

60
2e.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE INGENIERIA CIVIL, TOPOGRAFICA Y GEODESICA

“PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO E
INSTALACIONES PARA MUELLES”

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
PRESENTA
FERNANDO GUILLERMO GONZALEZ AGUIRRE



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

5.3. Cabezales y pantallas	112
5.4. Tipos de defensas y dispositivos de amarre ..	118
CAPITULO VI INSTALACIONES Y SERVICIOS REQUERIDOS EN	
UN MUELLE	124
6.1. Instalaciones de apoyo	124
6.2. Servicios requeridos en un muelle	127
6.3. Servicios auxiliares	132
CAPITULO VII MATERIALES CONSTRUCTIVOS EMPLEADOS	134
7.1. Materiales necesarios para la construcción de muelles	134
7.2. Agentes inclusores de aire para concreto.....	138
7.3. Acero de refuerzo	139
7.4. Maderas.....	146
CAPITULO VIII CONCEPTOS Y COSTOS DE LOS MUELLES	149
8.1. Conceptos básicos para la determinación de los muelles	149
8.1.1. Costos directos	151
8.1.2. Costos indirectos	165
8.1.3. Utilidad	167
8.1.4. Cargos adicionales	167
8.2. Elaboración de precios unitarios	171
8.2.1. Especificaciones generales	171
8.2.2. Planos arquitectónicos, Estructurales y de Detalle	172
8.2.3. Ejemplos de un análisis del costo de una hora máquina directo	174
8.2.4. Cálculo de un costo básico	175
8.2.5. Análisis de precios unitarios	177
8.2.6. Integración del presupuesto total	185
8.2.7. Cuantificación de obra	187
CAPITULO IX CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	188
B I B L I O G R A F I A	192

CAPITULO I

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

Los adelantos tecnológicos de los últimos años hacen indispensable la planificación global del Sistema de Transportes de los países en desarrollo como lo es el nuestro, a fin de lograr un equilibrio entre las capacidades de las diversas partes del sistema. En la esfera del Transporte Marítimo es posible, por lo que respecta a los movimientos de carga, incluir en un plan coordinado las instalaciones de infraestructura portuaria, como son los muelles, instalaciones y los servicios requeridos.

La Planeación Portuaria es el instrumento principal para llevar a cabo las estrategias de rehabilitación y modernización de un puerto. Esta se compone de una etapa de previsión de la demanda a la que estará sujeta la economía nacional y que influirá directamente en los proyectos de infraestructura. En la segunda etapa, se realizan los estudios físicos necesarios para poder determinar cuál es la alternativa de proyecto más idónea desde el punto de vista económico y operacional. Por último, se concibe un programa de construcción de obra, el cual incluye las instalaciones y los servicios requeridos por los usuarios.

Nuestro país cuenta con los recursos suficientes para su desarrollo económico, ya que se tiene los recursos técnicos y humanos para la ejecución de obras de infraestructura portuaria, como son las obras de atraque. Existen en gran parte del territorio nacional, bancos de explotación de materiales, se cuenta además, con plantas de trituración para la clasificación de dicho material, se tienen, también, las suficientes fábricas para la elaboración de varillas y cementos, lo cual es muy importante, ya que no es necesario hacer ningún tipo de importación de materiales.

En estos días, lo que ha sido difícil y costoso es la modernización y construcción de nuevos muelles, esto debido en gran parte al índice inflacionario en que se encuentra el país. Sin embargo, uno de los objetivos del gobierno federal es el de hacer posible la realización de obras de atraque, ya que a través de ellas se lleva a cabo el enlace de los modos de transportes, originándose así, en consecuencia el desarrollo económico.

En la gran mayoría de los Puertos Nacionales, la Subestructura de sus Muelles es a base de pilas, pilotes y muros, ya sean de concreto, acero o madera, y una Superestructura que por lo general están -- construidas con losas de concreto armado para embarcaciones de gran envergadura y de estructuras de acero y madera en muelles pesqueros y pasarelas para pasajeros.

El presente trabajo, pretende mostrar en forma general la infraestructura que se requiere para la construcción de muelles, ya sean --

-petroleros, graneleros, pesqueros, turísticos y otros, así como las diversas instalaciones y servicios que se requieren para su buen funcionamiento.

En la primera parte se exponen los diferentes tipos de muelles y su respectiva clasificación. De igual manera, se abordan en forma general, los elementos que conforman la Subestructura y Superestructura del muelle, describiéndose el procedimiento constructivo de algunos de estos elementos.

Como una segunda parte a desarrollar, se hace mención de los diferentes tipos de materiales que se emplean en la construcción de este tipo de obras, además de realizar un análisis de costos de los conceptos que con mayor peso repercuten en la integración de un presupuesto para dicha obra. Asimismo, se hace referencia a la importancia que tienen las instalaciones y los servicios complementarios, tales como los de avituallamiento, energía eléctrica y abastecimiento de agua potable entre los más importantes.

C A P I T U L O II

"TIPOS Y PARTES QUE CONSTITUYEN UN MUELLE "

2.1.- DEFINICION.

Los muelles son una serie de instalaciones que se construyen con la finalidad principal, de que la embarcación obtenga las mejores condiciones para la operación de atraque o desatraque y realizar los diferentes movimientos de mercancías, siendo además, el vínculo del Transporte Marítimo y Terrestre.

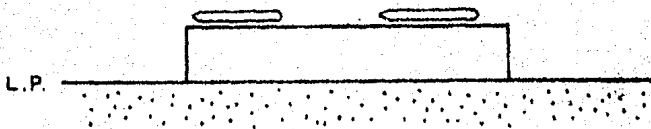
2.2.- CLASIFICACION DE LOS MUELLES.

La clasificación de los muelles son de muy diversas maneras; atendiendo a su forma física o geométrica; en relación a la función o destino que cumplirán; de acuerdo a la forma de contención y en función de la solución estructural.

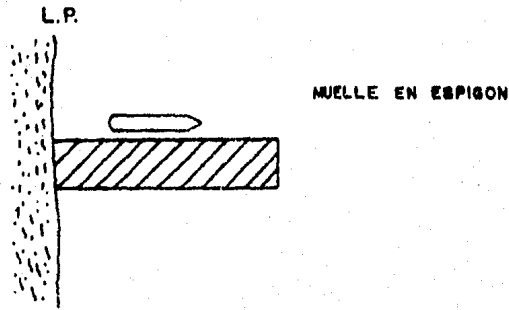
2.2.1.- TIPOS DE MUELLES DE ACUERDO A SU FORMA FISICA Y GEOMETRICA.

Esta clasificación es muy obvia, ya que la misma geometría o disposición de las obras es la que las define; se tienen en general, los siguientes tipos:

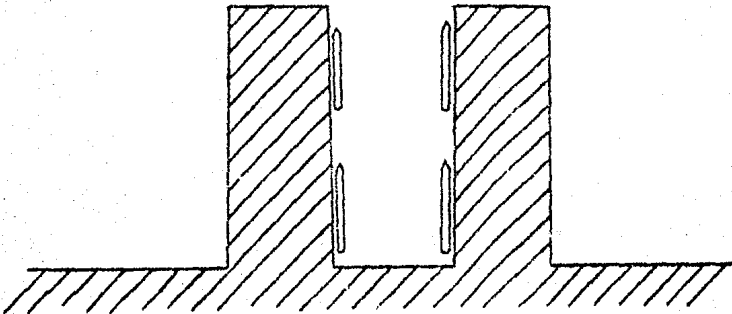
MUELLES MARGINALES O DE RIVERA. - Su disposición es paralela a la línea de la costa o de la margen de un río y las embarcaciones pueden atracarse longitudinalmente una a continuación de otra, dejando entre ellas una manga, para darles seguridad en la maniobra. Esta construcción se realiza generalmente, al planearse un muelle para Terminal de Pasajeros o cuando se tiene que cargar o descargar al barco cerca de las bodegas mediante grúas y transportadores.



MUELLE TIPO ESPIGON. Son alineaciones normales u oblicuas a la línea de costa; pueden tener diversas variantes en su forma (L,T) o bien ser múltiples (tronco común y ramas arrancando de él), como en el caso de muelles deportivos. Por lo general se construyen a base de enrocamiento y costales rellenos de enrocamiento (bolsacreto), su objetivo principal es evitar que se añele la zona de operación, deteniendo los arrastres litorales.

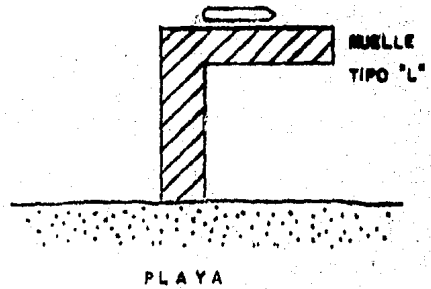
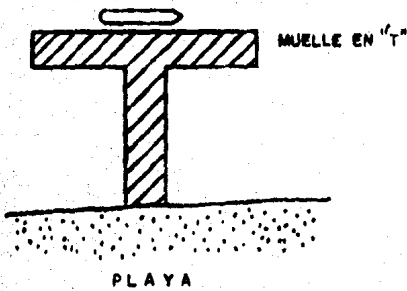


MUELLE EN PEINE.- A este tipo de muelle también se le conoce como gemelo, se le utiliza en algunos puertos que tienen bastante carga de transbordo de comercio exterior, esta constituido a base de espigones -- formando canales por ambos lados y dando una rapidez en la descarga.

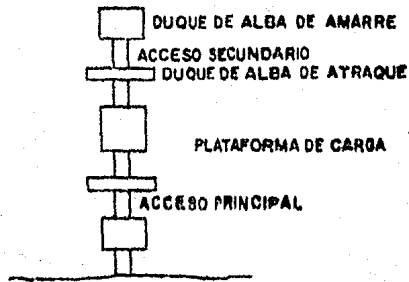


MUELLE EN FORMA DE "T" Y "L".- Estos estan contruidos de una pasarela (la parte perpendicular a la costa o a la rivera del río) y el atracadero propiamente, paralelo a la margen del río o de la costa. Se construyen de esta manera cuando se requiere alcanzar ciegos

tas profundidades que no es posible tener cerca de la costa por la dificultad que pudiera haber para dragar los fondos, resultando de este modo más económico construir este tipo de estructuras.

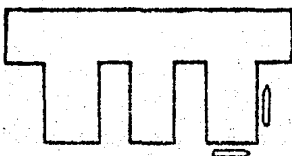


TIPO PANTALAN.- Se puede decir que son espigones aligerados que sirven de unión entre tierra y la estructura de atraque propiamente dicha.

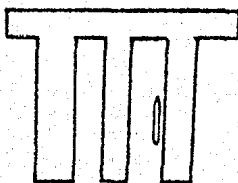


DUQUES DE ALBA.- Son estructuras de atraque o amarre aislados, diseñadas para el atraque o amarre de las embarcaciones, unidas mediante pasarelas o embarcaciones de servicio.

MUELLE CUADRADO.- Su relleno sólido soporta cargas en cubierta sin estructuras costosas, las zonas hacia tierra son accesibles para el almacenamiento y circulación de vehículos; permite la utilización de material de relleno sobrante.



MUELLE EN ANGULO RECTO.- Son atracaderos a lo largo de la costa, donde el agua profunda se localiza a gran distancia de la costa.

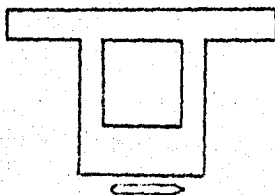


MUELLE EN ANGULO AGUDO.- Su longitud de acomodamiento para una longitud determinada de línea de costa es grande. Este sistema tiene el costo relativamente más bajo por atracadero, el espacio entre los atracaderos-

es limitado y se suma a la densidad del movimiento portuario el cual reduce la amplitud del canal de navegación.



MUELLE TIPO "U".- Son atracaderos dentro de la costa cuyo objetivo principal es facilitar la circulación de los vehículos sobre las plataformas de trabajo.



En general el uso de uno u otro dependerá de diversas circunstancias, entre las que se pueden señalar: en torno físico del puerto (por ejemplo un fluviomarítimo);- disposición de las dársenas; calado y tipo de producto -- por manejar.

2.2.2.- DEBIDO A SU FUNCION O DESTINO.

En este caso la clasificación se avoca a la función específica que deberán cumplir; es decir, el uso al que estén destinados en relación a las mercancías por mover, teniéndose:

MUELLES COMERCIALES.- Dependerán del grado de especialización.

- Carga general
- Graneles sólidos
- Graneles líquidos
- Contenedores

MUELLES PARA PASAJEROS.- Son los destinados para recibir cruceros, transbordadores y yates deportivos.

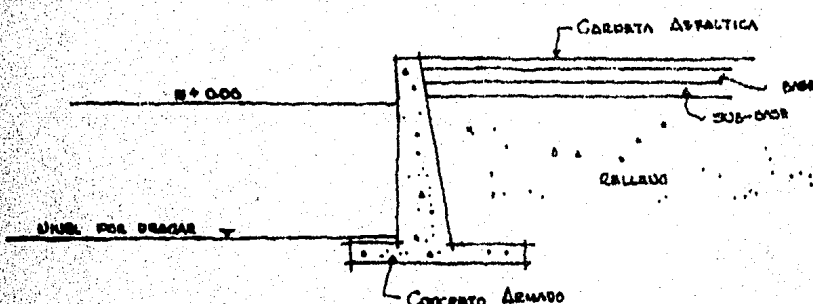
MUELLES PESQUEROS.- Estos muelles están diseñados para recibir embarcaciones mayores como los balleneros o atuneros y otros barcos de menor calado como los camareros, sardineros, etc.

Aunque, evidentemente, se pueden proyectar muelles polivalentes, el destino siempre marcará el carácter del muelle y muy especialmente la disposición y dotación de su plataforma de operación y zona de depósito.

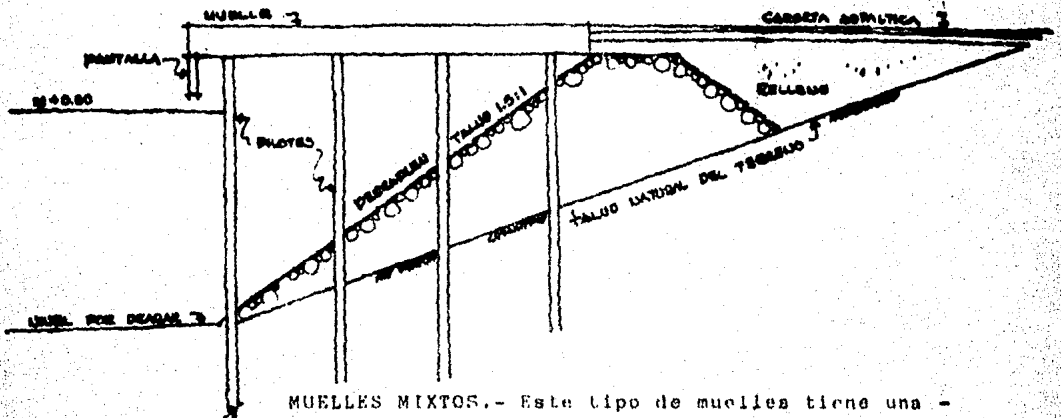
2.2.3.- FORMA DE CONTENCIÓN.

Tomando como base el sistema mediante el cual el muelle hará la contención de la tierra, éstos se pueden dividir en tres clases:

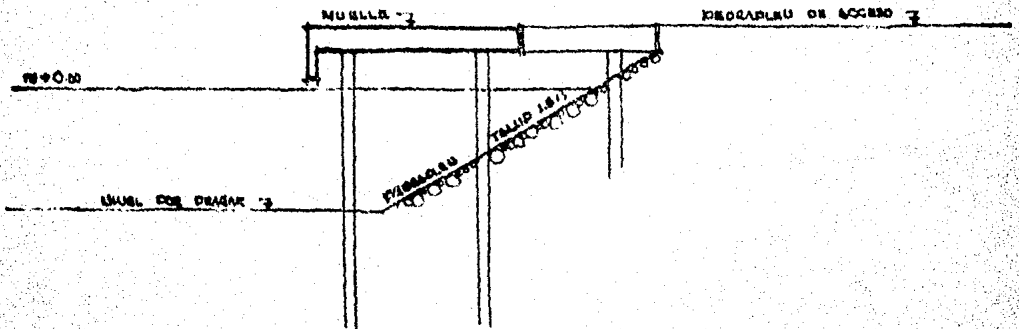
MUELLE DE CONTENCIÓN.- Este muelle detiene directamente al relleno mediante un paramento vertical, como se muestra en la figura.



MUELLE DE TALUD.- Aquí el terreno queda en su talud de equilibrio protegido por enrocamiento, y por medio de una plataforma se construye la horizontal hasta tierra:



MUELLES MIXTOS.- Este tipo de muelles tiene una parte de terreno a talud y otra parte tiene un paramento vertical para contener el terreno, como se muestra en la figura.



2.2.4.- SOLUCION ESTRUCTURAL.

Esta clasificación corresponde propiamente a la etapa de diseño, en donde se define la solución estructural del muelle.

En forma global, se puede decir que una clasificación en este sentido obedecería a la forma en que las estructuras resisten y transmiten al terreno las fuerzas que sobre ellas actúan, lo cual está determinado por las condiciones geotécnicas del lugar. Así, por ejemplo, si el suelo de cimentación tiene características geotécnicas altas (rocas, boleos, arenas densas), lo normal es acudir a soluciones de cimentación superficial; en este caso los esfuerzos verticales se transmiten directamente al terreno y los horizontales se resisten por el rozamiento muelle terreno, requiriéndose por tanto, un peso importante en el muelle, llamándose también por ello muelles de gravedad. Si, por el contrario, el terreno es de características geotécnicas bajas (arenas flojas, fangos, etc.), sin capacidad de carga adecuada, es necesario acudir a soluciones de cimentación profunda; las acciones verticales se transmiten a las capas resistentes más profundas (cimentación por punta) o bien se resisten por rozamiento -- (por fuste); las cargas horizontales se resisten por acciones horizontales del terreno. Dado que normal--

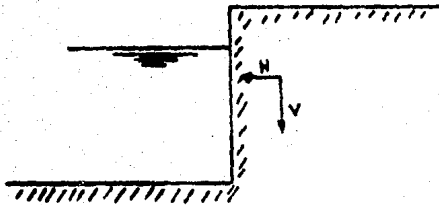
mente las cimentaciones superficiales resultan más económicas, en algunas ocasiones se opta por una solución "mixta", ver figura (1).

A su vez, los diferentes tipos de soluciones estructurales, pueden dar lugar a que se clasifiquen también en base a su forma de contención, puesto que como se menciona en las siguientes definiciones un muelle de gravedad, por ejemplo de bloques, también lo será de contención y un muelle de cimentación profunda, por ejemplo pilotes, podrá ser a talud o mixto.

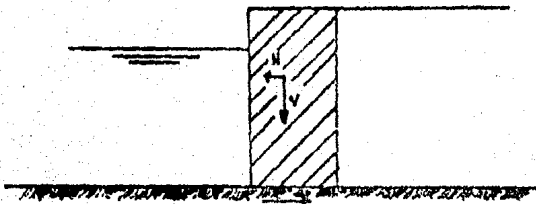
MUELLE DE CIMENTACION SUPERFICIAL. - Este tipo de solución puede tener diferentes tipos de estructuras; las más comunes se mencionan a continuación:

- Muelle macizo "insitu". - Este tipo de estructura se aplica a muelles de poco calado (2 ó 3m), ya que en caso contrario su solución resulta antieconómica. Su construcción consiste en colocar cimbras laterales atirantadas que se apoyan sobre el enrase hecho al propósito, para después rellenarlos con concreto "insitu". Las cimbras pueden ser recuperables (metálicas generalmente) o perdidas (prefabricados de concreto); pueden ser continuas, cuando van a contener relleno o de pilas con trabes de unión en la parte superior. figura (2).

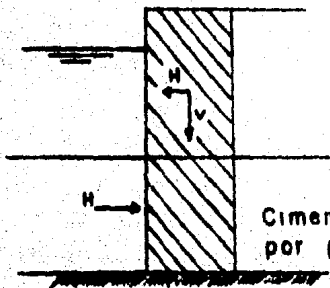
FIGURA No. I TIPOS DE CIMENTACIONES



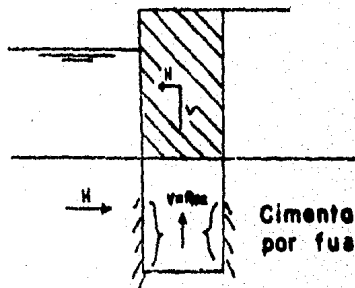
Acciones sobre el muelle



Cimentacion superficial

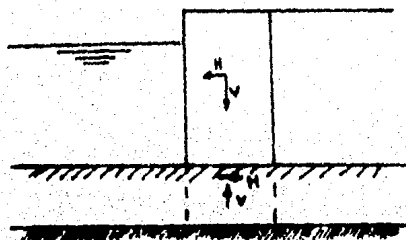


Cimentacion
por punta



Cimentacion
por fuste

Cimentacion profunda



Mixto

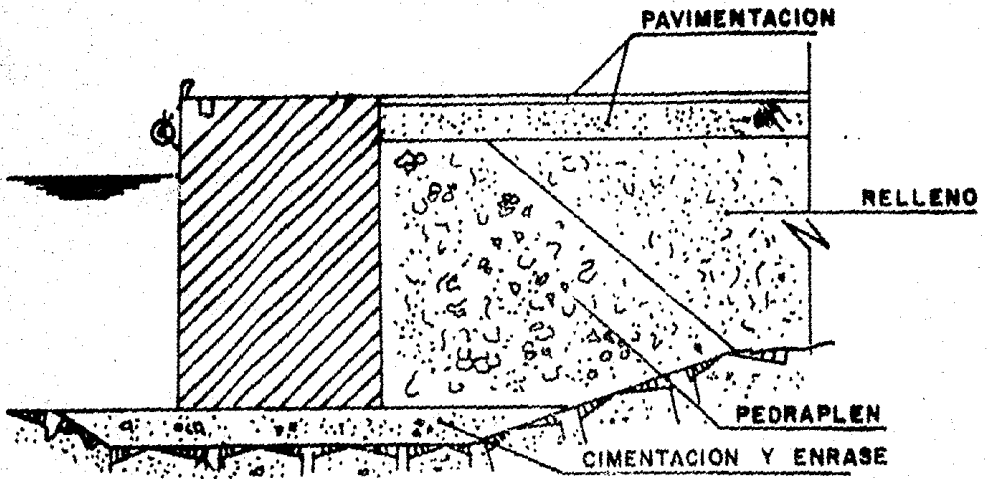


FIGURA No. 2
MUELLE MACIZO
" IN SITU "

- Muelle de bloques.- Este tipo de muro, que se muestra en la figura (3), requiere unos cimientos firmes, no erosionables, preferiblemente de piedra o arcilla dura, -- puede utilizarse una capa de piedra sobre suelo fragmentado para impedir la socavación.

El muro puede construirse con bloques separados colados generalmente bajo el agua. Entre las posibles variantes cabe citar la disposición homogénea de los bloques en la que éstos se colocan en hiladas horizontales, la disposición de los bloques en capas, en la que los bloques se van dispuestos en un plano inclinado, lo cual permite que el muelle se adapte al asentamiento del terreno, a la utilización de bloques huecos, que reduce el peso de elementos que han de manipularse. Si el muro puede construirse en seco, es muy adecuada la construcción con hormigón en masa.

Los cajones de hormigón pueden utilizarse para la construcción de los muros de muelle bien transportando por flotación los cajones prefabricados hasta el lugar donde han de colocarse y hundiéndolos luego bien construyendo cada cajón en su posición definitiva y excavando de modo que se hunda hasta el nivel deseado.

Muro de contención de bloques

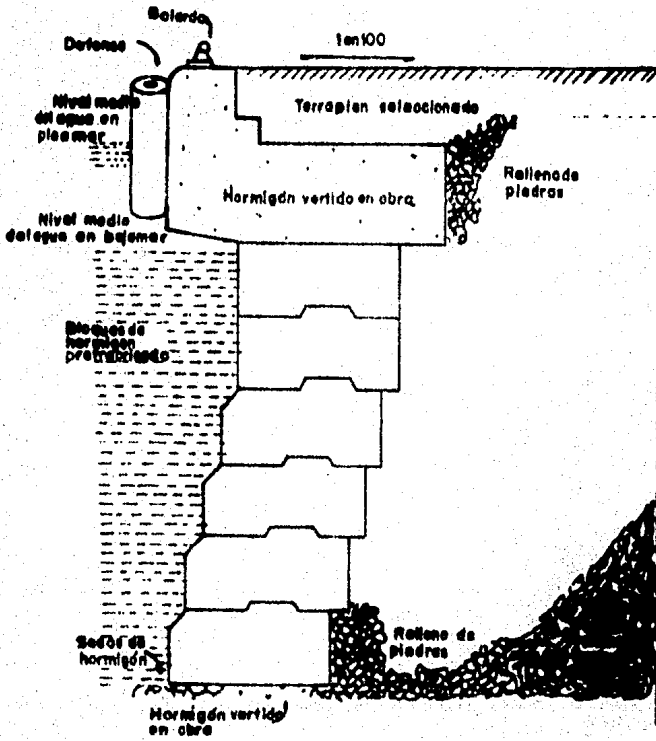


FIGURA. Nº 3

La conveniencia de cada uno de estos muros de gravedad depende mucho, como ya se menciono anteriormente de las condiciones del suelo. Generalmente sólo se utilizarán bloques y cajones flotantes cuando el muelle se construya en aguas cuya profundidad se aproxima a la profundidad de dragado definitivo. Puede construirse un cajón en su posición definitiva cuando el muelle está entonces en tierra firme y cuando el terreno por encima del nivel de dragado es blando.

- Muelle de cajones.- Estos estan constituidos por cajones de concreto armado y en ocasiones pretensado, dentro de los cuales existen una serie de celdas que permiten su relleno para dar estabilidad.

Técnicamente este tipo de solución es mejor que la de bloques, debido a que permite una mejor distribución de cargas al ser más monolíticos. Si se trata de una sección con dos celdas en el sentido transversal, se recomienda que la más pegada al paramento de atraque de relleno de concreto y la posterior de cualquier árido; esto tiene la ventaja de que puede evitar dañar al muelle, puesto que es en la parte delantera en donde podría golpear alguna embarcación.

En general se puede decir que este tipo de mue-
lle es adecuado para cualquier calado.

Los cajones normalmente se construyen en algún-
sitio adecuado y una vez terminados se llevan flotando --
(con cierto lastre, para evitar el vuelco) hasta el sitio-
de su colocación, en donde se fondean y posteriormente se
rellenan para soportar los empujes del relleno; posterior-
mente se procede a colocar el "tapón" de concreto en la --
parte superior, al igual que en el caso de los bloques. --
ver figura(4).

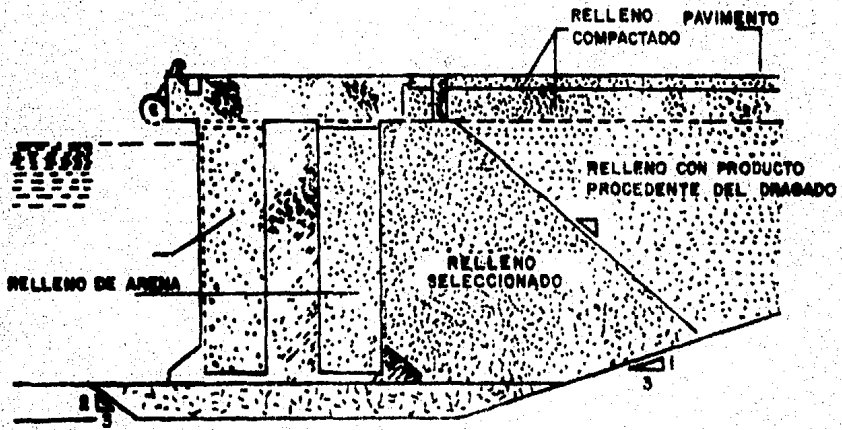
Respecto a la geometría de los cajones, aunque-
técnicamente puede ser cualquiera, las más comunes son:

Celdas circulares: Son ideales desde el punto-
de vista estructural, ya que todo el concreto trabaja a --
compresión; consumen mayor volumen de concreto y su cons-
trucción es relativamente más complicada.

Celdas rectangulares: Se requieren concretos -
de mayor resistencia y más armados; su construcción es más
fácil y requieren menor concreto.

Cajones mixtos: Son una combinación de los an-
teriores, con celdas de paredes circulares en el exterior;

FIGURA No. 4



MUELLE DE CAJONES

trabajan mejor en la fase constructiva al resistir los empujes de agua con secciones circulares, pero en la fase de relleno sucede lo contrario.

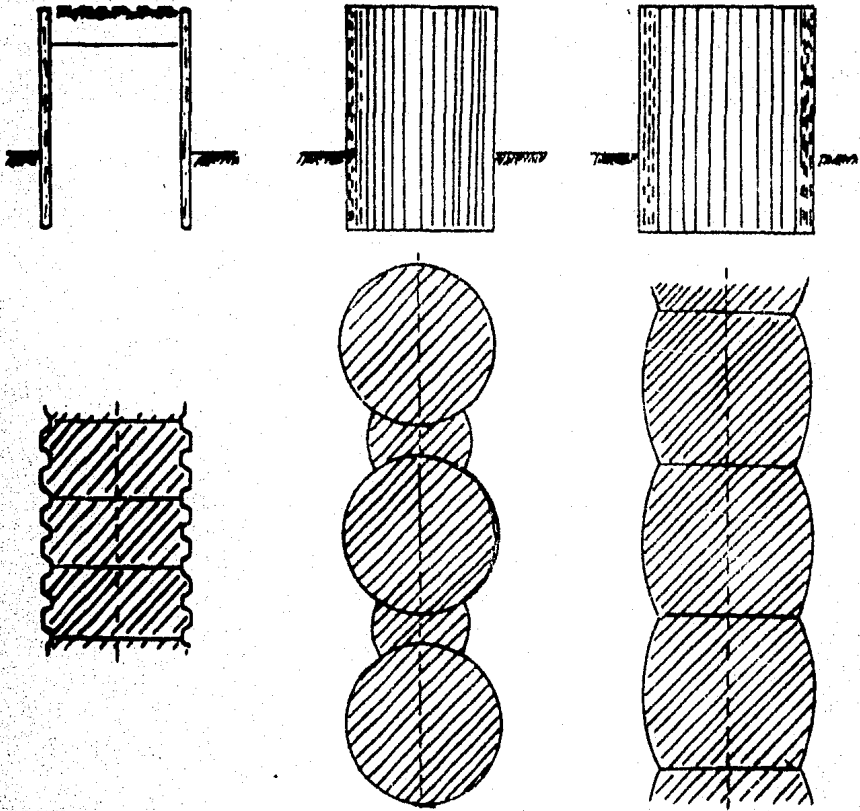
- Muelles de recintos de tablestacas.- Se forman con tablestacas hincadas componiendo recintos rectangulares, que se rellenan posteriormente de áridos y se coronan con un tapón de concreto, formando en su conjunto un muelle de gravedad, Figura(5).

