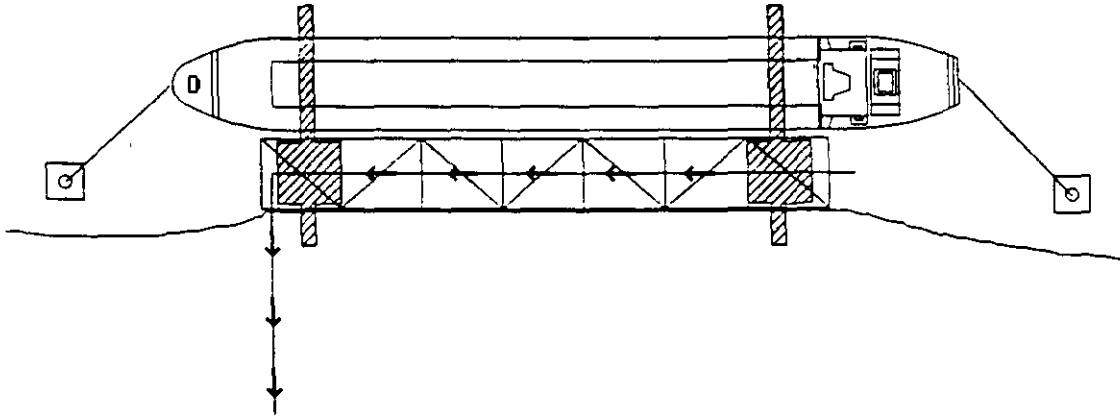


FIG. 2.13.15

500-2000 TON/HORA DESCARGADORES DE ALMEJA PARA GRANELES (SISTEMA DISCONTINUO)

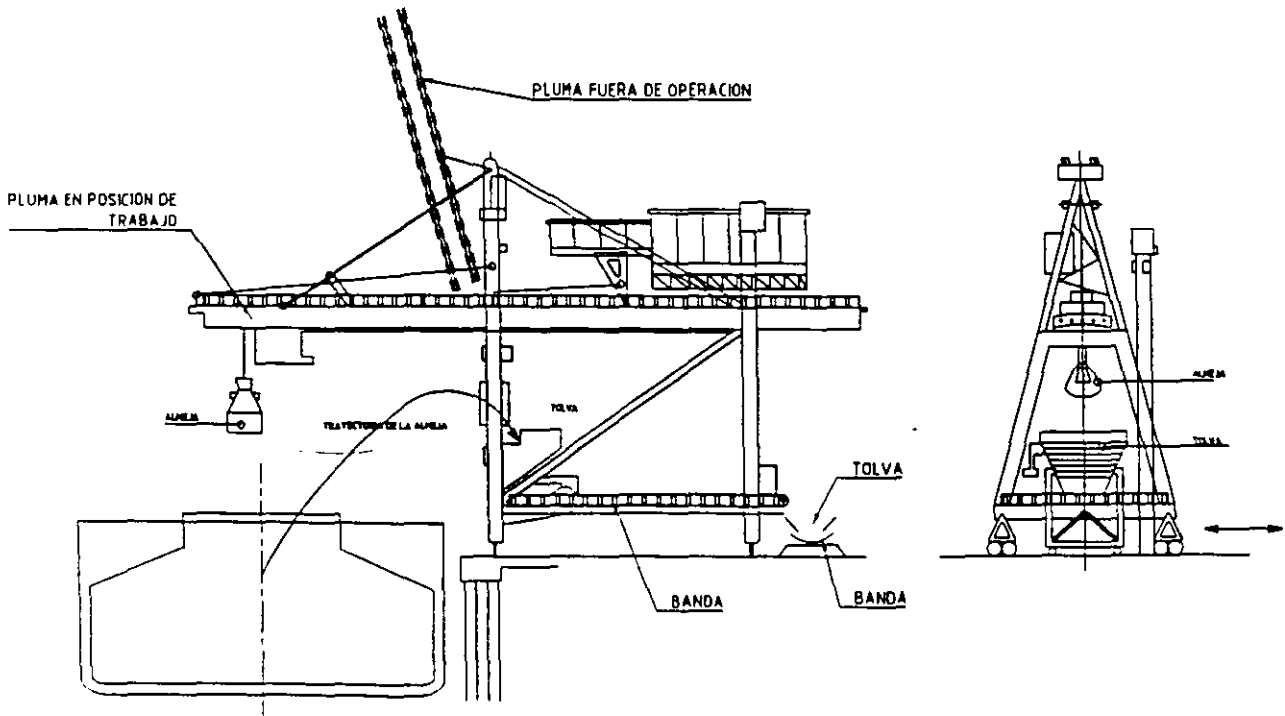
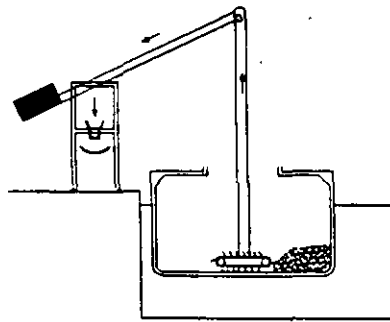
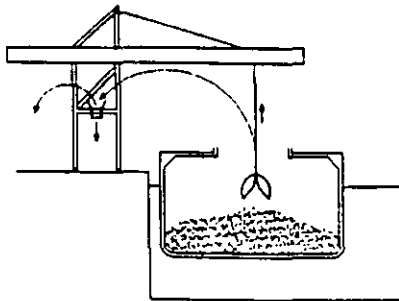


FIG. 2.13.16

EQUIPO PARA DESCARGA DE BARCOS CON GRANUL MINERAL



CONTINUO



DISCONTINUO

GRUAS PORTICO DE CANGILONES SOBRE RIELES PARA
DESCARGA CONTINUA DE BARCOS

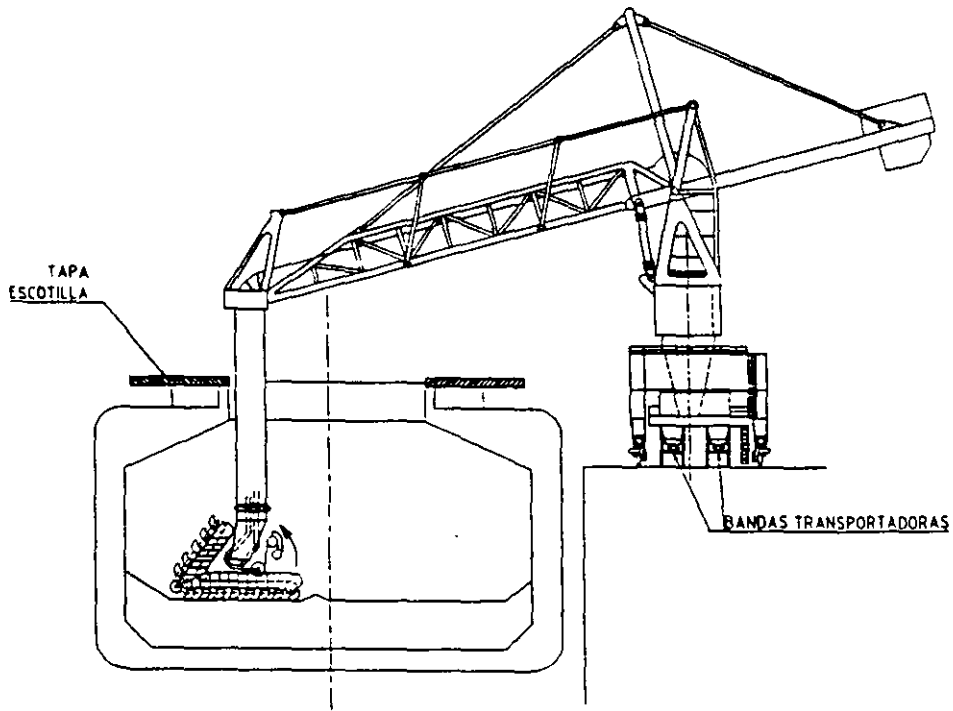
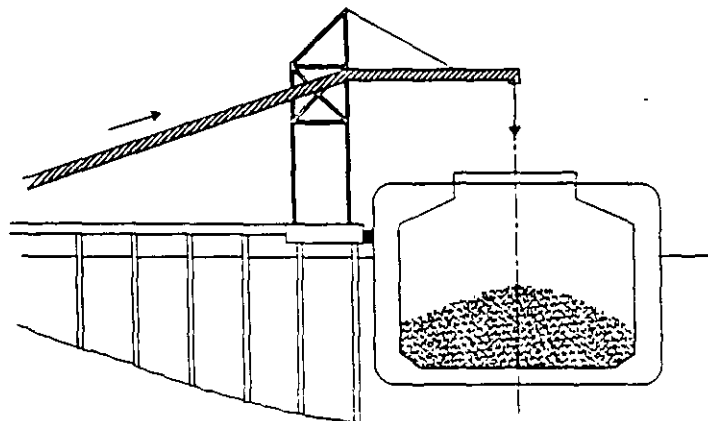
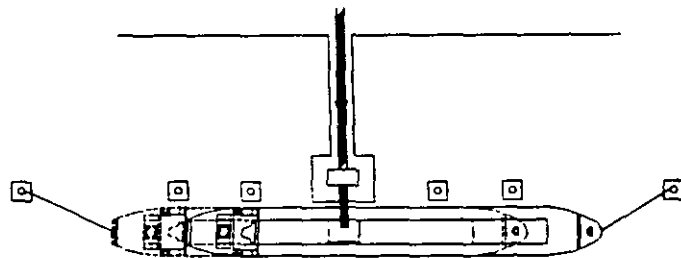


FIG. 2.13.22

MUELLE PARA LA CARGA DE
GRANEL MINERAL (FIJO)



CARGADOR 1000-7000 TON/HORA

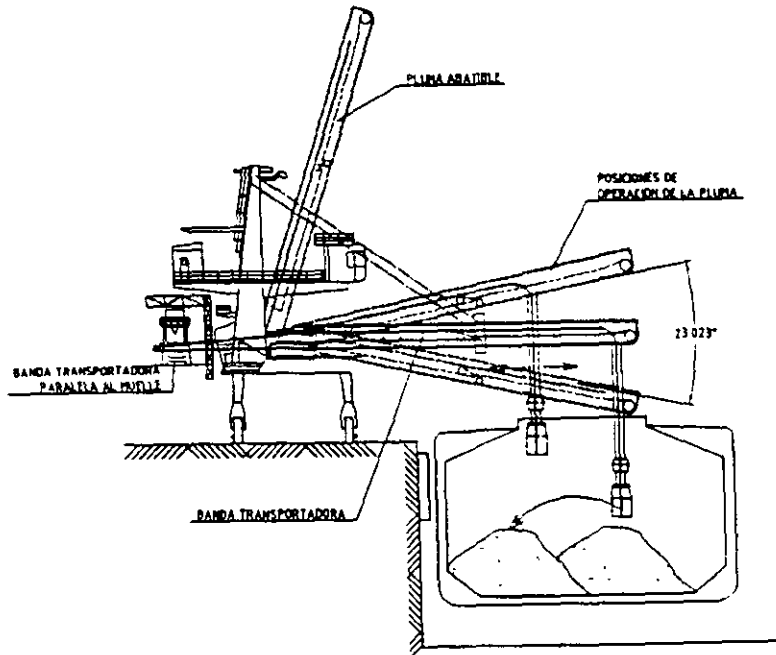
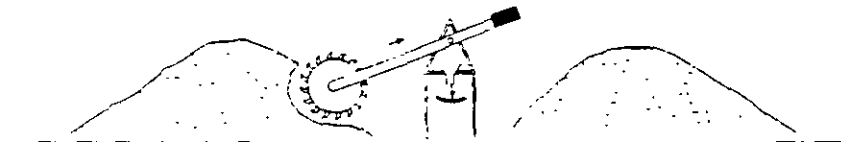
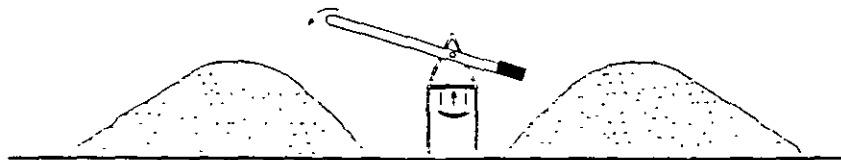


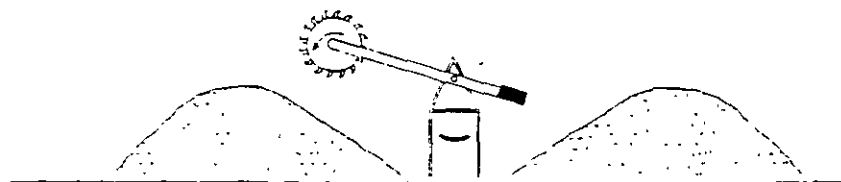
Fig. 2.02A



RECLAMADOR



APILADOR



RECLAMADOR/APILADOR

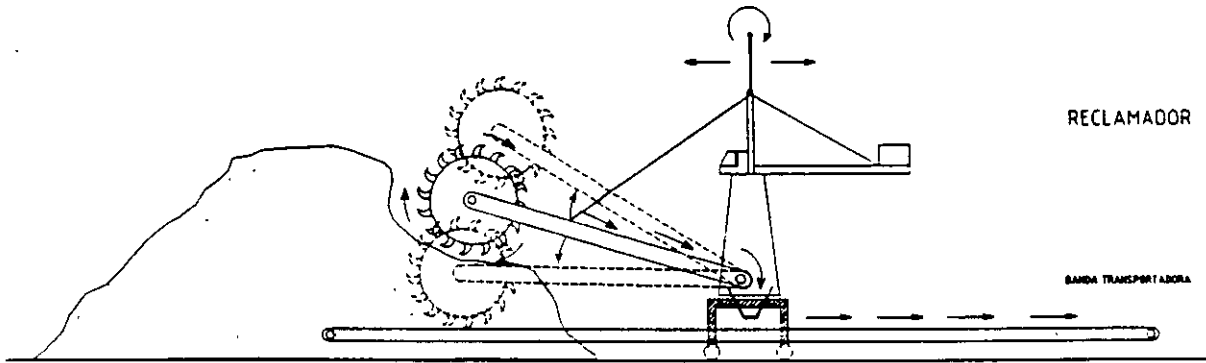
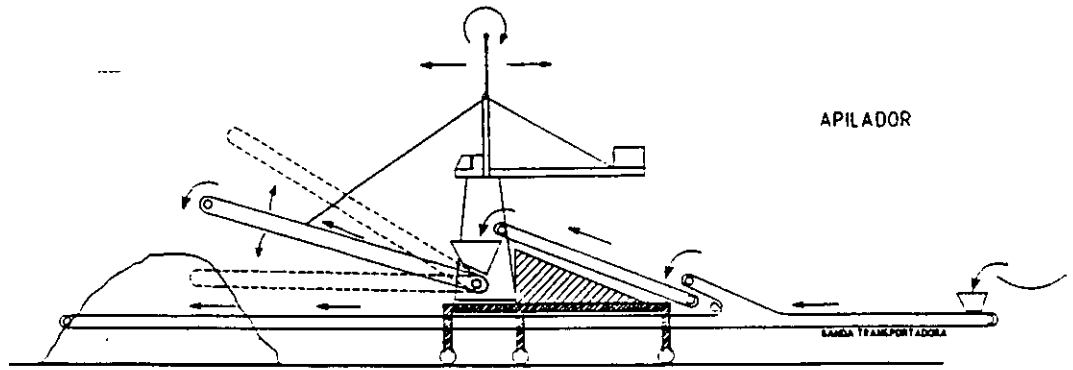
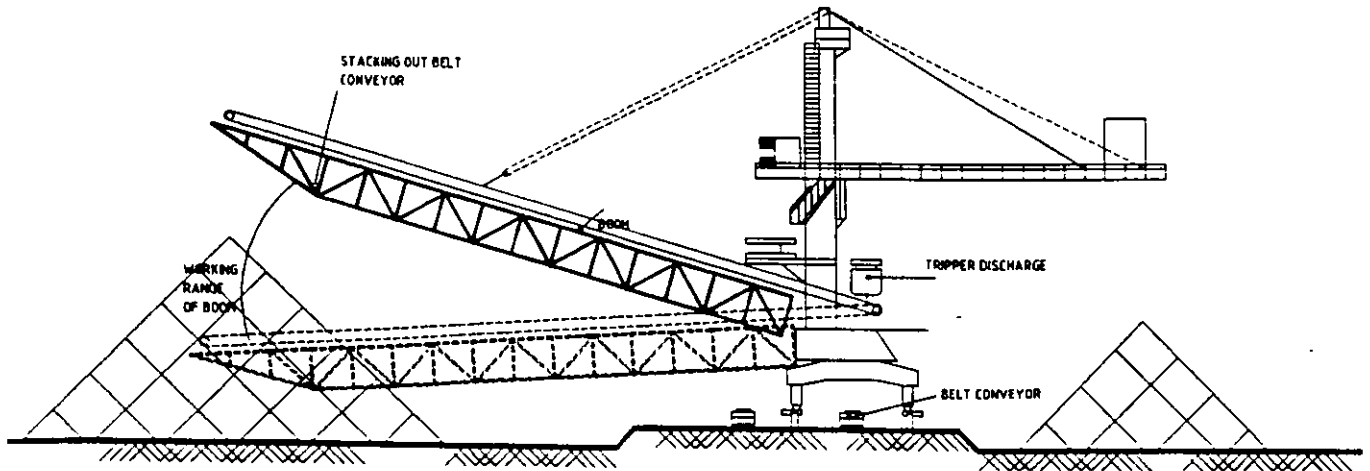


FIG. 2-13.26

APILADOR DE MINERALES EN UN PATIO DE ALMACENAMIENTO



ANCHO APLAMIENTO		RIELES RECLAMADOR			RIELES APLADOR			RADIO RECLAMADOR		RADIO APLADOR	
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
30	40.0	7.0	1.5	8.0	4.0	1.0	7.5	10.0	1.0	10	
35	45.0	7.0	1.5	8.0	4.0	1.0	8.2	10.0	1.0	11.5	
40	50.0	8.0	1.5	9.0	4.0	1.0	9.0	10.0	1.0	13	
45	55.0	8.0	1.5	9.0	4.0	1.0	9.8	10.0	1.0	14.5	
50	60.0	9.0	2.0	10.0	4.0	1.0	10.6	10.0	1.0	16	
55	65.0	9.0	2.0	10.0	4.0	1.0	11.4	10.0	1.0	17.5	

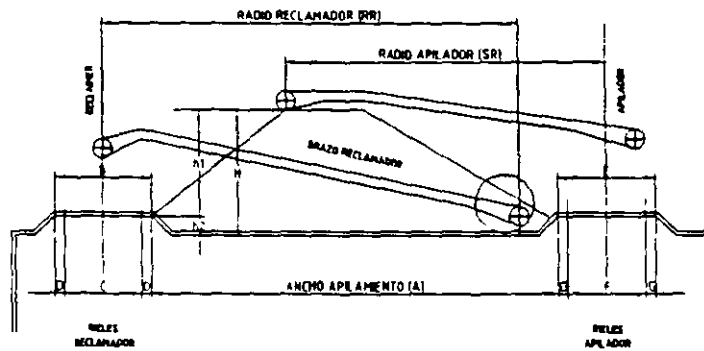


FIG. 2. 10. 20

FIG. 2. 10. 20

SILO HORIZONTAL PARA MATERIALES A GRANEL

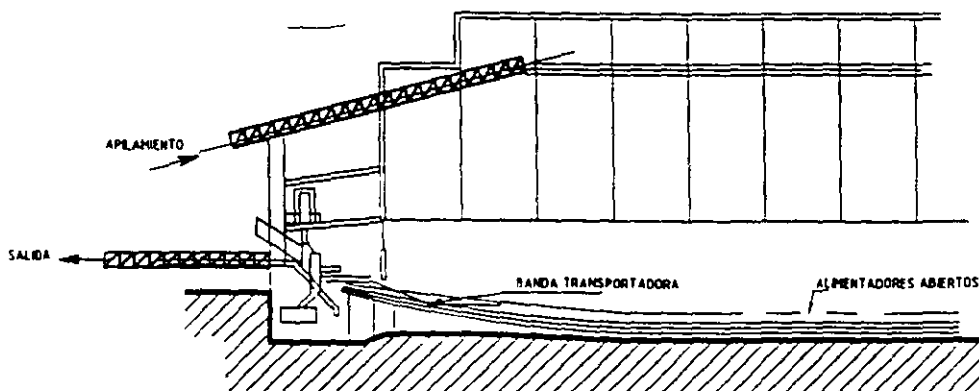
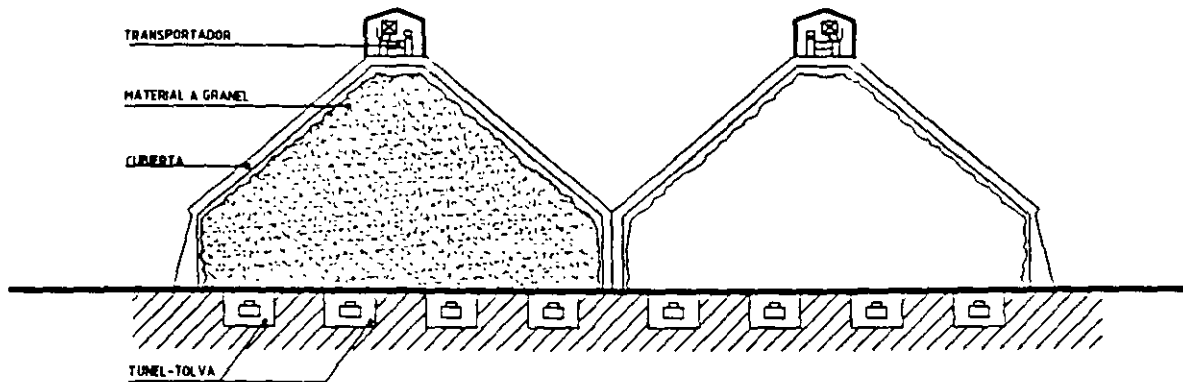
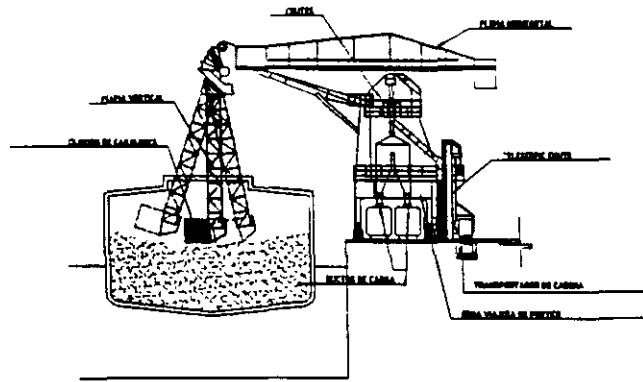


FIG. 2. 10. 20

MANEJO DE GRANELES



GRANEL MINERAL

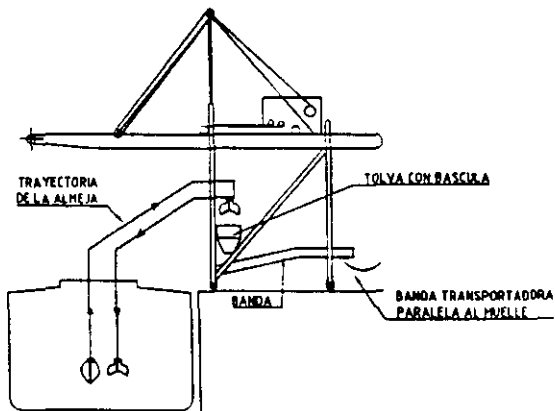
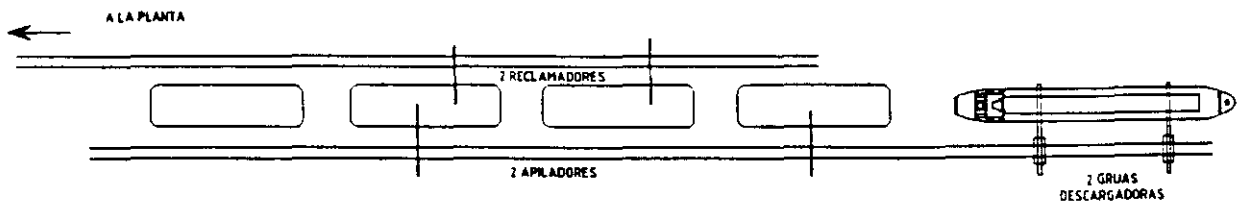


FIG. 2.13.10



INSTALACIONES PARA LA IMPORTACION DE PELLETS (HIERRO)
CAPACIDAD DE DISEÑO 3 200 000 T/AÑO

EQUIPO

- 2-1000 T/H GRUAS DESCARGADORAS DE ALMEJA
- 2-3000 T/H BANDAS TRANSPORTADORAS
- 2-3000 T/H APILADORES
- 2-500 T/H RECLAMADORES

BANDA TRANSPORTADORA PARA LAS GRUAS APILADORAS
BANDA TRANSPORTADORA PARA GRUAS RECLAMADORAS
DRAGADO Y CONSTRUCCION DE MUELLE

ARREGLO GENERAL TIPICO DE UNA PLANTA DE FIERRO ESPONJA

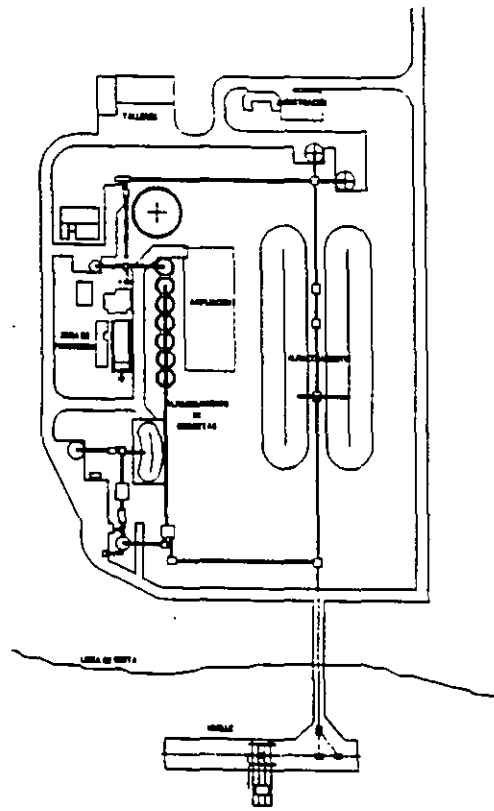


FIG. 2.15.2

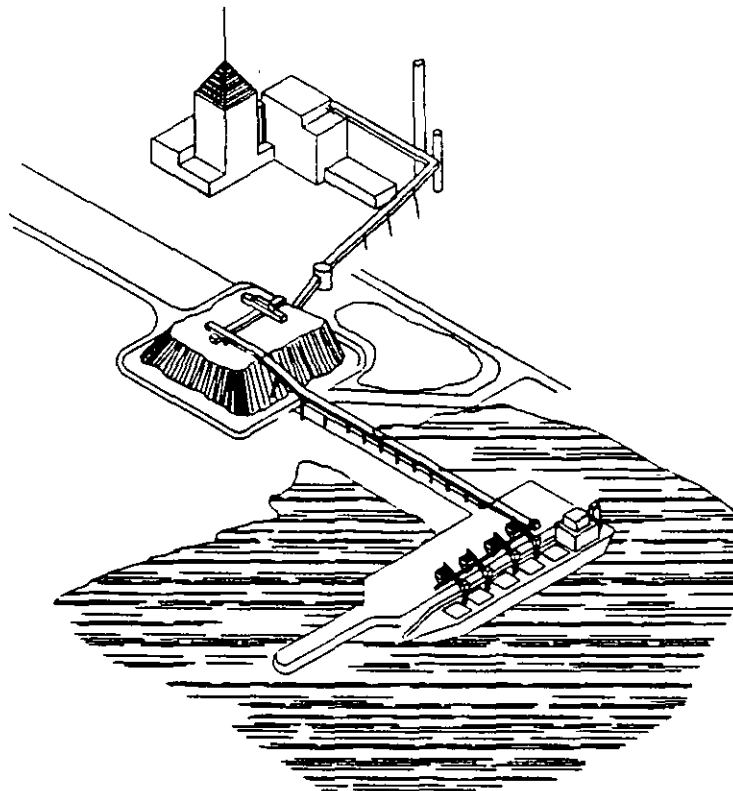


FIG. 2.15.3

2. 14 .- TERMINALES PARA FLUIDOS

INSTALACIONES MARITIMAS EN MEXICO PARA LA OPERACION DE BUQUES TANQUE.			
Golfo de México	Tuxpan, Ver.	para barcos de 60.000 TPM	tipo CALM
	Pajantos, Ver.	150.000 TPM 250.000 TPM	tipo CALM
	Dos Bocas, Tab.	250.000	tipo CALM
	Cayo Arcas, Yuc.	250.000	una tipo columna fija dos tipo CALM
Océano Pacifico	Rosarito B.C.	60.000	tipo CALM
	Salina Cruz, Oax.	60.000 250.000	tipo CALM

Cuadro 2.14.1.

Instalaciones para operaciones de buques tanque	Portuarias	Muelles marginales	Continuo
			T
			L
	Maritimas	Muelles Espigón	
		Boyas	Amarradero Convencional
		Mono-boyas	CALM SALM RAM CF
		Muelles isla	
		Muelles isla con protección al oleaje	

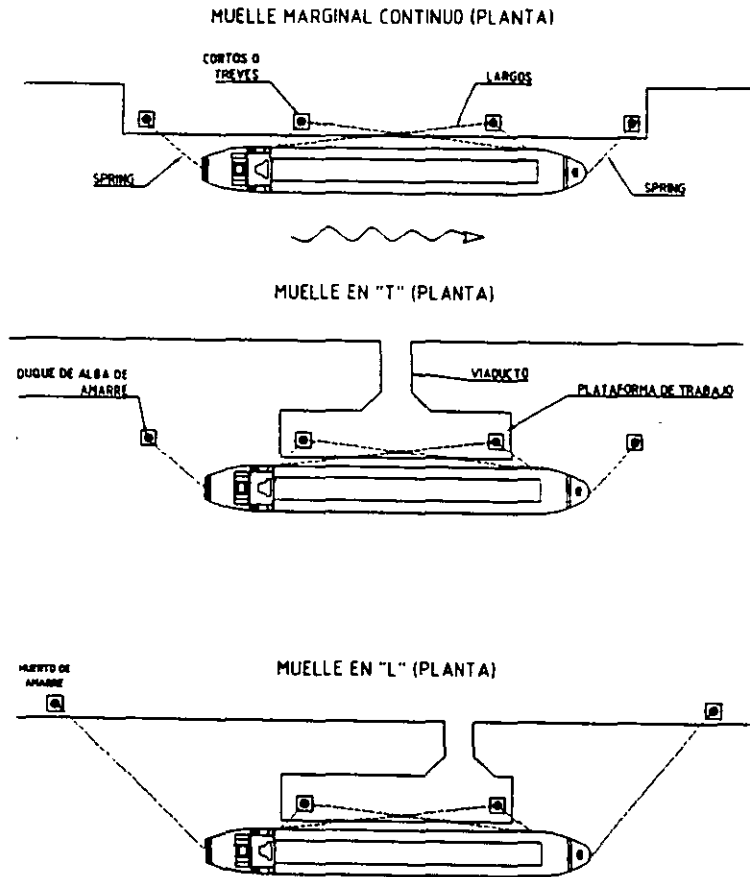
Cuadro 2.14.2.

Muelles Marginales.- Son instalaciones de atraque para la operación de barcos, comúnmente utilizados en las márgenes de un río en dársenas angostas paralelos a la corriente, para aprovechar los perímetros de las dársenas en puertos marítimos artificiales o el espacio entre dos muelles en espigón.

Este tipo de muelle, puede ser continuo a lo largo de la eslora del barco, en "T" o en "L".

Estos muelles se construyen a base de estructuras de gravedad o sobre pilotes. Los muelles en "T" y "L", requieren de duques de alba para el amarre.

MUELLE MARGINAL CONTINUO

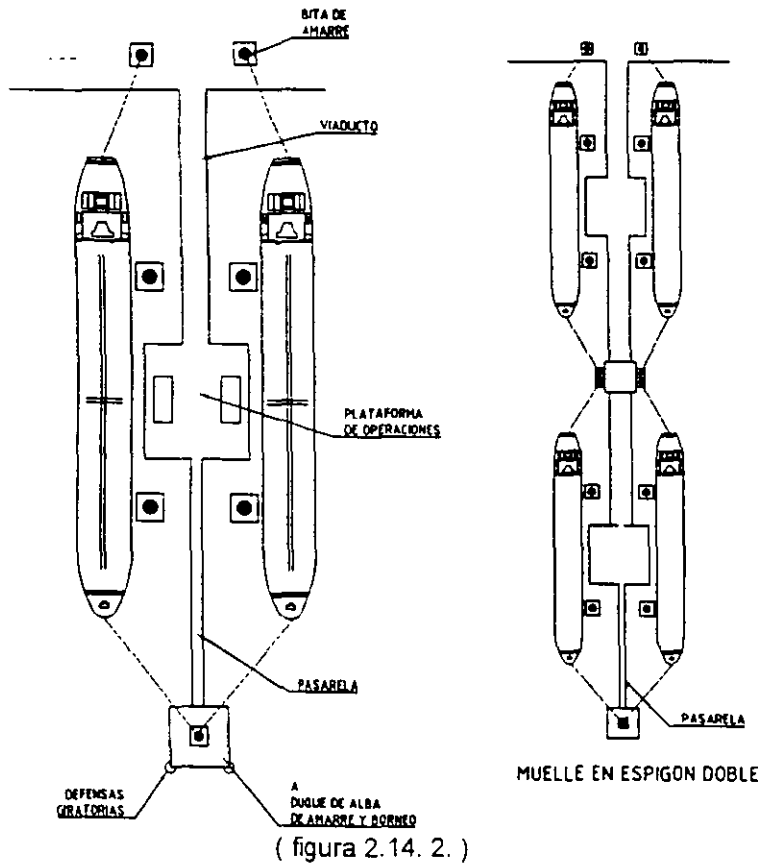


(figura 14 1.)

Los muelles en "T" y "L", son los muelles marginales comúnmente utilizados para la operación de barcos petroleros.

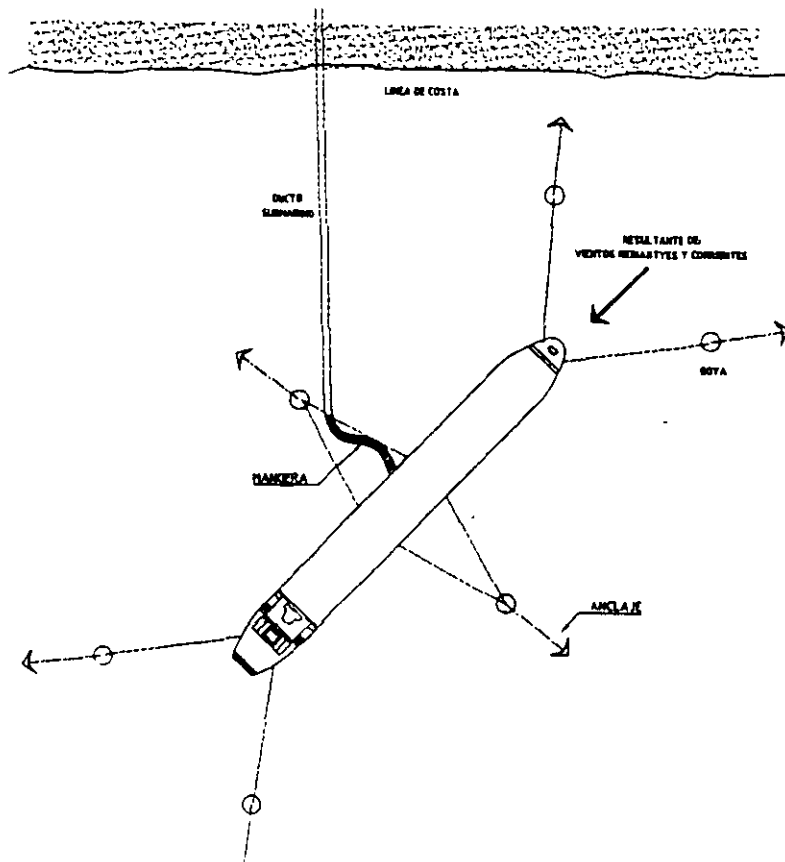
Muelles en Espigón.- Son instalaciones de atraque perpendiculares a los límites de una dársena, comúnmente para el atraque simultáneo de dos embarcaciones, pudiendo ser utilizado para 4 ó más embarcaciones, dependiendo del espacio de agua disponible.

MUELLE EN ESPIGON PARA FLUIDOS (PLANTA)



Amarradero Convencional.- El fondeo de la embarcación se efectúa mediante un mínimo de 4 boyas ancladas al fondo marino, orientadas convencionalmente a la dirección de los vientos reinantes. La tubería de conducción del fluido termina en manguera, la que se conecta al barco para la carga y/o descarga.

AMARRADERO CONVENCIONAL



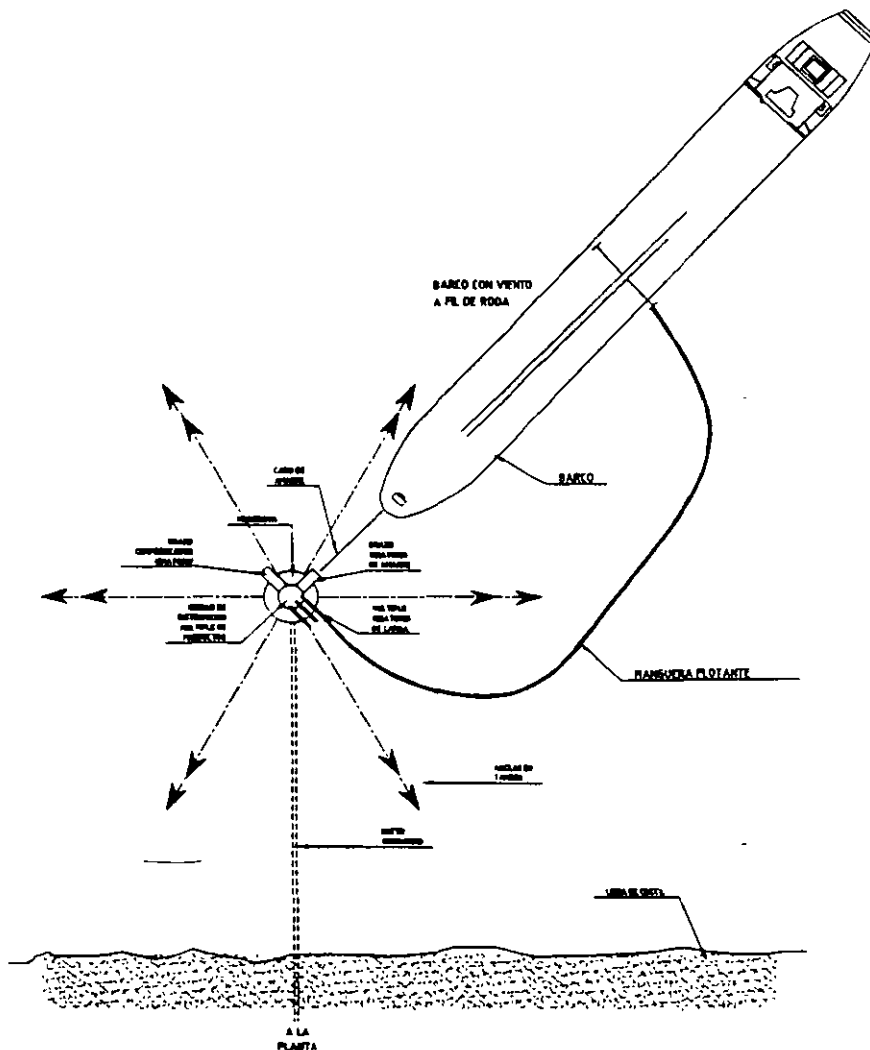
Monoboyas Tipo CALM (Catenaria, Anchor, Leg, Moring):

Boya posicionada a base de anclas y cadenas, por cuyo centro, por medio de un dispositivo mecánico, pasa a la tubería de conducción permitiendo girar 360°.

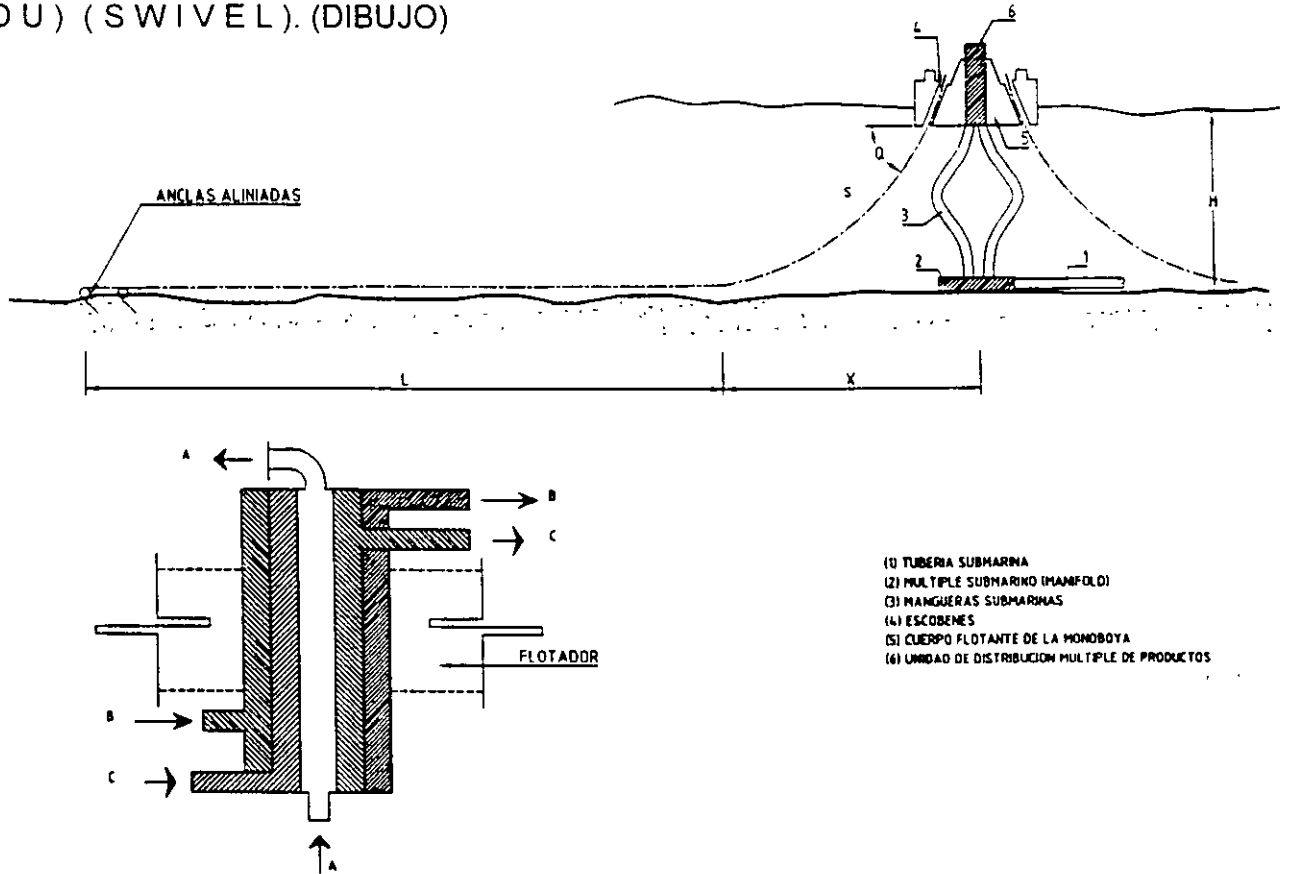
Es la boya más utilizada por su simplicidad, así como el hecho de poderla cambiar de lugar. Son empleadas para profundidades de hasta 45 m. La operación se suspende cuando se presentan vientos de 60 Km./h. y/o oleaje de 2.50 a 3.00 m. Por este tipo de boyas se pueden manejar de 1 a 4 productos diferentes, además del ducto para deslastre.

(DIBUJO) (PLANTA)

MONOBOYAS TIPO CALM (CATENARIA, ANCHOR, LEG, MORING)

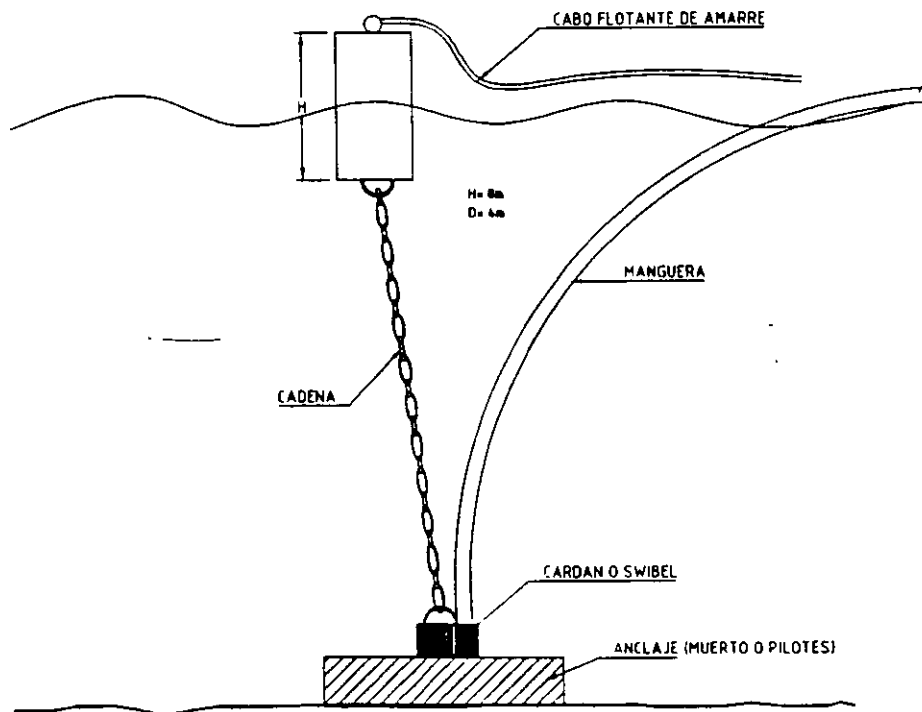


ESQUEMA DE LA UNIDAD DE DISTRIBUCIÓN MÚLTIPLE DE PRODUCTOS (M P D U) (S W I V E L). (DIBUJO)



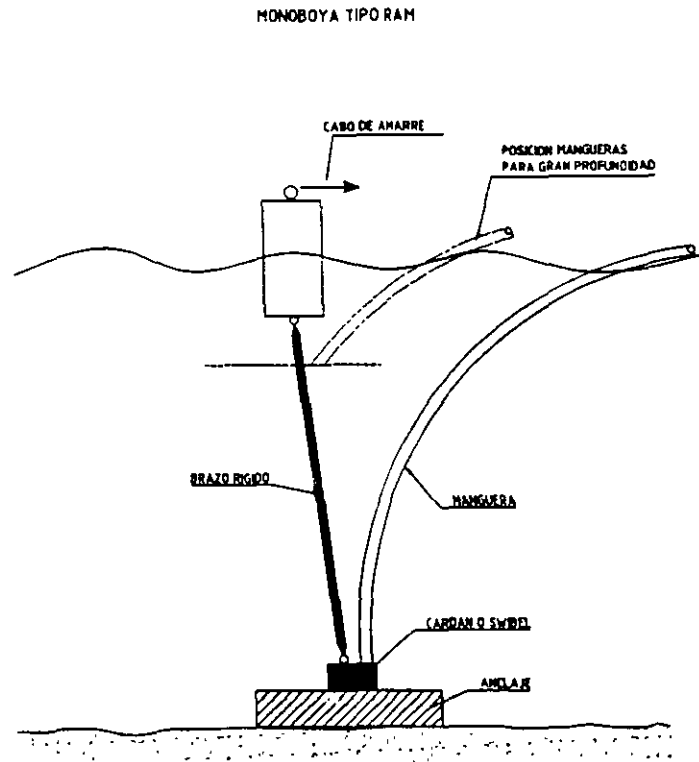
Monoboya tipo SALM (Single, Anchor, Leg, Moring).-

Monoboya con anclaje en un sólo punto. Este tipo de monoboya se emplea para profundidades mayores de 50 m.



Monoboya Tipo RAM

Es similar a la SALM, pero con brazo rígido.



Descargadero tipo columna fija.- Para profundidades mayores de 30 m. y sitios donde se piensa efectuar maniobras de descarga y/o carga de fluidos en forma permanente se utilizan este tipo de instalaciones marítimas.

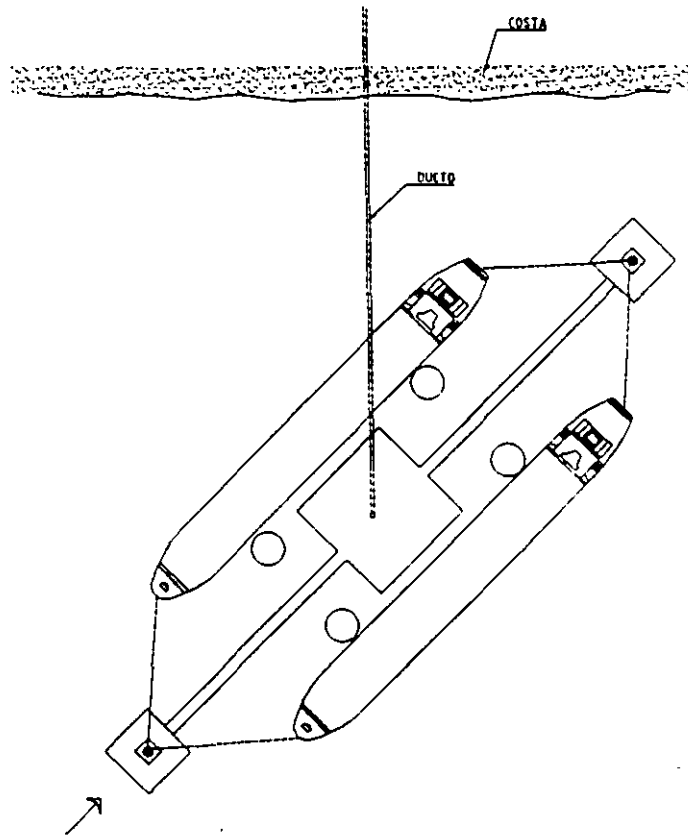
El sistema de monoboyas se ideó para la carga y descarga de productos líquidos del petróleo, sin embargo, en unos casos se ha utilizado para el manejo de gas LPG y minerales diluidos.