- Muelle de pilas.- Las pilas utilizadas para la cimentación de muelles son semejantes a las empleadas en la construcción de puentes; su uso queda restringido por razones económicas y por la calidad del suelo.

Ya se menciona que si el terreno es un material de fondo compacto, ya sea arena cementada, arcilla rígida o roca, o bien si dicho material compacto le sobrepasa un manto de material suelto o suave de poca potencia, entonces, no es posible efectuar hincado de pilotes, por lo que hay que recurrir a un tipo de subestructura a base de pilas de concreto reforzado o metálicas que se empotren o se apoyen por superficie en la capa de material compacto. ver figura(6).

Las pilas de concreto pueden ser coladas en el lugar-

FIGURA No. 5



MUELLE DE
RECINTOS DE TABLAESTACAS

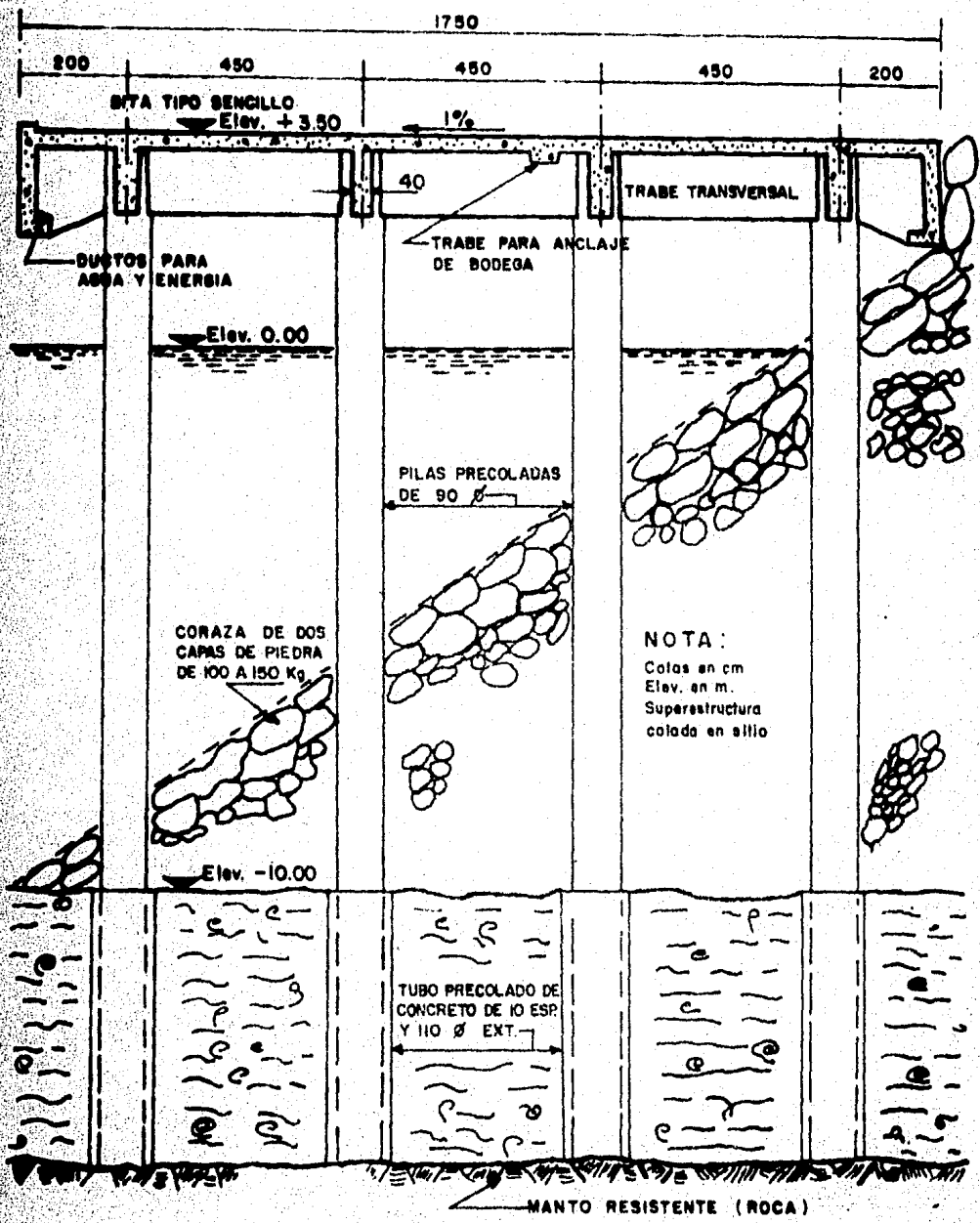


FIGURA No. 6
MUELLE DE CONCRETO SOBRE PILAS

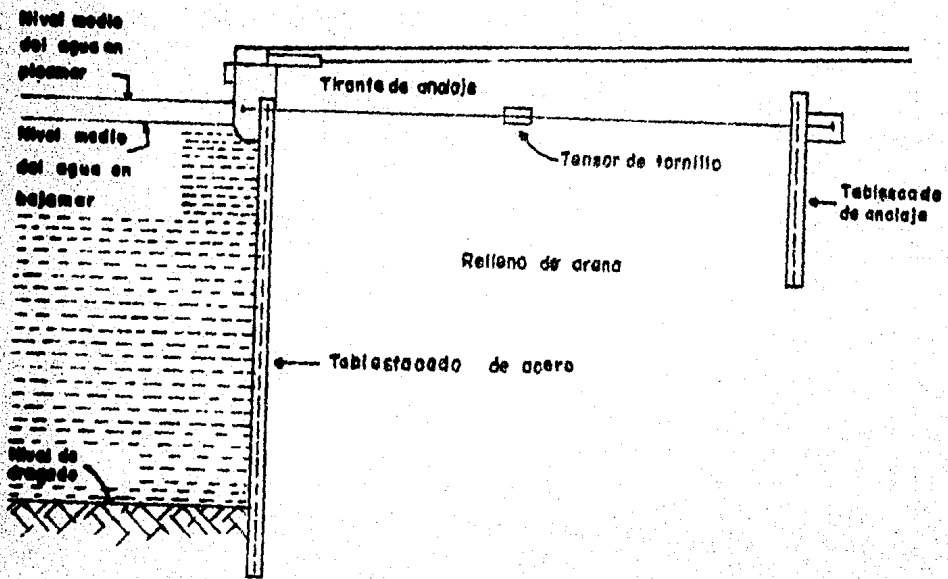
o bien precoladas, y es necesario preparar su desplante con una perforación previa en el estrato duro cuya profundidad dependerá de las condiciones de apoyo que se hayan considerado en el cálculo para dichos elementos, con objeto de garantizar la estabilidad del muelle (empotradas, articuladas o bien apoyadas simplemente en el estrato resistente).

MUELLES DE PARAMENTO VERTICAL.- Este tipo de solución se aplica a los muelles que tienen cimentación relativamente profunda y que, además presentan una pared vertical para el atraque de los barcos; las soluciones más usuales son:

- Muelles de tablestacas ancladas.- Los muros de contención hechos de tablestacas de acero ancladas, que se muestran en la figura(7) se han utilizado frecuentemente como muros de muelles y deben recomendarse especialmente cuando la altura del muelle no tiene que ser excesivamente grande y cuando el suelo es de arena de densidad media.

Las tablestacas son perfiles laminados especiales que tienen sus bordes adaptados para unir los elementos entre sí, formándose de esta forma una pantalla continua; su clasificación depende fundamentalmente de su forma, teniendo en primer término las no planas (U, Z, S, etc), que dan un momento de inercia grande para resistir la flexión y --

Fig. no.7- Tablestacado de acero anclado.



las planas que resisten mejor la tracción. figura(8).

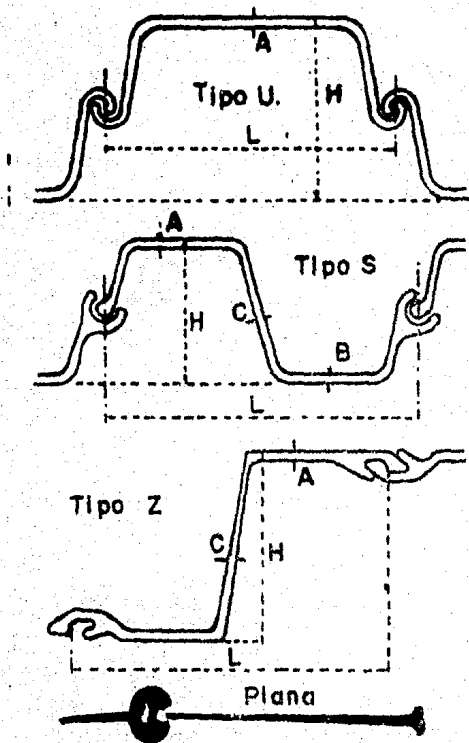
Pueden obtenerse muros de muelle de mayor altura utilizando las tablestacas metálicas compuestas y las secciones de tablestacas en H; en este tipo de muro pueden utilizarse tablestacas de hormigón y, en muchos países donde el costo del tablestacado metálico es alto porque hay que importarlo, el hormigón permite hacer economías considerables.

Sin embargo, las tablestacas de hormigón son más pesadas, más difíciles de hincar y hay problemas para lograr que la arena no se escape entre ellas, de modo que todavía puede justificarse el precio de compra del tablestacado metálico.

MUELLES DE CIMENTACION PROFUNDA Y A TALUD.- En este caso las cargas son transmitidas a estratos-resistentes y los rellenos no son contenidos propiamente por la estructura, utilizandose un talud normalmente protegido desde el paramento de atraque hasta la liga con tierra firme.

- Muelles de pilotes.- Los pilotes pueden ser de múltiples tipos, atendiendo a su geometría y material del que se componen. ver figura(9). Los materiales típicos ---

FIGURA Nº 8



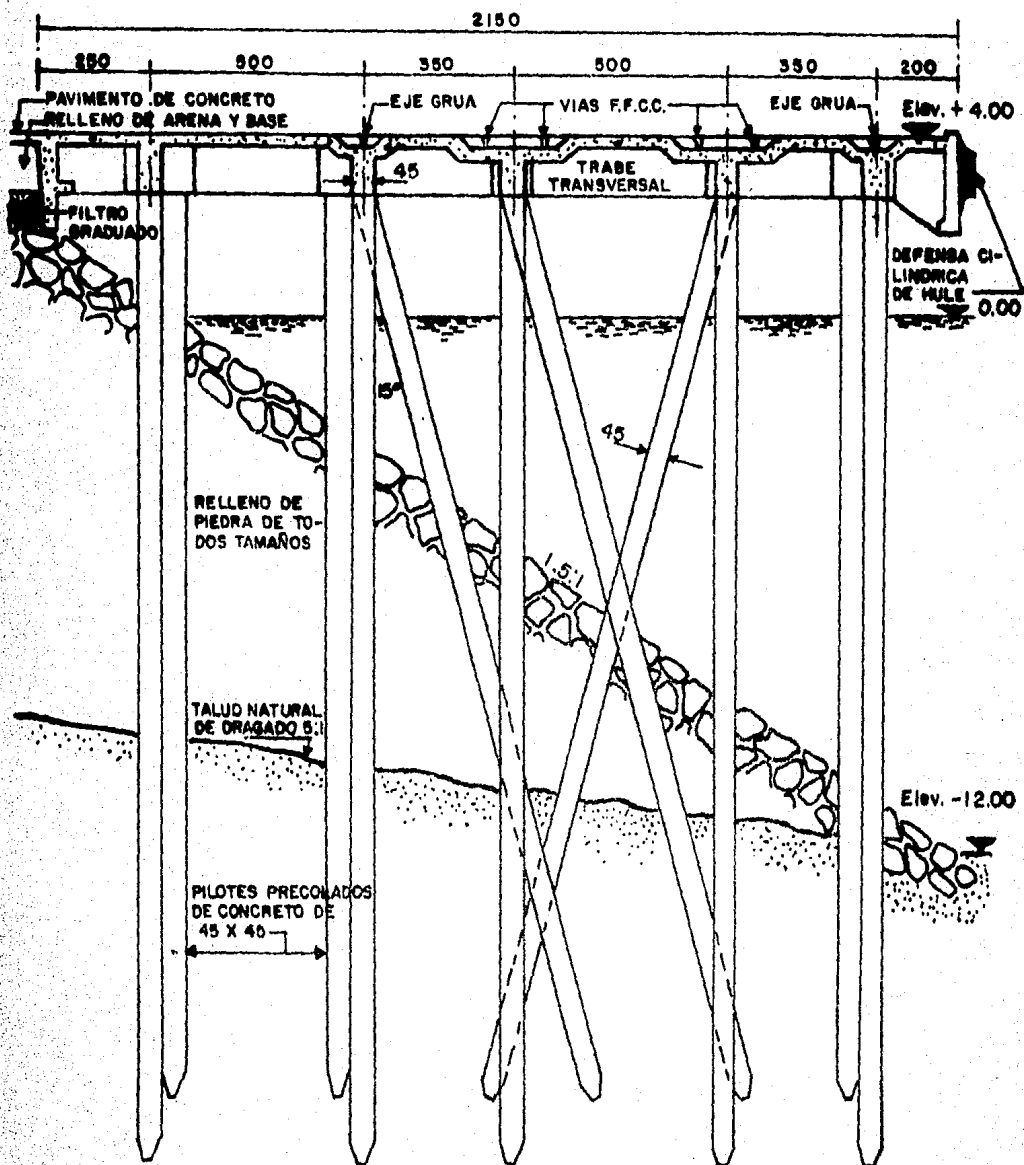
TIPOS DE TABLESTACAS

cos son concreto armado o pretensado, metálicos y madera tratada, aunque la durabilidad de estos es menor, empleándose principalmente en obras de segunda importancia. Los de concreto tienen casi siempre una sección cuadrada; en los metálicos la sección es tubular y circular en los de madera.

Siempre que se pueda, es conveniente hincar los pilotes hasta alcanzar la capa de terreno resistente (cimentación por punta), pero si dicha capa no existe o está muy profunda, se deberán dejar trabajando por rozamiento. En el primer caso, la cimentación es más firme y los asentamientos menores, mientras que en el segundo la cimentación es "flotante" con posibilidad de mayores asentamientos.

La geometría típica de un muelle de pilotes consiste en un tablero de un ancho adecuado, con un talud -- por debajo de él, no permitiéndose que el pie del talud sobresalga del tablero, a menos que las condiciones de caudal lo permitan; los pilotes se empotran a este tablero. figura (9).

En la parte trasera se dispondrá de un faldón o elemento de cierre para contener los rellenos, de cuyo pie sale el talud.



NOTA:

Cotas en cm.

Elev. en m.

Trabes y pataños precolados,
losa colada en sitio

FIGURA No. 9

MUELLE DE CONCRETO SOBRE PILOTES

La altura de este faldón trasero dependerá del ancho del muelle y de las cotas de coronación y calado, así como de las características geotécnicas del material de talud. Hay ocasiones en que el faldón es una estructura del muelle (muro, pantalla, etc.).

Lo que se acaba de describir corresponde a muelles sobre pilotes continuos y con rellenos en su parte posterior; cuando se trata de muelles tipo pantalán la obra se limita a un tablero apoyado sobre pilotes.

Los pilotes pueden ser verticales, en cuyo caso, las acciones horizontales, se resisten por flexión pura de los pilotes; también pueden ser inclinados y las cargas horizontales son absorbidas en gran parte por el "par" que se forma, es decir compresiones y tracciones de los pilotes. Los taludes empleados en los pilotes son normalmente entre 1:3 y 1:4 .

2.3.- PARTES DEL MUELLE

Las partes principales que constituyen un muelle son la subestructura y superestructura.

2.3.1. SUBESTRUCTURA.

La subestructura esta constituida en dos clases generales que son:

- Pilotes de carga y pilas
- Tablaestacas o muros.

2.3.2. SUPERESTRUCTURA.

La superestructura esta formada básicamente por:

- Losas de concreto
- Losas planas de concreto
- Trabes principales
- Trabes secundarias
- Cabezales
- pantallas
- Sistemas de defensas
- Dispositivos de amarre

C A P I T U L O III

"INFRAESTRUCTURA DEL MUELLE"

La infraestructura de un muelle consta de dos partes fundamentales:

- Subestructura y Superestructura.

3.1. SUBESTRUCTURA.

La subestructura en los muelles, es la parte encargada de transmitir las cargas al terreno. Generalmente la subestructura en las obras marinas están compuestas de elementos profundos, como son los pilotes de carga, tablas o muros y pilas.

La subestructura depende de tres consideraciones básicas para su diseño. primero, propiedades del suelo; segundo, tipos de pilotes y dimensiones de los pilotes así como su equipo de hincado; tercero, su capacidad de carga del pilote.

3.1.1. SELECCION Y TIPO DE PILOTES.

Deben considerarse los factores siguientes cuando se elija el material del pilote: La duración requerida, el carácter de la estructura, la disponibilidad de los materiales, el tipo de carga, los factores que causan el

-deterioro, el mantenimiento al cual van a estar sujetos, los costos estimados de los diferentes tipos de pilotes, tomando en consideración el costo inicial, la duración esperada y el costo de mantenimiento.

PILOTES DE CARGA :

Los pilotes de carga se clasifican por lo general según la clase de material de que están contruídos - los mismos. Los tipos más comunes de pilotes de carga son los de madera, de concreto precolado, metálicos y los pilotes compuestos.

PILOTES DE MADERA.- las propiedades de los pilotes de madera incluyen la resistencia y rectitud necesaria para soportar las operaciones de hinca y el peso de las estructuras que se construirán sobre los mismos y en algunos casos para resistir esfuerzos de flexión.

Los pilotes de madera, debido a su forma cónica son particularmente eficientes para soportar cargas por fricción. La madera que es posible utilizar en obras marítimas en México sin ser tratadas son: Palo amarillo, culebro, pucte, chijol, mangle, zapote, yavín - chicozapote, bracelete, etc.

Embarque y Manipulación.- Los pilotes de menos de 18 m. de largo pueden embarcarse fácilmente en transportes terrestres, son relativamente ligeros y tienen una buena resistencia a la tensión. Su alta resistencia a la tensión permite que sean extraídos para volver a unirlos.

Hincado.- Los pilotes de madera no soportan un hincado intenso y en consecuencia debe limitarse la energía del martinete. Si se hinca en un material que contenga grava compacta pueden aplastarse y por consiguiente se presta a confundir la penetración con lo que hayan cedido.

Ajustabilidad de la longitud.- Los pilotes de madera son fáciles de cortar cuando no penetran hasta la profundidad de diseño o si quedan cortos se puede hacer el empalme de dos tramos para seguir el hincado hasta la profundidad requerida.

Resistencia.- La resistencia de los pilotes de madera es debido a su densidad, la estructura de sus nudos, la inclinación de grano y la rectitud de la pieza, más que la especie del árbol. Los pilotes de madera se emplean con mayor provecho como pilotes de fricción, su sección transversal pequeña los hace menos apropiados para trabajar con punta. Los pilotes de madera soportan por lo común cargas de 25 a 35 ton. en buenos suelos.

Durabilidad.- El reemplazo de los pilotes usualmente es difícil y costoso por lo cual deben elegirse con cuidado tomando en cuenta el lugar y la vida útil que se espera de ellos. Los pilotes quedan sujetos al ataque del intemperismo y los xilo-fagos marinos, principalmente en la zona de fluctuación de mareas, la madera blanda tratada tienen una duración de aproximadamente 10 años dentro del mar. Los pilotes no tratados son relativamente aceptables, cuando el ambiente en aguas marinas es permanentemente muy contaminado, el cual da una buena vida de servicio, en aguas dulces estos pilotes tienen mayor duración en puertos localizados, en esteros o desembocaduras de ríos en donde haya una constante difusión de aguas dulces, sin embargo, a medida que aumenta la temperatura del agua se reduce la vida del pilote. ver figura No.(10)

PILOTES DE CONCRETO Y TABLESTACAS PRECOLADAS.

PROPIEDADES GENERALES.- Los pilotes de carga de concreto precolado se utilizan extensivamente en instalaciones marinas. Se les refuerza como columnas y se les diseña para resistir esfuerzos de carga de trabajo, de manipulación y de hincado. Los pilotes precolados convencionales se hacen de forma cuadrada, circular u octagonal. Pueden ser cónicos o de sección transversal y usualmente tienen el extremo que se hinca en punta. Los pilotes cónicos usualmente tienen una longitud limitada de aproximada -

MUELLE DE MADERA

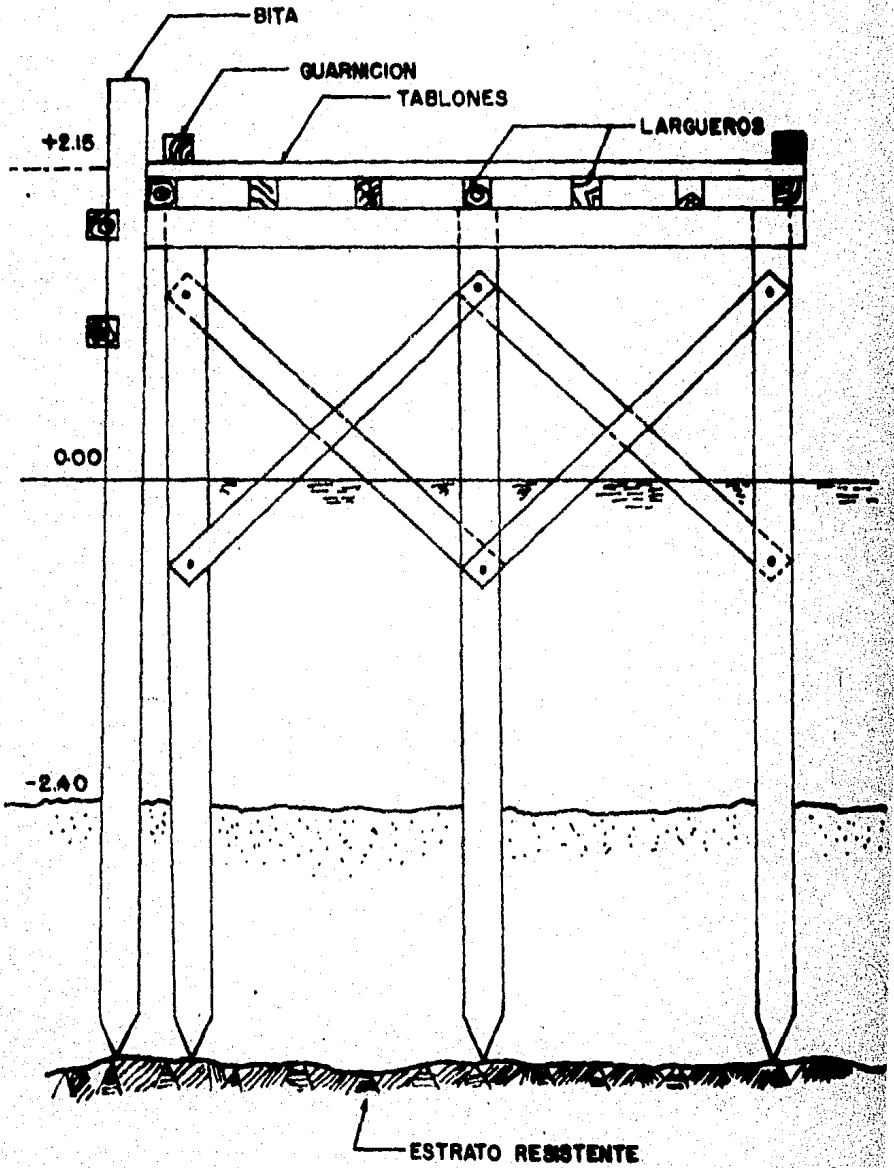


FIGURA 10

mente 12m. Los pilotes precolados pueden hacerse prácticamente de cualquier tamaño para acomodarse a los requisitos de carga, las condiciones de hincado y el equipo con que se cuenta.

Suministro de Materiales.- El cemento y el acero de refuerzo para la manufactura de pilotes precolados puede obtenerse en casi todas partes. La elevada diferencia de costo por metro lineal sobre los pilotes de madera es mayor pero lo justifica por el mayor tiempo de vida útil de la obra, sino se dispone de un espacio adecuado para colar, curar y almacenar cerca de la obra, no siempre estos pilotes podrán procurarse fácilmente.

Maniobra.- Se requiere una grúa para maniobrar e hincar este tipo de pilotes ya que pueden llegar a pesar más de 15 ton. Los esfuerzos más grandes se producen en el refuerzo durante el izado del pilote anterior a la hincada.

Un pre-esfuerzo en el concreto de aproximadamente 55 Kg/cm^2 , mantiene a éste en compresión durante la maniobra de izado, en consecuencia se evitan los altos momentos flexionantes de manera que los pre-esforzados requieren menos puntas de izaje.

Hincado.- Se requiere una piloteadora para esta maniobra, el esfuerzo de la pieza permite que reciban un castigo severo durante la maniobra de hincado. El uso de una punta de metal reduce las posibilidades de agrietamiento en la punta del pilote cuando se hinca a través de boleo. Pueden usarse diferentes puntas para pilotes según sean las condiciones del suelo donde se efectúe el hincado. En algunos casos donde el hincado se hace sobre un suelo que tiene porcentajes elevados de arena y grava es necesario el uso de un chiflón de agua para pilotes precolados cuando estos se estén hincando.

Ajustabilidad en la longitud.- Es necesario determinar con exactitud la longitud de los pilotes de concreto por adelantado, puesto que cambiar la longitud después de la hinca es tardado y costoso, el cual cortar un pilote es una maniobra delicada y si los pilotes son cortos, es difícil y costoso completarlos por medio de una unión efectiva. Si debido a que los pilotes son demasiado largos por las malas condiciones del suelo y el equipo de hinca no permite pilotes de esa magnitud será necesario -- efectuar cuando menos un empalme por pieza.

Resistencia.- En buenos suelos, se han usado cargas de diseño de 45 ton. y 70 ton., en los pilotes de concreto precolado convencionales. Los pilotes precolados, especialmente los que tienen sección transversal constante, trabajan bastante bien como columnas, y constituyen excelentes pilotes de fricción.

La carga de soporte de los pilotes de concreto es bastante mayor que la de los pilotes de madera y se pueden aplicar cargas pesadas inmediatamente después de ser hincados.

Elasticidad.- El pilote pre-forzado resiste un mayor momento flexionante que uno precolado únicamente, para una misma sección, tendiendo este último a agrietarse en la zona de tensión, lo cual puede dejar al descubierto el acero de refuerzo el cual sufriría deterioros.

Durabilidad.- Los pilotes de concreto utilizados en obras marítimas deberán estar fabricados con cemento portland tipo V puzolánico o de escorias, los cuales son resistentes a la acción de los sulfatos. Las fuentes de posible deterioro de los pilotes de concreto son los agrietamientos que pudieran existir en la parte superior de los mismos, o sea en la expuesta a la variación de mareas, así como a la salpicadura de oleajes el cual produce ---

la oxidación en el acero de refuerzo y la disminución de la sección transversal del concreto, estos pueden ser dañados también por la acción abrasiva de los objetos flotantes.

El agrietamiento puede evitarse usando en el colado del pilote un aditivo inclusor de aire del 3 al 5%. Los pilotes de concreto precolados convencionales hechos de materiales de buena calidad tienen una vida útil comprobada en el agua de mar de 50 años; Los pilotes prefabricados es indudable que tendrán una duración mayor debido a la ausencia de grietas. ver figura No(11)

PILOTES METÁLICOS.

Propiedades Generales :- Bajo la clasificación de pilotes metálicos se incluyen todos aquellos fabricados a base de acero, teniendo por ello altas resistencias a esfuerzos axiales y de flexión.

Los pilotes metálicos pueden ser de forma II y en forma circular, o sea de tubo (en algunos casos irán rellenos de concreto). También se pueden usar vigas de forma I cuando se requiere resistencia lateral adicional en una dirección.

MUELLE DE CONCRETO Y TABLESTAGA METALICA

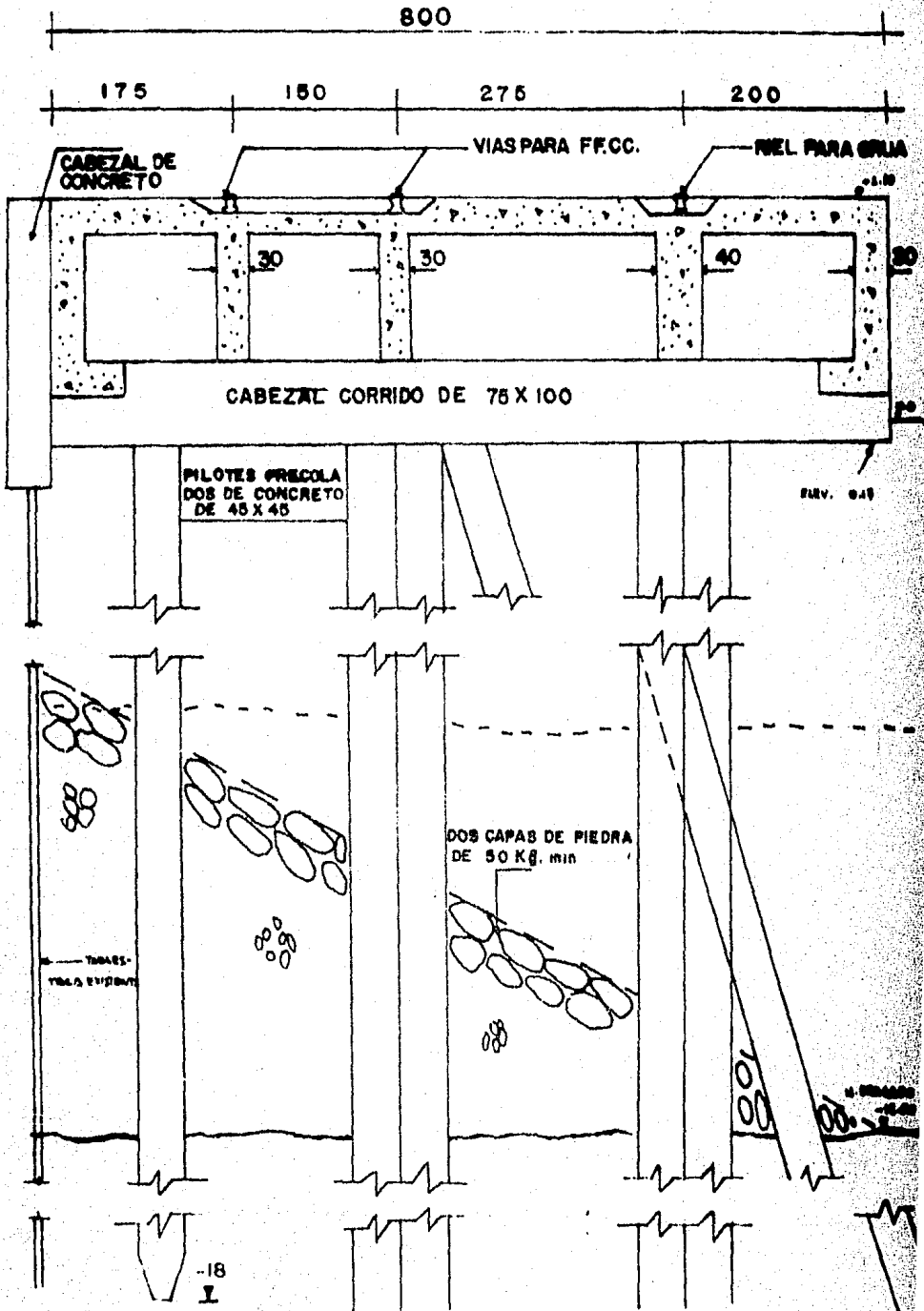


FIGURA II

Entre las ventajas de los pilotes metálicos se puede contar su gran resistencia como columnas, la alta resistencia unitaria del metal mismo, las longitudes largas que pueden usarse, la capacidad de los pilotes para romper obstáculos y penetrar en los estratos inferiores y su resistencia como vigas. Cuando son necesarias estas cualidades, pueden ser convenientes los pilotes metálicos sin importar su costo. Cuando se necesitan pilotes de carga muy largos y resistentes, los pilotes metálicos pueden ser lo mejor que se puede encontrar para su solución.

Suministro de materiales.- Los pilotes metálicos no siempre puedan obtenerse fácilmente en todos los lugares y esto se debe tomar en cuenta cuando la estructura se encuentra en etapa de planificación.

Embarque - Los pilotes metálicos requieren menos espacio para su embarque y almacenamiento que los de madera o de concreto precolado. El transporte de pilotes de acero largos y pasados es difícil y costoso, pero generalmente se transportan en tramos para que estos sean soldados en el campo hasta llegar a su longitud necesaria.

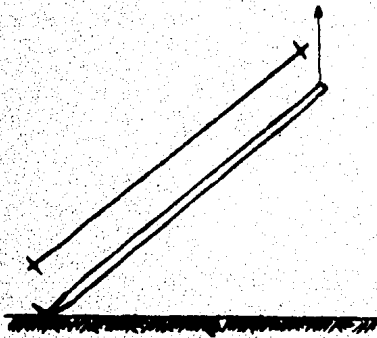
Manipulación.- Los pilotes metálicos son más maniobrables que los de concreto precolado. Son muy resistentes como vigas y pueden izarse con seguridad si se dispone de un equipo con suficiente capacidad de elevación, carga y alcance. Para reducir la flexión excesiva en pilotes largos deberán izarse estos por varios puntos. ver-Figura No.(12)

Hincado.- Estos pilotes son muy resistentes como columnas y por lo general soportan grandes fuerzas en el momento de hinca, incluyendo el impacto del martinete.

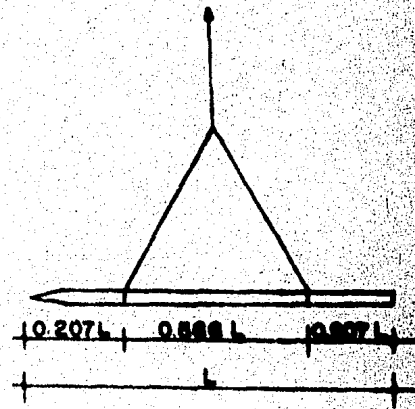
Con objeto de evitar deformaciones al pilote y darle una mayor rigidez al momento de la hinca, si es de tubo, se cuela concreto en el interior de la punta del mismo y se rellena el resto con arena y si el pilote es de sección H se le sueldan pestañas (19mm.) en la punta, en ambos lados del alma. Los pilotes con forma de H pueden hincarse usualmente a través de cualquier material, a excepción de la roca y pueden penetrar varios metros en arcillas compactas, arenas cementadas y materiales con grava. Los pilotes metálicos pueden extraerse sin dificultad para volverse a usar.

Ajustabilidad de la longitud.- No es necesario determinar previamente la longitud exacta ya que si son --

METODOS DE IZAJE

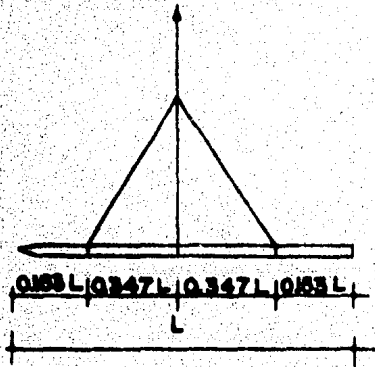


IZADO POR UN PUNTO



IZADO POR DOS PUNTOS

IZADO POR TRES PUNTOS



IZADO POR CUATRO PUNTOS

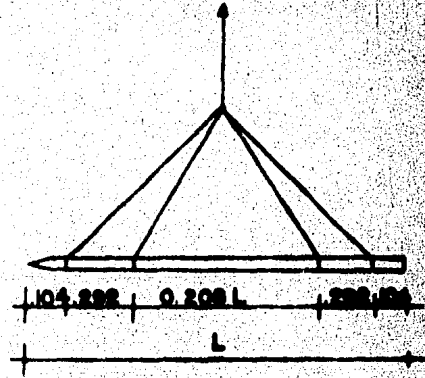


FIGURA 12

demasiados largos pueden cortarse sin dificultad hasta la elevación que indique el proyecto, inclusive bajo el agua. Cuando son demasiados cortos se pueden soldar extensiones.

Resistencia.- La resistencia de un pilote metálico es muy grande, pudiendo llegar a soportar en función de una sección transversal y la resistencia del suelo cargas máximas hasta de 100 ton., trabajando el pilote tanto por la punta como por fricción. Se puede aumentar la capacidad de carga de un pilote con varias disposiciones de plaza extras de acero soldadas al mismo, tanto en la punta como en los costados.

Elasticidad.- El pilote metálico es resistente y elástico, no se agrieta ni se astilla. Una deflexión lateral excesiva puede causar un sobre-esfuerzo y la deformación permanente del acero, pero aún cuando se doble o se deforme, el pilote metálico soporta todavía un gran porcentaje de carga.

Durabilidad.- Los pilotes metálicos usualmente resultan ser durables abajo del nivel permanente de las aguas. La electrólisis y los ácidos pueden resultar destructivos.

El agua de mar tiene tendencia a causar graves daños, pero aún así, es casi imposible proyectar con exactitud la vida de servicio de los pilotes metálicos expuestos a la acción de la misma. En aguas saladas o contaminadas, los pilotes metálicos necesitarán un revestimiento -- protector que abarque toda la zona de fluctuación de mareas, o sea desde el nivel inferior de la superestructura hasta cuando menos 50cm. Este revestimiento comunmente llamado-camisa es generalmente de concreto de muy buena calidad -- (250-350 Kg/cm²), colado y vibrado de tal forma que no queden vacíos, deberá llevar además en la mezcla un aditivo -expansor que evite las contracciones del concreto así como las grietas.

Los pilotes desnudos de acero expuestos al agua de mar especialmente dentro de la zona de fluctuación de mareas, deben considerarse temporales. Como regla general, el acero expuesto al agua de mar de 60 a 90 cm. abajo del nivel de marea baja se puede corroer un espesor de 0.13 a 0.25 mm. al año.

Los pilotes hincados en el suelo sin presencia de agua, quedan sujetos a la corrosión y a la abrasión en la zona de la línea del suelo y pueden protegerse desde una distancia aproximada de 1.00 m. abajo de esta línea hasta el nivel inferior de la superestructura por medio de con-

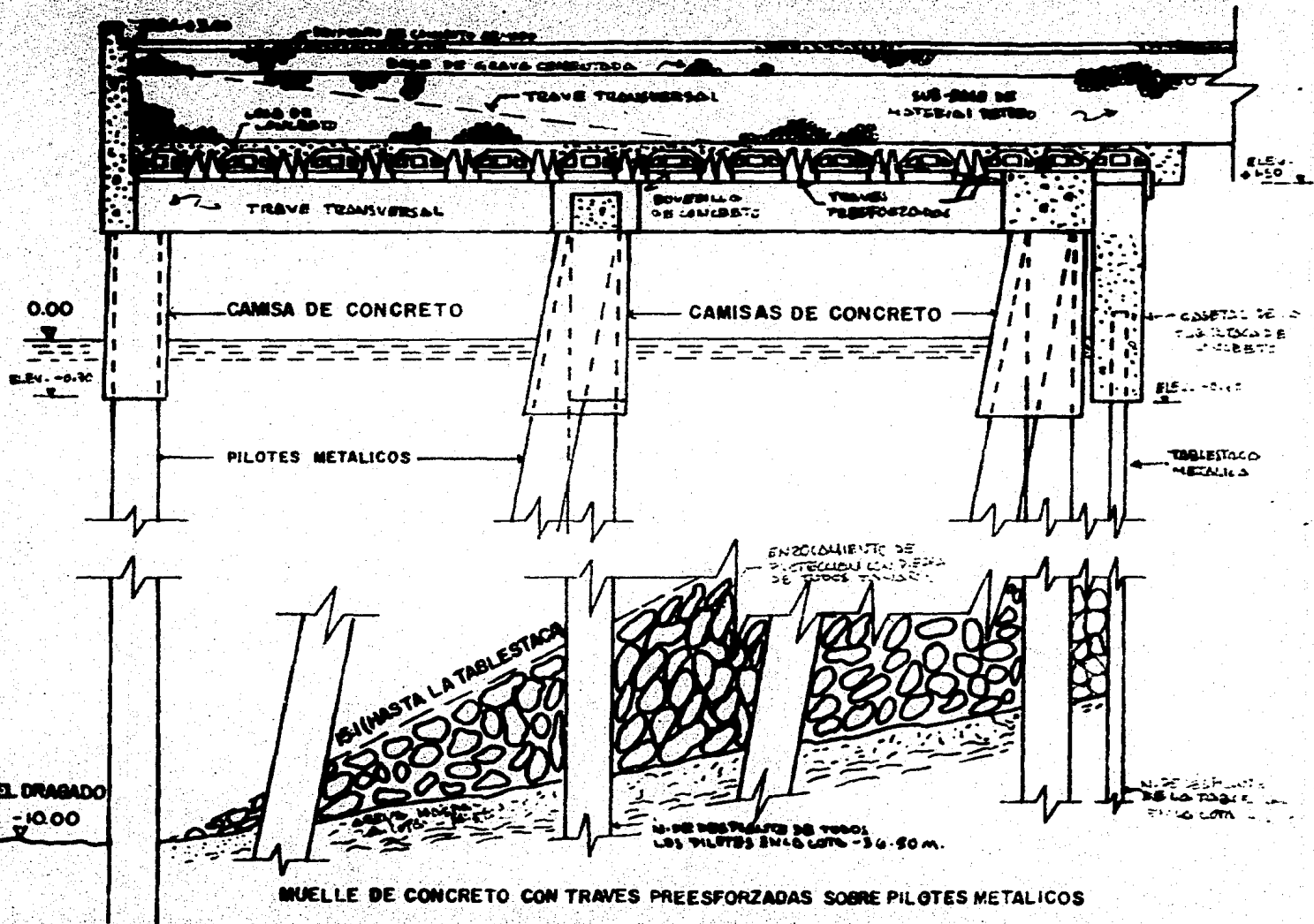


FIGURA 13

-creto o mediante un revestimiento grueso de pintura de alquitrán de huella aplicada en frío. ver figura No.(13)

3.1.2.- TABLAESTACAS O MUROS.

Estas consisten de formas especiales intercambiadas entre sí para formar paredes impermeables y continuas que evitan la fuga del material de relleno. Los usos principales de tablaestacas son para malecones en márgenes de ríos y costas, como ataguías y como muros de contención.

TIPOS DE TABLAESTACAS:

Las tablaestacas pueden ser de acero, madera o concreto, para elegir el tipo para una instalación específica, se tomará en consideración las ventajas de cada una desde el punto de vista costo, durabilidad, resistencia, facilidad de obtención, valor de recuperación de condiciones de cimentación.

TABLAESTACAS DE ACERO.- El acero es el material más común para formar tablaestacas, sus ventajas principales son su simplicidad, resistencia, valor de recuperación, facilidad de manipulación y economía en el uso de construcciones pesadas.

Las tablaestacas de acero se fabrican en varias formas desde las de alma recta hasta las secciones Z. Las secciones de alma recta se diseñan con intercoplamientos para obtener la máxima flexibilidad y resistencia a la tensión, adaptándose particularmente como muros de contención celulares. Las secciones en Z se adaptan particularmente a los muros de contención de sistemas en cantiliver o ancladas en la parte superior puesto que desarrollan la máxima resistencia a la flexión por unidad de longitud y el intercoplamiento se localiza en donde el esfuerzo cortante es cero.

TABLAESTACAS DE CONCRETO.- Las tablaestacas de concreto se forman con pilotes precolados o preforzados de sección transversal rectangular con intercoplamientos machimbrados que sirven principalmente para mantener los pilotes alineados cuando se están hincando. El fondo del pilote usualmente esta biselado de manera que puede ser forzado hacia el pilote adyacente cuando es hincado. Los pilotes se diseñan por lo regular para resistir esfuerzos de flexión que se desarrollan durante el izado y una vez trabajando en su posición definitiva, después de haber hecho el recargue del material. Como regla general práctica, las tablaestacas de pilotes preforzados, cuando se usan como muros de contención deben tener un hincado mínimo de una tercera parte de la longitud del pilote. Las tablaestacas

de concreto deben reforzarse adecuadamente para resistir momentos flexionantes de conformidad con los métodos de diseño, tomando en cuenta las condiciones del suelo, las presiones hidrostáticas y los puntos de soporte o apoyo.

TABLESTACAS DE MADERA.- Las tablestacas de madera se utilizan únicamente para resistir cargas laterales ligeras trabajando como ataguas. Su uso en construcciones permanentes a disminuido en los últimos años debido a la mayor durabilidad de otros materiales. Pueden construirse como una hilera sencilla de tabloncillos cuya hermeticidad al agua no es esencial. Cuando se diseñan tablestacas de madera para resistir flexión, surge la cuestión de si el empotramiento es adecuado para resistir el esfuerzo cortante longitudinal.

MUROS PRECOLADOS.- Los muros precolados se pueden dividir en dos tipos fundamentales: bloques y cajones; en el primer caso, una vez construido se procede a la colocación pieza por pieza para buscar la sección de proyecto. El segundo una vez construido se trasladan casi siempre flotando, hasta su sitio final. En ambos casos se deberá limpiar y nivelar el fondo, siendo, en ocasiones, necesario colocar piedras de pequeño tamaño para su asiento y nivelación.

MUROS COLADOS EN TIERRA.- El procedimiento consiste en perforar el terreno en las dimensiones correspondientes a las pilas, ademandando con lodo bentonítico, colocar el armado y colar (tubo tremie). Posteriormente al colado, una vez fraguado al conjunto, se draga hasta la profundidad de proyecto.

MUROS COLADOS BAJO AGUA.- Se construyen con los llamados "Sistema tremie" o con el "Sistema de alcancía", en ambos casos se requiere cimbrar y hay pérdida de cemento por lo que se dosifica éste entre un 10% y 20% adicional.

MURO MILAN.

Se emplea como soporte de taludes y como pantalla impermeabilizante.

Ventajas que proporciona su empleo - La colocación previa de una pantalla como el muro milan en el perímetro de una excavación, con el fin de contrarrestar el empuje de tierras, como también soportar las cargas verticales, presenta un sensible progreso en comparación con los métodos tradicionales de excavación en las que tradicionalmente se utilizan armazones de madera.

)

El muro milán por su perfecta adherencia con el terreno y por la ausencia de acciones dinámicas en la fase de ejecución, evita peligrosos asentamientos de las estructuras colindantes. También permite por su perfecta impermeabilidad interceptar cualquier llegada de material líquido o sólido en dirección de la excavación, permitiendo así una ejecución holgada y segura aún en cotas notablemente inferiores a la capa freática.

Otra de las ventajas está representada también por la posibilidad de empujar la base del muro milán hasta grandes profundidades y adaptarlo al perfil exacto de la superficie del terreno impermeable en el cual debe ser fundado.

Los métodos de ejecución de la pantalla a base de muro milán le permite adaptarse a cualquier perfil planimétrico recto, curvo o mixto y con espesores variables en función de las finalidades estáticas e hidráulicas requeridas en cada caso.

3.1.3.- PILAS DE CONCRETO COLADAS EN SECO O EN PRESENCIA DE AGUA.

Propiedades Generales.- Las pilas de concreto coladas en el sitio se hacen realizando una perforación en

el suelo por medio de un ademe circular, en cuyo interior se cuela posteriormente la pila. Estos ademes o camisas metálicas generalmente son tramos de tubería soldadas o acopladas para formar entre sí una unidad por medio de una abrazadera, donde incluso cada forma puede abrirse por medio de abrazaderas.

En el caso de pilas precoladas, en vez de usar camisas metálicas, serán de concreto y quedarán en el lugar de la obra. Una vez hincada la camisa hasta el manto resistente se draga en su interior introduciendo posteriormente la pila precolada hasta el fondo. La pila puede tener o no su sección transversal igual a la sección interior de la camisa, en este último caso se bombeará concreto por el interior de la pila para colar el espacio entre esta y la camisa.

Suministro de Materiales.- Por lo general las camisas metálicas así como los elementos necesarios para la elaboración del concreto, pueden conseguirse con relativa facilidad. Las camisas metálicas pueden obtenerse en varias longitudes que pueden unirse entre sí en el campo para obtener la longitud deseada.

Maniobras.- Como es posible soldar longitudes cortas de camisas metálicas, no es necesario embarcar estas en grandes tramos, facilitando así las maniobras.

Operación de colado.- La operación de colar el concreto en las pilas coladas en el sitio se realiza, simplemente lanzando el concreto dentro de los moldes metálicos una vez dragado su interior y colocado en su sitio el refuerzo del elemento. Se puede calafatear el fondo del molde efectuando el colado en seco o se puede también colocar dentro del agua por medio del procedimiento llamado "Tubo Tremie".

Colocación de los moldes.- La colocación de los moldes se consigue chiflonando en todo el perímetro, con objeto de que este baje por peso propio, o por el procedimiento denominado "Pozo Indio" en el que también la camisa baja por peso propio al ir extrayendo la arena de su interior con un cucharón de almeja. Este último método es más común en los moldes de concreto.

Una vez que la camisa reposa en el fondo resistente, se terminará de dragar en su interior y posteriormente se inspeccionará para verificar que se apoye en todo el perímetro.

Es conveniente, para dar mayor seguridad por efectos de cargas horizontales, perforando el manto rocoso cuando menos 60cm. de profundidad, afinando posteriormente el fondo, con el objeto de desplantar la pila desde ese lugar.

Resistencia.- La resistencia de las pilas coladas en el lugar, es tan buena como la de las pilas precoladas, ya que se puede obtener sin ninguna dificultad la fatiga a la compresión de concreto, estas pilas pueden soportar cargas de 125 ton. siempre y cuando estén desplantadas en un manto rocoso, el piso de las pilas debe incluirse en las cargas aplicadas al suelo de soporte.

Durabilidad.- La durabilidad depende básicamente para las pilas precoladas, como para las coladas en el sitio de que el vibrado que se realice sea el adecuado, para no dejar vacíos, ni tampoco que sea excesivo, de tal forma que pudiera llegar a disgregarse la mezcla.

Los acabados de panel o vacíos dejan al descubierto el acero de refuerzo, procediéndose a la oxidación de este y en consecuencia la disminución de la capacidad de carga de la pila.

Tanto para pilas procoladas como para pilas -
coladas en sitio, se deberá usar en la elaboración del con-
creto cemento portland tipo V, puzolánico o de escorias,-
los cuales son resistentes a los sulfatos. ver figura No.(6)

3.2.- SUPERESTRUCTURA.

Sobre la subestructura del muelle se apoya la
superestructura de concreto armado que contiene todos los
servicios para las operaciones de atraque, estadía y ope-
raciones de carga y descarga de las embarcaciones, de -
acuerdo con el tipo de éstas, la clase de carga y los re-
querimientos del caso.

En la superestructura se instalarán las defen
sas, bitas, vías, pavimentos, servicios, almacenes, trang
portadores y grúas de diferentes clases, según el tipo de
muelle que se trate.

Las superestructuras de muelles por lo general
son de dos clases: de concreto y de madera. Se usan de -
concreto en gran mayoría de muelles en virtud de su gran-
duración al intemperismo y debido a que su mantenimiento-
casi es nulo.

Una superestructura de madera se usa comunmente en muelles más pequeños tales como: pesqueros, cabotaje, turísticos, etc., en donde no hay una inversión mayor.

Las superestructuras de acero practicamente no se usan en virtud de que requieren un alto costo de mantenimiento, debido a que estan expuestos al intemperismo. En algunas ocasiones se usan forrando las secciones de acero con concreto, pero este procedimiento es dificil y costoso.

Los elementos de la que esta constituida la superestructura, son por lo general:

- Losas de concreto.
- Losas planas de concreto.
- Trabes.
- Cabezales.
- Pantallas.
- Sistemas de defensas.
- Dispositivos de amarro.

C A P I T U L O I V

"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA SUBESTRUCTURA."

4.1.- PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE PILOTES Y TABLETAS PRECOLADAS.

Principalmente se construye una mesa de colado - cuando se traté de la construcción de estos elementos en - sitio, se dispone a colocar los moldes y habilitarlos se - gún las especificaciones del proyecto se prosigue a colar - los, cuando se requiere un fraguado rápido se pueden usar - acelerantes así como un curado que pueda ser a base de va - por, la siguiente manobra debe ser de su almacenamiento - hasta obtener los requeridos por la obra.

En su traslado tanto para su almacenamiento co - mo para su hincado debe tomarse mucha precaución en su iza - do porque un izado no adecuado puede causar su ruptura o - deterioro.

COLOCACION DE LOS PILOTES.- Los pilotes deben - ser espaciados con exactitud como se muestra en los planos - del proyecto, usando plantillas si es necesario y serán -- hincados verticalmente con exactitud en las posiciones in - dicadas.

No se debe permitir jalar los pilotes a su posición, excepto durante el proceso de chifloneado; en este caso solamente puede ser ejecutado sin daño al pilote.

PROCEDIMIENTO DE HINCADO.- Se hincan usando un mandril insertado en la camisa durante el hincado, los pilotes deben hincarse a la penetración mínima indicada por el programa de longitudes de pilotes, serán hincados con un martillo de vapor de tamaño aceptable a las condiciones de hincado en el sitio y adaptable también al tamaño y longitud de los pilotes.

PROGRAMA PARA CONSTRUCCION DE PILOTES Y TABLESTACAS.

En esta obra de ingeniería se requiere de una optimización tanto en el aspecto económico como en el de eficiencia y funcionalidad.

Esto se logra organizando las actividades y eligiendo el procedimiento constructivo adecuado para el caso.

Para obtener una correcta organización de actividades se deben considerar factores como los recursos, tanto físicos como humanos, el tiempo disponible y el plan definitivo a seguir.

Para lograr lo anterior se ha ideado un método - que permite al ingeniero programar y controlar los trabajos de cada obra, logrando la optimización antes señalada, como una finalidad primordial, este método o sistema es el C.P.M. (Método de la Ruta Crítica). El cual, el diagrama de flechas nos da la ruta crítica y teniendo esto nos sirve para elaborar un programa de trabajo por medio de un diagrama de barras, se puede observar en las tablas (4.1. y 4.2).

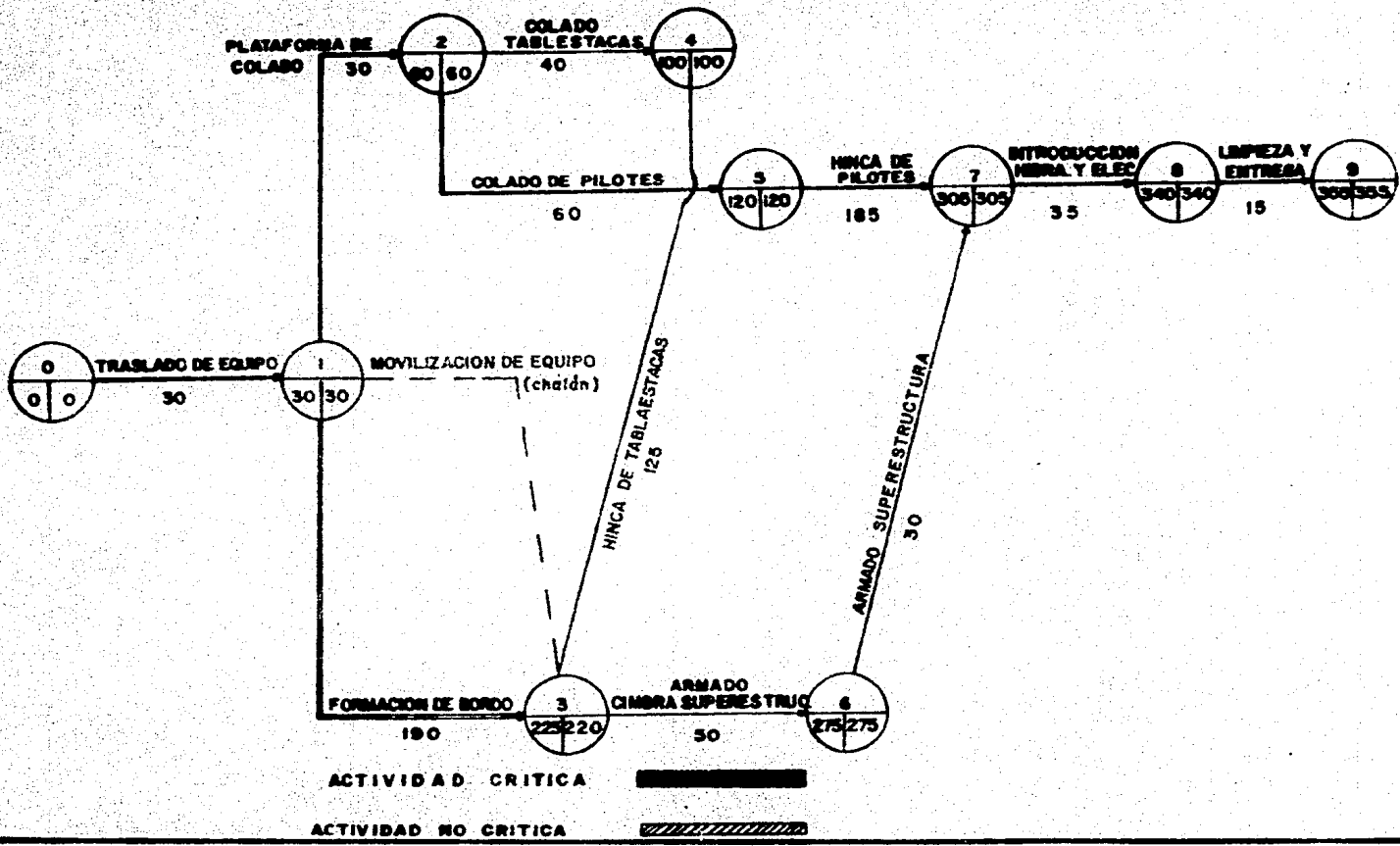
4.2.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE PILAS.

Para estar en posibilidades de iniciar el hincado de las pilas es necesario ejecutar la limpieza del fondo submarino. Este procedimiento fue usado en las pilas de un muelle en Guaymas, Son.

A continuación se procede a la colocación del es cantillón metálico que permite colocar las pilas de acuerdo al proyecto; este escantillón va provisto de sufrideras de madera y es colocado y removido por la grúa que se usa en estas maniobras.

Se procede a continuación a hincar el molde ne- tático, armado previamente y con la ayuda de la grúa; con

TABLA 4-1
DIAGRAMA DE FLECHAS



las bombas de agua provista de chiflón correspondiente se-
hara la colocación del molde a su sitio definitivo, lógica-
mente los chiflones irán operados por buzos y se procederá
a efectuar la extracción del material indeseable del molde
de acero con el extractor de lodos impulsado por la bomba -
de agua.

Una vez cumplidas las especificaciones, se proce-
de a introducir en el molde del armado correspondiente, -
checando con los buzos que este quede adecuadamente, y se
procede a efectuar el colado de la misma.

La fabricación de concreto se debe hacer con una
dosificadora que esté próxima a la zona de construcción, -
llevándose o transportándose a base de bomba de concreto -
que descargue directamente al tubo Tremie. Este debe ir -
sujeto a una pequeña estructura metálica y diferenciales -
de cadena o la pluma de la grúa.