Para la elección de este sistema de carga y/o descarga de buque-tanques es indispensable tomar en cuenta la agitación del mar, que influye en la ocupación de la monoboya y además el alto costo de su mantenimiento.

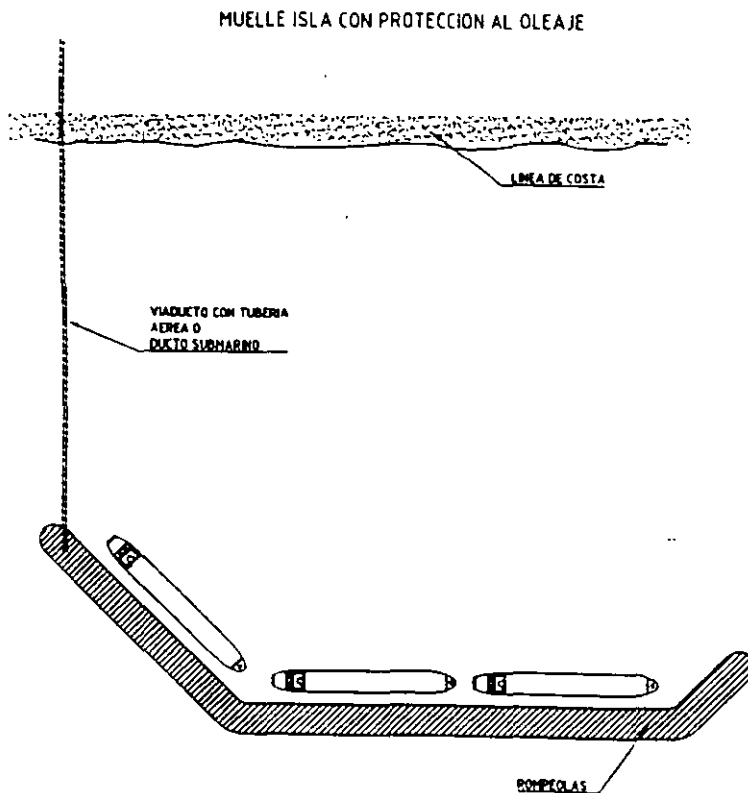
La profundidad a la que se instala una monoboya, depende de la agitación del mar y de las condiciones meteorológicas prevalecientes en el lugar, pero en general para fines de anteproyecto, es del orden de 1.5 el calado a plena carga del barco de proyecto, es decir 1/2 del calado entre la quilla y el fondo marino.

La Profundidad se deberá calcular tomando en cuenta el oleaje, el cabeceo del barco, la topohidrografía para contar con la profundidad mínima en toda el área del círculo de giro del barco amarrado.

Muelle isla.- Cuando existen aguas tranquilas y suficiente profundidad, se emplean los muelles-isla, que resultan económicos por la eliminación de los trabajos de dragado.



Muelle Isla con protección al oleaje.- Es el caso del Muelle Isla pero con protección al oleaje. La protección puede estar comunicada a tierra por medio de un viaducto y las tuberías aéreas, o simplemente con un ducto submarino.



Para la elección de la estructura, para la carga y descarga de cisternas se tendrá que tomar en cuenta: la agitación del mar en el sitio de la obra.

El tipo de producto a manejar periodicidad, número y volumen de productos. y características del barco tipo que hará uso de las instalaciones.

15.- PUERTOS E INSTALACIONES PESQUERAS

La actividad pesquera que requiere una mayor atención en el país, por la gran potencia del recurso de nuestros litorales, reclama estudios específicos en planeación y administración portuaria para atender los requisitos en este campo.

La flota pesquera en el pasado, utilizaba las facilidades en puertos existentes, posteriormente construyeron terminales en el interior de los puertos comerciales y en la actualidad se desarrollan programas para la construcción de Puertos pesqueros; esta actividad, eminentemente industrial portuaria, se ha desarrollado en tal forma que una parte del producto de la captura únicamente es transbordado en puerto para su transporte al centro de la República. Al propiciar el establecimiento de zonas pesqueras industriales marítimas redundará en beneficio de los consumidores al abatirse el costo final del producto.

La localización de terminales marítimas pesqueras en puertos comerciales existentes, deberá quedar integrada a la zona industrial marítima de pequeñas profundidades, alejadas de la zona urbana sin interferir con el tránsito de grandes embarcaciones. Cuando se trata de un puerto pesquero el dimensionamiento de la entrada, deberá asegurar el cruce a las embarcaciones en todo tiempo, es decir, prever el arribo en temporadas, cuando esto resulte antieconómico, por el excesivo ancho de la bocana y la mayor profundidad para esta condición, el refugio de embarcaciones en temporales, deberá efectuarse en los puertos comerciales de la zona o de lo contrario se tendrá que cumplir con el dimensionamiento en temporales. Por el tipo de embarcaciones, la pesca se divide en pesca de bajura y de alta mar. La primera cuenta con una flota de pequeñas embarcaciones con esloras menores de 10 mts., la pesca de alta mar se realiza con embarcaciones destinadas a capturas específicas, de las cuales adquieren su denominación, tales como: camaroneros, escameros, sardineros, atuneros y arrastreros entre otros. De las embarcaciones anteriores los atuneros y arrastreros son los de mayor calado, con 5.70 mts., al respecto es conveniente hacer notar que la profundidad máxima para alojar dicha flota será del orden de los 6.5 - 7. mts.

Para el dimensionamiento de las terminales pesqueras, a continuación mostramos las características del barco tipo por especialidades de captura:

TIPO DE BARCO	ESLORA	MANGA	CALADO	FRANCO BORDO	CAPACIDAD DE CARGA (ton.)	DESPLAZAMIENTO A PLENA CARGA (ton.)
camaroneros	21.95	6.25	3.30	0.60	65	175
escameros	20.45	6.00	3.00	0.60	50	150
sardinero	26.25	7.50	3.75	0.30	150	300
atunero	53.00	12.00	5.70	2.20	800	1600
arrastrero	53.00	12.00	5.70	0.60	800	1600

(Tabla 15.1.)

Nota: En la columna "Capacidad de carga" se incluye...

El franco bordo en los atuneros corresponde a la altura de entre puente.

Para el canal de navegación, dársena y atracaderos, la siguiente tabla ilustra las dimensiones mínimas, las cuales dependerán de las condiciones locales, tales como agitación del mar, densidad de agua y vientos dominantes entre otros.

TIPO DE BARCO	LONGITUD DE MUELLE QUE UN BARCO NECESITA PARA ATRACAR	ANCHO PLANTILLA CANAL DE NAVEGACIÓN	PROFUNDIDAD MÍNIMA EN CANAL DE NAVEGACIÓN, Y DÁRSENA
camaronero	25.00m	30.00m	3.50m
escamero	23.00m	30.00m	3.50m
sardinero	30.00m	30.00m	4.00m
atunero	59.00m	60.00m	6.00m
arrastrero	59.00m	60.00m	6.00m

(Tabla 15.2.)

Nota: La profundidad está referida al nivel de bajamar media inferior y se deberá ajustar dependiendo de la agitación del mar en el canal de navegación, dársena y zonas de atraque.

Para obtener la longitud de bandas de atraque para barcos pesqueros empleamos la siguiente fórmula:

$$L = \frac{T \times N \times E}{D}$$

L: Longitud de atraque necesaria.

T: Tiempo en días de estadía en muelle.

D: Tiempo de duración en días de un viaje, incluyendo estadía en muelle y las maniobras de navegación y captura.

N: Número de barcos del mismo tipo que operan en el muelle.

E: Longitud en metros de atraque necesaria para un buque, se define en función de la eslora total del barco tipo.

Al aplicar la fórmula, el resultado deberá redondearse a "N" espacios enteros "E". "N" se obtiene dividiendo el resultado entre "E".

La estadía en muelle corresponde a las maniobras de avituallamiento, descarga del producto y reparación a flote correspondiente al mantenimiento preventivo de la nave. El mantenimiento corrector deberá realizarse en la zona de reparaciones navales que por la importancia en número de barcos se tendrá que prever. El abastecimiento de combustible se realiza en el tiempo destinado del avituallamiento y descarga del producto, está incluido en "T".

En la fórmula se supone que las embarcaciones ociosas no ocupan muelle, por lo que deberá preverse un atracadero específico de espera.

Para dar una idea de los tiempos medios de operación de una flota (días) observe la siguiente tabla, debiéndose ajustar dependiendo de la localización del recurso pesquero:

TIEMPO DE OPERACIÓN (DÍAS)

TIPO DE BARCO	ESTADIA EN MUELLES	MANIOBRAS DE NAVEGACIÓN Y CAPTURA	DURACIÓN DE UN VIAJE
camaroneros	2	13	15
sardinero o anchovetero	1	2	3
escamero	2	8	10
atunero	15	60	75
arrastrero	10	30	40

(Tabla 15.3.)

Con los datos anteriores la fórmula para calcular la longitud útil de atraque para barcos pesqueros, queda de la siguiente manera:

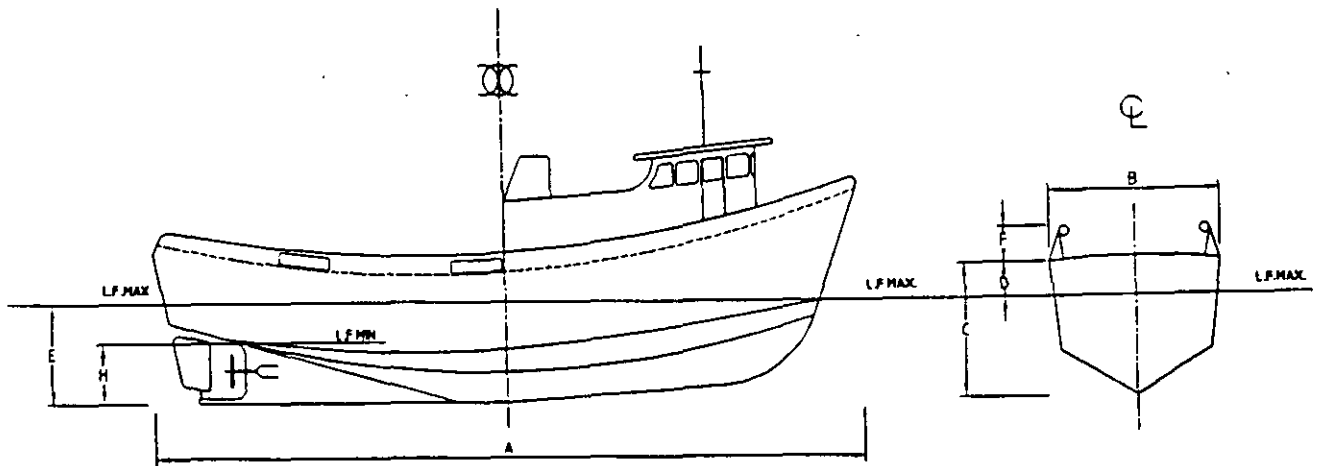
- Muelle Camaronero: L = 3.85 N.
- Muelle Sardinero : L = 10.00 N.
- Muelle Escamero : L = 4.50 N.
- Muelle Atunero : L = 11.80 N.
- Muelle Arrastrero : L = 14.50 N.

CARACTERÍSTICAS DE UN CAMARONERO TÍPICO

Eslora total	22.00 m
Manga	6.25 m
Puntal	3.50 m
Franco bordo	0.60 m
Calado máximo en popa	3.30 m
Bordo	0.90 m
Calado mínimo en popa	2.30 m
Desplazamiento barco cargado	175 ton
Desplazamiento barco descargado	110 ton

(Tabla 15.4.)

CARACTERÍSTICAS DE UN CAMARONERO TÍPICO



- A - ESLORA TOTAL 22.00m
- B - MANGA 6.25m
- C - PUNTAL 3.50m
- D - FRANCO BORDO 0.60m
- E - CALADO MÁXIMO EN POPA 3.30m
- F - BORDA 0.90m
- H - CALADO MÍNIMO EN POPA 2.30m

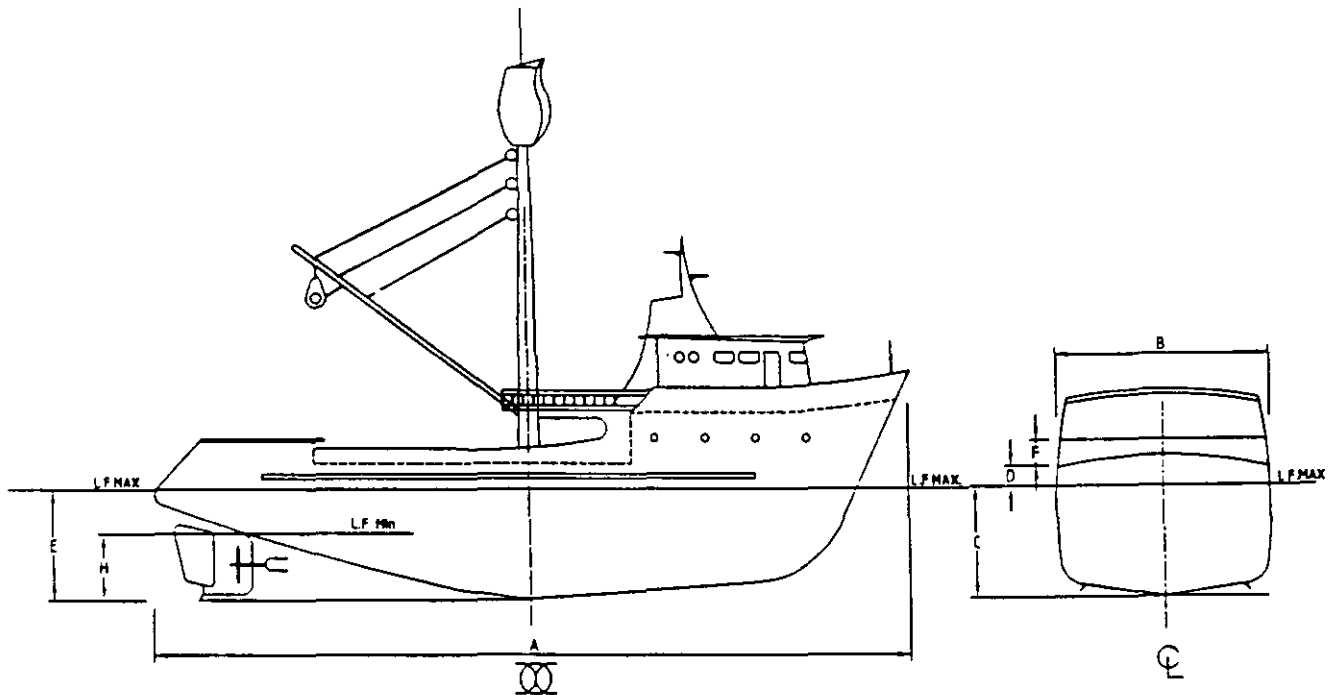
- D1 DESPLAZAMIENTO BARCO CARGADO 175 ton
- D2 DESPLAZAMIENTO BARCO DESCARGADO 110 ton
- L.F. MAX. LINEA DE FLOTACION BARCO CARGADO
- L.F. MIN. LINEA DE FLOTACION BARCO DESCARGADO

CARACTERÍSTICAS DE UN SARDINERO TÍPICO

Eslora total	26.25 m
Manga	7.50 m
Puntal	3.65 m
Franco bordo	0.30 m
Calado máximo en popa	3.75 m
Bordo	0.75 m
Calado mínimo en popa	2.60 m
Desplazamiento barco cargado	300 ton
Desplazamiento barco descargado	150 ton

(Tabla 15.5.)

CARACTERÍSTICAS DE UN SARDINERO TÍPICO



A.- ESLORA TOTAL	26.25m
B.- MANGA	7.50m
C.- PUNTAL	3.65m
D.- FRANCO BORDO	0.30m
E.- CALADO MÁXIMO EN POPA	3.75m
F.- BORDA	0.75m
H.- CALADO MÍNIMO EN POPA	2.60m

D1 DESPLAZAMIENTO BARCO CARGADO	300 ton
D2 DESPLAZAMIENTO BARCO DESCARGADO	150 ton
L.F. MAX LINEA DE FLOTACION BARCO CARGADO	
L.F. MIN LINEA DE FLOTACION BARCO DESCARGADO	

FIG. 2.6.1

NOMBRE DE LA EMBARCACIÓN	ESLORA	MANGA	CALADO	PUNTAL	MOTOR (H.P.)	MAT.-CASCO	TONS. BRUTO	CAPACIDAD TONS. NETO	TONS ACARREO
Santa Isabel	33.07	8.02	-	3.78	600	madera	291.21	154.00	220.00
Calafia	32.94	8.82	-	4.86	675	acero	273.00	195.00	300.00
El Sauzal	32.94	8.83	-	4.86	675	acero	272.00	195.00	200.00
Mojo	32.94	8.82	-	4.86	675	acero	273.00	195.00	300.00
Libertador del Sur	32.94	8.82	-	4.86	675	acero	273.00	195.00	200.00
Vizcaino	32.94	8.82	-	4.86	675	acero	273.00	195.00	300.00
Córcoles	32.94	8.82	-	4.86	675	acero	273.00	195.00	300.00
San Juan	28.50	6.63	-	6.07	225	madera	204.09	155.10	150.00
Santa María	27.29	7.52	-	3.20	400	madera	194.84	132.60	68.00
San Pedro	24.40	7.04	-	3.12	500	madera	139.42	75.52	110.00
Finix	23.00	6.61	-	2.89	425	madera	120.00	80.00	95.00
Senador	26.57	6.93	-	2.43	365	madera	116.29	74.21	95.00
Marino II	22.80	6.43	-	2.95	400	madera	105.14	84.00	90.00
Para Elena	19.65	6.17	-	2.20	365	madera	95.73	74.77	75.00
Tito	24.32	8.20	-	6.20	365	madera	88.12	55.30	90.00
Playero	17.90	5.50	-	2.50	240	madera	85.34	64.80	58.00
Propemex B-9	20.78	5.87	-	2.32	460	madera	80.90	61.60	65.00
Propemex M-12	18.67	5.50	-	2.00	220	acero	80.60	51.12	60.00
Propemex M-11	18.67	5.50	-	2.00	220	acero	80.45	51.06	60.00
Wiser	20.37	5.80	-	2.74	225	madera	79.38	58.71	80.00
San Martín	22.05	6.30	-	3.00	365	madera	79.27	53.00	50.00
Libertador	16.60	6.76	-	2.83	342	madera	73.95	43.07	75.00
San Antonio	10.60	4.90	-	2.63	100	madera	72.37	61.01	43.00
Artugas	16.76	4.57	-	2.43	180	madera	51.77	16.47	45.00
Punta Banda	16.76	4.58	-	2.63	336	madera	51.77	45.47	44.00
Winray's	18.50	4.60	-	2.10	225	madera	51.00	38.00	40.00
Wies	15.24	4.26	-	2.05	165	madera	51.00	36.06	35.00
Colta I	16.50	4.90	-	1.80	240	madera	48.87	42.93	40.00
Trigo	14.80	4.08	-	1.90	165	madera	40.58	26.90	25.00
Colta II	15.00	3.90	-	1.80	165	madera	38.88	27.50	28.00
César	13.00	4.20	-	1.87	165	madera	33.70	13.41	30.00
Susana	17.50	3.00	-	5.00	165	madera	29.46	24.08	14.00
Roble	22.55	6.70	2.44	3.66	425	acero			120.00

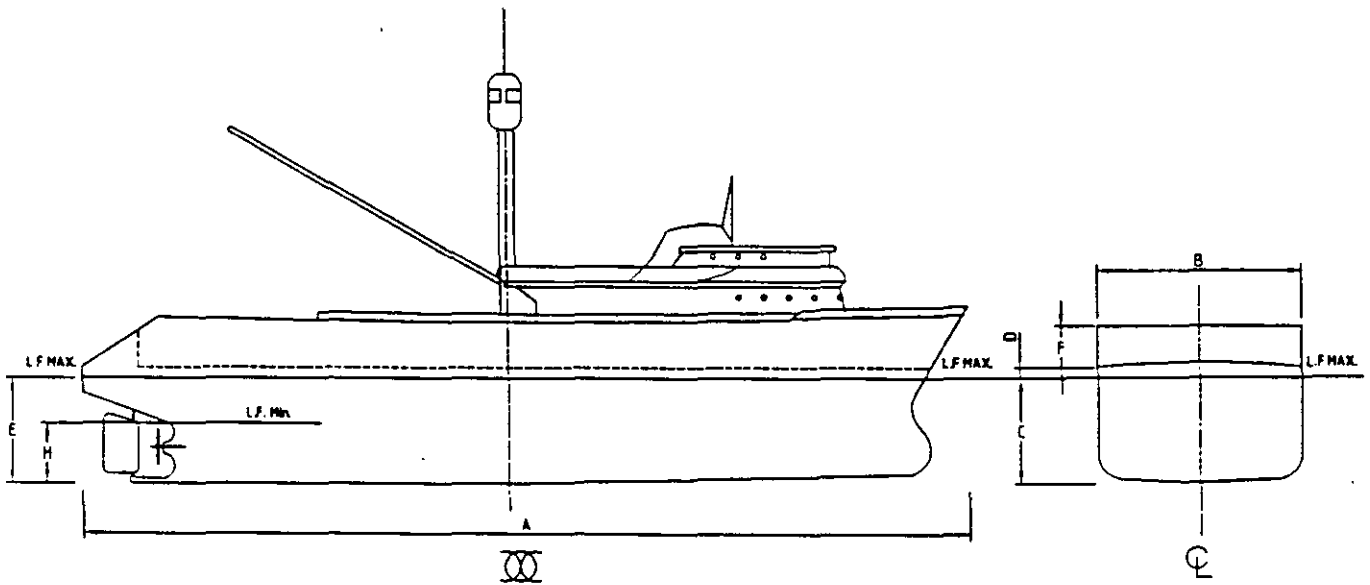
(Tabla 15.6.)

CARACTERÍSTICAS DE UN ATUNERO TÍPICO

Eslora total	53.00 m
Manga	12.00 m
Puntal	5.90 m
Franco bordo	0.40 m
Calado máximo en popa	5.70 m
Altura de entrepuente	2.20 m
Calado mínimo en popa	3.70 m
Desplazamiento barco cargado	1.600 ton
Desplazamiento barco descargado	800 ton

(Tabla 15.7.)

CARACTERÍSTICAS DE UN ATUNERO TÍPICO



A - ESlORA TOTAL 53.0m
 B - MANGA 12.00m
 C - PUNTAL 5.90m
 D - FRANCO BORDO 0.40m
 E - CALADO MÁXIMO EN POPA 5.70m
 F - BORDA 2.20m
 H - CALADO MÍNIMO EN POPA 3.70m

D1 DESPLAZAMIENTO BARCO CARGADO 1.600 ton
 D2 DESPLAZAMIENTO BARCO DESCARGADO 800 ton
 L.F. MAX. LINEA DE FLOTACION BARCO CARGADO
 L.F. MIN. LINEA DE FLOTACION BARCO DESCARGADO

FIG. 2.15.1

**CARACTERÍSTICAS DE LA FLOTA ATUNERA DEL PUERTO DE
ENSENADA, B.C.**

NOMBRE DE LA EMBARCACIÓN	ESLORA	MANGA	CALADO	PUNTAL	MOTOR (H.P.)	MAT.-CASCO	TONS. BRUTO	CAPACIDAD TONS. NETO	TONS ACARREO
Quo Vadis	61.87	8.53	6.10		3,100	-	1,325.00	641.00	930
Todos Santos	53.23	11.32	5.22	7.55	2,910	acero	1,145.10	406.06	650
Albatún	53.16	11.30	5.25	7.53	2,910	acero	1,145.10	406.06	650
Indomable	53.18	11.31	5.24	7.54	2,910	acero	1,145.10	406.06	650
Estado 29	53.04	11.30	5.24	7.54	2,910	acero	1,145.10	406.06	650
General Zapata	52.98	11.30	5.25	7.54	2,910	acero	1,145.10	406.06	650
Lázaro Cárdenas	52.95	11.30	5.25	7.54	2,910	acero	1,145.10	406.06	650
Cuahtémoc	52.00	11.10		7.70	2,500	acero	1,129.13	388.17	725
Gral A. I. Rodríguez	49.39	11.10	5.00	7.80	2,500	acero	1,004.42	328.91	660
Juan A.R. Sullivan	51.10	11.10	5.00	7.80	2,500	acero	1,004.42	328.91	660
Maria Amalia	53.80	10.85		5.22	2,875	acero	1,000.00	500.00	950
Conquistador	50.41	10.97		5.95	2,575	acero	863.00	445.00	650
Flamingo	45.63	11.63		4.50	1,800	madera	613.46	203.12	400
San Martín	40.66	8.95		4.53	925	madera	546.00	381.00	380
Vencedor	43.07	8.97		5.19	840	madera	519.34	342.46	350
Ensenada	41.38	9.30	3.90	4.50	1,100	acero	495.32	205.31	320
Guaymas	41.38	9.30	3.90	4.50	1,100	acero	495.32	205.31	320
Mazatlán	41.83	9.30	3.90	4.50	1,100	acero	495.32	205.31	320
Delfín Azul	37.18	6.58	5.20	-	950	acero	495.00	415.00	320
California	36.75	8.36		4.39	900	acero	470.92	290.63	220
Germán	40.23	6.71	5.20	-	1,125	acero	468.00	395.00	320
Virgilio Uribe	35.50	9.27		5.76	950	acero	350.00	165.00	300

(Tabla 15.8.)

16.- MARINAS

Las instalaciones destinadas a prestar servicio a embarcaciones de placer tales como yates, veleros, etc., requieren de aguas tranquilas, así como de servicios complementarios en tierra.

El distanciamiento entre instalaciones de este tipo en una costa, depende de la autonomía de la flota significativa.

Dependiendo del número de embarcaciones deportivas se presta servicio en un puerto específico o en instalaciones deportivas en puertos existentes.

Las necesidades portuarias a este tipo de embarcaciones, depende de sus dimensiones, por lo general, menores de 8 metros, requerirán instalaciones para traslado a tierra y las mayores necesitan bandas de atraque.

Dado que en lo general este tipo de embarcaciones no requieren por ley de utilización del servicio de practica por ser menor de 500 ton., de desplazamiento, el dimensionamiento deberá estar regido por los siguientes lineamientos:

Acceso marítimo fácil al puerto o a las instalaciones de atraque.

Contar con accesos terrestres adecuados.

Bandas de atraque y/o amarre que permita la seguridad de las embarcaciones.

Servicio en tierra: agua, luz, iluminación, teléfono, casa club, avituallamiento, instalaciones navales, agentes de viajes.

Los aspectos importantes para la planeación de una terminal o puerto deportivo son: acceso marítimo, zona de maniobras, atraques y servicios a flote.

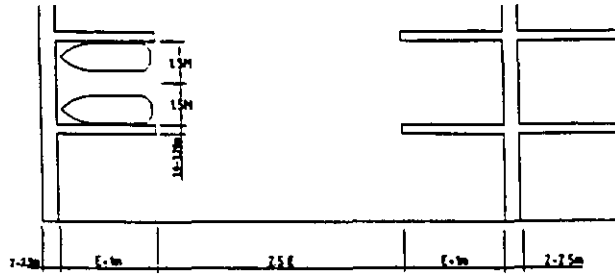
De cualquier manera, lo fundamental en este tipo de embarcación son aguas tranquilas en un puerto existente u obras de protección y abrigo (rompeolas) y las bandas de atraque. Los rompeolas por lo general se desplantan en la batimétrica - 7 m., requiriéndose una profundidad en canal y dársena de 5 m. y bocana de 50 a 70 m. de ancho.

El acceso a un puerto deportivo requiere que los morros de los rompeolas no permitan el paso del oleaje y a través un acceso fácil a las embarcaciones.

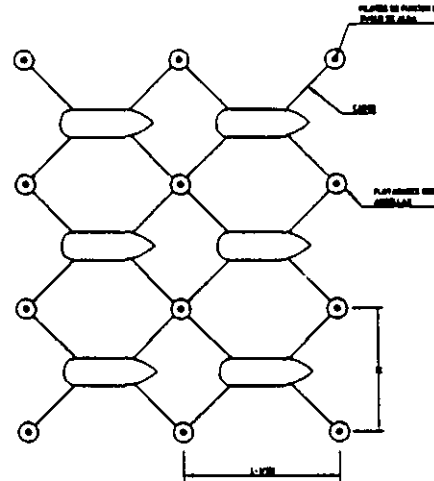
Por lo general en México éstas instalaciones se alojan en puertos existentes cuyas características de acceso y profundidad son mayores que las requeridas para embarcaciones deportivas, por lo que su localización debe ser en zonas de aguas tranquilas de poca profundidad y acceso terrestres adecuados.

Una disposición de las instalaciones de este tipo podrán observarse en la figura 16.1.

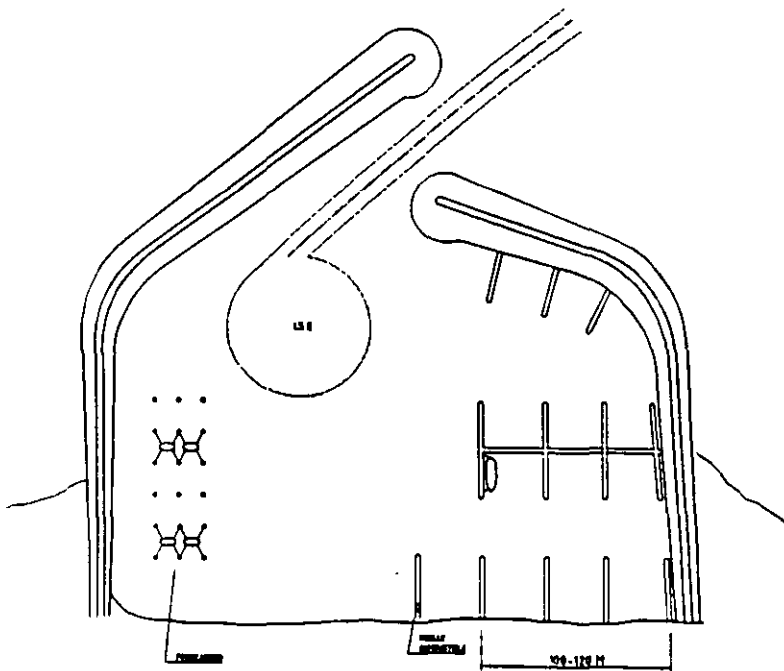
DISPOSICION GENERAL DE UN MARINA A BASE DE ATRACADERO



AMARRADERO PARA YATES



PUERTO DEPORTIVO



ANCHO CANAL DE NAVEGACION = 50 A 70 METROS
 PROFUNDIDAD = 5 METROS



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

INGENIERÍA MARÍTIMA Y PORTUARIA

RECURSOS OCEÁNICOS

**EXPOSITOR : ING. MAURICIO PORRAZ J. L.
1998**



**EVENTOS MAGNOS
UNA INVITACIÓN A LA INGENIERÍA
EDUCACIÓN CONTÍNUA (18 de Mayo, 1998)
FACULTAD DE INGENIERÍA
Año Internacional de los Océanos**

RECURSOS OCEÁNICOS

**Comité Mexicano de Ingeniería de Recursos Oceánicos COMIRO
Sociedad Mexicana de Ingeniería Oceánica y Costera SMIOC**

INTRODUCCIÓN:

- Aspectos Generales.
- Ingeniería Marítima y Portuaria
- Desarrollo Costero.
- Oceanografía.
- Ciencias, Invención, Ingeniería e Investigación.

DESARROLLOS MEXICANOS:

- Tres décadas de innovaciones
- Experiencias exitosas en México y en el mundo.
- Ingeniería amistosa con el medio ambiente con enfoque sustentable en desarrollos sostenidos.
- Prolongación sumergida de rompeolas en canales de navegación.
- Construcción de escolleras en lugares de difícil acceso.

- Barreras paralelas a la costa para restituir y estabilizar playas en el Caribe y en el Océano Pacífico.
- Ampliación de áreas portuarias en terrenos muy comprensibles.
- Construcción de barreras (flexibles o no) para interceptar sedimentos.
- Corales artificiales por depositación Bioelectroquímica. Interactive Ecoreef.
- Enfoques pesqueros. Programa Binacional México - Cuba

ENERGÍA:

(Recursos

no renovables)

- Hidrocarburos en regiones costa afuera.
- Exploración y Producción.
- Plataformas metálicas y de concreto.
- Desarrollos en aguas profundas.

(Recursos

renovables)

- Las mareas, antecedentes Siglo XII
- La Rance, Francia 240 MW opera desde mediados de los 60's a precios equivalentes a las nucleoelectricas.
- Sitios con posibilidades en el mundo y en México.
- Enfoque de plantas gemelas con un doble embalse para generar energía base.
 - Innovaciones en los diques (contrafuertes y pantallas).

- Construcción, montaje, flotado, transportación e instalación de cajones con los equipos electromecánicos.
- Costos generales y retorno de la inversión.
- Aspectos ecológicos y ambientalistas (medidas de mitigación).
- Energía limpia, renovable, no hay emisiones a la atmósfera.

TELECOMUNICACIONES:

- Super autopistas de la informática, los cables submarinos de fibra óptica.
- Euforia mundial de tendido intercontinental. Experiencia en México.
- Reconocimientos oceanográficos para definir el diseño y especificaciones de los cables.
- Sistemas de tendido en alta mar y las llegadas a los puntos a marre en tierra.
- Necesidades de enterrado, el uso de vehículos robot con dispositivos para excavar (arenas, roca, etc.).
- Importancia de considerar incidentes y eventuales operaciones de mantenimiento.

NAVEGACIÓN INTERIOR:

- En Norteamérica existen 45,000 Km. de hidrovías interconectando Canadá y todos los estados al este de las Rocallosas.

- En Sudamérica, la hidrovía del Mercosur de acceso al mar a Bolivia en 4,700 km. de desarrollo.
- Integración de las cuencas del Orinoco - Río Negro Amazonas - Paraguay - Alto Paraná - Río de la Plata.

CONCLUSIONES:

- Necesidad de apoyar a los jóvenes. Inventores Mexicanos que tienen más aceptación en el extranjero.
- No es necesario esperar a que desarrollos tecnológicos se publiquen en textos y manuales para considerarlos como alternativas para comparar costos, ventajas y limitaciones.
- Cada vez más tendremos que ir a aguas más profundas a extraer los hidrocarburos de los océanos.
- Las plantas maremotrices son necesarias y serán comunes en los inicios del Siglo XXI.
- En México sistemas costeros domésticos de cable submarino del Golfo y Pacífico serán complementarios a la red actual.
- Aprovecha el sistema lagunar e integramos a las hidrovías Norteamericanas.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

INGENIERÍA MARÍTIMA Y PORTUARIA

LAS SUPER AUTOPISTAS DE LA INFORMACIÓN

**EXPOSITOR : ING. MAURICIO PORRAZ J. L.
1998**

LAS SUPER AUTOPISTAS DE LA INFORMÁTICA

SE LANZAN A CONQUISTAR RUTAS SUBMARINAS.

Introducción:

En 1858 se instaló el primer cable submarino entre América y Europa. Ciento treinta años después, el primer cable de fibra óptica transatlántico. Recientemente el 9 de junio de 1997 se completó "FLAG" (Fiber Optic Link Around the Globe) proyecto de 27,000 km. Que toca todos los continentes con lo que hoy se pueden transmitir a partir del 6 de Septiembre de 1997 un millón de bits por segundo por un solo par de fibras ópticas. Se espera que en un futuro próximo serán un millón de veces más lo cual equivaldrá a medio millón de doble vía en transmisión simultánea de señales televisivas de alta definición en un cable de cerca de 5 cm. de diámetro.

Las fibras ópticas instaladas en tierra o submarinas serán la infraestructura "de interconexión " del siglo próximo uniendo integralmente más de 275 países con voz, fax y comunicaciones en módem.

La aldea global de la electrónica en nuestro mundo, muy pronto será una realidad. Se trabaja en GII (Global Information Infrastructure) que será operativa en el año 2015.

Otro proyecto programado para mediados de 1998 es AFRICA ONE con 39,000 km. Con 29 amarres costeros y estará en operación para la segunda década del Siglo 21.

Un nuevo cruce del Atlántico ligando USA con Gran Bretaña y Alemania. Es un cable SDH (Synchronous Digital Hierarchy) de 14,000 km. Que inicialmente ofrecerá capacidad de transporte de 10 Gbps por par de fibras. Se implementará por fases; la primera para mayo de 1998 y la final en noviembre del mismo año.

Un proyecto de 38,000 km. Del Sureste Asiático, el mediterráneo y Europa (33 países) estará en servicio para diciembre de 1998 y se estima una inversión de 1,300 millones de dólares americanos; con una capacidad inicial de 20 Gbps (que equivale a 240,000 circuitos telefónicos).

Entre los sistemas existentes se pueden mencionar: "Américas I" (Fortaleza, St. Thomas, West Palm Beach con enlace a Trinidad y la

Guaira. El "Columbus 2" (Cancún - Vero Beach - St. Thomas, Europa. El "Festón" Brasileño Natal (enlazado con Fortaleza Américas 1 por tierra 550 kms.), por las principales ciudades costeras hasta Río de Janeiro (2,840 km.); por tierra 1100 km. Hasta Florianopolis (Brasil), arranca el "Unisur" hasta las toninas (Argentina) con un enlace a Maldonado (Uruguay).

Otros sistemas en el área del caribe "Cayman Jamaica CJFS", EL "TCSI" y el "ECFS".

En Venezuela en el sector oriente del proyecto Cable Submarino de Fibra óptica 5 tramos (550 km.) Camuri, Hiquerote, Puerto La Cruz, Cumaná, Porlamar, Caripano, recién terminado. Se tiene previsto para principios de 98 el Sector Occidental; camuri, Puerto Cabello, Chichirivich, Coro (Por tierra a punto fijo) y el cuarto segmento submarino a Caimare chico.

En proyecto esta con 9 puntos de amarre terrestre "El Panamericano" de Chile, Arica; Perú, Lusion; Ecuador, Punta Carnero, Panamá por tierra a Colón, a St. Thomas con entronques a Colombia, Barranquilla, Venezuela, punto fijo y Aruba.

El "Atlantis 2" de Argentina a Portugal con 2 enlaces a Brasil; segmentos a Senegal, Cabo Verde, Islas Canarias y Madeira.

Para 1999 se analiza el Columbus 3 de Florida, a St. Croix Islas Vírgenes, Azores, Lisboa, Conil e Italia.

Otro proyecto con 7 puntos de amarre es "Américas 2" de USA (Hollywood, Florida) a Brasil (Fortaleza).

Actualmente se realizan los estudios previos para el enlace que faltaba. "Maya" con 7 puntos de amarre originalmente previstos que une Colombia, Panamá, Costa Rica, Caimán, Honduras, México y Hollywood, Florida.

Entre los más ambiciosos está el "Proyecto Oxygen" con 262 puntos de amarre terrestres en 175 países uniendo todos los continentes del planeta (excepto la Antártida); con 275,000 km. de fibra óptica estimándose un costo de 14,000 millones de dólares americanos.

Representa un enfoque revolucionario con una metodología de precios basada en modelos de internet representa un cambio en paradigma en la industria internacional de servicios de comunicaciones que importa 600,000 millones de dólares en el mundo.

Mundialmente existen hoy en día, más de 300 sistemas de cables submarinos operando. Se espera que cientos de miles de kilómetros de fibra óptica serán instalados en los próximos 10 años.

En términos generales, las fibras ópticas submarinas se pueden considerar:

REGIONALES: que alcancen distancias hasta 1,000 km.

INTERCONTINENTALES: con redes entre 1,00 y 6,000 km.

GLOBALES: con rangos entre 6 y 40,000 km.

También se consideran sin repetidora (normalmente menos de 400 km.) o incluyendo repetidoras aproximadamente cada 140 km. entre sí.

Equipos Especializados:

Un barco especializado en tendido de cable tiene del orden de 150 m. de eslora y 25 m. de manga con grandes anillos (rollers) para soltar o recuperar cable, siempre manteniendo la tensión adecuada, lo cual permite avances de 5 a 6 nudos sin perder precisión en la posición.

Para distancias sin repetidoras o entre unidades que amplifican, han dado el incremento en el uso de cables de pequeño diámetro, llamados "skinny" que deben manejarse con cuidado en motores de cable linear (LCE's).

El empleo de diametros, celdas de carga, es necesario para un monitoreo continuo de la tensión del cable y sus interacciones con los equipos (para evitar dañarlo).

Un barco como el mencionado tiene capacidad de almacenar y tender hasta 4,000 km. o más.

Cuenta con sistema de propulsión con una o dos propelas de 4m. de diámetro y 10,000 HP de capacidad primaria, además equipo de posicionamiento dinámico para lograr siempre las coordenadas precisas del diseño, compensando oleajes, corrientes, viento.

Existen numerosos programas computarizados para garantizar la ubicación real del cable ; se pueden mencionar Win Frog, Ribbit post processing and charting, Integrated Control System (ICS), 3D Real-Time Modeling, Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP).

Eventuales problemas:

Estadísticamente se sabe que más del 70% de problemas con cable submarinos ocurren en aguas poco profundas por intervención de factores externos.

En la desembocadura de ríos, por las corrientes se pueden presentar problemas de socavación o de abrasión contra elementos rocosos por lo cual es imperativo diseñar sistemas efectivos de protección a costos razonables.

Anclas pueden ensanchar los cables y jalarlos hasta la superficie o simplemente arrastrarlos, ya que los de fibra óptica son de menor diámetro que cables de energía.

Un impacto rudo puede hacer que el cable deje de funcionar, la entrada de agua salada dentro de la capa aislante puede cortar la energía para una unidad repetidora (con electricidad se puede crear reacciones electroquímicas que ataquen las fibras ópticas).

En aguas profundas, también se requiere proteger los cables durante el proceso de tendido, el fondo pueden haber picos, valles, cañones submarinos, fondos rocosos y corrientes importantes.

El problema crucial es la industrial pesquera comercial, por lo cual se trabaja en programas internacionales con el concepto "compartir el lecho marino".

Se recomienda difundir entre los pescadores los planos de los sitios de "amarre a tierra" y mantener contactos para mutuamente entender las necesidades de ambas partes.

Dado que los ingresos de un cable submarino vienen de vender capacidad (circuitos o amplitud de banda) cada minuto de tiempo sin operar se vuelven pérdidas un costo de oportunidad de miles de dólares por cable inoperante, lo anterior se agrava al aumentar la capacidad de las fibras ópticas instaladas.

Necesidades de enterrarlo:

En casi todo el mundo, para profundidades de hasta 1,500 m. es enterrado durante las operaciones del tendido.

El costo de la instalación es aproximadamente 15% del costo total de un proyecto importante. Para un sistema sin repetidores la instalación es 1/3 del costo total.

Para enterrar el cable en el fondo marino, se emplean herramientas especiales; cuchillas de tracción, cortadores mecánicos y chiflones hidráulicos, la perforación direccional, se utiliza ocasionalmente.

Los cables se fabrican con varios tipos de protección: doble armado para zonas costeras, armado para fondos en la plataforma continental; protección contra ataque de organismos (Fish Bite Protection) de 200 m. a 2,500 m. y sin armadura para profundidades mayores.

Se deben considerar aspectos de eventual corrosión, así como aspectos de impacto ambiental.

Los cables marinos se pueden dividir en dos categorías: estáticos y dinámicos; estos últimos son para remolcado, cordón umbilical y otras funciones que se larga y se recupera.

Estáticos son los de telecomunicaciones y los de energía (excepto cuando son tendidos).

Para enterrar con cuchillas, la mayoría de los dispositivos son efectivos en fondos suaves, en ocasiones se le incorporan chiflones hidráulicos para ayudar cuando los fondos son arenosos.

En aguas profundas en ocasiones el dispositivo para enterrar llega a estar a unos 3 km. de distancia del barco, por lo que se utilizan vehículos sumergibles operados remotamente (ROV's).

En suelos duros o arcillosos la alta presión hidráulica que fluidisa el suelo para hacer una trinchera no da siempre los resultados esperados.

Los cortadores mecánicos son robots de hasta 1,000 HP de potencia que se cuentan por mangueras umbilicales de suministro de energía.

La clave es contar con la herramienta correcta para el trabajo a realizar “La mayoría de los retos durante la instalación de cables submarinos, las condiciones de fondo son un factor primordial, también la profundidad para enterrarlo y el tirante de agua “que pueden ser racionalmente resueltos con un enfoque de ingeniería sustentable. En otras palabras: un sentido lógico primero, luego sistemas y soluciones”.

Grupos Especialistas:

General Offshore (GOC) es un contratista con oficinas en México y en el Continente Americano, Sureste Asiático, Asia y Europa; para operar en zonas costeras con una excelente reputación en enterrar cables, ganada por su confiabilidad y amplia capacidad en diferentes equipos y técnicas.

GATOR® es un robot excavador de 12 toneladas de peso construido por Perry Tritech en 1994 y desde entonces ha enterrado cerca de 150 km. De cable en una gama de fondos marinos (de cero a 300 m. de tirante de agua).

Cuenta con una gran variedad de herramientas intercambiables para excavar desde suelos muy suaves hasta coral y roca. Cuenta con doble tracción de orugas sintéticas de 1.2 m. de ancho que le permiten desplazarse en el fondo aun en caso de suelos muy suaves (7 kPa kil Pascals) se ha utilizado con éxito en Asia, Europa y Sudamérica.

Otro vehículo de GOC es SPENCER, capaz de excavar en roca muy dura (más de 60 m Pa) cuenta con 2 motores hidráulicos de 500 bhp; tiene 14.5m. de longitud y opera hasta 50m. de profundidad.

Cuenta GOC además, con ROCKSAW, con un peso de 45.5 ton y corta roca a 2,000 R.P.M. con su impulso de 1,000 HP a profundidades de 4 m. en ancho de 0.45 cms.

GOC posee un sinnúmero de herramientas para enterrar cable hasta 12 m. dentro de los sedimentos. Si como equipos especiales para zonas intermareas.

Perry Tech recientemente desarrolló el “Tritón” XL250, (Advanced Cable Maintenance Vehicle) es un paquete autónomo que permite desplazarse de área en área pudiendo complementarse con un vehículo submarino de operación remota ROV de oportunidad (de 60 HP o más), que puede alquilarse o movilizarse al lugar del proyecto. Con 250 HP y capacidad de operar 2,500 m. de tirante de agua con doble sistema de brazos con chiflones hidráulicos para excavar a 2.2m. en un ancho de 30 cms.

el GATOR® 2 fue entregado a principios de 1997 a KST (Korea Submarine Telecom) incluyendo 4 unidades Tritón XL250.

Aspectos Críticos:

James P. Byous de GOC y Graham S. Evengas de EGS Surveys mencionan una serie de factores a considerar:

- Dificultades en lograr la profundidad especificada o adecuada a causa de la presencia de afloramientos rocosos, coralinos o a la presencia de un sustrato muy resistente.
- Cable en suspensión por perfiles batimétricos extremos, la presencia de dunas movibles de arena, y obstrucciones de coral o roca.
- Fondo marino incapaz de soportar el vehículo excavador; obstáculos inesperados; cambios radicales en los perfiles batimétricos.
- Corrientes excesivas relacionadas con el flujo de las mareas, proceso litorales que pueden separar el cable del sitio de amarre al sitio donde se hacen las excavaciones.
- El extremo mar del cable arrastrado por el barco instalador a causa de fondos muy someros y planos combinados con variaciones de marea.
- Estos factores definen la ubicación del barco instalador y pueden originar una larga operación de post-enterrado.
- Variaciones de marea con la habilidad de los equipos de tierra para interconectar con las excavaciones previas realizadas en los puntos de amarre en tierra, deberá de preverse protección en la zona de rompientes.
- Erosión estacional de las playas con fondos de sedimentos móviles requieren una profundidad tal que evite comprometer a una eventual exposición del cable durante condiciones oceánicas extremas.
- Obstrucciones en el eje elegido o interferencia de las operaciones de instalación con actividades de pesca comercial, turismo y otras áreas industriales.

- La presencia o supuesta existencia en los sitios de amarre, ruta, aproximaciones de dispositivos militares o cercanía a área de ejercicios tácticos de entrenamiento.
- La presencia de otras infraestructuras en la ruta (cables de telecomunicación, de energía, tuberías, etc.).

Estudios Oceanográficos:

El reconocimiento previo del trazo elegido es fundamental y fallas en este trabajo pueden implicar pérdidas de millones de dólares; en el tendido, y operando, ya que se pueden prevenir eventuales problemas o daños a las fibras ópticas.