El tubo Tremie debe estar hecho a base de sec-
ciones de 2.00 m. máximo de longitud se hace el colado -
cuidando minuciosamente el movimiento del tubo Tremie para
garantizar la calidad del concreto.

Una vez fraguado y de acuerdo a lo especificado
se procede a efectuar el descimbrado de la pila, retiro -

del escatillón y plataforma de trabajo correspondiente.

USOS DE LOS LODOS BENTONITICOS EN PILAS.

PROPIEDADES DE LOS LODOS.

Las propiedades características de los lodos son:

- Viscosidad plástica
- Punto de fluencia
- Densidad.
- Viscosidad marsh.
- Volumen de agua libre y cake.
- Contenido de arena.
- P.H.

A continuación definiremos cada una de estas características, describiendo los procedimientos de laboratorio seguidas para medirlas.

VISCOSIDAD.- La viscosidad plástica N es igual con la pendiente de la curva R en función de A en su parte lineal, siendo R el esfuerzo cortante aplicado y N la viscosidad de la formación producida por el esfuerzo aplicado.

$r = r_0 = Nt$

Siendo r_0 el punto de fluencia.

La viscosidad N se expresa en poises en el sistema C.G. y tiene como dimensiones $ML^{-2} T^{-1}$ ó (FTL⁻²).

Se mide con un reómetro que consta de un cilindro exterior giratorio, cuya velocidad de revolución puede variarse, y de un cilindro interior fijo.

Conociendo el momento tangencial que se desarrolla en el cilindro interior fijo, al fijar con cierta velocidad el cilindro exterior, se puede obtener el valor de N .

En el caso del reómetro Baroid utilizado, las velocidades de giro son iguales por construcción a 300 y 600 R.P.M.

La viscosidad plástica en centipoises es igual con el esfuerzo cortante aplicado para mantener una velocidad de 300 R.P.M., leyéndose los valores de los esfuerzos cortantes en la carátula de aparato.

La viscosidad plástica de un lodo debe ser pequeña con objeto de disminuir las pérdidas de carga durante el escurrimiento, la potencia necesaria de las bombas y permitir una separación adecuada de las arenas que el lodo acarrea al salir del pozo. Sin embargo en caso de ser excesivamente bajo, puede permitir a las arenas sedimentarse dentro del pozo durante un paro, lo cual es desfavorable.

Es conocido el hecho de que el número de Reynolds.

$$R = \frac{Vd \gamma L}{NG}$$

Siendo:

V= La velocidad del escurrimiento,

d= El diámetro del canal de flujo,

N= La viscosidad del fluido,

$\gamma = L/\gamma$ La masa específica de lodo.

Marca el límite entre el escurrimiento laminar y el turbulento. Si $R \approx 200$ en escurrimiento es laminar.

PUNTO DE FLUENCIA.- Un lodo no es un líquido sino un cuerpo de Bingham, por lo cual es necesario tomar en cuenta su viscosidad plástica y su punto de fluencia,-

el punto de fluencia de un cuerpo de Bingham, es el valor mínimo del esfuerzo cortante para el cual ocurre un flujo.

Es importante también tener en cuenta que el punto de fluencia de un lodo es una característica de interés - a lo referente a radio de penetración del lodo, en la vecindad de pozo de penetración o de la zona estabilizada. En efecto el radio de penetración I de un lodo, cuyo punto de fluencia es r_0 , inyectado con una presión P en el suelo cuyos canales tienen un radio R (Calculado a partir de la fórmula de Kozeny).

$$R = 9 \frac{Kcm/s}{n}$$

Siendo:

K = La permeabilidad.

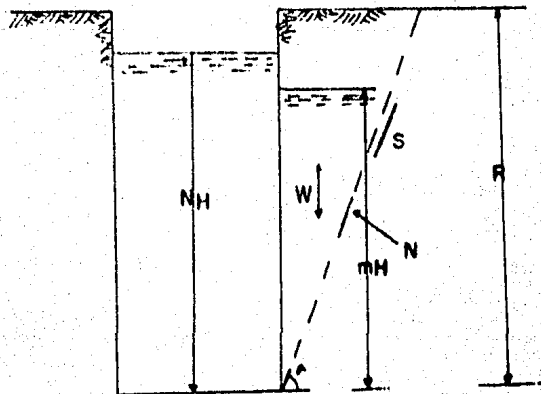
n = La porosidad del suelo es: $n = \frac{PR}{2r_0}$.

Por lo tanto cuanto mayor sea el punto de fluencia del lodo, fuera de la zona de interés, en particular para el caso de zanjas estabilizadas en donde se han observado radios de penetración de la lechada de 20m. o mayores.

DENSIDAD,- La densidad de un lodo se mide con la balanza Baroid. La densidad máxima de un lodo de agua y arcilla que se puede trabajar con la bomba es de 1.4 en caso de querer aumentar la densidad por encima de este valor se ha de emplear minerales pesados como la barita.

Puede ser útil aumentar la densidad con objeto de crear una contra presión sobre las paredes del pozo o de la zanja estabilizada para evitar los cerramientos. Por ejemplo en el caso de una zanja estabilizada con lodo se ha visto que la densidad del lodo es una de las características fundamentales ya que el equilibrio se verifica con tal de que:

$$d^2 \frac{Y_s}{Y_w} = \frac{Y_w \cot(\sec - \cos \text{tg } \theta') + m^2 \cos \text{tg } \theta'}{\cos + \sec \text{tg } \theta'}$$



Con las anotaciones de la figura y siendo

Y_s = El peso específico del lodo

Y_w = El peso específico del agua

$\theta'Y_y$ = El ángulo de fricción y peso específico del terreno respectivamente.

El valor numérico de Y_s que se ha de utilizar - en esta fórmula es el del lodo de la zanja, que mantiene en suspensión, por lo anteriormente dicho, materiales granulares provenientes del corte.

VISCOSIDAD MARSH.- La viscosidad marsh, medida en el cono del mismo nombre se expresa en segundos necesarios para que escurra un volúmen de 946 cm^3 a través de un orificio calibrado. Esta medida útil en el campo varía en función de la viscosidad plástica, del punto de fluencia y de la densidad del lodo.

VOLUMEN DE AGUA Y CAKE.- El agua mezclada con arcilla para formar un lodo se presenta bajo tres formas:

- Agua libre entre los granos.
- Agua absorbida, o sea rígidamente ligera a la superficie de los granos.
- Agua de solvatación.

Al someter una muestra de lodo a una prueba de filtrado, el agua libre se separa de las partículas de arcilla, dejando un residuo plástico llamado cake.

Este residuo plástico o cake, que se forma en las paredes de un pozo o de una zanja estabilizada con lodo cumple varios propósitos:

- Crear una membrana impermeable que permita la transmisión al terreno de las presiones hidrostáticas de la columna del lodo.

- Crear una membrana que evite los derrumbes de las paredes del pozo; debe ser delgada y resistente para cumplir con estos propósitos dejando sin embargo paso a las herramientas de perforación.

Se ha podido comprobar que al aumentar la cantidad de agua libre de un lodo de relación agua-bentonita constante medida por la prueba de filtrado, aumenta también el espesor del cake y disminuye su resistencia. Por lo tanto una gran cantidad de agua libre en un lodo resulta desfavorable.

La prueba de filtrado se lleva a cabo en el laboratorio en la siguiente forma:

Se coloca una muestra de lodo en la prensa-filtro paroid y se somete a una presión de 7 Kg/cm^2 ; cierta cantidad de agua libre se separa de la arcilla, que forma un residuo plástico, y se recoge en una probeta graduada. La prueba dura por lo general 30 minutos, y al cabo de este tiempo, se mide la cantidad de agua expulsada, también se mide el espesor del cake residual.

CONTENIDO DE ARENA.- El contenido de arena de un lodo se mide pasándolo por la malla 200, y se expresa un porcentaje de volúmen de arena con respecto al volúmen total del lodo.

Al aumentar el contenido de arena de un lodo con relación agua-bentonita constante aumenta su volúmen de agua libre y, por lo tanto, se torna inadecuado el empleo de dicho lodo para cumplir con los propósitos señalados.

P.H.- El estado eléctrico de una suspensión de arcilla en agua, medido por el P.H. de la suspensión es importante. Se ha podido comprobar que las propiedades del lodo, varían notablemente en función de los iones de la suspensión. En particular se ha verificado que la viscosidad del lodo varía en función del P.H. medio.

En el laboratorio el P.H. se mide con indicadores de P.H. cuyo color resultante, al ser remojado en el lodo, se compara con una escala índice de colores.

Las características medidas de los lodos utilizados en perforación son las siguientes:

- Densidad: 1.05 a 1.12
- Viscosidad plástica: 10 a 35 centipoises.
- Viscosidad Marsh: 40 a 120 segundos.
- Volúmen de agua inferior a 20 cc.
- Espesor del cake inferior a 3%
- P.H. : 7 a 9.5

Con objeto de conocer los valores numéricos de las distintas propiedades mencionadas, al variar la relación agua-bentonita (definida como cociente del peso de agua al peso de bentonita en un volúmen dado de lodos y al variar el tipo de bentonita utilizada se llevaron a cabo las siguientes pruebas en el laboratorio.

Medición de las características de un lodo de bentogel variando la relación agua-bentogel después de 24 horas de reposo.

Medición de las características de un lodo bentonita de la cruz del sur y agua variando la relación agua-

bentonita. Estas dieron como resultado que el contenido de arenas de dicha bentonita es de 11% y por lo tanto se desechó su empleo.

Se define el rendimiento de una bentonita como el número de barriles de un lodo con viscosidad plástica de 15 centipoises que se pueda fabricar con una tonelada de bentonita.

PROGRAMA PARA LA CONSTRUCCION DE PILAS.

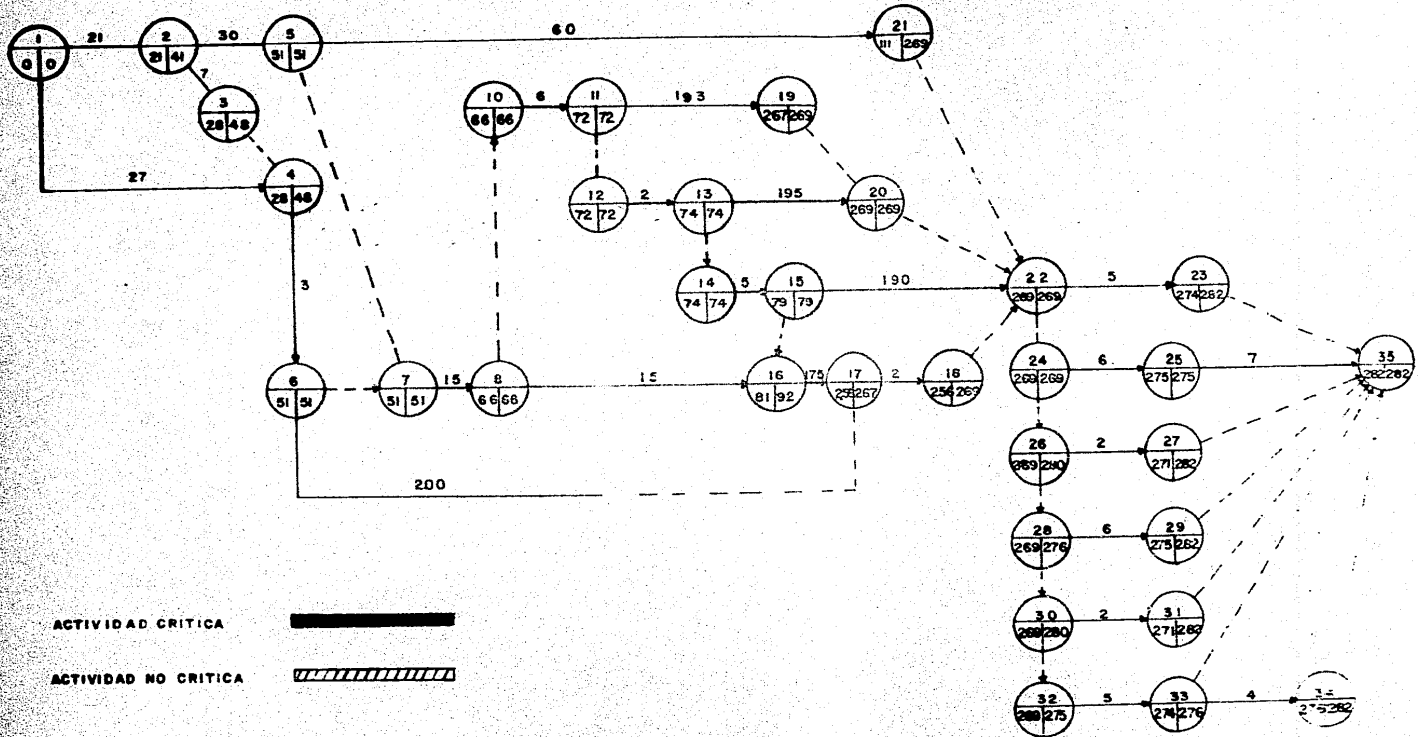
Como lo antes mencionado en el Programa para -- construcción de pilotes y tablacastacas, sobre el diagrama de flechas para la obtención de la ruta crítica y el diagrama de barras, es necesario la elaboración de un programa para la construcción de un muelle a base de pilas esto lo podemos ver en las tablas 4.3 y 4.4.

4.3.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL MURO MILAN.

CONSTRUCCION DEL BROCAL GUIA.- Se construye mediante zanjas recubiertas con una sección de concreto armado. Los brocales tienen la finalidad de retener los rellenos sueltos superficiales y de servir de guía a los -- equipos de excavación de los muros milán (muros colados - en sitio), así como también proporcionar una superficie - de trabajos firme y limpio.

TABLA 4-3

DIAGRAMA DE FLECHAS



Detectar posibles interferencias como mamposte -
rias, instalaciones municipales, etc. Los brocales están -
formados por dos muretes con un espacio libre de 65 cms. -
(Para muros de 60 cms) o de 85 cms. (Para muros de 80cms.)
y su alineamiento deberá ajustarse al trazo, el cual debe -
rá estar en planos donde se tenga toda la zona por cons -
truir, es decir, una planta general de localización de to -
da la obra. ver figura No. (14)

CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS BROCALES:

1.- LOSAS HORIZONTALES.- Esta losa por lo gene -
ral tiene un espesor mínimo de 10 cms. y un ancho mínimo de
50 cms. como se indica en la figura No. (15) Lo anterior --
puede modificarse a criterio de la supervisión de la obra -
de acuerdo con las condiciones que presenta el terreno de -
apoyo, de tal manera de garantizar siempre que el brocal -
quede bien apoyado sin peligro de voltearse durante la exca -
vación. Sobre estas losas se podrán rodar máquinas de ex -
cavación y además nos servirá también como referencia de -
nivelación para la profundidad de la excavación, para la -
colocación del lodo bentonítico durante la excavación, pa -
ra la colocación de la parrilla de acero de refuerzo, así -
como también para el colado del muro milán.

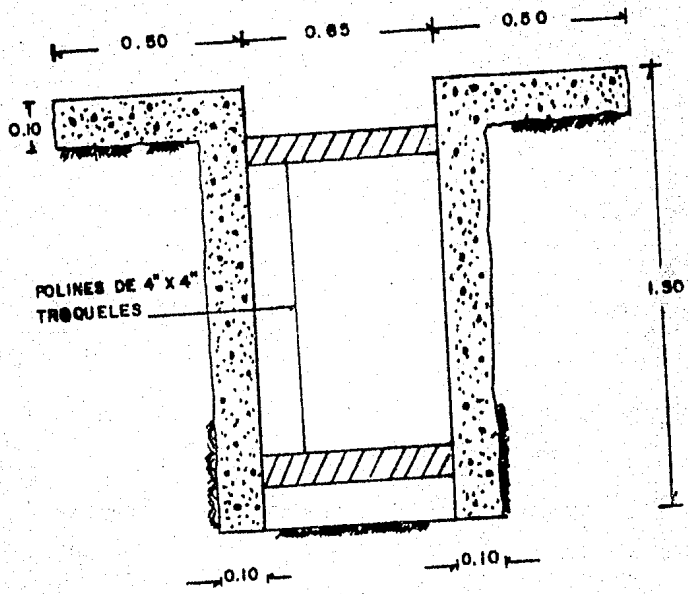
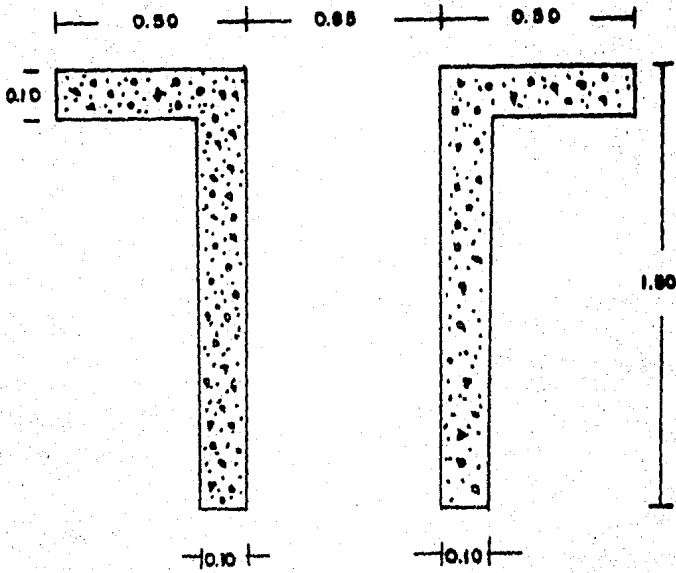


FIG. No. 14

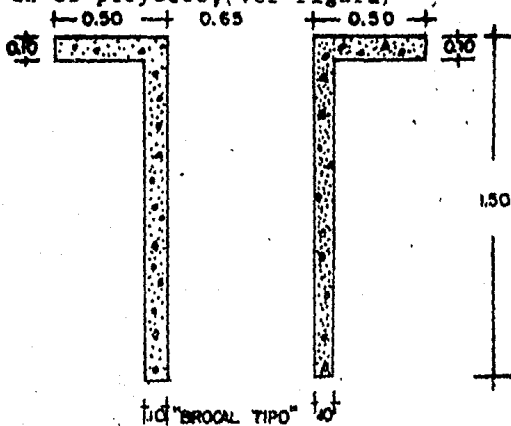
" TROQUELADO DE BROCAL "

FIGURA 16



'BROCAL TIPO'

2.- FALDON-MURO.- Este punto se refiere a la pared vertical, la cual debe ser perfectamente lisa y vertical, o sea a plomo, dando la separación correcta entre pared y pared, es decir 65 cms ó 85 cms según este especificado en el proyecto, (ver figura)



3.- PROFUNDIDAD.- Esta profundidad es variable según, sea el espesor de los rellenos, pero en ningún caso será menor de 1.50 m ni mayor a la profundidad a la que se encuentra el nivel de aguas freáticas. La profundidad del faldón del brocal para cada tramo deberá estar indicado en los planos estructurales.

En la construcción de los brocales gufa es necesario llevar a cabo los siguientes puntos:

- LOCALIZACION Y TRAZO.- Como se indicó anteriormente es necesario contar con el plano donde se tenga una planta general de la obra, para poder hacer un trazo

topográfico de toda la obra y tratar que la modulación de los muros (páneles) de proyecto se modifiquen en el campo, según convengan para salvar las interferencias con mayor facilidad durante su ejecución.

- EXCAVACION.- Esta excavación puede hacerse con máquina (retroexcavadora, draga equipada con cucharón de almeja) para mayor rapidez y mejor acabado de las paredes, aunque también pueda hacerse a mano (con pico y pala) cuando existan bastantes interferencias.

- ACERO DE REFUERZO.- Como este tipo de estructuras no va a soportar grandes cargas, se recomienda usar un tipo de armado con varilla del No. 2.5 ó 3 a cada 30cms. En ambos sentidos y en dos lechos. ver figura No.(16).

- CIMBRA.- Una vez colado el acero de refuerzo se procederá a cimbrar. Esta cimbra consiste en:

1.- Triplay de 3/4" de espesor, que se usará para cimbrar las caras exteriores del brocal, se recomienda triplay, por la rapidez y uniformidad que deja después del descimbrado.

2.- Barrotes de 4" X 2", que se usarán para reforzar el triplay (para evitar el pandeo a la hora de vaciar el concreto).

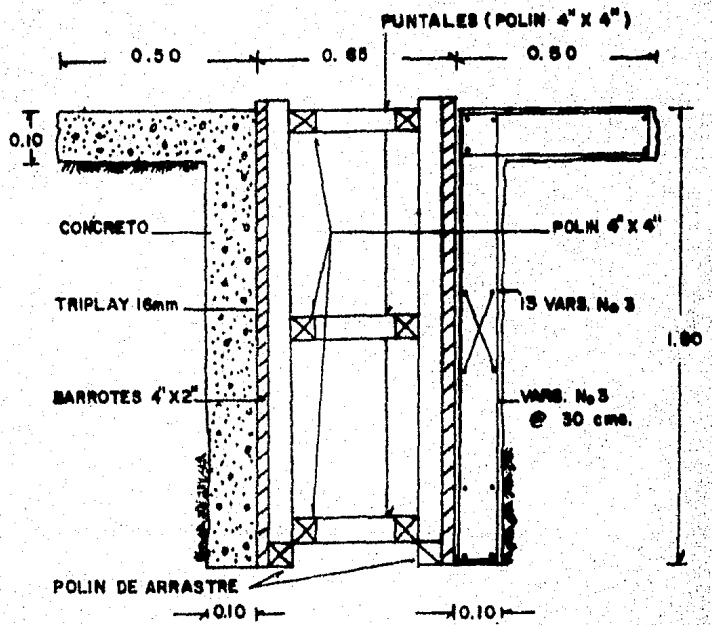


FIG. N.º 16

ARMADO, CIMBRADO Y COLADO DE BROCALES GUIA

3.- Polines.- de 4" X 4", que se usarán como --
puntales y se colocarán a cada 2 mts. en el sentido hori -
zontal. En el sentido vertical se colocarán en dos nive -
les cuando la altura sea de 1.50 mts. ver figura No.(16)

- COLADO.- Es la última fase de la construcción
del brocal o muro guía. Esta colado se deberá vibrar para
evitar los abolsamientos del vaciado del concreto. El ti
po de concreto a emplear será de acuerdo al proyecto, pero
por lo general este concreto será de $f'c=150$ Kgs/cm² nor-
mal con un tamaño máximo de 38 mm (1" 1/2). ver figura --
No.(16).

EXCAVACION DEL MURO MILAN

Antes de iniciar la excavación del muro milán es
necesario aislar el tramo de la zanja que se va a cons -
truir. Este aislamiento se hace colocando tapones de re -
tensión de lodo bentonítico con el fin de confinar el tra-
mo donde se va a usar el lodo, evitándose de esta manera -
que se llene el brocal construido en toda su longitud, re-
duciendo de esta manera la contaminación del lodo bentoni-
tico. Estos tapones consisten en dos tambores de madera,-
separados entre sí unos 50 cms. relleno de material co-
mún compactado el espacio entre estos.

Toda vez que ha sido aislado el tramo de zanja que se va a construir, se procederá a iniciar la excavación de las zanjas hasta el nivel de desplante de los muros, no sin antes haber colado en dicho tramo de zanja el lodo bentonítico el cual deberá mantenerse en un nivel de 80 cms abajo del borde superior del brocal, durante todo el proceso de excavación de los muros.

El equipo de excavación deberá, antes de iniciar a trabajar en el tramo de zanja correspondiente, de cumplir con las siguientes condiciones de trabajo:

- Colocar el equipo de tal forma que la almeja esté centrada y paralela al brocal.

- Checar que en esta posición las orugas de la máquina queden paralelas al brocal.

- Nivelar la máquina en las dos direcciones. Esto se verifica con un nivel de mano, que se coloca en las viguetas de soporte de las orugas. Las correcciones en el nivel de la máquina se logran por medio de calzas de madera (polines, barrotes, etc.)

- Verificar la verticalidad de la vara (guía de excavación para el operador de la máquina) en dos direcciones por medio de una plomada. Las correcciones se efectúan en un solo sentido, variando el ángulo de la pluma y

en el otro sentido corrigiendo los totales del marco metálico. Se deberá checar la verticalidad de la vara durante la excavación para saber si no ha sufrido alguna desviación.

Estos equipos realizarán la excavación de la zanja en tres posiciones, ya que la longitud de los paneles (generalmente son de 6.00 mts. como máximo) se fija de acuerdo a lo siguiente:

- Distancia entre paneles.
- Máxima abertura del cucharón.
- Dimensión máxima para el colado correcto, es de 6.00 mts.

PASOS A SEGUIR EN LA EXCAVACION:

- Será empezado en un extremo cualquiera que sea.
- Terminado ésta, se pasará al extremo contrario.
- Se concluirá cortando el prisma central.
ver figura No. (17)

La excavación de los muros deberá hacerse con equipo o maquinaria cuya herramienta de corte sea guiada con objeto de ofrecer una amplia garantía en la verticalidad, alineamiento e integridad de las paredes de la zanja-

y que permita alcanzar sin problemas la profundidad media del muro indicada en el proyecto. Por ningún motivo se -- permitirá la excavación que utilice cucharón de almeja libre o cualquier otra herramienta no guiada, ya que con este equipo la verticalidad de los muros no se garantiza y -- se provocan derrumbes durante la excavación.

Debe tenerse presente que la herramienta de excavación debe deslizarse con suavidad, sin chicoteos ni golpes, hincarla sin dejarla que choque o que caiga libremente contra el lodo o contra las paredes de la zanja para -- evitar desprendimientos o caídos, meterla y sacarla sin -- brusquedad para evitar efectos de símbolo en el lodo, cortar firmemente la arcilla hincando la herramienta a presión sin sacudir ni arrancar de súbito. Una excavación hecha con destreza y siguiendo las precauciones antes indicadas, conducirá a mejores acabados de los muros, a un colado limpio y ahorrará problemas posteriores de rellenos, -- rectificaciones o afinaciones de los muros, para cumplir con su verticalidad y alineamiento.

El cumplimiento de estas indicaciones conjugado con un lodo de perforación de buena calidad, evitará caídos y deslaves que azolvan la zanja y que provoquen socavación de las paredes y evitará movimientos de las propias paredes y del fondo que se pueden difundir hacia el exterior causando --

desplazamientos de las zonas vecinas.

Las excavaciones de las zanjas se harán en forma alternada, es decir no deberán excavar tableros contiguos en forma simultánea. Asimismo no se excavará ningún tablero hasta que el concreto del contiguo haya alcanzado su fraguado inicial.

La longitud de las zanjas excavadas que alojarán los muros del cajón se indicará para cada caso en los planos estructurales correspondientes a cada trabajo, pero en ningún caso excederá de 6,00 m.

La Profundidad de la excavación de las zanjas será la indicada en el proyecto para cada caso particular.

Durante la excavación deberá efectuarse un control de las propiedades del lodo de perforación; este control consistirá en efectuar las pruebas necesarias para confirmar, que dichas propiedades cumplan con los límites especificados. Se llevarán a cabo cuando menos dos pruebas de lodo por cada tablero, la primera al vaciar el lodo en la zanja antes de iniciar la excavación y la segunda inmediatamente antes de introducir la parrilla de refuerzo. Si los resultados de las pruebas de lodo indican que no se cumple con algunas de las propiedades especificadas, el lodo deberá recircularse desde la zanja hasta la batería de los hidroc-

clones desarenadores. Es conveniente que en caso de ser necesaria esta recirculación se cuente con las instalaciones necesarias (toma y descarga) para mantener en funcionamiento continuo la batería de hidrociclones durante todo el proceso de recirculación.

Todo lodo de primera que se utilice en las zanjas de excavación, deberá tener un período de reposo mínimo de 8 horas.

En caso de que el lodo se suministre por medio de pipas, el lodo contaminado deberá sustituirse por lodo nuevo conservando siempre el nivel del lodo dentro de la zanja a 80 cms. abajo del borde superior de los brocales.

Por ningún motivo deberá permitirse abatir el nivel arriba indicado de la bentonita, ya que causará succiones y gradientes en el manto freático que favorezcan la desintegración y el derrumbe de las paredes. Un mismo lodo podrá utilizarse las veces que determine el laboratorio de control y que, en todo caso, serán las que permitan que el lodo cumpla con todas sus especificaciones. Después de ello se desechará el lodo. Deberán preverse las instalaciones de preparación y regeneración de lodos y la capacidad de almacenamiento suficientes para cumplir ampliamente las necesidades diarias de la obra; esta amplitud cubrirá un 50% en exceso del volumen de las zanjas por rellenar en el día, para absorber el consumo adicional que se tenga por fugas o pérdidas de lodo a través de las

fisuras y grietas en las arcillas, o de los poros en los ma
teriales más permeables. Cuando las fugas se noten extraor-
dinarias podrá usarse aserrín en el lodo para rellenar las-
grietas. El aserrín debe añadirse en los recipientes de mez-
clado y no después, para evitar que se formen grumos.

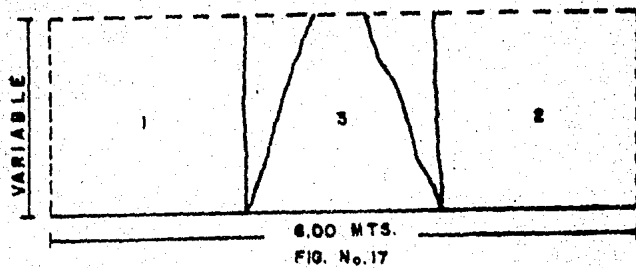
No puede dejarse una zanja totalmente excavada
y ademada con lodo por mucho tiempo, por lo que no deberán
pasar más de 24 horas entre el inicio de la excavación de -
un tablero y el inicio de su colado. Asimismo, no deben --
transcurrir más de seis horas entre el momento que se alcan-
ce la máxima profundidad de excavación y el inicio del cola-
do.

En vista de que la herramienta de excavación -
de la zanja es curva, la profundidad de la excavación debe-
rá llevarse a la que indique el proyecto en cada caso más -
20 cms. ver figura No. 18)

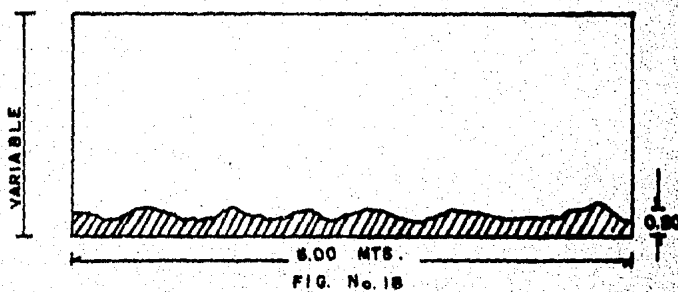
Terminada la excavación deberá procederse a la
limpieza del azolve del fondo, utilizando un tubo inyector-
que se pasará por todo el piso de la zanja. Otra alternati-
va consiste en la recolección del azolve con la almeja.

EQUIPO PARA LA EXCAVACION.

La excavacion en zanja para alojar el muro mi-
lán se hace mediante un equipo guiado de los cuales se cono-



PASOS PARA LA EXCAVACION DE UN PANEL DE 6.00 MTS. 4 ESTADOS DE EXCAVACION.



AFINE DEL FONDO DE LA ZANJA

con varios sistemas como el equipo Polenshy - Zollner y el equipo Williams; se describe el sistema básico de estos equipos, ya que la diferencia principal entre ambos sistemas es la sección de la vara metálica guiada que en el equipo Polenshy-Zollner es rectangular y en el sistema Williams es circular.

El equipo guiado consiste en una vara metálica de sección rectangular o circular, según el equipo que se trate, con roles internos para poder guiar los cables de arrastre y de levante.

En el extremo inferior de la vara está acoplada a un cucharón - almeja, ligada está a un sistema de guías tubulares. Existen dos tipos de cucharón- almeja para usarse en muros de 80 cms. y 60 cms. de espesor con capacidades de $3/4 \text{ YD}^3$ y de $1/2 \text{ YD}^3$ respectivamente.

Los cucharones-almeja usados en equipos cuentan además de los dientes convencionales de corte, con una serie de dientes laterales que tiene por objeto peinar las paredes del terreno excavado para dejar un acabado liso, que es la que va a darle un acabado aparente a dicho muro (después del colado).

La vara con su almeja está soportada por los cables de la grúa del tipo Link-Belt-108, con pluma de 70ft. con sus contrapesos correspondientes y se mueve através de un marco con sistema de roles de guía fijado a la pluma de la grúa. Con este marco se asegura la verticalidad y se proporciona la posibilidad de correcciones a la misma.

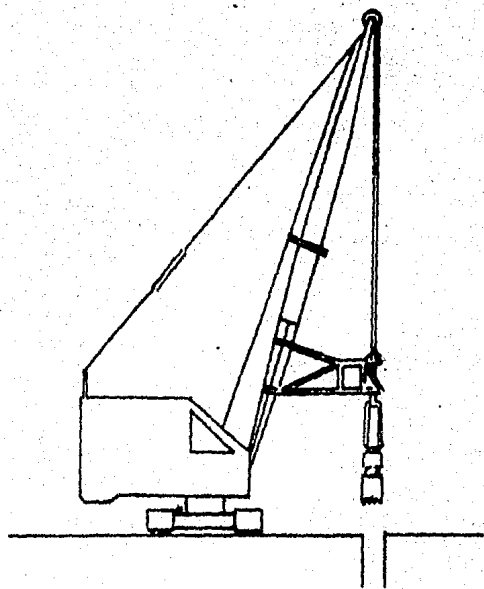
El ángulo de la pluma de la grúa debe quedar comprendido entre 79° y 81° , para garantizar su estabilidad, ya que el equipo pesa aproximadamente de 10 ton. a 12 ton.

La profundidad máxima de excavación con equipo guiado es de 12.50 mts, aproximadamente. ver figura No(19)

ARMADO DEL MURO MILAN.

El armado es muy variable dependiendo de la profundidad de desplante, longitud, espesor, sistema de apuntalamiento, condiciones del subsuelo y su función que tendrá dentro de la estructura general, sea por muros de acompañamiento (tablestaca) o bien muros estructurales (de carga).

- MUROS TABLESTACA.- En este caso los muros tienen su función dentro del proceso constructivo, como tablestacado y como elementos de dar más peso a la construcción. Su liga a la estructura principal se logra por medio



EQUIPO POLENSKY & ZOLLNER
PARA LA EXCAVACION DE LOS MUROS MILAN

FIG. No. 19

de llaves de cortante hechas a base de placas de poliestireno, que al retirarse forman una caja a todo lo largo del muro en la parte inferior del muro, que al colar la estructura principal se liga al armado y se llena de concreto efectuandose así la liga definitiva. ver figura No (20)

- MUROS ESTRUCTURALES.- En este caso de estructuras tipo cajón como la que se usa en el metropolitano de México, los muros además de tener su función del procedimiento constructivo, forman parte directa de la estructura principal, y para su liga con ésta, o sea las losas de piso y techo, el armado de los muros tienen que ser continuado a ellas; lo que se logra a base de varillas de desdoblar. ver figura No.(21)

El armado de acero de refuerzo se prefabrica en una zona cerca a la excavación, accesible para que la grúa pueda hacer sus maniobras al colocar la parrilla de acero de refuerzo. Tal parrilla, además del acero estructuralmente necesario, lleva varillas rigidizantes (izadores y separadores). ver figura No.(22 y 23) que evitan el flambéo de la parrilla y varillas de soporte (orejas) que traban durante la maniobra de levante y colocación de la parrilla de acero de refuerzo en la cepa.

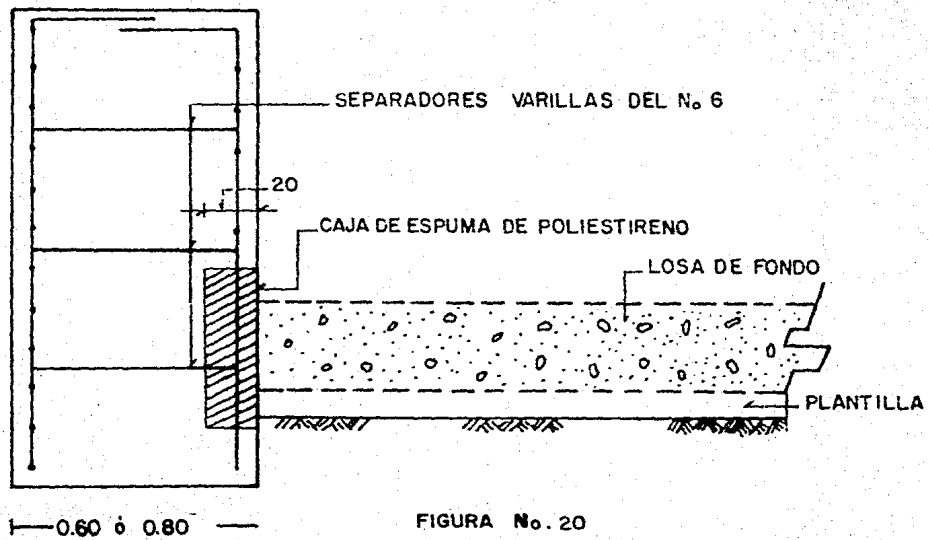


FIGURA N.º 20

MURO DE ACOMPAÑAMIENTO

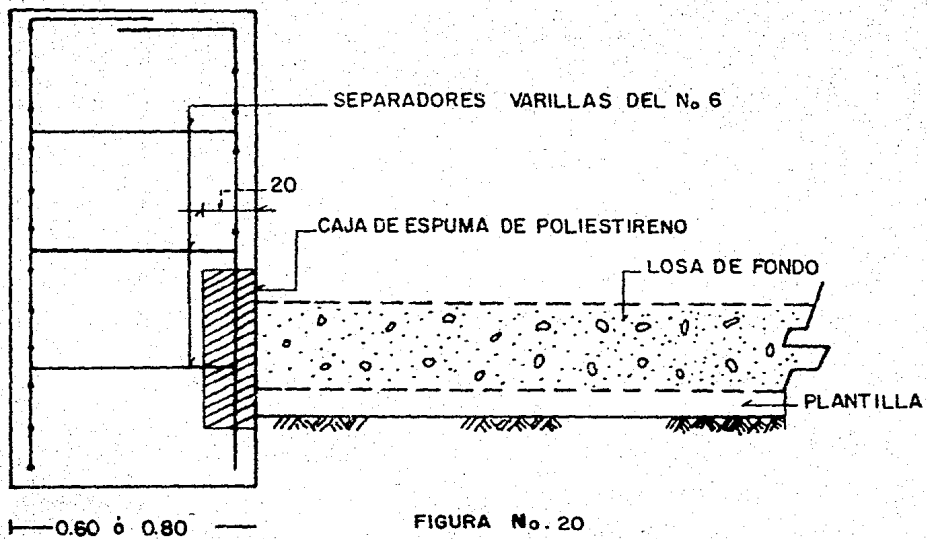


FIGURA N.º 20

MURO DE ACOMPAÑAMIENTO

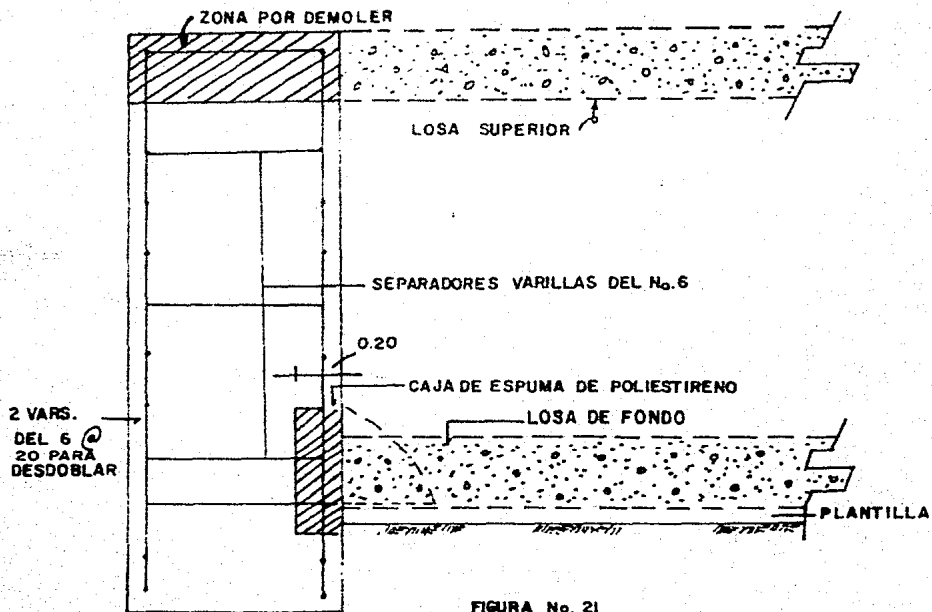


FIGURA No. 21

MURO ESTRUCTURAL

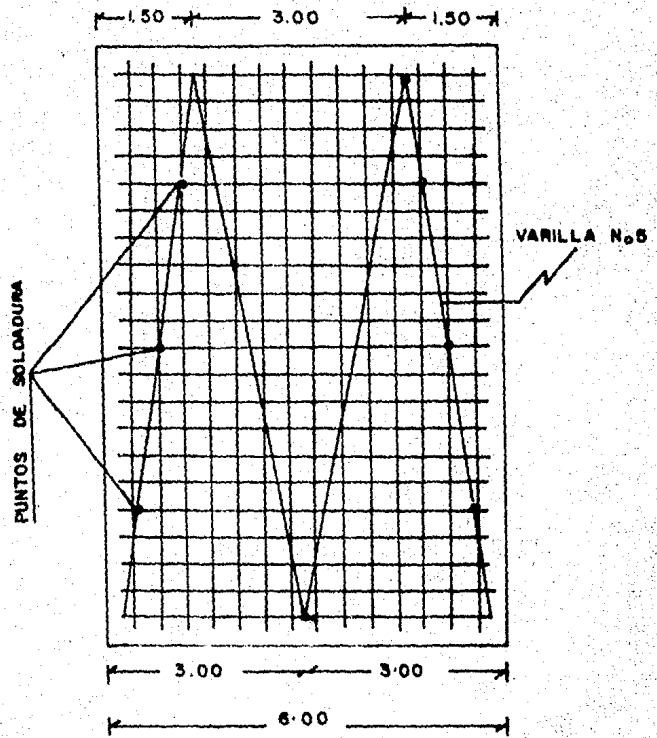
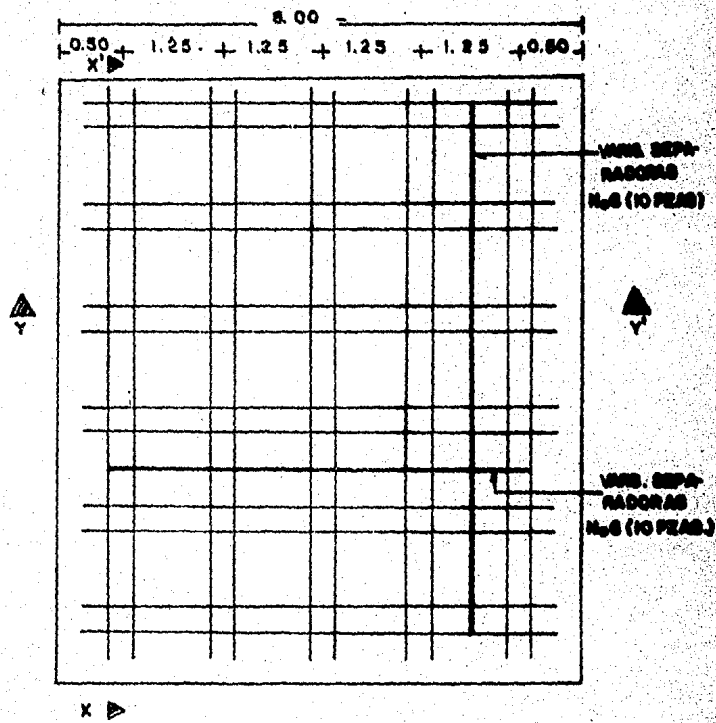


FIGURA No. 22

DETALLE DE IZADORES



DETALLE DE SEPARADORES

FIGURA NO. 23

El sistema de rigidez de las parrillas, así como el propio armado estructural, están diseñados de tal forma que permitan el paso de los tubos (trompa de elefante) de colado. ver figura No(24).

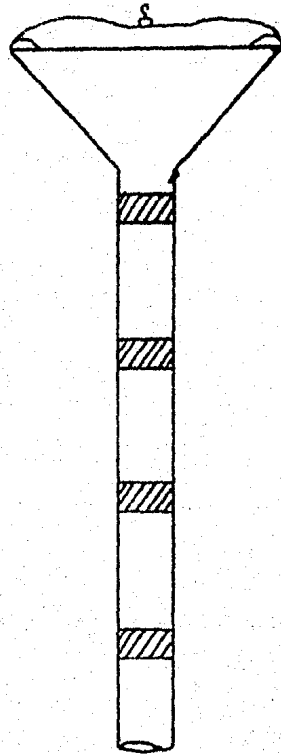
PROCEDIMIENTOS DE COLADO DEL MURO MILAN.

La secuencia a seguir para realizar la colocación del concreto en las cepas excavadas es la siguiente:

- Una vez que se han colocado las juntas metálicas y que se han checado que están perfectamente alineadas y en forma vertical, se procede a introducir la parrilla de acero de refuerzo, haciéndola descender por su propio peso, checando también su alineamiento, verticalidad y su recubrimiento, así como también su recubrimiento en el fondo de la zanja. Tanto las juntas metálicas como la parrilla de acero se colocan por medio de una autogrúa.

- Cuando la parrilla a quedado colocada en su posición correcta se instalarán dos gatos hidráulicos en la superficie apoyándolos contra el brocal, para que la parrilla no tienda a flotar o a moverse durante el colado, estos gatos se retirarán al finalizar el colado.

FIGURA No. 24



TROMPA DE COLADO

Después de colocada, centrada, y nivelada la parrilla se introducirán las trompas de colado, por tramos. Los coples de union de cada tramo de las trompas deben ser perfectamente herméticas para impedir que la succión de la columna de concreto, al bajar chupe aire o lodo del exterior. Cada tramo será de no más de 20 m. de largo y tendrá diámetro no menor de 30 cms. al tramo que sobresale en la superficie se le conecta un embudo o una tolva. La boca de esta tolva debe quedar a una altura conveniente para que pueda descargar directamente el concreto desde las ollas revolventoras. Todo el conjunto se subirá o bajará durante el colado por lo tanto deberá contarse con el equipo necesario para efectuar estos movimientos. Los tramos de tubo deberán de ser lo suficientemente fuertes y pasados para soportar el manejo.

El concreto debe ser suficientemente fluido para que sin necesidad de vibrarlo penetre y se distribuya uniformemente por todo el tablero. La boca de descarga de la trompa de colado no debe quedar nunca ahogada - menos de 1.50 m . en el concreto que se está colando. Para ayudar al concreto a fluir al principio, puede desplazarse la trompa verticalmente hacia arriba y hacia abajo - vigilando que permanezca siempre suficientemente ahogada - en el concreto para que no exista contaminación del lodo -

con el concreto, A medida que el concreto fluye se agregará más concreto a la tolva, manteniendo la columna a una altura conveniente para regular la rapidez del flujo, en esta forma el lodo de la zanja será desplazado hacia la superficie por la diferencia de densidades prácticamente sin necesidad de mover la tubería.

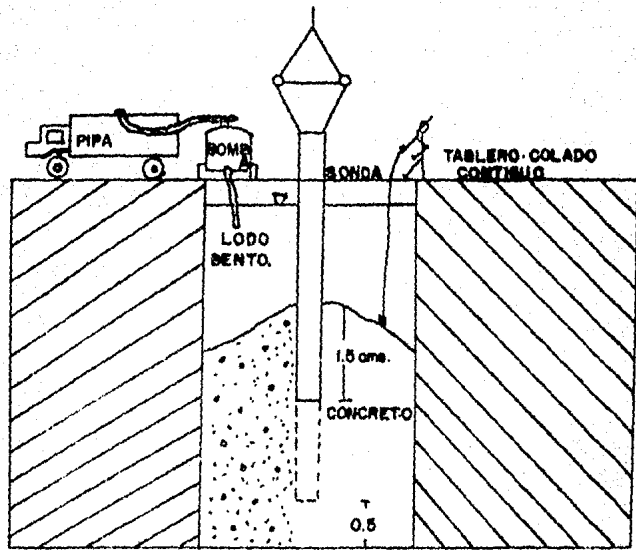
El concreto no deberá ser vaciado de golpe -- dentro de la tolva para lograr un flujo suave y continuo -- por lo que no deberán tenerse recesos o suspensiones mayores de 15 minutos.

El concreto debe llegar a un nivel de 30 cms. arriba del nivel superior indicado en el proyecto, estos 30 cms. en exceso se considerarán contaminados y que no contribuyen al trabajo estructural del muro.

Se recomienda agregar al concreto un aditivo retardante cuya dosificación quedará a criterio de la supervisión general de la obra.

El colado se inicia llevando el extremo interior de la tubería hasta aproximadamente 50 cms. arriba -- del fondo de la zanja colocando en el interior de la tubería un dispositivo neumático, con objeto de impedir que se contamine el concreto con el lodo bentonítico. ver figura No.(25).

FIGURA No. 25



PROCEDIMIENTO DE VACIADO DEL CONCRETO

DIFERENTES TIPOS DE VACIADO QUE PUEDEN
PRESENTARSE DURANTE EL COLADO DE LOS -
MUROS.

Dentro de éstos existen efectos de mucha impor-
tancia cuando las condiciones normales se alteran y no se
respetan el balanceo del sistema "malacateo-vaciado", por -
circunstancias que frecuentemente se presentan.

- VACIADO DE CONCRETO NORMAL.- El ciclo nor-
mal tiene un rango de 3 minutos /m³ y se considera que en
este tiempo el movimiento de la trompa de colado permite -
que el concreto se acomode uniformemente, además de existir
un equilibrio entre la tendencia de la armadura a levantar-
se y el sistema de troquelamiento de la misma.

- VACIADO DE CONCRETO RAPIDO.

- Provoca un desbalance en el sistema de recu-
peración de bentonita, ya que las bombas usadas son de car-
ga y no de alta velocidad.

- Aumenta la probabilidad de que se levante el
armado de refuerzo, falle el troquelamiento y flote por --
completo el armado.

- El acomodo del concreto es suficiente, ya que el movimiento de las trompas de colado es muy reducido en relación al volúmen de concreto que se deposita.

- Los mantos arcillosos, cuando son blandos, se comprimen, produciendo un efecto de abultamiento en las paredes de la excavación. En la práctica se ha venido observando que cuando se hace un colado rápido de volúmen el concreto depositado excede en un 15% a 25% al volúmen teórico del muro y este se debe a que el concreto se acomoda bien en el fondo.

- VACIADO DE CONCRETO DISCONTINUO.

Este tipo de vaciado se presenta cuando no se efectúa con regularidad el abastecimiento de concreto en el muro, ya sea por diferentes causas; como consecuencia existen intervalos de tiempo considerables entre las diferentes etapas de colado, resultando como consecuencia un taponamiento de las trompas de colado, debido al fraguado inicial del concreto. En este caso, existe el peligro de la formación de juntas frías. En caso de presentarse un taponamiento de las trompas de colado, se procederá a desalojar el concreto de la tubería, dejando caer libremente la tolva sobre su marco de soporte, repetidas veces, de no lograr destaparla, se tendrá que sacar la tubería y sustituirla por otra limpia de reemplazo, con esta maniobra hay contaminación del lodo bentonítico con el concreto y se pueden esperar filtraciones posteriores en el muro ya colado.

C A P I T U L O V

"PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE LA SUPERESTRUCTURA."

Los trabajos en la construcción de la superestructura de un muelle, consisten básicamente en: colocación de la obra falsa, cimbra y acero de refuerzo para ejecutar el colado de la misma. Ejecutándose la construcción de losas, trabes, cabezales, pantallas, sistemas de defensas y dispositivos de amarre.

5.1.- COLOCACION DE CIMBRA, ACERO Y CONCRETO

La obra falsa consiste por lo general en la utilización de mordazas o abrazaderas metálicas, sujetas a las pilas o pilotes por medio de pernos dispuestos en todo su perímetro, atornillándolas a éstas, previa hechura de los barrenos para tal objetivo.

Toda la colocación de la obra falsa para la superestructura, se hace parcialmente sobre agua, con ayuda de balsas de madera encima de tambos, sobre las cuales se trabaja hasta colocar toda la obra falsa requerida.

COLOCACION DE LA CIMBRA DE LA SUPER-ESTRUCTURA.

Una vez lista la obra falsa de la superestructura, se coloca cimbra de la misma, iniciando con los cabezales dispuestos en el sentido transversal del muelle, y que sirvan para ligar las pilas o pilotes y hacer la conexión de la losa de muelle.

En la cimbra que se utilice en los cabezales, se deben colocar pqlines; apoyados sobre viguetas transversales y enseguida se acomodarán tiras de madera de 1" para formar un entarimado en el fondo.

El cajón formado con la cimbra del cabezal, tiene como objetivo, servir en sus partes laterales, para apoyar viguetas tipo I de 4" en el sentido longitudinal del muelle, y que sobre éstas, se colocan tarimas para formar el cimbrado de la losa.

ACERO DE REFUERZO EN LA SUPERESTRUCTURA.

El acero de refuerzo en un muelle, se debe colocar previamente en los cabezales con todos sus bastones y estribos requeridos, enseguida se procede a armar la parrilla interior de la losa y a continuación la superior, habilitándose al mismo tiempo, las pantallas con sus respecti-

vos herrajes.

COLADO DE LA SUPRESTRUCTURA.

El colado de la superestructura se debe hacer por partes, utilizando concreto con las especificaciones requeridas para cada caso.

Se debe empezar principalmente el colado de las pantallas luego la losa junto con los cabezales y por último, los dados para las bitas y las cajas para los herrajes de las defensas,

La superestructura en muelles esta constituida -- principalmente por: sistemas de pisos, cabezales y elementos de atraque.

5.2.- SISTEMAS DE PISOS.

Existen en general cuatro tipos de sistemas de -- pisos de concreto reforzado:

- Losas macizas con vigas, en una dirección.
- Losas macizas con vigas, en dos direcciones.
- Pisos de losas nervadas.
- Losas planas o pisos sin trabes, macizos o nervados.

Cada uno de los sistemas mencionados tienen sus propias ventajas distintivas, dependiendo de la distancia entre apoyo, de la magnitud de las cargas que deberán soportarse y del costo de construcción.

LOSAS DE CONCRETO.- Las losas de concreto siempre serán coladas en el sitio, apoyando la obra -- falsa y la cimbra sobre los pilotes o sobre tablestacas si es que estas son precoladas.

Se deberá calcular la losa con el tipo de carga vertical adecuada para las necesidades del muelle, debiendo tomar en consideración el peso propio de la misma losa, de la cual se supone su espesor,

En virtud de que se cuenta con carga vertical móvil que ésta se encuentra en claros alternados, lo que puede producir una inversión de momentos tanto en los apoyos -- como en los claros centrales por lo cual se deberá correr en ambos lechos y sobre ellos mismos cuando menos una tercera parte del acero de flexión, a no ser que el diseño nos -- de separaciones menores.

LOSAS PLANAS DE CONCRETO.- Existen casos - en los cuales las cargas verticales no son muy grandes y - desde luego no existen concentraciones del tipo del ferrocarril o containers, en vista de lo cual se puede construir una losa plana de concreto apoyada directamente sobre pilotes, transmitiendo la carga a éstos a través de un capital.

TRABES DE CONCRETO.- Estos elementos según lo indique el proyecto, podrán ser coladas en sitio o precoladas, pudiendo ser también en este último caso preforzadas.

Las trabes generalmente son de sección rectangular y deben calcularse para absorber la carga que le transmiten las losas o lo que obra directamente sobre ellas principalmente cargas móviles concentradas. En virtud de que las trabes por lo general en estos casos son continuas, es posible obtener los momentos y cortantes máximos por medio de líneas de influencia para varios claros.

El porcentaje mínimo de acero por flexión que debe llevar una trabe está dada por la relación $14/f_y$, en donde f_y es límite de fluencia del acero, a no ser que el área de refuerzo proporcionada en cada sección positiva o negativa, sea cuando menos un tercio mayor que la requerida --

por el análisis.

Por lo que se refiere al cortante, la separación - máxima de estribos cuando se requiere refuerzo en el alma está dado por:

$$S = \frac{A}{0.0015b}$$

en donde:

S= Separación máxima entre estribos, en cm.

A= Area de la sección transversal de estribo en cm²

b= Ancho de la trabe en cm.

Debe dejarse al descubierto la parte superior de los estribos con objeto de colocar el armado superior y colocar monolíticamente esta parte junto con la losa.

Las trabes pre-forzadas son elementos sin continuidad libre apoyadas en trabes o cabezales que son colocados con anterioridad, su longitud es la del claro libre de apoyo y generalmente son de sección asimétrica.

Se puede utilizar secciones del tipo "T" invertidas, las que en unión con bloques de concreto apoyados en el patín de la "T" forman un conjunto sobre el cual se vacía el concreto para la losa sin necesidad de obra falsa y --

cimbra. Ver figura (13).

5.3.- CABEZALES Y PANTALLAS.

CABEZALES.- Este elemento es la aplicación que se construye en la parte superior de los pilotes, en donde cruzan y descargan sus reacciones las traveses que forman la retícula de la superestructura.

Los cabezales son por lo general muy robustos -- por lo cual en rara ocasión se les calcula, siendo diseñados por temperatura. La distancia mínima que debe existir entre los paños de un pilote y el cabezal es de 22.5 cm -- independientemente de las dimensiones del pilote.

Dependiendo de las condiciones de un diseño, los cabezales pueden ser aislados en un cruce de ejes o corridos a todo lo ancho del muelle, abarcando todos los pilotes que se encuentran en ese eje.

PANTALLAS.- Las pantallas son elementos que reciben directamente el impacto, producto del atraque de una embarcación, transmitiendo esta fuerza a los ejes transversales de la estructura.

Directamente sobre la pantalla van elementos - llamados defensas que absorben parte de la energía del im pacto, este tipo de elementos generalmente se construye - para trabajar como losa, aunque en algunas ocasiones pue- de ser una trabe.

Es practica común construir otra pantalla en la parte posterior de un muelle, la que tiene por objeto con tener la parte superior de los rellenos, evitando así que el talud de éstos invada fuera del paramento de atraque - del muelle, esta pantalla puede servir también para que - el muelle se recargue sobre otra estructura ya existente.

5.4.- TIPOS DE DEFENSAS Y DISPOSITIVOS DE AMA- RRE.

Existe una amplia variedad en cuanto al tipo de defensas que se usan actualmente en las instalaciones de muelles comerciales, los cuales varían desde simples lar- gueros de madera para barcasas y tráfico de naves ligeras, hasta defensas muy elaboradas del tipo de resortes de ace ro o de gravedad, para dar acomodo a los barcos tanques- muy grandes.