Para ello Sea Floor Imagine Systems C&C Technologies, utilizan el SIS - 1000 con sonar de barrido lateral, perfilador de subfondo, magnetometro de Cesium con sensor de presión y posicionador que puede mejorarse con un SIMRAD 3000 y un sonar de banda Múltiple TSS-335B

Mantenimiento:

Las reparaciones de cables son siempre urgentes. Para cables con repetidores que se alimentan de alto voltaje de corriente directa o por un equipo de alimentación de energía (PFE) que proporciona de 8 a 15 kilovoltios en un sistema de 1.6 amperes. Si la falla se inicia en uno de estos equipos, de inmediato informa al operador.

Para localizar el sitio en el mar, se utilizan varios métodos: uno de ellos es el desarrollado por Innovatum and TSS que permite detectarla con pocos metros de aproximación utilizando cuatro combinaciones de gradiómetros y sensores magnetométricos triaxiales.

Es recomendable inspecciones visuales con buzos o ROV's según el tirante de agua.

Se extrae un extremo, se corta un tramo para asegurar que este seco con una guillotina. Vehículos submarinos operados remotamente (ROV's) han sido diseñados y para mantenimientos eventuales, Tritón XL6, diseñado por Perry Tritotech construido para Asian Cable Ship (Singapore) tiene dispositivos que permiten sujetar cables hasta 1.2 m. bajo el fondo marino,

lo cual permite el uso de cortadores de cable y agarradores bajo la superficie.

Es normal que antes de efectuar los cortes se colocan emisores de señales para facilitar la relocalización. Ambos extremos son izados a bordo donde se realizan los cortes antes indicados, se unen mediante un tramo extra (longitud adicional) y es regresado al fondo para proceder a re-enterrar estos segmentos.

Normalmente se utilizan submarinos operados remotamente (ROV's), una vez terminados los trabajos, se hacen las anotaciones correspondientes en las cartas náuticas y planos del fondo marino.

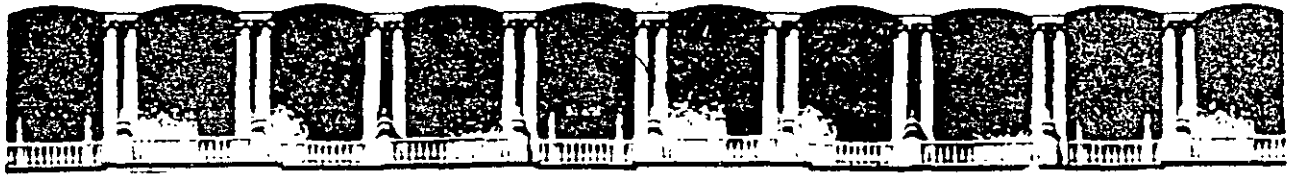
Qué hay en el horizonte:

Grandes capacidades y expectativas en aumento: la instalación y mantenimiento de cables submarinos de fibra óptica se mueven en la misma dirección que la industria petrolera costa afuera, que parten de una simple aceptación con simple interés hasta insistencia decidida de lograr ciertas especificaciones sin importar costos, al ver un horizonte de resultados prometedores.

Los indicadores de un mercado en maduración es como en la vida humana, en ocasiones se presentan situaciones difíciles para algunos sin embargo la relación riesgos - recompensas puede ser interesante para muchos.

Se avanza hacia la estandarización de las técnicas de tendido y mantenimiento de cables submarinos de fibra óptica mientras, se invierten fuertes capitales en investigación y desarrollo para mejorar la eficiencia de las actividades.

El mundo se ha convertido en un sistema en el que fluyen fotones y electrones a nuestros sentidos con información y entrenamiento. Como en el caso de los hidrocarburos costa afuera, las empresas especializadas en actividades submarinas representan un pequeño, pero muy importante nicho de mercado que gracias a su intervención eficaz y oportuna las super autopistas de información en cables de fibra óptica domésticos, internacionales y transcontinentales submarinos, son una realidad en los albores del 3er. Milenio.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

INGENIERÍA MARÍTIMA Y PORTUARIA

APUNTES GENERALES

**EXPOSITOR : ING. MAURICIO PORRAZ J. L.
1998**

UNA REVISTA PARA LA MODERNIZACIÓN TECNOLÓGICA DE LA EMPRESA

tecnología industria

NÚMERO 27

ABRIL • MAYO 1996

**Masa Roca: nuevos
aportes para la
construcción**

**LA NUEVA MATEMÁTICA Y
LA BOLSA DE VALORES**

**CONTROL DE EROSIÓN
TECNOLOGÍA MEXICANA
VENCE AL MAR**

**EL PAPEL DE LA
TECNOLOGÍA Y EL DISEÑO
INDUSTRIAL
EN LAS EMPRESAS INTEGRADORAS**



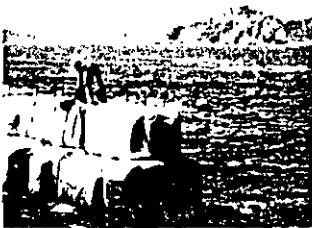
PRECIO PACTO NS 15.00 M.N

CONACYT

FIDETEC

LIDERAZGO

- 4 **Control de Erosión**
La tecnología mexicana que venció al mar.
Entrevista a
Mauricio Porraz
Juan Ignacio Piedras



- 9 **Integración del Sistema Nacional de Innovación a Partir de Proyectos de Desarrollo**
José A. Esteva Maraboto

- 15 **Estrategia Tecnológica de Vitro y los Caminos de la Vinculación**
Palabras de Jaime Parada

- 18 **Masa Roca: Nuevas Aportaciones para la Construcción**



FRONTERA TECNOLÓGICA

- 22 **La Nueva Matemática y la Bolsa Mexicana de Valores**
Guillermo Romero-Meléndez

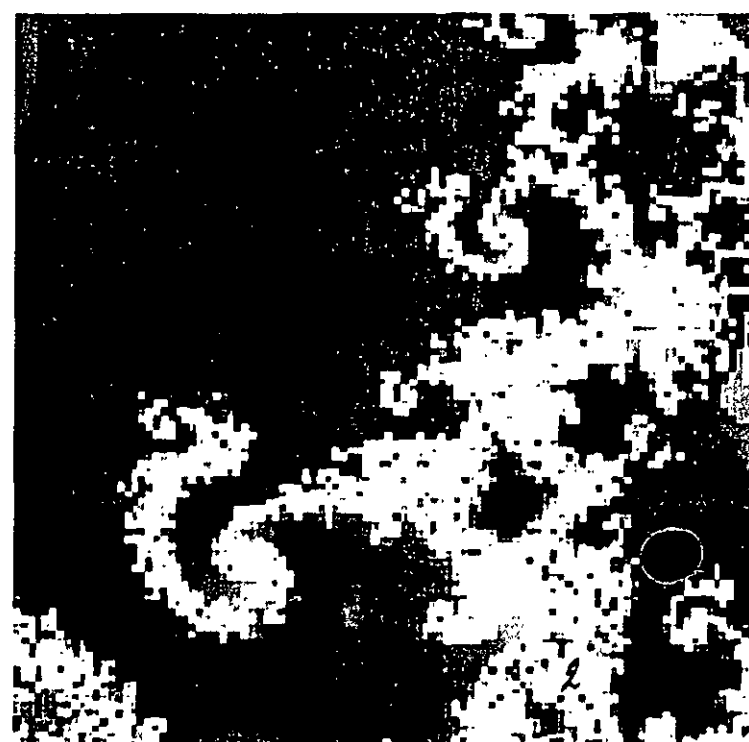
- 28 **Una Innovación Paso a Paso**
Comloc - sistema para localización de personas
Aurón Diamont

REPORTAJE ESPECIAL

- 32 **La Tecnología y Las Empresas Integradoras**
Eduardo de la Tijera
- 34 **El Diseño Industrial y las Empresas Integradoras**
Luis Equihua
- 37 **¿Y Dónde Ponemos la Computadora?**
Entrevista a Carlos Ludrón de Guetara

DECISIONES ESTRATEGICAS

- 58 **La Administración de la Tecnología**
Alfonso Cornejo Alvarez
- 62 **Centro Mexicano de Publicaciones de la OCDE**
- 64 **El Centro TLCAN (Nafta Center)**
Armando Beteta
- 66 **Las Empresas Integradoras**



CONTROL DE EROSIÓN

La tecnología mexicana que venció al mar

Juan Ignacio Piedras



**Entrevista a
Mauricio Porraz**

*Vista de un espigón de
Ixcaciuto construido en
las playas cercanas a
Mecanicó, Veracruz.*

Desde la década de los años setenta la empresa mexicana Control de Erosión, ha creado innovadores sistemas para el desarrollo de obras marítimas y fluviales con su propia tecnología, la cual ha recibido el reconocimiento internacional de los holandeses, grandes expertos en esta área tan especializada y difícil de la construcción, que lucha contra la fuerza del mar.

Aun más allá, estas técnicas inventadas por ingenieros mexicanos se han aplicado en innumerables países de todo el mundo, desde Centro y Norte América, hasta África, Asia y Europa.

El ingeniero Mauricio Porraz Jiménez, Presidente de la empresa, nos habla de la filosofía que ha respaldado el desarrollo tecnológico y las obras que Control de Erosión ha realizado a lo largo de estas décadas de trabajo. Estas son sus propias palabras:

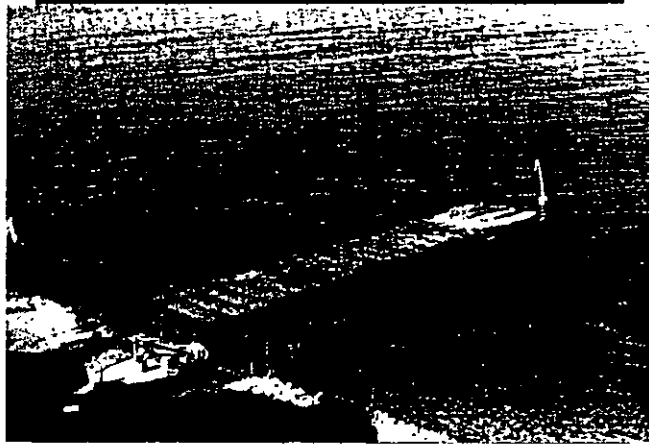
Los más recientes avances tecnológicos en Control de Erosión son obra de un equipo de ingenieros jóvenes, quienes representan a las nuevas generaciones de inventores mexicanos.

Soluciones para países en desarrollo

Desde principios de los años setentas detectamos la necesidad de llevar a cabo obras costeras con medidas innovadoras. Era importante reunir tres factores: usar los materiales que existían en el lugar, crear empleos entre los pobladores de la zona y utilizar muy poco equipo de construcción. Los trabajos se iniciaron con un sistema para confinar hidráulicamente arena dentro de contenedores hechos con materiales geosintéticos. A través de este procedimiento, en muy poco tiempo lográbamos que la misma arena que cerraba una bocanara o azolvaba un canal, nos sirviera para solucionar el problema.

Con una pequeña motobomba inyectábamos el material arenoso dentro de un contenedor textil de grandes dimensiones, para aumentar su peso original de tres kilos a tres toneladas en sólo unos cuantos minutos, justo en el sitio donde se requería colocar. Los contenedores llenos de arena nos servían para formar rompeolas, escolleras y espigones. A este sistema lo bautizamos como Bolsaroca y en su desarrollo tuvimos mucho apoyo de los fabricantes de fibras textiles sintéticas y de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Sin embargo, por el material usado, las obras no eran duraderas. Para darles permanencia y estabilidad, el concepto original evolucionó a una cimbra textil impermeable a la cual se inyectaba una mezcla de cemento y arena para que fraguara. A este nuevo método, que fue una me-



Arrecife sumergido a base de Sandtainer desplantado a una profundidad de 6 m

jora de Bolsaroca, se le llamó Bolsacreto.

Hoy, la gente usa frecuentemente nuestras técnicas y los términos Bolsaroca y Bolsacreto ya son parte del lenguaje común de la construcción. Esta es una aportación de Control de Erosión a nuestra industria.

A la tecnología utilizada la bautizamos como Sistemas de Diseños Operacionales -Operational Designs System- y se aplica en obras marítimas, costeras, hidráulicas y para el revestimiento de canales. Su aplicación genera grandes ahorros y está concebida especialmente para países en vías de desarrollo.

El reto de los años noventas

El Bolsacreto también presentaba ciertas limitaciones relacionadas con el peso y peralte de la obra.

En la década de los años noventas, ante la demanda de construir obras en el Pacífico donde hay oleajes muy fuertes, surgió una mejora muy importante a las patentes originales.

La nueva generación de ingenieros de Control de Erosión diseñó una cimbra metálica, como una especie de jaula, en la cual se arma y se coloca la cimbra textil impermeable para formar bloques de gran peralte y enorme peso, con una forma y estructura predeterminadas cuyo diseño permite lograr fuertes amarres entre todas las piezas que forman una obra. Esta nueva técnica, bautizada como Blocreto, ha sorprendido a propios y extraños, más aún porque es una aportación de técnicos muy jóvenes. Entre ellos cabe mencionar a los ingenieros Mauricio Pomaz, Bernardo Arellano y Alejandro Solar.

Los técnicos holandeses, reconocidos mundialmente por su experiencia en obras marítimas y pluviales, reconocen y publican trabajos sobre las técnicas y patentes de Control de Erosión.

Otra patente desarrollada por nuestra empresas es Colchacreto una doble tela desarrollada por la ingeniería textil para su uso en la ingeniería marítima. Colchacreto forma lozas articuladas de espesor constante. Este invento, al igual que los demás, ya rebasó las fronteras de México y se utilizó en el canal de Suez para proteger la margen occidental, con gran éxito y grandes ahorros porque para el canal se tenía diseñada una loza de 80 centímetros y nosotros la redujimos a lozas articuladas de 15 centímetros.

A raíz de esta obra, nos fue solicitado otro proyecto para construir un hotel flotante en Kuwait. Los materiales se produjeron en México y se enviaron vía aérea a Kuwait.

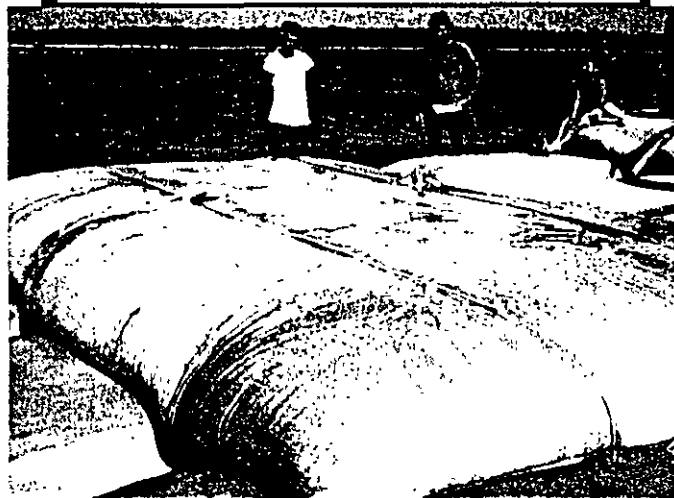
Hasta allá fueron buzos e ingenieros mexicanos para instalarlos y dirigir a los trabajadores de aquel país para realizar la obra.

Reconocimiento y demanda internacional

Realmente existe un reconocimiento muy amplio para Control de Erosión por parte de los especialistas de todo el mundo. Nos buscan de muchos países, algunos tan lejanos como Malasia o la India. Hemos hecho obras en Guatemala, en San Diego, California. De Alaska nos llamó la Gas Association para hacer islas artificiales donde se colocaron equipos de perforación petrolera.

Hemos trabajado en el delta del Río Amazonas, cerca de Belém do Para, realizamos una terminal portuaria en una zona totalmente pantanosa. En Venezuela realizamos el paseo del lago en Maracaibo y hemos hecho obras en Argentina, Colombia, Perú, Angola, Togo, Ghana, República de Benin, Alombara, Irán e inclusive hemos tratado con China.

Control de Erosión procura generar la mayor cantidad posible de empleos, utilizar equipo de construcción muy ligero y aprovechar los materiales del sitio donde se hace la obra, sin afectar el medio ambiente.



Las cimbias textiles impermeables permiten fabricar in-situ elementos de grandes dimensiones y pesos

Ahora vamos a Jamaica a tratar de crear lo que llamamos Arrecifes Artificiales -Artificial Reefs- para formar playas y fomentar el mayor turismo de ese país, que es el turismo.

Nuestro éxito se debe a que siempre buscamos la solución más ad hoc a lo que desea el cliente. No aplicamos soluciones únicas. La tecnología es tan flexible que se adapta a las condiciones de cada proyecto.

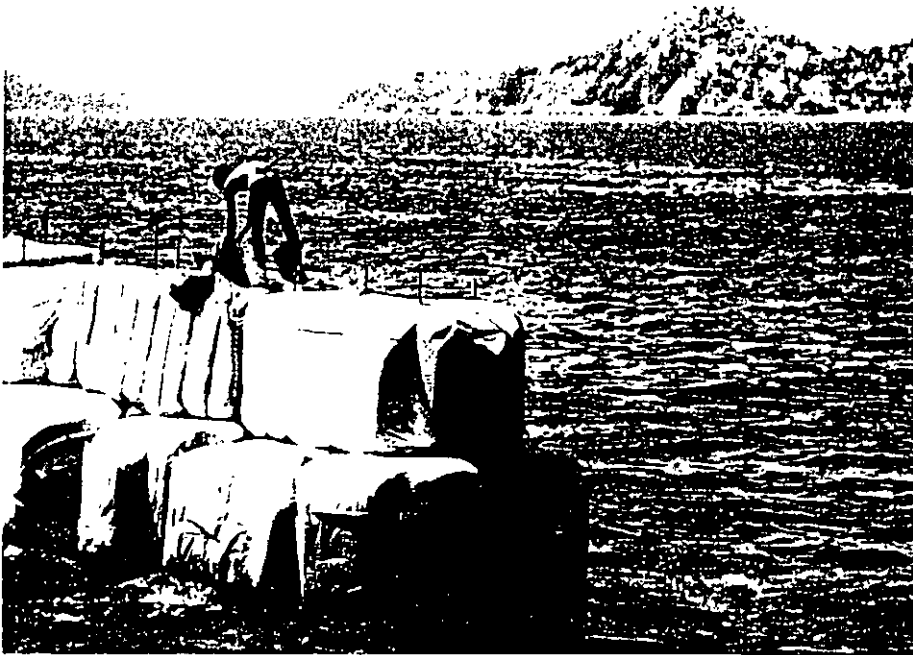
Gilberto no nos afectó

Desde luego, también tenemos múltiples obras en todos los litorales de México. Algo que nos da mucho orgullo es que cuando pasó el ciclón Gilberto en 1988 las obras rea-

lizadas en las costas no fueron afectadas, mientras que muchas otras realizadas con sistemas convencionales se vieron muy dañadas por efecto de la socavación. Más al norte, en Tampico, los tetrapodos franceses, que son grandes piezas de concreto usadas para hacer obras convencionales, fueron sacados de su lugar y rodados al canal de navegación. Nosotros estábamos trabajando unos kilómetros arriba del puerto y nuestro trabajo no fue afectado por el ciclón.

Tecnología responsable con el medio ambiente

Los sistemas creados por Control de Erosión presentan muchas ventajas comparados con los métodos tradicionales. Por ejemplo: los rompeolas de roca provocan efectos ambientales y sociales negativos por el uso de dinamita en los yacimientos de piedra, y los camiones cargados con el material destruyen las carreteras por donde circulan. Ello genera un efecto social negativo.



La nueva generación la constituyen elementos Blocreto de peraltes y formas que permiten trabarse con los Blocretos vecinos. Aquí se observa el proyecto en náutica Tere en la terminal de la refinería petrolera más grande del mundo, Hess Oil Virgin Islands Corporation. La Empresa Brown & Root Overseas utilizó Tecnología Mexicana de sistemas de diseños operacionales.

Nuestros diseños, por el contrario, son armónicos con la naturaleza, representan un auténtico desarrollo sustentable en el cual se busca no afectar el medio ambiente. Siempre utilizamos los materiales que existen en el lugar, como la arena, que el mismo mar repone de inmediato, creamos empleos, capacitamos a la gente del sitio para que ellos apliquen la tecnología y hacemos una derrama de dinero en el lugar de la obra, dentro y fuera del país.

Reconocimiento de los holandeses

Un reconocimiento muy alentador es que los holandeses publican ponencias sobre nuestro trabajo, nos mencionan y nos ponen como ejemplo.

Este reconocimiento es para las nuevas generaciones, para los ingenieros jóvenes, que tienen mucha creatividad y son quienes van a proseguir y completar la labor que nosotros iniciamos. Ellos son los que están haciendo realidad los sueños que otros tuvimos.

Yo creo que la creatividad del mexicano es muy grande, pero se necesita más confianza en lo que nosotros mismos inventamos. En nuestro grupo de empresas siempre hemos mantenido el principio de invertir en nuevas ideas, en nuevos desarrollos para aportar soluciones propias.

Los países del primer mundo quieren traer todo prefabricado y utilizar la menor mano de obra posible. Entendemos y respetamos esa manera de ser. Pero nosotros somos un país de desarrollo intermedio y tenemos la obligación de ser más creativos, usar los elementos que tenemos a la mano y resol-



Foto aérea de las escollidas de la Boca Baranca de Santa Isabel, Jalisco. Fueron completadas en 1991. Se transportó el cemento a través de la Laguna Madre.

ver los retos con nuestros propios medios, tomando en cuenta las propias circunstancias.

En Control de Frostion hemos tratado de aplicar este proverbio chino: "Es muy diferente darle un pescado a la gente para que coma un día, que enseñarlo a pescar para que coma toda la vida." **TI**

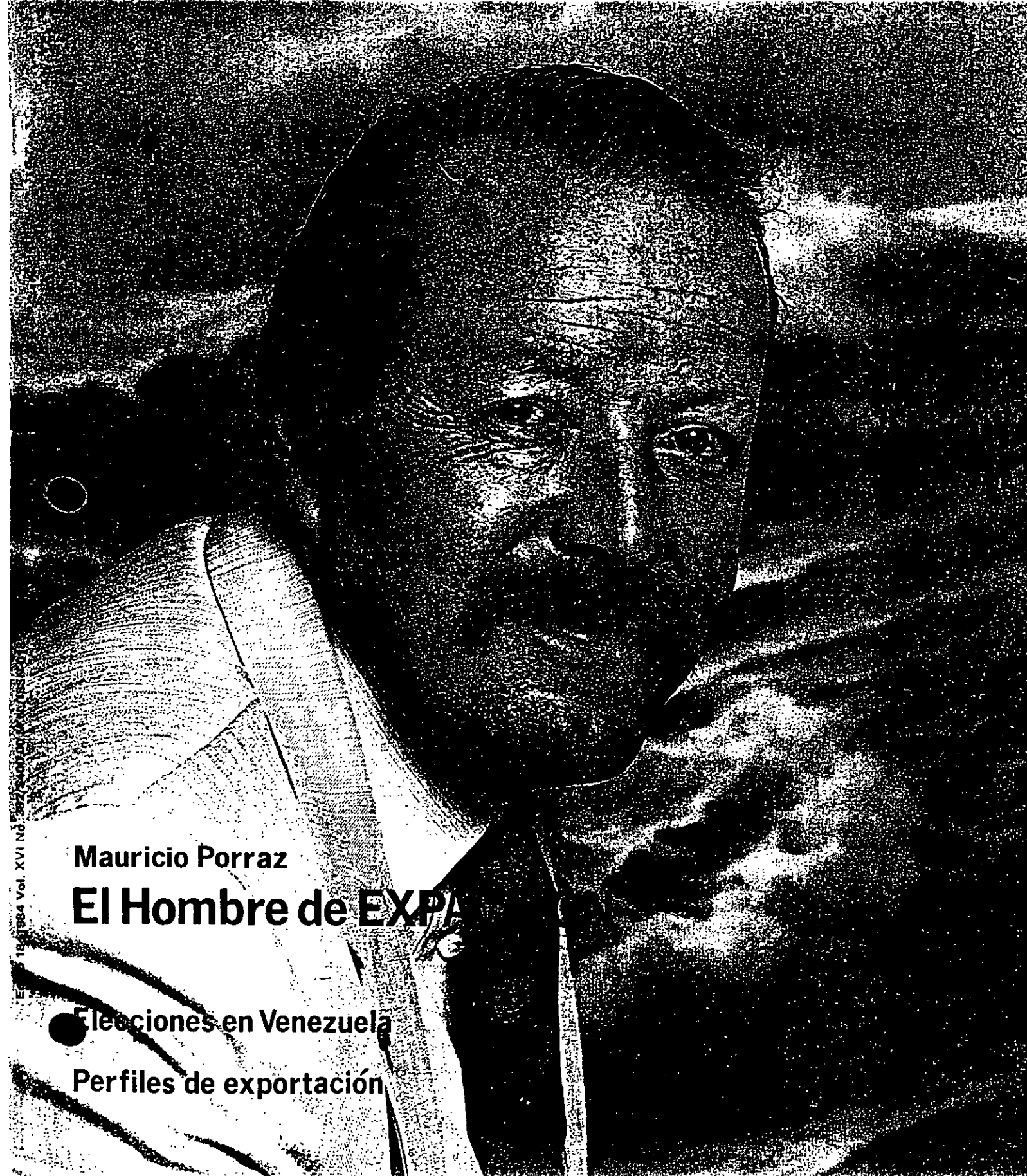
Ver "Diseños Operacionales - Soluciones a Problemas de Erosión" en Sección Tecnología y Negocios de esta entrega.

Si requiere información sobre este artículo solicítela cruzando la referencia (11,07) en la ficha de Selección de Información en la página 55.

expansión

QUINCENAL

ECONOMÍA • NEGOCIOS • FINANZAS



Mauricio Porraz

El Hombre de EXP

Elecciones en Venezuela

Perfiles de exportación

18/1984 Vol. XVI No. 27

Editorial

El Hombre de EXPANSION

Cuando a principios de octubre el Consejo Editorial de esta revista se reunió para barajar por primera vez los nombres de los posibles candidatos para el nombramiento del Hombre de EXPANSION, hubo consenso en el sentido de que tenía que ser un exportador.

Desde que se acentuara la crisis financiera de México y la recesión industrial, a mediados del 82, gobierno e iniciativa privada han redoblado sus esfuerzos para impulsar y consolidar un sector exportador fuerte, generador de divisas y abastecedor permanente de productos y servicios mexicanos competitivos en el mercado internacional.

Por eso, no fueron pocos los nombres de personas y empresas que desfilaron por la sala de juntas de los editores. Incluso se decidió añadir, en la sección sobre Comercio Exterior de esta edición, los perfiles de cuatro empresas representativas de otras tantas maneras de exportar (ver página 36).

Pero la designación del Hombre de EXPANSION, por aprobación unánime, fue para el ingeniero Mauricio Porraz. Porque él se instala en lo que empieza a vislumbrarse como una nueva generación de exportadores mexicanos.

Más que directivo de una empresa exportadora de productos tradicionales en grandes volúmenes, Porraz —y su equipo— se ha valido de su ímpetu e ingenio para acceder y permanecer en el mercado internacional de tecnología para la construcción, sector actualmente deprimido en el interior del país.

Una de las empresas que dirige Porraz —Organización Submarina Mexicana— fue la primera en el mundo en utilizar mezclas de gases terciarios en las inyecciones a gran profundidad para pozos petroleros. Ha mostrado en la práctica sus inquietudes en defensa de la ecología al promover y lograr, junto con otros investigadores, que por decreto presidencial una zona de Cabo San Lucas se declarara Refugio Submarino de Flora, Fauna y Condiciones Geológicas de Fondo.

Ha realizado también varias obras de construcción y protección subacuática en diversos países del mundo. El lector apreciará, a partir de la página 28 de esta edición, que Porraz es promotor de la llamada tecnología "intermedia", "adecuada" o "apropiada", en el área de la construcción. Antes de comprar una tecnología sofisticada en el extranjero para *adoptarla*, dice Porraz, prefiere inventarla y *adaptarla* a las condiciones específicas de cada región, aprovechando los recursos humanos, materiales y financieros disponibles en cada caso. Y no son pocas las obras en las que su filosofía de trabajo ha dado resultados, incluso por encima de las tecnologías de punta más desarrolladas.

LA REVISTA DE NEGOCIOS DE MEXICO

Director del Consejo Editorial
Carlos Celis G

Director Editorial
Enrique Chao Barona

Editor
Charles H. Oppenheim

Redacción
Nicolás Abreu
Gabriela Guzmán
Monica Mistretta
Ma. Elba Pedroza Pérez

Colaboradores especiales
Dolores Carbonell
Alberto Isaac
Ricardo Medina
Ma. Elena Noriega
Jose Palomo
Manella Schultze

Fotografía
Ursula Bernath
Mana Henkel
Abelardo Rodríguez

Jefe de Circulación
Blanca González

Información
Rosala Diaz de Romero

Jefe de Arte
Humberto Bernal A

Jefe de Producción
Federico Yañez Roldán

Jefe de Tipografía
Alejandro Ortiz Hernández

Arte
Pedro Consuelos
Abel Peña
Antonio Piña Bernal

GRUPO EDITORIAL EXPANSION

Vicepresidenta Ejecutiva
Finanzas y Mercadotecnia
Peggy J. Owen

Vicepresidente Ejecutivo
Grupo Revistas
Carlos Celis G

Director Editorial
Enrique Chao Barona

Directora de Publicidad
Ma. Elena Bayardo

Director de Mercadotecnia
Othon Avila H.

Director Administrativo
Jose de J. Flores

Director de Distribución y Tráfico
José A. de Colsa

Director de Producción
Alberto Aguilera Galdós

Publicidad
Arturo Amezcua
Mary Cuellar
Angelina Gamboa
Raymundo Goyenechea
Julieta Pérez Murradas

Impresión
Editorial Abeja, S.A.
Arrieros No. 84
México, D.F. 09820 Tel 562 93-99

Composición Tipográfica
Editorial LetraArte, S.A. de C.V.
Bahía del Espíritu Santo No. 133 A
México 17, D.F. Tel 250 85-73

EXPANSION - La Revista de Negocios de México. Copyright © 1983 por Expansión, S.A., Homero 136, México, D.F. 11570. Prohibida la reproducción parcial o total. Suscripciones por un año \$5,000.00 (\$200.00 ejemplar). Autorizada como correspondencia de Segunda Clase, por la Dirección General de Correos, 091 70/1123 de fecha 12 de marzo de 1974, y número de control 1652. Tiraje 20,000 ejemplares.

Publicada quincenalmente por Expansión, S.A.
Homero 136 Teléfonos: 531-34-30,
531 80 63 y 250 47-99

Miembro activo de Corresponsales y Directores de Prensa de la República Mexicana, A.C.

EDITORIAL

El Hombre de EXPANSION

1

MOMENTO ECONOMICO

Despidos y huelgas, una cara de la crisis. Escalada de precios, ventas en picada. Autosuficiencia alimentaria, más vale tarde que nunca. Sumó \$8,500 millones de pesos el pago de aguinaldos. Nuevo instrumento de ahorro, para matar a dos pájaros de un tiro. En 1983, 164 millones de toneladas embarcadas

5

A PIE DE LEY

Síntesis legislativa

6

PANORAMA INDUSTRIAL

Construcción: El termómetro de la economía seguirá registrando temperaturas bajas

9

INDICADOR MUNDIAL

Pago de la deuda latinoamericana: ¿utopía o realidad? El dólar, moneda fuerte. La Comunidad Económica Europea fracasa en Atenas

11

MEMORANDUM

Gente y negocios

13

CARICATURA DE PALOMO

15

ECONOMIA NACIONAL

17

ECONOMIA MUNDIAL

Elecciones en Venezuela: Nueva estrategia para la crisis

20

EL HOMBRE DE EXPANSION

Mauricio Porraz:

"Resolver los problemas con los medios de a bordo"

28

COMERCIO EXTERIOR I

Sinaloa Exportaciones: Problemas con los permisos

36

COMERCIO EXTERIOR II

Calzado Canadá: Con los pies en otras tierras

40

COMERCIO EXTERIOR III

Comexpo: Un consorcio que empieza a salir

44

COMERCIO EXTERIOR IV

Preteca: La frontera como trampolín para exportar

47

ENSAYO

Cuando la experiencia comercial se vuelve inexperta, por José Miguel Vidal Alvarez

50

MERCADO BURSATIL

Análisis y perspectivas del mercado de valores, por Vincenzo Ammendola

54

QUINCENARIO

Noticias varias

58

LIBROS-CINE-ARTE

El trabajo en equipo. Tecnología, empleo y construcción en México. Opción Delta. América Latina en la encrucijada telemática. Papel moneda. Zelig. Juegos de guerra. Confesiones verdaderas

61

QUE SE DIJO

Sobre la política fiscal. Sobre la política económica

64

Portada:
Fotografía: Catalina Herrera



Lusinchi



Porraz



Pico



López

Elecciones en Venezuela: Nueva estrategia para la crisis 20

El caso venezolano suscita interés por su similitud con el de México y el de muchos países altamente endeudados en estos tiempos de crisis.

Luego de 25 años de gobiernos democráticos, los recientes comicios arrojaron como resultado el triunfo de Jaime Lusinchi, del partido opositor Acción Democrática, con el 56% de los votos a su favor. Lusinchi ha anunciado una fuerte política de austeridad y su desacuerdo con las sugerencias del FMI.

Mauricio Porraz: "Resolver los problemas con los medios de a bordo" 28

Mauricio Porraz, el hombre de Expansión 1983, comanda cinco empresas que exportan tecnología mexicana desde 1974.

En su especialidad —la ingeniería costera o portuaria— Porraz ha llevado sus técnicas a prácticamente todos los continentes. Entre algunos de sus logros se puede mencionar: la protección de la margen derecha del Canal de Suez; la construcción de un rompeolas de 600 metros para el hotel flotante de la cadena Marriot en Kuwait, y algunos más de los que comenta el entrevistado en éste artículo.

Sinaloa Exportaciones: Problemas con los permisos 36

Aún cuando se trata de un empresa agroindustrial que cuenta con una de las 12 plantas descorticadoras de ajonjolí que existen en el mundo, y que exporta el 100% de su producción, Sinaloa Exportaciones tiene como principal problema obtener los permisos para la exportación de ajonjolí, del cual en 1979 Sinaloa fue el proveedor número uno del mundo.

Calzado Canadá: Con los pies en otras tierras 40

Con el nombre de *Canada Shoe Mexicana Inc.*, la firma de calzado Canadá se constituyó en empresa transnacional desde 1960. Hoy cuenta con 18 tiendas en Estados Unidos y una fábrica y seis tiendas más en Costa Rica.

Al frente del negocio se encuentra una mujer, Sandra López Benavides, quien se ha propuesto incrementar la exportación.

Mauricio Porraz: "Resolver los problemas con los medios de a bordo"

Porraz, ingeniero, inventor y "explorador", todo lo conjuga para exportar con "suficiencia y eficiencia"

La tecnología mexicana no es precisamente una mercancía muy cotizada en el mercado de exportación. Inclusive, algunos industriales autóctonos llegan a preferir cualquier desarrollo técnico proveniente del exterior por sobre otro, mexicano, que muestre características semejantes.

Es por esto, entre otros factores, que llama la atención el caso de un grupo de empresas que desde hace ya una década ha estado vendiendo tecnología —concretamente sistemas de construcción desarrollados en México— al resto del mundo.

Se trata de cinco firmas —Control de Erosión, S.A., Organización Submarina Mexicana, S.A., Equipos y Técnicas, S.A., Contratista Nacional de Control de Erosión, S.A., y Estructuras Marinas de Concreto, S.A.— comandadas por el ingeniero Mauricio Porraz, quien prácticamente ha recorrido los cinco continentes para dar a conocer sus sistemas.

"Desde 1974 —afirma Porraz— hemos estado exportando tecnología adecuada desarrollada en México por ingenieros nacionales. A lo largo de todos estos años, hemos estado realizando una transferencia horizontal de nuestros sistemas fundamentalmente hacia otros países subdesarrollados, aunque también se han firmado contratos de asistencia técnica con empresas europeas."

El éxito de dicha transferencia parece indiscutible. Hasta 1982, este conjunto de empresas exportaba el 40% de sus servicios de tecnología, porcenta-

je nada despreciable. Y esta proporción habría de crecer hasta un 70% en 1983, luego de que el mercado interno mostrara una de las más profundas depresiones de su historia.

El trabajo interdisciplinario de un equipo de especialistas en ingeniería textil, mecánica, electrónica, hidráulica y de concreto ha colocado en el mercado mundial de las técnicas de construcción, 54 patentes y apoyado la obtención de contratos cuya exitosa realización avalan la efectividad de esas técnicas.

En su especialidad —la ingeniería costera o portuaria— pueden mencionarse entre los más notables: la protección de la margen derecha del Canal de Suez, entre Ismailia y Port Said; la construcción de un rompeolas de 600 metros para el hotel flotante de la cadena *Gulf International Marriot* en Kuwait; la terminal marítima de la re-



Porraz: "No se puede exportar por catálogo y desde el escritorio"

finería más grande del mundo, la *Hess Oil-Virgin Islands*; y la protección costera en Santa Bárbara, California.

En territorio nacional, Porraz señala que una de las empresas que dirige —Contratista Nacional de Erosión, S.A.— ha participado en la adecuación de tecnologías desarrolladas en Europa para la construcción de estructuras marinas de concreto. "En esta área de construcción —observa— hemos logrado patentar un diseño de cimentaciones adaptado a las condiciones del Golfo de Campeche, para la edificación de una plataforma petrolera que puede tener hasta 28,000 toneladas de capacidad de carga y 6,250 metros cuadrados de áreas útiles."

También en Campeche, se construyeron cuatro rompeolas en 100 días —lo que constituye todo un récord— en la termoeléctrica Campeche II-Lérma.

En el presente, el empresario informa que los sistemas de diseño y construcción desarrollados están siendo aplicados en la edificación del rompeolas sur (a base de bolsacreto), y del rompeolas norte (de bolsaroca revestida de bolsacreto) del Puerto Industrial del Ostión, cuyas obras se encuentran momentáneamente paralizadas.

A *grosso modo*, el sistema que se utiliza en Ostión consiste, según explica Porraz, en "chupar arena, para luego inyectarla hidráulicamente dentro de contenedores textiles, y así formar piedras (las bolsarocas), que luego se protegen con bolsacreto inyectado con revolveras."

En el ámbito internacional, en 1983 "empezamos a trabajar en la construcción de un puerto industrial en el delta del Amazonas (en Brasil) que forma parte del proyecto industrial *Vila do Conde*."

Además, es muy probable que se iti-

licen los sistemas desarrollados por el grupo de investigadores que comanda Porraz, en la protección de las islas artificiales (para la colocación de equipo petrolero) de la *Alaska Oil and Gas Association*, localizadas en el Mar de Beaufort que, durante la primavera, son cubiertas por el mar.

Al exterior, "hay que salir con muchas cuentas de vidrio." Al lado de la venta directa de tecnología, una de las empresas del grupo —Equipos y Técnicas, S.A.— dedicada al diseño, fabricación y venta de dispositivos e instrumental oceánico, ha exportado algunos de los artefactos que fabrica, principalmente a Estados Unidos. Ese fue el caso, por ejemplo, de varias cámaras hiperbáricas de investigación submarina que se fabricaron por primera vez en esta empresa y que se ajustaron satisfactoriamente a las verificaciones e inspecciones de las sociedades clasificadoras de la especialidad.

Equipos y Técnicas también diseñó diversos dispositivos para medir las socavaciones y las erosiones que sufren los litorales durante los flujos de corriente.

Pero la apertura del camino para este tipo de tecnología mexicana no ha sido fácil. Nada menos, según comenta Porraz, "nuestra primera salida al exterior fue un fracaso.

"En 1972 —cuenta el empresario—, fuimos a Costa Rica, invitados por el presidente José Figueres, y obtuvimos un contrato para aplicar nuestros sistemas en la construcción de un rompeolas en Puerto Limón. Sin embargo, una serie de problemas de orden político impidieron que la obra se realizara."

Fue dos años después cuando uno de los sistemas desarrollados por Porraz y su grupo de investigadores se aplicó por primera vez fuera del país. "En Nicaragua —recuerda—, trabajamos para el Departamento de Navegación del Ministerio de Obras Públicas en la construcción del acceso al muelle del transbordador y del rompeolas del Puerto de San Carlos en el Lago de Nicaragua por cierto, el único de agua dulce habitado por tiburones."

Poco tiempo después, estos métodos de construcción lograron el reconocimiento de la Organización de Tecnología y Economía de los Océanos de las

Naciones Unidas y fueron recomendados por la UNESCO. Después, en 1979, la *American Society of Civil Engineers* aprobó la creación del Premio Internacional de Ingeniería Costera —Mauricio Porraz. Desde entonces, esa presea ha sido otorgada a varios especialistas en ciencia e ingeniería marina.

No obstante, en el mercado mundial de tecnología no sólo cuenta la efectividad de los sistemas o de las técnicas que deseen venderse. Como sucede en otros campos del comercio mundial, existen otros factores que en muchas ocasiones son decisivos para la venta:

"Para incursionar con éxito en el mercado de exportación —dice bromeando Porraz— hay que llevar muchas cuentas de vidrio y regalar muchos calendarios aztecas. Hay, también, que tener un sexto, un séptimo y un octavo sentido y, sobre todo, hay que tener toda la información posible en la mano; no sólo sobre las posibilidades de la tecnología que se está vendiendo, también hay que saber todo lo que se relaciona con las necesidades del cliente y con las alternativas que está ofreciendo la propuesta enemiga."

La información es, según el empresario, la llave del éxito para cualquier mercado. Hay que pensar, ejemplifica, "que cuando una licitación para una obra se anuncia, por lo general ya está dada. Es por eso que hay que conocer, detectar la necesidad antes de que se exprese. Para ello, hay que contar con 'exploradores' en los mercados potenciales."

Por supuesto, nadie dijo que fuera fácil, y contar con este tipo de "scouts o exploradores", como los llama Porraz, cuesta mucho dinero. Además, como indica el empresario, hay que invertir también bonitas sumas en la realización de viajes de promoción, porque "no se puede exportar por catálogo y desde el escritorio."

Desventajas para la tecnología mexicana. Si bien en estos momentos el país está en posición de ofrecer los servicios técnicos de sus profesionales a un precio muy competitivo en el mercado mundial, la tecnología nacional es generalmente discriminada frente a otras.

"Nuestra fama en el mercado internacional no es muy buena —advierte Porraz—. Muchas veces, en presencia de otra oferta de tecnología holande-



Rompeolas de bolsaroca y bolsacreto en Laguna del Ostión, Veracruz

sa o norteamericana, el cliente deja de escuchar la oferta mexicana. Sin embargo, la mejor defensa es un buen ataque. Por eso, insisto en que hay que contar con toda la información para

poder manejar los hilos de la situación y detectar primero que nadie la necesidad del cliente; ya se trate de tiempo, costos o de la creación de empleos... Hay que estar seguros —concluye—,

contrario, cuando un empresario realiza adaptaciones tecnológicas acertadas, las guarda para su empresa, no las comercializa y apenas habla de ellas.”

Inclusive, la abundancia de recursos en la que creyó vivir el país hace apenas un par de años provocó, como afirma Porraz, un cierto desprecio, un “poner en segundo lugar” cualquier técnica desarrollada en México.

“Mientras padecíamos la enfermedad de creer que teníamos mucho dinero y que no íbamos a tener tiempo para gastarlo —dice el empresario—, buscamos las mejores soluciones, pero también las más caras.”

Eso pasó, en opinión de Porraz, en el puerto de Dos Bocas que, como dice textualmente, “fue superestudiado por expertos del extranjero.”

Hay que arreglárselas con los medios de a bordo. “Una de las claves del éxito que han tenido nuestros sistemas —asegura Porraz— es que tenemos como principio adaptarnos a las condiciones locales, crear empleos en la zona y capacitar personal en la obra.

“Cuando fuimos a Egipto, quizá uno de los países más difíciles en los que hemos estado —continúa—, competimos con los mejores expertos del mundo por la protección del Canal de Suez. Ahí, mientras algunos pretendían vender *a priori* su producto como el mejor, nosotros empezamos por identificar el problema, para después encontrar la solución con base en nuestra experiencia.”

Los sistemas de trabajo utilizados por el grupo de investigadores permiten la aplicación de métodos de construcción que echan mano de los recursos locales y suponen volúmenes mínimos de obra, lo que, evidentemente, reduce los gastos de movilización de materiales.

Pero quizá el punto más notable de estos procedimientos es el énfasis que ponen en la creación de empleos. Y es que, como señala Porraz, es necesario buscar caminos para abaratar en lo posible la creación de empleos. Porque si seguimos insistiendo en el uso de los métodos más modernos, sin contar con los recursos adecuados, podríamos, en

y hacer que esa seguridad se note; de la solución que se está ofreciendo es indudablemente la mejor.”

Como sea, todo parece indicar que resulta difícil que el mercado confíe plenamente en desarrollos que provienen de un país que no se distingue precisamente por sus avances en cuestión de tecnología. Por ello, muchos de los desarrollos técnicos del grupo de Porraz se patentaron en México y, antes de un año, se registraron en Francia.

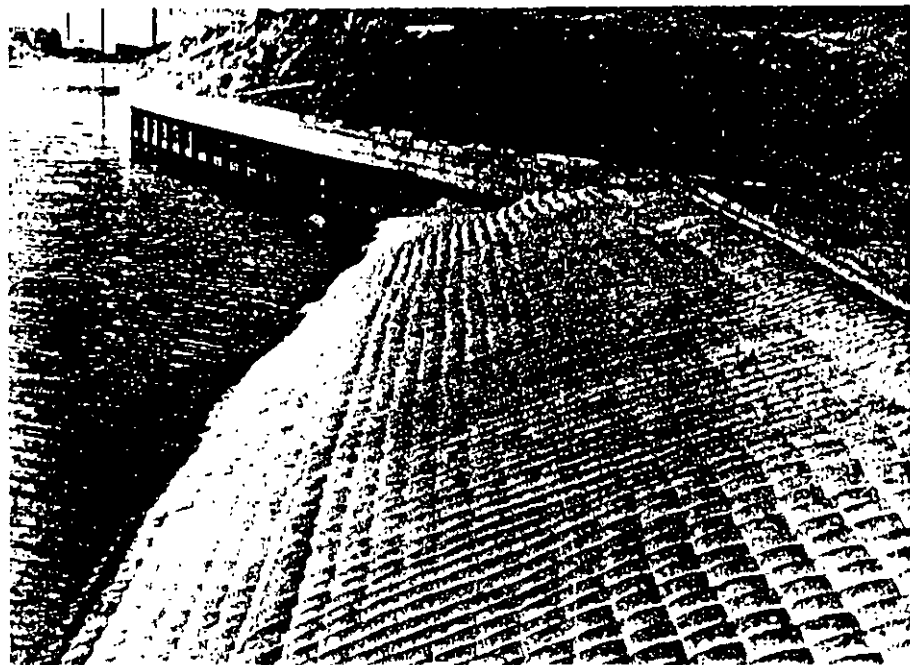
“Muchas veces —dice el empresario— hemos dado como referencia la patente francesa...”

Todo esto no es de extrañar si se piensa que existe, en el mismo México, un divorcio bastante notorio entre el sector industrial y las instituciones educativas y los centros de investigación. Estas dos esferas, que deberían formar parte de un mismo sistema, no sólo recelan entre sí, sino que es rara la ocasión en que conocen las necesidades o las posibilidades de la otra.

Según Porraz, se tiene la idea que “la tecnología desarrollada por mexicanos no va a funcionar. En el lado



“Identificar el problema para después encontrar la solución”



Colchacreto utilizada para proteger la margen poniente del Canal de Suez, en Egipto

vez de progresar, enfrentar un caso de regresión de tecnología.”

El empresario menciona, para ejemplificar esta posibilidad, el caso de muchos pescadores que dependen en un 100% del motor de gasolina, que apenas tiene para alimentarlo y que lo van dejando deteriorar por la falta de recursos. Después, afirma, “no tendrán para reponerlo y se verán obligados a salir a pescar a la vela, porque no hemos buscado alternativas más viables para ellos desde el punto de vista económico.”

En este sentido, Porraz coincide con algunos otros empresarios que desde que la crisis se manifestara han señalado la necesidad de cuestionar a fondo “todos los renglones de costos.”

“Una de las grandes fallas de los industriales —como ha señalado algún empresario— es que creemos que lo que es técnicamente perfecto es costeable.” (Ver EXPANSION núm. 349, del 15 de sep. de 1982).