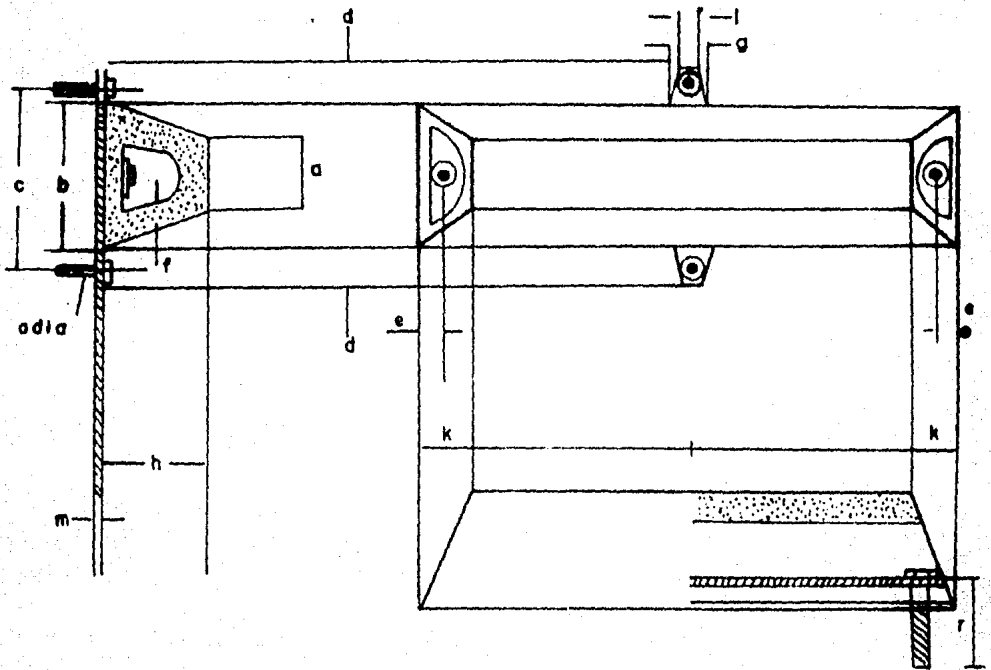
Algunos tipos de sistemas son los que a continuación se mencionan: un conjunto de miembros de madera horizontales y/o verticales sujetos con pernos a la estructura del muelle; los miembros pueden o no estar empotrados con pilotas, también se usan defensas flotantes en conjunto de este tipo de sistemas de defensas de madera, sistemas de dispositivos tales como grupos especiales de resortes concéntricos de acero, se usan también unidades de hule o cauchos cuadrados o rectangulares en conjunto con sistemas de defensas de madera y en ciertas instalaciones se pueden usar unidades de hule cilíndrico relativamente pesadas como única defensa sobre la pantalla de atraque.

En las figuras Nos (26 y 27) se puede observar un tipo de defensas de hule, así como también sus dimensiones y en la figura No.(28) los accesorios para la sujeción de estas.

Para la selección de defensas mencionadas se requiere de un monograma. En la tabla No.5-1 se tiene el monograma para su selección de estas, así como su explicación de dicho programa.

Dentro del grupo de defensas para muelles, también se considera en ocasiones los duques de alba, en una de sus múltiples funciones, ya que también suelen usarse -

DEFENSA TIPO V

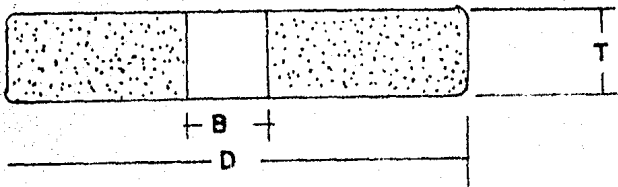
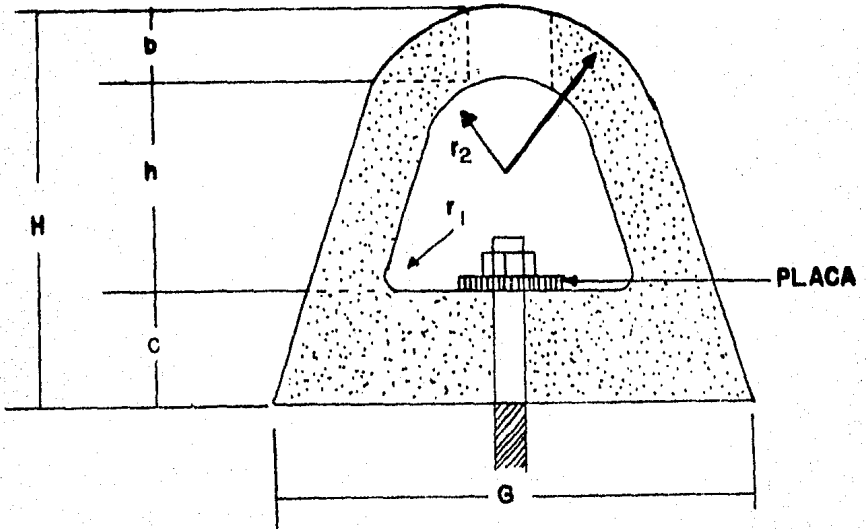


DIMENSIONES

ocot: mm

MEDIDA	h	a	b	c	d	e	f	g	j	k	m	n	dia
150 H	150	90	180	280	380	60	35	100	150	100	16	80	22
200 H	200	125	250	350	445	70	55	110	165	125	25	100	254
300 H	300	188	375	530	645	75	80	130	195	175	16	180	1 1/4
400 H	400	250	500	710	840	85	108	140	230	225	19	400	381
500 H	500	315	625	860	1000	100	140	160	260	275	25	400	44
600 H	600	375	750	1050	1210	115	168	185	285	325	32	440	50

DEFENSA TIPO D

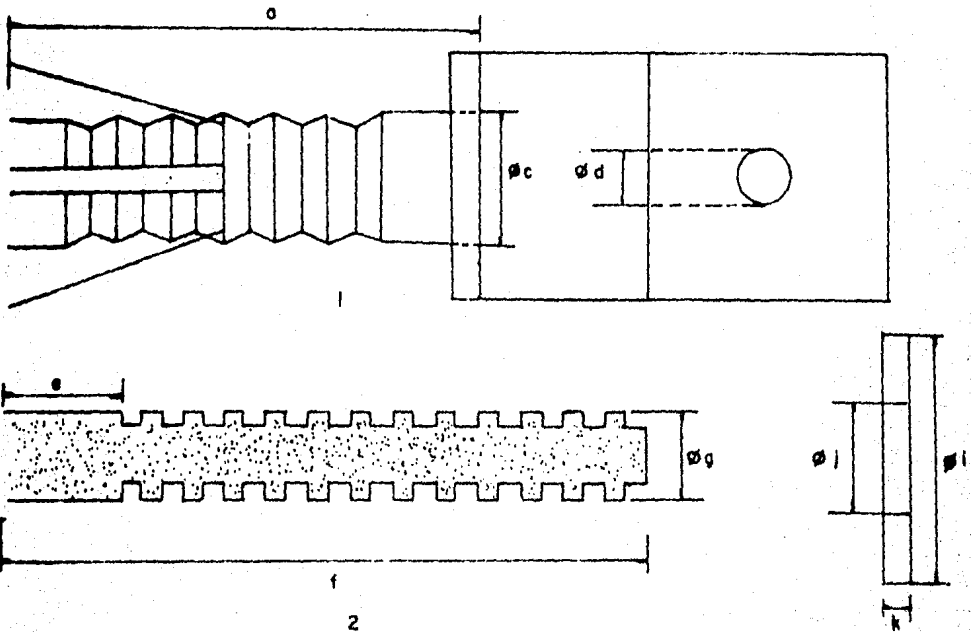


MEDIDA	H	a	b	e	h	R	r ₁	r ₂	B	T	D	r
D-100	100	112	26	14	60	35	12	9	17	12	36	6
D-250	250	279	64	35	151	87	30	23	36	19	90	9
D-350	350	391	90	49	211	122	42	33	45	22	125	10

unif. m m

FIGURA No. 27

ACCESORIOS PARA SUJECION DE DEFENSAS



DESCRIPCION:

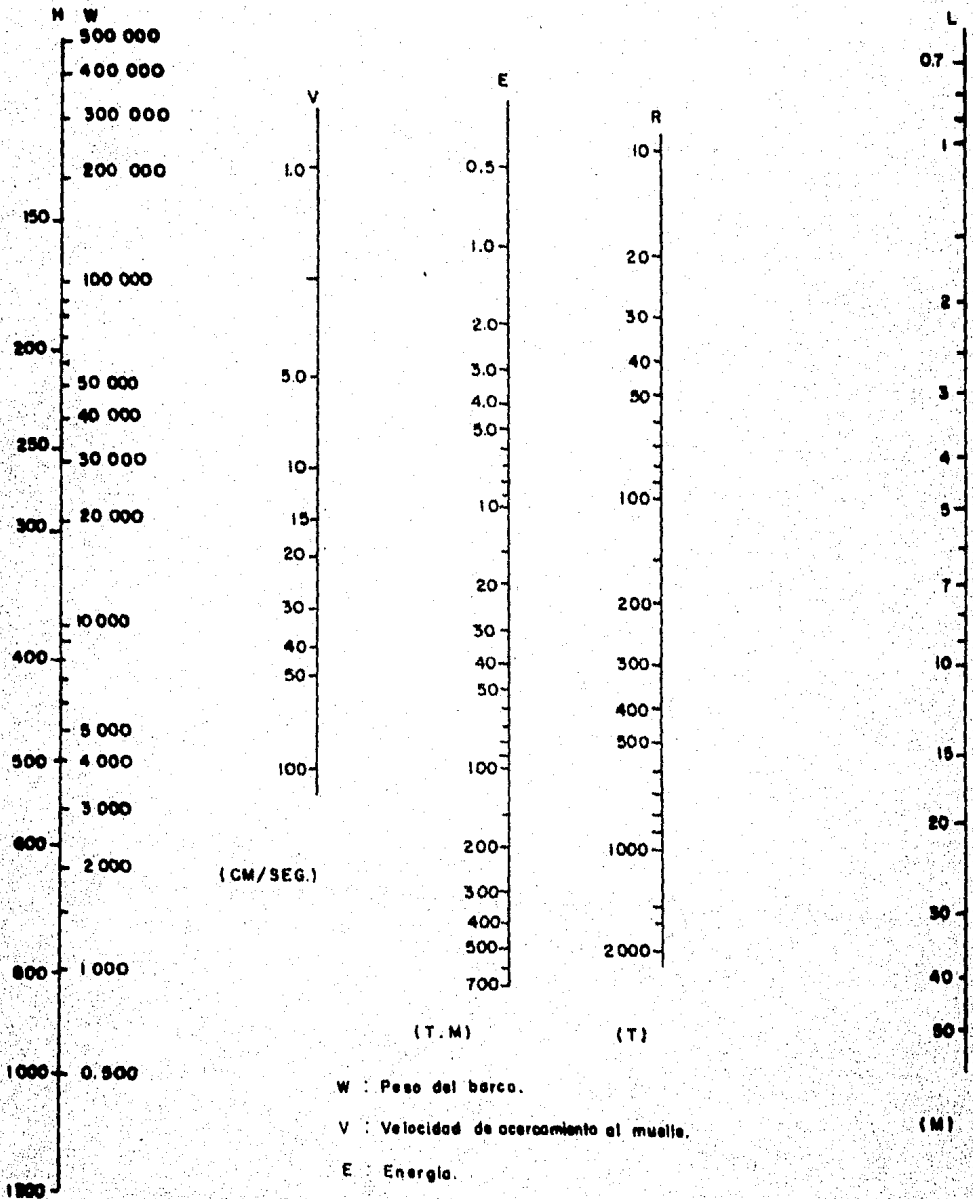
- 1.- TANQUE DE FIJACION. HECHO DE UN MATERIAL ESPECIAL SINTETICO
- 2.- TORNILLO DE ACERO GALVANIZADO PARA RESISTIR LA OXIDACION.
- 3.- RONDANA DE APRIETE DE ACERO GALVANIZADO PARA RESISTIR LA OXIDACION.

ESPECIFICACIONES:

ACOT : mm.

MEDIDA	a	b	ø c	ø d	e	f	ø g	ø h	ø i	ø j	k
150 H	120	60	50	7/8"	60	140	7/8"	1 1/4"	60	1 1/2"	1/8"
200 H	150	60	60	1"	10	200	1"	1 1/2"	60	1 3/4"	1/8"
300 H	200	80	60	1 1/4"	12	250	1 1/4"	1 3/4"	80	2"	3/16"
400 H	200	80	60	1 1/2"	14	400	1 1/2"	2"	80	2 1/8"	3/16"
500 H	250	130	70	1 3/4"	16	400	1 3/4"	2 1/8"	130	2 1/2"	1/4"
600 H	290	130	80	2"	10	400	2"	2 1/8"	130	2 1/2"	1/4"

NOMOGRAMA PARA SELECCION DE LA DEFENSA TIPO V PARA MUELLE



W : Peso del barco.

V : Velocidad de acercamiento al muelle.

E : Energia.

H : Altura de la defensa

L : Longitud de la defensa tipo 'v'

R : Fuerza de reaccion.

TABLA 5-1

como obras de atraque o de amarre, como limitación de áreas. Estas estructuras, pueden, al igual que los muelles, ser estructuras de gravedad o a base de pilotes.

DISPOSITIVO DE AMARRE.

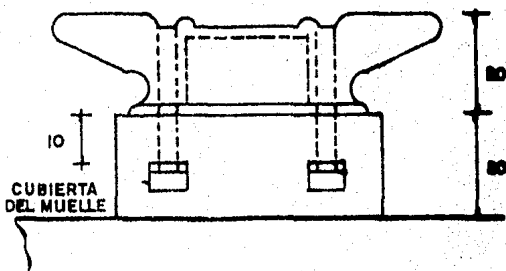
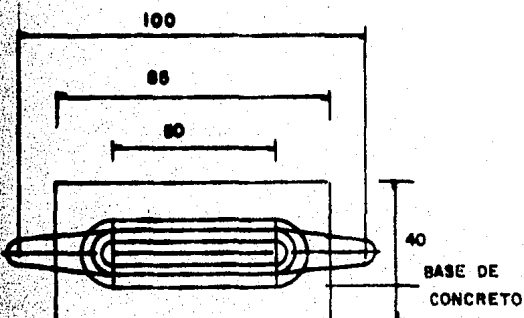
En este capítulo se mencionarán los diferentes tipos de dispositivos de amarre usados con mas frecuencia para un atracadero de embarcaciones tanto de gran como de pequeño calado. Las variaciones en cuanto a formas y detalles son muchas, pero estas variaciones no alteran las finalidades básicas de los dispositivos; se encuentra una amplia variedad de formas en los diferentes puertos.

TIPOS DE DISPOSITIVOS DE AMARRE:

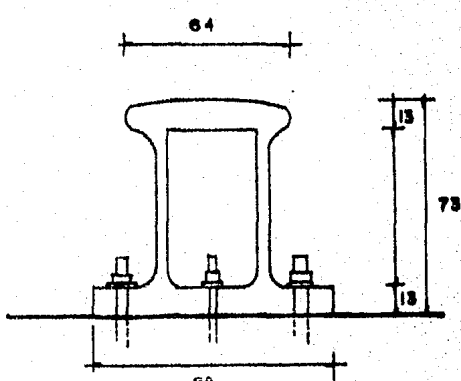
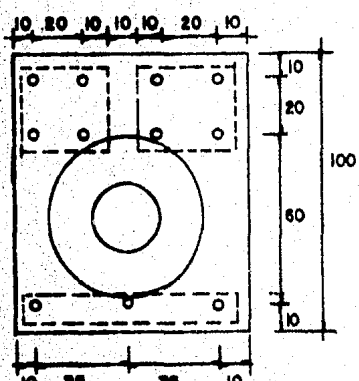
- Cornamusas para embarcaciones pequeñas.
- Bitas sencillas.
- Bitas dobles.

En las ilustraciones de la figura No.(29) se muestra un ejemplo de cada tipo de dispositivo, correspondiente a las dimensiones autorizadas por la Secretaria de Marina.

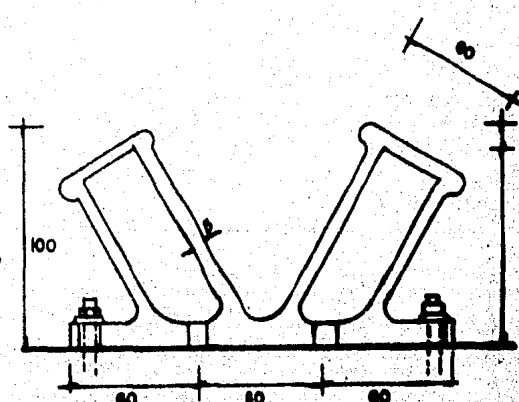
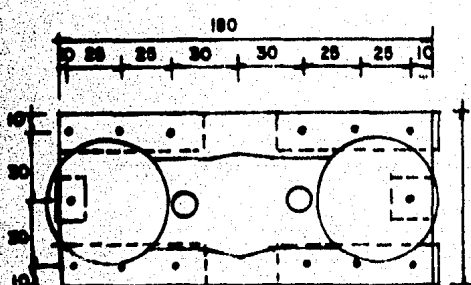
TIPOS DE DISPOSITIVOS DE AMARRE



CORNAMUSA



BITA SENCILLA

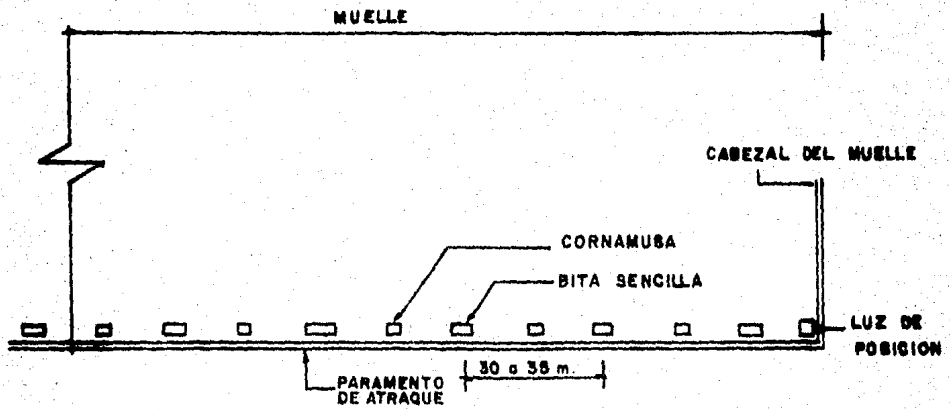


BITA DOBLE

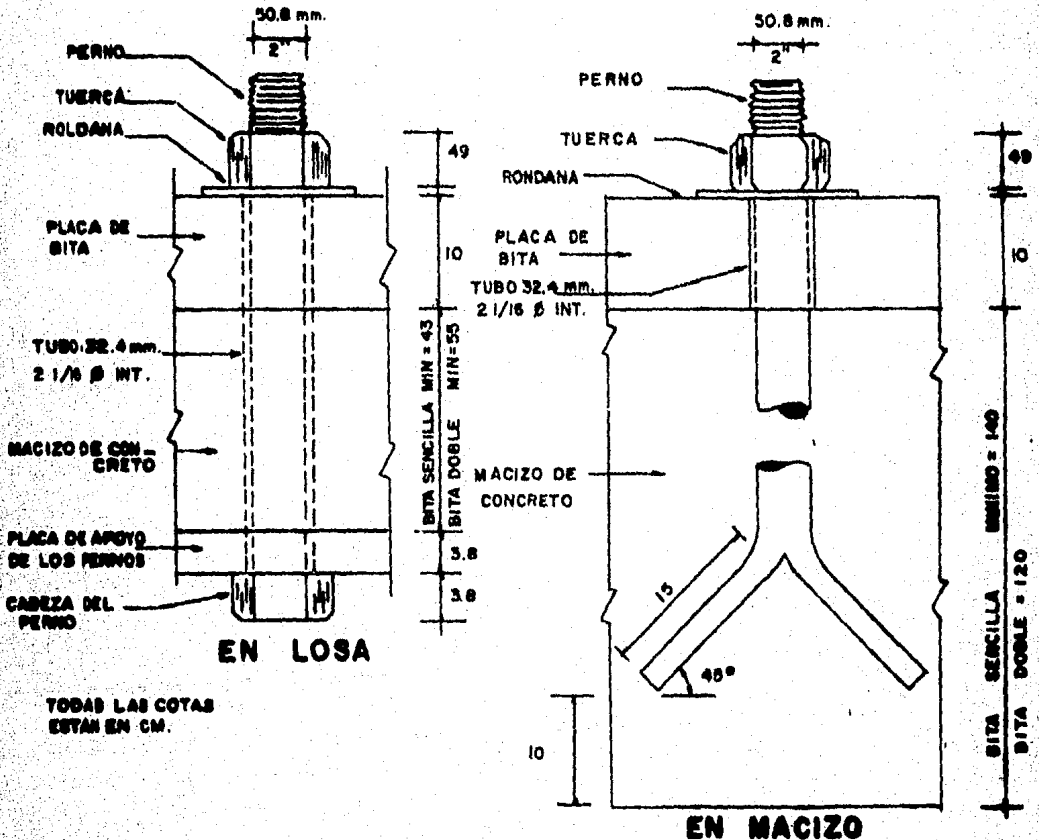
SELECCION Y ESPACIAMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS DE AMARRE. La localización de bitas deberá hacerse de preferencia coincidiendo con un eje transversal del muelle y de ser posible sobre un pilote, debiendo considerarse tanto del tipo como en su espaciamento las condiciones de viento y mareas en el lugar específico. ver figura No.(30)

CAPACIDAD DE LOS DISPOSITIVOS DE AMARRE.- Las condiciones de trabajo específicas en un atracadero determinado se toma en consideración para revisar la capacidad de cualquier tipo de dispositivo y su anclaje.

Debido a las varias maneras como se amarran los diferentes tipos de embarcaciones, la dirección y el número de cables varían. En consecuencia, las diferentes condiciones de revisión también varían. Se recomienda que todos los dispositivos de amarre y anclaje resistan una fuerza de falla de 50% mayor que la de resistencia a la ruptura del cable sujeto, de manera que la línea de amarre se rompa antes de que se dañe la bita o su anclaje. Debido a las variaciones en la dirección de la tracción de los cables, esta fuerza se supone en sus posiciones de diseño más favorables, que son en el sentido horizontal y perpendicular al eje longitudinal de la bita y a la elevación a la cual el cable apoya sobre ésta cuando se encuentra bajo esfuerzo.



ESPACIAMIENTO PARA DISPOSITIVOS DE AMARRE



ANCLAJE DE BITAS

El metal usado para la fabricación de estas bitas es de acero fundido de acuerdo con las especificaciones A-S-T-M . A 27-52 T grado 65-35 y el costo de esta varía de acuerdo con la posibilidad de construirlas o no en el sitio de la obra .

ANCLAJE DE LOS DISPOSITIVOS DE AMARRE.- Los anclajes normalmente son de dos tipos generales, a base de pernon ahogados o introducidos a través de un tubo con diámetro un poco mayor, siendo la elección según la facilidad de mantenimiento el remplazo de la bita o pernos y el diseño de la superestructura del muelle.

El espesor mínimo de concreto para pernos ahogados - deberá ser de 1.40 m en bitas sencillas y 1.20 m en bitas dobles y para pernos introducidos en un tubo será de 0.45 m para bita sencilla y 0.55 m para bita doble, pudiéndose reducir el espesor de concreto en este último caso, siempre que se le añada un refuerzo adicional, para cornamusas pequeñas, pueden usarse anclas para tornillos tipo Phillips empotradas en el concreto. ver figura No. (30).

En los anclajes que se muestran en figura No. (30) se supone el uso de concreto reforzado como material del muelle, debiendo tener como mínimo una resistencia de un $f'c = 210$ Kg/cm².

Cuando los dispositivos de amarre están colocados en miembros de madera o de acero, los detalles de anclaje deben modificarse consecuentemente.

C A P I T U L O VI

"INSTALACIONES Y SERVICIOS REQUERIDOS EN UN MUELLE."

6.1.- INSTALACIONES DE APOYO

Las instalaciones de apoyo son aquellas obras - que permiten realizar las operaciones de traslado, embar - que, desembarque y almacenamiento de las cargas, así como - los servicios generales que se requieren en las zonas por - tuarias.

El uso de las áreas de almacenamiento esta en -- función del tipo de carga y su valor.

Las cargas que deben estar cubiertas se deposi - tan en los cobertizos; otras que contengan las mismas carac - terísticas pero que sean más valiosas, se almacenan en bode - gas y las llamadas cargas negras, se depositan a la inter - perie, en los patios.

BODEGAS DE TRANSITO.- Las bodegas de - tránsito, son las que se encuentran inmediatas a los mue - lles; su eje longitudinal generalmente es paralelo al eje - de estos y su función es recibir las cargas que tendrán --

poco tiempo de estadía en el puerto.

BODEGAS ESTACIONARIAS.- Las bodegas - estacionarias se localizan en áreas un poco más alejadas de los muelles y su función es proteger aquellas cargas - cuya permanencia en el puerto se prolongue más de lo esparado, antes de que el consignatario los retire.

La superficie de las bodegas tanto de tránsito- como las estacionarias es variable y depende del espacio- disponible en el puerto y del volúmen de tráfico. Generalmente los claros de las bodegas estan libres de obstácu- los, pero si se desea emplear columnas intermedias, los - claros no deberán ser menores de 9.0 m., para facilitar el paso del equipo que operará dentro de la misma.

Los materiales con que se construyen las bodegas y los cobertizos deben ser de difícil combustión; es por- ello que en los puertos, es común encontrar estructuras - con perfiles de acero, de concreto pre-esforzado, muros - de block o de tabique y techos de lámina de asbesto.

Los pavimentos de las bodegas podrán ser flexi- bles o rígidos. Cuando se vayan a soportar cargas pesa- das o se tenga el paso de vehículos continuo se deberá -- reforzar con acero.

PATIOS. - Muchas cargas que se manejan en los puertos no requieren estar en espacios cubiertos -- por lo que se depositarán en los patios. Estos se hace -- con las cargas negras como pudieran ser las planchas de -- acero, tambores de aceite, concentrados de plomo y desde -- luego los contenedores.

Es recomendable que los patios sean del tipo rígido de acuerdo con la magnitud de las cargas consideradas para el diseño y que tengan adicionalmente una superficie de desgaste que pueda ser repuesta periódicamente.

ACCESOS TERRESTRES. - Es evidente que una terminal portuaria debe estar adecuadamente comunicada con su zona de influencia mediante la red ferroviaria y carretera. Dentro de la zona portuaria la vialidad externa debe contar con accesos bien localizados y áreas de estacionamiento amplias para evitar congestionamientos en las áreas diseñadas al puerto.

Por lo que concierne al ferrocarril, antes de -- que las vías lleguen a la terminal deberá contarse con un patio de distribución. La vialidad dentro del puerto se -- rá tan elaborada como lo exija su movimiento de carga y se -- atenderá a un diseño integrado de patios y vías, tanto de -- tránsito como de maniobras, los cuales se prolongarán hasta

los muelles y las bodegas para que las mercancías que deban ser cargadas directamente del ferrocarril a los barcos.

6.2.- SERVICIOS REQUERIDOS EN UN MUELLE

La operación de una terminal portuaria se complementa con los servicios como lo son el agua potable, la energía eléctrica, servicio telefónico, servicio de combustible y sistema contra incendio; para lo cual, es conveniente contar dentro del puerto con una red de distribución --expresamente-- para el servicio de los muelles.

SERVICIO DE AGUA POTABLE. - Debe proporcionarse un servicio de agua con capacidad suficiente para permitir llenar los tanques de la embarcación en un tiempo tal que se evite tardanzas en la operación de la nave para atracaderos de carga general, usualmente será suficiente una presión de 380 lbs. por minuto, lo que nos da aproximadamente 180 m^3 de agua en un período de 8 hrs.

La conexión de servicio tendrá un diámetro generalmente de 6.35 cm. (2 1/2") y se regulará el agua mediante una válvula de globo situada a continuación de dos válvulas de retención llamadas válvulas check.

El suministro de agua potable puede realizarse mediante tomas de agua con contador, situados a lo largo del borde del muelle a intervalos de 50 a 100 metros y alimentadas por canalizaciones circulares que son generalmente una extensión de la red local de suministro de agua.

SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA.- El tipo de energía que se proporcione deberá satisfacer las necesidades de las embarcaciones que la consuman. Normalmente será corriente alterna del tipo monofásico, con 120 volts y 60 ciclos.

Se deben de instalar tomas de corriente en la esplanada de cada puesto de atraque. Es necesario iluminar las esplanadas para su utilización y, para evitar los postes de alumbrado que podrían dificultar la manipulación de la carga, las luces se deben situar normalmente sobre los tinglados de tránsito.

En los muelles abiertos, es preferible colocar las luces sobre torres metálicas altas lejos de los buques.

SERVICIO TELEFONICO.- La comunicación telefónica directa desde el buque constituye un servicio cada vez más importante.

Generalmente se instalan conexiones telefónicas en cada puesto de atraque, preferiblemente cerca de un extremo para que estén situadas convenientemente en relación con la superestructura del buque,

En la explanada se instalarán conducciones a prueba de intemperismo, por las cuales podrán pasar los cables telefónicos cuando se necesitan.

SERVICIOS DE COMBUSTIBLE.- En cualquier tipo de puerto que se tenga, debe existir este servicio a fin de ayudar a los navíos a proseguir su marcha. El abastecimiento se puede proporcionar por diversos sistemas entre los cuales destacan los siguientes.

- En el propio atracadero.
- Por medio de un atracadero especial.
- Por medio de chalanes nodriza.

En el primer caso, se tiene la ventaja de que el barco puede reabastecerse de combustible al mismo tiempo que efectúa sus operaciones de carga o descarga, obteniéndose por consiguiente considerable ahorro, en su estadía. Tiene el inconveniente del peligro que representan las tuberías de combustible al cruzar una amplia zona comprendida entre el centro de almacenamiento y el propio atraque

dero, lo que implica además, un alayado eqcto en su conq -
trucción y conservación.

El segundo caso, ofrece una absoluta seguridad -
al cargar combustible en una zona alejada del resto de las
áreas comerciales del puerto, sin embargo, se tiene la -
desventaja de que aumenta el número de movimientos de los
barcos dentro del mismo, y mientras se abastece, se impide
el movimiento del cualquier otra operación, estas condicioo
nes afectan en forma considerable sus costos de estadía.

El método más eficiente para el abastecimiento de
combustible de las embarcaciones, es por medio de chalanes
nodriza por su facilidad de acoderarse al barco cuando este
se encuentra atracado realizando sus operaciones. Con es-
te procedimiento, se evita en su totalidad la construcción
de instalaciones especiales, teniendo además la ventaja de
abastecer a los barcos en cualquier sitio del puerto en --
que se encuentran, ya sea que esten atracados o fondeados;
así se reduce el tiempo de estadía y se elimina todo el --
peligro, ya que en caso de siniestro bastará sacar del --
puerto al chalán nodriza o al navío.

SISTEMA CONTRA INCENDIO. A este servicio debe prestársele especial atención, puesto que es de gran importancia proteger las instalaciones portuarias y las mercancías que ahí se manejen; por tanto, en todos los puertos deben adaptarse sistemas y equipos para prevenir y combatir el fuego, independientemente de los servicios de la población.

Como puede resultar cara utilizar agua dulce para la extinción de incendios; aunque causa menos daños a la carga, es posible emplear agua de mar. Se puede tender canalizaciones especiales de agua salada, que normalmente se dejan vacías, y sólo conducen el agua salada en casos de emergencia, mediante una instalación de bombeo fija o móvil. A fin de lograr una mayor eficacia, pueden instalarse canalizaciones a presión y bombas automáticas de uso instantáneo. Ese sistema de emergencia contra incendios situado en tierra firme se añade a los artefactos normales de extinción de incendios instalados a bordo de remolcadores. Este equipo consta esencialmente de extinguidores montados en carritos de mano, que se colocan en todos los accesos de los muelles y junto con éstos, un tanque grande sobre ruedas dotadas de extinguidores distribuidos en puntos convenientes y de fácil acceso, a efecto de ponerlos a funcionar rápidamente en caso de emergencia.

Se completa el equipo con hidrantes de 50.8 mm. separados 15 metros entre sí, que proporcionan una presión de 45 Kg/cm²; torres con extinguidores y mangueras para combatir el fuego en las partes altas y finalmente, embarcaciones equipadas con extinguidores y bombas de presión, que toman el agua directamente del mar.

EMBARCACIONES DE SERVICIO.- Hay que prever instalaciones adecuadas para las embarcaciones de servicio del puerto, es decir para remolcadores, gabarras, lanchas contra incendios, embarcaciones para el desplazamiento de desechos; así como para el equipo flotante de construcción y de mantenimiento del puerto, como martinets para hincar pilotes, equipo de salvamento y de dragado, grúa y equipo flotante para combatir los derrames de hidrocarburos.

6.3.- SERVICIOS AUXILIARES

La terminal debe contar con la prestación de una variedad de servicios que tienen carácter auxiliar respecto de las principales operaciones portuarias de transbordo y almacenamiento de la carga y que abarcan desde los servicios de salvamento y extinción de incendios hasta los servicios de tratamiento de datos y manipulación de documentos.

LISTA DE SERVICIOS AUXILIARES.

- 1.- Practicaje.
- 2.- Remolcadores.
- 3.- Embarcaciones portuarias.
- 4.- Asistencia a la navegación.
- 5.- Servicio de salvamento.
- 6.- Servicios medicos.
- 7.- Servicio de policia y seguridad del puerto.
- 8.- Zonas de mantenimiento de equipo.
- 9.- Salas de reposo y alojamientos provisionales.
- 10.- Servicios recreativos.
- 11.- Estacion de cuarentena.
- 12.- Lucha contra la contaminación.
- 13.- Servicios sanitarios.
- 14.- Estacion de bomberos.
- 15.- Puesto de primeros auxilios, etc.

Por lo general estos servicios exigirán recursos financieros cuyo importe puede suponer un considerable incremento de los costos totales del proyecto.

C A P I T U L O VII

"MATERIALES CONSTRUCTIVOS EMPLEADOS"

7.1.- MATERIALES NECESARIOS PARA LA CONSTRUCCION DE MUELLES.

Primeramente hablaremos del concreto y sus propiedades que debe llevar para un buen resultado de él.

Los concretos se designan de acuerdo con su carga unitaria de ruptura a la compresión determinada a los 28 días, el concreto de la $f'c$ que se requiere depende de la dosificación de los materiales requeridos para su elaboración. Todo esto se obtiene por medio de ensayos efectuados, tanto en el concreto elaborado como en los agregados usados.

El consumo aproximado de concreto por metro cúbico de concreto, para diversas resistencias es como se indica a continuación:

<u>f'c</u>	<u>CANTIDAD DE CEMENTO POR M3 DE CONCRETO</u>
100 Kg/cm ²	220 Kg
150 Kg/cm ²	290 Kg
200 Kg/cm ²	330 Kg
250 Kg/cm ²	355 Kg
300 Kg/cm ²	415 Kg
350 Kg/cm ²	480 Kg
400 Kg/cm ²	510 Kg

Un concreto elaborado cumple con una f'c de proyecto cuando satisface las siguientes condiciones:

Quando por el volúmen del concreto colado deban tomarse hasta un mínimo de 5 probetas, el promedio aritmético de las f'c obtenidas al ensayar dichas probetas, no debe ser menor del 90% de la f'c del proyecto y ninguna probeta podrá tener menos del 85% de la f'c de proyecto.

Quando por el volúmen del concreto colado ya sea en una estructura o en varias de ellas, sea necesario tomar hasta un mínimo de 20 probetas, el promedio aritmético de las probetas no debe ser menor del 90% de la f'c de proyecto y el coeficiente de variación no debe ser mayor de 0.12. Se entiende por coeficiente de variación, al porcen

-taje de la desviación estandar respecto a la $f'c$ promedio, correspondiente a todas las probetas; la desviación estandar es la raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de las diferencias calculadas restando a la $f'c$ obtenida para cada probeta la $f'c$ correspondiente a todas las probetas.

Tipos de cementos usados en la elaboración de concreto:

Cemento Portland Puzolánico.- El cemento Portland Puzolánico deba ser una mezcla íntimamente molida de clinker de cemento portland y Puzolana fina.

La puzolana debe ser un material silíceo y aluminoso que posea por sí mismo poco o ningún valor cementante, pero que este firmemente molido y en presencia de humedad y que reaccione químicamente con el hidróxido de calcio a temperaturas ordinarias para formar propiedades cementantes.

Las puzolanas pueden emplearse en la fabricación de cementos portland puzolánicos, incluyen tales materiales naturales como: algunas de las tierras diatomáceas, horstenoas opalinos y pizarras, tobas y cenizas volcánicas o póneas; diferentes materiales producto de calcinación, tales como aquellos ya nombrados y algunas de las arcillas más comunes.

- y pizarras de los tipos de la montonoxilonita, caolinita y aquellos materiales artificiales como sílice, precipitada y algunas de las cenizas ligeradas.

Cemento Portland Puzolánico con aire incluido.- En este tipo de cemento, los constituyentes, clinker de cemento portland y puzolana deben reunir los requisitos prescritos para el cemento H.P.

Cemento Portland de escoria de altos hornos y escoria con aire incluido.- Es un material finamente molido que consiste esencialmente de granulado de escorias de altos hornos apagadas rápidamente en agua y cal hidratadas. Consiste por lo menos de 60% en peso de escorias de altos hornos apagados en agua. El granulado de escorias de altos hornos es el producto no metálico, consistente esencialmente de silicatos y aluminio silicatos de calcio, el cual se produce simultáneamente con hierro en altos hornos y se obtiene apagando rápidamente con agua el material fundido.

Lo anterior mencionado se refiere a los dos tipos siguientes de cemento de escorias:

Tipo E.- Cemento de escorias para

- usarse mezclado con cemento portland para la fabricación de concreto y como una mezcla con cal hidratada para la fabricación de mortero para mamposterías.

Tipo EA.- Cemento de escorias con --
aire incluido, para los mismos usos
que el tipo E.

7.2.- AGENTES INCLUSORES DE AIRE PARA CONCRETO.

Esto se refiere a los materiales que se agregan al concreto como agentes inlusores de aire.

Un agente inclusor de aire es aquel material -- que se usa como ingrediente del concreto, agregado a la -- mezcla antes ó durante su elaboración, con el fin de in- -- cluir aire en ella.

El agente inclusor de aire deberá cumplir los si guientes requisitos:

- El porcentaje de sangrado del concreto que contiene el adicionante, no debe excederse del 65% del san grado de un concreto similar, pero sin adicionante.

- La resistencia a la compresión y a la flexión del concreto que contiene el adiconante no debe ser menor - del 85% del de un concreto similar, pero sin el adiconante, a todas las edades de prueba.

7.3.- ACERO DE REFUERZO.

Las varillas, por lo que se refiere a dimensiones y peso deben cumplir los requisitos siguientes:

Las características de dimensiones y peso por unidad de longitud que deben tener las varillas, ya sean lisas o corrugadas aparecen tabuladas a continuación:

<u>VARILLA</u>	<u>AREA NETA EN CM2</u>		<u>PESO EN KG/M</u>	
	<u>NOMINAL</u>	<u>MINIMA</u> <u>PERMISIBLE</u>	<u>NOMINAL</u>	<u>MINIMO</u> <u>PERMISIBLE</u>
<u>NUM.</u>				
2	0.32	0.29	0.250	0.225
2.5	0.50	0.45	0.391	0.352
3	0.71	0.67	0.563	0.529
4	1.27	1.19	1.001	0.941
5	1.98	1.86	1.565	1.471
6	2.85	2.68	2.252	2.117
7	3.88	3.65	3.066	2.882
8	5.07	4.76	4.003	3.763
9	6.42	6.03	5.068	4.764
10	7.92	7.44	6.254	5.879
11	9.58	9.01	7.570	7.116
12	11.40	10.72	9.007	8.467

La tolerancia en paso unitario y en sección transversal, para todas las varillas del No. 3 ó mayores, ya sean lisas ó corrugadas, es hasta de un 6% ó menos, cuando se les considere individualmente y de 3.5% en más o menos -- cuando se trate de todo un lote. Para varillas menores del No. 3, la tolerancia será de 10% en menos, para varillas -- consideradas individualmente y 5% en más o menos cuando se trate de lotes de varillas.

Las varillas por lo que se refiere a la corrugación, debe cumplir con los siguientes requisitos:

A continuación aparecen tabulados los requisitos de corrugación o de formación superficial que deben cumplir las varillas corrugadas. Dichas deformaciones tienen por objeto impedir el deslizamiento de las varillas de acero al estar trabajando en conjunto con el concreto:

VARILLA NUM.	DIAMETRO NOMINAL EN PULG.	DIAMETRO NOMINAL EN MM.	PERIMETRO NOMINAL EN MM.	SEPARACION EN- TRE CORRUGACIO NES EN MM MAX.	ALTURA CORR- GACIONES EN - MM MINIMO.	ANCHO MAX DE UNA COSTILLA EN MM (*).
2						
2.5	5/16	7.94	25.00	5.6	0.3	3.1
3	3/8	9.52	29.92	6.7	0.4	3.7
4	1/2	12.70	39.90	8.9	0.5	5.0
5	5/8	15.87	49.86	11.1	0.7	6.2
6	3/4	19.05	59.84	13.3	1.0	7.5
7	7/8	22.22	69.82	15.5	1.1	8.7
8	1	25.40	79.81	17.8	1.3	10.0
9	1 1/8	28.57	89.77	20.0	1.4	11.2
10	1 1/4	31.75	99.74	22.2	1.6	12.5
11	1 3/8	34.92	109.72	24.4	1.8	13.7
12	1 1/2	38.10	119.69	26.7	1.9	15.0

(*). Esta columna esta calculada para el caso de dos costillas longitudinales.

Las varillas en relación a la prueba de tensión deben satisfacer los requisitos siguientes: por lo -- que se refiere a límite elástico aparente o punto de fluencia, esfuerzo máximo y porcentaje de alargamiento mínimo permisible.

CONCRETO	VARILLAS LISAS			VARILLAS CORRUGADAS			VARILLAS TORCIDAS EN FRIO
	GRADO ES- TRUCTURAL	GRADO IN- TERMEDIO	GRADO DURO	GRADO ES- TRUCTURAL	GRADO IN- TERMEDIO	GRADO DURO	
LIMITE - ELASTICO APARENTE EN KG/CM2	2 300 MINIMA	2 800 MINIMO	3 500 MINIMO	2 300 MINIMA	2 800 MINIMO	3 500 MINIMO	4 000 MINIMO
ESFUERZO MAXIMO EN KG/CM2	3 900 a 5 300	4 900 a 6 300	5 600 MINIMO	3 900 a 5 300	4 900 a 6 300	5 600 MINIMO	5 000 MINIMO

Con relación a la prueba de doblado todas las varillas deben pasar satisfactoriamente, sin romperse ni agrietarse las pruebas de doblaje en frío, de acuerdo con lo que se expresa a continuación, donde la letra "d" representa el diámetro del mandril que se usará para la prueba, ϕ el diámetro de la varilla.

V A R I L L A S L I S A S

VARILLAS NUMERO	GRADO ANG.	ESTRUCTURAL DIAMETRO -- DEL PERNO .	GRADO ANG.	INTERMEDIO DIAMETRO - DEL PERNO.	GRADO ANG.	DURO DIA- METRO DEL PERNO.
--------------------	---------------	---	---------------	--	---------------	----------------------------------

MENORES DEL NUMERO 6.	180°	d ϕ	180°	d 2 ϕ	180°	d 4 ϕ
--------------------------	------	----------	------	------------	------	------------

NUMERO 6 Y MAYORES	180°	d ϕ	180°	d 2 ϕ	180°	d 4 ϕ
-----------------------	------	----------	------	------------	------	------------

ALAMBRE DE ACERO PARA MALLAS SOLDADAS EM--
PLEADOS COMO REFUERZO DE CONCRETO.

Refuerzo de Concreto.- Esto se refiere a los requisitos que deben satisfacer las mallas soldadas de alambre de acero que vayan a usarse como refuerzo en el concreto.

El término "malla soldada de alambre" se refiere a un material compuesto de alambre de acero laminado, estirado en frío, elaborado por medio de un proceso de soldadura eléctrica. El material acabado debe consistir esencialmente de una serie de alambres colocados longitudinal y - - transversalmente, formando un ángulo recto entre sí y soldados uno con otro en todos los puntos de intersección.

El proceso de fabricación de las mallas debe ser el siguiente:

Los alambres deben quedar ensamblados por medio de aparatos que hagan el trabajo automáticamente o bien por medios mecánicos convenientes, el cual debe asegurarse que haya el espaciamiento adecuado y un alineamiento correcto de todos los miembros del material acabado.

Los miembros longitudinales y transversales deben

- estar unidos perfectamente en todos los puntos de intersección, por medio de soldadura eléctrica de alta resistencia, en el cual se emplea el principio de la fusión en combinación con una presión.

Cuando se emplea alambre del grado y de la calidad adecuada y cuando se emplea de la manera aquí referida, se tendrá una malla resistente, duradera y con aberturas cuadradas o rectangulares. Debe fabricarse de manera muy minuciosa debiendo estar exenta de defectos.

MATERIALES METALICOS.

El hierro, con todas las variantes que ofrece la industria, es ampliamente usado en la construcción de muelles.

La forma en que se utilizan los productos metálicos es variada, entre ellas se pueden mencionar a las siguientes: alambre, pernos, varillas y tornillos, láminas y planchas, perfiles angulares, pilotes, tablaestacas, etc .

Las empleadas en obras de muelles pueden estar o no en contacto con el agua de mar, de las primeras puede decirse que se emplean casi siempre en obras de carácter permanente, pudiéndose citar a los pilotes, tablaestacas,-

- compuertas, etc. en cuanto a las segundas, pueden ocasionalmente estar sujetas a los efectos directos del mar, pudiéndose citar entre otras a las bitas, armaduras de bodegas, láminas de techo y herramientas.

7.4.- MADERAS.

Las maderas que pueden ser utilizadas en la construcción de muelles, deben reunir tres características principales.

Resistencia al ataque mecánico del agua de mar o de río.

Resistencia al intemperismo.

Resistencia al ataque de organismos xilófagos, que viven en aguas saladas o dulces.

Estas características difícilmente pueden reunirse en las maderas, ya que casi todas ceden en mayor o menor tiempo a los agentes nocivos del agua, de acuerdo con las características particulares que se presentan en cada lugar, pudiendo variar hasta el grado de hacer casi imposible el empleo de madera en algunos sitios.

Características de la Madera:

Humedad.- La madera contiene agua de --
constitución inherente a su naturaleza orgánica, agua de sa-
turación que impregna las paredes de los elementos leñosos
y agua libre, tomada por capilaridad.

Densidad.- La densidad aparente varía -
no solo de una especie a otra, sino dentro de la misma, de-
pendiendo del grado de humedad y del sitio en que se encuen-
tre el árbol. Las maderas se clasifican por su densidad --
aparente: en pasadas, si es mayor a 0.8; ligeras, si está -
comprendida entre 0.5 y 0.7 y muy ligeras cuando es menos -
a 0.5.

Contracción e hinchamiento.- La madera
cambia de volumen según la humedad que contiene; cuando pier-
de agua, se contrae y cuando absorbe, se hincha. Sumergida
aumenta poco de longitud en el sentido de las fibras y de -
2.50 al 6% en sentido transversal, pudiendo aumentar su vo-
lumen hasta llegar al punto de saturación (20 - 25% de agua).

Dureza.- Es la resistencia que opone al -
desgaste, rasgado, penetración, etc. depende de la densidad,
edad, estructura y de si se trabaja en el sentido de las fi-
bras o perpendicular a ellas.

Hendibilidad.- Es la propiedad que tiene la madera de poderse separar en el sentido de sus fibras (desgarramiento).

Duración.- La duración varía de acuerdo con el medio donde se usa, sus propiedades físicas, - - fuerzas a que esté sujeta, etc.

La magnitud de los defectos de la madera (nudos, grietas y grano inclinado), queda determinada por sus características, dimensiones y localización. Estos defectos son la causa principal en la variación de las propiedades mecánicas y deben considerarse en la construcción.

C A P I T U L O V I I I

"CONCEPTOS Y COSTOS DE LOS MUELLES"

8.1.- CONCEPTOS BASICOS PARA LA DETERMINACION DE LOS COSTOS.

Como es sabido uno de los factores principales para llevar a cabo proyectos de infraestructura portuaria, es el económico, no tan solo por si la obra reditúa su inversión, sino también en cuanto al costo de la misma, que es en estos momentos críticos de nuestro país significativa -- cualquier falla de esta índole.

Por eso ahora, con mayor razón, se nota la gran importancia que siempre ha tenido la ingeniería de costos en la vida nacional: en la industria de la construcción, en la infraestructura portuaria. El hacerla evidente en la construcción de muelles, que es el objetivo de este capítulo; contemplando la elaboración de precios unitarios y presupuestos, para la evaluación de la inversión y el pago por la ejecución de dichos trabajos, así como todos los factores económicos que intervienen en el incremento y ahorro --

- que pudiera afectar a la consecución de una obra portuaria. Por lo tanto debemos realizar el análisis de precios unitarios, de los conceptos de que se compone la obra y para que ellos estén dentro de lo real, aplicar el personal, material y equipo adecuado ya que una mala aplicación de cualquiera de estos elementos repercute directamente en el costo de la obra de que se trate.

Ahora bien tratándose de precisar el significado de los términos empleados, se establecen las siguientes definiciones:

ESPECIFICACIONES.- Conjunto de disposiciones, requisitos, condiciones e instrucciones que se establecen para la contratación y ejecución de una obra.

CONCEPTOS DE TRABAJO O CONCEPTOS DE OBRA.- Grupo de operaciones y materiales que de acuerdo con las especificaciones respectivas integran cada una de las partes de una obra en que ésta se divide convencionalmente para fines de medición y pago.

UNIDAD DE OBRA.- Unidad de medición que se señala en las especificaciones como base para cuantificar cada concepto de trabajo para fines de medición y pago.

PRECIO UNITARIO.- Importe de la remuneración o - pago total que debe cubrirse al constructor por unidad de obra de cada uno de los conceptos de trabajo que realicen; ejecutando conforme al proyecto, especificaciones y normas de calidad.

Dentro de cualquier obra de ingeniería de costos, se considera dos tipos de estos: Costos Directos y Costos Indirectos, de los cuales es conveniente conocer sus elementos constitutivos para poder integrarlos y aplicarlos - apropiadamente.

8.1.1.- COSTOS DIRECTOS.

Costo de los recursos que intervienen en la construcción de la obra, en forma directa y son: materiales, - mano de obra, equipo y herramienta.

Costo de Materiales.- Al realizar un proceso productivo intervienen materiales, mano de obra y equipo para obtener un producto, por lo que el precio de los materiales forma parte del costo de dicho producto, estando en -- función estos precios, de los materiales, del tiempo y del lugar de aplicación. Es conveniente que en los costos base de los materiales, se incluyan los gastos de fletes, -- carga y descarga, es decir, que el costo corresponda a los materiales puesto en el sitio de la obra. Los materiales

- que se usen podrán ser permanentes y/o temporales. Los primeros son los que pasan a formar parte integrante de las obras; los segundos se consumen en uno o varios usos. A partir de lo anterior se obtiene la ecuación que representa el cargo unitario por concepto de materiales $M = V_a C$

Donde V_a = Precio de los materiales de que se trate, debe de corresponder al del material puesto en el lugar de la obra, cuando se utilicen o requieran materiales producidos en la obra, la determinación del cargo unitario será motivo del análisis correspondiente.

C = Cantidad de material por unidad de obra considerando adicionalmente las mermas que la experiencia fije.

RELACION DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURA DE PROTECCION EN LA CABECERA DEL MUELLE # 1 EN VERACRUZ, VER.

<u>DESCRIPCION DEL MATERIAL</u>	<u>UNIDAD</u>	<u>COSTO PUESTO EN OBRA</u>
CEMENTO TIPO II	TON	\$ 38,265.00
GRAVA	M3	8,000.00
ARENA	M3	5,000.00
GASOLINA	LT	162.50
DIESEL	LT	150.80
ACEITE	LT	1,105.00
ACERO DE REFUERZO fy=4 200 KG/CM2	KG	240.00
ACERO DE REFUERZO fy=2 530 KG/CM2	KG	260.00
ALAMBRE RECOCIDO # 18	KG	370.00
PLACA DE ACERO DE 25 MM. (1")	KG	675.00
LAMINA NEGRA LISA CAL. 14	KG	500.00
ANGULO ESTRUCTURAL	KG	325.00
PERFIL H DE 150 X 150 MM (6"x6")	KG	955.00
SOLDADURA	KG	950.00
TUBO DE ACERO DE 400 MM (16") Ø	M	160,000.00
MADERA	P T	200.00
TRIPLAY DE 16 MM	M2	4,770.00
CURAFEST	LT	850.00
FESTER MIX	LT	800.00
TUBO DE ACERO DE 374 MM	M	140.00
TUBO DE P.V.C. DE 40.6 MM (1 5/8)	M	3,000.00
TUBO DE P.V.C. DE 63 MM (2 1/2")	M	4,000.00
CADENA DE ESLABON DE 5/8"	M	9,000.00
DEFENSA CILINDRICA DE 0.50 M de Ø M DE LONGITUD	PZA	725,000.00

COMBUSTIBLE PUESTO EN OBRA:

COMBUSTIBLE	ADQUISICION	ACARREO Y MANIOBRAS	COSTO PUESTO EN OBRA
GASOLINA	125.00	1.30	162.50/LT
DIESEL	116.00	1.30	150.80/LT
ACEITE	850.00	1.30	1,105.00/LT

Costo de mano de obra.- En la industria de la construcción se emplea poco personal altamente calificado y gran porcentaje de sus obreros perciben el salario mínimo estipulado por la comisión de salarios mínimos, determinando también los salarios profesionales por especialidades más comunes en la construcción.

Representa un incremento en los salarios base -- las prestaciones y derechos de los trabajadores como es la prima no menor del 25% sobre los salarios que le corresponde durante el período de descanso, siendo éste no menor de seis días como mínimo para trabajadores con un año de servicio. Aguinaldo anual, equivalente a 15 días de salario por lo menos. Seguro Social, de los salarios pagados, prima vacacional, aguinaldo, prima alimenticia y viáticos. Im puesto sobre remuneraciones pagadas, este se aplica a la remuneración total, siendo el 1% y guarderías, aplicado a sueldos y salarios base.

Tanto la ley federal del trabajo como la costumbre, el medio ambiente, reducen el tiempo afectivo de trabajo, siendo necesario determinar un factor que incluya estas tres causas, para determinar el salario real. La manera para establecerlo lleva un proceso como a continuación se define.

DÍAS DE PERCEPCION PAGADOS AL AÑO:

Días de calendario	365.25
Días de aguinaldo	15.00
Prima vacacional (0.25 x 6)	<u>1.50</u>
Suma	381.75

DIAS NO LABORABLES:

Domingos	52.00
Vacaciones	6.00
(1) Días festivos	7.17
(2) Días por costumbre	7.00
Mal tiempo	<u>10.00</u>
Suma	82.17

DIAS FESTIVOS:

1° de Enero	1° de Diciembre (cada 6 años)
5° de Febrero	25 de Diciembre
21 de Marzo	
1° de Mayo	
16 de Septiembre	
20 de Noviembre	

DIAS POR COSTUMBRE.

Jueves Santo

Viernes Santo

Sábado de Gloria

3 de Mayo

5 de Mayo

12 de Diciembre

Santo Patrón de la población (Un día al año)

DIAS EFECTIVOS DE TRABAJO:

365.25 DIAS - 82.17 DIAS = 283.08 DIAS

**CALCULO DEL FACTOR DE SALARIO REAL PARA EL
SALARIO MINIMO.**

Días pagados al año	381.750 000
Cuota del I.M.S.S. (0.196875 x 381.75)	75.157 031
Cuota por Guardería del U.M.S.S. (0.01 x 364.67)	3.646 70
Impuesto sobre Remun. Pag. (0.01 x 381.75)	3.817 50
S u m a	464.371 23

$$F.S.R. = \frac{464.37123}{283.08} = 1.640424$$

**CALCULO DEL FACTOR DE SALARIO REAL
PARA SALARIOS SUPERIORES AL MINIMO**

Días pagados al año	831.750 000
Cuotas del I.M.S.S. (0.159 375 x 381.75)	60.841 406
Cuota por Guardería del I.M.S.S. (0.01 x 364.67)	3.646 700
Impuesto sobre Remun. Pag. (0.01 x 381.75)	<u>3.817 500</u>
S u m a	450.055 606

$$\text{F.S.R.} = \frac{450.055\ 606}{283.08} = \underline{\underline{1.589\ 853}}$$

**TABULADOR DE SALARIOS REALES DE MANO DE OBRA
(TURNO DE 8 H)**

CATEGORIA	SALARIO BASE	FACTOR S.R.	SALARIO REAL/ TNO
PEON	1,675.00	1.64	2,747
AYUDANTE	1,892.55	1.59	3,009.20
OFICIAL ALBAÑIL	2,446.25	1.59	3,889.53
OFICIAL FERRERO	2,355.00	1.59	3,744.45
OFICIAL CARPINTE RO	2,275.00	1.59	3,617.25
OFICIAL SOLDADOR	2,411.25	1.59	3,833.88
OFICIAL HERRERO	2,355.00	1.59	3,744.45

CATEGORIA	SALARIO BASE	FACTOR S. R.	SALARIO REAL/ TNO.
OFICIAL PLOMERO	2,343.75	1.59	3,726.56
CHOFER	2,502.50	1.59	3,978.97
OPERADOR	2,605.00	1.59	4,141.95
AYUDANTE OPERADOR	1,980.00	1.59	3,148.20
BUZO	15,000.00	1.59	23,850.00
CABO	4,537.50	1.59	7,214.62

No solo conociendo el salario se fija el costo por concepto de mano de obra sino que también se necesita observar el rendimiento o sea de la cantidad de trabajo desarrollado en un determinado tiempo.

Por lo tanto la ecuación que resume el costo de mano de obra es:

$$M.O. = \frac{S D T}{R D} \quad \text{En la que:}$$

M.O. = Cargo por mano de obra

S D T = Salario diario total

R D = Rendimiento diario

Costo por equipo.- La compra de equipo se debe considerar como una inversión y como tal debe retribuirle interés a su propietario. Por lo cual es un integrante -

- del costo directo y de gran importancia en la construcción; debido a esto es necesario determinar el costo.

Por concepto de equipo se estiman los cargos que a continuación se describen: a) Considerando primeramente cargos fijos aquellos que gravan el costo horario del equipo independiente de que se halle operando o inactivo. Como son:

Depreciación.- Es el que resulta por la disminución del valor de la maquinaria como consecuencia de su uso durante el tiempo de su vida económica. Se tiene en cuenta una depreciación lineal, es decir que la maquinaria se deprecia una misma cantidad por unidad de tiempo. Su ecuación que la representa es:

$$D = \frac{V_a - V_r}{V_e} \quad \text{Donde:}$$

D = Cargo por depreciación

V_a = Valor de adquisición de la máquina nueva en el mercado.

V_r = Valor de rescate de la máquina

V_e = Vida económica de la máquina

Inversión.- Cargo equivalente a los intereses -

- del capital invertido en maquinaria. Determinado por:

$$I = \frac{(V_a + V_r) i}{2 H_a} \quad \text{En la que:}$$

I = Cargo de Inversión

H_a = Número de horas efectivas que el equipo trabaja durante el año.

i = Tasa de interés anual

Seguros.- Los necesarios para cubrir riesgos a que esta sujeta la maquinaria durante su vida económica, por accidente que sufra. Su ecuación.

$$S = \frac{(V_a + V_r) s}{2 H_a} \quad \text{En este caso:}$$

S = Cargo por seguros

s = Es la prima anual promedio, valuada como porcentaje de valor de la maquinaria y expresada como fracción.

Almacenamiento.- Es el que se requiere para la guarda y vigilancia de la maquinaria durante sus períodos de inactividad durante su vida económica. Incluye: Todos los gastos que se realizan por este motivo, como son: la renta o amortización y mantenimiento de las bodegas o pa--

-tios de guarda y la vigilancia necesaria para la maquinaria. Se define por:

$$A = K_a D$$

A = Cargo por almacenamiento

K_a = Coeficiente que será función de los costos - de los locales necesarios para guardar la maquinaria, de los salarios del personal de vigilancia y del tiempo de guarda considerado.

Mantenimiento mayor o menor.- Es el originado - por todas las construcciones necesarias para conservar la maquinaria en buenas condiciones, a efecto de que trabaje con rendimiento normal durante su vida económica.

$$T = Q D$$

T = Cargos por mantenimiento

Q = Coeficiente que incluye tanto el mantenimiento mayor como el menor.

b) Gravamen que influye en el costo de equipo es el de consumos, derivado de las erogaciones que resultan por el uso de:

Combustibles.- El elemento que proporciona la energía debe indudablemente ser elemento del costo, por lo cual:

$$E = C P_c$$

En la que:

E = Cargo por combustible

C = Cantidad de combustible por hora efectiva de trabajo.