Es por ello que Porraz sugiere buscar caminos poco ortodoxos, dejar a un lado los perfeccionamientos, buscar soluciones efectivas y dar con tecnologías más adecuadas, de acuerdo con “nuestro orden de prioridades. Las obras —corroborando refiriéndose a su caso—, hay que tratar de hacerlas lo más rápido y lo más económicamente posible. Aunque sé que hay quien prefiere irse a lo grande, a lo más mo-

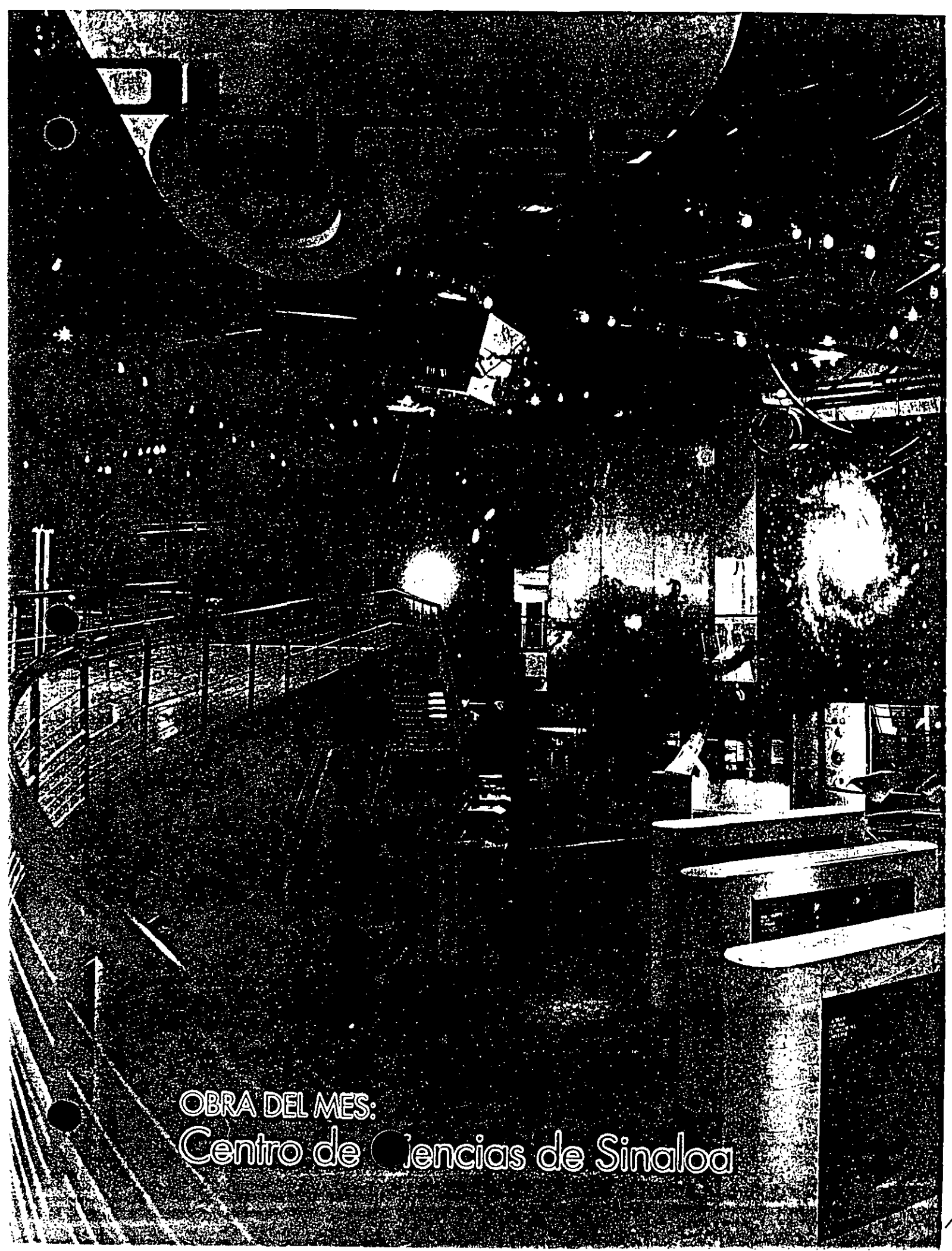
derno, a lo sofisticado; pero yo soy un enamorado de lo suficiente y de lo eficiente. No tenemos por qué pretender hacer Rolls Royce, cuando lo que necesitamos son Volkswagens. Es con este criterio que hemos preferido diseñar cada una de las obras de ingeniería que nos encargan.”

La crisis, vía rápida para cambiar de actitud. Una atonía económica como la que pesa en estos momentos sobre el país podría ser el motivo por el que la industria decidiera adoptar un tipo de tecnología más modesta y tender hacia la aplicación de sistemas técnicos intermedios que, si no se encuentran a la vanguardia, sí pueden resultar mucho más rentables y adecuados al tamaño del mercado.

Como hace notar Porraz, “es necesario ser más realistas y, antes que nada, entender y adaptarse a las condiciones locales. Ese debe ser el punto de partida para resolver nuestros problemas, cualquiera que sea su índole.”

En este sentido, el empresario señala que el industrial mexicano tiene también que desempeñarse en cierta forma como un inventor, si no por vocación, sí por necesidad.

“Y es que todo el tiempo hay que estar inventando cosas que nos permiten aprovechar el equipo que tenemos sobre la mesa, y resolver nuestros problemas con los medios de a bordo. ◇



OBRA DEL MES:
Centro de Ciencias de Sinaloa

Noticias del mes

Centro de Ciencias de Sinaloa

Tubería ecológica... ¡pero en serio!

El número 13,000

Una experiencia italiana

Situr y los megaproyectos

Una identidad contemporánea

México en Paraná

Cuando la arquitectura es vida

Restauración del Mesón de San Bernardo

Pensamiento joven de la arquitectura chilena

Le puede interesar...

Eventos nacionales e internacionales

*Nuestra Portada: Rampa sobre la sala del Universo. Al fondo la sala de mecanismos del Centro de Ciencias de Sinaloa.
Fotografía: Gabriel Covian*

México en el Paraná

El río Paraná nace en Brasil, atraviesa Argentina y desemboca en el río de La Plata, frente a Buenos Aires.

El problema que hoy presentamos interesa al lector. Siendo un río tan caudaloso con una gran cantidad de afluentes, en la zona donde está emplazado el túnel subfluvial que va de la provincia de Santa Fe a la provincia de Entre Ríos, el fondo del río Paraná es móvil formado por dunas de tamaño considerable que van avanzando.

Una duna tiene una cresta superior y un valle inferior y al ir avanzando hay momentos en que el nivel está a un punto alto y momentos en que baja.

Esta variación de nivel del fondo en el caso de avenidas fuertes puede llegar a dejar destapado el túnel y al tener un espacio vacío corre el fuerte riesgo de flotar con el consiguiente daño en su estructura. Aun cuando no fuera así, aunque no flotara com-

pletamente, algún movimiento diferencial lo puede desquebrajar, tener problemas de filtración, etcétera.

Ya es costumbre en el Sur hablar de las crecientes del Paraná, pero hubo una muy fuerte en 1982-83, que motivó al Ente Interprovincial que se encarga del mantenimiento del túnel subfluvial, a convocar al diseño de una obra de protección para el túnel en virtud del eminente peligro de la creciente mencionada. El director de obra del Ente es el ingeniero Alejandro Vega.

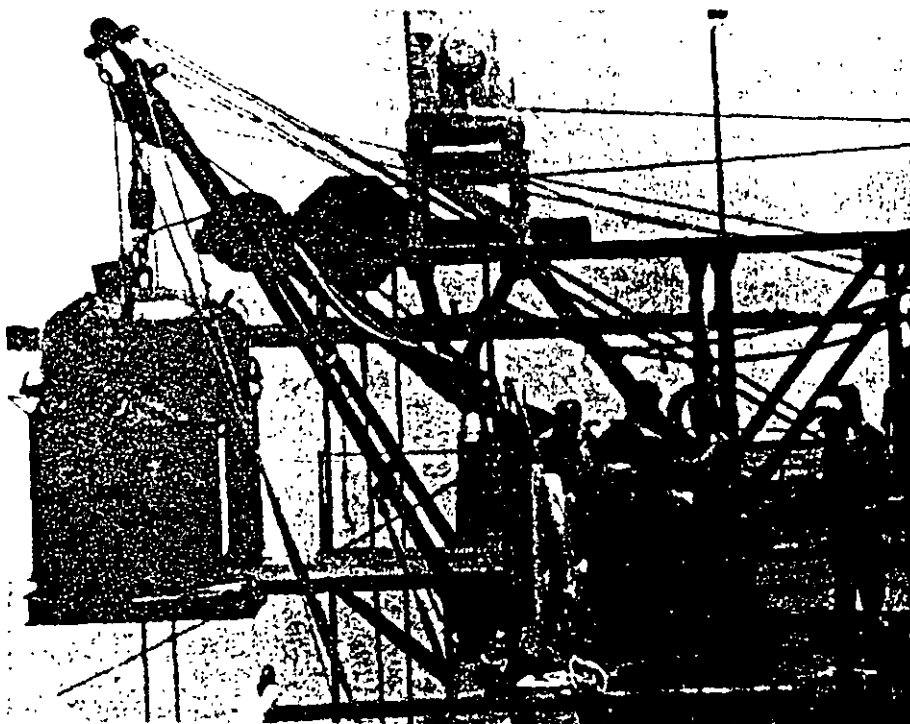
La empresa que está realizando las obras de protección en el túnel subfluvial Hernandarias, es mexicana, aplicando tecnología alemana de la empresa Hochtief.

"La empresa alemana nos pidió la asesoría para este proyecto de protección —expresa a Obras el ingeniero Alejandro Solar, director técnico de Control de Erosión S.A.— y se le recomendó una serie de alternativas, entre ellas la utilización de una manta geotextil.

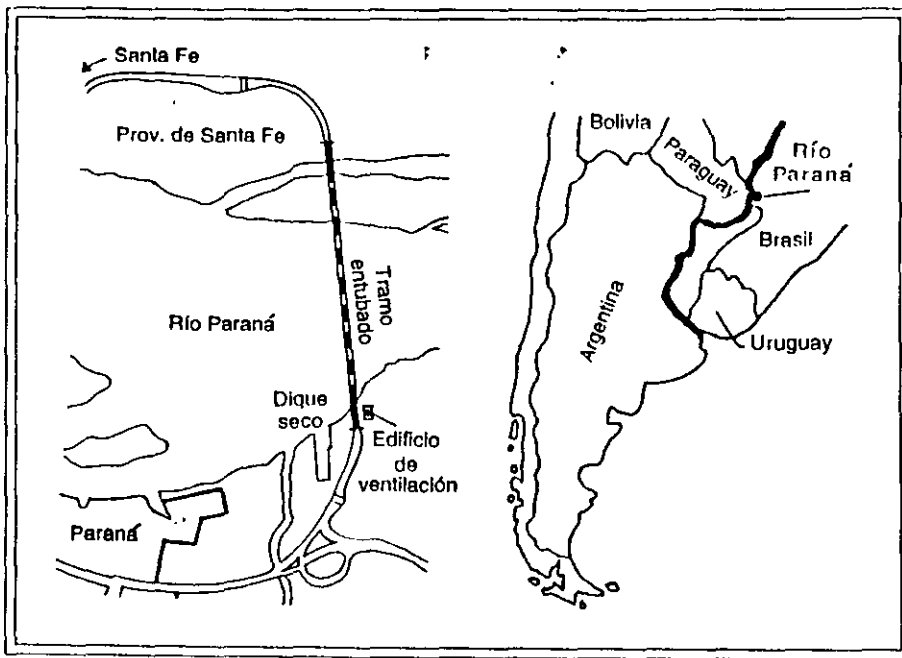
"En el año 1987 cuando sale a licitación la obra de protección, desafortunadamente no existían los recursos para construirla y se vuelve a licitar, entonces en el año 1989. Tampoco se puede construir la obra y hasta el año de 1992 se logra ya con éxito la licitación y se nos adjudican los trabajos".

Control de Erosión S.A. recientemente se ha fusionado al Grupo CCC, (Construcción, Consultores y Comercializadora) que es la que está retomando a nivel internacional las tecnologías de punta de países en desarrollo para aplicarlas a otros países en desarrollo, es decir operación Sur-Sur.

Una obra fundamental. Este túnel de dos carriles constituye una de las principales vías de unión entre lo



Barcaza en el río Paraná, con todos los implementos para desarrollar los trabajos



que es la mesopotamia argentina y la zona central, básicamente una ciudad de Paraná y la de Santa Fe, capitales de las provincias de Entre Ríos y Santa Fe, respectivamente.

La sección del túnel es circular del orden de los 15 metros de diámetro. Fue construido mediante secciones de tubos prefabricados en concreto armado que eran flotados hasta el sitio de su colocación y hundidos.

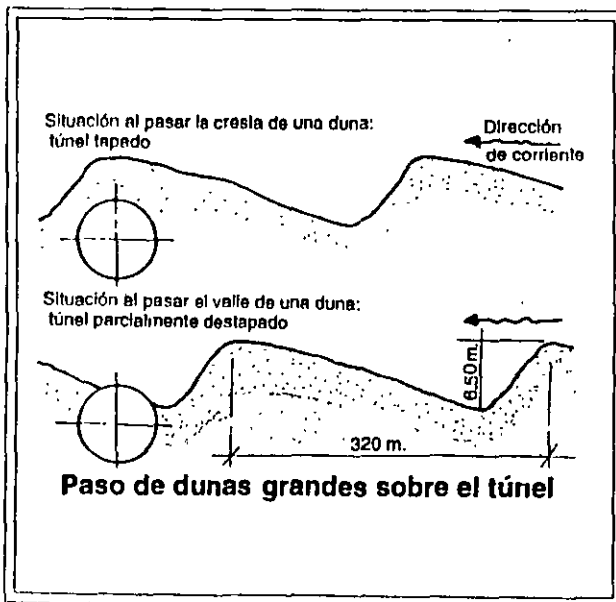
Este túnel tiene 23 años integrando el país, con medidas de seguridad modernas: todo el interior está monitoreado con cámaras de circuito cerrado; existen detectores de humo; de temperatura; de humedad para verificar alguna filtración posible en las dos cabezas. En las dos estaciones de peaje hay grúas, remolcadores, todo lo necesario.

Esta es una vía con un tránsito de aproximadamente un millón de automóviles al mes, más o menos, es un gran punto de unión de automóviles y camiones. Hay una gran cantidad de tráfico de vehículos pesados llevando ganado, madera, etcétera.

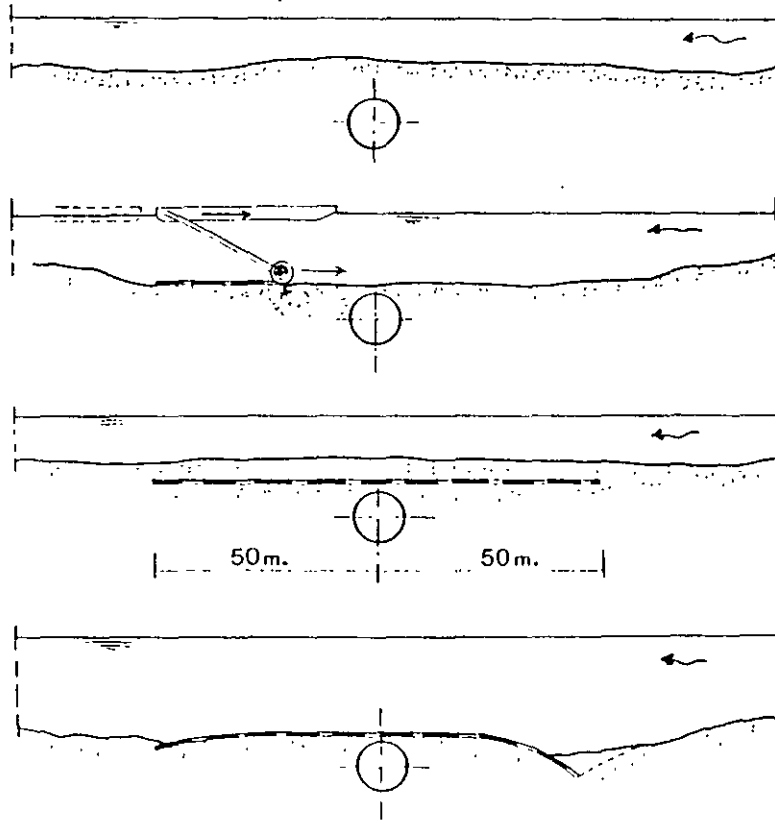
“La solución que fue planteada y que

repito fue manejada por la empresa alemana —dice Solar— es tratar de estabilizar el fondo del río; estabilizarlo a una cota tal que las dunas que viajan en el fondo no vayan a pasar de un cierto límite de seguridad que después de los cálculos pertinentes se fijó en tres metros de capa de suelo sobre la parte superior del túnel”.

La estabilización del fondo se planteó básicamente con un recubrimiento de concreto empleando una doble tela (colchoneta) que se denomina *colchacreto*. Una vez colocada en el fondo del río se le inyecta un mortero coloidal logrando esa capa de estabilidad so-



Esquemas del desarrollo de los trabajos



de socavación.

Este recubrimiento de concreto es articulado es decir está formado por piezas de concreto unidas por el mismo textil, tiene en su interior igualmente cables de acero que le dan resistencia; entonces se puede deformar y eso es lo que se busca, que la colchoneta vaya deformándose de tal manera que la socavación nunca se acerque al túnel.

Nosotros somos los proveedores de los materiales que se van a utilizar en la construcción —afirma Solar—. Otra parte del contrato lo tiene una empresa local argentina que se denomina *Pentamar* que se encarga del dragado y una empresa igualmente argentina que es *Perfomar* que se encarga de la colocación.

“El material lo enviamos desde México en rollos —aclara— y en Paraná se cose con una máquina de tipo industrial y se hace la costura de los lienzos de manera a conformar la colchoneta”.

Los pasos son entonces: *Pentamar* efectúa el dragado previo, *Perfomar* el tendido de la manta y la inyección del concreto dentro de la misma. Regresa *Pentamar* y el material que había quitado en un principio lo vuelve a colocar encima.

La chata de colocación como se llama localmente es una barcaza de aproximadamente 20 metros de ancho por unos 60 metros de largo y en su borda hay todo lo necesario para los trabajos que se van a efectuar: silos de captación para cemento; un área de reserva de la arena para formar la mezcla del mortero que se está inyectando; caseta para los buzos y su gente que están permanentemente a bordo; los malacates, grúas y todo lo demás necesario para el movimiento del brazo basculante que en su extremo tiene el porta rollos de la tela.

Esta chata es diseño de la empresa que hizo todo el proyecto de la obra.

Los aditamentos como el brazo y los cabezales fueron fabricados en Paraná, remolcados a Buenos Aires para terminar su colocación. La maquinaria de mezcla de mortero y de inyección del mismo es inglesa y todo se montó en los astilleros de Buenos Aires.

bre el túnel.

Esta capa tiene un espesor de 25 centímetros y básicamente se está protegiendo la zona central del río en una longitud de 650 metros y 100 de ancho, 50 metros aguas arriba del eje y 50 aguas abajo.

La longitud del túnel entre casetas de peaje es de 3.5 kilómetros.

El río en ese punto tiene un ancho aproximado de 2.7 kilómetros lo que es propiamente la parte húmeda del túnel, las otras son las cabeceras, tránsito de entrada y salida.

Procedimiento constructivo. El procedimiento de construcción establece:

- Un dragado inicial de la superficie del río sobre el túnel para llegar a esa cota de seguridad de tres metros de fondo de río.
- Desenrollado de esa manta textil colchacreto.
- Sellado de la misma.
- Depositar por dragado el material que se quitó.

Queda el túnel, su capa de seguridad de tres metros, la colchoneta y todavía una capa de seguridad de material de fondo.

En el momento en que una avenida vuelva a generar dunas de gran tamaño se producirá el fenómeno



Ingeniero Alejandro Solar

En la realidad algunas situaciones se modificaron por operación: los silos se pasaron a la parte de atrás para dejar esta área libre a los contenedores donde está el equipo de buceo, el equipo de seguridad de buceo, como es una cámara de descompresión, etcétera.

La manta geotextil de poliéster industrial básicamente es una tela doble que está dividida en compartimientos, tiene zonas en que las dos telas se unen, partes en las que se separan. Los hilos van haciendo todo el juego necesario para dejar partes unidas y partes separadas, todo sale directamente del telar. Lo que se hace ya en campo es conformar un tramo de manta de 110 metros de largo por 27.5 metros de ancho, que es la unidad de colocación alcanzando el total a 32 mantas.

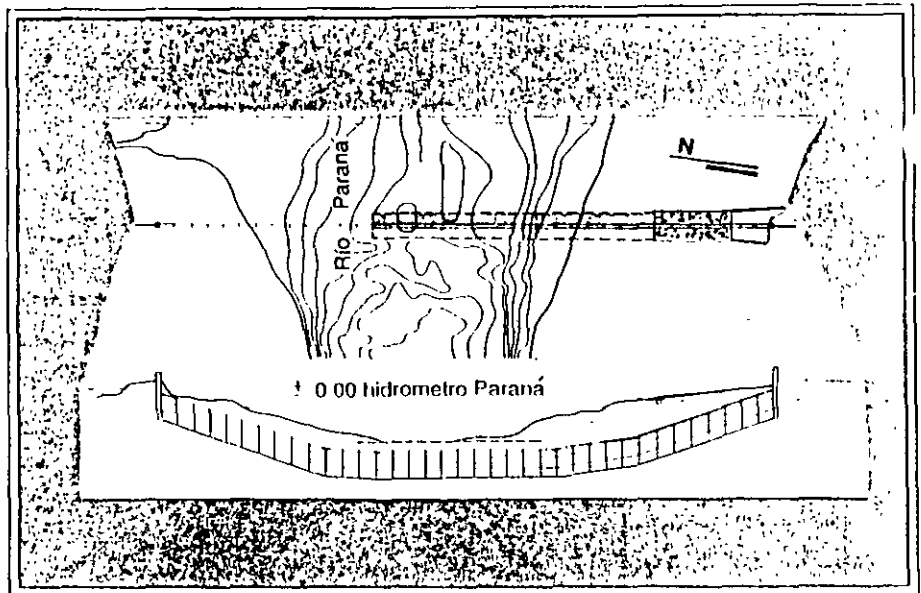
Las mantas se traslapan un ancho de cinco metros, no hay una unión.

“Aparte de lo que fue el suministro de la tela, nosotros —expresa Solar— aportamos todos los accesorios que requiere esta colchoneta para

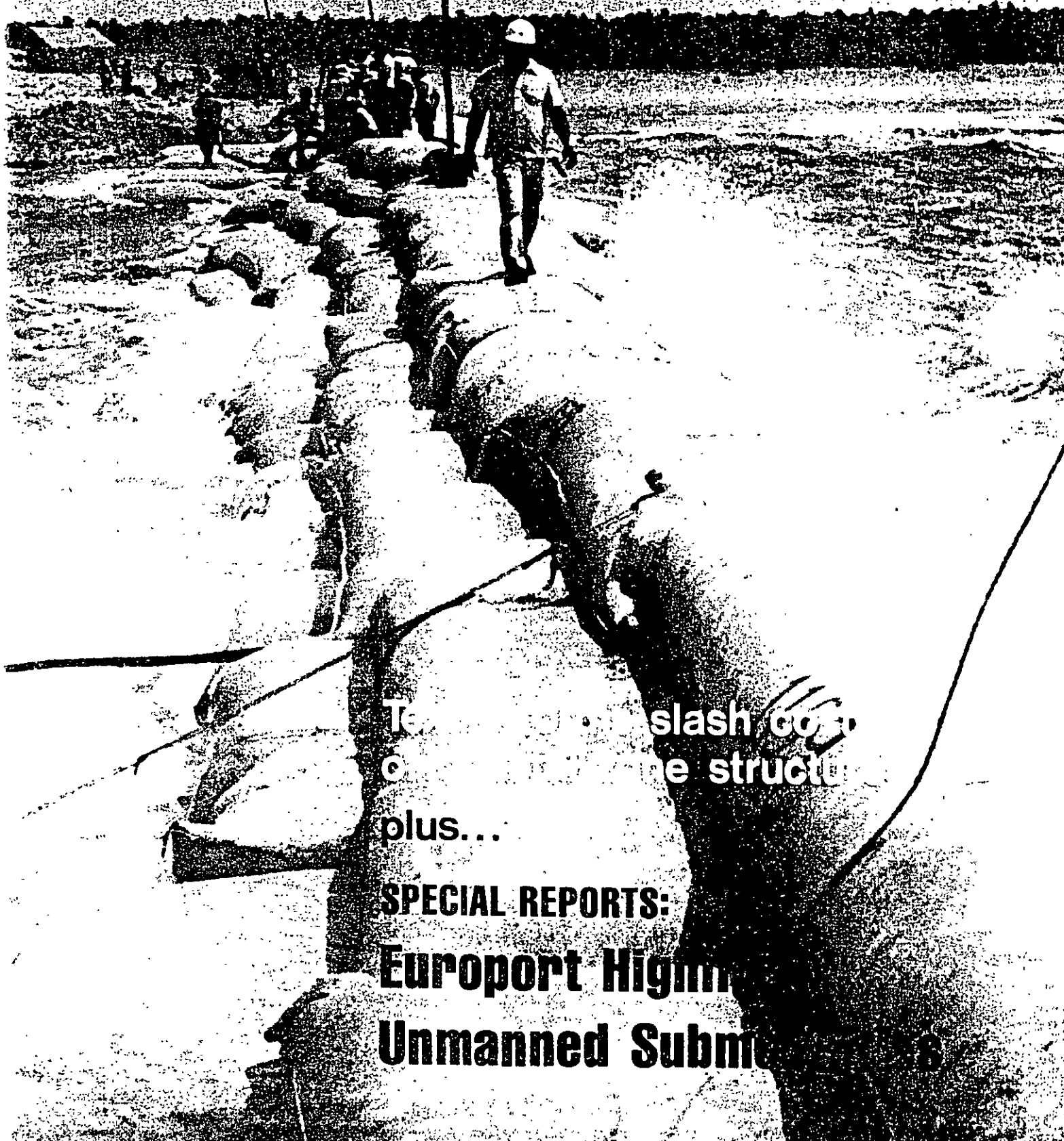
ser llenada; uno de ellos es una manguera plástica que corre a todo lo ancho y es a la cual se le conecta la tubería de la bomba de inyección. Cada una de las almohadillas o raviolos como lo llaman allá de 1.40 x 1.40 metros son articulables y hay una manguera por cada fila”.

Junto a la manguera va un cable de acero. Igualmente en el sentido de los 110 metros corre un cable a todo lo largo. Hay 72 x 19 almohadillas entonces de igual manera tiene 72 cables de acero en un sentido y 19 en el otro.

El cable es de acero galvanizado



Ocean Industry



Technology slash cost
of offshore structure
plus...

SPECIAL REPORTS:

Europort High

Unmanned Subm

EDITORIAL STAFF

WILLIAM G. DUDLEY, Publisher
DONALD M. TAYLOR, Editor
WM. B. COLVIN, Managing Editor
MARETTA TUBB, Associate Editor
SCOTT WEEDEN, Associate Editor
MARGARET D. CASHMAN, Departments Editor
MILDRED VAUGHN, Editorial Assistant

EDITORIAL PRODUCTION

W.W. FITZGERALD, Managing Editor
JACK COCKERHAM, Presentation Editor
GLEN HUGHES, Assistant Presentation Editor
BILL LOGAN, Chief Artist
JAMES KNOX, Staff Artist
MARY PETERS, Assistant to Managing Editor
SUSAN CURRY, Production Assistant
HELEN ALLER, Production Assistant

GULF PUBLISHING COMPANY

Editorial and Executive Offices, 3301 Allen Parkway,
 Houston, Texas Mailing Address P.O. Box 2608,
 Houston, Texas 77001, U.S.A. Telex 762-908 GULF-
 PUBCO HOU Phone: 713-529-4301

WILLIAM G. DUDLEY, President and
 Chairman of the Board
R.M. de SOMBRE, Senior Vice President
SAM S. SORRELL, First Vice President
GEORGE R. SKELTON, Vice President
MRS. RAY L. DUDLEY, Vice President
P.J. AUCOIN, Comptroller
JOHN STEWART, Treasurer and Secretary

ADVERTISING

DON DePUGH, Sales Manager
ROBERT PRUIETT, Advertising Production Manager
 For addresses of advertising sales offices, see page 166.



Published monthly by the Gulf Publishing Co. *Ocean Industry* is a registered trademark of The Gulf Publishing Co., Houston, Texas, U.S.A. Copyright © 1976 by the Gulf Publishing Co. All rights reserved.

Controlled circulation postage paid at Dallas, Texas. Postmaster send notification (Form 3479) regarding undeliverable magazines to *Ocean Industry*, P.O. Box 2608, Houston, Texas 77001.

Single copies \$2, back copies, if available \$2.50. Reprints of articles available.

SUBSCRIPTION INFORMATION

Ocean Industry is specialized for the ocean/marine operations. It is a controlled circulation publication with certain subscription qualifications, dependent on occupational classifications. They are:

1. If you are **actually engaged in ocean/marine developments and operations** (such as offshore drilling/production, construction, vessel and structural building, etc.) you may apply for a **free subscription** provided you are in a position to **buy, specify, recommend or approve** equipment, materials or services. Only those subscription applications that are **completely filled in, signed and dated** can be accepted under our controlled circulation auditing procedure. (Overseas airmail service available \$28 per year.)
2. If you have a **definite related-interest** (such as a manufacturer and supplier selling the ocean/marine market, or an investor, educator, student, etc.) subscriptions are available at a **special related-interest rate** of only \$6 a year. Payment must accompany order.
3. If you are **NOT engaged in, nor have a definite related professional interest in the ocean/marine industries**, subscriptions are available at \$12 a year. Payment must accompany order.

Address all subscription correspondence to: Circulation Mgr., OCEAN INDUSTRY MAGAZINE, P.O. Box 2608, Houston, Texas 77001, U.S.A.

(For change of mailing address. Send your mailing address label from a recent issue of this magazine and clearly print or type your new mailing address.)

Microfilm copies are available through University Microfilms, Inc., Ann Arbor, Mich.



OTHER GULF PUBLISHING COMPANY PUBLICATIONS include *World Oil* and *The Composite Catalog* for the petroleum exploration, drilling and producing industry. *Hydrocarbon Processing and Hydrocarbon Processing Catalog* for the hydrocarbon processing industry. *Pipe Line Industry* and *The Pipe Line Catalog* for pipe lines and gas distribution.

October 1976

Vol. 11, No. 10

Ocean Industry®

Textile forms slash cost of coastal zone structures 61
 Mauricio Porraz

SPECIAL REPORT: UNMANNED SUBMERSIBLES

Unmanned submersibles breaking surface of subsea inspection and survey market 65
 Scott L. Weeden

1976 Directory of unmanned submersibles 66

Second generation Consub will be developed 68

New open ocean salvage system will affect continental shelf areas 69

CURV III proves versatility in recovery of nuclear generator 71

Perry designs Recon II for survey, inspection and light work to 6,000 ft 72

Scarab built for cable burial, recovery 74

SPECIAL REPORT: OIL SPILLS

Polyurethane chips used to pick up 5,000 gal./hr 75

Norwegian oil-spill cleanup devices developed 77

Largest oil recovery vessel ordered for Ireland's Bantry Bay 78

OCEAN INDUSTRY DIGEST:

Offshore oil search will spur construction in long term 82

Political considerations overshadow future marine geophysical prospects 83

Corrections of 1976-77 Directory of Marine Drilling Rigs 98

Using man-made islands as drilling platforms in Arctic Seas 100
 J.J.A. de Jong

Preview of new rigs 112

Europort '76 121

Gas and Oil Wrapup 138

Regular Departments

Advertiser's Index 165	New Business Ventures 153
Available Data 166	New Equipment 158
Classified Advertising 165	New Instruments 162
Literature 156	Professional Directory 164
Meetings to Make 4	

About the cover: Textile forms are filled with concrete by local unskilled labor to solve a difficult erosion problem off the coast of Mexico. The breakwaters require little equipment for installation other than two small concrete mixers, a pump and some hoses. The speed of construction is twice that of conventional structures. Breakwaters such as the one shown here have surprising strength. Two have weathered the direct onslaught of hurricanes.

Textile forms slash cost of coastal zone structures

Mexican engineers have developed three low cost methods for controlling beach erosion and river route behavior. The systems require a minimum amount of equipment transportation and reduce the time required for construction

Mauricio Porraz, President, Control de Erosion, S.A., Mexico City

A team of engineers and scientists in Mexico have developed highly efficient methods of constructing coastal zone structures using unskilled labor and a limited amount of equipment and machinery. These techniques are particularly suitable for the remote areas of developing countries; the method cost is about 60 percent less than a similar quarry stone structure and the construction time is approximately 25% of that invested in building a conventional structure.

The basic principle employed is to use textile forms to shape structural components of sand, rock or concrete. The textiles are lightweight and easy to transport; and for the most part, the sand or aggregate used in filling them are local and readily available commodities.

Where concrete is used, the cement and the lightweight mixing and pumping equipment must be transported to the site.

Because the construction can be carried out almost entirely by unskilled labor, the systems are particularly suitable for construction in remote areas of developing countries where roads are virtually non-existent and supplies are distant.

Development of the three systems

The work started about six years ago. A group of engineers commenced an extensive research and development program which they designated *Operational Design*

Systems (ODS). Their objective was to devise effective—but inexpensive—systems for erosion control.

The concept of using synthetic fabrics for this purpose had been developed and used successfully in Europe some time ago.

The ODS organization directed its efforts toward specific goals. From this work came three new technical developments that have demonstrated a high utility factor in the field of shore erosion control. They are: (1) **Bolsaroca**, permeable hydraulic bags filled *in situ* with sand; (2) **Bolsacreto**, water-proof flexible formworks of diverse shapes filled with concrete. These units incorporate both textiles and possible reinforcing, and (3) **Colchacreto**, mortar mats formed by textiles that can be articulated slabs or filtering units.

Our research work has been directed along four lines. First, we

set out to develop synthetic fabrics that would withstand maximum exposure to the sea and to the sun. Our second objective was to devise textile techniques that would produce component shapes that would enable us to achieve our desired ends.

Third, under our ODS approach, we made extensive tests on concrete mortar and quality control in the fields. And fourth, we carried out experimentation in wave channels, mobile bottom flume channels in wave tanks in four different laboratories.

The most important aspect of our work has been in the field. Since 1971, we have built full scale coastal structures using the new technology and evaluated their performance—both in the Pacific Ocean and in the Gulf of Mexico. An analysis of the costs involved has shown that similar prices can be expected whether intensive local labor and primitive methods are used or more modern methods with more machinery is used. The average cost per cubic meter of Bolsacreto runs about \$63 U.S.

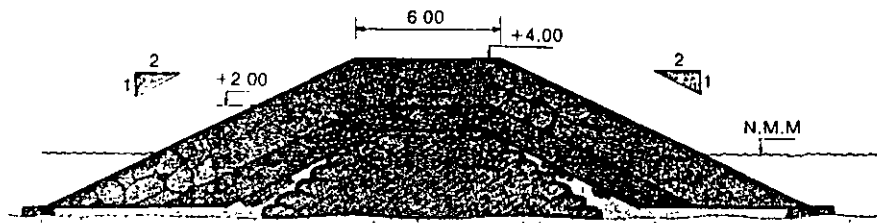
Equipment costs. The cost of equipment for installing sand in the



The new low-cost concrete filled fabric forms solve a problem at Rio Lagartos, Yucatan. After installation, the access channel is continuously swept free of river deposits.



The new method saves time, cost and labor, yet uses very little equipment. Here two small concrete mixers and a pump fill the Bolsacreto forms with concrete made from local sand and gravel.



Advantage of Bolsacreto construction is shown here. For a quarry stone breakwater, the crown would have to be 6 m wide to enable trucks to pass and the slope would be 2:1 which also would add to the material and time required for construction. Note that the Bolsacreto breakwater, shown in color, would need only a 1.8 m crown and its slope is more acute.

Bolsaroca may run less than \$400. For the Bolsacreto the concrete mixers, pump and hoses needed to fill the flexible synthetic bags which make it possible to complete blocks up to 25 tons under water—even areas where unfavorable currents exist may be purchased for about \$10,000.

Construction procedures for Bolsacreto

Coarse and fine aggregate, additives, water and cement are mixed in mechanical mixers to be later pumped through piping and hoses up

to the Bolsacreto, which have been placed empty in their exact places as projected.

During the time when material is being pumped to fill the bag, in order to avoid displacement, the Bolsacreto should be secured to nearby previously installed bags. All of these underwater operations require personnel using light diving equipment.

It is important that at no stage does the concrete enter in direct contact with external environment. This is important to avoid erosion and contamination of water during placing. Because the bag is watertight, it

does not admit more water than is added when mixing. This allows a better quality control of placings. Setting is obtained under condition of 100 percent humidity.

The pounding effect of waves may be considered as a vibration effect. When the bag has been filled, the hose is placed into the next element rapidly with practically no interruption of pumping; intakes are sealed manually without problems.

Technical aspects

Bolsacreto may be manufactured with different synthetic materials. There are, however, several aspects that must be controlled because laminated films, with only a small cut, might rupture and the mixture within the bag would be lost.

Concerning their size, Bolsacreto come in several types; different capacities and weights have been used, varying from 2 to 5 tons, with the 3 and 7-ton type most frequently used.

Results of tests show that compactness and homogeneous qualities of the concrete are augmented increasing the height of rocks *in situ*.

The primary characteristic established for the mixture is that it should be fluid enough to facilitate pumping at a distance of 200 or more meters.

Bleeding and segregation should be avoided. Batching should be simple to make it easy for local untrained personnel. Also, care should be taken to control concrete strength, that is generally between 100 and 150 Kgs/cm².

Use of aggregate is always possible and its maximum size is fixed according to the type and size of mixing and pumping equipment. In places where coarse aggregate may not be economically obtained, it may be eliminated, but an increase in cement should be considered.

Use of potable water is advised, but in places where this proves difficult, salt water may be used in mixing. Type V is the most adequate cement with low or no content of tricalcium aluminate, or Type II, also of low alkali content. If the only available is Type I normal Port it may be used considering an increase in size of Bolsacreto elements, to prevent possible exterior wear caused by sulfates and carbonates.

Proportions are established for

each particular case, according to desired strength, maximum pumping distance, size of fine and coarse aggregate water analysis, type of cement and characteristics of batching, mixing and pumping machinery.

Strength of the Bolsacreto structures is enhanced by protuberances that interlock into female receptors. This, coupled with their considerable weights, affords them great resistance to currents and waves.

An example of this characteristic was demonstrated in August 1973, when the tropical storm Brenda unexpectedly turned south, upon crossing the Gulf of Mexico, hitting the Tabasco State Coast, where the breakwater for the port of Sanchez Magallanes was being built.

Damage was not important, limited to recently poured elements placed the day before (20 elements out of 6,000 3.5 ton Bolsacreto placed to that date). Winds registered 150 km/hour and generated waves 4 m high in the surf area.

In September 1974, Hurricane Carmen ravaged the eastern coast of the Yucatan Peninsula around the city of Chetumal and went out to the Gulf of Mexico on Campeche State, where the above mentioned structure was being built, without registering damage to it in spite of 130 km/hour gusts of wind and waves up to 2.5 m.

A shore protection in the Republic of Guatemala, built with Bolsacreto elements close to the Honduras border, resisted without damage the effects of Hurricane Fifi that disastrously damaged a large part of Honduras.

Details of the Colchacreto

As can be noted from the accompanying photographs, the Colchacreto consists of two layers of high strength fabric with spacing threads interwoven in both layers insuring a pre-determined thickness once the form is filled with grout or mortar.

The Colchacreto is used for consolidation of slopes and beds of channels, rivers and sea shores.

Other systems. Several other methods which are part of ODS technology are in the development stage. They are:

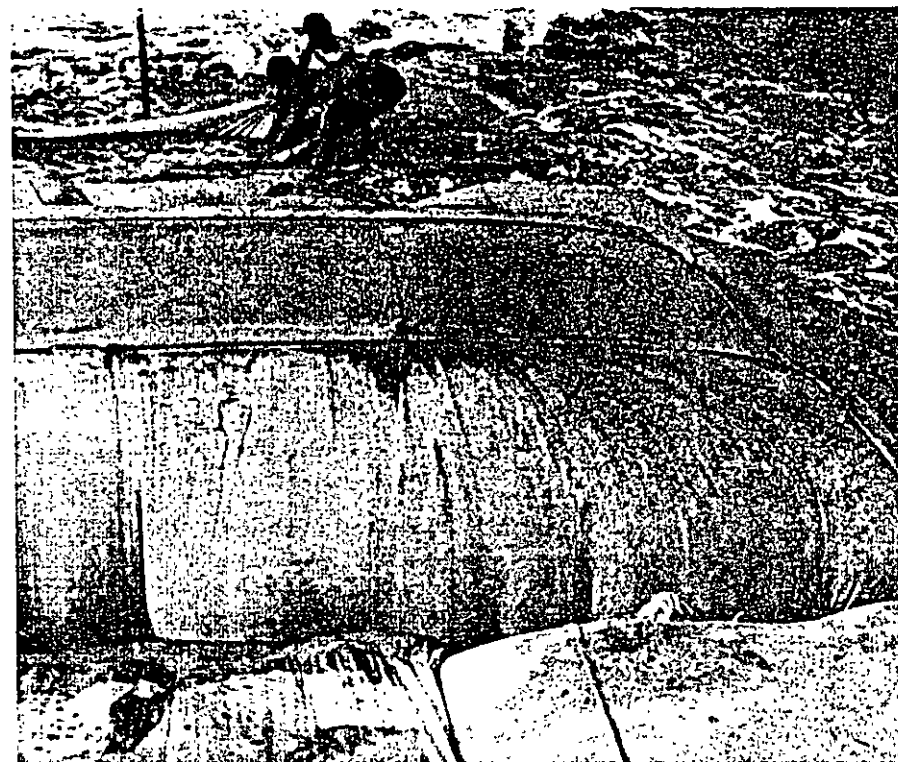
- **Alambroca** . . . Cylindrical, high strength plastic mesh forms handfilled with granular material and rolled to the construction site
- **Fibrocontrol** . . . Fabrics with integral ballasting and floating



Bolsacreto breakwater under construction requires little labor. Several breakwaters have survived hurricanes with no damage.



Filling a 3.5-ton Bolsacreto at Port Sanchez Magallanes through the reinforced protuberance.



Bolsacreto forms are pumped full of grout or mortar, none of which is lost to the sea.



Colchacreto systems are designed for channels and rivers.



Mexico's president-elect, José Lopez Portillo, left, with author Mauricio Porráz who is chairman of the Mexican Committee on Engineering Ocean Resources (COMIRO). Sr. Portillo was former Minister of Treasury and Electricity Commissioner. He has a keen interest in the sea. Sr. Porráz has been a frequent contributor to *Ocean Industry*.

devices which are submerged under water as flexible, permeable curtains

- **Panelestaca** . . . Water jet drives, which can be oriented, placed in piles with a synthetic fabric screen to build permeable control groins for rivers

- **Eolipantalla** . . . Specially designed synthetic screens which restrict the movement of soil in high winds. Fijasol or Filtrocaje are employed for this application. The first substance is a high polymerization plastic compound which creates a tridimensional permeable screen to insure soil stabilization. The second

material is a flotation control module useful for a number of erosion control purposes.

Laboratory test results

Synthetic fabrics. Exhaustive laboratory tests have been conducted, primarily at the National University of Mexico, to determine the stability of various synthetic fabrics in the presence of ultraviolet and gamma rays emitted by the sun. Such weathering tests were conducted with radioactive cobalt of a gammacel 200 intensity.

Concurrently, the Celenese Mexicana, S.A., laboratories undertook test procedures to reproduce the tidal-zone effect on synthetic fabrics. An Atlas phateometer was used to submerge samples in a brine solution, after which they were exposed to the atmosphere.

Laboratory procedure indicated a 20 percent strength loss after 15 years exposure to ultraviolet and gamma rays in addition to the brine solution. Actual exposure to the sun resulted in limited deterioration within three years; however, the rate of disintegration was retarded when the fiber was coated with an asphalt emulsion.

Concrete. The Mexican Cement & Concrete Institute, A.C., assisted the ODS project with laboratory and quality control for a majority of those projects completed.

Hydraulics. A series of wave channel tests were conducted by the Mexico Ministry of the Navy at the San Juan Ixhauatepec hydraulic laboratories operated by the General Direction of Maritime Works.

The consulting engineering firm CIFSA researched an alternative solution for the shoreline erosion problems which prevailed at El Paso Caballos-Corinto, Nicaragua, in conjunction with the National Polytechnical Institute hydraulic laboratories.

Further laboratory tests were conducted at the hydraulic facilities of the Ministry of Hydraulic Resources employing a movable bottom flume channel to study scouring at the end of the groins. The ODS elements have given excellent results in minimizing scouring. The flume has performed satisfactorily during field applications in several rivers under the jurisdiction of the Papaloapan River Commission.

Field data on the behavior of existing Bolsacreto structures will provide information for the design criteria for coastal structures constructed with Bolsacreto. The engineering institute of the National University of Mexico is conducting research on these type structures.

Actual field applicatio

The first field works were started in 1971 near Salina Cruz Harbor on the Pacific Ocean. Since then, proj-

Continued on page 116

TEXTILE FORMS SLASH COSTS

Continued from page 64

ects have been finished or started in Guatemala, Honduras, Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panama, Colombia, Ecuador, Peru, Venezuela and Brazil with others slated for Egypt, Pakistan and Sri Lanka.

Some of the projects which have been completed in Mexico include:

- In 1971, two Bolsaroca breakwaters 250 and 50 m long were used to protect an access channel to the Gulf of Mexico at Rio Lagartos, Yucatan. In 1973 and 1975, the breakwaters were lengthened with Bolsacreto to 350 m because of littoral drift accumulating behind them.
- Eleven 30-m long Bolsaroca groins were placed to stop shore erosion at the fishing village of Holbox, Quintana Roo, in 1972 and reinforced in 1974.
- Also in 1972, seven 20-m Bolsacreto groins were placed at Progreso, Yucatan, for stabilization of a tourist beach.
- A 900-m long dike was built with Bolsaroca to form a canal between Azteca's Island and the left bank of the Grijalva River near its mouth.
- The sheltered harbor at Sanchez Magallanes on the Gulf of Mexico received two Bolsacreto breakwaters beginning in late 1972. The west one was extended to 470 m and the east to 380 m during 1976.
- Four access channels to different lagoons at La Machona, Tupilco, Tabachines, Colorado and Centro are kept open with jetties built with Bolsacreto.
- A 450-m revetment was built of Bolsacreto to protect the Gulf Highway at Casitas Village from erosion by the Nautla River.
- Four Bolsacreto breakwaters were constructed for the Federal Electricity Commission at the Campeche II power plant to provide intake and discharge for cooling waters for the plant.

In addition to these projects, the breakwaters and revetments have been used to protect private beaches, transmission towers and piles of highway bridges.

Engineers estimate that approximately 35,000 cu. m of Bolsaroca and 170,000 cu. m of Bolsacreto have been poured since the first project in 1971. Many projects still await this fast and economical way of preventing erosion and protecting channels.

LA REVISTA ECONOMICA INTERAMERICANA

progreso



**¿EN QUÉ INVIERTEN
LOS EJECUTIVOS?**

Profesional en aguas profundas

Cuando Mauricio Porraz escribió su tesis profesional en la Universidad de México en 1963, no se imaginó los beneficios de su estudio. Su examen "Aplicación del Buceo Profundo en la Ingeniería Civil" se ha aplicado en estudios físicos para la construcción de puertos y proyectos de costas en los cinco continentes. Hizo un postgrado en Francia que le sirvió para intervenir en la instalación de plantas generadoras por medio del movimiento de la marea en La Rance, la construcción de esclusas en el puerto de Dunkerque, Francia, así como en otros importantes proyectos. Posteriormente trabajó a bordo del barco científico "Calypso", acompañando al oceanógrafo francés Cousteau en varias misiones por el Mediterráneo. Porraz es un calificado buzo de aguas profundas y su labor es reconocida a nivel mundial.

Al regresar a México en 1965, fue nombrado jefe de ingenieros de la Secretaría de Obras Públicas en donde inició un extenso programa relacionado con la erosión en ríos y canales. Años más tarde fundó la Organización Submarina Mexicana que contribuyó a la elaboración de proyectos para construcción y reparación de puertos por medio de un sistema submarino diseñado por Porraz a base de concreto. En 1968, el gobierno francés lo invitó a participar en el proyecto "Phisalia" (a 365 metros de profundidad) y en el primer proyecto hidráulico efectuado en mar abierto, frente a las costas de Marsella, en donde se experimentó la respiración humana a grandes profundidades con base a una combinación de hidrógeno y oxígeno. Tres años más tarde se asoció al Control de Erosión. Su tarea fue la de diseñar, desarrollar y aplicar soluciones que revolucionen el grave problema de la erosión en las costas.

Junto con un equipo de especialistas, creó la Sociedad Tecnológica ODS la que se ha encargado de desarrollar, con base al diseño de Porraz, trabajos de ingeniería oceánica en todo el mundo. Uno de los más recientes se llevó a cabo a lo largo del Canal de Suez.

Como especialista en esta disciplina ha sido llamado por el Departamento de Marina de los Estados Unidos para probar equipos sumergi-



Pedro Sol

bles. Es miembro de la Federación Mexicana de Asociaciones de Ingenieros, representante de la Sociedad Venezolana de Ingenieros y de la Federación Mundial de Organizaciones de Ingenieros. Participa activamente en cada una de estas organizaciones. Es socio fundador de la Asociación Mexicana de Ingeniería Portuaria y pertenece a la Asociación de Ingenieros Petroleros, a la Asociación de Arquitectos e Ingenieros, a la Sociedad Mexicana de Astronomía y a la Sociedad Nacional de Diseñadores Industriales y de Inventores. Actualmente preside los trabajos del Primer Congreso Panamericano de Ingeniería Oceánica que se celebrará en la Ciudad de México este mes. Al respecto comentó que "los países latinoamericanos deben aprovechar útilmente el potencial que se logrará con la vinculación obtenida al reunirse por primera vez especialistas y expertos del Continente".

Fue electo en 1970 miembro de la Federación Mundial de Actividades Submarinas, en Barcelona. También pertenece a la Sociedad Japonesa de Ingenieros Civiles, a la Sociedad Tecnológica Marina, a la Fundación General de Oceanografía y otras más. Es autor de 48 documentos técnicos, un libro y 45 patentes que se aplican actualmente en el mundo para combatir la erosión. El ingeniero Porraz finalizó diciendo que "sin ser tan espectacular como la conquista del espacio exterior, la de los océanos representa la última frontera aún por explorar en nuestro mundo".

REVISTA **IMCYC**
DIRECTORIO

Director General

M. en C. Cutberto Díaz Gómez

Subdirectores Generales

Ing. Sergio E. Barragán Montes de Oca
Ing. Rafael Colindres Selva

Director Editorial

Ing. José E. Camacho Carmona

Director Técnico

Ing. Donato Figueroa Gallo

Director Administrativo

C. P. Fernando Fernández García

Director de Ventas

Lic. José Francisco Olivares González

Colaboradores Técnicos

Ing. Arq. Ma. del Rosario Molina

Ing. Roberto Cervantes López

Ing. Luis A. Villaseñor Blanco

Rogelio Molotla Avila

Quím. Julián O. García G.

Jefe de Producción

Ing. Rodolfo Ambriz Avelar

Redacción

Gabriela Montes de Oca Vega

Publicidad

Lic. Fernando Escamilla Istas

Alejandro Campeán Gordo

Teodoro Díaz Peña

Agustín Sánchez Ponce

Representantes en Alemania

Austria, Holanda y Suiza:

InterMedialPartners GmbH

Ludwing-Uhland-St 7

D-5828 Ennepetal

Alemania Occidental

Administración

Silvia Elizondo Nuño

Diseño Gráfico y Tipográfico

Mario Rivera Jaime

Gabriel Muñoz Suárez

Tipografía

Esmeralda Galeana Solórzano

Supervisor de Imprentas

Guillermo Medero Rayón

Circulación

Lic. Miguel A. Rendón G.

revista **IMCYC** **159**

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, s. c./volumen 22, julio 31 de 1984

	6	calendario de cursos IMCYC 1984
	10	12o. seminario internacional ACI-IMCYC y 11a. conferencia Jesús Barrera
	14	primer concurso nacional IMCYC-ASINEA de textos y apoyos didácticos sobre concreto para escuelas de arquitectura
noticias	15	
	18	catálogo IMCYC del concreto, desarrollo de mercados IMCYC
el nuevo reglamento de construcciones de concreto del aci/roger d. wood	19	
	28	tercera semana nacional del concreto
viviendas económicas a base de bloques de concreto/j. llorens & a. soldevila	29	
	38	servicios de asesoría técnica y laboratorios
	40	confrontación nacional IMCYC-ASINEA de proyectos de estudiantes de arquitectura
colado en obra bajo agua, utilizando cimbras textiles/mauricio porraz j. l., José Antonio Maza Álvarez y Manuel Lara Muñoz	43	
	49	becas IMCYC
imagen del concreto	51	
	58	índice de anunciantes
libros	59	
	60	publicaciones IMCYC
normas	66	
descimbrado/j. g. richardson	72	

Publicación mensual editada por el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A. C. Insurgentes Sur No. 1846, Col. Florida, Delegación Alvaro Obregón, 01030, México, D. F. Tels.: 524-14-32, 534-88-04, 534-80-05 al 07. Autorizada como correspondencia de 2a. clase por la Dir. Gral. de Correos, con fecha marzo 25 de 1963. REGISTRO DGC-0110363. CARACTERISTICAS 229651404. Impresa en México por Editorial Abeja, S. A. Arrieros 84, Col. Santa Isabel Industrial, Delegación Iztapalapa, 09820, México, D. F.

TIRO:
16000
EJEMPLARES

colado en obra bajo agua, utilizando cimbras textiles

Mauricio Porraz J. L.¹

José Antonio Maza Alvarez²

Manuel Lara Muñoz³

Resumen

Existen diferentes sistemas para proteger obras marítimas y pluviales. Uno de ellos es el Sistema Bolsacreto, consistente en colados en obra bajo agua con cimbras textiles, el cual ha revolucionado los métodos tradicionales. En este artículo se presentan los antecedentes, procedimientos constructivos y ventajas de este sistema, junto con ejemplos de obras que demuestran la gran aceptabilidad que tiene esta tecnología mexicana en todo el mundo.

SUMMARY

There are different ways of protecting sea and pluvial constructions. One of them is Bolsacreto System, which consists in concreting in place under water with textile forms, and which has entirely changed traditional methods. The background, construction procedures and advantages of this system are presented in this article, along with several examples of structures that demonstrate the great acceptability this mexican technology has all around the world.

1 Ingeniero Civil, Presidente de Control de Erosión, S. A., y Presidente de la Federación Panamericana de Ingeniería Oceánica y Costera, A. C.

2 Maestro en Ingeniería, Profesor e Investigador del Instituto de Ingeniería, UNAM.

3 Ingeniero Civil, Subdirector de Capacitación y Desarrollo de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, SARH.

Antecedentes

Prácticamente desde el inicio del uso del concreto en obras marítimas, se han utilizado sacos de fibras naturales de pequeñas dimensiones (con capacidad de 30 a 50 kg) que se llenan en seco con concreto para ser colocados después, individualmente o en grupo, bajo el agua.

También se han aplicado los tejidos de yute en colados masivos para obturar los huecos que dejan las cimbras convencionales por las irregularidades del fondo marino. Este es el caso del apoyo de los tramos prefabricados del túnel submarino en La Habana, Cuba.

Con el avance de los materiales sintéticos, en especial de los polímeros, se ha aumentado la capacidad de las bolsas hasta llegar a 2 o 3 toneladas. Hay datos de rompeolas construidos con estos elementos en seco y colocados con grúa. En la Patagonia, la estructura de protección del Puerto de Comodoro Rivadavia ha resistido los grandes temporales del Atlántico del Sur, a pesar de la constante variación de las mareas, que originan olas con gran energía. También se construyó una protección marginal en el Puerto de San Antonio del Este en la provincia argentina de Río Negro, por medio de una serie de bolsas llenadas a mano con aproximadamente una tonelada de concreto.

Existen noticias de otras aplicaciones, tanto en Europa como en Estados Unidos; pero apenas iniciada la década de los 70, un grupo de ingenieros e investigadores mexicanos se dedicaron a analizar y estudiar soluciones alternativas de colados en obra bajo agua con cimbras textiles reforzadas.

Introducción

La primera solución fue emplear grandes cimbras textiles fabricadas con telas sintéticas permeables, cuyo uso fue satisfactorio en lugares donde no existen oleajes ni corrientes fuertes. Con objeto de evitar la fuga de finos y, en especial de cemento, se realizaron modificaciones al diseño que incluía telas impermeables, refuerzos interiores, exteriores y en las costuras, añadiéndosele medios valvulares de cierre directo y otros que son objeto de cerca de sesenta patentes en todo el mundo, concedidas o que se encuentran en trámite.

El procedimiento básico consiste en bombear hacia el interior de estas cimbras textiles una mezcla fraguable, colocarlas y llenarlas directamente en la obra para evitar las costosas maniobras de

transporte y colocación, y con ello, los pesados equipos de construcción que implican.

Cuando las operaciones se realizan bajo el agua, normalmente se requiere la intervención de trabajadores anfibios que van colocando en el sitio preciso, según un programa y orden preestablecido, las cimbras vacías, sosteniéndolas (o interconectándolas con los elementos vecinos previamente colados) hasta que tienen en su interior suficiente peso para no ser desplazadas por las corrientes o el oleaje.

En los últimos años se han desarrollado una serie de métodos que eliminan la necesidad de utilizar buzos durante los colados bajo agua, limitando su participación a labores de inspección y supervisión. Otros procedimientos simplificados permiten el colado bajo agua y la colocación directa cuando se presentan condiciones extremas, especialmente en emergencias e inundaciones.

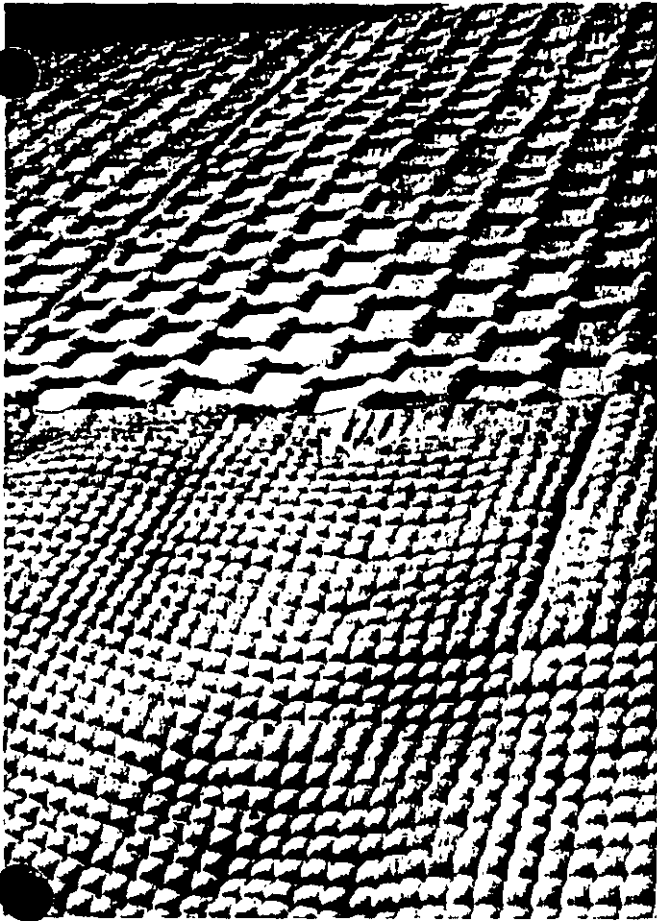
Ante los avances de la tecnología de materiales, no han sido menos los desarrollos de la Ingeniería Textil, la cual, mediante un diseño especial, en un sólo proceso ha logrado que de los telares salgan cimbras dobles con refuerzos que aseguren espesores de proyecto. Existen varias formas de cimbras articuladas: estándar o continuas (con un coeficiente de rugosidad de Manning n cercano a 0.01), como en la protección de la margen oeste del Canal de Suez, entre Ismailia y Port Said, en Egipto; intercaladas o de forma reticular para fines ambientalistas y estéticos (canales en Texas); revestimiento de tuberías y cables submarinos para lastrarlos y protegerlos, y alternados o enfajinados para soporte y protección de pie de estructuras marinas.

Experiencias obtenidas en laboratorios y en la práctica

Ante la necesidad de obtener factores de diseño y cálculo que estén de acuerdo con las dimensiones de los elementos colados bajo agua con cimbras textiles reforzadas, se realizaron una serie de estudios en laboratorios:

Diversas secciones tipo en canal de olas (bidimensional), y tanque de morros (tridimensional), en la Dirección General de Obras Marítimas en San Juan Ixhuatepec; en la Sección de Graduados del Instituto Politécnico Nacional (ejemplo: sección alternativa de protección al ferrocarril en Paso Caballos, acceso al Puerto de Corinto en Nicaragua).

En el Departamento de Hidráulica de la Escuela Experimental de la SARH se llevaron a cabo nume-



Se muestran 2 tipos de cimbras textiles dobles reforzadas para protección y revestimiento de taludes Colchacreto tipo E, de espesor uniforme, predeterminado, (Coef. Manning 0.017) y Colchacreto tipo I, que tiene un ahorro del 40 % respecto al anterior y que permite el crecimiento de vegetación en los espacios libres de la retícula, con un enfoque económico ambientalista y decorativo.

rosas pruebas como: análisis comparativos entre espigones convencionales con los de cota descendente a base de elementos colados en obra bajo agua; orientación óptima de escolleras en el caso de encausamiento al mar de lagunas litorales; instalación con escala uno a uno de 5 diferentes tipos de cimbras dobles reforzadas, desde 1976 a la fecha su comportamiento es mejor a lo que originalmente se previó.

En el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, se elaboró un estudio para analizar el comportamiento de los elementos BC-3 (3 ton de peso) para varios taludes (1:1 y 2:1), así como para diversas condiciones de oleaje rompiente y no rompiente (hasta 9.5 m de altura de ola); como consecuencia, se obtuvo una serie de fórmulas que permiten definir el peso mínimo, y por ende, las dimensiones de estos

elementos conocidos como Bolsacreto (R) para un periodo y una altura de ola elegida. Cabe señalar que al hacer intervenir el periodo y con ello la energía del oleaje, es más verídico el criterio de cálculo en relación con otras fórmulas en las que no se considera dicho periodo, el cual se absorbe en un K_D variable, según el tipo de elementos establecido empíricamente.

En Río de Janeiro, el Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviarias INPH, dependiente de la Empresa de Puertos de Brasil, PORTOBRAS, ha efectuado una serie de estudios muy completos en canal de olas y en tridimensional de fondo móvil para diversos proyectos, ratificando el excelente comportamiento del Bolsacreto ante olas de gran energía.

Tetra Tech, Inc. de Pasadena, Calif., por cuenta de un grupo de empresas petroleras norteamericanas, revisó cuidadosamente todos los estudios de laboratorio de Bolsacreto con miras a su aplicación en el Mar de Beaufort, en el Norte de Alaska, para proteger islas artificiales.

Entre las conclusiones de los estudios, se ha encontrado que para la estabilidad, orientación, acomodo, orden de colocación, entrelazamiento, protección antisocavación al pie de las estructuras e interconexión con fuertes cables flexibles, es importante que por lo menos las tres capas superiores de elementos Bolsacreto, o el elemento de la corona, tengan mayores dimensiones y peso que los demás.

Los resultados reales ante condiciones oceánicas extremas, recopilados durante 13 años, han sido ampliamente satisfactorios. El Huracán Brenda entró a tierra en Tabasco, casi en Sánchez Magallanes, muy cerca de donde se construían dos rompeolas de Bolsacreto; los daños fueron mínimos y limitados a los elementos recién colados. El ciclón tropical Carmen pasó sobre los rompeolas en Construcción de las obras de toma y descarga de la Termoeléctrica Campeche II, ocasionando escasos perjuicios. En el Océano Pacífico, hubo algunos daños en la zona de morros debido a la erosión local y al asentamiento correspondiente, lo cual pone en evidencia la necesidad de colocar filtros textiles a manera de enfajinados, ligar elementos con cables y establecer un orden predeterminado de colocación.

A raíz de ello, se recomienda la construcción de un delantal protector y de series de miniespigones de cota descendente a espaciamentos de 3 a 4 veces su longitud, perpendicularmente al eje principal de trazo del rompeolas o de la protección marginal.

Existen datos sobre el comportamiento de los elementos Bolsacreto en otros lugares del mundo, también ante ciclones tropicales; esto corrobora que, si su colocación ha sido según diseño y evitando asentamientos, dichos elementos resisten de manera muy satisfactoria los oleajes de tormenta (mar de leva), que tienen gran energía por su altura y elevada longitud de onda. Hay por ejemplo: protecciones cercanas al Puerto de Santo Tomás de Castilla, en Guatemala; escolleras en el litoral de Venezuela; protecciones marginales de la Terminal Marítima de la Refinería de la Hess Oil Virgin Islands Corporation, en Saint Croix, protección de tuberías en Curazao, Antillas Holandesas; protecciones marginales en la Costa de California en Goleta, cerca de Santa Bárbara, entre otras muchas más, en Sudamérica, Africa y Medio Oriente.

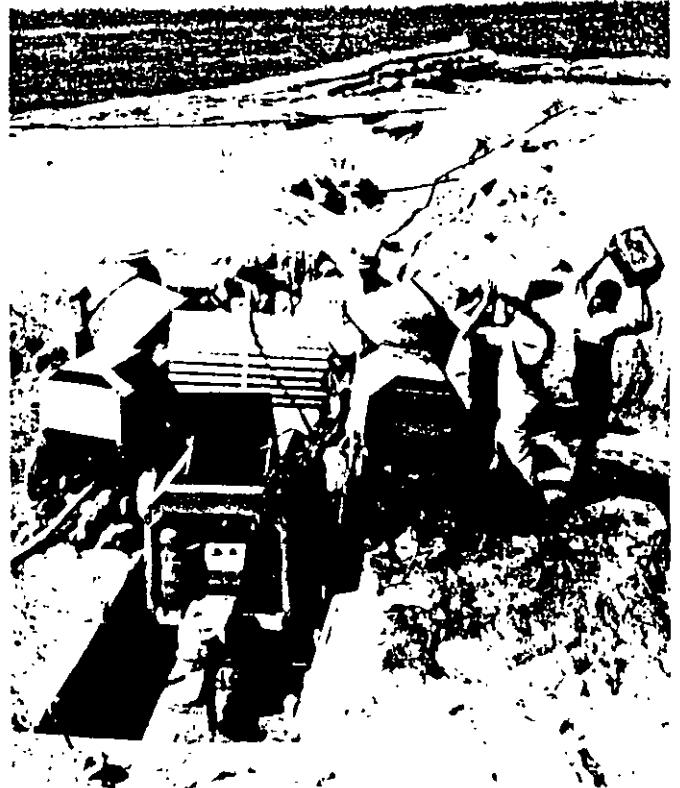
Análisis de los resultados

Cabe señalar que originalmente la tecnología de colar en obra bajo agua con cimbras textiles reforzadas, se enfocaba hacia países en desarrollo, para crear empleos productivos entre habitantes de las cercanías, los cuales se capacitaban en el mismo trabajo, aprovechando al máximo los recursos disponibles en el lugar y con la utilización de equipos pequeños y fácilmente transportables. De ahí que en algún momento se les haya denominado "obras costeras de mano de obra" por su alto sentido social y práctico que asegura la permanencia en la región de más del 35 % de la inversión.

Por el hecho de que cada elemento se cuela exactamente en el sitio indicado por el diseño, es posible, en la mayoría de los casos, optimizar el proyecto, minimizando los volúmenes de obra, lo cual obviamente disminuye los tiempos de ejecución y especialmente los costos.

Por lo antes indicado, varios países desarrollados han aplicado esta tecnología con éxito, ajustándola a sus necesidades: los altos costos de la mano de obra determinan que se reduzca a sólo cuatro trabajadores y que el concreto se surta por medio de camiones premezcladores desde las plantas cercanas, sin que los costos finales dejen de ser atractivos.

La velocidad de avance queda establecida por la capacidad de suministro y bombeo del concreto, pues se pueden aumentar los turnos y los frentes de ataque para cumplir con los plazos requeridos en los programas de obra, los cuales deben fijarse de acuerdo con las condiciones de marea y estado del mar, para lograr la máxima eficiencia.



El procedimiento requiere un mínimo de equipo de construcción con dos mezcladoras de 1 saco y una bomba de pistones de 30 HP, se tienen avances de 30 a 40 BC-6 por turno, según las condiciones del mar. El personal es del lugar y se capacita durante los trabajos.

El sistema permite perfeccionar los transportes, ya que las cimbras textiles vacías, que pesan pocos kilogramos, ayudan a construir enormes Bolsacreto de varias toneladas en unos cuantos minutos; por ejemplo, todos los elementos principales de un rompeolas de 600 m para el hotel flotante Gulf International Marriot, en Kuwait, fueron enviados desde México por avión, vía París.

Con objeto de ampliar la aplicación de este método, es fundamental el intercambio de experiencias a nivel horizontal para lograr las soluciones más eficientes y racionales. La parte receptora de tecnología conoce su problema y la que la ofrece sabe los límites; trabajando de manera conjunta se pueden hacer los ajustes necesarios a los diseños originales para adecuarlos a los requerimientos locales. Por ejemplo, en el Laboratorio Hidráulico del Canal de Suez se llevó a cabo un proyecto en el que los continuos de 80 cm de espesor fueron sustituidos por losas articuladas con filete filtrante integrado de



Las cimbras textiles impermeables, que pueden reforzarse e interconectarse, pesan unos cuantos kilogramos, y permiten el colado directamente en obra para fabricar enormes bloques de 6 toneladas de peso, Bolsacreto (R) BC-6, con el empleo de mangueras flexibles y un equipo de trabajadores anfibios.

15 cm de espesor, necesario por las variaciones de nivel de agua de casi 90 cm en unos cuantos minutos, las cuales ocasionan presiones muy importantes.

En otras ocasiones, el mejoramiento del diseño obedece a reglamentos de tipo ambiental, como ocurrió en los revestimientos de canales de drenaje pluvial en el Condado de Harris, Houston, Texas, realizados por cuenta de los ingenieros del Distrito para el Control de Inundaciones.

En ciertos casos se ha reclamado tierra al mar, conteniendo los rellenos por medio de diques de Bolsacreto que cuestan menos que el rebomben del dragado a los lugares autorizados de descarga. Además, aparte del ahorro en tiempo, se logran zonas verdes y de recreo, como fue el caso del Pasco del Lago en Maracaibo, donde se recuperaron 67 hectáreas con aproximadamente 2 km de rompeolas. Un proyecto similar fue presentado por Brown &

Root a las Autoridades del Puerto de Free Port en Texas, para profundizar el canal y recobrar un área junto al rompeolas Oeste.

Por otro lado, se han utilizado en la reparación y protección de muelles, como en el caso de 700 m de la terminal marítima de Santa Marta, por cuenta de COLPUERTOS (Puertos de Colombia).

En repetidas ocasiones, se ha colocado Bolsacreto como coraza de protección de contenedores textiles llenos hidráulicamente con arena para formar el cuerpo principal de la estructura. Ejemplo de esto es el acceso y rompeolas en el Puerto de San Jorge en el Lago de Nicaragua, realizados por una empresa local por cuenta del Departamento de Navegación.

Actualmente se trabaja bajo ese principio, por ejemplo, se elaboraron Bolsarocas cubiertas de Bolsacreto en la Terminal Marítima del Complejo Industrial "Vila do Conde", donde se construyen plantas de alúmina y de aluminio, por cuenta de ALUBRAS, Aluminio de Brasil, en el Delta del Río Amazonas, cerca de Belem do Pará.

Dentro del programa de puertos industriales, en el de Laguna del Ostión, localizado a 17 km al oeste de Coatzacoalcos, también se utilizó ampliamente Bolsacreto en la primera etapa del rompeolas Norte, y combinación Bolsaroca-Bolsacreto en la escollera Sur del Puerto de Servicio. La supervisión directa estuvo a cargo de PEMEX.

En cuanto al revestimiento de canales con cimbras textiles dobles, en Brasil se está llevando a cabo ese tipo de trabajo en la región de Campos Estado de Río de Janeiro por cuenta del DNOS (Dirección Nacional de Obras de Saneamiento), y en otro canal de grandes dimensiones, Agua Petra-Bologna, en plena selva del Amazonas. En Venezuela se ha utilizado para proteger taludes en presas por cuenta del MARN (Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales).

En puertos pesqueros se ha usado frecuentemente: en Ciudad del Carmen, dentro del proyecto del Puerto Laguna Azul, casi 5 km de muelles; en la Laguna de Santa Ana, Tabasco, cerca de 3 km de diques y atracaderos marginales; en el Cuyo, Quintana Roo; en Telchac y Río Lagartos, Yucatán. Actualmente existe el proyecto de prolongar varios rompeolas existentes mediante una escollera sumergida de sección constante, con lo cual se logrará detener el acarreo litoral que azolva los puertos.



Para algunas obras, se pueden utilizar contenedores textiles permeables Bolsaroca (R), que se llenan en el lugar del proyecto hidráulicamente con arena de playa y que se protegen con una coraza de Bolsacreto, como ilustra la foto del rompeolas Sur del Puerto de Servicio del Distrito Industrial Marítimo Laguna del Ostión, Veracruz.

La necesidad de mejorar las condiciones ecológicas de las albuferas o lagunas costeras para fines de acuicultura ha precisado de intercomunicarlas con el mar, para lo cual, se han construido numerosas estructuras con elementos colados en obra bajo agua, utilizando cimbras textiles reforzadas, en ambos litorales de México.

Cabe señalar que, en algunos casos, al no contar con los dispositivos contra la erosión, se han presentado ciertos asentamientos que dan origen a la necesidad de mantenimientos periódicos, sin embargo, son para reponer y restaurar la trabazón original entre los elementos. En la gran mayoría, sí se ha aplicado correctamente la tecnología, prácticamente no se necesita proporcionar mantenimiento, salvo en casos excepcionales.

Conclusiones y recomendaciones

A partir de lo expuesto, se puede afirmar que el colado bajo agua con cimbras textiles aporta soluciones simples y prácticas en cualquier lugar, puesto que se puede adaptar a muy diversas condiciones geográficas y socioeconómicas. La eficacia de este sistema constructivo se ha comprobado en diversos proyectos realizados en todo el mundo tanto en climas fríos como en extremadamente cálidos, húmedos o desérticos, desde poblaciones donde se utiliza abundante mano de obra, hasta las grandes urbes donde se sustituye por maquinaria y equipo. El empleo de cimbras textiles reforzadas en colados

en obra bajo agua es una realidad que se ha logrado gracias al espíritu creador de los ingenieros latinoamericanos y la visión de algunos funcionarios que dieron la oportunidad de probar y, en algunos casos, de fracasar. Sus críticas, sus consejos y su paciencia han dado resultado y ahora se aplica prácticamente en todo el mundo.

El Comando de Emergencia de la República Argentina, con motivo de las inundaciones más grandes de este siglo en su región noroeste, solicitó y recibió asistencia técnica. Lo mismo sucedió con la Dirección General de Vialidad, los Ferrocarriles Argentinos, el Comando de Ingenieros y otras dependencias de ese país.

El Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo de España tiene un Programa de Desarrollo Costero y planea construir una serie de arrecifes sumergidos y prominencias artificiales para crear y remodelar sus playas turísticas, recientemente el Director de ese programa visitó México para familiarizarse con el sistema Bolsacreto, ya que planea utilizarlo en esas obras. Un proyecto similar existe en el Condado de Galveston, para construir series de rompeolas paralelas a la costa, cerca del Puente de San Luis al oeste de la isla, según el diseño del profesor John Herbich, de la Universidad de Texas.

Por todo lo anterior, se recomienda la promoción de este tipo de iniciativas, tanto a nivel institucional como privado, por la capacidad que tienen de aportar soluciones no convencionales a los problemas de la construcción. Es necesario, por lo tanto, considerar las nuevas técnicas nacionales como una alternativa viable para sustituir a las soluciones tradicionales, que requieren costosos equipos y tecnología provenientes del extranjero.

Para terminar, se insiste en que el empleo de técnicas desarrolladas en México ha sido, lamentablemente, más común en otros países. Sin embargo, ahora con las abundantes referencias sobre la aplicación satisfactoria del método Bolsacreto en lugares lejanos, es el momento de reconsiderarlo y pensar en la conveniencia de utilizar nuestra propia tecnología, especialmente en épocas de crisis económica como la que vivimos actualmente. **(R I)**

RECONOCIMIENTO

Los autores hacen patente su reconocimiento al **Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A. C.**, ya que desde el año de 1971 brindado su apoyo y asistencia para los desarrollos tecnológicos objeto del presente artículo.

World DREDGING

MINING & CONSTRUCTION

NOVEMBER 1991



Special Focus:
***Dredging Programs
In Asia***

Gulf Intracoastal Waterway For Mexico

by

Antonio Bazan,

*General Director of Harbors and Merchant Marine Ministry
of Communications and Transports
and*

Mauricio Porraz, General Secretary, Academy of Sciences, Mexico

INTRODUCTION

In Mexico, the idea to build a Gulf Intracoastal Waterway has existed since 1905. Due to the revolution and other contributing factors, the waterway idea has been put aside until now. Many studies of the possible waterway have been considered. Among these are:

- 1951-Study by Engineer Mauricio Osorio.**
- 1956-Study done by the Ministry of Communications and Public Works SCOP.**
- 1963-Study was completed by the Planning Dept. of Maritime Works, General Directors of the Ministry of the Navy SM.**
- 1964-Study by Mexican Constructors Assn. (ACM).**
- 1965-Study by Engineer Julio Salinas.**
- 1966-United Nations Organization with the Ministry of the Navy SM.**
- 1978-Progress and Unification UPAC.**
- 1988-Benjamin Mora developed a conceptual project of a multi-modal harbor "San Patricio."**
- 1991-CCC Group is taking the initiative to revitalize the giant project, beginning with a shallow draft barge terminal in Mexico called "Tenimex."**

The Tenimex project will be oriented to the Gulf Intracoastal Waterway and inland navigation net in central and eastern United States and Canada. The idea of creating a Gulf Intracoastal Waterway is now feasible with the advent of "fast-track" approach, due to present negotiations between the trilateral free-trade agreement, which is said to be in full effect in the near-future.

Technically, it is possible to construct the project with a minimum investment by navigating a short distance of 33km (2-1/2 hours) in the open Gulf of Mexico, from Tenimex to Brazos Santiago Pass (Port Isabel, Texas). A similar situation exists in Florida, where barges go into the open Gulf waters from Carrabelle to Tampa, a trip of about 156 km (12 hours).

GENERAL PROJECT

Based on the above mentioned facts, Mexico in the future, may need to expand the size of the shallow draft barge terminal, to receive the increased volume of cargo vessel traffic. The following steps may be needed: Create in coordination with the Port of Brownsville, a series of multi-national industrial parks along the Mexican Intracoastal Waterway.

This with the growing need for open areas, may lead to the world's largest industrial foreign trade zone, with minimal ecological and environmental impact on coastal lagoons in this region. Raw material and semi-manufactured goods cargo would be able to be transported by deep draft vessels to Brownsville, then transported by shallow draft barges to the inland heavy industrial trade zones.

There, with economical labor and energy costs, final assembly and manufacturing will take place. The finished products can be shipped by economical means of transportation to American and Canadian markets via the Gulf Intracoastal Waterway system.

MEXICAN INTRACOASTAL CANAL

In previous studies, a canal having a length of 1,600 km, from Tenimex up to Campeche State has been considered. It is important to mention that along this route coastal lagoons exist in Central Campeche, Yucatan, Quintana Roo and Cancun. Extending the waterway to Cancun would add an extra 500 km, for a total of 2,100 km.

A typical cross-section has shown a 40 meter bottom width with a minimum depth of 4 meters, allowing vessel speeds up to 9km/hour. The side slopes will vary with materials in each area. This will allow transit simultaneously in both directions. The canal would be constructed in the following stages:

- 1st Stage-Tenimex to Tuxpan (580 km).**
- 2nd Stage-Tuxpan to Alvarado (350 km).**
- 3rd Stage-Alvarado to Coatzacoalcos (330 km).**
- 4th Stage-Coatzacoalcos to West Campeche (300 km).**
- 5th Stage-Central Campeche, Yucatan to East/Northeast Quintana Roo (500 km)***

*Extensions still to be established (total exceeds the 2,100km).

In the Tenimex to Tuxpan stage, 43 million cubic meters of dredging and 33 million cubic meters of excavation of land will be required. This is an average of 130,000 cubic meters/km. At least six floating bridges, one rail bascule bridge and three sets of locks at the river crossing may be needed.

The Tuxpan to Alvarado stage, dredging is reduced to 8 million cubic meters and excavation to 65 million cubic meters, an average of 207,000 cubic meters/km. Complimentary works of eleven floating bridges, two lift bridges, one rail bascule bridge and seven sets of locks at the river crossing may be needed.

At the Alvarado to Coatzacoalcos Stage, to avoid mountains at the Sierra San Martin, several alternatives have been studied. Open gulf navigation, build an inland channel following the Papaloapan, San Juan, Trinidad, El Naranjo, El Arroyo Y Coatzacoalcos Rivers (the need of docks to cross a hill at a point 45 meters high is expensive and complimentary locks should be provided to ensure sufficient water for the locks' operations), or use of barge rail to transfer all units over triple-double rails.

On the Coatzacoalcos to West Campeche Stage, contrast to the other stages, dredging will be 38 million cubic meters and land excavation of 9 million cubic meters. Eight floating bridges for roads and three sets of locks for river crossing may be required.

The Central Campeche to Yucatan /Northeast Quintana Roo Stage, the existence of coastal lagoons will make this project possible. Dredging will amount to 45 million cubic meters and excavation will be 20 million cubic meters. Eight floating bridges and one rail bascule bridge will be required. No locks will be needed at this stage.

Total estimated material to be dredged is about 127 million cubic meters and excavation material amounting to 166 million cubic meters (estimate does not include figures for the Alvarado to Coatzacoalcos Stage). Most of the dredge material along the coastal plain is soft, about two percent of the second stage will be intermediate materials, as in the fifth stage.

ESTIMATED INVESTMENT AND TIME REQUIRED

(Summer 1991 Cost Estimates)

1st Stage-\$200 million/2-4 Years.

2nd Stage-\$230 million/2-4 Years.

**3rd Stage-Cost/Time Schedule Unavailable
Pending Method Choice.**

4th Stage-\$120 million/1-2 Years.

5th Stage-\$190 million/2-4 Years.

GENERAL CONSIDERATIONS

In each stage of the project, the main consideration is the industrial park complex with its refineries, thermo-electric and nuclear-electric plant, along with gas pipelines and other petroleum facilities. Other considerations included communications and feeder transportation lines, tourism, fishing, recreational beaches, archeological and hunting sites were considered as well. A comparative analysis of freight rates between highway, rail and canal were made for different cities, using connections of existing infrastructure (roads/railways) system without the canal and with the canal system. Financial and engineering analysis for each stage, including accumulated construction costs, capital to be amortized, interest rates, maintenance costs, operation and administration costs were computed to determine the project's total expense.

The initial investment may be amortized between 10 to 15 years, starting after construction is finished. The cost will also be determined by current interest rates used on the investment capital. The gross maintenance costs are estimated to be four percent and operation and administration costs to be two percent of the total investment. The sale of the industrial land, charges for using the inland waterway and Tenimex Terminal and income from the capital of "The Fideicomio" (trustee with a bank arrangement) constitutes the income to be gained from the project.

The rates for use of the waterway system will be fixed by the Ministry of Transport and Communications Act. An initial estimate is that it's possible to start with an average of 30 barges/day, with a

cargo capacity of 1,000 tons each. This would amount to approximately 11 million tons of cargo/year.

In addition, it is necessary to consider the canal system along the coast of Mexico, and its interaction with existing resources (rivers, agricultural lands and fishing industries). Regarding hurricane trajectories, it should be noted that in 1944, 1955, 1966, 1977 and 1988, hurricanes have struck the Tamaulipas Coast with varying degrees of severity. Atlantic storms have struck between the months of June through October of each year. Earthquakes have also been considered.

There is a non-seismic zone with no recorded problems in Tamaulipas, Tuxpan (Northern Veracruz), Campeche, Yucatan and Quintana Roo. But, there is a high-seismic earthquake zone in Southern Veracruz and Tabasco. A tentative plan to clear the land, topography and line final studies and construction and operation supervision has been developed for the Mexican Intracoastal Canal. Regarding buoys, the proposed plan calls for two buoys on each side of the canal every 10km, with three additional buoys for each curve.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

After careful review of previous studies, and a series of field trips to the area sites, findings indicate that the project is feasible and provides support for the proposed Tenimex Project. Within two years, the idea that started in 1905, could become a reality. Once the waterway system is in full operation, and the hinterland comprised of the northern Mexican

(Continued on page 18)

GICA (Continued from page 13)

a job well done. Improvements such as Oliver Lock on tributary waterways enhance the value of both the tributary waterway and the GIWW. At our convention in Victoria last year Berdon Lawrence, president of Hollywood Marine, Inc., presented a list of problems, which had been experienced by his vessel operators.

It was well received, and he followed up by incorporating a list of these problems into a booklet entitled, "The Gulf Intracoastal Canal, an Operators Perspective." We have made it a part of our program and resolutions, and have distributed it to the Coast Guard and Corps of Engineers Districts along the Gulf.

A few months ago, Maj. Gen. Arthur E. Williams, director of Civil Works for the Corps of Engineers, had this to say about GICA. "You and your association, have been extremely helpful in bringing to the forefront some of the problems that we have to work on together." —

Jul 93

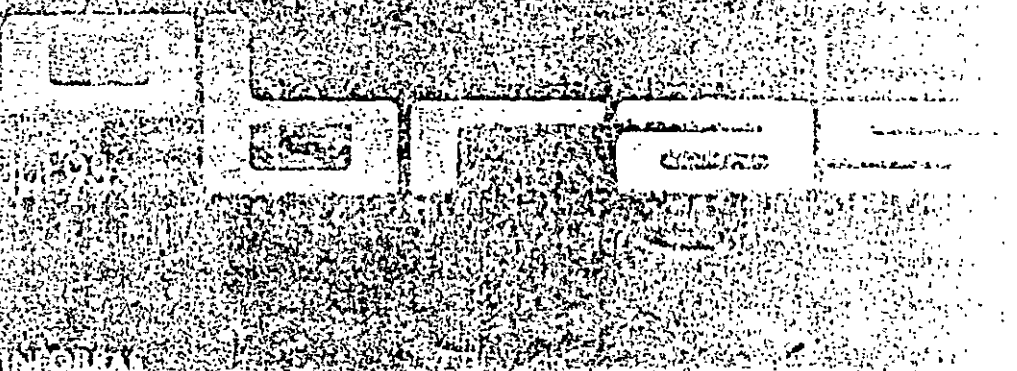


laboras



laboras
consultoras





Noticias del mes

El Palacio de Bercy

Las venas del continente

¿Qué pasa con el Centro Histórico?

Un estilo Italianísimo

Empresas Consultoras VII

Patrimonio monumental del Gran Caribe

Tanto *high tech* como *high touch*

El adobe en México

Cómo administrar un club privado

Brasilia, utopía y realidad

Para sellar y recubrir

Pinacoteca Virreinal de San Diego

PUEDA... y eduque

Nuestra Portada: Las empresas consultoras mexicanas han adquirido un perfil propio independiente de las empresas constructoras.

Diseño y realización: David Román.

OBRAS

El contenido de este número en breve

El palacio de Bercy 10

El Ministerio de Finanzas de Francia, después de estar 110 años en el Louvre, hoy tiene una casa propia en Bercy. La nueva construcción que comprende cinco edificios, además de tener la oportunidad de adquirir un valor propio y de ser la gran entrada del lado Este, ha contribuido al equilibrio urbano de la Ciudad Luz, ya que junto con El Gran Arco, ubicado en la Defensa, al Oeste, se establecieron dos polos semejantes de igual importancia el uno como un centro de negocios privado, el otro simbolizando el poder público pero ambos, resguardando el entorno parisino de zonas de pauperización.

Las venas del continente 22

A nivel latinoamericano la navegación interior se aprovecha relativamente poco y al unir inteligentemente con creatividad talentos con posibilidades, se pueden lograr resultados exponenciales, como se propone en este artículo.

Empresas Consultoras VII 43

Este es el séptimo año consecutivo que llevamos a cabo la encuesta sobre las empresas consultoras con sede en nuestro país, que trabajan en la República Mexicana y en el exterior. Conscientes de las dificultades que atraviesa la consultoría agradecemos debidamente a quienes contestaron ya que son ustedes, nuestros lectores, quienes la hacen posible.

Patrimonio monumental del Gran Caribe 63

Con objeto de promover aún más

la restauración y la revitalización del patrimonio construido en el Caribe, se convoca anualmente a un concurso exclusivamente para obras tendientes a la revitalización de sitios y monumentos que coadyuven al desarrollo turístico del Caribe: el premio anual American Express.

Tanto *high tech* como *high touch* 68

Al conocido término de *edificio inteligente*, paulatinamente se van incorporando nuevas definiciones, nuevos vocablos que en principio suenan extraños pero que poco a poco se van haciendo familiares y adquiriendo un significado que muchas veces es intraducible a términos cotidianos.

El adobe en México 70

Es difícil hablar del desarrollo de la construcción en México sin hacer mención del adobe. Este material parece estar en el alma misma de los habitantes de este país y no es fácil imaginar el paisaje mexicano sin él.

La construcción en adobe está dejando el paso a métodos más modernos que poco a poco están cambiando la imagen bucólica y ensoñadora que han hecho famoso al país.

Brasilia utopía y realidad 82

La permanencia de las obras de arquitectura en su contexto, con el tiempo se validan o revaloran. Como parte fundamental del patrimonio histórico de los pueblos, Brasilia es un ejemplo, por su presencia que ha respondido con el incremento de su valor intrínseco patrimonial. Sus detractores no le daban arriba de cinco años de existencia.

Las venas del continente

En una reunión celebrada en Buenos Aires, el 10 y 11 de mayo de este año por el Parlamento Latinoamericano y por el Consejo Interamericano de Comercio y Producción, México estuvo presente con una ponencia del ingeniero Mauricio Porraz, de la cual extraemos lo más significativo; este es un tema de suma importancia para el país que no se agota con esta síntesis informativa, volveremos en su oportunidad.

A nivel latinoamericano la navegación interior se aprovecha relativamente poco y al unir inteligentemente con creatividad talentos con posibilidades, se pueden lograr resultados exponenciales.

Vivimos una economía globalizada como lo demuestra Europa que hace 33 años que lucha por la comunidad económica CCE; la cuenca del pacífico con los nuevos tigres del sureste de Asia, Japón, China, Korea, Taiwan; el Mercosur que tiene su eje fundamental en el Río Paraná; el tratado trilateral de libre comercio (NAFTA) en proceso de ratificación por los respectivos congresos, en que a pesar de las enormes asimetrías, se han conciliado posiciones agrupando a 360 millones de personas con un producto interno bruto de 9 trillones de dólares.

La navegación interior es una industria que produjo tres billones de

dólares en 1992. Comprende 45,000 kilómetros de hidrovías desde la frontera con México a Nueva Orleans, Florida; el canal intracostero de la costa este a New York, y el eje central, es el río Mississippi, con el río Missouri, los grandes lagos, el río San Lorenzo en Canadá, el río Ohio, cubriendo prácticamente todos los estados al este de las montañas rocallosas.

En 1992, se movieron 620 millones de toneladas de carga, principalmente carbón (20%) y petroproductos (27%) granos (14%) productos manufacturados (11%) químicos, acero y otros. Sólo en el canal intracostero del golfo fueron

120 millones de toneladas.

Barcazas. Las barcazas tipo son de 60 metros de largo, 11 de ancho y pueden navegar en canales de 3.7 metros de profundidad, soportando cargas de 1,500 toneladas.

Tienen un ahorro sustancial en consumo de energéticos y contaminación ambiental. Con un litro de combustible, por hidrovía una tonelada se mueve 210 kilómetros, por ferrocarril disminuye a 80 kilómetros tonelada y por carretera un promedio de 5.

Una sola barcaza es capaz de acomodar 15 góndolas de ferrocarril de 100 toneladas cada una y cerca de 80 cajas de trailer para un sistema *Roll-on Roll-off*.

Existen barcazas de tolva con cubiertas removibles con compartimientos que permiten llevar sin problema varios productos simultáneamente, se usan para cargas sensibles al clima. Otras son sin cubiertas para mercancías que no son afectadas por las lluvias: carbón, metales,

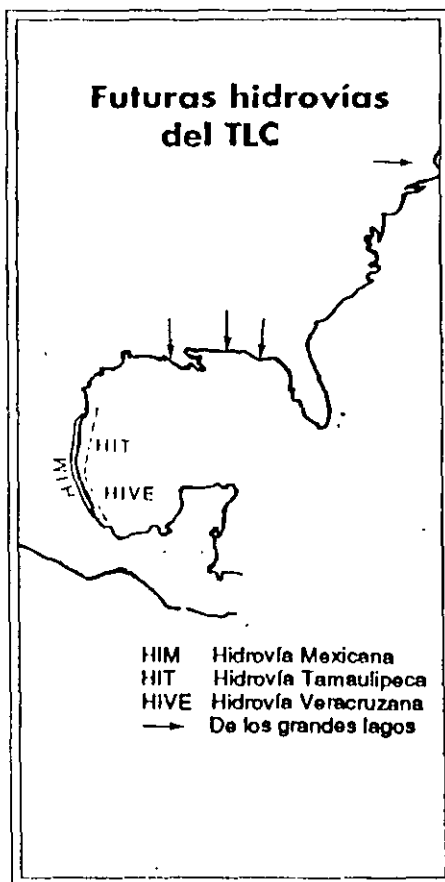
etcétera. La tipo tanque tienen doble casco con cámaras selladas separadas con sus respectivas bombas y se usan para aceites comestibles, químicos, y productos de petróleo.

En norteamérica existen 11,000 barcazas de tolvas cubiertas (80,000 sin tapas y 3,000 tipo tanque) en Estados Unidos se prevé un crecimiento entre el 3 y 5% en el período 1993-1997 lo cual implica un incremento constante de la demanda. Al inicio de los 80's, tuvo un incremento importante y desde 1985 el crecimiento promedio fue de 2.5% alcanzando la cifra mencionada de 620 millones de toneladas en 1992.

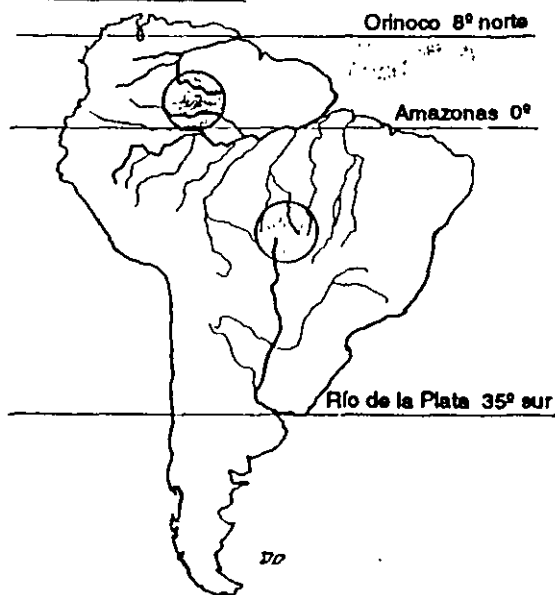
La mejor forma de medir el crecimiento industrial, es en la base de toneladas/kilómetro/anales y que alcanzó a 560 billones en 1992

(Fuente: cuerpo de ingenieros del ejército norteamericano, USACE).

La hidrovía mexicana "HIM". Desde principios de siglo, existe el proyecto de un canal intracostero en el



Interconexión de las cuencas de América del Sur



golfo. De hecho, en 1915 se construyó el segmento río Tuxpan (Veracruz) a Tampico (Tamaulipas) mismo que aún está en operación incidental por Pemex y otros.

Resumiendo, *construyendo menos del 1% de lo que ya existe y opera en Estados Unidos y Canadá*, 425 kilómetros de la frontera a Altamira, Tampico se logra el enlace que será el detonador social y de desarrollo económico, de productividad y comercio, al hacer un puente hidroviario del corazón económico de México a los centros productores y consumidores en el medio oeste industrial de Estados Unidos y Canadá.

La autopista de cuatro carriles ciudad de México-Tuxpan aprobada en el actual plan de gobierno, dará acceso en 2.5 horas a la hidrovía, y de allí se estima un costo de flete entre 17 y 22 dólares/ton al norte de Estados Unidos y sur del Canadá.—

Un estudio detallado de mercado realizado por la American Commercial Barg Line Company, ACBL de Jeffersonville, Indiana, anticipa que al entrar en operación la hidrovía mexicana "HIM", el tráfico comercial intraterritorial crecerá a un ritmo más intenso que el 15% anual y ofreció apoyo logístico para facilitar

el desarrollo de este enlace comercial vital.

Respecto a la inversión requerida representa una cantidad de 170 millones de dólares al existir un tramo que sólo habrá que ensanchar; el resto, las dos terceras partes, son lagunas costeras y se aprovecharían las instalaciones existentes en Altamira, Tampico y Tuxpan, Veracruz.

Se consideró un peaje de 0.004 dólar Ton-Km., según un modelo de computadora en Boston, Massachusetts, desarrollado por Mercer Management Consultants para 4.2

billones de Ton-km, que se pronostican para los primeros años de operación.

Después de análisis comparativos multimodales para un número considerable de mercancías de diversos orígenes y destinos transportados

por tren, carretera, barco de alta mar e hidrovía, los resultados demuestran que la navegación interior juega un rol estelar en el comercio y la producción.

La integración y las hidrovías. Hace pocos días el embajador de Uruguay en México, doctor Juan Pedro Amestoy, presentó ante la Academia de Ciencias el tema: "La integración sudamericana y las hidrovías", refiriéndose a *interconectar el río Orinoco con el río Negro, con el Amazonas y el Paraná-Río de la Plata*. Coincidimos en que la navegación interior tiene que ser el medio por excelencia de transporte. Ya existe en su inmensa mayoría, y lo que está pendiente de construir es más barato que el costo del kilómetro de carretera; no requiere reponer carpetas y el mantenimiento es mínimo.

En todos los casos, las hidrovías son necesarias para desarrollar infraestructura con las ideas de hoy y siempre encierra la palabra "integración", no sólo en el ámbito comercial, sino también en el científico y tecnológico que es y será sustento de las generaciones que nos siguen.

También trabajemos en la integración regional, vinculando físicamente intercambios productivos con medios de comunicación y transporte de bajo costo *que son para la producción y el comercio lo que la sangre para el ser humano*.

La existencia de infraestructuras de transporte y por ende de comunicación, son esenciales para promover e incrementar el comercio. Para el siglo XXI será la unión de las tres cuencas del sur del continente: *Orinoco, Amazonas, Paraná-Del Plata*; de las cuales hace 92 años, el ilustre uruguayo don Melitón María González, presentó un proyecto en ese sentido. En 1919 don Luis Cincinato Bollo, publicó "South America Past & Present" mencionando esta integración de las tres cuencas.

La navegación interior, está muy bien aprovechada en Europa, Asia y Norteamérica, y es un ejemplo a seguir con el advenimiento de una forma distinta del intercambio comercial. ■

Crecimiento y Medio Ambiente:

El reto de fronteras lejanas

Montreal, Canadá, 24-27 de octubre, 1993

La costa este de Estados Unidos históricamente se ha orientado hacia Europa; la costa oeste es parte de la mágica Cuenca del Pacífico. Canadá y el centro de Estados Unidos pueden manejar su propio mercado haciendo uso de los Grandes Lagos, los ríos y las vías fluviales para llegar a más de 90 millones de personas en México.

Las vías fluviales de México son un verdadero detonador social que nos afectará a todos hasta bien entrado el tercer milenio. Tomemos uno de los pasos más importantes en nuestro futuro inmediato y el de la próxima generación.

Informes: Ing. Mauricio Porraz

Director

Construcciones, Consultores y Comercializadora, S.A. de C.V.

Plaza de Madrid 3, C.P. 06700

Tel: 525-18-10 al 12 Fax: 208-13-88

6 DE OCTUBRE DE 1980

VOLUMEN 55 No. 8

LA REVISTA INTERAMERICANA

VISION

EJEMPLAR DE
SUSCRIPCIÓN
PROHIBIDA
LA VENTA

Se frena la
producción manufacturera

LAS LETRAS EN AMERICA LATINA



6
Las letras en América Latina

América, que vivió su época de oro literaria con el modernismo; ha vuelto por sus fueros con vigor inusitado. Los escritores de este lado del mundo han saltado la valla de la imitación a lo occidental en forma impresionante y dado lugar a formas propias a su novela, su poesía y ensayo. Apartados de las europeas presentan una perspectiva mejor ubicada de la realidad continental. **Visión** presenta un panorama en el que desfilan algunos de los valores más representativos de ese movimiento.

PORTADA: Foto Carlos Contreras de Oteyza

25



30



45



Editorial

América Latina

5 Fantasía, realidad e integración

- 25 Nueva Constitución en Chile
- 26 Concluyó un agitado capítulo
- 28 Uruguay despierta la dormida política

El Mundo

- 30 La encrucijada alemana
- 37 El controvertido presente de Beirut
- 38 El brazo fuerte de la Iglesia
- 40 Soldados de Dios

Columnas

- 41 Las variaciones y el tema
Por Mariano Grondona
- 61 La nueva épica
Por Sara Gallardo
- 64 Sonriendo las noticias
Por Aldo Cammarota

Carta de Washington

- 68 Vital programa energético

Proyecciones

42

México

- 45 Desaceleración manufacturera
- 48 Ingeniería oceánica, una gran estrategia
- 51 Realidad de la familia cristiana

Economía

- 52 Medidas anti-inflacionarias
- 55 El BID en la década de 1980
Por Antonio Ortiz Mena

Arte

- 57 La necesidad como expectativa
- 60 Guernica y el antibelicismo

Medicina

- 62 Hacia un mejor diagnóstico

Ciencia

- 65 Oposición en Brasil

Hechos y Gente

44

Registro

66

Libros

- 67 Novedades

Cartas

2

Ingeniería oceánica, una gran estrategia

Diagnósticos en mares sin fronteras

Entre el 19 y el 24 de octubre se realizará en la ciudad de México el I Congreso Panamericano de Ingeniería Oceánica, en donde los expertos podrán conocer y diagnosticar los problemas existentes en este rubro en la actualidad, aportaciones que permitirán orientar y corregir políticas de desarrollo, preferentemente en los países latinoamericanos, puesto que la ingeniería oceánica es una disciplina de reciente aplicación.

Simultáneamente tendrá lugar un Seminario Internacional de Ingeniería Costera, patrocinado por el Comité Mexicano de Ingeniería de los Recursos

■ La importancia de la ingeniería oceánica y costera en los procesos de toma de decisiones.

■ Instrumentación e información en ingeniería oceánica.

■ Educación y entrenamiento en ingeniería oceánica.

"Es impostergable", han señalado los organizadores de este evento, "la necesidad de educar, entrenar y formar personal especializado e ingenieros en Ciencias del Mar y Actividades Oceánicas; los especialistas de hoy tenemos una obligación con las generaciones futuras, al vivir en una época en la que se presentan

violenta explosión demográfica, situación específicamente aguda en los países latinoamericanos: "El mar cubre las tres cuartas partes de la superficie de la tierra, contiene el 80 por ciento de la vida animal del planeta; se estima que anualmente se extraen 60 millones de toneladas de alimento de origen marino (sin embargo, el pescado representa tan sólo el tres por ciento del consumo humano de proteínas); se podrían llegar hasta los 180 millones de toneladas, manteniéndose en un marco de sensata preservación".

La Ingeniería Oceánica, por lo tanto, constituye la aplicación adecuada de las diversas especialidades de la ingeniería en la explotación racional de los recursos del mar.

OCEANOS SIN FRONTERAS

En un documento básico proporcionado a *Visión* por el presidente del Comité Organizador de este I Congreso Panamericano de Ingeniería Oceánica, Mauricio Porraz, se determina que durante los 20 años que restan de este siglo, y durante el próximo, la intervención de los ingenieros dentro del ámbito oceánico, en las decisiones nacionales de cada país panamericano, tendrán para la supervivencia de cada uno de ellos una importancia definitiva.

"La contribución de la ingeniería oceánica", se agrega, "en el desarrollo de los programas, deberá como requerimiento obligado ser una actividad multidisciplinaria y coordinada en la cual los ingenieros podrán aportar soluciones y alternativas nacidas de un análisis claro, de mentalidad renovadora y altamente inventiva".

Se explica, además, que las costas y los océanos complementarán, y en algunos casos suplirán, las necesidades básicas para un desarrollo armónico de la industria en muchas de sus facetas, y de los requerimientos básicos alimenticios de la población. El desarrollo, cada día más acentuado, de extracción de hidrocarburos del lecho oceánico, así como el establecimiento de plantas termo y nucleoelectricas a lo largo de las costas, jugará un papel vital en el renglón de energéticos; y dentro de este rubro, instituir y acelerar los estudios y realizaciones para la utilización de la energía del oleaje y mares.

"Las finalidades del Congreso", expresó el ingeniero Porraz, "serán una recopilación de experiencias e ideas de los ingenieros oceánicos y costeros panamericanos, aportando técnicas para poder fijar los lineamientos generales aplicables a las diferentes e individuales características de cada zona".



Mauricio Porraz: urge entrenar y formar personal en ingeniería oceánica

Oceánicos (COMIRO), cuyo presidente es Mauricio Porraz.

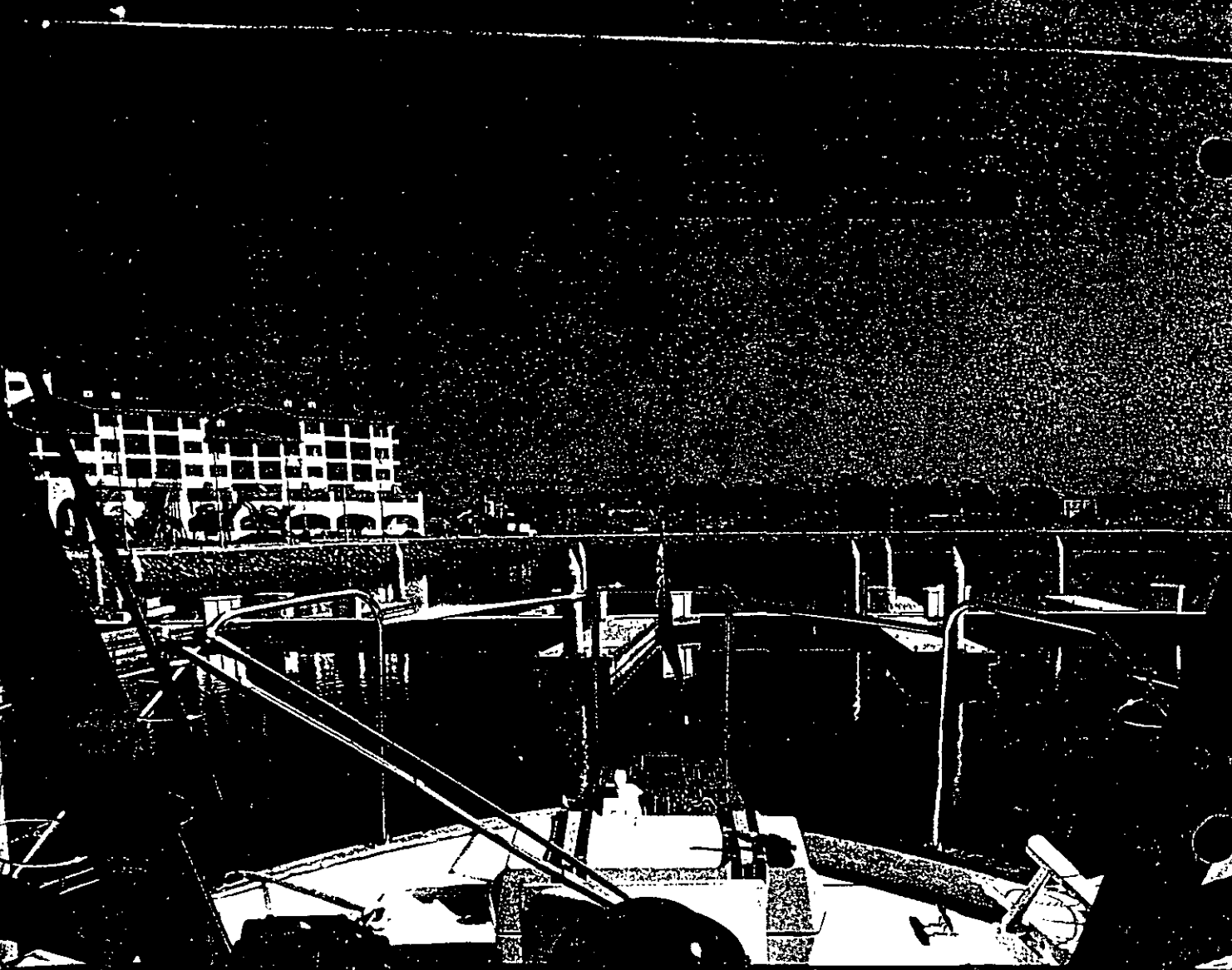
Las sesiones serán inauguradas en forma oficial por el presidente José López Portillo, el día 20, y las palabras de apertura estarán a cargo del Secretario de Marina, Ricardo Cházaro Lara; la introducción internacional la hará el estadounidense Elmer P. Wheaton, mientras que la introducción panamericana corresponderá al ingeniero Porraz.

Entre los temas principales a discutirse en este trascendental congreso, se advierten los siguientes:

■ La ingeniería oceánica y la energía de los océanos.

crisis de alimentos, energéticos y otros productos básicos que debemos cuantificar, analizar y desarrollar una estrategia adecuada para la explotación racional de los recursos oceánicos que nos ofrecen una posible respuesta. Debemos buscar un aprovechamiento óptimo y compartido si necesitamos de esas riquezas de los mares, mediante acuerdos de cooperación internacional justos que transfieran la tecnología apropiada y requerida por los países en desarrollo".

El mar, frontera aún prácticamente inexplorada, posee recursos factibles de brindar una respuesta a los innumerables problemas actuales derivados de una



761. XVII (19. 203337, 000106 P.M.N./12310195, 4362

OBRA DEL MES:
Marina Vallarta

SECCION ESPECIAL:
Exportación e...
la Construcción

Obras

Nov 89

INFOBRAS

	Noticias del Mes	6
OBRA DEL MES		
	Marina Vallarta	10
LIBROS		
	Ediciones de la CNIC	21
PANORAMA DE LA PROFESION		
	Una mujer, una vida, una obra	24
SECCION ESPECIAL		
	Exportación en la construcción I	31
	El mercado en la presente década	32
	Exportación de cerámica para construcción	40
	Apertura y exportación	42
	Cómo exportar	45
	La torre inteligente	49
ARCHIVO ARQUITECTONICO		
	Catálogo de Obras no. 42	53
NUEVOS PRODUCTOS		
	Membranas plásticas	59
LA CIUDAD		
	Un pueblo que se niega a morir	63
ECOLOGIA		
	El Nilo da y el Nilo quita	76
HISTORIA Y ARTE		
	Apuntes de viaje	82
ARQUITECTURA		
	Un hotel en una plaza de toros	86
TRIBUNA		
	Yáñez: espíritu de compromiso	94
CONCURSOS		
	Caminos privados para el servicio público	98
MATERIALES		
	Acero usado	109
TECNOLOGIAS PARA LA VIVIENDA		
	Sistema Plasbar	110

Nuestra portada: en primer plano la cabina de mando de un yate en las aguas de la Marina Vallarta que se ve al fondo.

Cómo exportar

En los 70 la industria de la construcción hizo un esfuerzo para exportar y se formó Construméxico, consorcio de empresas constructoras. Posteriormente un grupo de consultores creó Tecniméxico que cubría precisamente esa área. Ambos consorcios trabajaban para poder cobrar los cedís (certificados de devolución de impuestos por exportaciones) que era un estímulo a esta actividad, pero que ya desapareció. Era una ayuda importante, a tal grado que hubo más gente que exportaba.

"Para exportar hay que estar convencido," dice a Obras el ingeniero Mauricio Porraz, presidente de Control de Erosión, S.A. de C.V., creador de una tecnología mexicana para trabajos marinos que se exporta a todo el mundo.

"Es muy difícil exportar mandando catálogos o por correo —añade—. Hay que ir al lugar, conocer a personas y las necesidades y aprender a exportar. Al comienzo tuvimos muchas dificultades y ahora es una especie de rutina normal."

Y luego, continúa Porraz volcando su experiencia en la entrevista: "Si quieres exportar déjate llevar por la corriente, aceptar el flujo y en un momento refugiarse para observar y aprender".

Flete. La clave de la exportación es optimizar el costo de los transportes para lo cual hay que estudiar a la competencia.

Normalmente los productos de la industria de la construcción son pesados y es por tanto importante el aspecto flete y la forma de llevarlo a cabo.

"Un producto embarcado en Ciudad Juárez con destino a Houston —ejemplifica Porraz— tendrá un flete terrestre quizá más

caro que un mismo producto fabricado en Corea y que pasando por el Canal de Panamá llega a Houston por barco."

Sobre este tema del transporte, Porraz nos anticipa que en la reunión regional de Mérida, una de las preparatorias para la realización del Congreso Nacional de Ingeniería Civil, presentará una ponencia sobre navegación interior, que revive un proyecto de principios de siglo que consiste en integrar a México en un sistema de canales interiores que existen en el este de Estados Unidos y en Canadá.

Sería navegación marítima de El Mezquital a Port Isabel y de ahí, mediante un canal interior a lo largo de la costa del golfo que atravesara la serie de lagunas al norte de Tampico y siguiera por la de Tamiahua, hasta llegar a Tuxpan.

En el continente europeo y en el subcontinente americano hay ejem-

plos del transporte interior por barcas, medio más económico y seguro.

En el caso de Latinoamérica es interesante la perspectiva que se presenta en el marco de la unidad americana, pero hay que potenciar algunos aspectos y eliminar tabúes como el que a veces busca el consejo de países avanzados y titubea ante la opinión de un mexicano.

Y aun en nuestro propio país sucede que a veces a priori no aceptan el diálogo.

"Un ejemplo interesante nos sucedió en Brasil —continúa— en una terminal marítima para una planta de procesamiento de aluminio en el delta del Amazonas.

"No era posible hacer un puerto ahí porque era la mitad de un pantano y para construir un rompeolas precolado el presupuesto de los japoneses era 10 veces más que el nuestro.

Comentarios sobre exportación de tecnología y de productos

1. Convencimiento de *querer* exportar.
2. Llegar del deseo a la *acción práctica*.
3. Saber producir, comprar y *aprender a exportar*.
4. *Conocimiento* de las normas internacionales, papeleos, regalías, agentes aduanales, fletes, etcétera.
5. *Adaptarse* a las circunstancias, no luchar contra la corriente; aceptar el flujo pero buscar un remanso para desde allí observar y analizar lo que sucede para tener elementos sobre *qué hacer y cómo mejorar*.
6. Estudiar la competencia, conocer nuestras ventajas y limitaciones para así desarrollar la *mercadotecnia* necesaria y efectiva.
7. *No exportamos* porque nos hace falta *lógica* y no actuamos de *buena fe*. Debemos estar conscientes de que ante la creatividad de nuestras ideas, tiene que surgir una violenta agresión de parte de las mentes mediocres y, por ello, tenemos que estar preparados con elementos fehacientes para combatir la no aceptación, que puede ser a la tecnología, al sistema o al producto que deseamos exportar. Si tenemos claro el *porqué*, siempre encontraremos el *cómo*.



Porraz: "Para exportar hay que estar convencido de hacerlo"

"Hubo diálogo y ahora, una vez en funcionamiento la obra, los brasileños están encantados con los resultados obtenidos."

Otro ejemplo de transporte que presenta Porraz es un rompeolas para un hotel flotante en Kuwait, que se envió por avión de Air France con escala en París, son fabricados en México con tejido sintético que se van a llenar y confinar con arena del desierto.

Según Porraz no hay ningún antecedente en el mundo de enviar un rompeolas por avión.

Formas modernas para exportar.

"Es bueno que existan empresas especializadas en exportación —expresa Porraz—, ayudarían mucho a los que están empezando. Sin embargo, sostengo que nada sustituye al contacto personal, dejar en el sitio a algún promotor que avise oportunamente del concurso o cómo va avanzando el proyecto.

"Hay que estar preparados con elementos fehacientes para combatir la no aceptación de principios que puede ser a la tecnología o al proyecto que se quiere exportar.

"Si tengo el *porqué* —enfatisa— vamos a encontrar el *cómo*."

En cuanto a promoción, sería interesante que los agregados comerciales mexicanos de las embajadas, en la época del fax centralizaran en forma ágil la información sobre concursos y por computadora.

El ejemplo de Japón es a seguir.

"En comercio exterior en general, la idea del *World Trade Center México*, que dirige el ingeniero Vicente Bortoni funciona —comenta Porraz—. Respecto a la construcción también puede funcionar si es que se tiene una información oportuna para actuar oportunamente."

Otro de los entrevistados, el licenciado en Administración de Empresas, Antonio Garduño Arias, gerente administrativo de la misma empresa, aporta ideas interesantes.

Al referirse a la apertura económica dice que es de México hacia otros países y que, por tanto, motiva a la importación más que a la exportación.

En la construcción la exportación subió en los últimos años de acuerdo a estadísticas del Banco de México, mientras que la importación fue un proceso inverso.

Garduño lo explica de la siguiente manera: el atractivo para exportar reside en el tipo de cambio y vender en dólares. Ahora importar es barato, es decir, el atractivo se ha invertido.

Otra de las recomendaciones es que la empresa que quiere exportar debe hacerlo con fe estudiando la situación a mediano y largo plazos, porque lo contrario sería nada más tomar oportunidades que es aleatorio. Hay que establecer políticas. "El comercio internacional suena muy lindo —dice Garduño— pero requiere en un principio de un esfuerzo muy fuerte, una preparación completa que incluye la parte anímica."

Que el gobierno libere algunas trabas burocráticas, que agilice, siempre será atractivo, pero en opinión del entrevistado no cree que eso motive a exportar.

En primer lugar la persona debe considerar que quiere ser exportador. Tiene que hacer una investiga-



Garduño: "Hay que conocer las políticas de los países..."

ción dentro de sus fronteras y en los países a los que pretende exportar, conocer la competencia, si las empresas son nacionales o transnacionales, cómo operan, cuáles son sus políticas, cómo va a competir y luego determinar la permanencia en el mercado. Y en esas condiciones hay que decidir las inversiones.

Desde el punto de vista de la disposición de bienes hay que considerar dentro de los factores de producción, los volúmenes que uno esté promoviendo para que haya la respuesta adecuada y oportuna.

"Esto quiere decir que si quieren comprar para mañana y no tengo, mi exportación se me cayó —enfatisa Garduño—."

Ese es uno de los problemas cuando no hay programación y sólo se trata de exportar los remanentes.

Otra de las recomendaciones es tener buenas negociaciones en las instituciones de crédito para aprovechar ventajas que se puedan presentar.

"Hay que conocer, además las políticas de los países a los que se exporta —concluye Garduño— para conocer los incentivos e intercambios que se puedan hacer." ■

abr 74



● LA ENSEÑANZA DE LA ARQUITECTURA EN MEXICO

obras

ABR 1974

- ACTUALIDADES **7** Los árboles mueren de pie
- INFORME ESPECIAL **13** La enseñanza de la arquitectura en México
- OBRA DEL MES **26** Control de erosiones
- MATERIALES **36** Variaciones sobre un mismo tema
- ORGANIZACION **42** Cómo se reorganizó un despacho de arquitectos
- SINTESIS BIBLIOGRAFICA **48** Corte de diciembre 73

Nuestra portada: Profesor y un grupo de alumnos, en una clase de ENA (UNAM) Fotografía: Bob Schalkwijk

Obras

El contenido de este número en breve:

Los árboles mueren de pie 7

Los ecólogos aseguran que el aire que se respira en el Valle de México está llegando a los límites máximos de toxicidad. Para atacar este problema han entrado en vigor la Nueva Ley de Contaminación Ambiental que aplica la Secretaría de Salud y Asistencia, la Ley Orgánica del Departamento del Distrito Federal y la Ley Forestal cuya vigilancia está encomendada a la Secretaría de Agricultura y Ganadería, la cual señala medidas preventivas en cuanto al papel del arbolado para combatir la contaminación ambiental.

La enseñanza de la arquitectura en México 13

La enseñanza de la arquitectura en México puede parecer a primera vista un tema de exclusiva incumbencia académica. Sin embargo apenas se transpone la formalidad que impone el temario, se descubre una intimidad repleta de sugerencias conceptuales y prácticas. La realidad obstinada y pragmática exige respuestas concretas a situaciones cambiantes, lo que nos indujo a un relevamiento del tema en el cual se recoge la opinión de directores y expertos de cinco universidades

Control de erosiones 26

Ante la gravedad que presenta el problema de la erosión, varios ingenieros civiles mexicanos se unieron con el objeto de idear y desarrollar sistemas que permitieran controlar la erosión, mediante la aplicación de procedimientos constructivos racionales (estudios, experimentación, adecuación al lu-

gar, etc.) en los cuales se utilizarían al máximo los recursos propios de la región afectada, tanto humanos como naturales. Los agentes naturales que originan la erosión son diversos: el viento, la lluvia, el agua de mar, el agua de río, etc. A veces actúan independientemente y otras en forma combinada.

Variaciones sobre un mismo tema 36

La crisis de materiales que sufre la industria de la construcción, por diversas causas crea la necesidad de buscar soluciones, tales como el lanzamiento de nuevos productos al mercado. Si bien el problema no se solucionará radicalmente, servirá al menos para abatir la escasez de materiales, y reducir el déficit. Últimamente la demanda ha sobrepasado considerablemente a la oferta de materiales y ha perturbado los programas de organismos oficiales como INFONAVIT, INDECO y empresas de iniciativa privada, originando la desaceleración y en algunos casos, la paralización de las obras.

Cómo se reorganizó un despacho de arquitectos 42

En un despacho de arquitectos o ingenieros así como en el de una compañía constructora, la producción tiene características diferentes a las de una empresa, por eso, se necesita una organización en donde además de contar con la responsabilidad, se tenga la suficiente flexibilidad para poder adaptarse a nuevas situaciones que cambian con mucha más frecuencia que en una empresa de producción rutinaria.

Control de erosiones

La humanidad se enfrenta a muchos y variados problemas. El mundo ya ha tomado conciencia de la gravedad de la contaminación ambiental. Sin embargo, no parece reaccionar con la misma sensibilidad frente a otro problema no menos trascendental: la erosión, tanto en lo que concierne a la conservación de suelos de cuencas de absorción, como de aquellos necesarios para la agricultura.

Asimismo, son de tomarse en cuenta las socavaciones producidas por corrientes naturales al pie de estructuras construidas en ellas, o

En el condado de Stuart, Georgia, EE.UU., 40,000 hectáreas fueron afectadas por la erosión pluvial, dejándolas completamente inútiles para la agricultura; en la URSS, en el territorio de Kinsianay se perdieron 54,000 hectáreas de terrenos agrícolas productivos (cifras proporcionadas por la FAO); en México hay 9 millones de hectáreas inútiles y se han perdido 200 millones de toneladas de suelo, según afirmaciones del ingeniero Gerardo Cruickshank, subsecretario de Recursos Hidráulicos.

Aproximadamente la tercera par-

te de idear y desarrollar sistemas que permitieran controlar la erosión, mediante la aplicación de procedimientos constructivos racionales (estudios, experimentación, adecuación al lugar, etc.) en los cuales se utilizarían al máximo los recursos propios de la región afectada, tanto humanos como naturales.

"Así nació Control de Erosión, S.A. —expresa Mauricio Porraz, su presidente—. Se trató de conjugar los avances logrados en diferentes tecnologías (polímeros y productos sintéticos) y un aprovechamiento integral de mano de obra y de materiales regionales, limitando al mínimo necesario el empleo de maquinaria pesada e inversiones en infraestructura no indispensable.

"Nuestros diseños operacionales son varios —dice—. Algunos experimentados y operados con resultados satisfactorios, y otros en fase de desarrollo e investigación. Todos se inscriben en el contexto de 'obras marítimas de mano de obra' y actúan como promotores del desarrollo social en zonas desérticas, montañosas y costeras.

"Actualmente —expresa Porraz— nuestros sistemas se utilizan en México y hay proyectos en desarrollo para Latinoamérica. *Bolsaroca*, *Bolsacreto*, *Alambitoca*, *Panelestaca* y *Fibro control* sirven para proteger y controlar márgenes de ríos y costas contra la erosión masiva de las corrientes, mientras que *Fijasol* y *Folipantalla* se emplean como defensa contra la acción eólica en laderas y terrenos cubiertos con material suelto.

"Almohadas" para obras marítimas. Tenemos dos versiones —continúa— la *Bolsaroca* y la *Bolsacreto*. En 1971 la Secretaría de Marina utiliza por primera vez *Bolsaroca*, que consiste en confinar en el interior de grandes bolsas de material sintético (poliester, nylon, poliolefina, etc.) una emulsión de arena



Escollera del Río Lagartos, Yuc., construida con Bolsaroca en dos meses

bien la destrucción de poblaciones o terrenos en explotación al producirse erosiones marginales, ya sea en ríos o costas.

Los agentes naturales que originan la erosión son diversos: el viento, la lluvia, el agua de mar, el agua de río, etc. A veces actúan independientemente, y en otras en forma combinada.

Se pueden citar muchos ejemplos de la gravedad que encierra este problema para la supervivencia del hombre en este planeta. Algunos son muy elocuentes:

El territorio nacional está seriamente erosionada, indica el Atlas de la Universidad de Texas. Y según datos de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, anualmente se degradan 200 mil hectáreas por deslaves y erosión eólica. Esta es muy acentuada en el norte del país, donde invade propiedades valiosas y canales.

Diseños operacionales. Ante la gravedad que presenta el problema de la erosión, varios ingenieros civiles mexicanos se unieron con el obje-



Dique construido con Bolsaroca en la desembocadura del Rio Grijalva.



Preparando mechones plásticos para control de erosión en rios.

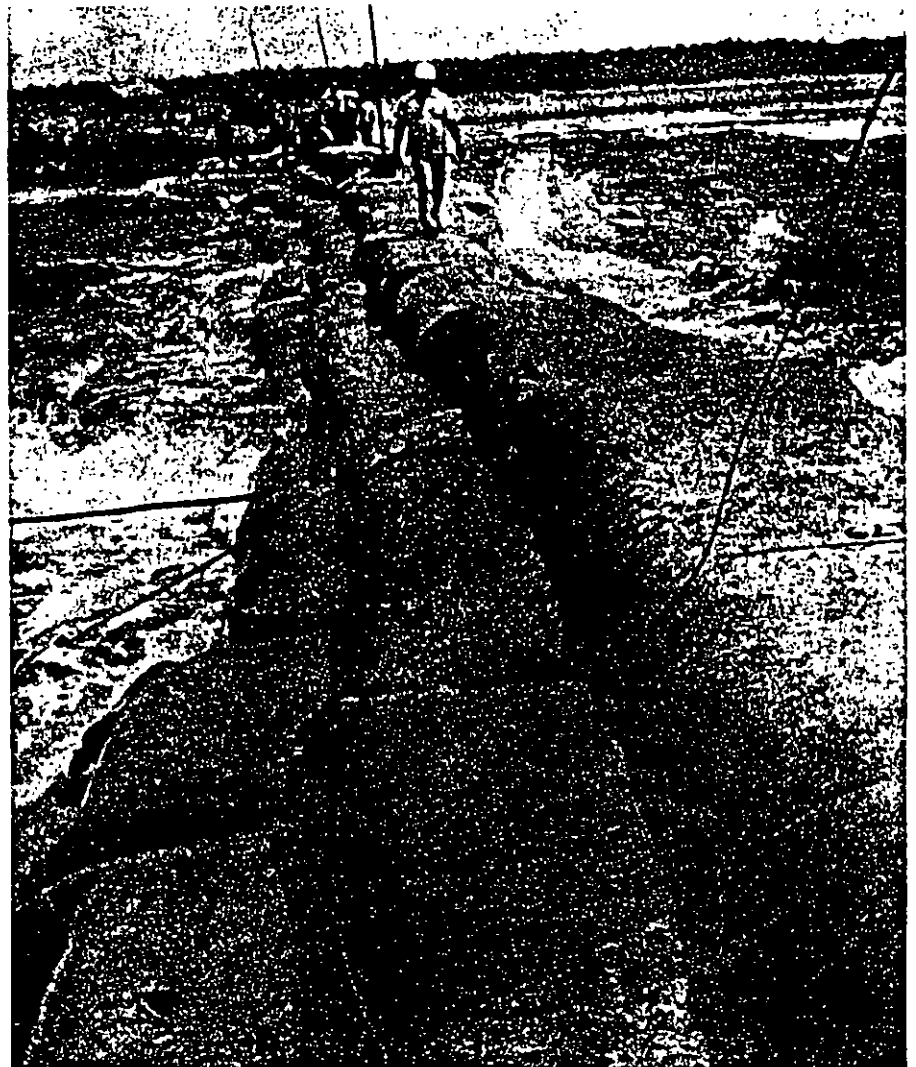
con agua de mar transportada hidráulicamente a través de mangueras impulsadas por pequeñas bombas.

"Estas bolsas tienen un diseño que incluye una válvula integral de cierre automático —dice Porraz—. El agua escurre a través del tejido poroso, pero los granos de arena quedan retenidos y compactados. En síntesis, el agua sirve como vehículo y su energía como efecto compactador. La bolsa funciona como filtro."

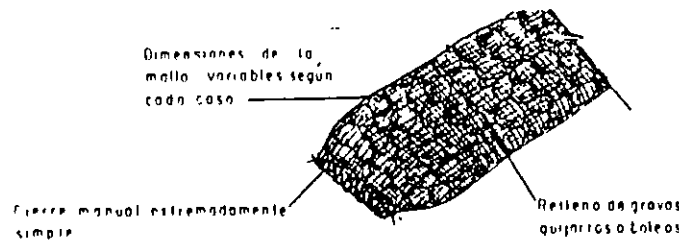
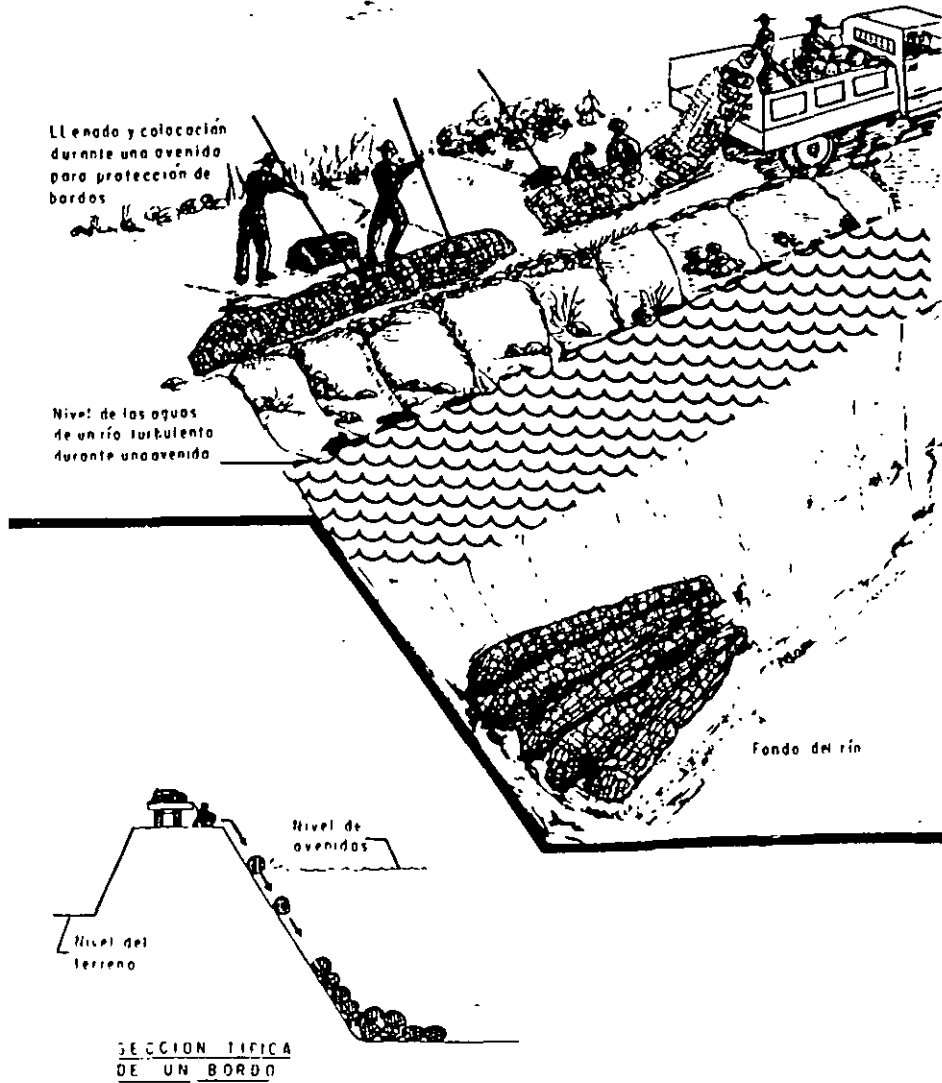
Se logra así incrementar su peso de 3 kilogramos vacía a más de 3.5 o 20 toneladas llenas, dependiendo del tamaño. La consistencia dura que presenta a los pocos minutos, ha dado el nombre de *Bolsaroca* al sistema.

"El llenado se efectúa *'in situ'* —continúa—, es decir que en el momento de llenarse ya ocupan el lugar previsto en el proyecto. Se logran eliminar así, grúas, chalanes, etc. permitiendo además, que se adapten a la forma del fondo, acomodándose como grandes 'almohadas' en forma traslapada, con lo que se consiguen construcciones monolíticas, pero muy flexibles, imposibles de obtener por ejemplo, con enrocamiento.

"El costo de los materiales es prácticamente cero porque el agua es del mar y la arena, de la playa —enfatisa—. El único elemento ex-



Puerto Sánchez Magallanes, Tab. Construcción del rompeolas con Bolsacreto.



traño al lugar es la bomba de tipo centrífugo. Tiene un cierto desgaste en el impulsor por la misma abrasión de la arena. Estamos estudiando una que se desgaste menos."

El concepto de utilizar grandes bolsas prefabricadas como elementos de construcción para obras marítimas, hidráulicas y fluviales está

perfectamente probado. Bolsas de diversos materiales rellenas de arena se han empleado con éxito durante muchos años en Europa y últimamente en el continente americano.

"La diferencia con la *Bolsaroca* —explica Porraz—, consiste en que ésta ha sido especialmente di-

señada. Otro sistema operacional —continúa— es el *Bolsacreto*. Similar en su principio al anterior, difiere en que las bolsas se rellenan de mortero o de concreto en lugar de arena.

"Estas bolsas son impermeables; las últimas innovaciones de la tecnología de materiales sintéticos han permitido alcanzar grandes dimensiones. Tienen la función de una cimbra flexible. La mezcla de arena de playa, cemento, aditivo y agua salada, se hace en una revoladora, se bombea hasta la bolsa (ya colocada en su sitio) sin tocar para nada el medio exterior (no hay deslaves y contaminación del concreto). Al llenar su capacidad la manguera se retira y queda confinada una mezcla que, al fraguar, adiabáticamente y endurecer, dará resistencias mayores de 200 kg/cm²."

Comenta Porraz que dichos resultados han sido obtenidos de "corazones" de 7 centímetros de diámetro, sacados de elementos que estaban bajo el agua e insumos de rompientes. "Al principio existía la duda sobre la integridad del proceso de fragüe en tales condiciones —dice— pero los resultados han sido muy positivos."

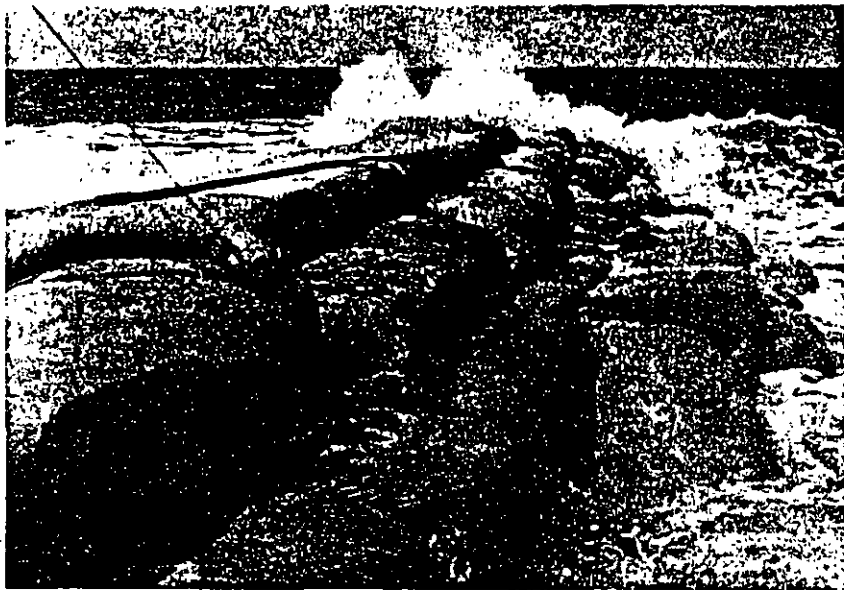
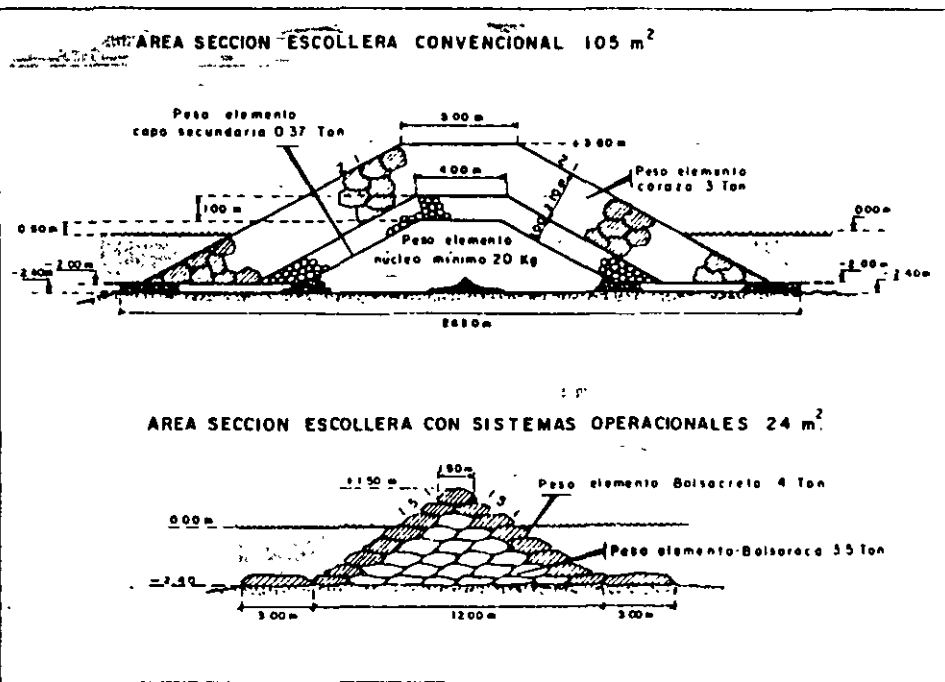
Durabilidad. "Es interesante mencionar que cuando los volúmenes de obra lo ameritan, para abatir los costos, el corazón del espigón puede realizarse con *Bolsaroca* y la coraza en *Bolsacreto*."

"Esto está directamente relacionado además con el concepto de durabilidad —enfatisa Porraz—. Las fibras sintéticas tienen una alta resistencia a los agentes externos. Solamente les afectan los rayos ultravioletas del sol, que reducen su vida útil a no más de 15 años. Esto puede inducir a pensar que nuestros procedimientos sirven únicamente para obras de esa edad. Sin embargo no hay ninguna limitación. Los 15 años indicados por el fabricante (Celanese Mexicana, S.A.) corresponden a una exposición permanente a los rayos solares, y en las obras donde se aplican la *Bolsaroca* o la *Bolsacreto*

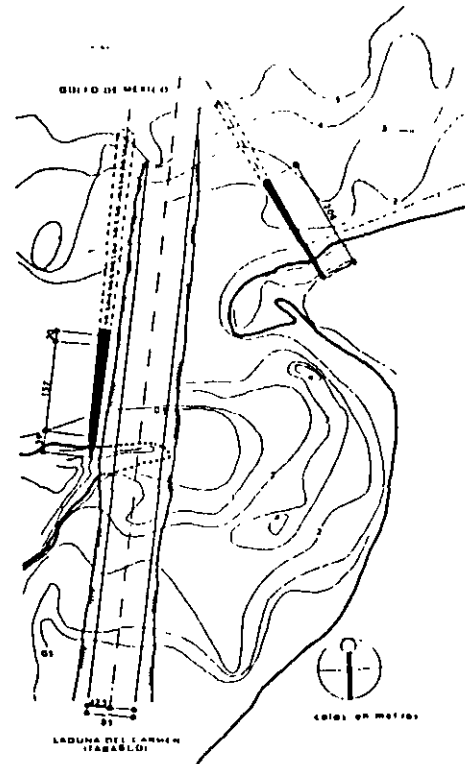
(escolleras, espigones, etc.), cuya sección transversal tiene forma de pirámide, la parte que estaría expuesta siempre al sol es mínima.

"La que está sumergida no tiene problemas de duración. Habría que reponer pocas bolsas después de ese periodo de tiempo, o uno mayor, porque el material no se desbarata, sólo se reduce su tenacidad en un 20%."

El mantenimiento no merece comparación alguna con la inversión inicial que habría que realizar en el caso de una obra convencional de enrocamiento. Además, en este caso la vida útil es relativa porque depende de una serie de factores como cuando se proyecta una carretera o un puente en que el crecimiento de la población y



Sánchez Magallanes, Tab. Rompeolas de Bolsacreto y el huracán Brenda.

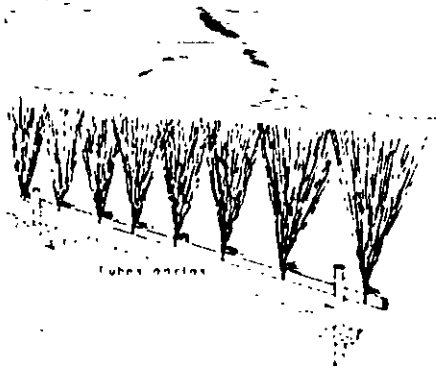


Con paneles hincados en el fondo se construyen espigones (Panelstaca).

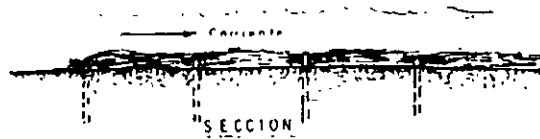
La primera etapa de las escolleras se construyó con Bolsacreto en 5 meses efectivos de trabajo, la mayor parte en época de nortes ciclónicos. Para construir la escollera de la margen derecha, el cemento y los aditivos se transportaron cruzando la Laguna del Carmen, lo mismo que el equipo relativamente ligero. Esta operación hubiera resultado mucho más complicada y costosa si se hubieran cruzado rocas, como era el caso del proyecto original. (escollera de enrocamiento).

FIBROCONTROL (R)

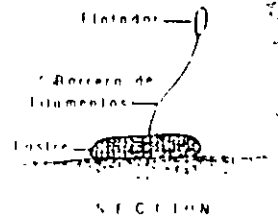
CONJUNTO DE FILAMENTOS SINTÉTICOS INTEGRAN BARRAS FLEXIBLES SUMERGIDAS



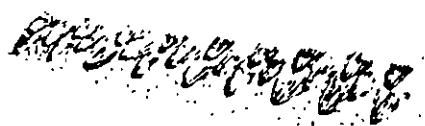
I) Mochones, a espaciamientos regulares fijos a un elemento horizontal inclinado al fondo



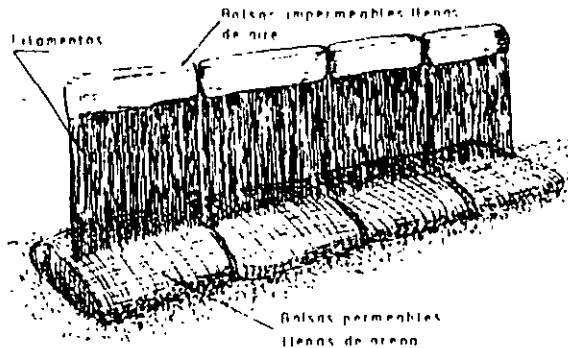
En condiciones extremas actúan como un tapete que impide la erosión de los sedimentos del fondo



III) Barreras de Filamentos integradas a Filtadores y Injerto



II) Abalaca de una batería de elementos fibrocontrol



Bolsas permeables llenas de arena

del tránsito de vehículos hace obsoleta la obra después de un cierto número de años

Comparación con obra convencional. Muchas veces, las dimensiones de obras marítimas y fluviales como espigones, escolleras, diques sumergidos, rompeolas, espolones, muros verticales, etc., construidos con procedimientos convenciona-

les, no están definidas por diseño, sino por el método constructivo que se lleva a cabo.

“En nuestro caso —dice Pottas— éste es simplificado, entonces permite obtener el diseño neto, único que se necesita, disminuyendo los volúmenes de obra de 4 a 5 veces, y los costos alrededor del 50% en una forma radical, así como los tiempos de ejecución.

Ejemplos, costos y proyección. Como ejemplos de la versatilidad de estos sistemas y para fijar ideas, Pottas menciona sintéticamente algunas de las aplicaciones que han realizado:

—**Puerto de Salina Cruz, Oaxaca.** El problema del dragado es muy grave debido a un acarreo litoral estimado en 500,000 m³ de arena al año ocasionando azoles. Los técnicos de la Secretaría de Marina hundieron expresidente una draga vieja y reforzaron este obstáculo con un mínimo de elementos de *Bolsaroca*, creando una desviación de las corrientes de las olas. La arena fue acumulándose detrás del obstáculo sin azolar el vaso, hasta llegar a la altura de 1 metro a lo largo de 5 Km.

—**Puerto de abrigo pesquero en Río Lagartos, Yucatán.** En este pueblo de 2,000 habitantes, para poder salir a pescar al mar ellos tenían que dar una gran vuelta alrededor de la barra lo que tomaba 8 horas. Ahora, con el canal reforzado con *Bolsaroca*, pueden salir a pescar en 10 minutos. Además, se construyó un pequeño



OBRAS MARITIMAS DE MANO DE OBRA

Pottas. “Controlamos la erosión con procedimientos constructivos racionales.”

puerto de abrigo. La obra convencional con material pétreo representaba una inversión de \$5 millones de pesos. Con *Bolsaroca* se invirtió un millón de pesos y se terminó el proyecto en 2 meses.

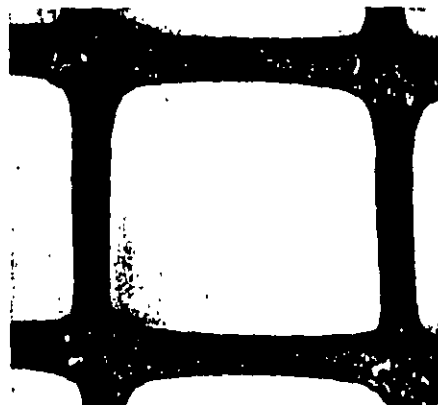
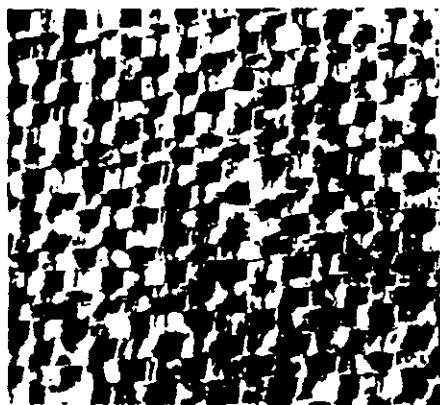
—*Construcción de una playa en Acapulcô.* Con motivo de una reunión de agentes de viaje realizada en octubre pasado, se realizó una playa turística en pocos días en la

Bahía de Puerto Marquez. Se construyó un dique sumergido con *Bolsaroca*, se rellenó con arena de un cerro vecino (por las condiciones de la playa rocosa) y luego se cubrió la superficie de 3,700 m², aproximadamente, con arena fina de El Revolcadero.

Una aplicación interesante de la *Bolsacreto* es para la reparación de estructuras bajo el agua que han

sufrido fallas (grietas, socavaciones). Se coloca la bolsa vacía en el agujero. Se bombea el mortero con un aditivo expansor y se tiene un efecto como de gato hidráulico. Esas partes quedan rellenas, con un gran ahorro de tiempo y dinero.

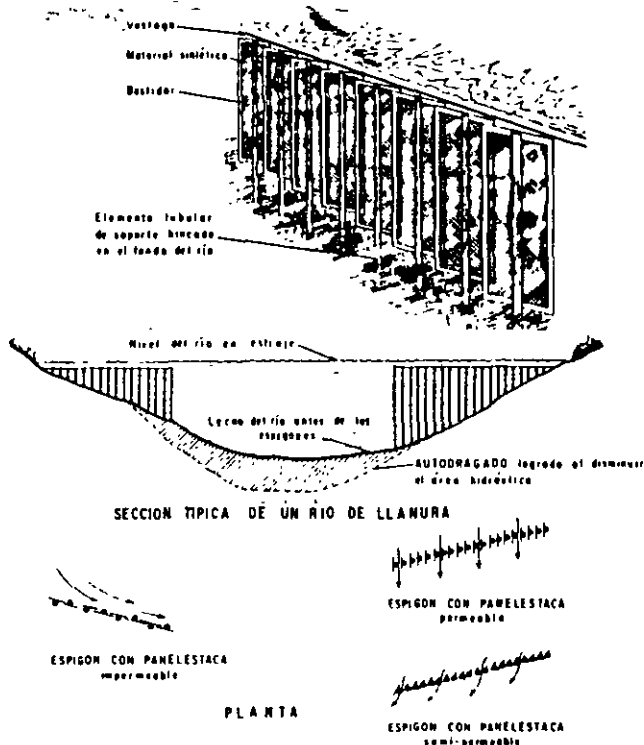
“En cuanto a proyectos —señala Porraz— hemos trazado planes para instalar nuestros sistemas



Detalles de los distintos tejidos plásticos a tamaño natural (de izq. a der.): Bolsaroca, Alambroca y Folipantalla.

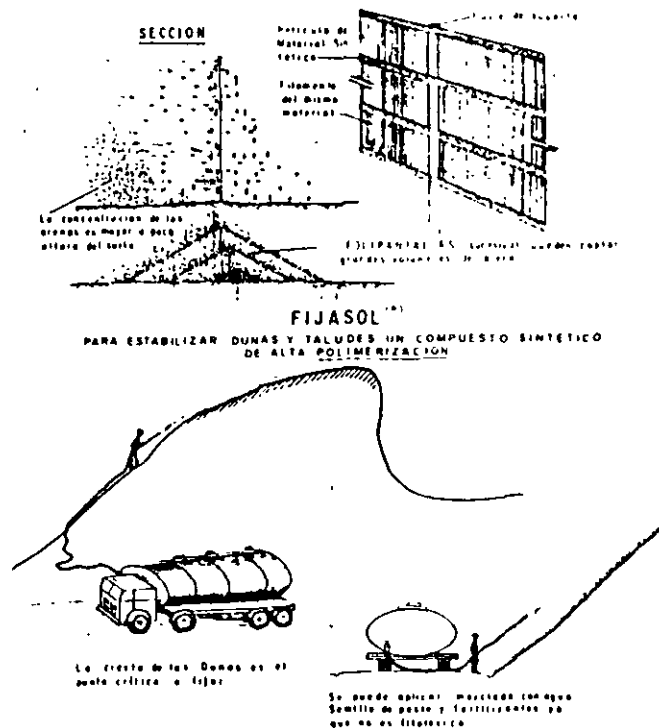
PANELESTACA

ESPIGONES DE PERMEABILIDAD CONTROLADA



FOLIPANTALLA

PARA CONTROL DE LA EROSION INGUICUA POR EL VIENTO



Bolsaroca y *Bolsacreto* en países latinoamericanos que tienen básicamente las mismas características que México, en cuanto a distancias, disponibilidad de mano de obra campesina y carencia de infraestructura vial cerca de las zonas selváticas y costeras. En tal sentido, varios de ellos han mostrado interés en esta patente mexicana.

"En México existe un programa nacional de apertura de barras (más de cien) para el desarrollo de la maricultura de las lagunas litorales en los próximos años. Al comunicar el mar con los esteros, el agua entra e incorpora larvas de camarones a las mismas.

Otros sistemas. "Tenemos otro sistema, —señala—: *Alambroca*, que se ha utilizado en espigones, muros, reforzamiento de taludes, muros verticales de soporte, plantillas de pie de pilas de puentes y pequeñas presas para el control de arrastre en cañadas y arroyos."

"Se ha empleado en ríos con fuerte pendiente. Al igual que los gaviones, consiste en la confinación manual de gravas, piedras, cantos

rodados y boleos, en el interior de cajas o huacales armadas en el lugar y que se fabrican de alambre galvanizado. Cuando se espera una corrosión interna, el alambre se recubre de PVC o se utiliza una malla de politeno al alto impacto. Se pueden hacer módulos cilíndricos para protecciones naturales, abatiendo costos de armado en el lugar.

"Dos sistemas más se agregan a este grupo de tres, para combatir la erosión provocada por las aguas: el *Panelestaca* y el *Fibrocontrol*, los cuales están en etapa de experimentación. El primero se utiliza para encauzar ríos divagantes, sobre todo en sus desembocaduras. El segundo para evitar erosiones en los lechos de los ríos.

"En cuanto a sistemas para evitar la erosión eólica —explica Porráz— contamos con *Fijasol* y *Folipantalla*. Entre los primeros se tiene un producto de *Curasol*, de fórmula alemana fabricado en México, que se aplica diluido en agua, en forma de aspersión, directamente sobre taludes. Se puede sembrar semilla, ya que no es fito-

tóxico y permite el crecimiento vegetación. Su aplicación no se limita a protección de taludes, control y estabilización de dunas en las costas y desiertos, sino que se puede utilizar para ayudar a rehabilitar zonas erosionadas y proteger sembrados y terrenos cultivados.

"La *Folipantalla* se ha diseñado para solucionar el problema de arrastre de arena que ayuda a formar dunas en el lugar deseado y que, posteriormente, se debe estabilizar con *Fijasol* y vegetación.

"No pretendemos insinuar —concluye Porráz— que nuestros productos son una panacea. Muchas veces la solución convencional de defensa contra las erosiones es la más indicada, por ejemplo cuando se encuentra roca adecuada cerca del lugar de la obra. Nuestros sistemas acuciosos aprovechan los recursos regionales, sobre todo la mano de obra campesina. Son adaptables a países o como México no pueden darse lujo de depender de tecnologías demasiado costosas para estos trabajos." ■

Bolsaroca, Bolsacreto and Colchacreto (Porraz, 1976, 1994)

A number of getextile-systems have been developed and patented during the last two decades in Mexico. The three main systems are:

1° **Bolsaroca**, permeable hydraulic bags or containers/tubes (called Sandtainer) filled in situ with sand (using pumps to inject a sand-water mixture, which becomes compact once water is filtered out through the textile); the elements may measure from about 1 m (bags) to even 30 m long (sandtainers) or 3 to 30 tons. The choice of fabric is related to the characteristic of available sand. To increase the integrity/stability the individual units can be linked by fabric sheets wrapped over the units by divers during placing/filling, so called "Terraforte" system (see Figure 4). If the design requires it (i.e. exposed wave attack), the core of a structure can be constructed with Bolsaroca elements and lapped with a Bolsacreto or Colchacreto on the outside. These sand-filled units are also an attractive (low-cost)solution for making "test structures" before the final structural has been found; if necessary, the temporary structure can be later removed very easily. On the other side they are an ideal permanent solution for making underwater sills for perched beaches in combination with beach nourishment or as underwater structures for guiding/controlling of sediment transport.

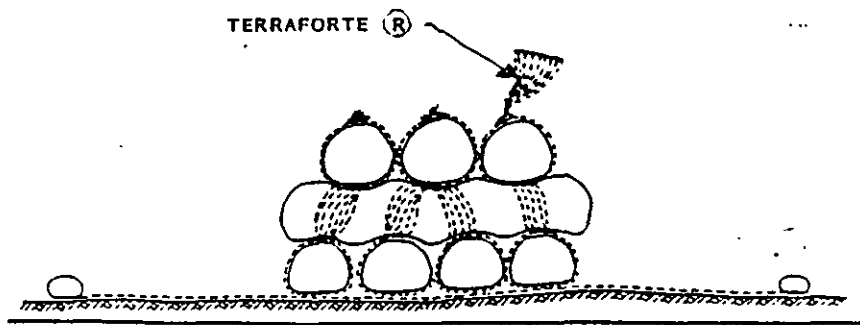


Figure 4 Terraforte system of linking units

2° **Bolsacreto**, water-proof flexible formworks (containers) of diverse shapes filled with concrete (eventually incl. reinforcing). The concrete elements are cast directly on the site at the designed location/position. The equipment needed for the correct mixing and for pumping is relatively light, easily transportable and (mostly) locally available (i.e. concrete mixer, pump and hoses needed to fill the flexible bags/containers). The primary characteristic established for the mixture is that it should be fluid enough to facilitate pumping at a distance of 200 m or more. The mixture specifications can be provided by manufacturer. Special designs may be obtained by interconnecting Bolsacreto elements with cables or bars, thereby greatly increasing the bonding factor between them. Bolsacreto units are available in different capacities and weights; the types most frequently used are varying from 2 to 7 tons.

3° **Colchacreto**, mortar mats formed by textiles that can be articulated slabs or filtering units. In this system the mortar is injected inside the synthetic container, formed by two layers of highly resistant fabric to form a lagging. There are spacing threads interwoven in both layers insuring a pre-determined thickness once the form is filled. The colchacreto is used for stabilization of slopes and beds of channels, rivers and sea shores.

Five different types of mats have been developed up to date, with thickness from 8 to 40 cm, accordingly to requirements, and they can be combined with each other to comply with the specific needs of each project.

Series of small articulated slabs are joined together by special reinforcements and filtering mesh to eliminate later subpressure. A flexible mat mostly used for stabilization of slopes subjected to differential settlement or undermining. The thickness range from 10 to 35 cm.

"E" Standard of uniform thickness (range 10 to 40 cm) for stable soil conditions; if necessary, prior to casting various drain tubes can be added.

"I" This mat has a form of a mesh with free inner spaces (cells). In addition to controlling erosion, it can be used to plant (to let grow) vegetation in the cells. It is 10 cm thick.

"O" For weighing down and protection of cylindrical elements; its main use is for protection and ballasting of underwater pipelines. The thickness may vary from 5 to 40 cm and it may be manufactured for any pipe thickness and used for the lapping of any type of cylindrical element.

"U" This is a mat with a checkerboard form. When injected with mortar, sand or any other material, it results in a filtering unit with some weight and it can support diverse types of structures. It is mainly used for protection against eventual scouring. Thickness range from 10 to 35 cm.

The developments till now were focused on the following four points:

- * to develop synthetic fabrics that would withstand exposure to the sea and the sun,
- * to devise textile techniques that would produce required component shapes,
- * extensive tests on concrete mortar and quality in the fields, and
- * laboratory experiments in current and wave tanks.

However, the most important aspect was the experience in the field based on realization and performance evaluation of a number of projects in Mexico and abroad (since 1971). The lessons have been drawn from some less successful early projects and gradually the whole technique related to these systems was improved to such extent that, actually, these systems can be treated as a good and cheaper alternative to the more traditional methods as rock and prefabricated concrete units. Also, the realization time is much shorter than a conventional structure.

The systems are designed for optimum use of available local resources, human as well as materials and (relatively light-)equipment, for economical and simple solutions to erosion problems (coastal revetments, toe protection of dunes or seawalls, groynes, sills for perched beaches, offshore breakwaters, pipeline protection, repair of coastal structures, etc.).

With the same philosophy as applied to above systems a serie of other systems have been developed or are under development. Two examples of these new developments are given below.

In Figure 5 is presented the principle of underwater protection (i.e. sand containers) by the method called "Seacrete". The structure is covered by a chicken-wire connected to low-voltage electrical source. The electric field induces some chemical reactions with the sea water due to which the growth of calcium on the protection wire take place. Within a few months the wire is covered by a few centimeters calcium rock with a structure similar to the natural coral stone.

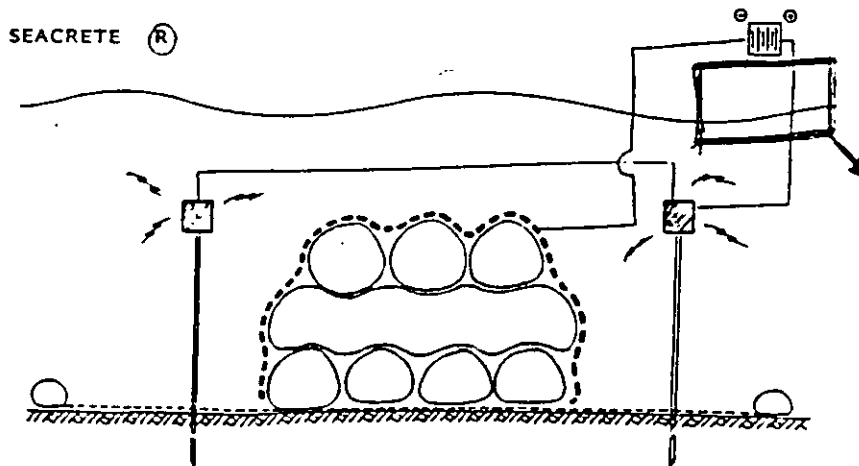


Figure 5 "Seacrete" protection method

In Figure 6 is presented the new interlocked concrete container system called "Blocrete" as alternative for the large coastal structures with a heavy wave attack.

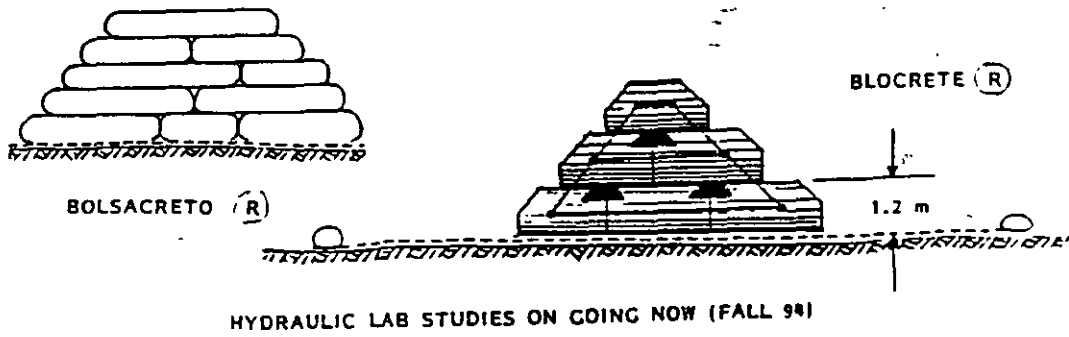


Figure 6 "Bolsacreto" and new "Blocrete" system

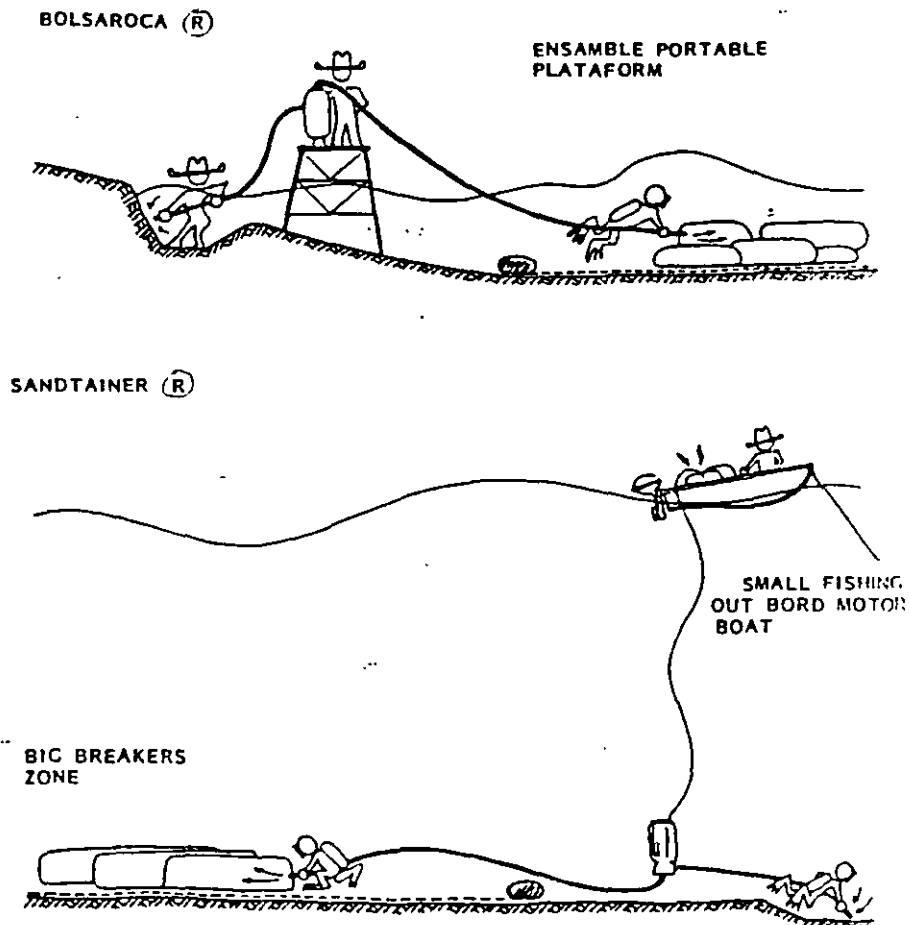


Figure 7 Execution procedure of Bolsaroca elements

The important aspect of execution is the necessity of experienced diver(s), equipped with light diving gear, for underwater switching of equipment and supervision of placing and control of filling of elements (see Figure 7).

All these products should be installed according to the manufacturer's instructions and under their supervision. The work itself can be done by a local contractor.



A

Año XXIII No. 7859

DIRECTOR GENERAL. C.P. ANDRÉS GARCÍA LAVÍN

EL PERIÓDICO QUE NACIÓ CON EL ESTADO

Precio \$3.00

CANCUN Q. ROO, 21 DE OCTUBRE DE 1997

MARTES

Novedades de QUINTANA ROO

Se han recuperado 12 metros

Cede el mar



Por Victor Flores Hernández

CANCUN.- Alrededor de doce metros de playa se han recuperado frente a los hoteles que forman parte del proyecto piloto de rescate de arenas en este destino turístico, tras un avance de 78 por ciento en la colocación de estructuras que permiten restituir y estabilizar los mismos, afirmó Gabriel Juárez Popoca, director de operaciones de la empresa Control de Erosión.

Precisó que en un plazo de 20 días hábiles quedará totalmente concluido el trabajo de instalación de "arrecifes artificiales", lo que permitirá de cuatro a seis meses, de acuerdo con el compromiso contraído, conceder 22 metros de playa al hotel Meliá Turquesa, a partir de su muro de contención, y 25 metros al Sheraton, Pirámides y Beach Palace desde la línea cero de la batimetría establecida al inicio de los trabajos.

Gabriel Juárez indicó que durante las últimas tres semanas los trabajos se han retrasado por las condiciones meteorológicas que han imperado; sin embargo, en un plazo de 20 días laborables los arrecifes artificiales quedarán concluidos.

Agregó desde el 1 de mayo,

cuando se iniciaron los trabajos de rescate de playas, la empresa Control de Erosión ha podido trabajar 68 días, por lo que el plazo de 110 requeridos para la instalación de las barreras rompeolas registra un buen avance.

El director de operaciones de la obra precisó que el proyecto general del rescate de la playa frente a los cuatro hoteles consiste en la colocación de una barrera compuesta de siete arrecifes artificiales

de bolsarrocas Santainer.

Señaló que el hotel Meliá Turquesa contrató una segunda barra anticiclónica que actualmente se concluye, misma que deberá ser requerida por los demás hoteles como medida de protección ante temporada de huracanes. "Actualmente los trabajos, precisó, han sido permitidos que se vayan formando bancos de arena en la orilla de la playa, lo que ha permitido el descenso del nivel de agua en once a doce metros.

Dijo asimismo que hay optimismo sobre los resultados obtenidos a la fecha, ya que en las barreras artificiales se pueden ver ya señales de vida, con la presencia de especies como langostas y pulpos, así como gaviotas sobre la playa.

Por otra parte, Juárez Popoca señaló que la empresa Control de Erosión ya realiza estudios avanzados sobre el desgaste de la playa que prevalece en la Zona Hotelera de este centro vacacional.

Actualmente, citó, se trabaja también con los hoteles Krystal y Crown Paradise, cuyos proyectos han sido presentados y están en proceso los permisos correspondientes ante la Semarnat para que ésta autorice el inicio del rescate de arenas en ambos centros de hospedaje.

Los números del rescate

- Inicio de la obra: 1 de mayo de 1997.
- Plazo: Seis meses para la colocación de barreras.
- Objetivo: Rescate y estabilización de 20 metros de playa como mínimo.
- Método: Instalación de arrecifes artificiales.
- Proyecto piloto: Hoteles Meliá Turquesa, Sheraton, Pirámides y Beach Palace.
- Inversión: Dos millones de pesos (en los cuatro hoteles).
- Otros interesados: Hoteles Krystal y Crown Paradise.
- Proyecto: Rescate integral de toda la playa de la Zona Hotelera de Cancún.

Arrecifes artificiales con tecnología mexicana entre el Beach Palace y Pirámides

‘Recuperan’ una barra costera

* Más de 70 mil metros cúbicos de arena rellenados * Se sumarán más hoteles a la novedosa técnica

Por Eduardo LLiteras Senties

Más de 70,000 metros cúbicos de arena se han recuperado en la barra costera de los hoteles Beach Palace, Meliá Turquesa, Sheraton y Pirámides como resultado de los trabajos realizados por la empresa Control de Erosión para la recuperación de playas, la cual utiliza un sistema de arrecifes artificiales con tecnología desarrollada en México.

Según el director técnico de Control de Erosión, el ingeniero Alejandro Solar Shultz, los hoteles Crystal, Crown Paradise y Caribe Real se sumarán a los ya citados en la utilización de la técnica de arrecifes artificiales rellenados de arena, sistema en el que se bombea arena con todo y agua a una especie de saco del que finalmente el agua es expulsada quedando sólo la arena en su interior.

Dos semanas más de trabajos, calculó

el ingeniero Solar, les llevará para finiquitar los trabajos iniciados desde mayo del presente año para la recuperación de playas, labores que se han visto dificultadas parcialmente por las condiciones climáticas.

Un promedio de dos a tres metros de profundidad se han rellenado como resultado de las obras llevadas a cabo por Control de Erosión, lo que ha fructificado en la posibilidad de caminar inclusive

hasta los arrecifes artificiales, esperándose que en breve la “parte seca de las playas sea aun más visualizable”. La marejada presente en estas fechas también influye para que no se pueda observar con plenitud los resultados de la recuperación de playas, aun cuando por ejemplo, ninguno de los hoteles mencionados presenta en la actualidad los problemas de pérdida de playas que en años anteriores padecían, concluyó Alejandro Solar.

Por Eduardo LLiteras Senties

La grave erosión de playas que padece Cancún es fruto de una problemática multifactorial, en la cual interactúan fuerzas naturales (como el huracán Gilberto) y las modificaciones ambientales efectuadas por el hombre, lo que de nueva cuenta es un llamado de atención para futuros desarrollos, de forma que se busque aprender de la naturaleza y no rivalizar o confrontarse con ella.

La grave erosión, por ‘rellenos’

* Junto con ciclones o huracanes, movilizan los bancos de arena

Las playas del Estado de Quintana Roo y las de todo el mundo, están sujetas a la erosión y a modificaciones constantes, en virtud de que la naturaleza se halla en movimiento (permanencia en el cambio), por lo que muchos de sus procesos simplemente escapan a cualquier intento de control del ser humano.

Las transformaciones en los patrones de las corrientes a partir no sólo de Gilberto sino a raíz de la presencia de tormentas frecuentes y normales por estas fechas, es fenómeno común que moviliza los bancos de arena de un punto a otro de la costa, explicó Miguel Navarro Mendoza, director de recursos naturales de la Dirección de Ecología Municipal.

Sin embargo, la actividad humana sin el conocimiento adecuado ha coadyuvado en la erosión, tal es por ejemplo, el aumento de la erosión eólica como efecto del surgimiento de “túneles” de viento entre las construcciones de la zona hotelera que “amplifican la potencia de los vientos”, perdiéndose volúmenes importantes de arena que son arrastrados de las playas.

A ello hay que sumar la cercanía con

“la pérdida de vegetación (de un orden del 94 por ciento) en las dunas costeras”, ha dejado a éstas desprotegidas de la acción de los vientos.

En otros países, se han presentado fenómenos similares de erosión, como es el caso de los Estados Unidos en el estado de Florida, donde inclusive las soluciones han resultado peor que el problema, ya que se han aplicado técnicas equivocadas.

De tal forma, son necesarios estudios sobre los patrones de circulación de las corrientes en el litoral quintaneroense, para evitar no sólo gastos en balde sino inclusive el agravar la situación con obras sin conocimiento de causa, comentaron Navarro Mendoza y Gerardo Gómez Nieto de la Dirección de Ecología municipal, ya que “lo que beneficia a un hotel puede afectar a otro”.

El caso de Florida es emblemático ya

ENTRE "ZARES DE CUELLO BLANCO"



El ingenio de un tecnólogo

En castellano la palabra ingeniero se deriva del latín *ingenium*, que significa ingenio. Ahora bien, si alguien así lo hace y da el sentido más amplio a la palabra es Mauricio Porraz Jiménez Labora, para quien ser ingeniero es más que un título profesional o un modo de vida. Es, asevera, explotar la creatividad día con día con el fin de superar obstáculos y resolver problemas aprovechando los recursos existentes.

Algunas de sus creaciones que le han dado reconocimiento internacional son la protección del túnel subfluvial que unió a las provincias de Santa Fe y Entre Ríos, 500 kilómetros al norte de Buenos Aires, Argentina, la construcción de un hotel flotante en Kuwait para la cadena Marriott Gulf International, que se concluyó en menos de un mes, y el montaje y protección contra la erosión de islas artificiales para fines petroleros en el norte de Alaska.

Entrevistado en las instalaciones del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, el ingeniero Porraz Jiménez Labora afirma que para quien tiene iniciativa y ganas de hacer las cosas no existe un límite. "Fíjate —señala con sencillez—, alguna vez vinieron a platicarme que el gobierno de Bolivia quería que su país tuviera salida al mar. ¡Pero claro que se puede!, les dije. Todo se puede en esta vida. Y así lo hemos hecho, porque todavía estamos trabajando en la construcción de una hidrovía que llevará mar a un país que nunca lo ha tenido".

Actualmente, este científico mexicano es secretario general de la Academia de Ciencias, ha dejado constancia de su creatividad en unos 20 países, entre ellos Venezuela, Perú, Irán, Egipto, India y Singapur.

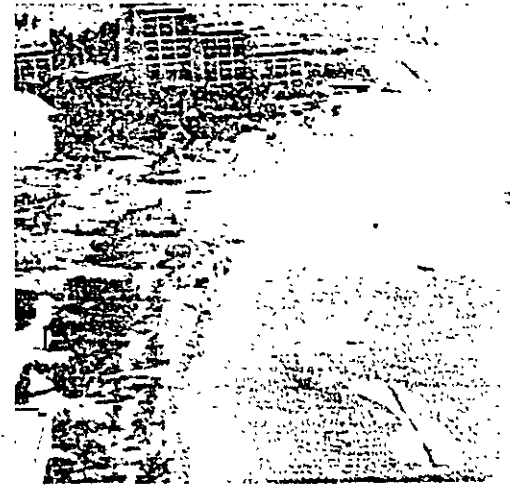
Ingenio a prueba

Con más de 60 patentes nacionales e internacionales, Mauricio Porraz concluyó la carrera de ingeniería civil en la UNAM con mención honorífica y gracias a ello recibió una beca para continuar sus estudios en Francia, en una disciplina aún incipiente en México, la ingeniería con aplicaciones en el mar. Fue así como en cuatro años tuvo la oportunidad de trabajar muy de cerca con científicos como Jacques Cousteau. Sin embargo, siempre se sintió comprometido con México y decidió volver, declinando "insistentes ofrecimientos" para trabajar en Europa.

Ya aquí, desarrolló importantes proyectos para Pemex, pero consideró que su campo de acción empezaba a limitarse, por lo que decidió aventurarse y crear su propia empresa: Organización Submarina

Méxicana. A ésta siguió la firma Equipos y Técnicas, que fabricaba cámaras de descompresión, y posteriormente fundó Control de Erosión, la que más satisfacciones le ha dejado y de la que es miembro del consejo de administración.

La primera de sus más de 60 patentes fue la arena embolsada hidráulicamente llamada bolsarroca, con la que se construyó un rompeolas para la Secretaría de Marina en el río Lagartos, en Yucatán al inicio de los setenta. Otro proyecto similar dio pie a la segunda patente, al desarrollar el proyecto bolsacreto, con el que se contruyeron rompeolas en Sánchez Magallanes, Tabasco. Siguió la propuesta detallada de construcción de plataformas petroleras de concreto para Pemex, innovadoras en México, y posteriormente la creación de los geotextiles y los geosintéticos, que son telas poliméricas tejidas con múltiples aplicaciones en la ingeniería. A estos logros le sucedieron otros desarrollos tecnológicos que forman ya una larga lista.



ARRECIFFES ARTIFICIALES CONSTRUCTOS CON BOLSACRETO Y BOLSAS DE TIERRA SE BOMBAN MATERIAL



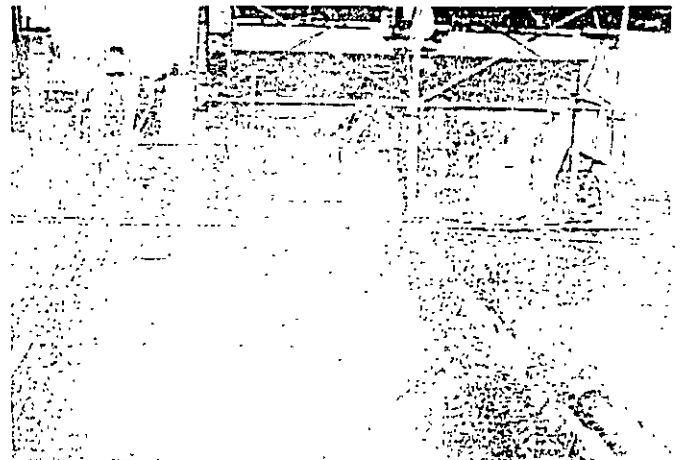
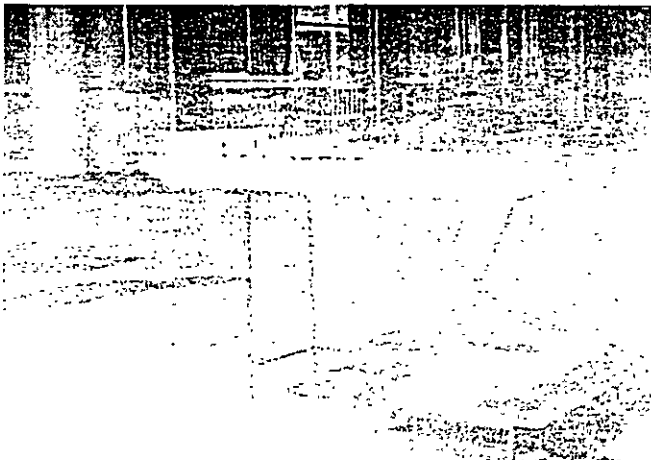
No somos eternos

Mauricio Porraz dice que siempre lo ha acompañado la filosofía de compartir sus conocimientos, porque "no somos eternos. Debemos impulsar a los jóvenes creadores mexicanos. Cuando dejemos este mundo no nos vamos a llevar nada a la tumba. Dejemos frutos buenos, que duren, porque tenemos la obligación de aportar a nuestro país, de devolver lo que nos ha dado".

La producción ha sido una constante en la vida de este ingeniero. Aun hoy, su empresa Control de Erosión trabaja en un proyecto de sistemas de arrecifes artificiales. Con ello se crean playas donde no las hay en los lugares que tienen acceso al mar, con estructuras formadas naturalmente que ayudan a la creación de calmas útiles para el aumento de la fauna marina, al mismo tiempo que sirven como rompeolas. Este proyecto ha sido probado en

Cancun, Ixtapa Zihuatanejo y Puerto Vallarta, así como en Cuba, Brasil, Estados Unidos, Japón y Australia.

La conversación con este ingenioso mexicano, miembro de la Real Academia de las Bellas Artes e Investigación Históricas de Toledo, España, concluye al subrayar: "Gracias a mi esposa y mis hijos, uno ingeniero constructor de 28 años y el otro de 24 con maestría en Economía, que son mucho mejores que yo. Eso lo que dejo a mi país".



PERLA TECNOLÓGICA EN ARGENTINA: UN TUNEL QUE PASA BAJO EL RÍO PARÁGUAY SE INSTALÓ CON UNO DE LOS SISTEMAS DE BOLSACRETO DE CONTROL DE EROSIÓN. A LA DERECHA, UNA MAESTRÍA DEL CONCRETO CON TUBOS DE TIERRA.

DOMINGO

Le avis también en Internet

http://www.novena.com.mx

Novedades de QUINTANA ROO

A

CANCUN Q. ROO, 1 DE JUNIO DE 1997

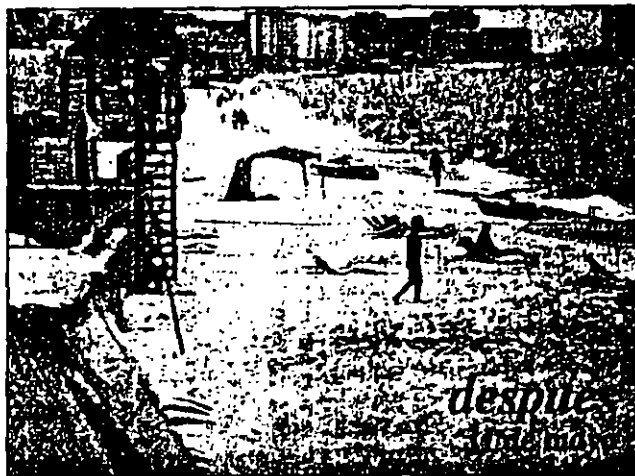
Precio \$3.00

EL PERIODICO QUE NACIO CON EL ESTADO

DIRECTOR GENERAL C.P. ANDRES GARCIA LAVIN

Año XXIII No. 7717

Se recuperan.



Regresarán 850 metros de arenales

CANCUN.- Con señalamientos precisos, Basilio Valdez Buena, superintendente de construcción, indicó las zonas donde los arenales se han recuperado y el mar ha descendido notablemente, como el caso de los hoteles Beach Palace y Melia Turquesa donde incluso se han recuperado canchas de volibol que habían desaparecido por la erosión.

Barreras contra oleaje ciclónico

Por otra parte Basilio Valdez, indicó que la segunda barrera que se construirá a 180 ó 200 metros de la playa, será contra el oleaje ciclónico y estará conformada por ocho diques que en conjunto tendrán una longitud

de 920 metros lineales que protegerán a la barrera interior y la playa de los cuatro hoteles.

Las barreras contra el oleaje ciclónico indicó, disminuyen altamente la energía de las olas que se revientan a 200 metros de la costa.

El plazo para concluir los trabajos señaló, es el 30 de septiembre, y ya se ven avances, los cuales se fortalecerán con la segunda barrera a construir.

Agregó que los trabajos del equipo de buzos y técnicos, garantizan una recuperación de al menos 20 metros de playa para cada hotel y el plazo para ello -dijo- son seis meses después de concluidos los trabajos, aunque evidentemente se logrará antes, resarcó. (Victor Flores Hernández)

CANCUN.- Las gráficas muestran el avance en la recuperación de arenales en Cancún, a cargo de la empresa Control de Erosión. Fotos Victor Flores Hernández.

Por Victor Flores Hernández

CANCUN.- A un mes de haberse iniciado los trabajos de rescate de las playas frente a los hoteles Sheraton, Melia Turquesa, Pirámides y Beach Palace, la empresa Control de Erosión presentó a Novedades las evidencias de la recuperación de arenales, en base al fenómeno de difracción del oleaje ocasionado por los primeros muros rompeolas que se construyen a 100 metros de la playa.

Los trabajos a cargo de dicha

empresa frente a los cuatro hoteles, se iniciaron el primero de mayo, con un avance hasta hoy de dos diques en proceso y uno más concluido, cada dique consta de 80 metros de largo con un volumen de 600 metros cúbicos constituido por siete espigones.

La barrera interior cuyo objetivo es la regeneración de la playa frente a los cuatro hoteles será de 850 metros aproximadamente, precisó Basilio Valdez Buena superintendente de construcción.

En un recorrido efectuado por

la playa de los cuatro hoteles involucrados en el proyecto, Valdez Buena, mostro los avances favorables que ya se tienen pese a que se trata apenas del primer mes de tra-

bajo y que la empresa frenó sus operaciones por espacio de una semana a solicitud de la Capitanía de Puerto.

Más inf. 6A

Regenerarán 850 metros de arenales

Se recuperan playas en erosión

12

68

12A

Garantizado el rescate de playas -Porraz Lando

-Los trabajos de Control de Erosión han sido probados en otras partes del mundo

CANCUN.- "Bahía, Varadero, Azul Ixtapa y Vallarta, por citar algunas playas de Brasil, Cuba, Guerrero y Jalisco, donde se han ganado 10, 20 y hasta 28 metros de playa, son una muestra "viva" de nuestro trabajo en la recuperación de arenales, por lo que el rescate de las playas de Cancún está garantizado", afirmó contundente y en exclusiva a Novedades Mauricio Porraz Lando, director general de la empresa Control de Erosion S.A. de C.V.

El entrevistado aseveró que

otra muestra firme de que la recuperación de playa es viable a través de la tecnología que opera la empresa, son los múltiples trabajos hechos a Petroleos Mexicanos (Pemex), entre ellos, los 80 metros de playa que se recuperaron en el Puerto de Dos Bocas para perforación de pozos.

Porraz Lando indicó que los trabajos de la empresa que dirige han sido probados en distintas partes del mundo donde ha sido requeridos para trabajos similares, por lo que han sido contratados en Cancún.

Explicó que en Azul Ixtapa, en Guerrero, se construyeron estructuras similares hechas de concreto, que en Cancún no se podrán realizar por las limitaciones ecológicas.

En Ixtapa afirmó "ganamos más de 28 metros de playa", ya que los de concretos quitan

energía a las olas y permiten la recuperación del arenal.

De igual forma en Puerto Vallarta, Jalisco —indicó—, "estamos recuperando actualmente una importante playa privada, con obras que aun están en proceso.

En Bahía, Brasil, dijo, "construimos unas escolleras con bolsacretos y bolsarocas para recuperar y proteger la playa de ese importante destino turístico".

En Cuba señaló "estamos trabajando desde diciembre del año pasado en la recuperación de la playa Varadero, a través de la Bolsaroca Sandteiner, mecanismo que se utilizará en el rescate de la playa cancenense".

El director en jefe de la empresa Control de Erosion, destacó los trabajos realizados por la compañía en varias partes del mundo, por lo que garantizan la

efectividad de la tecnología que aplica.

Entre otros testimonios, Porraz Lando expresó que la firma que dirige ha realizado trabajos de protección al Canal de Suez en Egipto, mediante obras de colchacreto y bolsacreto.

Asimismo dijo, hemos hecho protecciones bajo río a más de 20 metros de profundidad, como el túnel subfluvial que comunica a Santa Fe con Paraná en Argentina.

Haciendo gala del amplio currículum de la empresa, Mauricio Porraz, destacó también que han trabajado para la Secretaría de Pesca con arrecifes similares de bolsarocas, como los que se construirán en Cancún y en Costa Rica donde próximamente se iniciarán las obras con los mismos objetivos de rescatar playas. (Victor Flores Hernández)



Equipo especializado de buzos entrará en acción en 15 días

14

69

Novedades de QUINTANA ROO

CANCUN Q. ROO, DOMINGO 6 DE ABRIL DE 1997

Precio \$3.00

EL PERIODICO QUE NACIO CON EL ESTADO

DIRECTOR GENERAL C.P. ANDRES GARCIA I AVIN

Año XXIII N.º 7661

No es sólo problema de los hoteleros

Erosión de playas, un asunto nacional

-Están en juego los dos mil millones de dólares que entran por Cancún, dice Fernando de la Torre



Fernando de la Torre Fajardo.

Por Víctor Flores Hernández

CANCUN.- "La erosión de las playas cancuenses no es sólo un problema de los hoteleros, es un problema del país, por ser un asunto de carácter nacional debido a la importancia turística que revisten las playas en la captación de divisas y porque se trata de defender el destino turístico y no las posiciones de los hoteles", afirmó contundente el presidente de la Asociación de Hoteles de Cancun, Fernando de la Torre Fajardo.

El líder hotelero admitió que hay hoteles que han perdido hasta 30 y 40 metros de playa, razón por la que se trata de un problema preocupante que no es exclusivo de los hoteleros, sino de la nación, ya que está en juego un 30 por ciento de la captación de divisas que por concepto de turismo entran al país.

De la Torre Fajardo precisó con cifras, que "de los 6 mil 200 millones de dólares que se captan por flujo turístico en el país, 2 mil millones de dólares entran por Cancun".

La desaparición de la playa expuso, es un problema en el que todos tenemos que participar, me-

dante un frente común, debido a que está en juego el motor de la economía de Cancun y de una buena parte del país, razón por la que, insistió, "defender el destino es lo importante".

Por ello, estableció que la preocupante pérdida de la playa, ha sido expuesta ante las diversas autoridades municipales, estatales y federales, en busca de una solución definitiva o duradera al problema.

El presidente de la Asociación de Hoteles de Cancun y gerente del Meliá Turquesa, recordó de manera particular que "nosotros teníamos dos canchas de volibol, hemos perdido entre 15 y 20 metros de playa, sin embargo dijo: hay otros que tienen 30 y 40 metros de arenas".

Ante toda esta situación agregó, el gobernador Mario Villanueva y el presidente municipal Rafael Lara, han mostrado disponibilidad y apertura a los planteamientos de los hoteleros y externado todo su apoyo para conseguir avanzar hacia la solución del fenómeno.

Bajo estas condiciones sostuvo, nos hemos dado a la tarea de buscar apoyos con bancos, Fonatur y otras instituciones, que nos permitan rescatar la playa.



CANCUN.- Con el fenómeno de la erosión, hay hoteles que han perdido entre 30 y 40 metros de playa. Por esta razón esto se trata de un problema que no sólo debe preocupar a los hoteleros, sino a toda la nación, asegura Fernando de la Torre. Fotos Novedades.

Todos estamos trabajando en este problema que es prioritario para resolver, incluso otros problemas secundarios que se puedan derivar de la erosión progresiva.

Preciso que como gerente del Hotel Meliá Turquesa, junto con colegas del Hotel Sheraton, el Royal Holliday y el Beach Palace, se busca activar un proyecto piloto que permitiera tener bases sólidas para detonar un proyecto global de rescate de la playa.

La tarea no ha sido fácil, se buscó a la empresa indicada tras una serie de consultorías con gente especializada, que nos garantizara la eficiencia del proyecto.

De esta forma, continuó, los cuatro hoteles decidimos invertir en el plan piloto que está por iniciarse y tenemos la esperanza de que funcione porque nos ha llevado mucho tiempo lograr incluso que las autoridades normativas lo aprobaran.

Si el proyecto funciona, habremos dado un paso importante, "tenemos confianza porque se trata de una empresa seria, que ha pagado la fianza de garantía y que sus trabajos en otros partes así la definen.

Por lo tanto "si se logran los 20 o 25 metros de playa que se ofrece bajo el mecanismo instrumentado por la empresa Control de Erosión, el problema estará casi resuelto y su prueba de fuego será sin duda la época de huracanes", dijo.

En problemas la mita de los hoteles con playa

Por Victor Flores Hernández

91
CANCUN.-La erosión progresiva de las playas ha ocasionado que al menos un 50 por ciento de los hoteles asentados en el boulevard turístico Kukulcán enfrenten seriamente este problema, cuyo fenómeno ha provocado la virtual desaparición de la Zona Federal Marítimo Terrestre, que debe estar constituida por 20 metros a partir de la línea de marea más alta de la playa a cualquier edificación, se-

gun establece la Ley General de Bienes Nacionales.

Un monitoreo efectuado por Novedades sobre las playas comprendidas entre Punta Cancún y Punta Nizuc, reveló la casi inexistencia de la Zona Federal Marítimo Terrestre en esta zona, la cual ha sido arrasada por las aguas erosivas del Caribe.

El mar sigue ganando terreno, en el lugar de los hechos, se constató con evidencias que el fenómeno natural ha colocado ahora den-

tro de la "franja restringida" de 20 metros que corresponden a la Zona Federal Marítimo Terrestre a varios hoteles, según establece la Ley General de Bienes Nacionales.

El problema de la desaparición de playas que compete rescatar a las autoridades municipales, estatales y federales, por la captación de divisas que representan como atractivo turístico, a ubicado "sin culpa alguna" a los hoteles dentro de la zona federal restringida que se ha modificado de manera natural.

La desaparición de la Zona Federal Marítimo Terrestre, dijeron hoteleros cuestionados, "es responsabilidad de la nación, por lo tanto, no existe preocupación alguna por posibles expropiaciones de parte del Gobierno federal".

De esta forma, el monitoreo realizado por Novedades, en la zona más crítica donde la playa ha desaparecido virtualmente, reveló que en muchos casos los hoteles y negocios turísticos establecidos en dicha área, han perdido casi la totalidad de la Zona Federal Marítimo Terrestre y sus propias playas a causa del fenómeno.

Testimonios sobre el avance de la erosión indican que es la zona correspondiente al hotel Beach Palace donde prácticamente la playa no existe y el salvavidas contratado por la empresa resulta un turista más que se limita a observar el ho-

rizonte desde la palapa que se le ha asignado.

La radiografía de las playas precisa que el Beach Palace, cuenta con cinco metros de playa como máximo, y con áreas donde la playa simplemente no existe, e incluso han requerido de utilizar bultos de arena como muros de contención para proteger el inmueble.

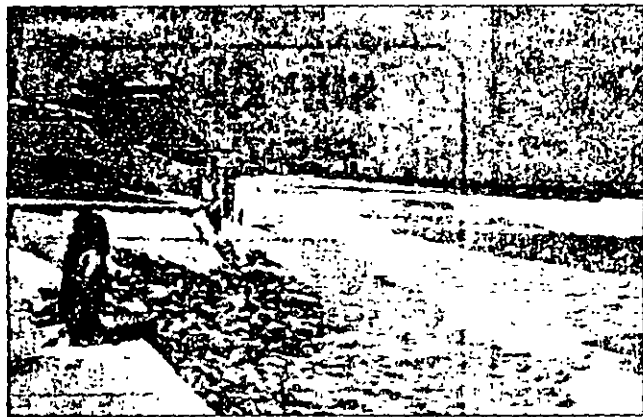
De igual forma, el hotel Meliá Turquesa, que ha perdido una considerable playa, cuenta en algunas zonas con 10 metros de arenales, pero también carece de la atractiva playa en una de las áreas que le corresponde.

El hotel Caribbean Village, mostró ayer domingo como máximo 12 metros de playa en una zona y en otra tienen como mínimo 5 metros.

Los condominios Marlin registraron este fin de semana en su playa 15 metros como máximo y 6 metros como mínimo, lo que pone en evidencia la variación de las playas.

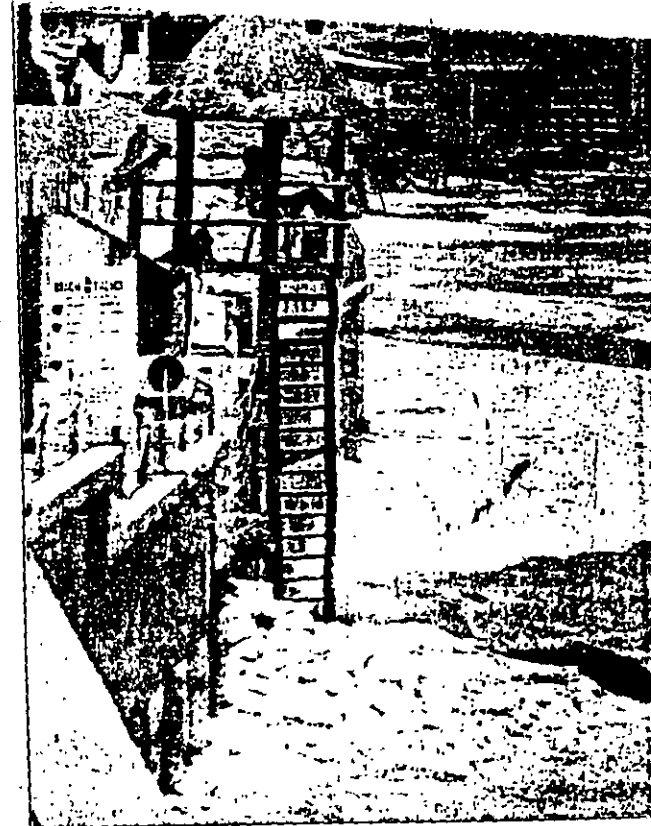
El monitoreo ubicó al Hotel Sierra, con 6 metros de playa como máximo y cero como mínimo en una de las zonas donde ha resultado gravemente erosionada.

En igual condición se encontró al hotel Crystal con un máximo de 6 metros de playa y un mínimo de cero, dimensiones similares que compartió con el hotel Hyatt ubicado a su costado. Más inf. 6A



71
CANCUN.- El mar sigue ganando terreno en algunos hoteles, como el de la gráfica, donde los turistas no tienen playa.

Foto Victor Flores Hernández.



CANCUN.- Con un parapeto de costales de arena se trata de proteger las bases de las edificaciones.

Foto Victor Flores Hernández.

El aeropuerto, a su máxima capacidad

Por la erosión marina

En problemas la mitad de los hoteles con playa

Por Víctor Flores Hernández

CANCUN.-La erosión progresiva de las playas ha ocasionado que al menos un 50 por ciento de los hoteles asentados en el boulevard turístico Kukulcán enfrenten seriamente este problema, cuyo fenómeno ha provocado la virtual desaparición de la Zona Federal Marítimo Terrestre, que debe estar constituida por 20 metros a partir de la línea de marea más alta de la playa a cualquier edificación, se-

gun establece la Ley General de Bienes Nacionales.

Un monitoreo efectuado por Novedades sobre las playas comprendidas entre Punta Cancún y Punta Nizuc, reveló la casi inexistencia de la Zona Federal Marítimo Terrestre en esta zona, la cual ha sido arrasada por las aguas erosivas del Caribe.

El mar sigue ganando terreno, en el lugar de los hechos, se constató con evidencias que el fenómeno natural ha colocado ahora den-

tro de la "franja restringida" de 20 metros que corresponden a la Zona Federal Marítimo Terrestre a varios hoteles, según establece la Ley General de Bienes Nacionales.

El problema de la desaparición de playas que compete rescatar a las autoridades municipales, estatales y federales, por la captación de divisas que representan como atractivo turístico, a ubicado "sin culpa alguna" a los hoteles dentro de la zona federal restringida que se ha modificado de manera natural.

La desaparición de la Zona Federal Marítimo Terrestre, dijeron hoteleros cuestionados, "es responsabilidad de la nación, por lo tanto, no existe preocupación alguna por posibles expropiaciones de parte del Gobierno federal".

De esta forma, el monitoreo realizado por Novedades, en la zona crítica donde la playa ha desaparecido virtualmente, reveló que en muchos casos los hoteles y negocios turísticos establecidos en dicha área, han perdido casi la totalidad de la Zona Federal Marítimo Terrestre y sus propias playas a causa del fenómeno.

Testimonios sobre el avance de la erosión indican que es la zona correspondiente al hotel Beach Palace donde prácticamente la playa no existe y el salvavidas contratado por la empresa resulta un turista más que se limita a observar el ho-

rizonte desde la palapa que se le ha asignado.

La radiografía de las playas precisa que el Beach Palace, cuenta con cinco metros de playa como máximo, y con áreas donde la playa simplemente no existe, e incluso han requerido de utilizar bultos de arena como muros de contención para proteger el inmueble.

De igual forma, el hotel Meliá Turquesa, que ha perdido una considerable playa, cuenta en algunas zonas con 10 metros de arenales, pero también carece de la atractiva playa en una de las áreas que le corresponde.

El hotel Caribbean Village, mostró ayer domingo como máximo 12 metros de playa en una zona y en otra tienen como mínimo 5 metros.

Los condominios Marlin registraron este fin de semana en su playa 15 metros como máximo y 6 metros como mínimo, lo que pone en evidencia la variación de las playas.

El monitoreo ubica al Hotel Sierra, con 6 metros de playa como máximo y cero como mínimo en una de las zonas donde ha resultado gravemente erosionada.

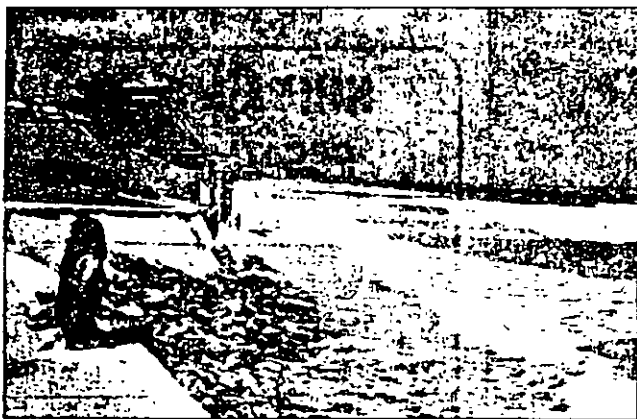
En igual condición se encontró al hotel Crystal con un máximo de 6 metros de playa y un mínimo de cero, dimensiones similares que compartió con el hotel Hyatt ubicada a su costado. Más inf 6A



CANCUN.- Con un parapeto de costales de arena se trata de proteger las bases de las edificaciones.

Foto Víctor Flores Hernández.

El aeropuerto, a su máxima capacidad



CANCUN.- El mar sigue ganando terreno en algunos hoteles, como el de la gráfica, donde los turistas no tienen playa.

Foto Víctor Flores Hernández.

JUEVES

Leemos también
en Internet



<http://www.ros.com.mx>

Novedades de QUINTANA ROO

A

CANCUN Q ROO, JUEVES 10 DE ABRIL DE 1997

Precio \$3.00

EL PERIODICO QUE NACIO CON EL ESTADO

DIRECTOR GENERAL C.P. ANDRÉS GARCÍA LAVÍN

Año XXIII No. 7665

Costará \$50 millones rehabilitar las playas

Por Víctor Flores Hernández

CANCUN.- El rescate integral de las playas sobre toda la Zona Hotelera cancuense, tendría un costo aproximado de 50 millones de pesos, según estimaciones de la empresa Control de Erosión que realiza ya el proyecto global para devolverle a este destino el atractivo de las playas.

El millonario monto del proyecto, reveló la compañía, se fundamenta principalmente en las limitaciones y exigencias que establecen las autoridades normativas en materia ecológica con el propósito de proteger los arrecifes coralinos y el Parque Marino Nacional, ya que ello obliga a una operación más delicada y costosa.

Mauricio Porraz Lando, director general de la empresa Control de Erosión, indicó a Novedades que el costo de las barreras rompeolas para ganar playa varían de acuerdo con las distancias que requiera cada hotel en sus casos particulares, ya que unos se conforman con una barrera, sin embargo otros necesitan forzosamente de al menos dos barreras para obtener resultados satisfactorios.

Cada barrera de 40 metros de ancho indicó, tiene un costo de 300 mil pesos, aunque en la mayoría de los casos se necesitan de una doble barrera que es comercializada en 500 mil pesos.

El informante indicó que el costo de estos arrecifes artificiales, es elevado debido a que en

las playas cancuenses se requiere de un trabajo más especializado por las cuestiones ecológicas que hay que considerar.

En otras playas del país, citó, se ha trabajado con escolleras de bolsacreto, colchacreto y construcciones de concreto, sin embargo en Cancún las estructuras para restituir y estabilizar las playas deberán ser específicamente a través de la Bolsaroca, Sandtainer, que no son más que contenedores impermeables de arena.

El informante indicó que la empresa que dirige y trabaja sobre el proyecto global de rescate de las playas de Cancún, deben devolverle como mínimo 20 metros a cada hotel sobre los arenales con que aun cuentan.

Dicho proyecto, comentó, se podrá denotar, una vez que el plan piloto que se iniciará la próxima semana frente a los hoteles Sheraton, Meliá Turquesa, Pirámides y Beach Palace, muestren los resultados esperados por todos.

Según los monitoreos efectuados por Novedades, más del 50 por ciento de los hoteles de playa sufren gravemente la erosión progresiva de sus arenales, sin embargo es indudable que casi todos requieren inmiscuirse dentro del plan integral para poder hacer el frente común, que les permita junto con las autoridades frenar este preocupante fenómeno cuyos primeros pasos para contrarrestarlo y estabilizarlo se están dando.

Novedades de QUINTANA ROO

A

CANCUN Q. ROO, MARTES 13 DE MAYO DE 1997

Precio \$3 00

EL PERIODICO QUE NACIO CON EL ESTADO

DIRECTOR GENERAL - C.P. ANDRES GARCIA LAVIN

Año XXIII No. 7698

Comienza el rescate de playas

-Dos ingenieros especialistas y seis buzos colocan el tapete antisocavación

Por Jorge Domínguez Comello

CANCUN.- Arrancó el rescate de playas. Apoyados con buzos y auxiliares expertos en trabajos marinos, la empresa internacional Control de Erosión S.A de C.V comenzó los trabajos de recuperación de playas en las costas de la ciudad, tal y como se había anunciado ya.

Desde las siete de la mañana, apoyados con material profesional y bajo la supervisión de dos ingenieros especialistas, seis buzos con sus respectivos ayudantes dieron inicio a la colocación del llamado tapete antisocavación que permitirá la instalación de las bolsarocas de los muros rompeolas que fueron pactados.

Las labores se realizan a exactamente 100 metros de la orilla de la playa, en donde se colocará el primer muro rompeolas; una vez concluidas las labores aquí, a una dis-

tancia casi similar a la primera se iniciará la habilitación del segundo muro, que permitirá ya en concreto que se empiece la recuperación de las playas.

Los trabajos proyectados se iniciaron justo frente a los hoteles Sheraton Resort & Towers, Beach Club, Royal Holliday y Meliá Turquesa, los cuales tendrán una duración de aproximadamente cinco meses, tiempo en el que se tiene proyectado culminar la colocación de los dos muros rompeolas que tendrán una anchura de cerca de 40 metros.

El ingeniero, Gabriel Juárez, especialista en este tipo de labores y quien supervisa de manera personal el avance de los trabajos precisó que de acuerdo a los estudios de batimetrías y predicciones de marea que se han efectuado, las labores no deberán sufrir ningún percance y por el contrario el factor ambiental les permitirá avanzar en tiempo y forma de acuerdo a lo estipulado con las empresas que contrataron el servicio.

Mencionó que inicialmente, los trabajos en el agua -a profundidad- ya están avanzando con la colocación del tapete antisocavación, que no es otra cosa -explicó- que la instalación de un material textil que

dará la base a la estructura de las bolsarocas

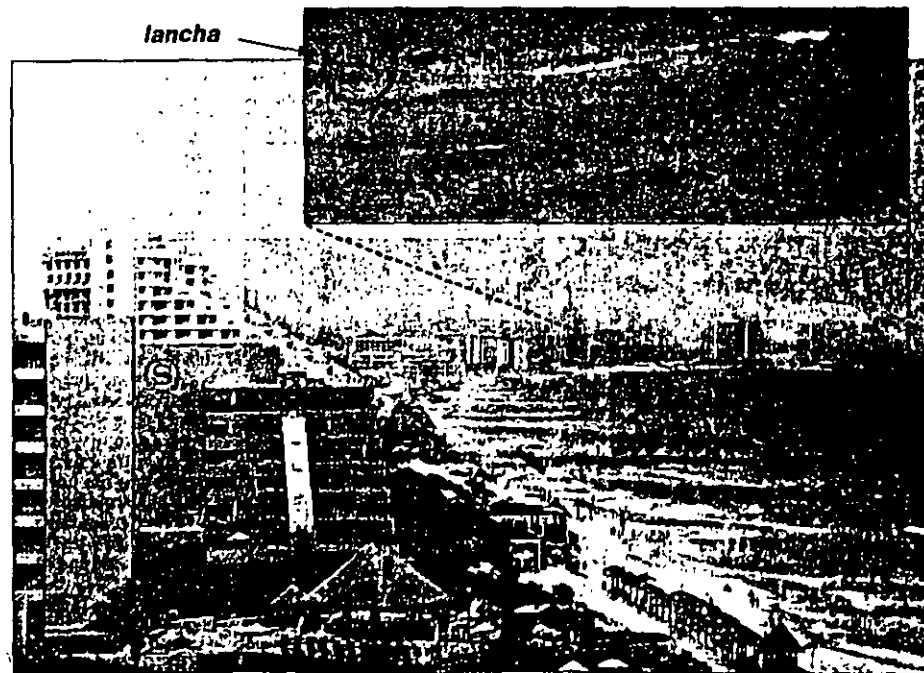
Dijo que para agilizar los trabajos a como se proyectó en forma inicial, a partir de hoy martes inicia la segunda parte del proyecto, para lo cual se habilitarán a seis buzos más con sus respectivos ayudantes; y en unos días más comenzará a laborar una cuadrilla más de especialistas en labores marinas.

Detallo que una vez colocado el tapete se iniciará la habilitación de santeiners -contenedores de arena-, lo que permitirá que el golpe de las olas disminuya y se de paso a la recuperación de las playas en esta zona.

Reconoció que los trabajos en un tiempo no mayor a seis meses permitirán observar ya los primeros resultados con el logro de cuarenta menos unos 15 o 20 metros de recuperación de las playas en las zonas donde ya se está laborando.

Y abundó, que incluso este tipo de obras, no solo ayudarán a las empresas que contrataron sus servicios, sino que por el efecto de las mismas en forma de trapecio, permitirán que a los costados de las zonas donde se iniciaron los trabajos también haya recuperación ligera de las playas.

Trabajos bajo el agua



CANCUN.- Dos especialistas, apoyados por seis buzos (gráfica superior), iniciaron la colocación del tapete antisocavación exactamente a 100 metros de la orilla de la playa frente a los hoteles Sheraton Resort & Towers, Beach Club, Royal Holliday y Meliá Turquesa, donde se colocará el primer muro rompeolas para la recuperación de las playas. Fotos Tony Povedano.

LUNES

Léanos también
en Internet



<http://www.novene1.com.mx>

Novedades de QUINTANA ROO

A

NCUN Q. ROO, LUNES 28 DE ABRIL DE 1997

Precio \$3 00

EL PERIODICO QUE NACIO CON EL ESTADO

DIRECTOR GENERAL C.P. ANDRES GARCIA LAVIN

Año XXIII No. 7683

-El delegado de la Semarnap recorre los 20 kilómetros de costa erosionada

Por Alejandra Monclabaya Ramos

CANCUN.- Cerca de 20 millones de dólares se tendrían que invertir para recuperar los 20 kilómetros de playas erosionadas en este destino, según un estimado de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap), aseveró el delegado en Quintana Roo, Daniel Navarro López.

Por otra parte para determinar y observar las playas erosionadas a consecuencia del mal tiempo, además de supervisar las obras de inicio de los trabajos de recuperación de playa que abarcan tres kilómetros, el funcionario de la Semarnap, junto con los gerentes de los hoteles afectados, realizaron ayer un recorrido aéreo por la zona.

El fenómeno de erosión de playas se agudizó después del huracán Gilberto y ha afectado de tal forma a ciertos hoteles que entre ellos: Sheraton, Meliá Turquesa, Pirámides Cancun y Beach Palace, contrataron los servicios de varias

empresas para que elaboraran un proyecto de recuperación, pero sólo un programa fue aceptado por el Instituto Nacional de Ecología (INE).

Este proyecto consiste en la colocación de dos barreras de arrecifes artificiales conformados por bolsas de arena.

El plan piloto de recuperación de arenales, inició el proceso de colocación de las barreras rompe olas en los mencionados hoteles hace algunos días, por parte de la empresa Control de Erosiones, y "tendrán una directa supervisión de la Semarnap", afirmó el entrevistado.

Navarro López apuntó que el deterioro de la zona erosionada que abarca cerca de 20 kilómetros es notable, después de estos dos días de mal tiempo.

Resaltó que el fuerte viento y oleaje, provocan momentos críticos para la línea de costa, "por lo que estamos hablando de un problema severo en Cancun, exacerbado cuando el mar pega directamente en las líneas extremas".

"De continuar este fenómeno de erosión de playas, Cancun podría convertirse en una ciudad amurallada, ya que el mar llegaría a los paredes donde inician los hoteles", advirtió.

Aseguro que para recuperar toda la zona erosionada de Cancun,

según un estimado, serían necesarios cerca de 20 millones de dólares.

"He insistido en la necesidad de una reunión pública para escuchar, comentarios, opiniones al respecto de este plan piloto", comentó en torno a las dudas sobre el proyecto.

Respecto a las denuncias de grupos ecologistas que refieren

que el proyecto piloto traerá graves consecuencias ecológicas, manifestó que se están estudiando estas observaciones, por lo cual dijo se planea realizar un seguimiento específico del desove de tortugas, así como monitorear otro tipo de efectos en el medio ambiente, aunque por el momento no pudo definir los trabajos exactos por implementarse.

Para recuperar playas 20 millones de Dls.

Cancún recupera sus playas perdidas

SUSANA PÉREZ

A casi un año de ponerse en marcha en cuatro hoteles de Cancún el programa de recuperación de playas, en el que incluso se han ganado hasta 20 metros al mar, otros 10 hoteles de este destino turístico así como de la Riviera Maya se encuentran en la lista de espera para aduñar el sistema de arrecifes artificiales.

Este proyecto, considerado como piloto en sus inicios, ha registrado significativos resultados en los hoteles Pirámides Cancún, Sheraton, Sun Palace y Meliá Turquesa, mismos que invirtieron 8.5 millones de pesos para la recuperación de sus playas, afectadas por los huracanes *Gilberto* y *Roxanne*.

Ahora, la empresa Control de Erosión, que lleva a cabo este programa, asegura que hay un marcado interés de varios centros de hospedaje que han sufrido la pérdida de sus playas y por ende, la afectación de su imagen y la de Cancún, considerado como el más importante destino turístico de sol y playa de México y el Caribe.

De hecho, hay planes para la conformación de un fideicomiso que permita reunir recursos a fin de ser destinados al rescate de las playas del estado, así como el contar con un plan integral supervisado por la Semarnap y Profepa, a fin de homologar los métodos de recuperación con el objeto de evitar daños al ecosistema marino.

A 10 meses de empezar los trabajos de recuperación de playas en cuatro hoteles de Cancún, el superintendente de Construcción de la empresa Control de Erosión, Jaime Rodríguez Castilla abundó que ante los logros obtenidos 10 hoteles más, entre los que se encuentran Camino Real, Krystal, Crown Paradise, Gran Caribe Real, Sunset, Hyatt, Continental Plaza, Las Perlas, Fisherman de Playa del Carmen y Porto Real, entre otros, están interesados en la construcción de arrecifes artificiales que les permitan recuperar sus atractivos naturales.

Cabe señalar que desde junio pasado la empresa Control de Erosión realiza los estudios necesarios para la aplicación de este programa en dichos centros de hospedaje, incluyendo el hotel Gran Caribe Real, el cual ya inició sus planes de rescate de playas.

En tanto, el resto de los hoteles sólo están a la espera de la aprobación del estudio de impacto ambiental y la autorización de los permisos por parte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) para iniciar

los trabajos de rescate de playas en este mismo mes.

El superintendente de la empresa Control de Erosión agregó que por el momento se ha tenido una buena respuesta por parte de los particulares, pero se ha planeado conformar un fideicomiso y obtener recursos para rescatar las playas de Holbox, que están entre las más afectadas.

Rodríguez Castilla precisó que hasta el momento han establecido pláticas con la Profepa para ver esta posibilidad de empezar a rescatar estas playas, "pero esperamos su veredicto".

El rescate

Como consecuencia de los severos daños ocasionados a las playas de la zona hotelera de Cancún por los fenómenos meteorológicos *Gilberto* (1988) y *Roxanne* (1995), la Asociación de Hoteles de Cancún inició la búsqueda de una solución definitiva que restituyera sus playas y garantizara su estabilidad ante futuras contingencias climáticas.

De esta manera, el pasado 14 de febrero de 1996 la empresa Control de Erosión SA de CV presentó el sistema de construcción de arrecifes artificiales a base de contenedores de arena que promueve la restitución y estabilización de playas erosivas.

En mayo de 1996, cuatro hoteles fueron los que aplicaron el plan piloto para el rescate de playas ante la pérdida de estos atractivos por los fenómenos meteorológicos *Gilberto* y *Roxanne*.

Mediante a construcción de arrecifes artificiales se logró recuperar 12 metros del litoral frente a los hoteles Meliá Turquesa y Beach Palace, y hasta 20 metros se ganaron al mar entre los hoteles Suites Pirámides Cancún y Sheraton Cancún Resort & Towers.

Pese a los periodos de mal tiempo registrados en los meses pasados, se ha logrado continuar trabajando a fin de obtener una recuperación considerable de las playas.

El sistema utilizado por Control de Erosión se basa en la modificación de los patrones de oleaje incidente, que son los causantes de la pérdida de arena de una playa. Al disminuir la energía de una ola y reorientar la dirección con la que incide en una playa, es factible inducir la sedimentación de la arena que viaja en suspensión en el agua de mar, principalmente en la zona cercana a la rompiente.

Este principio se aprecia con claridad de manera natural en los litorales que poseen estructuras

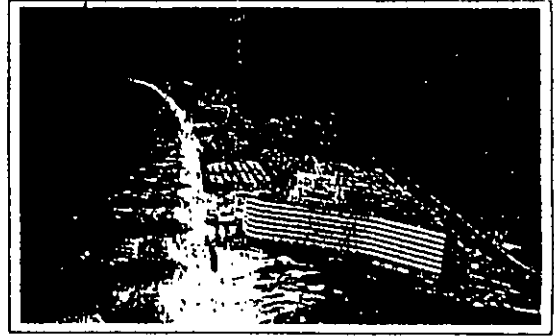
coralinas arrecifales a poca distancia de la playa, en los cuales las mismas son de gran belleza y constituyen un gran atractivo para el turismo.

Este proyecto fue calificado desde su inicio como piloto, debido a que la idea es que todos los hoteles que están localizados desde Punta Cancún a Punta Nizuc y que tengan problemas de erosión se unan a los hoteles que han puesto en marcha este plan para rescate de sus litorales.

Hoteleros satisfechos

El haber puesto en marcha este programa fue bien visto por parte de los hoteleros, esto tomando en cuenta que uno de los principales atractivos de Cancún son sus playas.

Para el hotel Sheraton, uno de los involucrados en el pro-



Su principal atractivo empieza a resurgir

yecto piloto "creemos que la recuperación de las playas traerá un enorme beneficio no sólo a nuestros hoteles, sino también a Cancún, debido a que son las playas nuestra carta de presentación a los turistas".

"Esperamos que este esfuerzo no quede aquí, sino que todos los demás hoteleros continúen con este gran proyecto, para que no sólo seamos unos cuantos los

Pase a la página 16

Martes 3 de Marzo de 1998



Hay más de diez hoteles interesados en el programa de rescate

Irán a este método tienen la obligación de vigilar lo que se refiere a la ecología y la ingeniería que se aplica para el rescate de sus litorales.

La erosión de las playas es un problema que preocupa, pero que no sólo se observa en las playas de Cancún sino en Holbox y Playa del Carmen, expresó.

Por su parte el delegado de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap), Daniel Navarro López sugirió crear un plan integral para la recuperación de las playas de lo contrario, señaló, "se corre el riesgo de que en Cancún se tenga una catástrofe inminente de errores".

Expresó que un plan de este tipo es urgente, ya que se han emprendido acciones aisladas, en donde se han utilizado sistemas de restauración como la colocación de espigones, acarreo,

Hay otros métodos como son las escolleras y soleras, pero no han dado el resultado deseado, por lo que los arrecifes artificiales son el método más indicado.

"Donde hay barreras artificiales hay playas más limpias", dijo, "y se ve en los contenidos una cantidad de peces, por lo que se observa que esta función bien".

San Germán Elizondo, agregó que los hoteles que recu-

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepe), Roberto San Germán Elizondo calificó como positiva la cantidad de playa recuperada al poner en marcha este programa.

Expresó que quizá no se va con la velocidad que se quisiera, "pero para la Profepa la construcción de arrecifes artificiales es una posibilidad efectiva para la recuperación y rescate de las playas".

Hay otros métodos como son las escolleras y soleras, pero no han dado el resultado deseado, por lo que los arrecifes artificiales son el método más indicado.

Hay más de diez hoteles interesados en el programa de rescate

Hay más de diez hoteles interesados en el programa de rescate

Hay más de diez hoteles interesados en el programa de rescate

Hay más de diez hoteles interesados en el programa de rescate

Hay más de diez hoteles interesados en el programa de rescate

Hay más de diez hoteles interesados en el programa de rescate

Hay más de diez hoteles interesados en el programa de rescate

LA CRÓNICA DE CANCUN

No. 1037 MARTES 3 DE MARZO DE 1998 PRESIDENTE: JESUS MARTINEZ ROSS DIRECTOR: JORGE AGEVEDO \$3.00

Informarán hoy sobre la recuperación de playas

Por Mario Vázquez Vázquez

MEXICO, D.F.- Autoridades municipales, estatales, la Semarnap, Secretaría de Turismo y la Asociación de Hoteles celebrarán hoy en Cancún, una reunión de trabajo con el fin de dar a conocer a la opinión pública las obras a realizar con respecto a la erosión de playas y el arribo inminente a la Zona Hotelera de la temporada de desove de tortugas.

Trascendió que la reunión se llevará a cabo en las instalaciones del Hotel Sheraton, uno de los 4 hoteles que realizan desde esta semana trabajos de recuperación de playas.

Informaciones proporcionadas por la Asociación Civil Pro-tortugas, desde principios de mes, ya comenzaron a llegar, por lo que se necesita informar a la población lo que se tiene que hacer en estos casos.

Un grupo de buzos de la empresa Control de Erosión S.A. de C.V., iniciaron el lunes trabajos de recuperación de playas en 4 hoteles de la ciudad.

Apoiados con material profesional, dos ingenieros especialis-

tas, seis buzos con sus respectivos ayudantes colocan ya "el llamado tapete antisocavación" que permite la instalación de las bolsarocas de los murales rompeolas ya pactados.

Las labores se realizan a 100 metros de la orilla de la playa, una vez concluidas las labores -se pudo saber- se iniciará la habilitación del segundo muro, que permitirá ya en concreto la rehabilitación.

En este sentido Daniel Navarro López, delegado de la Semarnap informó que si bien el asunto de la pérdida de playas es un asunto de nivel internacional, no se tiene que tomar negativamente, el interés es precisamente que la gente piense que se está haciendo algo, señaló.

Actualmente los trabajos se realizan frente a los hoteles Sheraton Resort & Towers, Beach Club, Royal Holiday y Meliá Turquesa.

El objetivo de la reunión, señalaron autoridades municipales, es aclarar los trabajos y que se recupere Cancún como lugar turístico por excelencia.

Más inf. 8A

CANCUN.- Durante diez horas diarias, trabajadores dedicados al control de la erosión realizan trabajos en la costa. Ellos son dirigidos por el ingeniero Basilio Valdez Buelna, quien al igual que los empleados permanece sumergido en las aguas desempeñando su labor.



CANCUN.- Al final del día, el encargado de los trabajos y su equipo se retiran a descansar, para poder cumplir al día siguiente con su labor.

Fotos Gabriel Silva Garduño.

Hoy arriban especialistas en el combate de la erosión

-Continúa la colocación de bolsarrocas frente a uno de los hoteles más afectados por la pérdida de playas

CANCUN.- El personal especializado de la empresa Control de Erosión S.A de C.V continúan hoy con los trabajos de recuperación de la playa del hotel Sheraton.

Desde las 10 de la mañana, los buzos co-

menzaron sus respectivas tareas a unos 100 metros de este centro de hospedaje. Ellos continuaron con la colocación de la segunda cama de "bolsarrocas" sobre el tapete anticavación.

Cabe señalar, que el Sheraton es uno de los centros de hospedaje más afectados con la erosión de las playas de los aproximadamente 80 hoteles establecidos en la zona turística.

Según los guardias de seguridad, este 15 de mayo llegarían a este destino turístico los técnicos especializados en el combate contra la erosión.

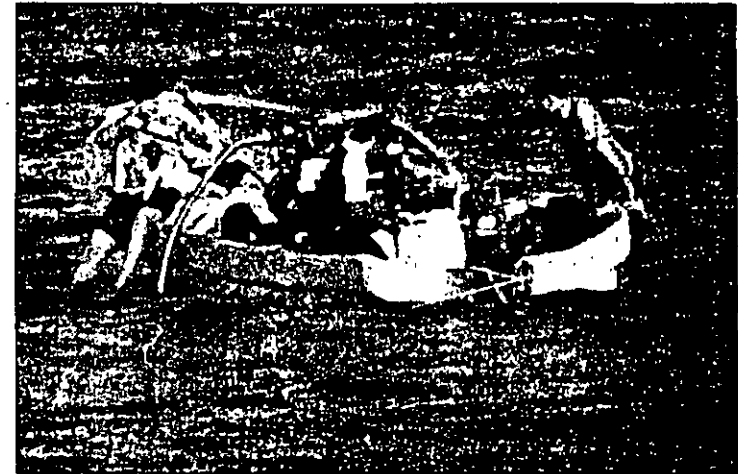
Empero, las labores de rescate iniciaron

desde principios de semana, pues es trascendental la recuperación de los litorales, que según la Profepa, el 90 por ciento de las quejas de los turistas corresponde a la falta de playas.

Los trabajos de recuperación de la playa de ese hotel concluirían en unos seis meses.

Sin embargo, empleados de ese hotel, señalaron que no es elevado el número de paseantes inconformes con el estado actual de las playas.

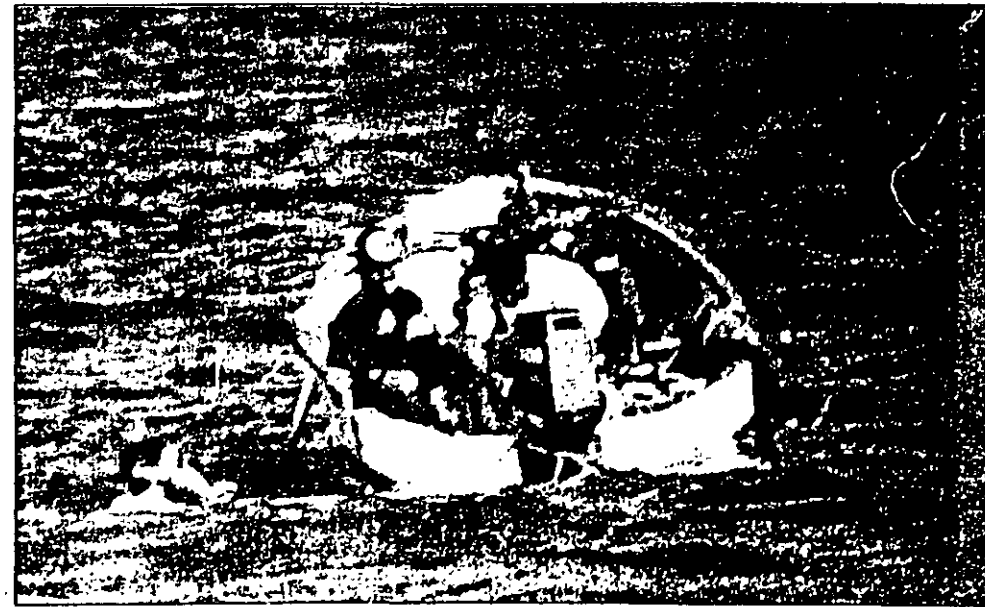
En este día, apoyados con una lancha, ubicada a 100 metros de la escasa playa, los buzos se sumergían hasta en tres ocasiones cada media hora. (Oscar Meza García)



CANCUN.- El Ingeniero Basilio Valdez Buelna (playera blanca) y su equipo tratan a diario de recuperar, poco a poco, la playa perdida.



CANCUN.- Grupos de buzos trabajan desde muy temprano en la recuperación de playas de este polo turístico, para lo cual utilizan equipos especiales.



Sand for tomorrow's castles

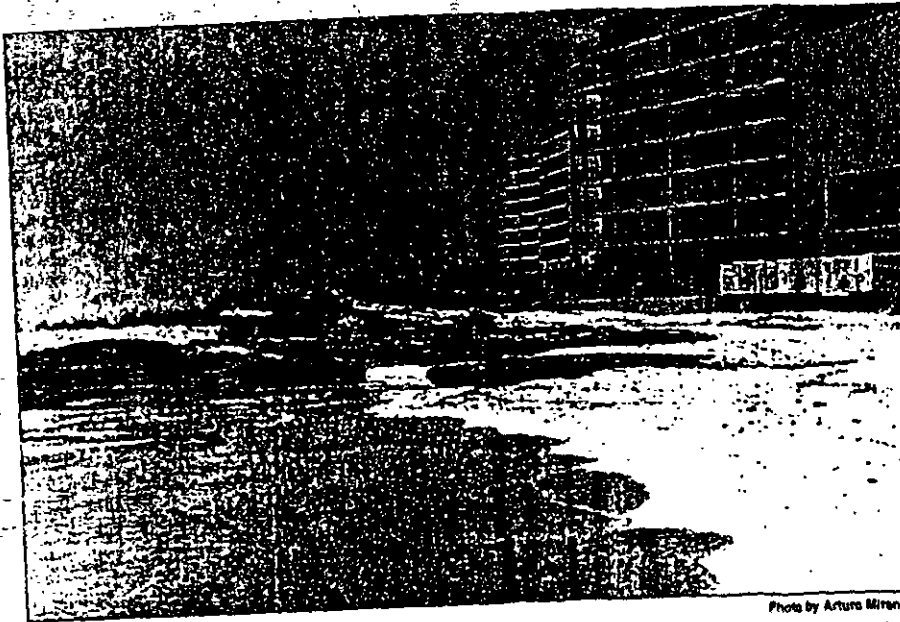


Photo by Arturo Miranda

Natural rock formations help prevent erosion along Cancun's beachfront, but a rash of storms over the years has washed much of the unique white sand into the sea.

Solutions to beach erosion pose huge challenge for hotels, conservationists

By EDWARD SMITH

Flying in to Cancun from Miami, Chicago or anywhere on the map, the view of the Caribbean Sea below is spectacular. On sunny days the water shows clear as gin, and if you look closely you can see the leading edge of the world's second largest barrier reef. Blue-green patches of living coral mark the shallow water just offshore.

What really sets this stretch of the Caribbean apart from its island neighbors is an unbroken line of white sand beach which for the most part remains isolated and undeveloped.

It's the place you've seen pictured in glossy travel magazines and brochures, where happy vacationers can build sand castles with their family, friends and lovers.

The unasked question: What if one day the beach was no more? Unless you've been coming here for years, it would be difficult to detect that Cancun's beach front has gradually grown smaller.

But it has. With the unpredictable weather condition known as El Niño lobbing storm bombs literally from Tulum to Timbuctu, beaches around the world are shrinking, and in some cases disappearing.

In Cancun, a number of hotels worried about erosion of their beachfront areas, have contracted with a company which specializes in erosion control. The restoration program currently underway is supported by a plan which calls for inserting a series of retainer panels on the ocean floor near the surf area at strategic locations.

Erosion Control SA, with corporate offices in Mexico City, has contracted with a number of well-known Cancun hotels to install the artificial reef system.

The company's project takes in All-Star Cafe, Hyatt Regency, Camino Real, and the condominiums Carisa-Palma, Krystal and Sunset. As well as Hotel Sieraton Cancun, Beach Palace Hotel, Hotel Melia Turquesa and Piramides Cancun. These hotels have contracted with the construction company with the objective of restoring sand lost to the sea over the years.

Basilio Valdez, construction superintendent with the company, said the project involves the installation of artificial panels in the surf just off the beach front. The panels, actually giant bags filled with natural sand, are staked to form a natural reef.

Work began on the reef installation the beginning of May and estimates are the project will be completed by September 30, according to Valdez.

The technique is similar in nature to the one at Puerto Vallarta in Jalisco and Ixtapa in Guerrero, both situated along the Pacific Coast of western Mexico where erosion had become a problem. Barrier systems are also being installed at beachfront properties in Veracruz on the Gulf of Mexico.



CONTROL DE EROSION, S.A. DE C.V.

Plaza de la Villa de Madrid No. 3
Col. Roma, México, D.F., 06700

Ing. Mauricio Porraz Lando
DIRECTOR GENERAL

Tel: (525) 525-18-10/11/12 Fax: (525) 208 13 88

87

Arrecifes artificiales con tecnología mexicana entre el Beach Palace y Pirámides ‘Recuperan’ una barra costera

* Más de 70 mil metros cúbicos de arena rellenados * Se sumarán más hoteles a la novedosa técnica

Por Eduardo LLiteras Senties

Más de 70,000 metros cúbicos de arena se han recuperado en la barra costera de los hoteles Beach Palace, Meliá Turquesa, Sheraton y Pirámides como resultado de los trabajos realizados por la empresa Control de Erosión para la recuperación de playas, la cual utiliza un sistema de arrecifes artificiales con tecnología desarrollada en México.

Según el director técnico de Control de Erosión, el ingeniero Alejandro Solar Shultz, los hoteles Crystal, Crown Paradise y Caribe Real se sumarán a los ya citados en la utilización de la técnica de arrecifes artificiales rellenados de arena, sistema en el que se bombea arena con todo y agua a una especie de saca del que finalmente el agua es expulsada quedando sólo la arena en su interior.

Dos semanas más de trabajos, calculó

el ingeniero Solar, les llevará para finalizar los trabajos iniciados desde mayo del presente año para la recuperación de playas, labores que se han visto dificultadas parcialmente por las condiciones climáticas.

Un promedio de dos a tres metros de profundidad se han rellenado como resultado de las obras llevadas a cabo por Control de Erosión, lo que ha fructificado en la posibilidad de caminar inclusive

hasta los arrecifes artificiales, esperándose que en breve la "parte seca de las playas sea aun más visualizable". La marejada presente en estas fechas también influye para que no se pueda observar con plenitud los resultados de la recuperación de playas, aun cuando por ejemplo, ninguno de los hoteles mencionados presenta en la actualidad los problemas de pérdida de playas que en años anteriores padecían, concluyó Alejandro Solar.

Por Eduardo LLiteras Senties

La grave erosión, por ‘rellenos’

* Junto con ciclones o huracanes, movilizan los bancos de arena

La grave erosión de playas que padece Cancún es fruto de una problemática multifactorial, en la cual interactúan fuerzas naturales (como el huracán Gilberto) y las modificaciones ambientales efectuadas por el hombre, lo que de nueva cuenta es un llamado de atención para futuros desarrollos, de forma que se busque aprender de la naturaleza y no rivalizar o confrontarse con ella.

Las playas del Estado de Quintana Roo y las de todo el mundo, están sujetas a la erosión y modificaciones constantes, en virtud de que la naturaleza se halla en movimiento (permanencia en el cambio), por lo que muchos de sus procesos simplemente escapan a cualquier intento de control del ser humano.

Las transformaciones en los patrones de las corrientes a partir no sólo de Gilberto sino a raíz de la presencia de tormentas frecuentes y normales por estas fechas, es fenómeno común que moviliza los bancos de arena de un punto a otro de la costa, explicó Miguel Navarro Mendoza, director de recursos naturales de la Dirección de Ecología Municipal. Sin embargo, la actividad humana sin el conocimiento adecuado ha coadyuvado a la erosión. Tal es por ejemplo, el aumento de la erosión eólica como efecto del surgimiento de "túneles" de viento entre las construcciones de la zona hotelera que "amplifican la potencia de los vientos", perdiéndose volúmenes importantes de arena que son arrastrados de las playas.

A ello hay que sumar la cercanía con que se construyeron muchos hoteles al litoral y la deforestación de la flora costera, añadió Navarro Mendoza, entre otros factores.

En las obras que se han añadido posteriormente, en muchos casos han provocado mayor erosión, además de que

la pérdida de vegetación (de un orden del 94 por ciento) en las dunas costeras, ha dejado a éstas desprotegidas de la acción de los vientos.

En otros países, se han presentado fenómenos similares de erosión, como es el caso de los Estados Unidos en el estado de Florida, donde inclusive las soluciones han resultado peor que la enfermedad, ya que se han aplicado técnicas equivocadas.

De tal forma, son necesarios estudios sobre los patrones de circulación de las corrientes en el litoral quintanarroense, para evitar no sólo gastos en balde sino inclusive el agravar la situación con obras sin conocimiento de causa, comentaron Navarro, Mendoza y Gerardo Gómez Nieto de la Dirección de Ecología municipal, ya que "lo que beneficia a un hotel puede afectar a otro".

El caso de Florida es emblemático ya que la utilización de "espigones" (arrecifes artificiales de piedra) dieron como resultado el beneficio para unos hoteles y para otros mayores males, por lo que son necesarios estudios profundos antes de aplicar técnicas que pueden amplificar los problemas, concluyeron.



CIRUGIA PLASTICA, ESTETICA Y RECONSTRUCTIVA

ATENCION

CANCUN, COZUMEL, ISLA MUJERES Y SOLIDARIDAD.

EL DR. AMILCAR ROSADO ALAVEZ, Cirujano Plástico certificado por el Consejo Mexicano de la Asociación Nacional de Cirujía Plástica, Estética y Reconstructiva, A.C., con 11 años de experiencia profesional y buenos resultados, se pone a sus órdenes a partir de ahora en su Consultorio de la **NUEVA CLINICA CRUZ BLANCA** de esta ciudad de Cancun, ubicada en la S.M. 63, M. "R", Lote 14, esquina con calle 11.

No se cobrarán las consultas durante este mes de octubre y los presupuestos por Cirujías Estéticas serán módicos.

Este jueves y todos los jueves se harán demostraciones y se darán orientaciones gratuitas a las 20:30 hrs sobre: ESTETICA FACIAL (cara, párpados, nariz, etc.), ESTETICA CORPORAL (busto, abdomen, glúteos, etc.) y sobre LIPOESCULTURA (liposucción y lipoinyección).

Consultas fijas. Todos los jueves de 18:00 a 20:30 hrs y con previa cita los viernes, sábados y lunes.

Mayores informes a los telex: 84-99-20 y 87-72-00

ATENTAMENTE
NUEVA CLINICA CRUZ BLANCA

Hasta entonces se verán resultados de los arrecifes artificiales: Ortega Invierno, crucial para las playas

Por Eduardo Lliteras Senties

Los resultados obtenidos hasta la fecha para controlar la grave erosión que se padece en las playas de este destino vacacional, aún están en "verbenos", ya que la época crítica de pérdida de playas inicia con la llegada de los nortes, aun cuando pudo observarse y constatare a través de diversos testimonios, mejorías importantes respecto a las condiciones del año pasado: la suerte está echada.

"La playa año con año, siempre está así, hay que esperar al invierno para ver los resultados, ya que en el verano la playa regresa y en invierno se va", comentó José Ortega salvavidas del Hotel Sheraton, quien añadió al respecto: "con el mal tiempo las playas van y vienen, por lo que

todavía no se puede decir si funcionan o no" (los arrecifes artificiales).

Para Rodolfo Mora, a raíz de los trabajos, "si se ha visto una mejoría", ya que antes inclusive "se cerró un área del restaurante que tiene Sheraton colindante a la playa, por "la fuerza del embate de las olas; sin embargo ahora se ha reabierto", abundó.

En la opinión de Porfirio Ramos Delgado, salvavidas de una larga experiencia con más de 25 años de trabajo en el área, los meses de "diciembre, enero, marzo hasta mediados de mayo", son los más críticos para la erosión de playas, en virtud de que "hay un flujo natural, que en temporada alta se lleva la arena regresándola por mayo; si hay mejoría, se verá por enero y febrero", comentó.

Según Manuel López, dedicado a la renta de viajes en paracaídas en la playa donde colindan el Sheraton y el Meliá Turquesa, "si hay mejoría en la playa; antes el agua llegaba hasta las rocas, no había arena, sólo un enorme hoyo".

Para Francisco Recobá, jefe de seguridad del Hotel Meliá Turquesa, si existe una mejoría, ya que "antes estaba cerrada el área de playa que da al Beach Palace; sólo había paso por el Sheraton".

Puntualizó, sin embargo, que "la naturaleza es difícil de predecir: las playas varían con las condiciones climáticas; ahora existen unos cuatro metros de playa", frente al Meliá Turquesa, donde además pudo constatarse los efectos de los embates marinos, al encontrarse agrietados y semi destruidos partes del muro de contención del hotel colindante con el área de playas.

"Cierta mejoría se ha notado", y ello ha coincidido con las labores llevadas a cabo por la empresa Control de Erosión, aún cuando "no se puede asegurar que se déba a esos trabajos", concluyó.

Según José Windsor Pacheco, prestador

del servicio de renta de motos en la zona ya citada, "antes no había playa en el terreno baldío entre el Sheraton y el Meliá Turquesa; ahora hay unos ocho metros de playa que inclusive llega, con variaciones, hasta Villas Plaza".

Por último, vale la pena mencionar, el que la empresa Control de Erosión "no ha cobrado nada por los trabajos que lleva operando desde hace seis meses", según aseguró el ingeniero Jaime Rodríguez Castilla, superintendente de construcción, "ya que así fue el convenio original con los hoteleros hasta que se vieran los resultados finales, los cuales estarán inclusive garantizados; hasta la fecha sólo han gastado (los hoteleros) en cubrir algunos materiales, pues así se estipuló desde un comienzo".

En un principio, "hubo la idea de dragar, pero no se llevó a efecto porque era muy costoso; vinieron gentes procedentes de los Estados Unidos y Canadá, a proponer barreras de piedra transversales", etcétera, las cuales, por cierto, no son recomendables, concluyó.

Habla el biólogo Sergio López Barba. Erosión, fenómeno común en toda la costa atlántica

Por Eduardo Lliteras Senties

La erosión de la línea de playa es un fenómeno común en la costa atlántica que continúa experimentándose en otras latitudes del planeta, estableciéndose sus orígenes no sólo en razón de los efectos que tienen diversas actividades humanas, sino en virtud del aumento del nivel del mar por obra del calentamiento global en marcha; en todo caso es importante señalar la dinámica historia de las costas, las que siempre se han movido a través de las décadas y de los siglos.

El maestro en biología Sergio López Barba, involucrado en trabajos de control de erosión en Nayarit, hizo notar el "impacto que puede tener el alza de unos pocos centímetros del nivel del mar", pues ello tiene "repercusiones notables en la línea costera, debido a la alteración de los precarios equilibrios de las corrientes oceánicas".

De tal forma, añadió, "los puntos de la costa en los que antiguamente se depositaban arenas para formar extensas playas, hoy pueden convertirse en sitios de donde el movimiento de las aguas está retirando las mismas". Las costas formadas por playas, han tenido una historia muy dinámica, siempre se han movido a lo largo del tiempo, y el tiempo humano es muy corto en relación con las temporalidades de la Tierra; sus procesos son de larga duración, el hombre apenas cuenta un par de escasos minutos en la historia terráquea.

La instalación de grandes construcciones y hoteles sobre las playas ha venido ocurriendo recientemente, y es ingenuo pensar que en su respeto, la

dinámica oceánica podría cambiar, para no alterar las líneas de playas fijadas artificialmente", comentó condescendiente López Barba.

"La costa este de los Estados Unidos, es un buen ejemplo de una larga lucha contra la pérdida de playas", que ha involucrado al "Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos", con pocos resultados y un "historial de esfuerzos fracasados".

Miami Beaches es un excelente ejemplo de los esfuerzos tan descomunales, costosos e inútiles llevados a cabo por el hombre para proteger "cuántas inversiones en peligro, ya que año con año deben acarrear toneladas de arena proveniente de otras playas para suplir aquella que el mar ha venido más allá de la plataforma continental".

Adicionalmente a ello, "se han construido grandes rompeolas y escolleras y todo ha resultado en vano", abundó el especialista con muestra realizada en los E.U.

Los ejemplos, muy localizados, de "éxito en el control de la erosión han ocurrido paradójicamente de forma accidental", comentó un tanto irónico López Barba, ya que con cierta frecuencia allí donde se han "construido marinas o se han abierto bocas para la circulación de barcos, con el pasar de los años el mar se ha encargado de azolar y tapan la navegación con esplendorosas playas".

Resultados parciales se han obtenido, con la "construcción de escolleras", sin embargo, ello ha implicado ganancia para algunos hoteles de playas y pérdidas para otros, por lo que es necesario definir con claridad quién ganancia playa a costa de quién", concluyó.



Con el mal tiempo las playas van y vienen, por lo que todavía no se puede decir si funcionan o no los arrecifes artificiales, señaló el salvavidas José Ortega. (Foto Tomás Alvarez)

Octubre 17 de 1997

COMO QUINTANARROENSE,
ME ES UNO... DAR UNA FECHA
TAN IMPORTANTE... ES EL 17
de octubre

CUANDO EL PRESIDENTE
Adolfo Ru... RECONOCIÓ
el voto de nosotras LAS MUJERES.

Hoy día, LAS MUJERES SOMOS PARTE
IMPORTANTE EN LA CREACIÓN DE LA
NUEVA VIDA DEMOCRÁTICA EN MÉXICO.

ADDY JOAQUÍN COLDWELL
Diputada Federal

Se han recuperado 12 metros

Cede el mar



Por Víctor Flores Hernández

CANCUN.- Alrededor de doce metros de playa se han recuperado frente a los hoteles que forman parte del proyecto piloto de rescate de arenales en este destino turístico, tras un avance de 78 por ciento en la colocación de estructuras que permiten restituir y estabilizar los mismos, afirmó Gabriel Juárez Popoca, director de operaciones de la empresa Control de Erosión.

Precisó que en un plazo de 20 días hábiles quedará totalmente concluido el trabajo de instalación de "arrecifes artificiales", lo que permitirá de cuatro a seis meses, de acuerdo con el compromiso contraído, conceder 22 metros de playa al hotel Meliá Turquesa, a partir de su muro de contención, y 25 metros al Sheraton, Pirámides y Beach Palace desde la línea cero de la batimetría establecida al inicio de la obra.

En un plazo de 20 días laborables los arrecifes artificiales quedarán con-

cuando se iniciaron los trabajos de rescate de playas, la empresa Control de Erosión ha podido trabajar 68 días, por lo que el plazo de 110 requeridos para la instalación de las barreras rompeolas registra un buen avance.

El director de operaciones de la obra precisó que el proyecto general del rescate de la playa frente a los cuatro hoteles consiste en la colocación de una barrera compuesta de siete arrecifes artificiales

de bolsarrocas Santainer.

Señaló que el hotel Meliá Turquesa contrató una segunda barrera anticiclónica que actualmente se concluye, misma que deberá ser requerida por los demás hoteles como medida de protección ante la temporada de huracanes. "Actualmente los trabajos, precisó, han permitido que se vayan formando bancos de arena en la orilla de la playa, lo que ha permitido el descenso del nivel de agua en once o doce metros.

Dijo asimismo que hay optimismo sobre los resultados obtenidos a la fecha, ya que en las barreras artificiales se pueden ver ya señales de vida, con la presencia de especies como langostas y pulpos, así como gaviotas sobre la playa.

Por otra parte, Juárez Popoca señaló que la empresa Control de Erosión ya realiza estudios avanzados sobre el desgaste de la playa que prevalece en la Zona Hotelera.

Estos estudios serán presentados a los funcionarios competentes ante la Secretaría para que ésta autorice el inicio de rescate

Los números del rescate

- Inicio de la obra: 1 de mayo de 1997.
 - Plazo: Seis meses para la colocación de barreras.
 - Objetivo: Rescate y estabilización de 20 metros de playa como mínimo.
 - Método: Instalación de arrecifes artificiales.
- Krytal y Crown Pattinso
Proyecto: Rescate Integral de toda la playa de la Zona Hotelera de Cancun.