P_c = Precio de combustible puesto en la máquina.

Lubricantes.- El elemento que permite el funcionamiento eficiente del equipo y reduce el desgaste por fricción, también se considera elemento del costo, por lo tanto:

$$L = a p_l$$

En donde:

L = Lubricante

a = Cantidad de lubricante por hora

p_l = precio del lubricante puesto en la máquina

Llantas.- Se considera este cargo sólo para aquella maquinaria en la cual al calcular su depreciación, se haya deducido el valor de las llantas del valor inicial.

- de la misma. Se simboliza por:

$$L1 = \frac{V L 1}{Hv} \quad \text{En la que:}$$

L1 = Cargo por llantas

V L 1 = Valor de las llantas

Hv = Horas de vida económica de las llantas

c) Ultimo integrante del costo de equipo es el -
cargo por operación.

$$O = \frac{So}{H}$$

En donde:

O = Operación

So = Salarios por turno del personal necesario pa
ra operar la máquina

H = Horas efectivas de trabajo por turno o men--
suales.

En términos generales el cargo por transporte --
(flete) de la maquinaria se considera como cargo indirecto,
pero cuando sea conveniente podrá tomarse en cuenta dentro
de los cargos directos.

Resumiendo el costo por maquinaria se integra --

-sumando los cargos fijos (Depreciación, inversión, seguros, almacenamiento, mantenimiento mayor y menor) más los cargos por consumo (combustibles, lubricantes, llantas) -- más el cargo de operación, más, en su caso, el cargo por flete.

Costo por herramienta.- Este cargo corresponde al consumo de desgaste de herramientas utilizadas en la ejecución de los dos tipos o conceptos de herramientas: las de mano y las especializadas, éstas últimas se analizan en la misma forma que el cargo directo por maquinaria y el cargo por herramienta de mano se calculará mediante la siguiente expresión

$Hm = K Mo$ En la que:

Hm = Cargo por herramienta de mano.

K = Coeficiente cuyo valor se determina en función del tipo de la obra y la experiencia adquirida.

Mo = Cargo unitario por concepto de mano de obra

8.1.2.- COSTOS INDIRECTOS.

Apreciados como la suma de gastos técnico-administrativos necesarios para la correcta realización de cualquier obra. Agrupados en:

Costos indirectos de operación:- Efectuados en las oficinas centrales para la correcta realización de una obra. Conformados por:

- Erogaciones para la estructura ejecutiva técnica y profesional de una empresa. Dentro de estos gastos están: honorarios y sueldos de ejecutivos, consultores técnicos, directivos, convenios por asuntos jurídicos, fiscales, etc.

- Por concepto de servicios del personal especializado en la compañía.

- De locales o servicios indispensables para un buen desempeño de las funciones técnico-administrativas.

- Suscripciones o afiliaciones

- Seguros

- Materiales de consumo

- Promociones

Costos indirectos de obra.- Son los gastos necesarios para la ejecución de una obra no incluidos en los cargos directos, estos gastos se realizan en el lugar de la obra y se integran por:

- Cargos técnicos

- Administrativos

- Transporte
- Gastos de accesorios
- Seguro Social
- Servicios y Alquileres
- Imprevistos
- Financiamiento
- Fianzas o impuestos adicionales

8.1.3.- UTILIDAD.

La productividad legítima de capitales invertidos, ciclo en el cual el capital es rescatado y los riesgos que acompañan a cualquier inversión, son factores que determinan la utilidad. Es conveniente que esta utilidad se aplique sobre los gastos directos e indirectos, al considerar que el riesgo cubre a los dos.

8.1.4.- CARGOS ADICIONALES.

Son erogaciones que no tienen relación directa con la ejecución de la obra y en ocasiones ni indirecta; es decir, son gastos ajenos a la obra.

Para clientes de la iniciativa privada o particulares, generalmente no se aplican cargos adicionales. Cuando el cliente es el Gobierno Federal, Estatal, Municipal o Empresa descentralizada se estipulan en el contrato cargos adicionales como por ejem: 0.5% para gastos de supervisión y 0.5% para obras de beneficio social.

ANALISIS PARA LA DETERMINACION DEL CARGO INDIRECTO

**OBRA: "ESTRUCTURA DE PROTECCION EN LA CABECERA DEL MUELLE FIS
CAL No. 1 EN VERACRUZ, VER".**

	<u>ADMON. CENTRAL</u>	<u>ADMON. DE OBRA</u>
1. HONORARIOS, SUELDOS Y PRESTACIONES.		
1.1. Personal Directivo	2'800	X
1.2. Personal Técnico	700	3'500
1.3. Personal Administrativo	700	280
1.4. Personal en Tránsito	X	-
1.5. Cuota patronal del Seguro Social e impuesto para 1.1. a 1.4.	800	850
1.6. Pasajes y Viáticos	-	-
1.7. Consultores Asesores	-	X
1.8. Estudios e Inversiones	-	X
2. DEPRECIACION, MANTENIMIENTO Y RENTAS.		
2.1. Edificios y locales	-	-
2.2. Campamentos	X	-
2.3. Talleres	X	-
2.4. Bodegas	X	-
2.5. Instalaciones generales	X	-
2.6. Muebles y enseres	-	-

	<u>ADMON. CENTRAL</u>	<u>ADMON. DE OBRA</u>
3. SERVICIOS.		
3.1. Depreciación o renta y operación y vehículos	-	-
3.2. Laboratorio de campo	X	-
4. FLETES Y ACARREOS.		
4.1. De Campamentos	X	-
4.2. De equipo de construcción	X	-
4.3. De plantas y elementos para instala- ciones.	X	-
4.4. De Mobiliario	X	-
5. GASTOS DE OFICINA.		
5.1. Papelería y útiles de escritorio	140	140
5.2. Correos, teléfonos, telégrafos, radio	-	-
5.3. Situación de fondos	X	-
5.4. Copias y duplicados	-	140
5.5. Luz, gas y otros consumos	-	-
5.6. Gastos de concurso	-	X
6. FIANZAS Y FINANCIAMIENTOS.		
6.1. Primas por fianza	350	X
6.2. Intereses por financiamiento	8'000	X

ADMON.
CENTRAL

ADMON.
DE OBRA

7. TRABAJOS PREVIOS Y AUXILIARES.

7.1. Construcción y conservación de -
caminos de acceso. X -

7.2. Montajes y desmantelamiento de -
equipo, cuando así proceda. X -

S U M A S :

13'490

4'910

Administración Central:

$$\frac{13'490}{113'327} = 11\%$$

Administración de Obra:

$$\frac{4'910}{113'327} = 4\%$$

R E S U M E N :

Administración Central	<u>11</u>	%
Administración de Obra	<u>4</u>	%
A.- Cargo Indirecto	<u>15</u>	%
B.- Cargo por Utilidad	<u>10</u>	%
C.- Cargos Adicionales	<u>3</u>	%

F A C T O R: 1.15 x 1.10 x 1.03 = 1.30

Fecha: 23 de Sept. de 1986.

8.2. ELABORACION DE PRECIOS UNITARIOS.

La elaboración de precios unitarios, no es más que una etapa dentro del proceso constructivo general que se inicia con la investigación o estudio de la factibilidad de realizar una obra y que termina con la construcción de la misma. No es posible calcular precios unitarios sin apoyos en especificaciones ya que son estas precisamente las que definen la obra que se requiere y la forma en que debe ejecutarse, lo que indudablemente constituye la base para determinar los precios unitarios de los conceptos de obra.

8.2.1.- ESPECIFICACIONES GENERALES.

En la Dirección General de Obras Marítimas (D.G. O.M.) dichas especificaciones están dadas por las normas de construcción de la S.C.T., a las cuales deberán sujetarse todos los conceptos de obra, en lo que corresponda, a lo indicado en los apartados relativos a materiales, ejecución, medición y base para el pago. También existen las especificaciones complementarias que como su nombre lo sugiere complementan a las normas de construcción, aún más se presentan las especificaciones particulares las cuales son peculiares para unas obras determinadas y por lo tanto estas especificaciones son prioritarias a las anteriores.

8.2.2. PLANOS ARQUITECTONICOS, ESTRUCTURALES Y - DE DETALLE.

Todos estos elementos en mayor o menor grado son necesarios para llevar a cabo la construcción de la obra, además son utilizados para calcular las cantidades de los conceptos de que se compone dicha obra, para cuando se conozca el precio unitario de dichos conceptos, obtener el costo total de la obra.

Los planos arquitectónicos nos indican la forma y dimensiones que tiene la obra para construir. Estos se forman de localización, planta, fachadas y cortes.

Los planos estructurales no señalan las dimensiones, materiales, armados de fijación y de posición. Y los planos de detalle muestran en forma más clara ciertas secciones que no aparecen muy definidas en los planos anteriores. Con estas bases se procede al cálculo de los análisis básicos o preliminares para pasar propiamente a las obtenciones de los precios unitarios.

RELACION DE COSTO HORARIO DE EQUIPO

<u>DESCRIPCION DEL EQUIPO</u>	<u>COSTO HORARIO</u>
CAMION VOLTEO 6 M3	\$ 9,154.24/HR
REVOLVEDORA DE 2 SACOS	3,851.55/HR
VIBRADOR PARA CONCRETO	663.60/HR
COMPRESOR 600 PCM	9,264.51/HR
ROMPEDORA DE CONCRETO	1,044.09/HR
GRUA LINK-BELT L-S-108	26,984.73/HR
MARTILLO DELMAG	17,356.75/HR
CHALAN (RENTADO)	25,000.00/HR
BOMBA P/CONCRETO	12,640.59/HR

**8.2.3. EJEMPLO DE UN ANALISIS DEL COSTO DE UNA -
HORA MAQUINA DIRECTO.**

MAQUINA: CRUA LINK-BELT MODELO: L-S-108

DATOS GENERALES.-

Valor de adquisición \$83'000,000.00	Coefficiente almacenaje (Ka) : 1.5%
Valor de rescate (Vr): 15% = \$12'450,000.00	Factor mantenimiento (Q): 85%
Vida económica (Ve): \$10,000 Horas	Motor: DIESEL de 112 HP
Tasa interés anual (I): 42%	Factor operación: 0.70
Horas por año (Ha): 2,000	Potencia Operación: 78.40HP

CARGOS FIJOS.-

DEPRECIACION: $D = (V_a - V_r) / V_e = (83'000,000 - 12'450,000) / 10,000$	\$ 7,055.00
INVERSION: $I = (V_a + V_r) / 2 \cdot I_a = (83' + 12'450) \cdot 0.42 / 2 \cdot 2000$	10,022.25
SEGUROS: $S = (V_a + V_r) / 2 \cdot i_a = (83' + 12'450) \cdot 0.03 / 4 \cdot 000$	715.88
ALMACENAJE: $A = K_a \cdot D = 0.015 \cdot 7,055$	105.83
MANTENIMIENTO: $T = Q \cdot D = 0.85 \cdot 7,055$	5,996.75
	<hr/> 23,895.75

CARGOS POR CONSUMO.-

Combustible:

Diesel = 0,1514 x 78.40 Hp.Op x \$150.8 \$1,789.96

Lubricantes:

L = 0.51 Hs/hora x \$1,105 Lts 563.55

Otros consumos: Filtros, grasas, estopa (20% Cubr.) 112.71

2,466.22

CARGOS POR OPERACION.-

Operador: Grúa \$4,141.95

Horas/turno promedio: H=8 x 0.80 (factor de operación) -
6.40 horas.

Operación: 4,141.95/6.40 \$ 647.18

COSTO HORA MAQUINA DIRECTO \$ 27,009.15

8.2.4.- CALCULO DE UN COSTO BASICO.

MATERIALES Y ELABORACION DE CONCRETO f'c=250 Kg/Cm2.

1.- MATERIALES

CEMENTO 0.410 ton/m3 x \$ 38,265.00/Ton = \$ 15,688.65/m3

GRAVA 1.00 m3/m3 x \$ 8,000.00/m3 = \$ 8,000.00/m3

ARENA 0.50 m3/m3 x \$ 5,000.00/m3 = \$ 2,500.00

AGUA 0.30 m3/m3 x \$ 304.70/m3 = \$ 91.41

26,280.06

2. DESPERDICIO EN ELABORACION 3% DE LOS MATERIALES.

\$ 26,280.06/M3. x 0.03

\$ 788.40

3. MANO DE OBRA EN ACARREO DE MATERIALES

1 CABO \$ 7,214.62 = \$ 7,214.62

10 PEONES \$ 2,747.00 = \$ 27,470.00

\$ 34,784.62

34 684.62 x 1.03 (HERR)

20 M3/T.

\$ 1,786.25

4. EQUIPO PARA ELABORACION:

REVOLVEDORA DE 2 SACOS

C.H. = \$ 3,851.55/HR

= \$ 3,851.55/HR x 8 HRS.

26 M3/T

\$ 1,925.78

C O S T O : 30,780.50

8.2.5.- ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

1. Demolición de concreto armado en superestructura de duque de alba con sección 2.75 x 1.50 x 1.05 m de espesor, por unidad de obra terminada. Incluye: mano de obra, herramienta, equipo y retiro del material producto de la demolición al lugar que indique el representante.

Mano de obra.-

1 CABO	-	\$ 6,942.38/T
5 PEONES x \$2,629.75	-	\$13,148.75
		<u>\$20,091.131T</u>

En maniobras 0.20/T \$4 018.23

Herramienta y equipo.-

-Crua Link-Belt	0.40 HR x 26,984.73	\$10,793.89
-Compresor y 2 pistolas rompedoras de concreto	0.40 HR x 11,352.69	\$ 4,541.08
-Camión volteo	0.50 HR x 9,154.24	<u>\$ 4,577.12</u>

Total costo directo \$23,930.32

30% indirecto mas utilidad \$ 7,179.10

PRECIO UNITARIO \$31,109.42

2. Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo grado duro $f_y = 4\ 200\ \text{Kg/cm}^2$ en pilotes, por unidad de obra terminada.

Incluye: cortes, anclajes, dobleces, ganchos, traslapes, alambre de amarre, soldadura, desperdicios y demás cargos correspondientes para su ejecución.

<u>MATERIALES</u>	<u>U.</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO UNITARIO</u>	<u>IMPORTE</u>
1. Acero de refuerzo (adquisición)	Kg	1.00	240.00	\$ 240.00
2. Desperdicios, dobleces, traslapes y ganchos.	%	10	240.00	24.00
3. Alambre recocido No. 18	Kg	0.030	370.00	11.10
4. Soldadura	Kg	0.004	950.00	3.80

Mano de Obra.-

2 OFC. FIERR. x \$3,603.15/T = \$7,206.30/T

4 AYTES. x \$2,985.60/T = \$11,582.40/T

\$18,788.70/T

A) En enderezado, corte, doblado y Habilit.	TUR	0.0018	18,788.70	33.82
B) En Transp. coloc. y amarre	TUR	0.0015	18,788.70	28.18
C) En soldado de varilla (1 soldador)	TUR	0.0003	3,660.53	1.10

	<u>U.</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO UNITARIO</u>	<u>IMPORTE</u>
Herramienta y equipo			Cargo	
Herramienta menor	%	3.00	63.10	\$ 1.89
TOTAL COSTO DIRECTO				\$343.89
30% INDIRECTO MAS UTILIDAD				\$103.17
PRECIO UNITARIO				\$447.06

3. Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo grado estructural $f_y = 2\ 530\ \text{Kg/cm}^2$ en pilotes, por unidad de obra terminada. Incluye: cortes, ganchos, dobles, desperdicios y demás cargos necesarios para su ejecución.

<u>MATERIALES</u>	<u>U.</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO UNITARIO</u>	<u>IMPORTE</u>
1. Alambroón de 1/4	Kg	1.00	260.00	\$ 260.00
2. Desperdicios	%	15	260.00	39.00
Mano de Obra.-				
2 Ofic. Fierr. x \$3,603.15/T =			\$7,2-6,30/T	
4 Aytes x \$2,895.60/T =			\$11,582.40	
			<u>\$18,788.70/T</u>	
a) Enderezado, corte, doblado y habilit.	TUR	0.0018	18,788.70	\$ 33.82
b) Trans. brocal, coloc. y amarre	TUR	0.0018	18,788.70	\$ 33.82

<u>MATERIALES</u>	<u>U.</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO UNITARIO</u>	<u>IMPORTE</u>
Herramienta y equipo.-			CARGO	
Herramienta menor	%	3.00	67.64	\$ 2.03
TOTAL COSTO DIRECTO				\$368.67
30% INDIRECTO MAS UTILIDAD				110.60
PRECIO UNITARIO				479.27

4. Elaboración y colado de concreto f'c= 250 Kg/cm² cemento tipo II, en pilotes de 45 x 45 cm de sección, por unidad de obra terminada. Incluye: suministro de materiales construcción y demolición de patio y mesas de colado, -- cimbra, descimbra, vibrado, curado, manejo de pilotes y demás cargos necesarios para su ejecución.

<u>MATERIALES</u>	<u>U.</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO UNITARIO</u>	<u>IMPORTE</u>
1. Concreto f'c=250 Kg/cm ² (C.B. No.2)	m ³	1.03	30,706.09	\$ 11,627.27
2. Cimbra (C.B.No.3)	m ³	4.44	368.94	1,638.09
3. Aditivo	Lt	0.35	800.00	280.00
4. Curacreto	Lt	0.71	850.00	603.50
Mano de Odra.-				
1 CABO			= \$6,942.38/T	

<u>MATERIALES</u>	<u>U.</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO UNITARIO</u>	<u>IMPORTE</u>
1 Ofic. Alb	=		\$3,742.76/T	
1 Ayte.	=		\$2,895.60	
20 peones x				
\$2,629.75/T	=		\$52.595.00	
				<u>\$66.175.74/T</u>

En colado, curado y

vibrado	TUR	0.33	66,175.74	\$ 2,183.80
---------	-----	------	-----------	-------------

Herramienta y equipo.-

CARGO

Vibrador	HR	1.00	663.60	\$ 663.60
Herramienta menor	%	3.00	2,183.80	\$ 65.51

TOTAL COSTO DIRECTO

\$37,061.77

30% INDIRECTO MAS UTILIDAD

11,118.53

PRECIO UNITARIO

48,180.30

5. Manejo e hinca de pilotes verticales e inclinados de 45 x 45 cm de sección, por unidad de obra terminada, hasta el nivel de proyecto. Incluye: maniobras de manejo, descarne, desca-bece, equipo y demás cargos necesarios para su ejecución.

<u>MATERIALES</u>	<u>U.</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO UNITARIO</u>	<u>IMPORTE</u>
1. Hincado y manio--	HR	0.50	26,984.73	\$13,492.37
bras Grua LS-108	HR	0.50	17,356.75	8,678.38
Martillo Delmag--				
D-22, chalan	HR	0.50	25,000.00	12,500.00
2. Descabace y des--				
carne compresor 600				
PCM		\$ 9,264.51		
4 rompedoras		4,176.36/T		
		<u>\$13,440.87/T</u>		
	HR	0.35	13,440.87	4,704.30
Mano de Obra.-				
Manejo en patio	HR	0.125	26,984.73	3,373.09
Grua LS-108				
Mano de Obra:				
1 Cabo + 6 Aytes +				
4 peones = 34,834.98/T	TUR	0.125	34,834.98	4,354.37
Herramienta y Equipo:			CARGO	
Herramienta menor	7	3.00	4,354.37	130.63
TOTAL COSTO DIRECTO				\$47,293.14
30% INDIRECTO MAS UTILIDAD				14,169.94
PRECIO UNITARIO				61,403.08

6. Suministro y colocación de cimbra en superestructura de muelle, por unidad de obra terminada. Incluye: obra falsa, cimbra aparente en pantalla de atraque, chafianes, descimbras y demás cargos necesarios para su ejecución.

<u>MATERIALES</u>	<u>U.</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO UNITARIO</u>	<u>IMPORTE</u>
1. Madera de contacto (16 mm esp.)	M2	0.167	4,770.00	\$796.59
2. Madera obra falsa	PT	4.50	200.00	900.00
3. Clavo	Kg	0.166	600.00	99.60
4. Alambre recocido	Kg	0.166	370.00	61.42
5. Diesel	LT	1.00	150.80	150.80
6. Escuadras de fierro (obra falsa)	CARGO	1.00	150.00	150.00

Mano de Obra.-

1 Ofic. carpintero = \$3,480.75/T

2 Aytes x 2,895.60/T = \$5,791.20

\$9,271.95/T

En habilitado, cimbrado y descimbrado

TR	0.125	9,271.95	1,158.99
----	-------	----------	----------

Herramienta y equipo

CARGO

Herramienta menor

%	3.00	1.158'99	34.77
---	------	----------	-------

TOTAL COSTO DIRECTO

\$3,352.17

30% INDIRECTO MAS UTILIDAD

1,005.65

PRECIO UNITARIO

4,357.82

7: Elaboración y colado de concreto f'c= 250 Kg/cm2 en su-
 perestructura de muelle, (losa y pantallas), por unidad
 de obra terminada. Incluye: suministro de materiales, -
 vaciado, vibrado, curado y demas cargos necesarios para
 su ejecución.

<u>MATERIALES</u>	<u>U.</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO UNITARIO</u>	<u>IMPORTE</u>
1. Concreto f'c= 205 Kg/cm2	m3	1.03	30,706.09	\$31,627.27
2. Aditivo	Lt	1.00	800.00	800.00
3. Curacreto	Lt	0.71	850.00	603.50
Mano de obra.-				
1 Cabo + 1 Of. Alb + 1 Ayte. + 20 peones + \$66,175.74/T en colado, vibrado y curado	TUR	0.05	66,175.74	3,308.79
Herramienta y equipo.-				
			CARGO	
Herramienta menor	%	3.00	3,308.79	99.26
Vibrador	HR	0.50	663.60	331.80
TOTAL COSTO DIRECTO				\$36,770.62
30% INDIRECTO MAS UTILIDAD				11,031.19
PRECIO UNITARIO				47,801.81

8.2.6. INTEGRACION DE PRESUPUESTO TOTAL.

Un presupuesto de costos, es una suposición del valor de un producto para condiciones específicas a un tiempo inmediato. Es el reflejo final de todos los conceptos ya mencionados con anterioridad y donde finalmente se podrá averiguar la factibilidad de un proyecto.

Los presupuestos de construcción pueden dividirse en dos categorías diferentes, dependiendo de los fines para los que se preparen:

- Presupuestos aproximados.- que consiste en reducir los conceptos de la obra a determinadas unidades y multiplicarlas por el costo unitario estimado. Este tipo de presupuesto no es lo suficientemente confiable para fines de concursos, sino que es útil para proporcionar una idea del costo total de la obra.

- Presupuestos detallados.- Elaborados a base de análisis preliminares de los costos de materiales, costo horario del equipo de construcción, costo de la mano de obra, cargos fijos. Por estar más cerca de la realidad o por considerárseles los más completos, debido a los análisis realizados para su obtención, estos presu-

-puestos son los que se elaboran en la Dirección General de Obras Marítimas para los concursos.

Proceso para la integración de un presupuesto:

- Visita al sitio de los trabajos
- Análisis de las condiciones locales:
 - Aspectos generales
 - Aspectos de mano de obra
 - Aspectos de materiales
 - Aspectos de equipo.
- Estructuración del catálogo
- Cubicaciones
- Cuantificación de materiales
- Subcontratistas
- Programa de obra
- Selección de procedimientos constructivos
- Selección de equipo y maquinaria
- Instalaciones y equipos auxiliares
- Análisis de los costos directos
- Análisis de los costos indirectos
- Imprevistos y utilidad
- Integración de los precios unitarios
- Formulación del presupuesto

8.2.7.- CUANTIFICACION DE OBRA.

Son las partes que constituyen un concepto de obra, tomando las medidas aceptadas en nuestro sistema métrico decimal. Para asignar a un concepto la unidad correspondiente de peso, volúmen, área o longitud, se toma en cuenta la unidad integrante dominante, así como la forma más fácil de llevar a cabo dicha medición. Es por eso que la unidad que se toma para dimensionar el concreto hidráulico es el metro cúbico, debiendo ser la tonelada métrica (ya que el principal integrante es el cemento y éste se estima en toneladas) pero con la dificultad de controlar en obra nos conduce a la conveniencia antes mencionada. Cuando un elemento presenta condiciones de semiconstantes, en una de sus medidas, es muy conveniente por facilidad de cálculo dimensionarlo en metros cuadrados, uno de estos casos son los morteros, utilizados en aplanados, cabe señalar la inter-relación que existe en ESPECIFICACION, CUANTIFICACION Y ANALISIS DE COSTOS, y muy especialmente la congruencia entre los tres, al considerar inútil un análisis detallado, exacto del precio unitario, sin tener una cubicación o una especificación detallada con el mismo rigorismo.

C A P I T U L O I X

"CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES"

Para cualquier obra de infraestructura portuaria, existe la imperiosa necesidad de planear; es decir, encausar en forma ordenada, coherente y coordinada todos los diferentes aspectos de la planificación, la cual, bien organizada y estructurada, dará conclusiones precisas y específicas para la resolución de cualquier problema que se pudiera presentar durante su ejecución. Dentro de esta planeación se deberá incluir la ubicación y el uso que se le dará a una obra de atraque.

Todo proyecto tiene diversas posibilidades técnicas que pueden requerir el mejoramiento de instalaciones anticuadas o la construcción de instalaciones nuevas, conforme a criterios modernos. En el caso de nuevas estructuras, pueden utilizarse métodos de construcción conocidos, pero cuando se trata del mejoramiento de instalaciones ya construidas, lo normal es que haya elementos que limiten considerablemente las opciones técnicas y cada caso debe examinarse como un problema especial.

Las futuras construcciones de los diferentes ti-

-pos de muelles que se ejecuten a lo largo de los Puertos Nacionales, deberán ser primeramente bien planeadas y programadas, ya que la finalidad de este tipo de obras, es la de servir como enlace entre el Sistema Marítimo y el Terrestre.

Con respecto a los elementos que conforman la subestructura y superestructura, tales como las pilas, pilotes, muros, tablaestacas, losas, cabezales, pantallas y -- otros, se deberá de tomar en cuenta el avance tecnológico de otros países, ya que con las nuevas técnicas de construcción y ejecución se podrán satisfacer las necesidades de las posibles embarcaciones que lleguen a atracar a los muelles.

Los materiales constructivos empleados en este tipo de infraestructura como el cemento, concreto y acero principalmente, deberán de pasar por un estricto control de calidad, además de tener un grado de calidad de acuerdo con las normas que marcan las especificaciones de construcción. Es preciso controlar por medio de una supervisión especializada el método de transporte de los materiales y elementos que conforman al muelle, su almacenamiento en el lugar de las obras, su limpieza y cualesquiera otras operaciones de preparación para su uso. Deberán supervisarse -

-los métodos de trabajo y las operaciones técnicas, como -
la mezcla de cemento, colocación de la cimbra, soldadura y
los colados de concreto.

La organización de la labor de supervisión puede ser una tarea sencilla si se trata de un proyecto de relativamente poca importancia, pero en el caso de un gran proyecto como lo son los muelles, se necesita un numeroso - - equipo técnico, ya que todas las funciones antes señaladas no podrían ser realizadas por una sola persona. Un proyecto importante necesitará además de un ingeniero experimentado como jefe del equipo de supervisión, ingenieros civiles, técnicos mecánicos y electricistas, topógrafos y personal de oficina.

Dentro de las recomendaciones que también se deben de tener muy en cuenta para el buen funcionamiento de una obra de atraque, son los servicios que tienen carácter auxiliar respecto a las principales operaciones portuarias de transbordo y almacenamiento de carga y que abarcan desde los servicios de salvamento y extinción de incendios -- hasta los servicios de manipulación de documentos. Por lo general este tipo de servicios exigirán recursos financieros y humanos cuyo importe puede suponer un considerable - incremento en los costos totales de la obra, pero siendo -

-esta de gran importancia para el desarrollo del Puerto y del país, exige un sacrificio por parte de las autoridades competentes para ejecutar dichos servicios.

La ingeniería civil es una disciplina de importancia fundamental para el logro de los cambios estructurales que exige nuestra sociedad, la que requiere de ingenieros cada vez mejor capacitados y actualizados, con conocimientos y habilidades -- que demanda el desarrollo socio-económico de México. Es de -- gran importancia que se sigan formando profesionales e investigadores en este tipo de áreas, a fin de alcanzar cada vez ma-- yor calidad, ya que la producción tecnológica y la creación -- científica son instrumentos esenciales en las transformaciones de infraestructura que conducen al progreso.

En la situación actual del país, muchos de los pro-- blemas de rehabilitación y modernización de obras se pueden re-- solver con innovaciones tecnológicas propias que se produzcan, arraiguen y generalicen no por sí mismas, sino por su vincula-- ción con los nuevos valores humanos que están surgiendo. El - número, calidad y perfil de los futuros ingenieros civiles de-- penderá, entre otros factores, del desarrollo previsible en -- las próximas décadas, por lo que es recomendable que la planea-- ción de la actualización e investigación profesional se siga - generando con mayor impulso para poder satisfacer las necesidades de creación y conservación de obras que requiere el País - en su proceso de crecimiento.

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

-PUERTOS

ING. FERNANDO HERNANDEZ DE LABRA

-INGENIERIA MARITIMA

ING. ROBERTO BUSTAMANTE AHUMADA

-PONENCIA DE ESTRUCTURAS DE ATRAQUE

ING. ARMANDO FRIAS VALDEZ

-PROYECTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS Y PORTUARIAS

APUNTES DEL CURSO IMPARTIDO EN LA DIVISION DE EDUCACION

CONTINUA DE LA U.N.A.M.

-ESPECIFICACIONES PRELIMINARES PARA PROYECTOS DE OBRAS MARITIMAS

DIRECCION GENERAL DE OBRAS MARITIMAS TOMO IV.

-NORMAS PARA CONSTRUCCION E INSTALACIONES. COSTAS Y PUERTOS

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES