

25
24 270115

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN MUELLE CAMARONERO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

I N G E N I E R O C I V I L

P R E S E N T A

JUAN MANUEL TERAN FERNANDEZ

GUADALAJARA, JAL., JULIO DE 1990



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.

" I N D I C E "

| | Página. |
|---|---------|
| CAPITULO I | |
| .- INTRODUCCION DE LAS OBRAS MARITIMAS. | 1 |
| - El Desarrollo Marítimo de México. | 3 |
| CAPITULO II | |
| .- OBRAS DE ATRAQUE Y OPERACION. | 10 |
| A) Tipos de Muelles. | 11 |
| Muelle de Carga General. | 11 |
| Muelle de Carga Utilizada (contenedores) | 11 |
| Muelle de Carga a Granel. | 12 |
| Muelle para Fuidos. | 12 |
| Muelle para Pasajeros. | 12 |
| Muelle para Transbordadores. | 12 |
| Muelle para Sistema Roll-on Roll-off. | 13 |
| Muelle de Pesca. | 13 |
| Muelle de Turismo. | 13 |
| Muelle de Reparaciones. | 13 |
| Muelles Militares. | 14 |
| B) Elementos para el Proyecto de una Estructura de Operación o de Atraque de Tipo - Marítimo. | 15 |
| Estructuración. | 15 |
| Análisis | 16 |
| Valuación de Cargas. | 16 |
| Presión de la Corriente. | 19 |
| Presión del Viento. | 19 |
| Elementos de Amarre. | 23 |
| Atraque de Embarcaciones. | 23 |
| Cargas Accidentales. | 27 |
| Diseño. | 28 |
| Criterios de Cálculo. | 28 |
| Estructuras de Gravedad. | 28 |
| Estructuras de Paredes Verticales con Tablestaca. | 29 |

| | |
|---|-----|
| Estructuras a Base de Pilas o Pilotes. | 29 |
| Duques de Alba. | 31 |
| Muelles Flotantes. | 32 |
| CAPITULO III .- TECNICA CONSTRUCTIVA EN MUELLES. | 34 |
| MUELLE CON ELEMENTOS PRECOLADOS. | 34 |
| a) Pilotes de Concreto Armado. | 34 |
| - Pilotes Pretensados | 39. |
| - Tablestacas | 40 |
| b) Pilas Precoladas. | 41 |
| c) Muros de Gravedad con Bloques de Concreto | 44 |
| d) Muros de Cajones Flotantes para Atracaderos | 47 |
| ELEMENTOS METALICOS PARA CONSTRUCCION DE MUELLES. | 48 |
| a) Pilotes. | 48 |
| b) Plataformas Marinas. | 49 |
| c) Tablestacas Metalicas. | 51 |
| Atracadero de Pilotes de Madera. | 52 |
| Colados Bajo Agua. | 53 |
| Colados en Sitio. | 54 |
| Atracaderos de Concreto Colados en Sitio. | 55 |
| Duques de Alba. | 56 |
| Pilas a Cielo Abierto. | 58 |
| CAPITULO IV .- DISEÑO ESTRUCTURAL DEL MUELLE CAMARONERO. | 59 |
| Diseño del Muelle. | 59 |
| Estructuración del Muelle. | 60 |
| A) Longitud del Muelle. | 61 |
| B) Ancho del Muelle. | 62 |
| C) Altura del Muelle. | 63 |
| Cimentación. | 66 |
| Calculo de los Pilotes. | 80 |
| Especificaciones para Construcción e Hincado de Pilotes. | 81 |
| Capacidad de Carga. | 84 |

| | |
|--|-----|
| Selección del Tipo de Hinca. | 91 |
| Prueba de Carga Estática. | 92 |
| Consideraciones Generales del Proyecto. | 94 |
| Solicitaciones. | 94 |
| Análisis de la Losa. | 96 |
| Cortante de Torsión. | 97 |
| Análisis Estructural - Metodo Rigidez de la Barra. | 99 |
| Calculo de las Losas de la Cubierta. | 121 |
| Diseño de la Trabe. | 129 |
| Análisis de Carga en Pilote Critico. | 132 |
| Diseño del Pilote Critico. | 133 |
| Calculo y Diseño de la Pantalla de Atraque. | 133 |
| Calculo de las Bitas de Amarre. | 140 |
| Cantidades de Obra. | 142 |
| | |
| CAPITULO V.- CONCLUSIONES. | 145 |
| La Explotación Futura de los Recursos Marítimos de México. | 146 |

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

La conquista del mar por el hombre ha sido una gesta en la que se basa el progreso de nuestra civilización y que ha sido fuente infinita de riqueza para aquellos pueblos que han sabido aprovecharla.

La historia nos da pruebas amplias y elocuentes de tal hecho.

Se dice que hacia el año 2800 A.C., los egipcios se lanzaron a la conquista del mar en el primer intento de un pueblo organizado para someterlo; su empresa no tuvo éxito, pero a su genio debemos, entre otros, los siguientes avances:

La creación de la institución de "Prácticos y Pilotos", la organización de flotas que dió nacimiento al concepto de "Armador" y por último, la iniciación de las obras de ingeniería para el fomento de la navegación.

Sobre este último aspecto, su concepción fue genial; en efecto, la necesidad de adquirir los productos provenientes de la India, movió a Ramsés el Grande a emprender una obra titánica por la extensión y esfuerzo requeridos: comunicar valiéndose de un vasto y complejo sistema de canales, el extremo boreal del mar Rojo con el delta del río Sagrado, el Nilo. Esta maravillosa obra de ingeniería fue abandonada 700 años después de su terminación, presumiblemente por temor a que facilitase una invasión.

Los herederos de este movimiento fueron los fenicios: verdaderos creadores del comercio marítimo. En sus viajes, se alcanzó por primera vez el Atlántico, y sus establecimientos y colonias prosperaron en todos los ambientes del Mediterráneo.

Fueron los griegos, maestros de la Geografía y ávidos de conocimientos los primeros en iniciar la "Ingeniería de Obras Marítimas". Su genio brilló en Delos, en donde construyeron por primera vez en la historia un muelle y un rompeolas; en Pharos, en donde se inició el balizamiento e iluminación marítima. En el siglo VI daban remate a su labor creadora al iniciar las obras de dragado.

Nuestra deuda con el genio griego, es difícil de dejar de reconocerla.

Sentadas ya las bases de la expansión marítima, encontramos en todos los actos trascendentales de la Historia un influjo vital, que se deriva del sometimiento del mar por el hombre.

Mientras los imperios puramente terrestres han sido efímeros, los grandes poderíos marítimos han perdurado; y no se refiere esta afirmación a las victorias navales que han alcanzado, o a las conquistas territoriales de ellas derivadas, sino al comercio que establecieron y que ha sido la verdadera base de su dominio.

Pero en el esquema general del desarrollo marítimo, el puerto tiene un lugar de singular importancia: es el umbral que permite llegar a la fuente inagotable de riqueza que es el mar.

Por eso, un país que aspire a proyectarse más allá de sus fronteras físicas y a ser partícipe de esos bienes, necesariamente tiene que darle solución a sus problemas portuarios.

EL DESARROLLO MARITIMO DE MEXICO

Nuestros pueblos precolombianos no fueron de tradición marítima. En nuestro país, las primeras naves transoceánicas fueron las del conquistador; pero éste venía con preocupaciones distintas a las de crear vida marítima; para él, la navegación fue sólo un medio de conquista.

El transporte marítimo se utiliza como tal a partir de esta época, que es cuando esta actividad toma carta de naturalización en la región geográfica que ahora es la República Mexicana.

Al quedar fundada la Colonia, el incipiente desarrollo de unos cuantos puertos, sin otra finalidad que el permitir la salida de minerales valiosos, no permitió que surgiera una cadena de ellos que desarrollaran el comercio. Sólo Campeche tuvo una tradición marítima.

Como puertos, sólo contábamos con Veracruz y Campeche en el Golfo, y - Acapulco, San Blas y Salina Cruz en el Pacífico; y a pesar de esta estrechez, nuestras navez y nuestros marinos conquistaron y descubrieron para España, las Filipinas, los ricos Archipiélagos del Pacífico, y por el Norte llegaron a Alaska, pero con fines de conquista, no de comercio.

La gran tradición marítima de España no hizo escuela en sus colonias, por eso al iniciar el país su vida independiente se trató, aunque sin éxito de remediar esta situación. Bajo el Gobierno de Santa Anna se promulgó una ordenanza náutica que fue copiada por casi todos los países marímeros, pero que, por esas sinrazones de la política fue abrogada en México.

Mas tarde, en las postrimerías del siglo pasado se registró un incremento de las actividades marítimas cuyo crédito debe abonarse al aumento natural de la población, a los ferrocarriles que comenzaron a facilitar las comunicaciones, a ligeros avances en el desarrollo industrial y a la paz doméstica.

Se mejoraron los puertos de Mazatlán, Manzanillo y Salina Cruz en el Pacífico, y Tampico, Veracruz y Coatzacoalcos en el Golfo; obras efectuadas por la administración del señor Presidente don Porfirio Díaz.

En esa época la tecnología de la construcción naval había avanzado, el buque de madera era sustituido por el de casco metálico y la vela por la máquina de vapor, dando origen a embarcaciones de mayor porte y teniendo necesidad de construir obras de protección en contra del oleaje y efectuar dragados para permitir el acceso de los nuevos buques. En ese momento hubo necesidad de recurrir a técnicos extranjeros que construyeron los puertos antes mencionados. La industria naval que construía buques de madera fue paulatinamente desapareciendo y no fue sustituida por la construcción de buques de casco metálico sino hasta épocas relativamente recientes en que se construyen embarcaciones con casco de acero para la actividad pesquera.

A partir del regimen del General Lázaro Cárdenas se inicia una nueva época de construcciones portuarias, que alcanza a la fecha instalaciones en todas las entidades federativas que tienen litorales, para dar servicio a la navegación comercial, a la actividad pesquera, a la turística y a la explotación de petróleo en la plataforma submarina; se desarrollan también en plan intensivo obras diversas para mejorar las condiciones ecológicas de las lagunas litorales y fomentar la actividad de acuicultura.

La Marina Mercante Mexicana capta solamente un 15% de los fletes de nuestro comercio exterior, teniéndose el derecho de alcanzar el 50% para que el otro 50% de los fletes lo absorban los países con quien comerciamos. con la venta de crudo, que se ha incrementado fuertemente en los últimos meses y que se transporta en grandes buques pertenecientes a otras banderas el porcentaje antes citado de la participación de la flota mexicana en nuestro comercio exterior tiende a disminuir.

La navegación marítima se tiene desarrollada en muy diversos puntos - de nuestros litorales, encaminada al manejo de combustibles, de minerales, - de carga en general, a la importación de granos en plan masivo, participa - en la distribución de fertilizantes y en el transporte de pasajeros con cru - ceros y transbordadores.

El transporte utilizando la navegación fluvial, puede decirse que no - existe en nuestro país ya que sólo en forma incipiente se navega en los ríos del sureste de México: el canal construido entre los ríos Tuxpan y Pánuco - se encuentra actualmente en desuso, existiendo los canales que Pemex ha - - construido y utiliza en el Estado de Tabasco. (para la transportación de ma - teria prima y derivados de petróleo).

El movimiento de carga a través de los puertos sobrepasa los 70 millo - nes de toneladas anuales lo que da una idea de la importancia actual de la - transportación por agua.

En materia de Puertos Pesqueros, cabe señalar los resultados que se han - obtenido de las acciones del Gobierno, las principales tendencias y sobre - todo, dejar planteados los principales elementos que den continuidad al de - sarrollo portuario pesquero.

Como un dato simplemente indicativo, en el conjunto de puertos pesque - ros se registra actualmente una longitud de muelle de 26,616 m. Esto es, - que tenemos 27 kilómetros de muelles, de los cuales 3,117, fueron construi - dos en la presente administración.

Debe recordarse que apenas ayer en términos históricos y hablando del - año 1952 nuestra captura total era de 150 mil toneladas en tanto que a la - fecha se registran cifras del orden de 10 veces más, es decir 1'500,000 to - neladas de captura anual.

La pesca se empieza a desarrollar en lugares que no fueron específicamente proyectados y construídos para dar servicio a los barcos pesqueros, - sino simplemente donde había un puerto comercial. Así la pesca empieza a - crecer en Veracruz, en Tampico, Mazatlán y Guaymas; pero dentro y confundida con las instalaciones y actividades comerciales.

El primer puerto pesquero que se proyectó y se construyó con este fin, es el Puerto Piloto Pesquero de Alvarado, Ver., durante la gestión del Lic. Adolfo López Mateos. Ciertamente, la creación de una conciencia marítima - se inicia bajo la administración del Presidente don Adolfo Ruiz Cortines - con el programa llamado "LA MARCHA HACIA EL MAR", en el que se insistía en la necesidad de explotar nuestras costas, pues hasta esa fecha nuestra economía, historia, cultura y costumbres nos unían más al Atlántico en un casi total olvido de nuestras costas. Sin embargo, en esa administración las acciones se dirigen básicamente al apoyo de puertos comerciales y a la pesca no se les atiende, de tal manera que el primer hecho firme es en la época del Presidente Adolfo López Mateos.

Durante la administración del Lic. Gustavo Díaz Ordaz, se construyen - los puertos pesqueros de Yucapetén, Yuc. y el ahora llamado Parque Alfredo V. Bonfil en el Puerto de Mazatlán, Sin.

En el período del Presidente Luis Echeverría Álvarez, se da un fuerte impulso a los puertos pesqueros. En esa administración se construye desde su inicio el Puerto de San Felipe, B.C., Puerto Peñasco, Son., San Blas, - Nay., Paraje Nuevo, Son., que es el puerto pesquero de Guaymas, Cruz de - Huanacastle, Nay., Puerto Madero, Chis., El Mezquital y La Pesca en Tamaulipas, Tamiahua y Tuxpan en Veracruz, Sánchez Magallanes, Tab., y Lerma, Camp. y Río Lagartos en Yucatán, como se aprecia, es en esa administración cuando se da un fuerte impulso a la creación de nuevas unidades portuarias espe

cíficas para la actividad pesquera.

En la administración del Lic. José López Portillo se construye la unidad pesquera de Manzanillo, Col., la de Isla Cedros, B.C., la unidad de Lázaro Cárdenas, Mich., el Puerto de Vicente Guerrero, en el estado de Guerrero, los refugios pesqueros de Yucatán en Celestón, Telchac y el inicio del Puerto El Cuyo, Yuc., Puerto Morelos, Q.R., el Sauzal, BC., el Muelle Pesquero en Frontera Tabasco, y el muy importante puerto pesquero de Ciudad del Carmen, Camp. Dicho en otra forma, en el regimen del Lic. López Portillo, sigue habiendo una clara conciencia de la urgencia de incrementar la infraestructura, ya no sólo en términos de flota -que por cierto la atunera nace en forma firme en esa administración-, sino también el siguiente eslabón que corresponde a la instalación portuaria.

Durante la Administración del Lic. Miguel de la Madrid, hablando de -- Puertos Nuevos, se construyó el de San Felipe, Yuc. donde se habían construido con antelación 2 pequeños muelles en el interior, la obra básica fue el acceso a mayor profundidad y las escolleras. El puerto de Sisal, Yuc., en proceso de construcción que se inició el año pasado y el puerto de El Cuyo, Yuc., que de un refugio pequeño, se convirtió en uno de los importantes -- puertos pesqueros de la Península de Yucatán. Aprovechando las muy antiguas instalaciones portuarias en Santa Rosalía, B.C.S., se construyó el -- primer muelle específico para la actividad pesquera, y en Chiltepec, Tab., se construyeron rompéolas y muelle.

Si se analiza el avance en la infraestructura portuaria, aparte de la construcción de nuevos muelles, podemos afirmar que hoy los puertos pesqueros están sujetos a una dinámica propia de continuo crecimiento.

Por mencionar algunos, se construyen dos muelles más en Puerto Peñasco Son., dos en Paraje Nuevo, Son., se amplían muelles en Mazatlán, dos en San Blas, Nay., uno en Vicente Guerrero, Gro. en Salina Cruz, Oax. en Puerto Madero, Chis. en Yucalpeten, Yuc. en Dzilam de Bravo, Yuc. en el Cuyo, Yuc. y en Puerto Morelos, Q.R., la actividad portuaria pesquera tiene un importante dinamismo y crecimiento, ordenado por la planeación existente para cada caso dado que es consecuencia de la necesidad que plantea el crecimiento de la flota y la mejor explotación de nuestro recurso. Este dinamismo debe continuar básicamente en aquellas pesquerías que tienden a ir creciendo.

En forme análoga, por el desarrollo de la pesquería del atún en el puerto de Mazatlán, es preciso continuar la construcción del muelle atunero que quedó iniciado. Mazatlán requiere de más inversión en la infraestructura portuaria debido fundamentalmente a que la pesquería del atún incide en forma cada vez más firme en este puerto.

Existe por otra parte la inquietud de que Jalisco cuente con un Puerto para lo cual se ha analizado la posibilidad de que éste se construya en Barra de Navidad, Jal., sin embargo, a este lugar se le vió en su calidad de laguna litoral que tenía una comunicación débil al mar. Así durante esta administración se construyó un espigón que permitió un intercambio de agua muy importante y favoreció a la pesca lagunaria.

En Alvarado, Ver. se requiere construir más muelles e igualmente para dar servicio a la muy importante industria escamera puesta en marcha en Lerma, Campeche, se necesita de un atracadero con un calado de 4 m. un metro más del que tiene actualmente, para permitir el acceso de los barcos escameros mayores.

Así también, en relación al puerto de Sisal, Yuc., que están en proceso de construcción e iniciará operaciones en el presente año, se proyecta su gemelo en otro lugar importante donde la pesca se ha desarrollado y carece de infraestructura. Tal sitio es Chuburná y está dentro de los planes del Gobierno del Estado iniciar este puerto el presente año.

En resumen podemos decir que las necesidades de puertos nuevos se limitan a aquellos que ya están en construcción o bien proyectados, aparte del que se mencionó para el Estado de Jalisco. Si bien, eventualmente en Baja California podría requerirse algún puerto a futuro, considerando las grandes distancias que se tienen en aquellos Estados.

Así podemos señalar que el avance en infraestructura portuaria tiene una importante cobertura de tal manera que las necesidades a futuro en lo que se refiere a inversión en la materia van a disminuir.

Lo anterior se debe a las deficiencias económicas que ha sufrido el país en los últimos años, y en el cual se contempla la optimización de recursos y de infraestructura que ha sido obtenida mediante mantenimiento y conservación de las instalaciones portuarias y a una política de producción y desarrollo más acorde a nuestro mercado.

Sin embargo, cabe señalar que, el apoyo a las condiciones de creación de nuevos puertos pesqueros, es imprescindible, ya que con cortas inversiones, que de inmediato no se justifican, a la larga crearán una industria de importancia, pues como señaló Voltaire: "Todos los grandes imperios comenzaron siendo aldeas y las grandes potencias marítimas siendo pequeños centros pesqueros".

La construcción de obras de este tipo, tan favorables a la economía nacional, deben construirse en todo sitio que preste facilidades naturales o que requiera de pequeñas inversiones para hacerlos aptos al servicio de las embarcaciones pesqueras, procurando que queden lo más cerca posible uno de otro, por lo que habrá de programar la habilitación de los futuros puertos pesqueros, principiando por aquellos que se puedan utilizar en sus condiciones naturales, prosiguiendo con los que requieran poca inversión y así sucesivamente.

OBRAS DE ATRAQUE Y OPERACION

Las obras de atraque son estructuras diseñadas para resistir los efectos dinámicos de las embarcaciones durante el atraque. Estas estructuras pueden ser: Duques de Alba y Muelles.

Las obras de operación son las estructuras que permiten el movimiento de carga y descarga entre el transporte marítimo y el terrestre.

Entre estas estructuras se encuentran los muelles, plataformas, pasarelas, rampas e instalaciones especiales necesarias para la operación, ya que de acuerdo a la carga, las funciones, los tipos de embarcación que lleguen a los muelles, varían la geometría y solicitaciones sobre las diversas estructuras que los integran.

Según su función, los muelles se pueden clasificar como:

- Muelle de carga general.
- Muelle de carga unitizada (contenedores).
- Muelle de carga a granel.
- Muelle de Fluidos.
- Muelle de Pasajeros.
- Muelle para transbordadores.
- Muelle para sistemas roll-on - roll-off.
- Muelle de pesca.
- Muelle de turismo.
- Muelle de reparaciones.
- Muelles Militares.

Según su forma y disposición con respecto a la orilla, pueden ser:

- Marginales.
- En "T"
- En "L"
- En Espigón.
- En peine.
- Flotantes.

Según su Estructura, éstos pueden clasificarse como:

Permeables:

- Plataforma sobre pilas,
- Plataforma sobre pilotes,
- Plataforma sobre cilindros.

Sólidos:

- Muros de gravedad,
- Muros de cajones,
- Paredes de tablestaca.
- Muro Milano, etc.

Según su Función, las cargas y los requerimientos específicos de los tipos de muelle enunciados, son:

Muelle de carga general.- La carga que se maneja es de todo tipo y de todos tamaños y pesos. Debe poder ser cargada y descargada en cualquier escotilla del barco empleando para esta operación plumas del mismo barco y grúas instaladas sobre el muelle.- Se requiere, por lo tanto, de una plataforma de muelle libre para efectuar todas las maniobras y provista de vías de ferrocarril, una de operación y otra de tránsito, para las cargas que por su dificultad de manejo o peligro deban manejarse directamente del barco a plataforma de ferrocarril o viceversa. Se necesitan también, instalaciones para la o las grúas sobre el muelle., así como redes de agua potable y electricidad.

Muelle de carga unitizada (Contenedores).- La carga que se maneja en este tipo de muelles es transportada en recipientes uniformes de igual sección transversal (2.4m x 2.4m) y en longitudes de 3.05 m., 6.10 m. y 12.20 m., con pesos que varían de 10 hasta 40 toneladas. Los barcos que llegan a estos muelles son especiales para este tipo de carga.

Por lo anterior, se necesitan para la operación, grúas móviles especiales sobre neumáticos o sobre rieles, instaladas sobre el muelle, vías de ferrocarril y áreas de clasificación y almacenaje que generalmente se localizan fuera del muelle. También se requiere de instalaciones de agua potable, electrificación y alumbrado.

Muelles de carga a granel.- En estos muelles que son muy especializados, se mueven granos, azúcar, cemento, minerales y otros materiales a granel mediante sistemas de carga y descarga que varían mucho dependiendo del material que se maneja y de los volúmenes y velocidades de carga y descarga que se deseen obtener, pero en general, hay dos tipos fundamentales:

a).- Con torre o grúa de carga fija.- En este tipo de muelle, el barco se mueve para poder trabajar en las diferentes bodegas.

b).- Con torre o grúa de carga móvil.- En este caso, el barco permanece fijo durante la operación y la grúa se mueve para cargar o descargar las diferentes escotillas. Se requiere en los casos anteriores, una pasarela de acceso al personal, vehículos y transportadores; una plataforma para la torre o grúa cargadora, Duques de Alba para atraque, amarre y maniobras y las demás instalaciones localizadas en tierra. En el caso de la grúa móvil, es necesaria una plataforma de una longitud tal que cubra el recorrido de la torre o grúa y pasarelas de acceso a la plataforma para el personal y vehículos.

Muelle para Fluidos.- La carga en estos muelles se mueve en buques tanque y es bombeada desde o hasta instalaciones en tierra tales como tanques de almacenamiento, ductos, etc. Se necesita para su funcionamiento una plataforma de operación para alojar las bombas, torres, válvulas, pasarelas para vehículos y personal, soportes para ductos, tuberías, etc., Duques de Alba para atraques, amarres y maniobras.

Muelles para pasajeros.- Estos muelles son para embarcaciones de gran porte, los pasajeros abordan a través de pasarelas desde un edificio terminal que por lo general se localiza fuera del muelle. El avituallamiento y el equipaje así como carga general cuando la lleva, constituye un volumen de carga importante. Se necesitan, entonces, pasarelas para pasajeros, plataformas de muelle para servicios de avituallamiento, carga general y equipaje.

Instalaciones para servicios de agua potable y abastecimiento de combustible y alumbrado.

Muelle para transbordadores.- En este caso, las cargas las constituyen vehículos (automóviles, camiones de carga y de pasaje y pasajeros) dependiendo de los puertos en que se dé este servicio.

Para su funcionamiento se necesitan rampas para la entrada y salida de vehículos por su propia máquina, por la proa y la popa de las embarcaciones, lo que obliga que el atraque sea frontal; Duques de Alba para atraque lateral, una estructura de atraque frontal y estructuras para el izado de rampas. Pasarelas para pasajeros y servicios de agua potable y combustible. El edificio terminal, por lo general, queda ubicado fuera del muelle.

Muelle para sistema Roll-on - Roll-off.- Estos muelles por lo general se combinan con las instalaciones para muelles de pasajeros ya que la carga se mueve a través de contenedores transportados por trailers que necesitan una plataforma para el acceso de vehículos al barco por su propia máquina.

Muelle de Pesca.- Se usa para carga de vituallas, agua hielo y combustible para las embarcaciones y para la descarga del producto en forma manual o mecánica. Se necesitan para la operación, plataformas de trabajo del tamaño adecuado al grado de mecanización de las instalaciones y elementos para el atraque y amarre de las embarcaciones. Las demás instalaciones se localizan fuera del muelle.

Muelle de turismo.- Son instalaciones para dar servicio a yates de recreo a través de marinas y clubes de yates en donde se rentan espacios a cada embarcación y se cuenta además con instalaciones para uso público y para embarcaciones en tránsito. Se requiere que las instalaciones estén ubicadas en aguas totalmente protegidas.

La disposición de estos muelles se hace, por lo general, en forma de peñes y otra que permita alojar el mayor número de yates en una menor superficie. Se debe contar con servicios de toma de corriente eléctrica, teléfonos, agua potable y alumbrado así como instalaciones especiales para abastecimiento de combustible y rampas para botar yates y equipos para sacarlos del agua.

Muelle de reparaciones.- Estos muelles sirven para reparar embarcaciones a flote por lo que deben contar con una plataforma de operación para el equipo, máquinas y materiales que intervienen en reparación. Pueden combinarse estos muelles con un sincroelevador donde se necesitan estructuras laterales para apoyo e izaje de la cuna y las bandas exteriores se usan para reparaciones a flote. Las demás instalaciones se localizan en tierra.

Muelles Militares.- Estos muelles se usan para recibir barcos de la armada y sus características varían en función de los barcos que harán uso del muelle.

De acuerdo con su posición, respecto a la línea de costa, hay dos tipos de muelle: Marginales y en espigón.

Un muelle es marginal cuando una banda de atraque es paralela a la línea de la costa o ribera y es perpendicular cuando su disposición es normal o inclinada respecto a la línea de la costa y puede tener variantes conocidas como en "I", en "L", en "T", en peine, en abanico o simplemente en espigón. La elección de cualquiera de estos tipos depende fundamentalmente de las características de la pendiente que se tenga en el fondo ya que si no se cuenta con un calado suficiente cercano a la orilla o no es posible dragar por razones del costo o por el tipo de material del fondo es recomendable usar muelles perpendiculares a la orilla, en tanto que si se cuenta con facilidades para proporcionar un calado adecuado cerca de la orilla, lo conveniente es elegir un muelle marginal.

Por lo requerimientos vistos anteriormente, la función y la forma del muelle influyen de manera directa en la elección del tipo de estructura por emplear en un muelle determinado. El dimensionamiento de los muelles en cuanto a longitud de banda de atraque, ancho y elevaciones necesarias es motivo de un estudio especializado en que intervienen en el tamaño de las embarcaciones, el volumen y tipo de carga por mover, así como otros factores de carácter operacional.

Tipo de estructura.- Una vez determinadas las dimensiones generales del muelle, al tipo de estructura que éste tenga se obtiene del análisis de varios anteproyectos que en principio puedan solucionar el problema.

Estos anteproyectos se calculan en forma aproximada sin llegar al detalle para obtener una idea preliminar de las dimensiones de las secciones. Se valúan los conceptos de obra resultantes a fin de determinar el costo de la estructura.

Se estudia entonces el funcionamiento de cada estructura propuesta, sus ventajas o desventajas en cuanto a construcción, tomando en consideración para ello factores tales como la localización de la obra, el equipo, los materiales y los recursos humanos disponibles, así como también se analiza el comportamiento de la estructura en cuanto a funcionamiento y durabilidad bajo las solicitudes de trabajo que puedan presentarse durante la vida útil de la estructura.

De estos análisis y fundamentalmente del costo, se elige un determinado tipo de estructura definitiva que puede ser a base de plataformas sobre pilas o sobre pilotes, plataformas sobre cilindros o bien paredes macizas formadas por tablestaca con un relleno posterior, muros formados por cajones, muros de gravedad, o cualquier otro tipo de muelle que el caso especial aconseje. Con estos datos se procede entonces al desarrollo del proyecto definitivo detallado a fin de obtener toda la información técnica necesaria para la construcción.

Elementos para el proyecto de una estructura de operación o de atraque de tipo marítimo.

Se entiende por proyecto de una estructura cualquiera al conjunto de documentos, memorias de cálculo, descriptivas, planos y especificaciones, que contengan la información necesaria para la construcción de la estructura.

Al proyectar una estructura se persigue que ésta sea capaz de resistir todas las solicitudes que se presenten dentro de su vida útil y que su comportamiento, en cuanto a deformaciones y durabilidad sea adecuado en ese período. El proyecto consta de tres etapas.

Estructuración.- Consiste en determinar una disposición de elementos estructurales (losas, trabes, cabezales, apoyos, etc.) que permitan transmitir las cargas de trabajo de la estructura al terreno en una forma adecuada, por ejemplo:

Si una plataforma de operación debe soportar vías para ferrocarril y para grúa, deberá proveerse de trabes bajo esas vías que transmitan las cargas a los apoyos (pilotes, pilas, etc.).

Si se necesita alojar un sistema de defensas deberá proveerse de una pantalla de dimensiones y características tales que permitan transmitir las cargas de atraque a la subestructura y se deberá poner en estos elementos resistentes a las fuerzas horizontales.

Si se dota al muelle de Duques de Alba para las operaciones de atraque y de amarre, la plataforma podrá tener una estructura más ligera diseñada exclusivamente para las cargas verticales.

Si se trata de un muelle petrolero y está definido que se usarán pilotes, la estructura podrá consistir en pasarelas apoyadas sobre trabes y caballetes para acceso de vehículos y peatones. Una plataforma para operación formada por una losa maciza sobre la cual se instalen ductos, válvulas, garzas, y casetas, etc.

Una vez definida la estructuración en cuanto a disposición y geometría de los elementos que la forman, se procede al paso siguiente que es el análisis.

Análisis.- Analizar una estructura consiste en determinar en magnitud, dirección y posición, las cargas y acciones que lo soliciten y analizar cada uno de los elementos que la integran para las diversas combinaciones de cargas que en cada uno de ellos actúa, a fin de obtener los elementos mecánicos necesarios para el diseño.

El análisis de una estructura marítima es en principio similar al de cualquiera otra estructura y sólo se diferencia en cuanto a especificaciones especiales y al hecho de que aparecen empujes dinámicos debido al atraque de embarcaciones.

Posteriormente se darán algunos criterios de cálculo específicos para estas estructuras.

Las cargas se clasifican por lo general en la forma siguiente:

Cargas Muertas.- (son las cargas que actúan permanentemente sobre la estructura.

Peso propio de las estructuras.

Peso de las estructuras y equipo fijos.

Cargas Vivas.- Son de tres tipos:

Permanentes: Empujes de tierra,

Carga viva repartida sobre una área.

Cargas vivas sobre las estructuras fijas al muelle o atracadero.

Eventuales.- Camiones.

Grúas y cargadores.

Ferrocarril

Amarre de embarcaciones

Atraque de embarcaciones

Accidentales.- Viento máximo sobre la estructura y embarcaciones.

Sismo.

Valuación de cargas.-

Carga Muerta.- Se consideran cargas muertas a las permanentes que actúan sobre la estructura tales como el peso propio de ésta y de las instalaciones que sobre de ella se encuentran. En el análisis se estiman estas cargas en forma aproximada ya que las secciones de los elementos estructurales se desconocen.

Después del diseño se verifica si la estimación fue correcta o no, y en su caso se hacen los ajustes necesarios.

En las obras marítimas las cargas debidas a peso propio ocupan un renglón de gran importancia ya que en muchos de los casos de ellas depende la estabilidad de la estructura.

Cargas vivas.-

Empujes de tierra.- Las cargas debidas al empuje de tierras cuando las hay sobre las estructuras, se valúan por cualquiera de las teorías comúnmente aceptadas en Ingeniería como son la de Rankine, Coulomb, etc. y los valores de los parámetros que determina los coeficientes de empuje se obtienen por lo general mediante pruebas de laboratorio efectuadas sobre muestras obtenidas del suelo en el lugar de la obra.

Carga viva repartida.- Igual que en cualquier otro tipo de estructuras se considera una carga uniformemente repartida sobre toda el área o sobre la parte de ella que afecte el análisis del miembro de estudio, y cuyo valor varía considerablemente dependiendo del tipo de carga que se maneja así como del equipo utilizado.

Por lo general, los valores comúnmente usados para esta carga son:

| | |
|--------------------------|---------------------------------|
| Muelle de carga general | W= 3 a 4 ton./m ² |
| Muelle de contenedores | 2.5 a 3 ton./m ² |
| Muelles para minerales | 6 y hasta 8 ton./m ² |
| Muelles petroleros | de 1.5 a 2 ton./m ² |
| Muelles de pesca | de 1 a 3 ton./m ² . |
| Pasarelas para pasajeros | de 0.5 a 1 ton./m ² |

En cada caso deberá hacerse una estimación especial sobre el valor adecuado de esta carga repartida tomando en consideración para ello las experiencias previas en obras similares así como las recomendaciones de los reglamentos aplicables.

Las cargas vivas sobre las estructuras fijas al muelle se estiman según los lineamientos de las especificaciones correspondientes a esos tipos de estructura (pasarelas, viaductos, torres, etc.)

Cargas de camión.- Las cargas debidas al tránsito de vehículos sobre las estructuras de muelle se valúan de acuerdo al tipo de camión que se estime para el diseño y empleando las cargas típicas previstas para ello en los diferentes reglamentos.

Estas cargas se colocan en las posiciones más desfavorables para cada miembro estructural conforme a los elementos mecánicos buscados. Se considera en el cálculo un factor de incremento de carga debida al impacto producido por los vehículos al moverse. Asimismo para el análisis de trabes, apoyos, etc., se emplean líneas de influencia para momentos flexionantes, fuerzas cortantes y reacciones, en función de los claros que se tengan a fin de obtener las envolventes de los elementos mecánicos en cada sección en estudio.

Ferrocarril.- Los efectos que produce un ferrocarril o un convoy al transitar sobre una estructura, se obtienen analizando cargas típicas de convoy y de máquina que aunque no corresponden exactamente a los equipos actuales o a los particulares que operan sobre los muelles, si cubren las condiciones mecánicas con un cierto margen de seguridad.

Para el análisis se consideran los factores de impacto que incrementan el valor de las cargas en relación a los claros de la estructura y una distribución lateral de carga que depende fundamentalmente de la forma de instalación de las vías sobre los muelles. Se utilizan también en el análisis las líneas de influencia para los elementos mecánicos que actúan sobre cada sección de la estructura de estudio.

Grúas y cargadores.- Los efectos que producen las grúas sobre la estructura se estudian mediante métodos reconocidos de análisis y considerando las características que el fabricante del equipo proporciona en relación a cada una de ellas. Estas características generalmente señalan las reacciones máximas que se presentan en los apoyos de las grúas para las diferentes posiciones y condiciones de operación (ángulos vertical y horizontal de la pluma, uso de zapatas de bloqueo, condiciones de trabajo normal o extraordinarias, viento, sismo, etc.).

Además, proporciona el fabricante las características geométricas y mecánicas de cada equipo.

Para el análisis se toman en consideración la forma de operación del equipo, localización de área de operación a fin de poder analizar los elementos estructurales afectados por la grúa.

Amarre de embarcaciones.- Cuando un barco se encuentra amarrado o sujeto a un muelle o atracadero, induce a éste fuerzas ocasionadas por sus movimientos debido a la corriente, el viento, las mareas, etc. Estas fuerzas son de diversas magnitudes y direcciones dependiendo del tipo de -

amarre que las produce.

Presión de la corriente.- Por lo general para el análisis de muelles y atracaderos que se encuentran en aguas tranquilas, esto es, debidamente protegidos por obras exteriores naturales o artificiales y que están bien localizadas, no se presentan velocidades en la corriente de agua que afectan considerablemente a la estructura, por lo que no se analiza en los casos comunes, salvo cuando se trata de muelles fluviales en que la corriente es continua. Debido a la pendiente del fondo por lo general es muy - - pequeña y las velocidades que se presentan son bajas y sus efectos sobre una embarcación se valúan con diversas fórmulas de tipo experimental en las que interviene la velocidad, el coeficiente de forma del área sobre la que actúa (cascodel barco), el coeficiente, empírico que ajuste este valor matemático a las observaciones experimentales realizadas por el autor de dicha fórmula teniendo cuidado al elegirle que las condiciones experimentales en que se obtuvo sean compatibles con las que se tengan en el caso en estudio.

Presión del viento.- Debido al movimiento de la tierra se generan sobre la capa-atmosférica comprendida entre 0 y 18 kms. (tropósfera) fuerzas y presiones que se conocen como presión atmosférica. Esta presión sufre variaciones que se presentan por curvas isobaras que unen puntos de igual presión atmosférica.

Cuando existe un gradiente bórico se generan movimientos de masas - - aéreas que se conocen como viento bórico. Además, por la rotación de la tierra, se produce un efecto sobre el viento que lo desvía de la trayectoria de máxima pendiente bórica. Esta desviación es hacia la derecha en el hemisferio norte y hacia la izquierda en el hemisferio sur. Este efecto - se conoce como viento geostrófico. Los factores que afectan los vientos - son latitud, intensidad, características de la superficie terrestre, condiciones atmosféricas locales.

Los vientos se pueden clasificar como sigue:

Vientos permanentes.

- Regímenes ciclónicos y anticiclónicos (vientos variables y alisios)
- Contraalisios
- Vientos polares

Vientos Periódicos.

- Monzones (período anual)
- Locales, virazón y terral (período diurno)

Accidentales.

- Ciclones
- Huracanes
- Tifones
- Tornados
- Otros

Son vientos permanentes aquellos que independientemente de las condiciones atmosféricas se presentan durante todo el año.

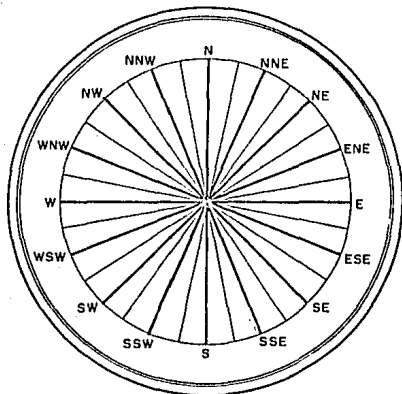
Se llaman vientos periódicos a los que varían sus características en forma cíclica de acuerdo a las condiciones atmosféricas normales.

Son vientos accidentales los producidos por condiciones particulares de la atmósfera en un sitio determinado y en una época del año.

Para medir la intensidad de los vientos existen varias escalas que relacionan el viento con una cierta velocidad o con efectos visibles que se producen. Entre estas escalas la más conocida es la de Baufort, sin embargo, para efectos de diseño de estructuras marítimas no son aplicables esas escalas ya que interesa conocer otras características del viento que influyen en el diseño; por lo tanto, se utiliza las informaciones de las estaciones meteorológicas en las que se registran las observaciones hechas sobre velocidades, direcciones y frecuencia con que se han presentado cada tipo de viento en una localidad dada. Se forman con estos datos unas gráficas llamadas Diagramas de Lenz que son de las características siguientes:

La primer gráfica es la de frecuencias y representa el número de veces que ha soplado el viento en cada dirección. Se construye llevando sobre los vectores de la rosa de los vientos longitudes proporcionales a los números obtenidos y uniendo con trazo continuo los extremos de los vectores. El mayor de los mismos señala la dirección del viento reinante. La segunda gráfica es de frecuencia e intensidad y se construye representando las sumas de las velocidades observadas en cada dirección. Sirve para determinar la capacidad de transporte sólido. La tercera gráfica señala la dirección del viento dominante. Se construye señalando en cada dirección los cuadrados de las mayores velocidades observadas y como la presión del viento varía con el cuadrado de las velocidades, de esta gráfica se obtiene rápidamente el valor de la presión.

Con las dos primeras gráficas se pueden orientar convenientemente las obras portuarias y con la tercera se efectúan los cálculos de estabilidad por efecto de viento.



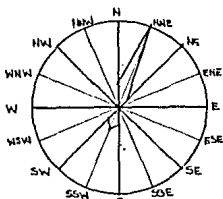
ROSA DE LOS VIENTOS.- indica la dirección de donde pro
vienen los vientos y puede referirse a 8, 16 ó 32 ---
direcciones.

ESCALA DE BEAUFORT

| GRADO | DENOMINACION | VELOCIDAD (nudos) milla mar./hr. | ESPECIFICACIONES |
|-------|---|--|--|
| 0 | CALMA | 1 | La mar está como un espejo |
| 1 | VENTOLINA (aire ligero) | 1 - 3 | Empez a rizarse la mar. |
| 2 | FLOJITO (Brisa muy débil) | 4 - 6 | Olas pequeñas, sin llegar a romper. |
| 3 | FLOJO (Brisa débil) | 7 - 10 | Olas algo mayores, cuyas crestas empiezan a romper, con algunos borreguillos dispersos. |
| 4 | BONANCIBLE O MODERADO (Brisa moderada) | 11 - 16 | Las olas se hacen más largas. Borreguillos francamente numerosos. Algún peligro para embarcaciones sin cubierta. |

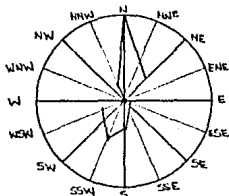
| GRADO | DENOMINACION | VELOCIDAD (nudos) | ESPECIFICACIONES |
|-------|--|----------------------|---|
| 5 | FRESQUITO (Brisa fresca) | 17 - 21 | Olas moderadas, claramente más alargadas. Gran abundancia de borreguillos. Eventualmente, algunos rociones. |
| 6 | FRESCO (brisa fuerte) | 22 - 27 | Comienza la formación de olas grandes. La espuma se extiende por todas partes. Aumentan los rociones. Se hace imposible la navegación para embarcaciones menores. |
| 7 | FRESCACHON (Viento fuerte) o (galerna moderada) | 28 - 33 | La espuma es arrastrada en dirección del viento, empezando a alinearse a son de éste. Es peligrosa la navegación de buques con cubierta. |
| 8 | TEMPORAL (galerna fresca) | 34 - 40 | Olas altas con rompientes. La espuma es arrastrada, formando fajas orientadas en la dirección del viento. Es peligrosa la navegación de buques grandes. |
| 9 | TEMPORAL FUERTE. (galerna fuerte) | 41 - 47 | Olas muy grandes; la espuma es arrastrada en nubes espesas. La mar empieza a rugir. Los rociones dificultan la visibilidad. |
| 10 | TEMPORAL DURO (galerna total) | 48 - 56 | Olas con grandes crestas empenachadas. La mar aparece blanca y su rugido es intenso. La visibilidad se reduce |
| 11 | TEMPORAL MUY DURO (tormenta) | 57 - 63 | Olas excepcionalmente grandes (los buques de mediano tonelaje pueden perderse de vista). Mar completamente blanca de espuma. Se reduce aún más la visibilidad. Se hace imposible toda navegación. |
| 12 | TEMPORAL HURACANADO (huracan) | 64 | El aire está lleno de espuma y de rociones. Visibilidad casi nula. Imposibilita toda clase de navegación. |

DIAGRAMAS DE LENZ.- se utilizan para determinar los vientos locales representando vectorialmente las frecuencias del viento, la acción del viento y la presión del viento en las direcciones anotadas



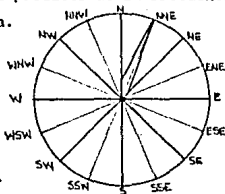
1er. Gráfica.- Frecuencia del Viento "N"

Obtiene el viento reinante; o sea, aquel que se presenta con mayor frecuencia durante el tiempo considerado, independientemente de su velocidad



2a. Gráfica.- Acción del Viento "NV"

Obtiene el propiamente descrito Diagrama de Lenz, en el cual los segmentos vectoriales son proporcionales al producto de la frecuencia por la velocidad media.



3er. Gráfica.- Presión del Viento "NV²"

Obtiene el viento dominante, o sea, aquel que se presenta con máxima intensidad media, independientemente de su frecuencia.

Para determinar el valor de la presión del viento se utiliza una expresión de la estructura siguiente:

$$P = K_1 K_2 v^2$$

donde: K_1 es un coeficiente de forma de la superficie sobre la que incide el viento.

K_2 es un coeficiente empírico para homogeneizar las unidades de la fórmula, y ajustar el valor matemático de la misma a las observaciones.

v es la velocidad del viento expresada en km/h, m/seg. etc.

P es la presión del viento por unidad de área expuesta.

Las presiones así obtenidas se aplican a las áreas expuestas de muelles y embarcaciones para obtener las fuerzas que sobre de ellos actúan. De lo mencionado anteriormente se determina la fuerza total que actúa sobre una embarcación cuando se ve expuesta a viento o a una corriente.

El análisis consiste ahora en descomponer la fuerza encontrada en otras cuya posición y dirección corresponde a los amarres de la embarcación a la estructura obteniendo una fuerza en cada cable de amarre. Una vez determinada esta fuerza se puede revisar al elemento de amarre o la estructura.

Elementos de amarre.- Los elementos de amarre comúnmente usados son:-Noray Las bitas, bolardos, cornamusas, argollones, ganchos. Son piezas fabricadas de hierro dulce, acero de fundición u otros materiales similares cuya forma permite un amarre adecuado de los cabos sin que estos se zafen y que aseguren a las embarcaciones a pesar de los movimientos verticales de las mismas ocasionados por la carga y descarga, las mareas, etc. y que permitan ser soltadas rápidamente cuando las operaciones así lo requieran. Estos elementos de amarre deben analizarse con el sistema de fuerzas a que estén sujetos para determinar si son adecuados para transmitir a la estructura las fuerzas que los solicitan.

Atraque de embarcaciones.- Entre las cargas laterales más importantes que se presentan en una estructura marítima se encuentra la de atraque. Esta carga es producida por el efecto dinámico de una embarcación que hace contacto con la estructura y en esa forma disipa toda su energía cinética para poderse amarrar o maniobrar según el caso.

Las estructuras que se usan para resistir las fuerzas de atraque son muelles y duques de alba y se pueden dividir en dos tipos: flexibles y rígidos.

Los muelles y duques de alba flexibles son aquellos que por su trabajo y deformación son capaces de disipar la energía cinética que anima a la embarcación, y por lo general, esta deformación depende de la rigidez de los elementos constitutivos de la estructura, tales como pilotes, cabezales, trabes, etc.

Las estructuras rígidas son aquellas en las que sus movimientos laterales se encuentran limitados y requieren de algún elemento amortiguador o disipador de la energía que tiene el barco para detenerlo. Un ejemplo de estas estructuras son los duques de alba formados con gaviones, con pilotes verticales e inclinados, con muros de gravedad, tablestacas y otros elementos de gran rigidez.

Los elementos que se colocan con objeto de disipar o amortiguar la energía cinética del barco y demás proteger el casco y estructura se conocen como defensas y pueden ser de muy diversos tipos, formas y materiales.

Un sistema muy simple de defensa puede estar constituido por un enraizado de ramas de mangle en el que al recargarse el barco contra él, expone el agua funcionando como un colchón amortiguador. Otro sistema puede estar formado por resortes metálicos, fijos al paramento de atraque y protegidos en la zona de contacto con el barco con piezas de hule macizo o sufrideras de madera. En el momento del impacto, los resortes absorben parte de la energía y transmiten una reacción a la estructura.

Se usan también defensas que absorben la energía del ataque realizando un trabajo al mover un peso determinado. Se conocen como defensas de gravedad.

Existe una gran variedad de sistemas de defensas pero en la actualidad, las de mayor uso han adquirido son las de hule de diversas formas y tamaños ya que son de fácil instalación y por sus características de material y forma absorben una cantidad considerable de energía al deformarse, transmitiendo las cargas a la estructura de una manera uniforme.

Existen estas defensas en formas y tamaños que se adaptan a cualquier tipo de embarcación. La cuantificación de la energía y la fuerza de atraque se hace bajo las siguientes consideraciones. Cuando una embarcación se acerca a una banda de atraque la fuerza del impacto está generada no sólo por la masa del barco sino también por el efecto de la masa de agua que está en movimiento junto con la embarcación. Este efecto se considera en el cálculo como una masa adicional a la del barco y para el caso de las embarcaciones cuya eslora es varias veces más grande que su calado o manga puede considerarse que es una columna cilíndrica de agua de longitud igual

a la eslora y de diámetro igual al calado de la embarcación, esto es:

$$M'' = \frac{D^2 L}{4} r w$$

donde D es el calado a plena carga en metros, L es la eslora en metros, w r es el peso volumétrico del agua de mar (1.03 ton./m³).

Si M' es la masa del barco (desplazamiento D W T) la masa virtual para determinar la energía es $M = M' + M''$

La velocidad de atraque se escoge en función del tamaño de la embarcación de las facilidades de la operación de atraque en el lugar, las condiciones meteorológicas y las corrientes locales.

El tipo de instalaciones influye en la velocidad de atraque, pues en general hay menos resistencia del agua cuando el barco se aproxima a un atracadero sobre pilas o pilotes que cuando lo hace a uno constituido por muros o tablestacas que impiden el libre movimiento del agua. Asimismo, para barcos grandes que atracan guiados por un práctico y con sus máquinas paradas, las velocidades son por lo general pequeñas (entre 5 a 8 cm./seg.) en tanto que en las embarcaciones de menor tonelaje que efectúan la operación por su propia máquina, la velocidad resultante en el atraque suele ser más grande (del orden de 15 y hasta 20 cm./seg.).

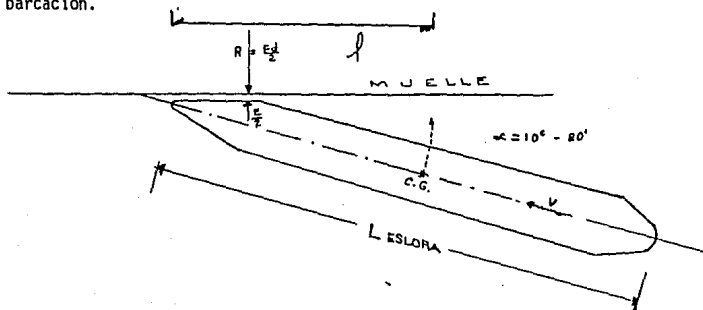
Al atracar una embarcación se puede acercar a la estructura de las siguientes maneras: de punta, de lado, y a un cierto ángulo haciendo contacto en el cuarto de la eslora de la embarcación. El primer caso únicamente puede suceder cuando el barco por perder el control se desliza por sí solo y choca contra la estructura. Es una condición accidental que si ocurre es necesario hacer la reparación de los daños que origine (si lo hubiera) ya que para el análisis no se considera esta situación pues para cubrirla sin daños a la estructura se haría necesario un diseño totalmente antieconómico por resultar estructuras excesivamente robustas que pudieran cubrir cualquier contingencia de esta índole.

Esta situación no debe confundirse con el atraque de trasbordadores que operan a través de proa y popa ya que el atraque lo realizan lateralmente sobre duques de alba y la estructura frontal sólo es de operación y no resiste el impacto de la embarcación.

El segundo caso, cuando la embarcación se acerca de lado a la estructura y la golpea solo se produce cuando el barco está acoderado al muelle y la marea lo impulsa contra ésta. La magnitud de estos efectos por lo general no son decisivas para el análisis debido a que por estar repartida

la fuerza sobre toda la longitud de contacto entre barco y muelle, las cargas adoptan valores muy pequeños en comparación con el caso siguiente:

Atraque con un ángulo pequeño y por el cuarto de la eslora de la embarcación.



Es el caso más común en cuanto a la forma de atraque normal de un barco y por lo tanto es la que se considera en el análisis bajo las siguientes bases:

La energía cinética del barco en el momento del atraque está expresado por la ecuación.

$$E = \frac{M V^2}{2g} \times K \quad \text{donde} \quad K = \frac{1}{1 + (l/r)^2}$$

Al hacer contacto con el muelle, aparece una fuerza reactiva sobre el barco que le imparte una rotación respecto a su centro de gravedad. La energía cinética del barco se disipa parcialmente debido a este movimiento rotacional y el resto de la energía se transmite directamente al muelle.

La energía que pierde el barco en este movimiento de rotación se expresa por:

$$E_r = \frac{M V^2}{2g} \times \frac{1}{1 + (l/r)^2}$$

donde l es la distancia del centro de gravedad de la embarcación al punto de contacto proyectado a lo largo de la banda de atraque, r es el radio de rotación en el plano del barco medido dentro de su centro de gravedad.

Por lo tanto la energía efectiva de atraque de la embarcación se expresa como sigue:

$$E' = \frac{MV^2}{2g} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{M_L}{M_L}\right)^2}$$

En el caso en estudio el radio de rotación es aproximadamente la cuarta parte de la eslora y como el punto de contacto de embarcación y atracadero es aproximadamente el mismo, la ecuación anterior se puede expresar en la forma siguiente:

$$E' = \frac{MV^2}{2g} \times \frac{1}{2} = \frac{MV^2}{4g}$$

Con esta energía se puede ya calcular la fuerza de impacto considerando que actúa sobre un sistema de rigideces en serie de barco, defensa y estructura.

La rigidez del barco en general es muy pequeña y no se toma en cuenta en estos cálculos. La rigidez de las defensas depende del material que estén fabricadas, de su tipo y dimensiones. Sus características las proporciona el fabricante por medio de gráficas y nomogramas. La rigidez de la estructura depende de su geometría y materiales. Una vez determinadas estas rigideces se obtienen las fuerzas o reacciones debidas al atraque que actúan sobre los elementos estructurales en estudio.

Cuando se analizan duques de alba se acostumbra considerar un coeficiente de fricción lateral entre barco y defensas cuyo valor varía entre 0.4 y 0.6, y se hacen intervenir también las rigideces torsionales del sistema que absorbe la energía.

Cargas Accidentales.-

Entre las cargas accidentales se encuentran: Viento máximo sobre la estructura y embarcaciones y sismo.

Viento Máximo.- Esta carga se valúa en la forma y con los elementos descritos anteriormente pero utilizando la fuerza de viento máxima registrada en la localidad obtenida de los diagramas de Lenz, y se aplica a las áreas de muelle y barco que resulten críticas para el análisis.

Sismo.- La fuerza de sismo sobre las estructuras marítimas se trata en forma similar a cualquier otro tipo de estructuras considerando los coefi

cientes sísmicos conforme a la zona de ubicación de la estructura. Se deben hacer consideraciones relativas a si es o no necesario en una estructura determinada aplicar esta fuerza a la carga viva repartida sobre el muelle y en que proporción y disposición debe estar esta carga. Son aplicables los reglamentos relativos a este tema que están en vigor en la República, tanto para el análisis estático como para el dinámico.

Diseño.

Una vez que se ha definido por medio del análisis todos los elementos mecánicos que actúan sobre las diversas partes de la estructura, el siguiente paso que completa el proyecto es el diseño, que consiste en dimensionar las secciones de cada parte de la estructura, determinar las conexiones necesarias, los armados, refuerzos, contravientos, juntas, etc. a fin de hacer constructiva la estructura estudiada. Todos estos resultados se consignan gráficamente en planos detallados y en especificaciones escritas, formando así la parte final del proyecto.

Como una estructura puede diseñarse en diversos materiales (madera, concreto, mampostería, acero, etc.) deberán seguirse, en cada caso, las especificaciones correspondientes y aceptadas dentro de la plática, y dar se una especial atención en cuanto a la protección que se dé a la estructura contra los efectos de la corrosión producida por la brisa y por el agua de mar, así como proporcionar un margen de seguridad más amplio tomando en consideración que la construcción se hace bajo condiciones difíciles de ejecución y hay que cubrir los posibles errores tolerables que se presentan durante la misma. También es de considerarse el hecho de que la conservación de algunas estructuras no será tan eficiente como fue de desearse debido a las condiciones especiales de este tipo de construcción.

Criterios de cálculo.-

Para los diferentes tipos de estructuras que se usan en muelles y atracaderos y que ya mencionamos con anterioridad, se señalarán los lineamientos generales que deben seguirse en cuanto al análisis y diseño correspondiente.

Estructuras de gravedad.- En las estructuras de gravedad como es sabido, el equilibrio se logra por medio del peso propio y deberán verificarse las siguientes condiciones de estabilidad.

El coeficiente de seguridad al volteamiento respecto a una arista de volteo no debe ser menor de 2.

El coeficiente de seguridad al deslizamiento en cualquier sección en estudio no debe ser menor de 2.

La resultante de las fuerzas en la sección de la base debe pasar por el tercio medio de la misma.

No deben sobrepasarse los valores de esfuerzo permisible de compresión en el terreno.

En cada sección los esfuerzos máximos que se presenten no serán mayores de los permisibles de trabajo correspondientes a los materiales que se usen.

Son aplicables las fórmulas de resistencia de materiales y estática, conocidas.

Se analizará la estructura para las combinaciones de carga más desfavorables y dependiendo de la probabilidad que cada combinación presente se usarán factores de incremento de esfuerzos admisibles.

Estructuras de paredes verticales con tablestaca.

En estas estructuras el equilibrio se consigue mediante la hincada de la tablestaca y trabajando ésta como cantiver, o bien apoyándola en su parte superior por tensores sostenidos por pilotes parados u otro elemento resistente en la parte del relleno atrás de la tablestaca.

Se determinan las elevaciones del relleno atrás de la tablestaca y del fondo en el frente de la misma. Con las características del material del relleno y el valor de las sobrecargas se calculan los valores de los empujes sobre la tablestaca por medio de las teorías comunes de mecánica de suelos. Se determinan los diagramas de momentos flexionantes y fuerzas cortantes sobre la tablestaca para las diversas condiciones de carga. A la profundidad donde el momento flexionante se anula se puede suponer que la tablestaca está articulada. Bajo esa suposición se analiza como una trabe en equilibrio y se determinan la o las reacciones (en ese punto y en el tirante si lo hay), se conocen entonces los elementos mecánicos que actúan sobre la tablestaca y sobre el tirante con lo que puede diseñarse ésta conforme a los datos consignados en los manuales de los fabricantes y calcular el calibre y separación de los tirantes.

Estructura a base de pilas o pilotes.

Estas estructuras son las que están formadas por una plataforma generalmente de concreto armado que puede ser losa maciza y bien retícula de trabes y losa que se apoyan sobre las pilas o pilotes verticales.

Este sistema de traveses y pilas forman marcos en ambos sentidos que están sometidos tanto a fuerzas verticales como horizontales según las cargas que actúan sobre la estructura. La separación de estos marcos en ambos sentidos se determina por varios criterios.

El primero consiste en determinar la separación de acuerdo a la capacidad de carga de las pilas o pilotes para aprovechar éstos al máximo. El segundo consiste en determinar estas separaciones empleando el criterio de claro económico que resulta cuando los costos de superestructura y subestructura son los mínimos posibles.

En otras ocasiones esta separación está determinada por la posición de rieles de grúas o ferrocarril que actúan sobre la retícula de la plataforma. Por lo anterior la separación de estos marcos deberá hacerse por tanteos para obtener así la más conveniente.

El análisis del muelle se hará aislando los marcos conforme a sus áreas tributarias y sobre ellos actuarán todas las cargas vivas verticales que correspondan a dichas áreas. Las cargas horizontales permanentes o accidentales como son los empujes de tierra en el respaldo, fuerzas de atraque, jalón de bita, sismo, etc., se determinan y se localizan sus resultantes. Como en general estas resultantes no coincidirán con el centro de torsión del muelle al decomponerse sobre los marcos a cada uno le tocará una fuerza de acuerdo a su rigidez y a su posición respecto al centro de torsión. Esta repartición de fuerzas horizontales es admisible, dado que la plataforma es muy rígida en su plano y al actuar estas fuerzas, la deformación solo consiste en un desplazamiento si la resultante pasa por el centro de torsión o un desplazamiento y un giro si no es así. Las combinaciones de carga que deben analizarse son las que cubren las posibles condiciones de trabajo. Por ejemplo:

- 1º Carga viva, peso propio y atraque.
- 2º 50% carga viva, peso propio y sismo.
- 3º Carga viva, peso propio y jalón de bita.
- 4º Peso propio y ferrocarril.
- 5º Grúa, ferrocarril, peso propio, etc.

Las condiciones de apoyo de las pilas deben considerarse en el análisis, pues si la pila está apoyada en un estrato poco profundo o sobre el fondo, deberán considerarse articulaciones en el apoyo de los marcos pero si las pilas se desplantan en un estrato profundo y el terreno proporciona apoyo lateral suficiente se considera entonces un empotramiento.

La determinación de la profundidad de empotramiento se puede hacer - siguiendo varios criterios. Según algunos autores esta sección se presen- ta a una profundidad fija, según la calidad del terreno y varía entre 10- y 15 pies a partir del fondo (según A.F. de Quinn).

Otra forma es emplear las fórmulas obtenidas por diversos autores - tales como las de Paul Anderson.

$$X^4 - \frac{8F}{(P - P_a)} X^2 - \frac{12Fh}{(P - P_a)} X - \frac{2F^2}{P - P_a} = 0$$

donde X es la profundidad de hinca, F la fuerza lateral, P_p es el empuje- pasivo y P_a el empuje activo.

Otra forma más aproximada para determinar la profundidad de empotra- miento así como los elementos mecánicos sobre las pilas o pilotes, es el- método propuesto por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados- Unidos en el que se estudia interacción entre la deformación de la pila o pilote y el suelo.

Ya determinadas las características de apoyo y las longitudes teóri- cas de cálculo de cada miembro, el análisis de los marcos se hace con los métodos conocidos de estructuras.

Si la estructura está sobre pilotes se presentan dos casos:

Sobre pilotes verticales.- En donde el procedimiento de análisis es idé- ntico al descrito anteriormente. Se unen descabezando el pilote (acero libre).

Sobre pilotes verticales inclinados.- En este caso la rigidez de la es- tructura aumenta, pues debido a la presencia de pilotes inclinados, las - deformaciones laterales de la estructura se ven reducidas y el trabajo -- fundamental de la subestructura es de fuerzas axiales en lugar de flexión como en el caso anterior.

La distribución de la fuerza sobre los marcos se hace en la forma - descrita en el caso anterior asignando a cada marco la rigidez correspon- diente según tenga o no pilotes inclinados en la dirección que se anali- za.

La distribución de fuerzas en los pilotes generalmente se hace anali- zando el marco correspondiente conforme a las rigideces relativas de los- elementos o bien, considerando un cabezal rígido (si así es el caso) y - distribuyendo elásticamente las fuerzas sobre de los pilotes.

Duques de Alba.-

Son estructuras que sirven para el atraque y amarre de embarcaciones. Es- tas estructuras se proyectan para resistir las fuerzas dinámicas del atra

que y las fuerzas estáticas debido al amarre y maniobras.

Desde el punto de vista estructural pueden clasificarse como: A base de estructuras de gravedad y a base de pilotes. Los duques de alba a base de estructuras de gravedad que pueden estar constituidos por gaviones, bloques cilíndricos rellenos, etc. y los duques de alba a base de pilotes está constituidos por uno o más pilotes atados a un cabezal sobre pilotes verticales e inclinados, de madera, acero o concreto.

El dimensionamiento de un duque de alba se hace en relación a las características de las embarcaciones que harán uso de él. La altura estará condicionada al calado de las embarcaciones, a la variación de mareas en el lugar y a la localización de los dispositivos para atraque que tenga el barco.

Las dimensiones en planta deberán fijarse en forma tal que permitan alojar adecuadamente a la subestructura, considerando el número de pilotes necesarios a las separaciones admisibles o bien las dimensiones de la pila, gavión o cajón en forma tal que al barco, al hacer contacto no las dañe.

Para elegir el tipo de estructura del duque de alba se toma en cuenta el desplazamiento de las embarcaciones, tipo y calidad del terreno de apoyo, materiales disponibles y desde luego, el factor económico.

En análisis de duques de alba se hará como sigue: Estructuras de gravedad. Se analizan en la forma descrita para este tipo de estructuras. Estructura sobre pilotes.- Hay dos tipos de estructuras: flexible y rígida.

Las estructuras flexibles que están constituidas por los pilotes verticales únicamente, forman un sistema capaz de deformarse bajo el efecto de cargas horizontales provocadas por el atraque de las embarcaciones. En el análisis se deben proporcionar los elementos estructurales necesarios para que la capacidad de absorción de energía sea compatible con la de atraque.

En las estructuras rígidas, los elementos de defensa al deformarse absorben la energía y transmiten una reacción a la estructura que se distribuye entre los pilotes como se mencionó en el caso descrito. con anterioridad.

Muelles flotantes.-

Los muelles flotantes son estructuras que se usan para embarcaciones pequeñas o cuando la variación de mareas es considerable. Están constituidas por pasarelas instaladas sobre pontones o flotadores y sujetas al

fondo mediante pilotes sobre los que deslizan, o en alguna otra forma a la orilla,

Son de muy diversos materiales, para las pasarelas suele usarse la madera, el acero y recientemente la fibra de vidrio. Los pontones o flotadores pueden estar constituidos por un sistema de tubos estancos, flotadores hechos por barriles y tanques, o por espuma de poliestireno expandido, o flotadores modulares de fibra de vidrio.

En general los diseños para este tipo de estructuras son muy variados dependiendo de las necesidades de cada caso.

Para el cálculo de estos muelles se estiman las cargas vivas que por lo general son muy ligeras y se busca un equilibrio proporcionando los flotadores en cantidad y dimensiones necesarias para igualar dichas cargas. Los sistemas de anclaje de estos muelles al fondo, por lo general se hace con carretillas que se deslizan verticalmente sobre un pilote hincado o embebido en un macizo de concreto si el fondo es duro como para hincar pilotes.

Las instalaciones necesarias como son: teléfonos, agua, luz, etc., se llevan en tubos o ductos sujetos a estas pasarelas.

III. TECNICA CONSTRUCTIVA EN MUELLES

1.- MUELLE CON ELEMENTOS PRECOLADOS.

a) PILOTES DE CONCRETO ARMADO.

ACONDICIONAMIENTO DE MESAS DE COLADO.- Estas pueden acondicionarse con madera, concreto, o simplemente compactando satisfactoriamente el suelo, a fin de que al efectuar los colados de los pilotes, éstos no sufran deformaciones durante la operación, que puedan alterar las condiciones de estabilidad.

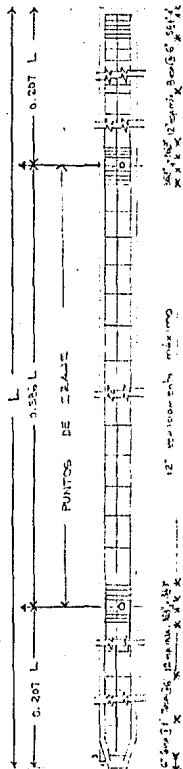
Los moldes para los pilotes serán de madera, metálicos o una combinación de ambos, y estarán debidamente asegurados en tal forma que cumplan con lo especificado para su construcción. (ESP. Complementarias de la S. de M.).

FABRICACION DE ARMADURAS.- Deberán cubrir las especificaciones ya indicadas, pero al colocarlas en los moldes, no deberán usarse silletas para asegurar su posición, se deben suspender en tal forma aseguradas que durante toda la operación de colado permanezcan en su misma posición.

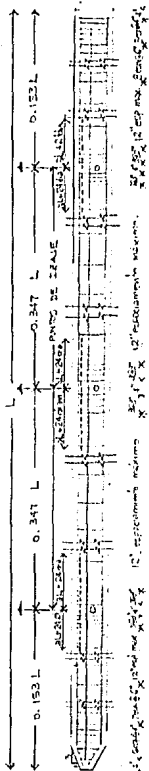
ELEMENTOS DENTRO DEL PILOTE.- Además de la armadura metálica, cuando se requiera, los pilotes podrán llevar interiormente un chiflón o chiflones de agua, para auxiliarse en el hincado. (Estos también podrán ir colocados exteriormente).

Para suspender y manejar los pilotes, se dejarán anclajes en los puntos de suspensión que sean determinados. Podrá utilizarse para esto, coples de tubería mecánica debidamente asegurados en el concreto, en los que después puedan atornillarse pernos de ojo, para conectar los ganchos de suspensión. Puede requerirse regatón metálico en la punta del pilote, que se diseñará según se necesite y se colocará anclado al pilote o soldado a la armadura. En algunas ocasiones, se han utilizado regatones especiales con salida de chiflón.

Ver sección detallada en los planos anexos. (plano no. 2)

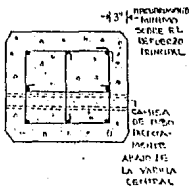


REAJE EN 2 PUNTOS



REAJE EN 3 PUNTOS

| REFERENCIA ADICIONAL DE PUNTOS DE REAJE EN LA PILE EN 3 PUNTOS | REFERENCIA ADICIONAL | a |
|--|----------------------|-------|
| 100% TAMAJE | NINGUNO | — |
| 12 varillas | 2 varillas | 0.025 |
| 8 varillas | 2 varillas | 0.032 |
| 4 varillas | 2 varillas | 0.045 |



NOTAS:

- 1- Tamaño mínimo de estribos E # 2
- 2- Varillas adicionales donde son requeridas en los puntos de reaje serán del mismo tamaño que las del refuerzo regular.
- 3- Sección de la punta del pilote:
 - a) de 6" para pilotes de 16" de sección y más pequeños.
 - b) de 8" para pilotes cuadrados de sección de 18" y más grandes.

DETALLES TIPO DE PILES DE CONCRETO PRECOCADOS

MANEJO DE PILOTES.- Una vez que el pilote tenga la resistencia necesaria para ser movido de su lugar de colado, se manejará utilizando los puntos de suspensión prefijados. Tanto para almacenarse, como para llevarse al lugar de hincado, deberá ir soportado de los puntos de referencia, evitando golpes o vibraciones que puedan dañarlo. De la misma manera, el transporte por tierra, como por agua, deberá cumplirse con los requisitos señalados. No será rodado el pilote sobre el suelo, a menos que expresamente se garantice que no se producirán daños.

TRANSPORTE.- Los pilotes podrán ser transportados por tierra, por agua, o utilizando ambos medios desde el lugar de almacenamiento hasta el punto de hincado. El manejo y transporte deberán ser de manera que no se produzcan sobre esfuerzos o vibraciones tales que dañen estos elementos durante las operaciones.

HINCADO DE PILOTES.- La piloteadora podrá ser de tierra o flotante, según el caso lo requiera, con mecanismo para manejar el pilote hasta llevarlo a su posición de hincado, ya sea, según el proyecto, vertical o inclinado; guías apropiadas para que el pilote no pierda su posición durante el hincado; martillo que golpee el pilote en la cabeza axialmente. El pilote se hincará hasta alcanzar el nivel de proyecto y la capacidad de carga deseada, la que se medirá con cierta aproximación, en base a la penetración -- media de los diez últimos golpes, el peso del pilote y el tipo de martillo usado. Para evitar daños al pilote durante la operación de hincado se protegerá la cabeza con una capa, ésta podrá ser de cabo de manila, madera o hule. El alineamiento de los pilotes en ambos sentidos y el martilleo axial, deben cumplirse rígidamente.

Durante la operación de hincado es necesario llevar un registro que contenga la penetración en función del número de golpes obtenida. Finalmente deberá registrarse en los diez últimos golpes el promedio de penetración para determinar, aplicando una fórmula dinámica, la capacidad de carga aproximada del pilote. En terrenos arcillosos la aplicación de fórmulas dinámicas, para verificar la carga portante, puede dar resultados no muy confiables, en cambio, en terrenos arenosos, el método puede ser aceptable.

CHIFLONEO.- El chifloneo es especialmente útil para auxiliarse en el hincado de pilotes y poder atravesar suelos de comportamiento friccionante (pululentos), tales como arenas, conchuelas, gravas o combinación de estos - materiales, pero no es muy efectivo en gravas muy gruesas y sueltas, rocas, arcillas blandas o limos.

Deberán efectuarse pruebas con chiflones en el suelo de que se trate - para determinar la presión y gasto de la bomba que alimente el chifloneo, - así como el diámetro de mangueras, tubos y boquillas de salida. (Ver cuadro para seleccionar bomba, tubería y chiflón).

El chifloneo podrá disponerse con el tubo de inyección de agua colocado dentro del pilote o fuera de él, no se puede decir que un dispositivo - sea mejor que otro, en cada caso podrá emplearse el que más convenga.

En la práctica los diámetros de los tubos han variado de 2" a 4" y el de las boquillas de 3/4" a 1 1/2".

Las presiones necesarias para terrenos arenosos poco compactados, han requerido de 3 a 4 Kg/cm², mientras que en suelos de gravas compactadas se han necesitado de 7 a 14 kg/cm².

El gasto es también muy importante, éste puede fluctuar entre los 600 a 2800 litros/minuto.

Es de tenerse en cuenta para definir los diámetros de la tubería y -- boquillas, que las pérdidas de carga, son mayores mientras menores sean - los diámetros de éstas. También deberán evitarse en lo posible pérdidas - de carga por cambios de dirección.

La entrada del tubo en el pilote debe estar colocada a tal distancia - de la cabeza de éste, que no interfiera con los dispositivos de las guías - y el martinete, debe tenerse libertad en las operaciones de conexión.

El chifloneo debe suspenderse a una distancia tal de la posición final del pilote, que éste puede ser llevado hasta su nivel a base de martilleo - y poder obtener la penetración de rechazo de proyecto. La determinación - de esta distancia, no será rígida, pues pueden variar las condiciones re- - sistentes de los estratos, en una misma localidad.

Es importante observar que si se suspende el chifloneo e inmediatamente después se procede al martilleo, en algunos suelos donde la arena contiene cierta cantidad de arcilla, el pilote penetra más que si después de algunas horas de suspendido el chifloneo, se inicia el martilleo. En cada caso se deberán hacer pruebas y tomar las medidas que más convengan para la secuencia de estas operaciones.

Gasto aproximado en litros por minuto de boquillas unidas a una tubería o manguera de 2 1/2" de diámetro y de 5 metros de longitud.

| Presión en la bomba en Kg/cm ² . | Diámetro en la boquilla en pulgadas. | | | | |
|---|--------------------------------------|------|--------|--------|--------|
| | 3/4" | 1" | 1 1/4" | 1 3/8" | 1 1/2" |
| 7 | 605 | 1040 | 1510 | 1740 | 1950 |
| 10 | 704 | 1290 | 1870 | 2160 | 2420 |
| 14 | 83 _a | 1500 | 2200 | 2540 | 2800 |

Pérdida de carga por fricción en tubería y manguera.

| Diám. del tubo pulg. | Pérdida por fricción, Kg/cm ² por metro de long. | | | | | | | | | |
|----------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| | 380 | 570 | 760 | 950 | 1140 | 1320 | 1510 | 1700 | 1890 | |
| 2 | 0.011 | 0.022 | 0.04 | 0.062 | 0.088 | | | | | |
| 2 1/4 | 0.002 | 0.005 | 0.008 | 0.013 | 0.019 | 0.015 | 0.034 | 0.042 | 0.053 | |
| 3 | - | 0.001 | 0.002 | 0.004 | 0.005 | 0.007 | 0.010 | 0.013 | 0.015 | |
| 3 1/2 | - | - | - | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.004 | 0.005 | |
| 4 | - | - | - | - | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | |

(Según R.D. Chellis, 1951)

SELECCION DE EQUIPO.- La selección de martillo (energía cinética requerida) estará normada por el peso del pilote, la resistencia del terreno y la carga requerida que debe soportar éste, de acuerdo con el proyecto. (Véanse datos experimentales proporcionados por R.L. Peurifoy, adjuntos al presente trabajo).

Para verificar aproximadamente si la energía proporcionada a un pilote es la requerida, en función de su peso, se multiplicará éste en Kgs., por 0.6, según el caso; el resultado se obtendrá en Kg. metros, y deberá tomarse solamente como una guía.

La piloteadora formada por el equipo para accionar los pilotes, el martillo, las guías y los equipos auxiliares, podrá ser de tierra o flotante. La selección del equipo de piloteo dependerá de las obras de que se trate. Las condiciones propias del lugar y el tiempo requerido para realizar el proyecto.

AGREGADOS PETREOS.- El equipo para la extracción de materiales pétreos, para la trituración y clasificación, en su caso, tendrá que seleccionarse en tal forma que su rendimiento satisfaga las necesidades programadas. En general, para garantizar los requerimientos, el equipo básico debe satisfacer una producción del 30% mayor a la necesaria, para cubrir tiempos perdidos por reparaciones y/o cambio de bancos.

El equipo para elaborar el concreto deberá tener tal capacidad que pueda producir el 30% más de los requerimientos del proyecto (dosificadoras, mezcladoras, bombas de concreto, cargadores, transportadores de banda, carretillas, etc.).

A fin de orientar la investigación, se proporcionarán, durante las conferencias, datos de capacidades de grúas, chalanes, plantas dosificadoras y bombas de concreto.

Durante la operación de hincado debe llevarse un registro que contenga el número de golpes y la penetración obtenida, en la que se indicarán los rangos de penetración. Finalmente, deberá registrarse en los diez últimos golpes, el promedio de penetración para determinar, por medio de la aplicación de una fórmula dinámica, la capacidad de carga aproximada del pilote.

FORMULA DINAMICA PARA MARTILLOS "DELMAG"

W1=Energía procedente de la caída del mazo (en tons-mts.)

W2=Energía procedente de la explosión final de la caída en tons-mts.)

W =Energía que provoca el hundimiento del pilote (en tons-mts).

f =Coeficiente de rozamiento del mazo sobre el cilindro (en general es 0.2).

α =Angulo del pilote con la vertical.

L =Longitud de pilote en metros.

ξ = coeficiente de elasticidad del pilote de concreto armado (0.3).

e = promedio de penetración de los diez últimos golpes (en mm.).

R = capacidad de carga del pilote (en tons.).

P = peso del pilote (en tons.).

M = valores de cada tipo de martillo (Deilmag), (en tons.)

\bar{G} = coeficiente de seguridad, generalmente igual a 5/3.

| Tipo de Martillo | D-30 | D-22 | D-12 | D-5 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|
| Valores de M (tons) | 3.000 | 2.200 | 1.250 | 0.500 |
| Valores de W1 (TM) | 4.347 | 3.168 | 1.800 | 0.720 |
| Valores de W2 (TM) | 3.260 | 2.382 | 1.325 | 0.530 |

Carga admisible (Martillo Deilmag-Diessel)

$$R = \frac{1000 WM}{\bar{G} (e + \xi L)(M+P)} ; \bar{G} = 5/3 , \text{ resulta: } R = \frac{600 WM}{(e + \xi L)(M+P)}$$

Para $M \geq P/3$

Pilote Vertical: $W = W1 + W2$

Pilote Inclinado: $W = W1 (\cos\alpha - f \operatorname{sen}\alpha) + W2$

Para $P/6 \leq M \leq P/3$

Pilote vertical: $W = W1 [(L-4) (L-3 M/P)^3] + W2$

Pilote inclinado: $W = W1 [(L-4) (L-3 M/P)^3] \times (\cos\alpha - f \operatorname{sen}\alpha) + W2$

PILOTES PRETENSADOS.- Para cimentaciones profundas de edificaciones complementarias para atracaderos, tales como bodegas, cobertizos y oficinas, pueden requerirse el empleo de pilotes pretensados de secciones muy ligeras, generalmente de tipo H.

Cuando se necesiten pilotes muy largos, podrán construirse en secciones que se irán hincando y ligando con placas soldadas. Su fabricación estará sujeta a las especificaciones de la A.C.I.

Los resanes que deban realizarse por desconchamiento durante el manejo, deberán hacerse por resinas epóxicas.

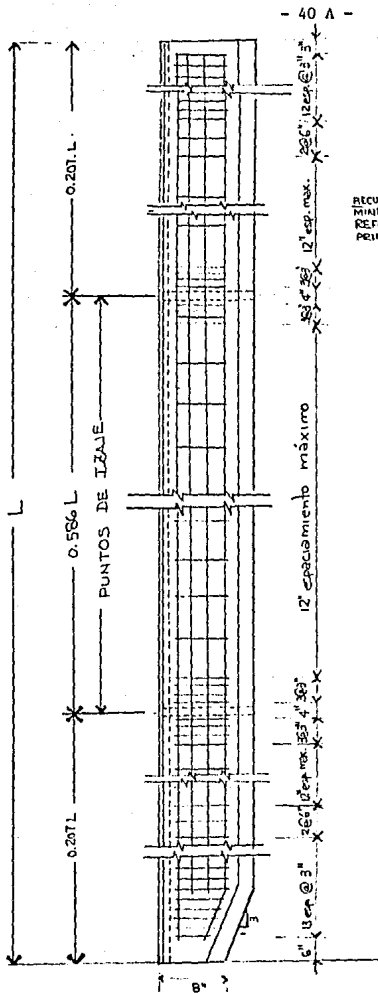
CONTROL DE CALIDAD.- El control de calidad incluye lo siguiente:

- a) Los pilotes empleados para construcción de atracaderos, cuya fabricación estará hecha con cemento resistente al ataque de las sales del mar - con cemento tipo V o similar. En caso de no disponer de este material, - se podrá utilizar un adicionante como puzolana molida.
- b) Los agregados, grava y arena, deberán cumplir con las especificaciones correspondiente de la A.I.C.
- c) El acero de refuerzo, deberá pasar las pruebas físicas para el caso, se probará cada embarque, siguiendo las normas establecidas.
- d) Cuando el concreto de los pilotes haya adquirido el 70% de su resistencia de trabajo, podrán moverse para almacenarse, si se requiere hacerlo, - procurando ordenar el almacenaje por longitudes. Los pilotes deberán hincarse, cuando ya hayan obtenido la resistencia completa de proyecto. Los pilotes que no cumplan con las especificaciones, deberán ser desechados.
- e) Antes de terminar el colado del pilote deberá gravarse con números correspondientes a una serie progresiva, desde que se inicien los colados, a una distancia aproximada de 1.50 m, de la cabeza hacia abajo. Antes de - iniciarse el hincado se marcará claramente con pintura la longitud total - del pilote, empezando con el cero en la punta, con marcas progresivas cada diez centímetros, hasta el extremo opuesto. Las marcas deben hacerse en - la cara que sea visible durante el hincado.

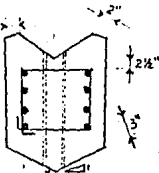
TABLESTACAS DE CONCRETO ARMADO.

FABRICACION.- Los requerimientos para su fabricación son similares a la - fabricación del pilote de concreto armado; también su manejo y transporte - al lugar del hincado.

Estos elementos deben estar recortados en su extremo inferior en un corte de 45° o más. Si el hincado se va a realizar auxiliado con chiflón, éste deberá ir con dos salidas en el chaflán interior en un extremo y en - el otro podrá llevar un regatón metálico, en su parte inferior.



RECUBIMIENTO
MÍNIMO SOBRE
REFUERZO
PRINCIPAL



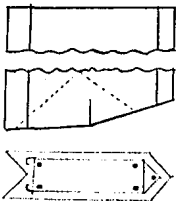
CAMISA DE TUBO
EN PUNTOS DE IZAJE

SECCION TIPO

NOTAS :

- 1.- TAMAÑO MÍNIMO DE ESTRIBOS
E # 2.
- 2.- LOS DETALLES SON PARA IZAJE
EN DOS PUNTOS.

DETALLES TIPO DE TABLETAS DE CONCRETO PRECOLADO



Dada la precisión del machimbre, deben usarse, preferentemente, moldes metálicos para el colado, y lograr un ensamble correcto. Hay algunos patentes para ensamblar con elementos metálicos, sin embargo, se han obtenido buenos resultados con tablestacas de machimbre de concreto.

HINCADO.- Cuando se trata de hincar estos elementos en estratos arenosos, el auxilio de chiflones es muy ventajoso. Las tablestacas se hincarán en paneles, pero una por una, hasta su profundidad de proyecto.

SUPERESTRUCTURA DE CONCRETO ARMADO.

CIMBRADO.- El aspecto más importante en la operación de cimbrado, sobre el piloteo, es el apoyo seguro que se proporciona a la cimbra, para construir la superestructura de concreto armado, de la cubierta de operación del atracadero, podrán usarse estribos especiales suspendidos de las cabezas de los pilotes, donde se apoyarán las vigas que recibirán la obra falsa de las cimbras. También podrán emplearse ángulos atornillados a presión sobre los pilotes, lateralmente, o estribos suspendidos de pernos de anclaje.

COLADO.- Cuando se trata de atracaderos en espigón, los colados deberán efectuarse del extremo hacia tierra, evitando así, el paso de personal y materiales por zonas recién coladas. En atracaderos marginales puede iniciarse los colados por el centro o extremo, según convenga, o en operaciones simultáneas. El transporte de concreto bombeado es lo más recomendable, por su rapidez, su economía y su manejo control en la colocación de la mezcla.

b) PILAS PRECOLADAS.

FABRICACION.- Necesitan para su construcción habilitar una mesa de colado,

cuyos requerimientos pueden ser similares a las mesas para colar pilotes. Los moldes, generalmente, son metálicos, pues proporcionan economías en su operación y un mejor concreto aparente. El manejo de estos elementos presenta similares problemas a los de los pilotes de concreto. Su empleo tiene cierto rango de utilidad, generalmente se utilizan en atracaderos donde la profundidad del terreno resiste el apoyo, no excede de diez a doce metros; las piezas muy largas utilizan equipo muy pesado para su manejo y puede no ser justificable su uso. Los aspectos de ejecución cambian sustancialmente cuando se trata de atracaderos marginales y en espigón. Mientras que en el primer caso se pueden abrir diferentes frentes de atraque, en el segundo, solamente se tiene un frente, a menos de que se use equipo flotante y de tierra. Generalmente, estas pilas tienen una ampliación de base para obtener un buen apoyo.

Se prepara el área de apoyo, de tal manera, que se forma una cama horizontal de enrocamiento, apoyada en el estrato resistente, a fin de que, al recibir la carga de la columna no se desplace en ningún sentido y asegurándose evitar los desplomes.

Se obtienen buenos resultados, cuando después de despalmada el área de apoyo (retiro de material suelto, lo necesario hasta llegar al terreno firme), se construye la cama de desplante utilizando sacos de yute a medio llenar con revoltura para concreto sin agua. El buzo coloca estos sacos en su posición, auxiliándose de una torre metálica provista de una nivelata que se extiende a toda el área para poder obtener la rasante de desplante. Esto mismo puede lograrse usando grava para concreto hasta de diez centímetros, mezclada con piedra brasa. El material requerido para cada cama, podrá llevarse hasta el lugar empleando un bote de almeja que lo deposite en el fondo. También puede emplearse un tubo tipo Tremie, que el buzo podrá manejar, para llenar la cepa de desplante con el material para la cama. No se recomienda dejar caer dicho material desde arriba.

Cualquier desplome que pudiera presentarse después de colada una pila se deberá corregir con la tira de la pluma de la grúa o con gato, procediendo el buzo a calzar la pila, según se requiera. Cuando el trabajo se realiza con equipo flotante, debe afirmarse lo más rígidamente posibles las amarras del chalán, para poder enmendar la posición impropia de la pila, o emplear barcaza con zancos de fijación y apoyo.

° DIFERENCIAS ECONOMICAS Y ESTRUCTURALES ENTRE PILAS Y PILOTES

Un muelle sobre pilotes se usa con ventaja en una cimentación profunda, es decir, cuando el estrato resistente se localiza a una profundidad tal que el uso de cualquier otro criterio de sustentación de la superestructura resulta antieconómico y difícil de construir; mientras que un muelle sobre pilas se utiliza ventajosamente cuando se tienen estratos -- muy resistentes a poca profundidad, de tal manera que es posible sustituir los muros de gravedad por pilas de cimentación con las consecuentes ventajas de ahorro.

Por lo tanto, se puede concluir que mientras los pilotes muestran mayor flexibilidad en lo que respecta a su uso, las pilas quedan restringidas por la calidad del suelo y por razones de economía; es decir, por lo que respecta al suelo, la concentración de cargas transmitidas por la pila exige de éste una buena resistencia, y por economía, éste suelo no debe encontrarse a gran profundidad, ya que lo ideal sería apoyar la pila directamente sobre el fondo sin necesidad de atravesar ningún estrato poco resistente.

En ocasiones, se podría dar el caso de ubicar un muelle en un sitio determinado del puerto, en el que la capa resistente esté a una profundidad tal, que haga antieconómico el empleo de pilas y en que, por otro lado, el solo empleo de pilotes no sería aconsejable por la dificultad de manejar e hincar piezas de considerable longitud y sección muy robusta, debiéndose entonces recurrir al empleo de una estructura mixta, de pilotes y pilas.

En esta disposición, cuando la cimbra de la pila ha alcanzado una profundidad fijada de antemano y se ha extraído el material del núcleo, se hincan los pilotes por dentro de la misma, dejando un tramo, que al rellenar el molde con concreto, quede suficientemente ahogado para asegurar una perfecta unión entre los pilotes y el macizo de concreto que forma la pila.

De acuerdo con las especificaciones que defina el proyecto, respecto a la tolerancia en el alineamiento de las pilas, será el sistema de control que se aplique para el objeto.

El uso del rayo Lasser para alinear, proporciona rapidez y economía. La aplicación de este procedimiento es igualmente efectivo para la alineación de pilotes de cualquier tipo, bloques de concreto, en fin, de cualquier elemento que requiera alineación para ser colocado. Los aparatos que emiten los rayos Lasser tienen diferentes alcances, se seleccionará el equipo según se requiera. La operación de estos equipos es similar a la de un tránsito, el que al quedar centrado en su posición, emite la señal luminosa en la dirección prevista.

c) MUROS DE GRAVEDAD CON BLOQUES DE CONCRETO (PRECOLADOS)

FABRICACION.- Para la fabricación de bloques, se requieren mesas de concreto perfectamente con acabado pulido y rigurosamente a nivel, y su base de apoyo compactada al 100%. Los bloques se pueden colar uno sobre otro, pero no se recomienda por lo complicado de lograr la óptima colocación de los moldes. Las mesas tendrán entrecalles, donde transiten las grúas para la estiba y transporte de los bloques, también se pueden emplear grúas viajeras montadas en marcos metálicos sobre roles o sobre vías. Deberán disponerse las mesas de colado y las zonas de almacenaje, en tal forma, que las operaciones se efectúen con la mayor economía. El transporte de las piezas hasta el lugar de colocación se puede efectuar en camiones especiales o en plataformas de ferrocarril.

MOLDES.- Implica el diseño de moldes lo suficientemente rígidos para evitar deformaciones en los cubos durante el colado. Los moldes pueden ser de madera, acero, o plástico, o bien, de una combinación de estos materiales.

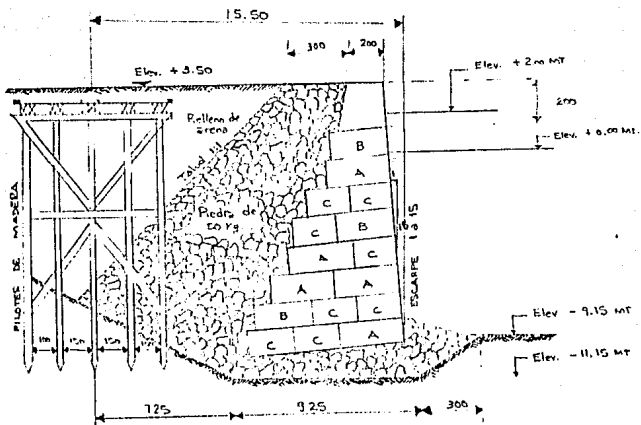
SUSPENSION.- Cuando se requiere colocar los bloques en hiladas horizontales (a tizón), será suficiente suspender el bloque por un punto (central). Cuando sean empleadas hiladas inclinadas, es conveniente suspender el bloque por tres puntos, con eslabones ajustables, para ladearlo lo necesario.

COLOCACION DE BLOQUES.- Una vez retirado el material necesario para descubrir la zona de apoyo, se construirá la cama de desplante, como se ha indicado en las pilas precoladas. Dada la longitud del área de la cama, -

es conveniente usar dos torres metálicas con patas ajustables para apoyar las niveletas y los tableros anteriores y posteriores que retengan el material de la cama, si se requiere. El suministro del material para la cama, se deberá proporcionar como ha sido indicado para las pilas precoladas. Cuando la cama ha sido terminada a sus líneas y niveles, se procede a desplantar sobre ella las hiladas de bloques. Los tres primeros bloques que formen la primera hilada, son de sección especial para proporcionar el - - acueste de las hiladas. Con una torre adicional de patas ajustables se proporciona el alineamiento de las hiladas de desplante. Los bloques superiores requieren solamente apañar el primero de ellos, al paramento del inmediato inferior, los demás correspondientes, van a tope. El sobrestante maneja al operador de grúa colocadora de bloques y a los buzos, por medio de teléfonos o radio-teléfono.

Los dos más importantes atracaderos construidos en nuestro país, de muros de gravedad con bloques precolados de concreto ciclópeo, son el de Mazatlán, Sin., y el de Acapulco, Gro.; ambos de tipo marginal y a 10 mts. de calado. En ellos se empleó el sistema de colocación de bloques de hilados inclinados, como se muestra en figura anexa. Se considera que este sistema presenta ventajas, cuando ocurriera algún hundimiento, ya que se evitarían fracturas de los bloques por efecto de dos esfuerzos cortantes, tendiendo las hiladas a deslizar, por la disposición inclinada. Los procesos constructivos básicos en ambos puertos, fueron distintos; en Mazatlán, Sin., para colocar los bloques del muro, se construyó un viaducto provisional, paralelo al paramento del muelle y a una cierta distancia de él, con el fin de operar la grúa para colocar los bloques. En Acapulco, Gro., la grúa colocadora de bloques se operaba sobre la misma obra que iba construyendo, sobre los bloques superiores de la corona del muro, una cama para soportarla y estar en posición de colocar la siguiente hilada de bloques.

Los resultados finales fueron que el sistema empleado en Mazatlán, - fue el que presentó mayores ventajas por su rapidez; ya que la grúa colocadora de bloques registró menos tiempos perdidos, durante toda la operación, por disponer de diferentes fuentes de ataque.



| DIMENSIONES DE BLOQUES | | | |
|------------------------|-------|-------|--------|
| Tipo | Ancho | Largo | Altura |
| A | 200 | 430 | 135 |
| B | 200 | 300 | 136 |
| C | 200 | 225 | 130 |

SECCION TIPO MURO DE GRAVEDAD CON BLOQUES DE
CONCRETO (PRECOLADOS)

MUELLE DE ALTURA
MAZATLAN, SINALOA.

d) MUROS DE CAJONES FLOTANTES PARA ATRACADEROS.

FABRICACIÓN.- La fabricación de estos elementos implica el empleo de gradas del tipo utilizado para la construcción de buques, ya que se fabrican en tierra y deben botarse al agua, cuando han sido terminados. Estos cajones se construyen en la misma posición en que van a ser colocados. Pueden ser en secciones celulares, generalmente de 4 a 6 compartimientos.

Se emplean también éstos elementos, sin losa de fondo empotrando los labios inferiores del cajón en la zona de desplante, hasta el estrato de apoyo. También el cajón de concreto armado puede construirse en partes, colando una primera parte, y ya puesta a flote podrá completarse la construcción de la segunda parte; para el caso, se tendrá la precaución de colocar una junta de plástico ojillada perimetralmente, donde se termina el colado previo, a fin de impermeabilizar la junta de construcción de la segunda etapa. Se construirá un atracadero provisional junto a la zona de trabajo, para terminar la segunda etapa de colado; también puede emplearse una barcaza apropiada para el caso. Cuando se efectúe la operación de colado de dos etapas, se estudiará la altura de colado de la primera etapa, a fin de garantizar la flotación durante la segunda etapa.

Ultimamente se han diseñado paredes muy esbeltas para los cajones, -- que finalmente serán rellenas con concreto ciclópeo, prolongando considerablemente su vida útil, pues aún cuando el concreto armado de la pared sea dañado, el bloque de concreto ciclópeo tiene una larga duración.

Los cajones deberán apoyarse en una cama previamente construída. La cama podrá ser de enrocamiento o sacos de concreto seco, como ya se ha descrito, siguiendo procedimientos similares. Cuando se trate de emplear --- estos procedimientos, pero sin fondo integral de apoyo, éstos deberán flotar empleando un fondo provisional de madera, que deberá retirarse una vez que se encuentre el cajón hundido y en su posición.

Se usarán bombas u orificios interiores con válvulas de control, para inundar de agua el cajón y hundirlo hasta su posición de proyecto. Las válvulas de inundación deberán controlarse desde arriba, de tal manera que se facilite su manipulación.

OPERACION FINAL.- Cuando el cajón ha sido colocado en su posición final, se procederá a rellenar su interior con el material que se especifique; arena, enrocamiento, concreto y/o concreto ciclópeo, continuando la construcción de su coronamiento hasta el final y efectuando el relleno posterior, según se trate. En el caso del empleo de concreto ciclópeo, las capas de piedra deberán ir confinadas con concreto; el concreto se colocará con el método "Tremie" o empleando el sistema de "alcancia" para colocar concreto bajo agua.

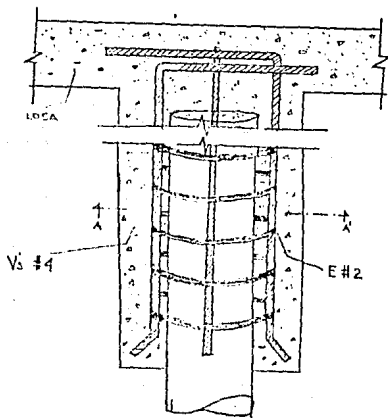
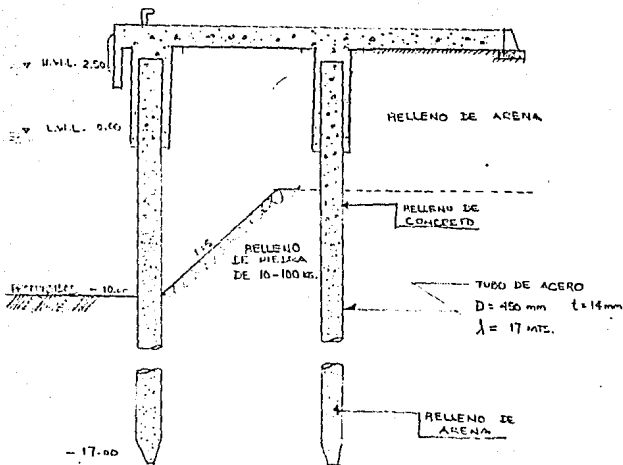
Cuando se trate de rellenar los cajones con roca, esta operación podrá efectuarse a volteo, procurando llevar los mismos niveles de relleno en todas las células del cajón, y también cuando el relleno sea con arena producto de dragado hidráulico, se deberá efectuar la operación de tal manera que se eviten azolves en la zona de construcción.

Cuando se trate de cajones con el fondo de madera, deberá retirarse ésta cuando el cajón se encuentre fondeado en su posición. Puede requerirse que el cajón sea hincado en el terreno a una cierta profundidad. Si se trata de terrenos arenosos, es conveniente dejar un cierto número de chiflones que se colocarán en los labios inferiores del cajón, distribuidos en tal forma que operen por secciones.

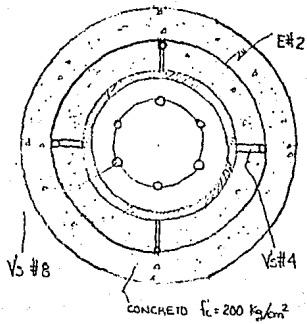
Las válvulas de inundación deberán estar convenientemente colocadas, de tal manera, que se facilite su operación; se podrán obturar cuando se requiera y poder bombear si es necesario. Cuando se empleen bombas de inundación deberán operarse en alguna barcaza o desde tierra.

2.- ELEMENTOS METALICOS PARA CONSTRUCCION DE MUELLES.

PILOTES DE DIFERENTES TIPOS.- El empleo de pilotes metálicos se remonta al siglo pasado, por lo que ha habido una variación considerable de modelos. En relación con su forma se pueden considerar de tipo de tubo cilíndrico con variaciones, del tipo cónico, de sección estructural H y sus variaciones. En relación con el procedimiento de hincado, se clasifican en pilotes hincados con percusión y con sistema de tornillo de rotación. En los E.U., es actualmente muy popular el pilote "Raymond", tipo cónico de una aleación muy especial que resulta resistente al ataque corrosivo. Este tipo de pilote, consiste en una camisa estriada tipo cónico.



PLANTA DE ARMADU
(CORTE A-A')



Generalmente éstos son hincados por percusión. Se introduce en ellos la armadura de acero de refuerzo y se efectúa el colado en seco. Se pueden usar sin armadura, únicamente rellenos de concreto.

En el puerto de Ensenada, B.C., se ha construido un atracadero de pilotes metálicos, para soportar una cubierta de concreto armado, son de sección circular tipo cilíndrico, de 17 mts. de largo y de 45 cm. de diámetro, con regatón especial en el extremo inferior. Estos fueron hincados por percusión. Una vez hincados, fueron rellenos con arena en dos terceras partes y la última parte con concreto, para ligarlos con la superestructura de concreto armado. En la zona de la amplitud de la marca se protegieron los pilotes con camisas de concreto armado.

PLATAFORMAS MARINAS

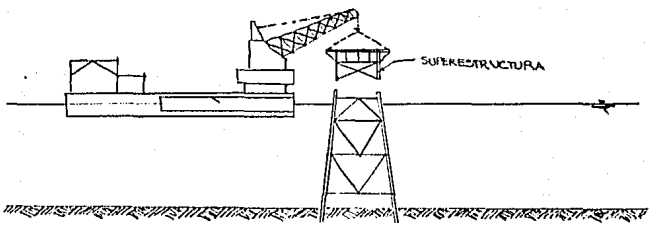
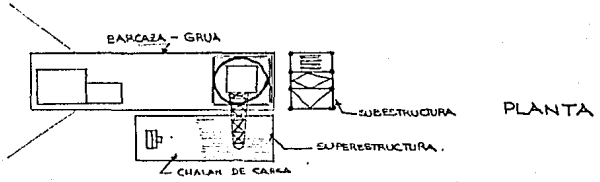
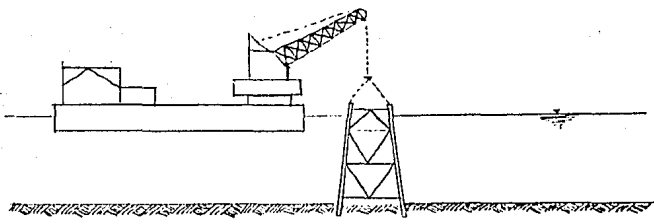
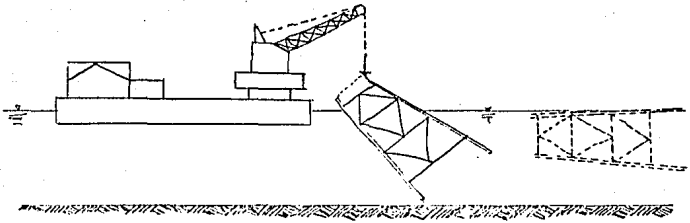
La construcción de plataformas marinas para la explotación de pozos petroleros en alta mar, han proporcionado un desarrollo importante en la técnica de construcciones marítimas, donde se han empleado pilotes metálicos para soportar las estructuras.

El aspecto crítico que se presenta en este tipo de obras, es la protección de las estructuras metálicas, contra la corrosión. Se están usando para proteger de la corrosión a los pilotes de la infraestructura de plataformas marinas en mar abierto, recubrimientos de acero monel en las zonas críticas de los pilotes metálicos. Estas camisas de acero monel, son colocadas posteriormente y soldadas.

Por nuestra parte, PEMEX, ha construido plataformas de este tipo en el Golfo de México, y se encuentran en operación 60 unidades aproximadamente.

Las plataformas metálicas se han construido siguiendo tres etapas: se fabrica una torre estructurada con tubería que va a formar parte de la infraestructura de apoyo. Se lleva hasta el lugar previsto, flotando sobre una barcaza, para ser hundida en el punto requerido.

La segunda etapa consiste en hundir la torre en su lugar e hincar los pilotes que fijarán y darán apoyo a todo el sistema de guías, para el hincado de pilotes las cuatro patas de la torre. La tercera etapa consiste en instalar la primera y segunda cubiertas que forman el área de operación.



NUEVOS EQUIPOS

FABRICACION.- Se fabrican actualmente en E.U. , equipos para hincar pilotes por el sistema hidráulico vibrado. Su acción vibratoria acelera notablemente el hincado. Este equipo se aplica también satisfactoramente, para extraer pilotes, sin requerir de guías especiales. Los fabricantes -- ofrecen una amplia gama de equipos para su selección, y además tienen un-- sistema de renta de los mismos. Han salido a la venta martillos tipo explosión (Diesel) para hincar pilotes bajo el agua; están dispuestos en - forma tal, que puede obtenerse tanta eficiencia de ellos como de cualquier otro tipo de martillo, para las operaciones convencionales de hincado.

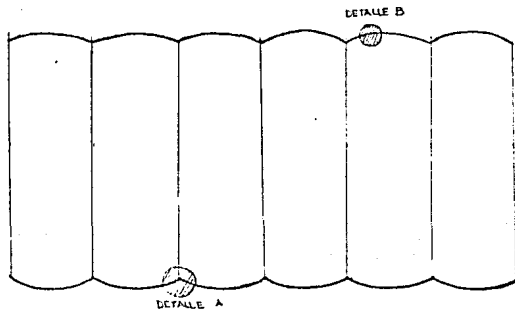
TABLESTACAS METALICAS

FABRICACION.- Existen una gran variedad de tipos de tablestacas de acero - en el mercado. Tanto en su forma de machimbre, como por su aleación metálica y su resistencia.

UTILIZACION.- Se han utilizado para la construcción de atracaderos de varios tipos, en obras temporales y en obras permanentes. Para atracaderos de carácter permanente, se emplean aleaciones especiales, resistentes a la corrosión, que contienen cobre y otros metales. Aún funcionan obras de es te tipo de tablestacas, que tienen más de 50 años en operación en obras - marítimas. En nuestro país se han utilizado en Veracruz y Guaymas, princi palmente. Las tablestacas "Larsen", de fabricación inglesa, son de la mejor calidad para este tipo de obras.

HINCADO.- Estos elementos requieren hincarse con una cuidadosa técnica, - para evitar que durante la operación fueren inclinándose, o que queden - - insuficientemente hincadas. Lo más común consiste en hincar por paneles. En la guía para el panel, se hinca el primer par de tablestacas en el ex-- tremo del mismo, se requiere que este par quede cuidadosamente vertical y en su posición, una vez llevado el hincado antes de su nivel final, se - - suspende el hincado, y a continuación se colocan, debidamente conectadas, - todas las tablestacas que completan el panel; procediendo a hincar el par que cierra el panel poco antes de su longitud total. A continuación se - hincan los pares centrales que completan el panel a toda su profundidad, - incluyendo el primer par, dejándose el último par no completamente hincado para que sirva de guía al siguiente panel y se procederá en la misma forma.

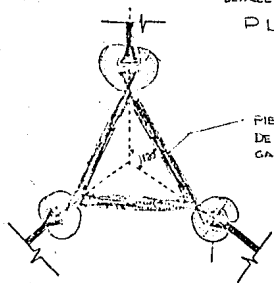
- 51 A -
MUELLE DE ESTRUCTURAS CELULARES O GAVIONADAS.



DETALLE A

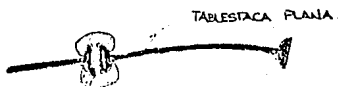
DETALLE B

PLANTA



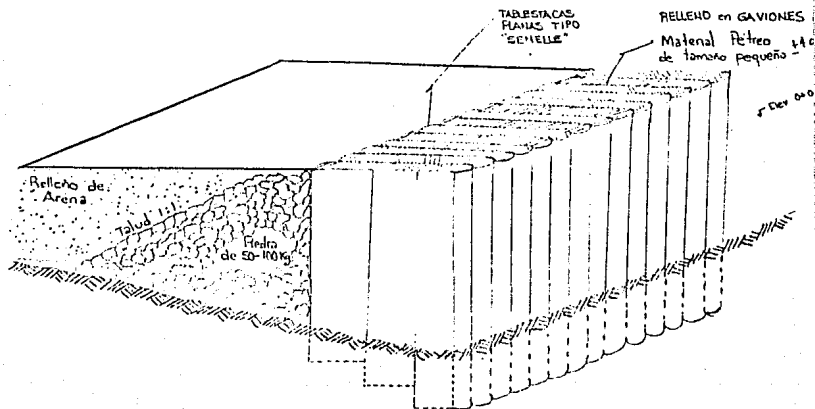
PIEZA ESPECIAL
DE UNIÓN ENTRE
GAVIONES

DETALLE A



TABLEROSA PLANA.

DETALLE B



Relleno de
Arena

Talud

Piedra
de 50-100kg

TABLEROS
PLANOS TIPO
"SHELLE"

RELLENO en GAVIONES
Material Retico
de tamaño pequeño

5.00m

Cuando se trate de emplear gaviones para un atracadero se procederá, una vez realizada la modulación, tratándose de gaviones circulares, a construir cuartos de panel circular, como se ha descrito antes. Si el gavión es de dos arcos de círculo cortados, se procederá a hincar paneles dividiendo cada arco; una vez efectuada la modulación, en partes iguales, se colocan las tablestacas especiales de los dos cortes de arco, de tal manera que pueda lograrse el cierre del gavión.

Cuando se trata de paredes longitudinales, una vez hincado el tablestacado, se procederá a construir la trabe de liga de la corona, que podrá ser de acero o de concreto armado, en la cual, deberán anclarse los tensores superiores. Los tensores, irán anclados en otro extremo, en un muerto que podrá ir apoyado en pilotes inclinados o cualquier otro sistema.

Las esquinas de un muelle en espigón, son puntos de partida para efectuar la modulación de los paneles.

ATACADERO DE PILOTES DE MADERA

TRATAMIENTO DE PILOTES. La construcción, cimentados en pilotes de madera, cada vez se utiliza menos, ya que su duración es relativamente corta; el ataque que sufre la madera por los moluscos marinos, reduce la vida útil de éstos, aún cuando los pilotes se encuentren perfectamente tratados. Sin embargo, en algunas ocasiones se requiere de este tipo de obra. La zona de amplitud de marea es crítica en el ataque a la madera, se emplea para lograr la vida del pilote creosota a presión y para aumentar su duración se les protege con una camisa de concreto armado en la zona crítica.

Para realizar el tratamiento de protección, se requiere que la madera esté perfectamente seca, ya sea secada al aire o tratada con calor (vapor de agua o vaporizado al vacío), a fin de poder inyectar creosota a presión y que pueda tener una penetración de 8.5 a 19 cms; se considera aceptable que la zona creosotada contenga de 8 a 10 kg, por 0.28 m³ de madera. La creosota se emplea con una mezcla de alquitrán. En nuestro país, no se ha desarrollado satisfactoriamente esta técnica, ya que la demanda de estos pilotes es muy baja. En algunas ocasiones se ha requerido importar este material del extranjero; ya que la longitud y calidad de pilotes de pino que se pueden obtener en nuestros bosques, no cumplen con los requerimientos de un proyecto importante. En los bosques del Norte de E.U. y del

Sur de Canadá, se obtienen pilotes de buena calidad y longitud. En algunas zonas de nuestro país, se pueden obtener pilotes de madera dura muy resistente al ataque de moluscos, que no necesitan ser creosotados, pero no son de gran longitud comparativamente, empleándose solamente para atracaderos de poco calado, cuando se trata de dar servicio a pequeñas embarcaciones.

SUPERESTRUCTURAS DE MADERA.- La construcción de superestructuras de madera implica también el uso de maderas tratadas de igual forma que los pilotes. En un atracadero pueden usarse para cabezales y vigas, cubierta y contravientos, maderas duras tropicales que proporcionan durabilidad aceptable y economía en contraposición de la importación de estos elementos de pino creosotado.

HINCADO DE PILOTES.- De acuerdo con los datos experimentales que se adjuntan, se puede seleccionar el tipo de martillo, según la longitud de los pilotes y el tipo de terreno. Los pilotes de madera deben ser sunchados con soleras de acero en la cabeza, en donde se hace un rebaje cónico para ser golpeados. La punta deberá protegerse con un regatón metálico que estará tan reforzado según sea el tipo de terreno donde debe ser hincado.

La recomendación de efectuar pruebas previas al hincado, debe tenerse en cuenta para evitar gastos innecesarios.

En general las pruebas se efectúan con tubos metálicos de 12 a 16 cm, de diámetro, correlacionando los datos obtenidos, tanto en el hincado como en la extracción.

Las fórmulas dinámicas generalmente son aplicables por su rapidez y no entorpecen la realización del proyecto.

COLADOS BAJO AGUA

SISTEMA "TREMIE".- Se utiliza para colar concreto bajo el agua en arCADE--ros de muros de gravedad, de pilas para llenar cajones flotantes, para formar camas de desplante y para otros usos similares.

El procedimiento consiste en introducir dentro del molde, un tubo en secciones engargoladas y de fácil remoción, hasta llegar al fondo del nivel donde se inicia el colado. En la parte superior el tubo termina en una trompa de elefante. Para iniciar las operaciones se colocan en el fondo de la trompa, cubiertas de yute, lo suficientemente fuertes, para que -

reciban el peso de la primera bachada de concreto. En estas condiciones se hace bajar por el tubo la mezcla de concreto. Como el yute va en contacto directo con el agua, protege la parte inferior de la bachada de concreto. Una vez que el tubo está lleno se levanta ligeramente haciendo fluir el concreto en el fondo. A continuación, se restituye el concreto que ha bajado, llenando nuevamente el tubo teniendo cuidado que la parte inferior del tubo permanezca siempre, durante la operación, dentro de la masa de concreto que se va depositando, para el caso, se van retirando secciones de tubo en la zona de la trompa de elefante, según se requiere conforme va subiendo el nivel del concreto dentro de la forma.

SISTEMA DE BOTE OBTURADO. - Consiste en emplear un bote concretero cerrado.

BOMBEO DE CONCRETO. - Se ha empleado el sistema de bombeo para colar concreto bajo agua y/o lodos bentoníticos. Debe llevarse a cabo efectuando un estudio previo de las operaciones, ya que algún evento imprevisto, puede tener graves inconvenientes como taponamientos de la tubería de concreto, durante los colados.

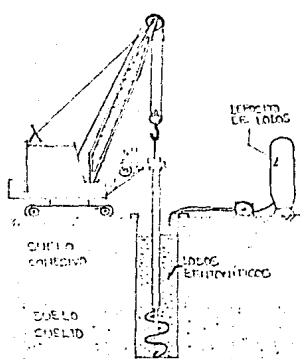
La construcción de atracaderos con el sistema de colado bajo el agua, se ha aplicado en Progreso, Yuc., en la construcción de pilas del Muelle Fiscal en Manzanillo, Col., en el malecón perimetral del puerto exterior y en Ensenada, B.C., en el muelle lateral al rompeolas; además se ha aplicado en algunas obras auxiliares en otros puertos.

COLADO EN SITIO

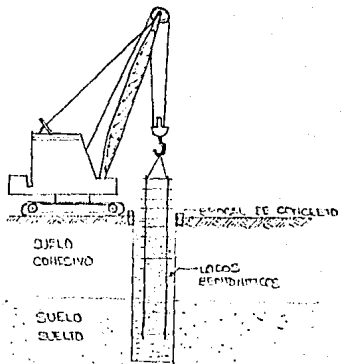
EMPLEO DE LODOS BENTONITICOS. - A fin de ejecutar cimentaciones profundas para la construcción de atracaderos, se han empleado con gran éxito, el uso de lodos bentoníticos conforme se efectúa la excavación. Una vez que se ha efectuado la excavación y llena ésta con el lodo bentonítico que retiene el material evitando derrumbes, se procede a colocar la armadura de acero de refuerzo y a continuación se efectúa el colado con el sistema de tubo "Tremie".

Con este sistema se logra construir a grandes profundidades estructuras de concreto armado, tales como muros, contrafuertes, columnas y pilas, para la construcción de atracaderos.

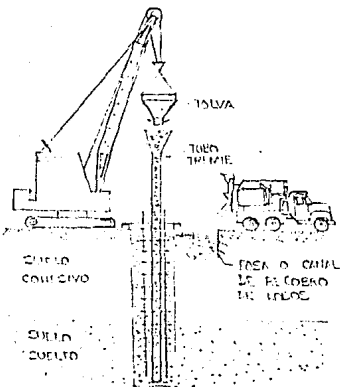
COLADO EN SITIO. METODO DE LODOS BENTONITICOS.



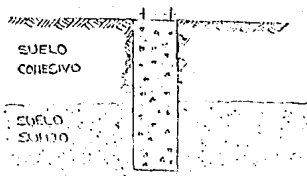
1. PERFORACION EMPLEANDO LODOS.



2. COLOCACION DEL ACERO DE REFUERZO



3. COLADO.



4. CIMIENTO TERMINADO

Cuando la estatigrafía de la zona en que se requiere construir el tipo de estructuras que se mencionan, no contiene elementos cementantes que garanticen que los paramentos de la excavación se mantengan sin derrumbes, la aplicación de los lodos bentoníticos resuelven el problema.

El proceso constructivo implica que estas cimentaciones se desplanten sobre tierra firme y aún cuando los estratos contengan porcentajes considerables de agua, el lodo bentonítico los retiene, y permite realizar las operaciones de la colocación de acero de refuerzo y el concreto sin inconvenientes.

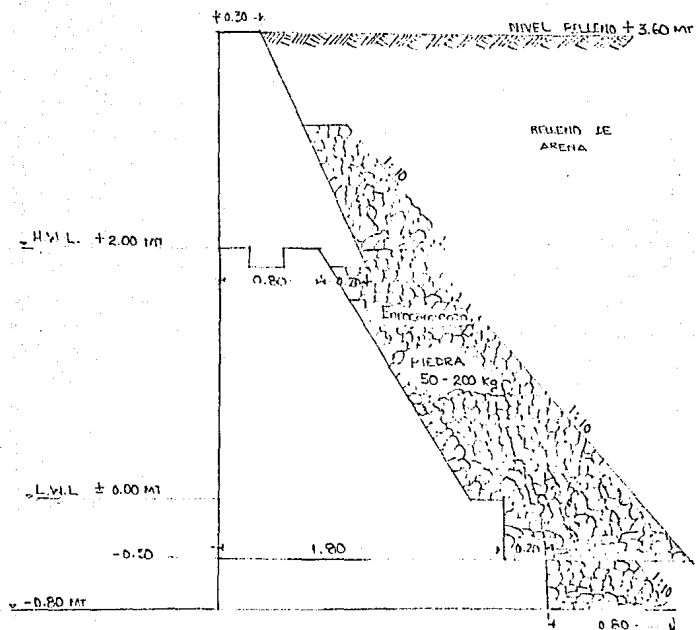
La densidad de la mezcla de agua y bentonita (la bentonita es una arcilla coloidal), debe obtenerse según los esfuerzos de empuje de terreno que va a retener. Después de una operación de uso de la bentonita, ésta deberá sufrir un tratamiento para separar los elementos contaminantes que hubiera adquirido durante el proceso; para ser usada nuevamente.

En el atracadero para el muelle de metales y minerales en Puerto Lázaro Cárdenas, Mich., la cimentación se construyó siguiendo este sistema. Los contrafuertes y las pantallas que constituyen la infraestructura, están formados por paredes de concreto armado que sostienen la superestructura. El nivel de desplante de estos elementos, por motivo del proyecto, se encuentran a 26 m. de profundidad a partir de la cota del terreno natural.

ATACADEROS DE CONCRETO COLADO EN SITIO (BAJO AGUA Y A CIELO ABIERTO)

BLOQUES DE CONCRETO.- En la cepa de cimentación se construye la cama de desplante.

COLADO DE BLOQUES.- El molde de la primera hilada de bloques es colocado sobre la cama de desplante, donde se colará el concreto bajo el agua con el sistema de tubo "Tremie" o de bote obturado. El control del nivel final se efectuará utilizando un buzo. Se deja un espacio igual al ancho del molde ya colado, y se coloca el siguiente molde. Los moldes se descimbran a las 48 horas, usando cemento de fraguado normal. En el espacio entre molde y molde se colocarán dos cachetes, uno anterior y otro posterior apoyados en los bloques ya colados. Cuando la primera hilada ha sido terminada en un determinado tramo se procederá a efectuar el colado de los bloques de la --



MURO CONTINUO. TIPO. EJEMPLO DE MURO DE GRAVEDAD COLADO EN SITIO.

siguiente hilada superior, colocando las formas sobre ella y se procederá en forma similar. Los moldes superpuestos sobre las hiladas de bloques ya colados, deben ir provistos de guías especiales que aseguren su correcta posición. Estos podrán ser de madera y acero o solamente de acero. Sus dimensiones se determinarán en base al proyecto. Deberán ser fácilmente desarmables. No es requerido efectuar ningún proceso de liga entre el colado de una hilada y la siguiente. Tampoco se recomienda el empleo de una hilada y la siguiente. Tampoco se recomienda el empleo de concreto ciclópeo, pues aún cuando se emplea menos revoltura de concreto, se interrumpe la operación, la producción de aumento en el costo, pues hay que retirar el equipo de colado, para colocar la piedra.

Para realizar eficiente y rápidamente el trabajo puede requerirse equipo flotante, y transportar el concreto por medio de bombeo, pues se obtiene movilidad y eficiencia en el desarrollo del trabajo.

MURO CONTINUO.- Otro procedimiento para construir un muro de gravedad colado en sitio, bajo el agua consiste en colocar una atagüía frontal y en la parte posterior se efectúa el colado por capas para formar el muro. Posteriormente, cada capa de concreto se va reteniendo con enrocamientos colocados como filtro, para formar el talud interior del muro. El espesor de cada capa puede ser de 1.5 a 2.0 m. El sistema es rápido y económico. Se puede usar el sistema "Tremie" o el bote concretero obturado, para colar el cemento.

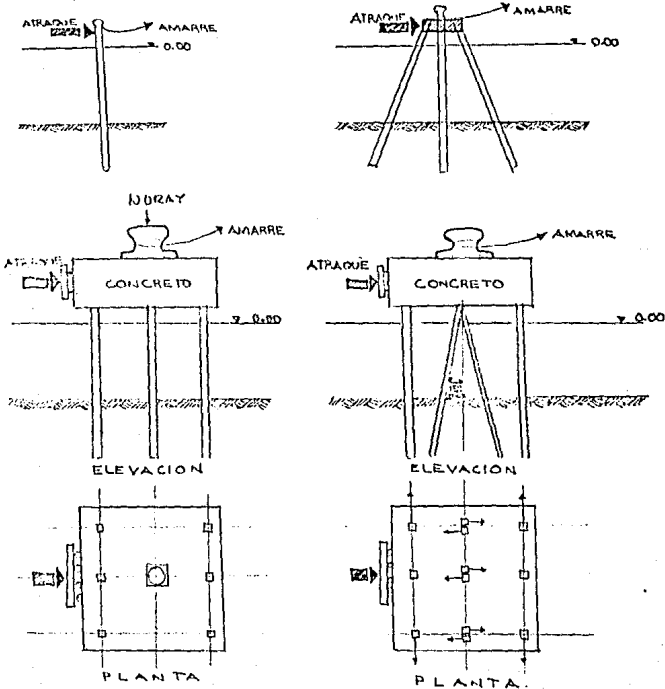
DUQUES DE ALBA

DESCRIPCION.- Cuando un atracadero no tiene suficiente longitud para que atraque un buque, puede requerirse que se acondicione para el caso, con duques de alba para proporcionar seguridad de amarre al buque.

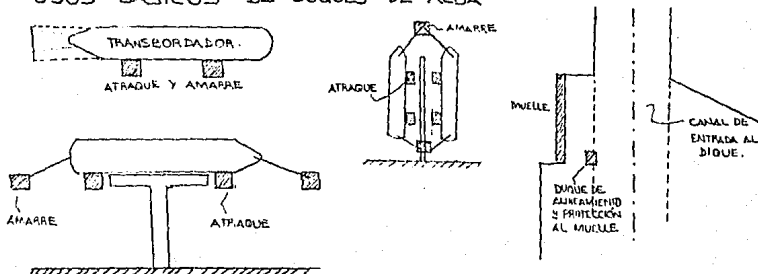
El duque de alba es un morro aislado, cuya estructuración puede constituirse con pilotes de madera, pilotes metálicos, pilotes de concreto y cajones de concreto.

El remate superior puede ser de concreto simple o concreto armado, donde se instalan bitas, ganchos y/o arganeos. Los paramentos de atraque deberán ir protegidos con defensas.

TIPOS BASICOS DE DUGUES DE ALBA



USOS BASICOS DE DUGUES DE ALBA



El empleo de pilotes de concreto, armado con superestructura del mismo material, son elementos constructivos muy utilizados últimamente. El tipo de defensas de hule, se ha ido desarrollando notablemente. Cuando en el lugar donde se construya un dique de alba, existan condiciones muy severas respecto a la violencia marítima, las defensas de gravedad pueden proporcionar resultados muy satisfactorios; más aún, si éstas se combinan con defensas neumáticas. Hay otras combinaciones de defensas de gravedad y sistema hidráulico, como las empleadas en el espigón de Verdun Bordeaux, - que constituyen un ejemplo clásico.

Los atracaderos para las operaciones de buques tanque-petroleros, no necesitan amplias plataformas de operación; un sistema de diques de alba en línea unidos por pasarelas y una reducida plataforma de operación es suficiente. En ésta se instalan grúas llamadas "Garzas", que efectúan las maniobras de conexión de mangueras para cargar o descargar los buques. En el complejo de Pajaritos en Coatzacoalcos, Ver., se han construido dos atracaderos de este tipo, y en Veracruz, Ver., está en construcción el nuevo muelle petrolero del puerto de semejantes características.

PILAS A CIELO ABIERTO

Cuando el terreno donde se van a desplantar pilas para un atracadero, tiene tal cohesión que al efectuar las excavaciones se mantienen los paramentos de éstas en su posición (sin derrumbes), se construyen las pilas a cielo abierto. Este ha sido el caso en la construcción del atracadero en Puerto Madero, Chls., para cargar buques de frutas tropicales. El procedimiento de construcción ha consistido en excavar, por medio de una perforadora de rotación, las cajas para alojar las pilas. Las excavaciones cilíndricas de 0.90 m de diámetro, se han colado hasta 18 mts. de profundidad. Este trabajo se ha realizado en tierra firme. Una vez terminada la perforación de una pila, se procede a colocar la armadura de acero de refuerzo y a continuación, se efectuará el colado, sin presentarse ningún problema en relación con derrumbes. La colocación del concreto es realizada por medio de un bote concretero. Puede también emplearse el sistema "Tremie".

El atracadero de referencia, que es de tipo marginal, ha sido construido totalmente en tierra, dragando posteriormente todo el frente de atraque a una profundidad de 10 mts., a partir del nivel cero, quedando comunicado con la dársena y canal de acceso del Puerto.

IV.- DISEÑO ESTRUCTURAL DEL MUELLE CAMARONERO

-DISEÑO DEL MUELLE

Para iniciar con el estudio de éste proyecto es necesario analizar una serie de factores y características que tendrán como objetivo facilitar en las mejores condiciones posibles de rapidez, seguridad y economía, el transbordo del producto entre las embarcaciones y los centros de procesamiento y transformación, de almacenaje, de venta directa o de traslado y expedición a otros puntos de consumo. Por lo tanto, un puerto pesquero puede definirse como aquel que posee un conjunto de plantas pesqueras, cada una con sus instalaciones propias para la descarga, transporte y procesamiento de las especies para su distribución y comercialización, apoyada en la participación eficiente del transporte terrestre para hacer llegar al consumidor los productos elaborados o preparados.

El establecimiento de una terminal pesquera, debe obedecer a los siguientes aspectos:

- a) Tipo y volumen de especies susceptibles de ser capturadas.
- b) La planeación de ésta naturaleza debe considerar:
 - El tipo de barcos que se va a emplear en las diferentes actividades, en función de las especies por capturar; así como el número actual y futuro.
 - Los tamaños actuales de producción y las tendencias de crecimiento.
 - Los métodos de captura empleados.
 - El empleo de mano de obra especializada.

c) Los sistemas de manejo y procesamiento.

d) Las épocas de veda por especies.

Además, estas terminales se deberán operar, regir y administrar bajo los siguientes criterios:

1) Acceso en todo momento (cualquier marea), a la dársena donde se amarren los barcos para descargar. Esto significa que debe darse un tirante de agua de 3.5 a 4 mt. abajo de la marea baja, para permitir la entrada de los mayores barcos a plena carga.

2) Si el Puerto pesquero se encuentra dentro del Puerto de comercio general, es conveniente que las instalaciones pesqueras se localizen lo más alejado posible del resto de las instalaciones generales.

3) Muelles de descarga con la misma profundidad - de agua, bordeados por mercados de venta cercanos al frente de atraque.

4) Organización metódica de venta, regida por el municipio, el Estado, particulares o cualquier tipo de administración.

5) Organización que expida el producto por carretera, por ferrocarril o por avión.

ESTRUCTURACION DEL MUELLE

Son tres las dimensiones a determinar para realizar el diseño del muelle pesquero que pongo a considera---ción y son: Longitud, ancho y altura sobre le nivel de --baja mar media inferior (MLLW).

A) LONGITUD DEL MUELLE

La longitud de un muelle debe determinarse a partir de la consideración de factores tales como:

1).- La eslora del buque que arribará al muelle.

2).- El propósito que se persigue al tomar la determinación de construir el muelle. Por lo tanto y tomando en cuenta que en el muelle atracará una embarcación-camaronera de las siguientes características:

ESLORA = 22 MTS.
MANGA = 6.25 MTS.
PUNTUAL = 4.80 MTS.
CALADO = 3.30 MTS.
PORTE = 75 TBR.
DWT = 175 TON.

y además, que se tiene una flota de 18 barcos, con un promedio de 75 toneleadas de capacidad de carga y suponiendo, que cada barco sale a pescar 15 veces durante el año se tendrá:

$$15 \times 75 \times 18 = 20,250 \text{ TON/AÑO}$$

En virtud de que los barcos necesitan llevar hielo en cantidad aproximada al 50% de su capacidad de carga y además, no regresan al puerto a plena carga, es necesario reducir la producción anual en la siguiente forma.

$$20,250 \times 0.50 \times 0.80 = 8,100 \text{ TON./AÑO}$$

Si se considera en nuestro medio un rendimiento de 100 TON. por metro lineal y por año, se obtendrá:

$$\frac{8100 \text{ TON./AÑO}}{100 \text{ TON/MT-AÑO}} = 81 \text{ MTS. DE LONGITUD DE MUELLE}$$

Esto sería en el caso de que la carga llegara repartida con regularidad durante todo el año, pero como esto no sucede y en la temporada de pesca la afluencia es mayor, es necesario considerar un coeficiente estacional:

$$81 \text{ MTS.} \times 1.7 = 137.70 \text{ MTS.}$$

Por lo tanto, en el proyecto en estudio, bastarán 140 mts. de longitud de atraque para alojar la flota de 18 embarcaciones.

B) ANCHO DEL MUELLE

EL ancho de un muelle pesquero varía con las actividades que se den en él y el equipo de que disponga para la carga de hielo y vituallas, o para la descarga de los productos capturados. Si el muelle solo va a servir para las embarcaciones se amarren, el ancho se reducirá a un mínimo; en nuestro caso, se utilizará para el envío del camarón a los mercados locales y a las empacadoras del lugar. Este muelle deberá tener por lo menos 7 mts. de ancho, para proporcionar espacio suficiente a dos camiones que carguen y descarguen al mismo tiempo.

Cabe señalar que las plantas procesadoras, congeladoras, hieleras, etc., no estarán ubicadas sobre la plataforma del muelle por lo que no se consideran para estudio, sino que se establecerán en una zona determinada cerca de la terminal y deberán construirse de acuerdo con una planeación de desarrollo integral del puerto pesquero:

C) ALTURA DEL MUELLE

La altura de los muelles se mide desde el fondo del mar, al pie de donde se construirá, hasta el nivel de la plataforma de trabajo, y para su determinación es necesario hacer la consideración de factores tales como:

-El calado máximo de la embarcación dimensiones máximas (a plena carga, Cmax.), medido desde el nivel de bajamar media inferior. (FIGURA IV.1).

-La embarcación descargada (Cmín.), referida al nivel de pleamar media superior. (FIGURA IV.2.).

-Una cantidad que se agrega al calado la embarcación (r=resguardo) por debajo de la quilla para protegerlo de que toque el fondo por efecto de cabeceo que pudiera tener por el oleaje y que en este proyecto se considera de 0.60 mts. (2 pies aprox.). En cada caso particular, esta cifra se considera en función de factores tales como: 1) Altura de la ola en el área protegida; 2) La clase del fondo; 3) El criterio del diseñador.

-Altura del casco de la embarcación por encima de la línea de flotación cuando esté a plena carga (h mín.) como se muestra en la figura IV.1., y cuando se encuentra descargando (h máx.) como se muestra en la figura IV.2.

-La variación de mareas (A)

-La agitación en el área protegida del puerto, que produce cabeceo a la embarcación.

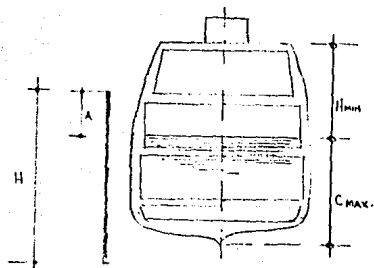


FIG. IV 1.- BARCO A PLENA CARGA EN BAJAMAR MEDIA INFERIOR

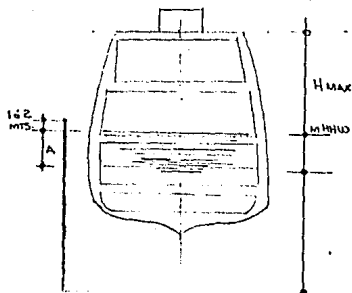


FIG. IV 2.- BARCO SIN CARGA, REFERIDO AL NIVEL DE PLEAMAR MEDIA SUPERIOR (MHHW)

Es una práctica usual que el nivel de la cubierta del muelle quede de 1 a 2 mts. por encima de la pleamar máxima registrada.

Por lo tanto, si se llama "a" a la altura del muelle sobre el nivel de bajamar media inferior se tendrá:

$$a = A + 2$$

$$a = 2.95 + 2 + 4.95 \text{ mts.}$$

Y la altura del muelle respecto al fondo marino estará dada por la expresión:

$$H = (c + r) + a$$

$$H = (3.30 + 0.60) + 4.95$$

$$H = 8.85$$

El diseño del muelle camaronero que pongo en consideración, es el realizado por un proyecto de ampliación en el puerto de Mazatlán, Sinaloa; Este puerto es por excelencia pesquero y debido al impulso que se le ha dado a esta industria es necesario la planeación, proyección y ejecución de obras de infraestructura que amplíen el desarrollo, la producción y la explotación de las especies marinas, por lo que se justifica razonablemente la inversión, que se realizará con este proyecto, el cual desarrollaré con la mayor amplitud posible. El muelle se encontrará localizado en el parque industrial pesquero "ALFREDO V. BONFIL", de dicho puerto y se espera el máximo aprovechamiento de éste, debido a los sistemas de transporte ya establecidos en la zona y a su cercanía de industrias camaroneras, procesadoras y de congelación, existentes en la localidad.

El muelle consta de 3 tableros

2 Plataformas laterales de 46.66 mts.

1 Plataforma central de 46.64 mts.

Con 2 cms. de separación entre cada plataforma que trabajarán como juntas de dilatación.

En total, la longitud de diseño del muelle será de 140.00 mts., en los cuales, se tendrá 10 ejes con 9 claros de 4.90 mts. en cada plataforma y volados de 1.27 mts. en cada lado de la losa central y un volado de 1.27 mts. y otro de 1.29 mts. en los lados de las losas laterales.

La distribución de los pilotes se muestra en el plano de pilotes; el desplante de la estructura fue proporcionada por el estudio realizado de mecánica de suelos.

CIMENTACION

Determinado el lugar de localización de la Obra y como un estudio preliminar necesario para el proyecto del tipo de cimentación que se aplicará se recurrirá a los estudios geológicos y de mecánica de Suelos de la zona.

Los reportes siguientes son sondeos geológicos realizados por personal de la Dirección General de Obras Marítimas.

SONDEOS DE EXPLORACION GEOLOGICA

1.- Pozo de penetración Estandard SP-1

Plano de comparación: nivel 0.00 m. promedio marca baja

Cota del terreno 4.50 Mt.

Martinete de 65 Kg. con carrera de 0.75 mt.

| CLASIFICACION DEL MATERIAL | PENETRACION EN Mts. | No. DE GOLPES |
|---|------------------------|---------------|
| Arcilla negra con material orgánico | 2.00 | 1 |
| Arcilla gris con material orgánico | 0.90 | 3 |
| Arcilla gris con arena | 2.10 | 2 |
| Arena gris fina con conchuela - fina | 4.00 | 3 |
| Arena gris fina con conchuela - mediana | 0.50 | 25 |
| Arena gris conchuela fina c/arcilla | 0.50 | 6 |
| Arena café clara y conchuela mediana | 1.75 | 40 |

| | | |
|--------------------------------------|-----------|----|
| Arena fina piedra chica canto rodado | 1.60 | 42 |
| Conchuela cementada mediana | 1.25 | 32 |
| Roca metamórfica de origen granítico | 2.40 | 64 |
| Profundidad de perforación | 17.00 Mt. | |
| Cota del terreno | 4.50 | |
| Cota del fondo del pozo | 21.50 | |

2.- Pozo de penetración Estandar SP-2

| CLASIFICACION DEL MATERIAL | PENETRACION EN MTS. | NUM. DE GOLPES |
|---------------------------------------|---------------------|----------------|
| Arcilla negra con material orgánico | 3.90 | 2 |
| Arcilla gris con arena fina | 1.10 | 5 |
| Arena gris conchuela fina con arcilla | 4.00 | 4 |
| Arena gris fina conchuela mediana | 1.00 | 2 |
| Arena mediana con poco canto rodado | 1.00 | 7 |
| Arena café fina con arena gris | 1.50 | 13 |
| Arena café gruesa con conchuela | 1.15 | 42 |
| Arena café piedra con canto rodado | 2.10 | 50 |
| Roca metafórica de origen granítico | 1.75 | 60 |
| Profundidad de perforación | 16.50 | |
| Cota del terreno | 5.00 | |
| Cota fondo del pozo | 21.50 | |

3.- Pozo de penetración Estandar SP-4

| CLASIFICACION DEL MATERIAL | PENETRACION EN MTS. | NUM. DE GOLPES |
|-------------------------------------|---------------------|----------------|
| Arcilla negra con material orgánico | 2.00 | 3 |

| | | |
|---------------------------------------|-------|---|
| Arcilla gris con material orgánico | 1.00 | 1 |
| Arcilla gris con arena | 0.80 | 1 |
| Arena gris fina conchuela fina | 2.40 | 5 |
| Arena gris fina con conchuela mediana | 0.80 | 3 |
| Arcilla gris poca arena fina | 0.75 | 1 |
| Arcilla café con arena fina | 1.25 | 1 |
| Arena café gruesa con conchuela | 2.00 | 1 |
| Arena café clara y conchuela mediana | 3.75 | 7 |
| Arena café con piedra canto rodado | 1.55 | |
| Roca metamórfica de origen granítico | 2.50 | |
| Profundidad de perforación | 18.80 | |
| Cota del terreno | 3.00 | |
| Cota fondo del pozo | 21.80 | |

De acuerdo con los estudios geológicos realizados y conociendo las propiedades mecánicas del suelo se determina las siguientes recomendaciones :

1.- La cimentación del muelle será a base de pilotes precargados de sección transversal cuadrada, provistos de regatón y chiflón, con las siguientes capacidades de carga admisibles:

| SECCION PILOTE | Q ADM |
|----------------|-----------|
| 40x40 cm. | 40.0 Ton. |
| 45x45 cm. | 50.0 Ton. |
| 50x50 cm. | 62.0 Ton. |
| 55x55 cm. | 75.0 Ton. |

Por especificaciones de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (antes Secretaria de Marina) y por normas del reglamento técnico complementario folleto 401 del Distrito Federal.

2.- Los pilotes trabajarán por punta desplantados en un estrato de roca metamórfica de origen granítico detectado en la zona, localizado a una profundidad variable entre las cotas -21.50 mt. y -21.80 mt., respecto al NBMI, como se muestra en la fig. #1, elaborada a partir de los sondeos. Los niveles teóricos de desplante propuestos serán el nivel -21.50 para los 2 primeros tableros del muelle (aledaños al muelle existente, con longitud total de 93.30 mt.) y como la cubierta tendrá una cota de más 3.00 mt. sobre el nivel de marea baja media (S.M.B.M.) la longitud del pilote será de 24.50 mts. A lo que respecta con el último tablero de 46.66 m, aledaño al Muelle de capacitación pesquera, el nivel teórico de desplante será de -21.80 mt. por lo que la longitud del pilote, tomando en cuenta la cubierta, será de 24.80 mt. Cabe señalar que para determinar la cota de la cubierta se toma en cuenta el tipo de embarcaciones que harán uso del atracadero (que en este caso serán exclusivamente embarcaciones camaroneras), así como las variaciones de marea en el lugar de la obra.

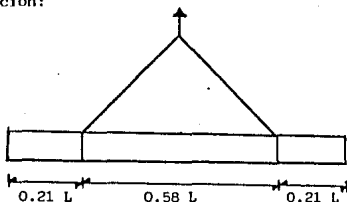
3.- Debido a los distintos grados de alteración y fracturamiento detectados en la parte superior del estrato rocoso, y con el fin de sobregolpear los pilotes, se dá el siguiente criterio de rechazo: para un mínimo de 10 golpes, la penetración será de 2.5 cm.

4.- Los pilotes estarán provistos de un chiflón que trabajará a baja presión desde el inicio de hincado hasta la profundidad de -14 mt, respecto al NBMI, con el fin de que no se tapen los conductos y aumentándola posteriormente para facilitar la penetración del pilote; la acción del chiflón deberá suspenderse 1.00 mt. antes del nivel teórico de desplante.

CALCULO DE LOS PILOTES

Los esfuerzos maximos que sufrirá el pilote será en la maniobra de izado del mismo al efectuarse el hincado, considerando que los esfuerzos a que estará sujeto al tomar parte en la estructura en conjunto serán menores comprobandolo al analizarlo como columna, como veremos más adelante.

La posición crítica de izado del pilote será en dos puntos, como se indica a continuación:



CROQUIS DE IZADO

$$M_a = \frac{1}{2} P (0.207 L)^2 = \frac{1}{2} P 0.043 L^2 = 0.0215 PL^2$$

$$M_b = 1/8 P (0.586 L)^2 - 0.0215 PL^2 = 1/8 P 0.342 L^2 - 0.0215 PL^2$$

$$= 0.043 PL^2 - 0.0215 PL^2 = 0.0215 PL^2$$

Si se utilizan pilotes de 45 cms. x 45 cms. de seccion, tendré:

$$PESO DEL PILOTE = 0.45 \times 0.45 \times 2400 = 486 \text{ Kg/ml.}$$

$$M_{max.} = 0.0215 \times 486 \times 24.80^2 = \pm 6400 \text{ Kg - mt.}$$

El area de refuerzo necesario considerando un recubrimiento de 7 cms., - usando concreto de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y acero de refuerzo de $f_s = 2000 \text{ K/c}^2$

$$A_s = \frac{M}{f_s j d} = \frac{\pm 640,000}{2000 \times 0.87 \times 38} = \frac{640,000}{66,000}$$

$$A_s = 9.71 \text{ cm}^2$$

Por lo cual el pilote llevará 2 varillas de 1" y una varilla de 3/4" en cada cara del mismo.

Para la colocación de los estribos consideraré el peso del pilote como:

- Cortante Máximo.

CORTANTE MAXIMO:

$$V = 486 \times 24.80 = 12,000 \text{ Kg.}$$

El cortante que absorverá el concreto será:

$$V_c = v b j d$$

donde:

$$v = 0.02 \sqrt{f'c} = 0.02 \times 210 \text{ kg/cm}^2 = 4.2 \text{ Kg/cm}^2$$

por lo tanto,

$$V_c = 4.2 \times 45 \times 0.87 \times 38 = 6,100 \text{ Kg/cm}^2$$

El cortante que absorverá los estribos será:

$$V' = V - V_c = 12,000 - 6,100 \text{ kg}$$

$$V' = 5,900 \text{ Kg.}$$

Separación de estribos dobles por sección:

$$S = \frac{Ac f_s j d}{V'} = \frac{4 \times 0.248 \times 0.87 \times 38}{5,900} = \frac{41,800}{5,900}$$

$$S = 7.1 \text{ cms.}$$

esta separación será en la zona de máximo cortante, que será en los extremos; al centro del pilote se colocarán a cada 15 cms. y en las puntas y cabeza del pilote estarán a la mitad del espacio.

ESPECIFICACIONES PARA CONSTRUCCION E HINCADO DE PILOTES

El concreto y el acero de refuerzo usado en la construcción de los pilotes deberán de ser de la calidad y características fijadas en el proyecto.

Los moldes podrán ser de madera, metálicas ó de cualquier otro material que tenga la rigidez suficiente para evitar las deformaciones debidas a la presión de la mezcla, el efecto de los vibradores y a las demás cargas y operaciones correlativas al vaciado. Las aristas de los moldes serán achaflanados 2 cms. y en general los moldes podrán emplearse más de una vez pero deberán ser limpiados perfectamente y preparados antes de usarse de nuevo.

Cuando el piso del patio de colado pueda ablandarse, la cama de colado formada por vigas que soportan los moldes se colocarán sobre estas hincadas en el piso, ó se construirá una losa de colado de manera que se asegure un apoyo uniforme y continuo a los moldes, teniendo en cuenta que la desviación máxima permisible del eje horizontal longitudinal del pilote durante su construcción no exceda de 1 mm. por cada 1 m. de longitud de pilote.

Antes de iniciarse el colado se harán pruebas de resistencia al concreto por medio de probetas cilíndricas de 15 cm. de diámetro por 30 cm. de altura a los 28 días de edad hasta que satisfagan las características fijadas en el proyecto. El colado del pilote deberá hacerse continuo y en una sola operación, empleando un vibrador de chicote para la compactación del concreto, teniendo cuidado de no usar agregados de gran tamaño en los puntos debido a la acumulación del armado en la zona

Para determinar el tiempo para descimbrado se deberá tener en cuenta entre otros factores las condiciones climatológicas, en general puede decirse que deberán transcurrir 48 hrs. entre la terminación del colado y la remoción de los moldes, en ningún caso deberán emplearse amarras metálicas que queden al descubierto.

Después de 24 hrs. de terminado el colado, deberá iniciarse el curado de las superficies expuestas de concreto, manteniéndolo durante 7 días por medio de riegos de agua, la cuál deberá ser limpia y exenta de ácidos y sustancias nocivas.

Generalmente el colado de los pilotes se efectúa en hiladas verticales (uno encima de otro, no más de cuatro) y deberá transcurrir 48 h. entre la terminación de colado de uno y la hechura del siguiente, y deberá emplearse como separador de pilotes un material que garantice la adherencia con el concreto fresco, el período total de curado será de 28 días.

El procedimiento que se elija, tanto para el manejo como para el hincado de pilotes, deberá garantizar el mínimo de daños a los mismos, ya sea por efectos de golpes ó por maniobras impropias.

La longitud de colado de los pilotes indicados en el proyecto es -- aproximada ya que la longitud de hincado necesaria será diferente para -- cada tipo de pilote.

Los pilotes podrán hincarse con un martillo de gravedad ó de vapor ó bien, si el terreno presenta resistencia sin alcanzarse todavía la capacidad de carga necesaria ó para acelerar el hincado se usará una combi-
nación de martillo y chiflón de agua.

En caso de emplear martinete de gravedad, el martillo deberá tener un
peso no menor de 50% del peso del pilote y en ningún caso, pesará -- menos de 13.60 kgs. ; la altura de caída del martillo no deberá exceder
de 2.40 mts.

Las cabezas de los pilotes deberán protegerse para evitar que se -- maltraten durante el hincado, por medio de capuchones metálicos provis--
tos en su parte inferior de un colchón de cable de manila, el cual, se -- coloca directamente sobre la cabeza del pilote, sobre el capuchón se co--
loca un bloque de madera dura, sobre el que descargará su golpe el mar--
tillo.

La tubería terminada en chiflón, proporcionará el volumen y la pre--
sión de agua suficiente para erosionar el material adyacente a la punta del
pilote, suspendiendo la inyección del agua a 2.00 mts. antes de lle--
gar a la profundidad descada y se terminará el hincado con el martillo,--
para asegurar la penetración final.

Las guías para hincar los pilotes se contruirán de tal manera que -- permitan libertad de movimiento al martillo y se mantendrán en su posi--
ción por medio de puntales rígidos que aseguren y soporten al pilote du--
rante su hincado.

C A P A C I D A D D E C A R G A

Dos metros antes de alcanzar la profundidad deseada, se empezará a llevar un registro de hincado, en el que se considerarán los datos necesarios para determinar en forma aproximada la capacidad de carga del pilote mediante la aplicación de una de las fórmulas siguientes:

$$P = \frac{2 W H}{0.3 (0.4s + w)} \quad (\text{Para martinete de caída libre})$$

$$P = \frac{2 W H}{0.3 (0.4s + 0.1w)} \quad (\text{Para martinete de acción simple})$$

$$P = \frac{2 H (W + A P^1)}{0.3 (0.4s + 0.1w)} \quad (\text{Para martinete de doble acción})$$

en donde:

P = carga admisible en el pilote, en kilogramos.

W = peso de las partes golpeantes del martillo, en kilogramos.

H = altura de caída libre del martillo, en metros.

w = peso del pilote en kilogramos.

s = penetración media por golpe para los últimos 10 golpes en centímetro

A = area del pistón en centímetros cuadrados.

P¹ = presión del vapor en el martillo en kilogramos por cms. cuadrados.

Las fórmulas anteriores son aplicables solamente cuando:

- a).- El martillo desliza libremente en su caída.
- b).- La cabeza del pilote no está resquebrajado.
- c).- La penetración es razonablemente rápida y uniforme.
- d).- No hay rebote sensible despues del golpe.
- e).- No se use un falso pilote.

En caso de que haya rebote, el doble de su valor se restará de H para su aplicación en la formula.

El valor que se obtenga de la aplicación de cualquiera de las fórmulas anteriores servirá únicamente de guía y la capacidad de carga será teórica, por lo que la capacidad efectiva del pilote deberá comprobarse, por medio de la prueba de carga estática.

CRITERIO PARA EL CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE UN PILOTE

Existen dos procedimientos para estimar la carga última y en consecuencia, la carga de trabajo, que puede soportar un pilote:

- I.-METODO ESTATICO
- II.-METODO DINAMICO

I.-METODO ESTATICO

El método estático considera la resistencia del pilote como la suma de la resistencia por apoyo de la punta y la resistencia por fricción en la superficie lateral del pilote es decir

$$R_u = R_p + R_f + \dots \quad (I.1.)$$

En donde:

R_u = Es la resistencia total última del pilote

R_p = Es la resistencia última por apoyo en la punta

R_f = Es la resistencia última por fricción en la superficie lateral del pilote.

Terzaghi ha propuesto las siguientes expresiones para calcular R_p y R_f .

PARA PILOTES CUADRADOS:

$$R_p = B^2 (1.3 C_{nc} + \gamma D_f N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma) \quad (I.2)$$

PARA PILOTES CIRCULARES:

$$R_p = \pi r^2 (1.3 C_{nc} + \gamma D_f N_q + 0.60 \gamma r N_\gamma) \quad (I.3)$$

En donde:

B = Es el lado de la sección transversal cuadrada del pilote en metros.

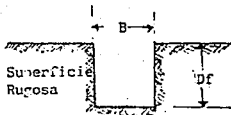
r = Es el radio de la sección transversal circular del pilote en metros.

C = Es la cohesión del terreno TON/M2

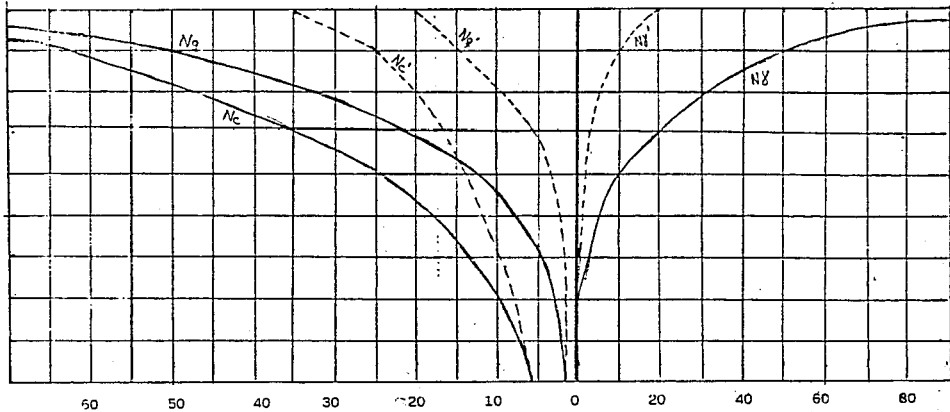
γ = Es el peso volumétrico del suelo seco, saturado o sumergido en TON/M3

D_f = Es la profundidad de la punta del pilote con respecto a la superficie del terreno en metros.

N_q y N_γ Son factores que dependen del ángulo de fricción interna y que se obtiene de la siguiente gráfica.



NOTA: Si el suelo de apoyo es suelto ó suave, los valores de N deben sustituirse por los valores de N' .



Valores de N_c y N_q

Valores de N

$$\phi = 44^\circ \quad ; \quad N = 260$$

$$\phi = 48^\circ \quad ; \quad N = 780$$

Los valores propuestos por Terzaghi para condiciones medias, se pueden deducir de las siguientes tablas:

TABLA 1

| DESCRIPCION | γ_D (TON/M ³) | $\gamma_{sat.}$ (TON/M ³) | $\gamma_{sum.}$ (TON/M ³) |
|---|-------------------------------------|--|--|
| Arena uniforme suelta | 1.43 | 1.89 | 0.95 |
| Arena uniforme densa | 1.75 | 2.09 | 1.05 |
| Arena graduada suelta | 1.59 | 1.99 | 1.00 |
| Arena graduada densa | 1.86 | 2.16 | 1.10 |
| Material de acarreo, muy bien graduado | 2.12 | 2.32 | 1.20 |
| Arcilla suave | - | 1.77 | 0.90 |
| Arcilla rígida | - | 2.07 | 1.05 |
| Arcilla orgánica suave | - | 1.58 | 0.80 |
| Arcilla orgánica muy suave | - | 1.43 | 0.70 |
| Bentonita suave | - | 1.27 | 0.65 |

En
donde:

- γ_D Es el peso unitario en estado seco
- $\gamma_{sat.}$ Es el peso unitario en estado saturado
- $\gamma_{sum.}$ Es el peso unitario en estado sumergido.

TABLA 2
A R C I L L A S

| N | CONSISTENCIA | C |
|------------|--------------|--------------------|
| | | TON/M ² |
| Menos de 2 | Muy suave | Menos de 1.2 |
| 2 - 4 | Suave | 1.2 - 2.5 |
| 4 - 8 | Media | 2.5 - 5.0 |
| 8 - 15 | Rígida | 5.0 - 10.0 |
| 15 - 30 | Muy rígida | 10.0 - 20.0 |
| Más de 30 | Dura | Más de 20.0 |

NOTA: En los suelos granulares, arena y grava limpia, la cohesión $C = 0$

TABLA 3
A R E N A S

| N | Densidad Relativa | ϕ |
|-----------|-------------------|-----------|
| 0 - 4 | Muy suelta | 28° - 29° |
| 4 - 10 | suelta | 29° - 30° |
| 10 - 30 | media | 30° - 36° |
| 30 - 50 | densa | 30° - 41° |
| Más de 50 | muy densa | 41° - 46° |

NOTA: En los suelos cohesivos, arcillas, se acepta que $\phi = 0$

En donde:

N = Es el número de golpes en la prueba de penetración estándar

C = Es la cohesión

ϕ = Es el ángulo de fricción interna.

Además, se propone también la siguiente fórmula.

$$R_f = \sum A_i F_i \quad (I.4)$$

En donde:

R_f = Es la resistencia última por fricción en la superficie lateral del pilote.

A_i = Es el área lateral del pilote en el estrato i, en M²

F_i = Es el valor último de la fricción en la superficie lateral del pilote en el estrato i, en TON/M²

Se proponen los siguientes valores medios para la fricción lateral.

TABLA 4

| TIPO DESUELO | FRICCIÓN LATERAL | |
|--------------------|-------------------------|----|
| | F TON/M ² | |
| Arena suave y limo | 1 | 2 |
| Limo arenoso | 2 | 5 |
| Arcilla rígida | 4 | 10 |
| Arena suelta | 2 | 3 |
| Arena densa | 3 | 10 |

Las fórmulas (I.1) (I.2) (I.3) y (I.4) dan la carga última que puede soportar el pilote por lo que se refiere a su apoyo en el suelo. Evidentemente que éste valor debe ser igual o mayor que la resistencia estructural última del pilote, por lo que se recomienda utilizar un factor de seguridad comprendido entre 2 y 3, dependiendo de la certeza con que se conozcan las propiedades mecánicas del suelo.

II.-METODO DINAMICO.

El método dinámico se basa en el trabajo que se requiere para hincar el pilote por los golpes de un martinete. En consecuencia, es solamente aplicable a pilotes que se hincan por este procedimiento.

Los factores que intervienen en la estimación de la capacidad de carga de un pilote por el método dinámico, son muy diversos y complejos. Esto ha hecho que se propongan un gran número de fórmulas semiempíricas que solo proporcionan estimaciones de la capacidad de carga, que inclusive, pueden tener errores muy considerables, por lo que debe elegirse una fórmula de estructura sencilla y de aplicación fácil, como lo es la fórmula de Rabe, que a continuación se propone:

$$R = \frac{MFD}{S + C} \cdot \frac{W}{W + \frac{P}{2}} \cdot B \quad (II.1)$$

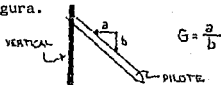
En donde:

- R = Es la capacidad de carga permisible para el pilote, en libras con un factor de seguridad 2
- M = Es el factor de eficiencia del martinete (especificado en tabla 5).
- F = Es la energía nominal indicada por el fabricante del equipo de hincado, cuando el martinete sea de vapor de doble acción o de acción diferencial expresada en libras²pie ó es igual a WH cuando el martinete sea de caída libre o de vapor de acción simple en libras-pie.
- W = Es el peso de las partes del martinete que interviene en el golpe en libras.
- H = Es la altura de caída del pesos W, en pies.
- D = Es un factor de corrección para pilotes inclinados. Se encuentra a partir de la fórmula.

$$D = \frac{1 - UG}{\sqrt{1 + G^2}}$$

En donde:

- U = Es un coeficiente de fricción, especificado en la tabla 5
- G = Es la inclinación del pilote expresada en forma de talud como se indica en la figura.



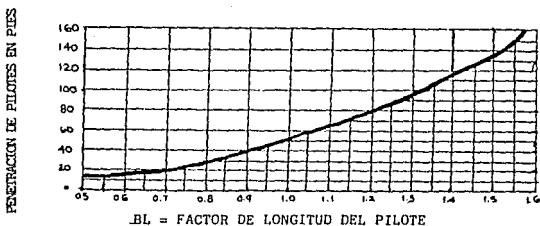
S = Es la penetración media del pilote durante los últimos golpes, en pulgada por golpes.

C = $C_1 + C_2 + C_3$, es la pérdida temporal de compresión, en pulgadas, - se obtiene de la tabla S.

P = Es el peso del pilote incluyendo el cabezal de hinca, en libras.

B = B_s, B_l, B_c , es un factor de corrección que incluye el tipo de suelo, la longitud del pilote y se sección transversal, respectivamente.

- El factor de longitud B_l , se encuentra en la gráfica siguiente:

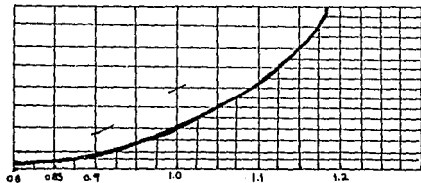


- El factor de suelo B_s , se obtiene de los valores de la siguiente - tabla:

| CLASE DE SUELO PENETRADO | B S |
|--|------|
| Arcilla plástica o limo muy húmedo, suelo muy pobre | 0.25 |
| Arcilla o limo suave; suelo más bien pobre | 0.50 |
| Arcilla o limo medio; suelo de regular calidad | 0.70 |
| Arcilla o limo duro; arena o grava suelta, buen suelo | 0.85 |
| Limo arenoso denso; arena o grava moderadamente compacta suelo muy bueno. | 1.00 |
| Arena o grava muy compacta, pizarra o topetate excelente material de cimentación. | 1.25 |

- El factor B_c , de sección transversal del pilote se obtiene de la gráfica siguiente:

Sección transversal horizontal
media del suelo desplazado por
el pilote, en pulgada cuatro -
das.



B_c = Factor de sección transversal del pilote.

TABLA 5

| TIPO DE MARTINETE | M | U | C PULGADAS | MINIMO | | MAXIMO | |
|---|------|------|---------------|-------------|-----|-------------|-----|
| | | | | F = WH H | J | F = WH H | J |
| Martinete de caída movido por cable | 4.00 | 0.2 | 0.25 | 0.3 | 1.4 | 0.8 | 2.2 |
| Martinete de caída libre | 4.75 | 0.2 | 0.25 | 0.3 | 1.4 | 0.8 | 2.2 |
| Martinete de vapor de acción simple- (tipo volcán) | 5.00 | 0.1 | 0.15 | 0.18 | 1.2 | 0.45 | 1.8 |
| Martinete de vapor de acción diferencial (tipo volcán) | 5.25 | 0.05 | 0.15 | 0.16 | 1.2 | 0.4 | 1.8 |
| Martinete de vapor de doble acción -- (tipo McKiernan-- Terry). | 6.00 | 0.05 | 0.15 | 0.16 | 1.2 | 0.4 | 1.8 |

NOTAS DE LA TABLA DE VALORES DEL FACTOR DE SUELO Bs.

- 1) Interpólese los valores dados de Bs si es necesario
- 2) Bs depende solamente de la clase de suelo penetrado. No se aumente Bs si la punta llega a ponerse en contacto con roca.
- 3) Si la arcilla o el limo húmedo tiene buena adherencia con el pilote, sea detenido por el contacto con las piedras; sin embargo, la reducción no deberá exceder el 25% del valor dado.
- 4) Si hay piedras en el suelo, redúzcase Bs en una cantidad que dependerá de la posibilidad de que el pilote sea detenido por el contacto con las piedras; sin embargo, la reducción no deberá exceder el 25% del valor dado en la tabla.
- 5) Si el pilote penetra a través de diferentes clases de suelo (como ocurre frecuentemente), estímese un valor medio pesado de Bs para toda la longitud de penetración, dando un peso considerablemente mayor para el suelo cerca de la punta que para el de arriba.

- SELECCION DEL EQUIPO DE HINCA

El equipo de hinca por percusión deberá elegirse tomando en cuenta --- principalmente los siguientes factores:

- A) Peso del Pilote
- B) Capacidad de carga probable del mismo
- C) Forma de impulsión del martinete

Rabe ha propuesto la siguiente expresión para determinar el peso de -- Martinete y su altura de caída o su energía.

$$F = WH = \frac{NCR}{B \left[1 - J \frac{p/2}{W + p/2} \right]}$$

P R U E B A D E C A R G A E S T A T I C A

La prueba de carga estática consiste en someter al pilote a una -- carga axial igual a $2 W' - P'$ siendo W' la carga de trabajo indicada -- en cada proyecto y P' es el peso propio del pilote.

La aplicación de dicha carga deberá hacerse sobre una plataforma -- colocada sobre el pilote ó bien, con un gato hidráulico colocado entre -- la cabeza del pilote y una plataforma suficientemente lastrada y anclada a los pilotes vecinos.

Se llevará un registro cuidándose de los movimientos posibles en -- los pilotes de anclaje.

La aplicación de la carga deberá hacerse en forma gradual y de la -- manera que se explica a continuación:

a).- No menos de 48 hrs. despues de haber terminado su hincado, se -- impondrá al pilote la carga en incrementos no mayores de 5 toneladas, -- dejando transcurrir 4 hrs. como mínimo entre dos incrementos sucesivos.

b).- Se llevará un registro de CARGA - HUNDIMIENTO - TIEMPO, haciendo lecturas inmediatamente antes e inmediatamente despues de la aplicación de cada incremento y dentro de estos lapsos, cada 15 minutos. Los hundimientos se medirán precisamente en la cabeza del pilote y deberán -- referirse a un banco de nivel colocado a una distancia conveniente del -- pilote cargado, para que no se alteren las lecturas.

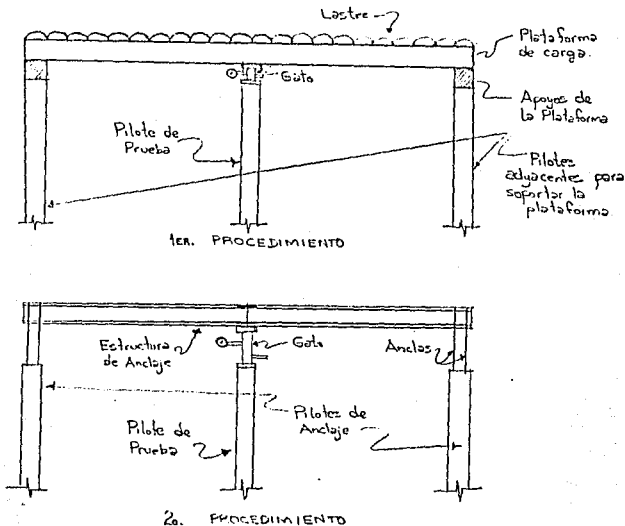
El pilote será aceptable si cumple con las siguientes condiciones -- carga:

1.- Si al terminar la aplicación de la carga de prueba, el hundi--- miento se mantiene constante en las últimas 24 hrs. de un lapso de 48 -- hrs. de tiempo total.

2.- Si 12 horas despues de haber retirado la carga, el hundimiento, de la cabeza del pilote, está comprendida entre 4 y 6 mm.; si el hundi--- miento resulta mayor de 6 mm. se descargará el pilote, se continuará el hincado y se repetirá la prueba hasta que se obtenga el valor mencionado

La profundidad de hincado que resulte para los pilotes probados se -- dará a todo el grupo de pilotes del que es representativo, pero en todos ellos deberá comprobarse que la penetración por golpe en la fase final -- del hincado sea la misma que se obtenga en el pilote de prueba, tambien en su fase final.

Para aplicar la carga al pilote, se utiliza general--- mente un gato hidraulico que se coloca entre la cabeza del - pilote y una plataforma que soporta una carga suficiente--- mente grande para que no la levante el gato, o bien, se co- loca el gato entre la cabeza del pilote y una estructura de acero anclada a pilotes vecinos al de prueba. En este últi mo caso, deberá llevarse un registro cuidadoso de los movi- mientos de los pilotes de anclaje.



Cuando la carga que debe aplicarse al pilote es consi- derable, el lastre que se requiere en la plataforma de carga, es de tal magnitud que hace inadecuado este procedimien to, y es aconsejable emplear el segundo procedimiento des- crito. Sin embargo, este último depende de la resistencia a la tracción, de los pilotes vecinos de anclaje.

Fuerza de Atraque.

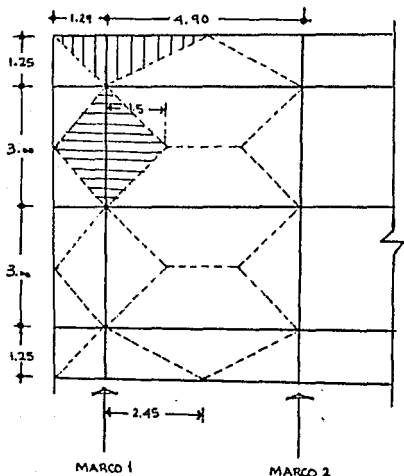
$$FA = EA/\Delta$$

donde Δ = desplazamiento = 1 cm = 0.01 Mt.

$$FA = 0.40/0.01 \text{ m} = 40 \text{ TON.}$$

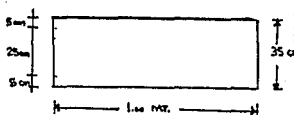
Fuerza de atraque en un marco.

$$Fa/\eta = \frac{40}{10} = 4 \text{ TN/Marco}$$

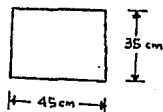


SECCIONES DE DISEÑO

LOSA:



TRABE:



$$A_1 = \frac{1.5 * 3}{2} + \frac{3 * 1.29}{2} = 4.185 * 2 = 8.370 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \frac{1.25 * 2.45}{2} + \frac{1.29 * 1.25}{2} = 2.3365 \text{ M2} * 2 = 4.673 \text{ m}^2$$

$$\text{AREA TRIBUTARIA TOTAL} = 13.045 \text{ M2.}$$

ANALISIS DE LA LOSA.

Carga Muerta

$$\text{Peso propio Losa} = 0.35 \times 1 \times 1 = 0.35 \text{ M}^3 \times 2.4 = 0.84 \text{ Ton/M}^2$$

$$\text{Peso propio Pantalla Atraque} = 1 \text{ M} \times 1 \text{ M} \times 0.35 \times 2.4 = 0.84 \text{ Ton/M}^2$$

$$\text{Peso propio Pantalla Posterior} = 1 \text{ M} \times 1 \text{ M} \times 0.30 \times 2.4 = 0.72 \text{ Ton/M}^2$$

$$\text{Peso Losa} = 2.4 \text{ Ton/M}^2$$

$$W \text{ Losa} = 2.4 \text{ Ton/M}^2 (13.045 \text{ M}^2) = 31.308 \text{ Ton.}$$

$$\checkmark W \text{ Trabe}_T = 0.45 \times 0.35 \times 8.50 \times 2.4 = 3.213 \text{ Ton.}$$

$$W \text{ TOTAL} = 34.521 \text{ Ton.}$$

$$\text{Peso por Metro} = W \text{ total/M}$$

$$W \text{ total/M} = 34.521 / 8.50 = 4.06 \text{ TN/Mt.}$$

$$\text{Carga Muerta} = 4.06 \text{ Tn/Mt} \checkmark$$

$$\text{Carga Viva} = (2 \times 13.045) / 8.50 = 3.07 \text{ Tn/Mt} \checkmark$$

$$W \text{ diseño} = CM + CU = 4.06 + 3.07 = 7.13 \text{ TN/MT.}$$

AREA EXPUESTA

$$A \text{ exp} = \text{FBD} \times \text{Eslora} = 1.5 (22) = 33 \text{ M}^2$$

FUERZA VIENTO

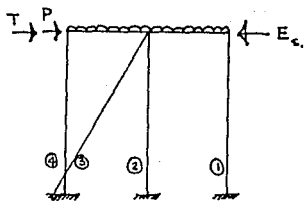
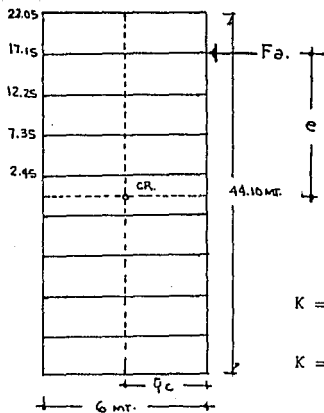
$$FV = \frac{\text{Area } V^2}{16} = \frac{(33) (210/3.6)^2}{16} = 7,018 \text{ Kg} = 7 \text{ Ton.}$$

$$FV = \frac{7}{10} = 0.7 \text{ TN/MARCO.}$$

$$P = Fa + FV$$

$$P = 4 + 0.7 = 4.7 \text{ TN/MARCO}$$

CORTANTE DE TORSION



CR Centro de rigideces

$$Y_c = \frac{\sum K_i y}{\sum K_i} = 3 \text{ m.}$$

$$K = \frac{12 EI}{L^3} ; I = \frac{bh^3}{12} = \frac{(0.45)^4}{12} = 0.003417 \text{ M}^4$$

$$K = \frac{12 EI}{L^3} = 12 \frac{(1414213.562 \text{ T/m}^2) (0.003417 \text{ M}^4)}{(24.80)^3} = 3.80 \text{ TN/MT}$$

| | | | | |
|--------------------------|------------|------------------|------------------|---------------------|
| $K_1 = 3.80$ | $Y = 6.00$ | $\sum K_1 = 38$ | $K_{1y} = 22.80$ | $\sum K_{1y} = 228$ |
| $K_2 = 3.80$ | $Y = 3.0$ | $\sum K_2 = 38$ | $K_{2y} = 11.4$ | $\sum K_{2y} = 114$ |
| $K_3 = 3.80$ | $Y = 3.0$ | $\sum K_3 = 38$ | $K_{3y} = 11.4$ | $\sum K_{3y} = 114$ |
| $K_4 = \frac{3.80}{152}$ | $Y = 0$ | $\sum K_4 = 38$ | $K_{4y} = 0$ | $\sum K_{4y} = 0$ |
| | | $\sum K_i = 152$ | | $\sum K_{iy} = 456$ |

$$\bar{Y}_c = \frac{456}{152} = 3 \text{ m.}$$

$$\text{CR} (d_i, \bar{Y}_c) \Rightarrow \text{CR} (22.05, 3)$$

FAR TORSOR $T = F_a$

e - se supone para las condiciones más críticas = 17.15 (excentricidad)
F - 40 Ton.

$$T = (40) (17.15)$$

$$t = 686 \text{ TN}$$

CORTANTE DE TORSION VT

$$VT = \frac{T d_i k_i}{J}$$

donde T - par torsor

d_i - dist. hasta el último marco desde el centro de rigidez

k_i - rigidez del último marco.

J - se calcula bajo la

$$J = \sum_{i=1}^n K_x (y)^2 + K_y (x)^2 \text{ eje referido al centro de rigidez}$$

$$\bar{z} K_y (x)^2$$

$$\bar{z} K_x (y)^2_1 = (3.80)(3)^2 = 34.2 \times 10 = 342 \quad \bar{z} k_y (x)^2 = 15(22.05)^2 = 7390.278$$

$$\bar{z} K_x (y)^2_{23} = (3.8*2)(0) = 0 \quad 15(17.15)^2 = 4470.662$$

$$\bar{z} K_x (y)^2_4 = (3.8)(3)^2 = 34.2 \times 10 = 342 \quad 15(12.25)^2 = 2280.95$$

$$z K_x (y)^2 = 684$$

$$15(7.35)^2 = 821.142$$

$$15(2.45)^2 = 91.238$$

$$* 2 \quad 15054.27$$

$$\underline{30108.54}$$

$$J = 684 + 30108.54 = 30792.54$$

TN.

$$VT = \frac{(686) (22.05) (15.2)}{30792.54} = 7.4667 \text{ TN}$$

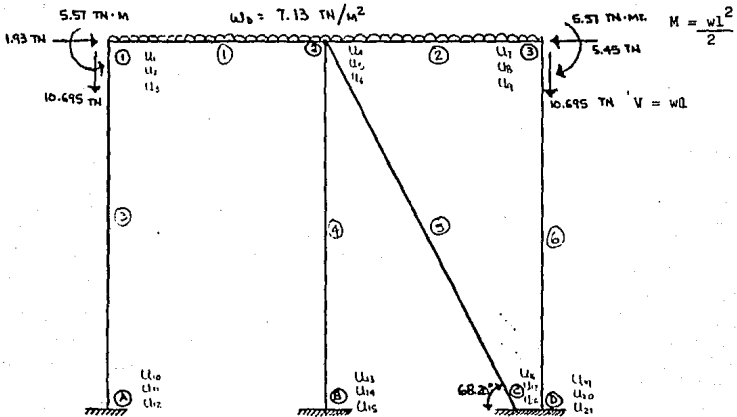
$$VT/nm = 0.75$$

$$T = 0.75 \text{ TN}$$

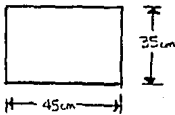
$$P_{total} = P + T = 4.7 + 0.75 = 5.45 \text{ TN}$$

El pilote inclinado estará sujeto a los empujes originados por la presión del suelo, y por las instalaciones que estarán inmediatamente después del paramento posterior del muelle, tales como frigoríficos, almacenes y fábricas de procesamiento del camarón. Sin embargo, no entrará en el estudio de esfuerzos críticos debido a que siempre serán más fuertes - los efectos dinámicos originados por el empuje de la embarcación.

APLICANDO EL METODO DE LA RIGIDEZ DE LA BARRA.



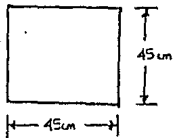
Trabe ahogada en losa



$$I = \frac{bh^3}{12}$$

$$I = \frac{45(35)^3}{12} = 160781.25 \text{ cm}^4$$

Pilotes



$$I = \frac{(45)^4}{12} = 341718.75 \text{ cm}^4$$

$$E = 10000 \sqrt{f'c}$$

$$f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$$

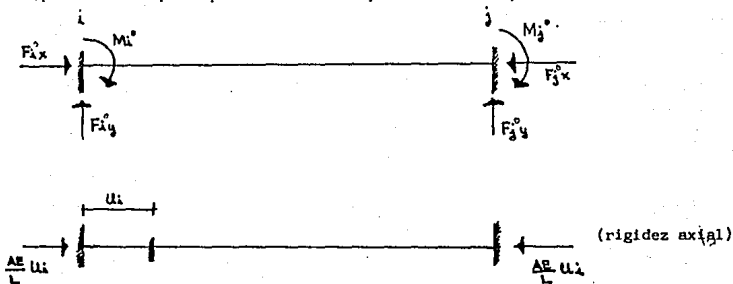
$$E = 10000 \sqrt{200} = 141421.3562 \text{ kg/cm}^2$$

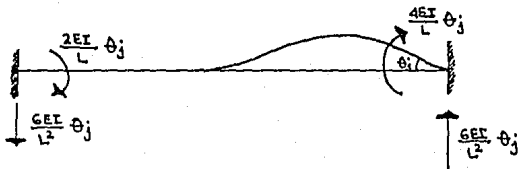
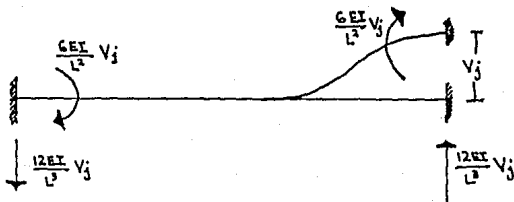
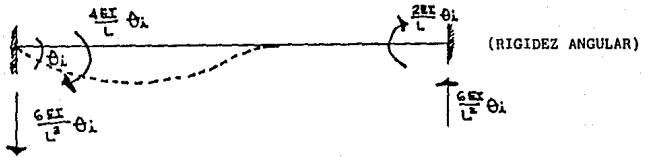
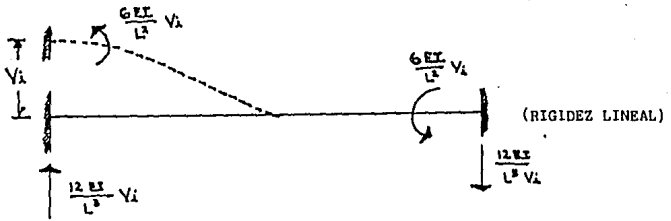
Elección del punto nodal " i " y el punto nodal " j " de cada una de las barras que componen la estructura.

| BARRA NUDO | i | j |
|---------------|-----|-----|
| 1 | 1 | 2 |
| 2 | 2 | 3 |
| 3 | A | 1 |
| 4 | B | 2 |
| 5 | C | 2 |
| 6 | D | 3 |

Elección del sistema matricial vectorial para las barras que componen la estructura. Este sistema depende del punto nodal " i " y del punto nodal " j ".

En este caso todas las barras se considerarán doblemente empotradas, es decir empotrado en " i " y empotrado en " j ". (Sistema de coordenadas en su referencia local). Considerando todas las cargas externas que actúan a lo largo de la barra y en los apoyos, se tomarán todas las condiciones de desplazamientos para que la estructura permanezca en equilibrio.





$$F_i x^e + \frac{AE}{L} u_i + 0v_i + 0\theta_i - \frac{AE}{L} u_j + 0v_j + 0\theta_j = F_i^e \quad (\text{fuerza externa})$$

$$F_i y^e + 0u_i + \frac{12EI}{L^3} v_i - \frac{6EI}{L^2} \theta_i + 0u_j - \frac{12EI}{L^3} v_j - \frac{6EI}{L^2} \theta_j = F_i^e y$$

$$M_i^e + 0u_i - \frac{6EI}{L^2} v_i + \frac{4EI}{L} \theta_i + 0u_j + \frac{6EI}{L^2} v_j + \frac{2EI}{L} \theta_j = M_i^e$$

$$F_j x^e - \frac{AE}{L} u_i + 0v_i + 0\theta_i + \frac{AE}{L} u_j + 0v_j + 0\theta_j = F_j^e x$$

$$F_j y^e + 0u_i - \frac{12EI}{L^3} v_i + \frac{6EI}{L^2} \theta_i + 0u_j + \frac{12EI}{L^3} v_j + \frac{6EI}{L^2} \theta_j = F_j^e y$$

$$M_j^e + 0u_i - \frac{6EI}{L^2} v_i + \frac{2EI}{L} \theta_i + 0u_j + \frac{6EI}{L^2} v_j + \frac{4EI}{L} \theta_j = M_j^e$$

$$[K] = \begin{bmatrix} F_i x^e \\ F_i y^e \\ M_i^e \\ F_j x^e \\ F_j y^e \\ M_j^e \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{AE}{L} & 0 & 0 & -\frac{AE}{L} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{12EI}{L^3} & -\frac{6EI}{L^2} & 0 & -\frac{12EI}{L^3} & -\frac{6EI}{L^2} \\ 0 & -\frac{6EI}{L^2} & \frac{4EI}{L} & 0 & \frac{6EI}{L^2} & \frac{2EI}{L} \\ \frac{AE}{L} & 0 & 0 & \frac{AE}{L} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{12EI}{L^3} & \frac{6EI}{L^2} & 0 & \frac{12EI}{L^3} & \frac{6EI}{L^2} \\ 0 & -\frac{6EI}{L^2} & \frac{2EI}{L} & 0 & \frac{6EI}{L^2} & \frac{4EI}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_i \\ v_i \\ \theta_i \\ u_j \\ v_j \\ \theta_j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_i x^e \\ F_i y^e \\ M_i^e \\ F_j x^e \\ F_j y^e \\ M_j^e \end{bmatrix}$$

Vector de fuerzas de fijación.

Matriz de rigideces

Vector de desplazamientos

Vector de fuerzas externas o equilibrantes.

Sustitución de los valores de las propiedades mecánicas y geométricas en las matrices de rigideces en el sistema local para cada una de las barras.

BARRA 1

$$[K_1] = \begin{bmatrix} 5.25 & 0 & 0 & -5.25 & 0 & 0 \\ 0 & 0.07146 & -10.719 & 0 & -0.07146 & -10.719 \\ 0 & -10.719 & 2143.75 & 0 & -10.719 & 1071.875 \\ -5.25 & 0 & 0 & 5.25 & 0 & 0 \\ 0 & -0.07146 & 10.719 & 0 & 0.07146 & 10.719 \\ 0 & -10.719 & 1071.875 & 0 & 10.719 & 2143.75 \end{bmatrix} E$$

BARRA 2

$$[K_2] = \begin{bmatrix} 5.25 & 0 & 0 & -5.25 & 0 & 0 \\ 0 & 0.07146 & -10.719 & 0 & 0.07146 & -10.719 \\ 0 & -10.719 & 2143.75 & 0 & 10.719 & 1071.875 \\ -5.25 & 0 & 0 & 5.25 & 0 & 0 \\ 0 & -0.07146 & 10.719 & 0 & 0.07146 & 10.719 \\ 0 & -10.719 & 1071.875 & 0 & 10.719 & 2143.75 \end{bmatrix} E$$

BARRA 3, 4, 5 Y 6.

$$[K_3] = \begin{bmatrix} 0.8165 & 0 & 0 & -0.8165 & 0 & 0 \\ 0 & 0.000269 & -0.3333 & 0 & -0.000269 & -0.3333 \\ -0.8165 & 0 & 0 & 0.8165 & 0 & 0 \\ 0 & -0.000269 & 0.3333 & 0 & 0.000269 & 0.3333 \\ 0 & -0.3333 & 275.58 & 0 & 0.3333 & 551.16 \end{bmatrix} E$$

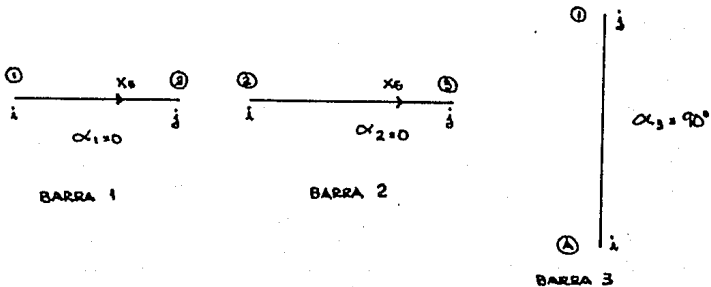
Determinación de los vectores de fuerzas de fijación de cada una de las barras en su referencia local.

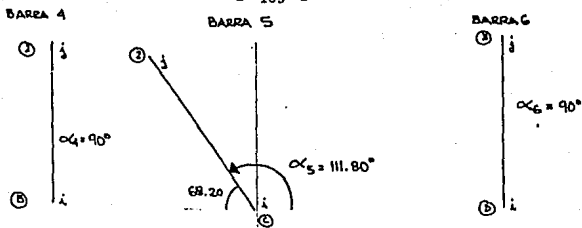
$$f^{\circ} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 10695 \\ -534750 \\ 0 \\ 10695 \\ 534750 \end{Bmatrix} \quad f_2^{\circ} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 10695 \\ -534750 \\ 0 \\ 10695 \\ 534750 \end{Bmatrix} \quad f_{3-6}^{\circ} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

Elección de los vectores de desplazamiento en el sistema local para cada una de las barras.

$$\underline{U}_1 = \begin{Bmatrix} U_1 \\ V_1 \\ \theta_1 \\ U_2 \\ V_2 \\ \theta_2 \end{Bmatrix} \quad \underline{U}_2 = \begin{Bmatrix} U_2 \\ V_2 \\ \theta_2 \\ U_3 \\ V_3 \\ \theta_3 \end{Bmatrix} \quad \underline{U}_3 = \begin{Bmatrix} U_4 \\ V_4 \\ \theta_4 \\ U_1 \\ V_1 \\ \theta_1 \end{Bmatrix} \quad \underline{U}_4 = \begin{Bmatrix} U_5 \\ V_5 \\ \theta_5 \\ U_2 \\ V_2 \\ \theta_2 \end{Bmatrix} \quad \underline{U}_5 = \begin{Bmatrix} U_6 \\ V_6 \\ \theta_6 \\ U_2 \\ V_2 \\ \theta_2 \end{Bmatrix} \quad \underline{U}_6 = \begin{Bmatrix} U_7 \\ V_7 \\ \theta_7 \\ U_3 \\ V_3 \\ \theta_3 \end{Bmatrix}$$

Determinación del ángulo de rotación de cada una de las barras y con ella se obtiene la matriz de rotación para las mismas. Este ángulo de rotación se obtiene a partir del eje x global hasta la línea que une a los puntos nodales "i" y "j".





MATRIZ DE ROTACION

$$R = \begin{bmatrix} \cos \theta & \text{SEN } \theta & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\text{SEN } \theta & \cos \theta & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cos \theta & \text{SEN } \theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\text{SEN } \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Obtención de la matriz de rotación en el sistema global para cada una de las barras.

BARRA 1 Y 2

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

BARRA 3, 4 Y 6

$$R = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

BARRA 5

$$R = \begin{bmatrix} -0.3713678 & 0.9284858 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -0.9284858 & -0.3713678 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.3713678 & 0.9284858 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.9284858 & -0.3713678 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Obtención de los vectores de fuerzas de fijación en el sistema global.

$$\underline{F}_0 = [R]^T \underline{f}_0$$

$$\underline{F}_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 0 \\ 10695 \\ -534750 \\ 0 \\ 10695 \\ 534750 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 10695 \\ -534750 \\ 0 \\ 10695 \\ 534750 \end{Bmatrix} \begin{matrix} (U1) \\ (U2) \\ (U3) \\ (U4) \\ (U5) \\ (U6) \end{matrix}$$

$$\underline{F}_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 0 \\ 10695 \\ -534750 \\ 0 \\ 10695 \\ 534750 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 10695 \\ -534750 \\ 0 \\ 10695 \\ 534750 \end{Bmatrix} \begin{matrix} (U4) \\ (U5) \\ (U6) \\ (U7) \\ (U8) \\ (U9) \end{matrix}$$

Obtención de la matriz de rigidez global para cada una de las barras.

$$[\underline{K}] = [R]^T [\underline{k}] [R] \quad (\text{SISTEMA MATRICIAL VECTORIAL GLOBAL})$$

$$[\underline{K}] = \begin{bmatrix} C^2 K_{11} + S^2 K_{22} & CS(K_{11} - K_{22}) & -SK_{23} & C^2(K_{14} + S^2 K_{25}) & CS(K_{14} - K_{25}) & -SK_{26} \\ CS(K_{11} - K_{22}) & S^2 K_{11} + C^2 K_{22} & CK_{23} & SC(K_{14} - K_{25}) & S^2 K_{14} + C^2 K_{25} & CK_{26} \\ -SK_{32} & CK_{23} & K_{33} & -SK_{35} & CK_{35} & K_{36} \\ C^2 K_{41} + S^2 K_{52} & SC(K_{14} - K_{25}) & -SK_{35} & C^2 K_{44} + S^2 K_{55} & CS(K_{44} - K_{55}) & -SK_{56} \\ CS(K_{41} - K_{52}) & S^2 K_{14} + C^2 K_{25} & CK_{35} & CS(K_{44} - K_{55}) & S^2(K_{44} + C^2 K_{55}) & CK_{56} \\ -SK_{62} & CK_{26} & K_{36} & -SK_{56} & CK_{56} & K_{66} \end{bmatrix}$$

de donde:

C = coseno del ángulo de inclinación del pilote y/o de la barra de análisis.

S = seno del ángulo de inclinación del pilote y/o de la barra de análisis.

K = elementos de la matriz de rigideces.

BARRA 1

$$\begin{bmatrix}
 (U4) & (U8) & (U8) & (U4) & (U5) & (U6) \\
 \hline
 5.25 & 0 & 0 & -5.25 & 0 & 0 \\
 0 & 0.07146 & -10.719 & 0 & -0.07146 & -10.719 \\
 0 & -10.719 & 2143.75 & 0 & 10.719 & 1071.875 \\
 \hline
 -5.25 & 0 & 0 & 5.25 & 0 & 0 \\
 0 & -0.07146 & 10.719 & 0 & 0.07146 & 10.719 \\
 0 & -10.719 & 1071.875 & 0 & 10.719 & 2143.75 \\
 \hline
 \end{bmatrix}
 \begin{matrix}
 (U1) \\
 (U2) \\
 (U3) \\
 (U4) \\
 (U5) \\
 (U6)
 \end{matrix}$$

BARRA 2

$$\begin{bmatrix}
 (U4) & (U5) & (U6) & (U7) & (U8) & (U9) \\
 \hline
 5.25 & 0 & 0 & -5.25 & 0 & 0 \\
 0 & 0.07146 & -10.719 & 0 & 0.07146 & -10.719 \\
 0 & -10.719 & 2143.75 & 0 & 10.719 & 1071.875 \\
 \hline
 -5.25 & 0 & 0 & 5.25 & 0 & 0 \\
 0 & -0.07146 & 10.719 & 0 & 0.07146 & 10.719 \\
 0 & -10.719 & 1071.875 & 0 & 10.719 & 2143.75 \\
 \hline
 \end{bmatrix}
 \begin{matrix}
 (U4) \\
 (U5) \\
 (U6) \\
 (U7) \\
 (U8) \\
 (U9)
 \end{matrix}$$

BARRA 3

$$\begin{bmatrix}
 (U10) & (U11) & (U12) & (U1) & (U2) & (U3) \\
 \hline
 0.000269 & 0 & 0.3333 & -0.000269 & 0 & 0.3333 \\
 0 & 0.8165 & 0 & 0 & -0.8165 & 0 \\
 0.3333 & 0 & 551.16 & -0.3333 & 0 & 275.58 \\
 \hline
 -0.000269 & 0 & -0.3333 & 0.000269 & 0 & -0.3333 \\
 0 & -0.8165 & 0 & 0 & 0.8165 & 0 \\
 0.3333 & 0 & 275.58 & 0.3333 & 0 & 551.16 \\
 \hline
 \end{bmatrix}
 \begin{matrix}
 (U10) \\
 (U11) \\
 (U12) \\
 (U1) \\
 (U2) \\
 (U3)
 \end{matrix}$$

BARRA 4

$$\left[K_s \right] = \begin{matrix} & \begin{matrix} (U13) & (U14) & (U15) & (U4) & (U5) & (U6) \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0.000269 \\ 0 \\ 0.3333 \\ -0.000269 \\ 0 \\ 0.3333 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0.8165 \\ 0 \\ 0 \\ -0.8165 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0.3333 \\ 0 \\ 551.16 \\ -0.3333 \\ 0 \\ 275.58 \end{matrix} & \begin{matrix} -0.000269 \\ 0 \\ -0.3333 \\ 0.000269 \\ 0 \\ -0.3333 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ -0.8165 \\ 0 \\ 0 \\ 0.8165 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0.3333 \\ 0 \\ 275.58 \\ -0.3333 \\ 0 \\ 551.16 \end{matrix} \end{matrix} \begin{matrix} (U13) \\ (U14) \\ (U15) \\ (U4) \\ (U5) \\ (U6) \end{matrix}$$

BARRA 5

$$\left[K_s \right] = \begin{matrix} & \begin{matrix} (U16) & (U17) & (U18) & (U4) & (U5) & (U6) \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0.11284 \\ -0.28144 \\ 0.3095 \\ -0.11284 \\ 0.28144 \\ 0.3095 \end{matrix} & \begin{matrix} -0.28144 \\ 0.7039 \\ 0.12377 \\ 0.28144 \\ -0.7039 \\ 0.12377 \end{matrix} & \begin{matrix} 0.3095 \\ 0.12377 \\ 551.16 \\ -0.3095 \\ -0.12377 \\ 275.58 \end{matrix} & \begin{matrix} -0.11284 \\ 0.28144 \\ -0.3095 \\ 70.3895 \\ -28.1536 \\ -0.3095 \end{matrix} & \begin{matrix} 0.28144 \\ 0.7039 \\ 0.12377 \\ -28.1536 \\ 70.3894 \\ 0.12377 \end{matrix} & \begin{matrix} 0.3095 \\ 0.12377 \\ 275.58 \\ -0.3095 \\ 0.12377 \\ 551.16 \end{matrix} \end{matrix} \begin{matrix} (U16) \\ (U17) \\ (U18) \\ (U4) \\ (U5) \\ (U6) \end{matrix}$$

BARRA 6

$$\left[K_s \right] = \begin{matrix} & \begin{matrix} (U19) & (U20) & (U21) & (U7) & (U8) & (U9) \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0.000269 \\ 0 \\ 0.3333 \\ -0.000269 \\ 0 \\ 0.3333 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ 0.8165 \\ 0 \\ 0 \\ -0.8165 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0.3333 \\ 0 \\ 551.16 \\ -0.3333 \\ 0 \\ 275.58 \end{matrix} & \begin{matrix} -0.333269 \\ 0 \\ -0.3333 \\ 0.000269 \\ 0 \\ -0.3333 \end{matrix} & \begin{matrix} 0 \\ -0.8165 \\ 0 \\ 0 \\ 0.8165 \\ 0 \end{matrix} & \begin{matrix} 0.3333 \\ 0 \\ 275.58 \\ -0.3333 \\ 0 \\ 551.16 \end{matrix} \end{matrix} \begin{matrix} (U19) \\ (U20) \\ (U21) \\ (U7) \\ (U8) \\ (U9) \end{matrix}$$

Formación del vector de desplazamientos en el sistema global para cada una de las barras.

$$\begin{array}{l} \underline{U}_1 = \left\{ \begin{array}{l} U1 \\ U2 \\ U3 \\ U4 \\ U5 \\ U6 \end{array} \right\} \\ \underline{U}_2 = \left\{ \begin{array}{l} U4 \\ U5 \\ U6 \\ U7 \\ U8 \\ U9 \end{array} \right\} \\ \underline{U}_3 = \left\{ \begin{array}{l} U10 \\ U11 \\ U12 \\ U1 \\ U2 \\ U3 \end{array} \right\} \\ \underline{U}_4 = \left\{ \begin{array}{l} U13 \\ U14 \\ U15 \\ U4 \\ U5 \\ U6 \end{array} \right\} \\ \underline{U}_5 = \left\{ \begin{array}{l} U16 \\ U17 \\ U18 \\ U4 \\ U5 \\ U6 \end{array} \right\} \end{array}$$

$$\underline{U}_6 = \left\{ \begin{array}{l} U19 \\ U20 \\ U21 \\ U7 \\ U8 \\ U9 \end{array} \right\}$$

Ensamble de los vectores de fuerzas de fijación del sistema global total de la estructura.

$$\begin{array}{c}
 \left| \underline{F}_R \right| = \left\{ \begin{array}{c} 0 \\ 10695 \\ -534750 \\ 0 \\ 21390 \\ 0 \\ 0 \\ 10695 \\ 534750 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{array} \right\}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{c}
 \left| \underline{u}_R \right| = \left\{ \begin{array}{c} U1 \\ U2 \\ U3 \\ U4 \\ U5 \\ U6 \\ U7 \\ U8 \\ U9 \\ U10 \\ U11 \\ U12 \\ U13 \\ U14 \\ U15 \\ U16 \\ U17 \\ U18 \\ U19 \\ U20 \\ U21 \end{array} \right\}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{c}
 \left| \underline{F}_R^e \right| = \left\{ \begin{array}{c} 1930 \\ -10695 \\ -557000 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -5450 \\ -10695 \\ 557000 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{array} \right\}
 \end{array}$$

formación del vector de desplazamiento en el sistema global de la estructura.

formación del vector de fuerzas externas o equilibrantes de la estructura.

Reducción de la matriz de rigideces global total de la estructura dependiendo de los siguientes desplazamientos.

a) Desplazamientos nulos.

U10, U11, U12, U13, U14, U15, U16, U17, U18, U19, U20, U21.

$$[K_E] = \begin{array}{cccccccccc} \hline \boxed{\begin{array}{ccc} 5.250269 & 0 & -0.3333 \\ 0 & 0.88796 & -10.719 \\ -0.3333 & -10.719 & 2694.91 \end{array}} & \begin{array}{ccc} -5.25 & 0 & 0 \\ 0 & -0.07146 & -10.719 \\ 0 & 10.719 & 1071.875 \end{array} & \begin{array}{ccc} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{array} & \begin{array}{ccc} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{array} & \begin{array}{ccc} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{array} & \begin{array}{ccc} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{array} & \begin{array}{ccc} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{array} & \begin{array}{ccc} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{array} & \begin{array}{ccc} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{array} & \begin{array}{ccc} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{array} & \begin{array}{ccc} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{array} \\ \hline \end{array}$$

U1
U2
U3
U4
U5
U6
U7
U8
U9

Formación del vector de fuerzas de la estructura.

$$\underline{PE} = \underline{fE^e} - \underline{FE^e}$$

$$\underline{PE} = \begin{Bmatrix} 1930 \\ -21390 \\ -22250 \\ 0 \\ -21390 \\ 0 \\ -5450 \\ -21390 \\ 22250 \end{Bmatrix}$$

RESOLUCION DE LA MATRIZ GLOBAL TOTAL SIMPLIFICADA PARA LA DETERMINACION DE LOS DESPLAZAMIENTOS.

PROGRAMA BASIC PARA COMPUTADORA PERSONAL CASIO FX-720 P

```
1  PRINT "PROGRAMA PARA LA SOLUCION DE UN SISTEMA MATRICIAL VECTORIAL"
2  INPUT ORDEN, A
3  IF A < 4; DEFM A 2 + 4 - 20
4  GOTO 6
5  DEFM Ø
6  FOR B = 1 TO A
7  IF C = 4; PRINT " = ";
8  GOTO 10
9  PRINT B; C + 1;
10 INPUT F(A * B + B + C - A)
11 NEXT C
12 NEXT B
13 FOR B = 1 TO A
14 IF F((A + 2) * B - A - 1) = Ø THEN 23
15 FOR D = 1 TO A
16 IF D = B THEN 22
17 E = - F (A * D + D + B - A - 1)/F((A + 2) * B - A - 1)
18 FOR C = Ø TO A
19 F = C - A
20 F (A * D + D + F) = F(A*D+D+F) + F (A * B + B + F) * E
21 NEXT C
22 NEXT D
23 NEXT B
24 FOR B = 1 TO A
25 PRINT B; " = "; F (A * B + B)/F ((A + 2) * B - A - 1)
26 NEXT B
```

Solución del sistema de ecuaciones para conocer el vector de desplazamientos linealmente independientes.

$$[KE] \underline{U} = \underline{P}$$

$$\begin{bmatrix}
 5.250269 & 0 & -0.3333 & -5.25 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0.88796 & -10.719 & 0 & -0.07146 & -10.719 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 -0.3333 & -10.719 & 2694.91 & 0 & 10.719 & 1071.875 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 -5.25 & 0 & 0 & 80.889769 & -28.1536 & -0.6428 & -5.25 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & -0.07146 & 10.719 & -28.1536 & 71.34882 & -0.12377 & 0 & -0.07146 & -10.719 & 0 \\
 0 & -10.719 & 1071.875 & -0.6428 & -0.12377 & 5389.82 & 0 & 10.719 & 1071.875 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & -5.25 & 0 & 0 & 5.250269 & 0 & -0.3333 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & -0.07146 & 10.719 & 0 & 0.88796 & 10.719 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & -10.719 & 1071.875 & -0.3333 & 10.719 & 2694.91 & 0
 \end{bmatrix}
 \begin{Bmatrix}
 U1 \\
 U2 \\
 U3 \\
 U4 \\
 U5 \\
 U6 \\
 U7 \\
 U8 \\
 U9
 \end{Bmatrix}
 =
 \begin{Bmatrix}
 1930 \\
 -21390 \\
 -22250 \\
 0 \\
 -21390 \\
 0 \\
 -5450 \\
 -21390 \\
 22250
 \end{Bmatrix}$$

Desplazamientos linealmente independientes:

$$\begin{aligned}
 U1 &= 150.2001985/E & U6 &= -0.01157745344/E \\
 U2 &= -25422.1061/E & U7 &= -1241.769708/E \\
 U3 &= -107.7527446/E & U8 &= -25420.21739/E \\
 U4 &= -210.5703932/E & U9 &= 107.6194392/E \\
 U5 &= -401.4493029/E & &
 \end{aligned}$$

Desplazamientos linealmente dependientes.

$$U10, U11, \dots, U20, U21 = 0$$

Determinación de los vectores de desplazamientos locales de cada una de las barras.

BARRA 1

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 150.2001985 \\ -25422.1061 \\ -107.7527446 \\ -210.5703932 \\ -401.4493029 \\ -0.01157745344 \end{Bmatrix} = \frac{1}{E} \begin{Bmatrix} 150.2001985 \\ -25422.1061 \\ -107.7527446 \\ -210.5703932 \\ -401.4493029 \\ -0.01157745344 \end{Bmatrix} \frac{1}{E}$$

BARRA 2

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} -210.5703932 \\ -401.4493029 \\ -0.01157745344 \\ -1241.769708 \\ -25420.21739 \\ 107.6194392 \end{Bmatrix} = \frac{1}{E} \begin{Bmatrix} -210.5703932 \\ -401.4493029 \\ -0.01157745344 \\ -1241.769708 \\ -25420.21739 \\ 107.6194392 \end{Bmatrix} \frac{1}{E}$$

BARRA 3

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 150.2001985 \\ -25422.1061 \\ -107.7527446 \end{Bmatrix} = \frac{1}{E} \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -25422.1061 \\ -150.2001985 \\ -107.7527446 \end{Bmatrix} \frac{1}{E}$$

BARRA 4

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -210.5703932 \\ -401.4493029 \\ -0.01157745344 \end{Bmatrix} \frac{I}{E} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -401.4493029 \\ 210.5703932 \\ -0.01157745344 \end{Bmatrix} \frac{I}{E}$$

BARRA 5

$$\begin{bmatrix} -0.3713678 & 0.9284858 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -0.9284858 & -0.3713678 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.3713678 & 0.9284858 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0.9284858 & -0.3713678 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -210.570393 \\ -410.4493029 \\ -0.01157745 \end{Bmatrix} \frac{I}{E} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -294.5409168 \\ 344.5969843 \\ -0.01157745344 \end{Bmatrix} \frac{I}{E}$$

BARRA 6

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -1241.769708 \\ -25420.21739 \\ 107.6194392 \end{Bmatrix} \frac{I}{E} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -25420.21739 \\ 1241.769708 \\ 107.6194392 \end{Bmatrix} \frac{I}{E}$$

Determinación de los elementos mecánicos de cada una de las barras en el sistema local.

$$\text{BARRA 1} \quad (\underline{f1} + [K1] \underline{u1} = \underline{f1}^e)$$

$$\begin{bmatrix} 5.25 & 0 & 0 & -5.25 & 0 & 0 \\ 0 & 0.07146 & -10.719 & 0 & -0.07146 & -10.719 \\ 0 & -10.719 & 2143.75 & 0 & 10.719 & 1071.875 \\ -5.25 & 0 & 0 & 5.25 & 0 & 0 \\ 0 & -0.07146 & 10.719 & 0 & 0.07146 & 107.19 \\ 0 & -10.719 & 1071.875 & 0 & 10.719 & 2143.75 \end{bmatrix} E \begin{Bmatrix} 150.2001966 \\ -25422.1061 \\ -107.7527446 \\ -210.5703932 \\ -401.4493029 \\ -0.01157745344 \end{Bmatrix} \frac{1}{E} = \begin{Bmatrix} 1894.045606 \\ -632.8503667 \\ 37189.0644 \\ -1894.045606 \\ 632.8503667 \\ 152674.1279 \end{Bmatrix}$$

$$\text{BARRA 2} \quad (\underline{f2} + [K2] \underline{u2} = \underline{f2}^e)$$

$$\begin{bmatrix} 5.25 & 0 & 0 & -5.25 & 0 & 0 \\ 0 & 0.07146 & -10.719 & 0 & -0.07146 & -10.719 \\ 0 & -10.719 & 2143.75 & 0 & 10.719 & 1071.875 \\ -5.25 & 0 & 0 & 5.25 & 0 & 0 \\ 0 & -0.07146 & 10.719 & 0 & 0.07146 & 107.19 \\ 0 & -10.719 & 1071.875 & 0 & 10.719 & 2143.75 \end{bmatrix} E \begin{Bmatrix} -210.5703932 \\ -401.4493029 \\ -0.01157745344 \\ -1241.769708 \\ -25420.21739 \\ 107.6194392 \end{Bmatrix} \frac{1}{E} = \begin{Bmatrix} 5413.796403 \\ 634.3924974 \\ -152846.4079 \\ -5413.796903 \\ -634.3924974 \\ -37479.41192 \end{Bmatrix}$$

$$\text{BARRA 3 } (f_3^o + [K_3]) \underline{U}_3 = f_3^e$$

$$\begin{bmatrix} 0.8165 & 0 & 0 & -0.8165 & 0 & 0 \\ 0 & 0.000269 & -0.3333 & 0 & -0.000269 & -0.3333 \\ 0 & -0.3333 & 551.16 & 0 & 0.3333 & 275.58 \\ -0.8165 & 0 & 0 & 0.8165 & 0 & 0 \\ 0 & -0.000269 & 0.3333 & 0 & 0.000269 & 0.3333 \\ 0 & 0.3333 & 275.58 & 0 & 0.3333 & 551.16 \end{bmatrix} E \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -25422.1061 \\ -150.2001985 \\ -107.7527446 \end{Bmatrix} \frac{1}{E} = \begin{Bmatrix} 20757.14963 \\ 35.95439363 \\ -29744.56308 \\ -20751.14963 \\ -35.95439363 \\ -59439.06444 \end{Bmatrix}$$

$$\text{BARRA 4 } (f_4^o + [K_4]) \underline{U}_4 = f_4^e$$

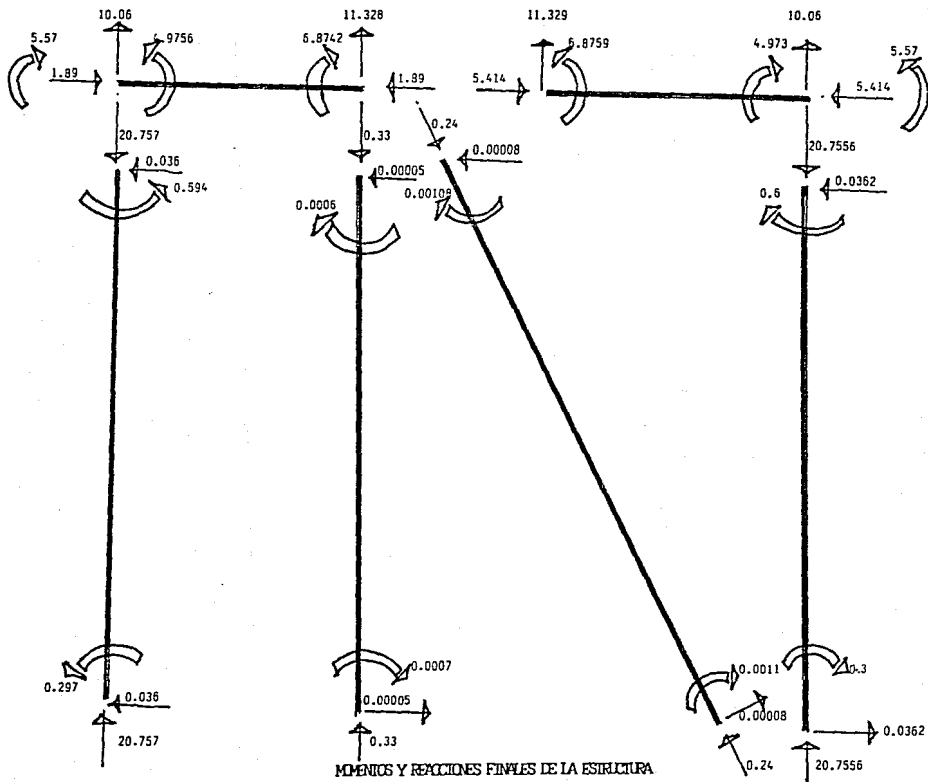
$$\begin{bmatrix} 0.8165 & 0 & 0 & -0.8165 & 0 & 0 \\ 0 & 0.000269 & 0.3333 & 0 & -0.000269 & -0.3333 \\ 0 & -0.3333 & 551.16 & 0 & 0.3333 & 275.58 \\ -0.8165 & 0 & 0 & 0.8165 & 0 & 0 \\ 0 & -0.000269 & 0.3333 & 0 & 0.000269 & 0.3333 \\ 0 & -0.3333 & 275.58 & 0 & 0.3333 & 551.16 \end{bmatrix} E \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -401.4493029 \\ 210.5703932 \\ -0.01157745344 \end{Bmatrix} \frac{1}{E} = \begin{Bmatrix} 327.7833558 \\ -0.052784670 \\ 66.99259743 \\ 327.7833558 \\ 0.0527845705 \\ 63.80298281 \end{Bmatrix}$$

BARRA 5 ($f_5 + K_5 \underline{5} = f_5^e$)

$$\begin{bmatrix}
 0.8165 & 0 & 0 & -0.8165 & 0 & 0 \\
 0 & 0.000269 & -0.3333 & 0 & -0.000269 & 0.3333 \\
 0 & -0.3333 & 551.16 & 0 & 0.3333 & 275.58 \\
 -0.8165 & 0 & 0 & 0.8165 & 0 & 0 \\
 0 & -0.000269 & 0.3333 & 0 & 0.000269 & 0.3333 \\
 0 & -0.3333 & 275.58 & 0 & 0.3333 & 551.16
 \end{bmatrix} E \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -294.5109168 \\ 344.5969843 \\ -0.01157745344 \end{Bmatrix} \frac{1}{E} = \begin{Bmatrix} 240.4926586 \\ -0.088837823 \\ 111.6636603 \\ 240.4926586 \\ 0.0888378235 \\ 108.4731457 \end{Bmatrix}$$

BARRA 6 ($f_6 + K_6 \underline{6} = f_6^e$)

$$\begin{bmatrix}
 0.8165 & 0 & 0 & -0.8165 & 0 & 0 \\
 0 & 0.000269 & -0.3333 & 0 & -0.000269 & -0.3333 \\
 0 & -0.3333 & 551.16 & 0 & 0.3333 & 275.58 \\
 -0.8165 & 0 & 0 & 0.8165 & 0 & 0 \\
 0 & -0.000269 & 0.3333 & 0 & 0.000269 & 0.3333 \\
 0 & -0.3333 & 275.58 & 0 & 0.3333 & 551.16
 \end{bmatrix} E \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ -25420.21739 \\ 1241.769708 \\ 107.6194392 \end{Bmatrix} \frac{1}{E} = \begin{Bmatrix} 20755.6075 \\ -36.20359514 \\ 30071.6469 \\ -20755.6075 \\ 36.20359514 \\ 59729.41195 \end{Bmatrix}$$



* CALCULO DE LAS LOSAS DE LA CUBIERTA.

El diseño de la losa del muelle deberá adaptarse a la estructura - del proyecto. Por lo tanto, analizando los requerimientos de espacio y de optimización de producción se determina que el muelle tendrá 140 Mts. de largo y 850 Mts. de ancho, separándolo en 3 tramos que tendrán como dimensiones generales 46.66 Mts. de largo por 8.50 de ancho, siendo estos tramos construidos de manera continua, es decir, estarán constituidas por losa continuas de fabricación monolítica. Se considera la utilización de aditivos para concreto con el fin de impermeabilizarlo y para proporcionarle mayor resistencia y elasticidad, medida que evitará los futuros agrietamientos que el clima de la zona pueda producir en la estructura, así como defensa a la acción de sales y sulfatos.

la distribución de pilotes y estructuración detallada se describe - en el plano respectivo, resultando como área tributaria de diseño una losa de 8.50 Mt. de ancho X 4.90 Mt. de largo.

ESPECIFICACIONES GENERALES.

- Peso volumétrico del concreto = 2.4 Ton/M3.
- Concreto a utilizar será de $f'c=200$ kg/cm² cemento tipo II o - puzolánico.
- Módulo de elasticidad del concreto.

$$E = 10,000 \sqrt{f'c} = 10,000 \sqrt{200}$$

$$E = 141421.3562 \text{ Kg/cm}^2$$

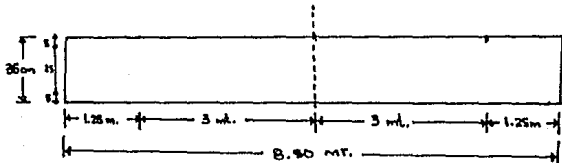
$$E = 1414213.562 \text{ Ton/M}^2$$

- El tipo de losa a calcular será de dos características:
 - 1.- Paneles Interiores
 - 2.- Un borde discontinuo

- Acero a utilizar será de $f_s = 1400 \text{ Kg/cm}^2$

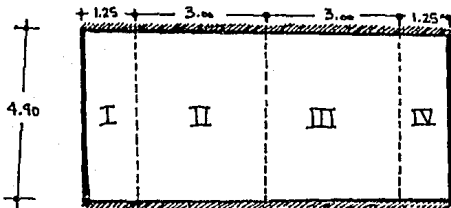
ANALISIS DE LA LOSA.

- Se propone una losa de 35 Cms. de espesor.



Se analizará 1 M2.

LOSA DE DISEÑO



$h = 25 \text{ cm.}$

Recubrimiento = 5 cm.

Capa desgaste = 5 cm.

$H \text{ Total} = 35 \text{ cm.}$

ESPECIFICACIONES DE LA CARGA DE DISEÑO.

CARGA VIVA TOTAL

2 TN/M^2

CARGA MUERTA

Peso propio losa de 35 cm. = $1 \text{ Mt.} \times 1 \text{ Mt.} \times 0.35 \times 2.4 = 0.84 \text{ TN/M}^2$

Peso propio pantalla de atraque = $1 \text{ Mt} \times 1 \text{ Mt} \times 0.35 \times 2.4 = 0.84 \text{ TN/M}^2$

Peso propio pantalla posterior = $1 \text{ Mt} \times 1 \text{ Mt} \times 0.30 \times 2.4 = 0.72 \text{ TN/M}^2$

TOTAL

2.4 TN/M^2

$$\therefore w' = c.v. + c.m. = 2 + 2.4$$

$$w' = 4.4 \text{ TN/M}^2$$

CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL ANALISIS.

- El análisis de la losa será basándose en el Método de Cross para la obtención de Momentos en la estructura. Para esto, es necesario revisar las deflexiones de la losa por medio del TABLERO CRITICO.

$$\text{Perímetro} = P_e = [(300 * 2) + (490 * 2)] = 1580 \text{ cm.}$$

PERALTE EFECTIVO.

$$d' = \frac{P_e}{300} \left[0.034 \sqrt{(2520) * W'} \right]$$

$$d' = 10.33 \text{ cm.} \quad \therefore \text{El peralte de diseño es correcto.}$$

Se puede omitir el cálculo de las DEFLEXIONES si el peralte - efectivo no es menor que

$$d \geq \frac{P}{300} \quad \Rightarrow \quad d \geq \frac{1580}{300} \quad \Rightarrow \quad d \geq 5.26 \text{ cm.}$$

De acuerdo con el método II del ACI se obtiene:

Los coeficientes que permiten determinar los momentos flectores para distintas condiciones de continuidad, escogeremos para el - - análisis, el caso más desfavorable, o sea, el lado transversal del - - muelle, con el tablero más crítico y de construcción monolítica (por el método del ACI)

$$\text{Tableros I y II : } m = \frac{S}{L} = \frac{1.25}{4.80} = 0.26$$

CASO 2: UN BORDE DISCONTINUO.

| | COEF. DE MOMENTO | MOMENTO |
|-----------------------|------------------|---------|
| Momento negativo en : | | |
| Borde continuo | 0.085 | 0.58 |
| Borde Discontinuo | 0.042 | 0.29 |

Momento Positivo en:

| | | |
|---------------------|-------|------|
| El centro del Claro | 0.064 | 0.44 |
|---------------------|-------|------|

$$\text{Momento} = c (w's^2) \quad \text{donde, } s = \text{lado corto.}$$

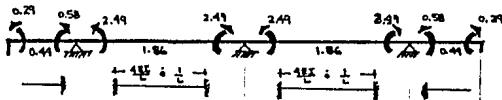
Tableros II y III : $M_2 = \frac{S}{L} = \frac{3.00}{4.90} = 0.61$

CASO 1: PANELES INTERIORES.

| | | |
|----------------------|------------------|---------------------|
| Momento negativo en: | COEF. DE MOMENTO | MOMENTO |
| Borde continuo | 0.063 | $M = c l^2$ 2.49 |
| Borde Discontinuo | — | — |
| Momento Positivo en: | | |
| Centro del Claro | 0.047 | 1.86 |

Momento = $c (w's^2)$ donde $s =$ lado corto.

METODO DE CROSS O DE DISTRIBUCION DE MOMENTOS



RAIDEZ RELATIVA.

FACTOR DE DISTRIBUCION

Z MOMENTOS (momento distribuido)

(a. DISTRIBUCION

MOMENTO BALANCEADO

MOMENTO GLOBAL

$$\frac{0.58 + 2.49}{2}$$

$$-1$$

$$-1.91 \text{ (M-MT.)}$$

$$0.191$$

$$\frac{0.58}{1.91} = \frac{2.49}{1.91}$$

$$\frac{2.49}{1.91} = \frac{2.49}{1.91}$$

$$\frac{0.58}{0.58} + \frac{2.49}{1.91}$$

$$\frac{1.91}{0.58}$$

$$1.54$$

$$-0.5 \quad -0.5$$

$$0 \quad 0$$

$$\frac{2.49}{2.49} \quad \frac{-2.49}{-2.49}$$

$$+ \frac{2.49}{2.49} \quad \frac{-2.49}{-2.49}$$

$$2.49$$

$$-1$$

$$-1.91$$

$$0$$

$$-1.91$$

$$0$$

$$+ \frac{2.49}{2.49} \quad \frac{-(-1.21)}{-2.49}$$

$$\frac{2.49}{2.49} \quad \frac{0.24}{0.24}$$

$$- \frac{1.91}{0.58} \quad \frac{0.24}{0.58}$$

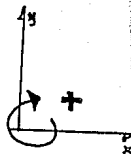
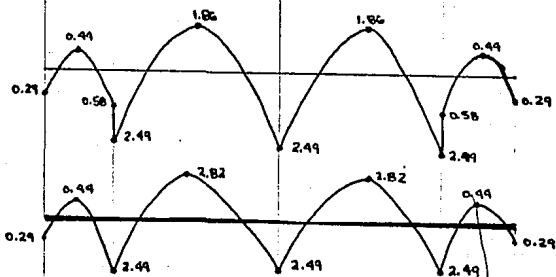
$$1.54$$

$$0.44 + \frac{1}{2} = 0.44$$

$$1.86 + \frac{1}{2}(1.86) + \frac{1}{2}(0) = 2.82$$

$$1.86 + \frac{1}{2}(0) + \frac{1}{2}(1.91) = 2.82$$

$$0.44 + \frac{1}{2} = 0.44$$



MOMENTOS RESISTENTES:

$$\frac{MR}{bd^2} = \frac{M * 1.4 \times 10^5}{100 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}^2}$$

TABLERO I y IV

Lado continuo $(2.49 \times 1.4 \times 10^5) \div (100 \times 30^2) = 3.87$

Lado discontinuo $(0.20 \times 1.4 \times 10^5) \div (100 \times 30^2) = 0.43$

Centro de Claro $(0.44 \times 1.4 \times 10^5) \div (100 \times 30^2) = 0.68$

TABLERO II y III

Lado continuo $(2.49 \times 1.4 \times 10^5) \div (100 \times 30^2) = 3.87$

Centro del claro $(2.82 \times 1.4 \times 10^5) \div (100 \times 30^2) = 4.39$

CUANTIA DE ACERO DE TENSION (ρ)

$$\rho \leq 7 \text{ kg/cm}^2 = 0.0025$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

$$A_s = \rho bd$$

$$A_s = 0.0025 (100)(30)$$

$$A_s = 7.5 \text{ cm}^2, \text{ utilizaremos 4 V's } \emptyset \# 5$$

SEPARACION:

$$S = \frac{100 (a_s)}{a_{sT}} = \frac{100 (1.98)}{7.92} = 25 \text{ cms.}$$

MOMENTOS RESISTENTES DE SECCIONES RECTANGULARES

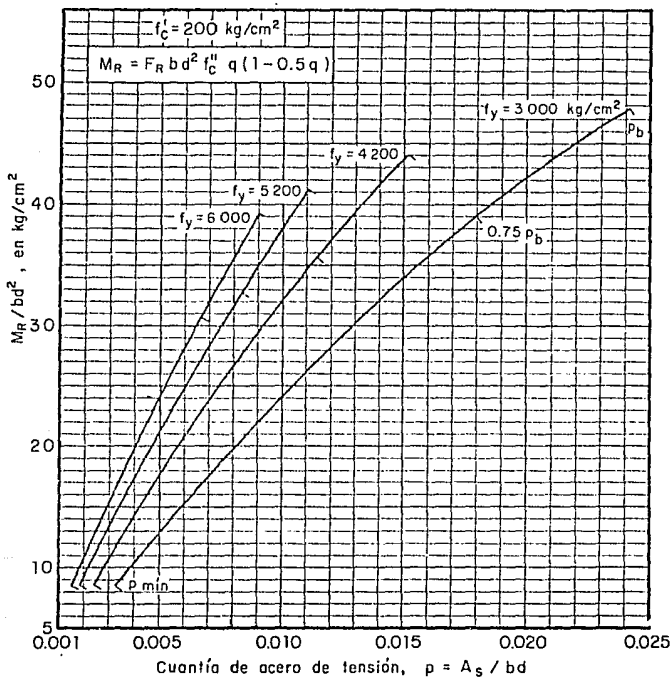


Fig 2

MOMENTOS RESISTENTES DE SECCIONES RECTANGULARES

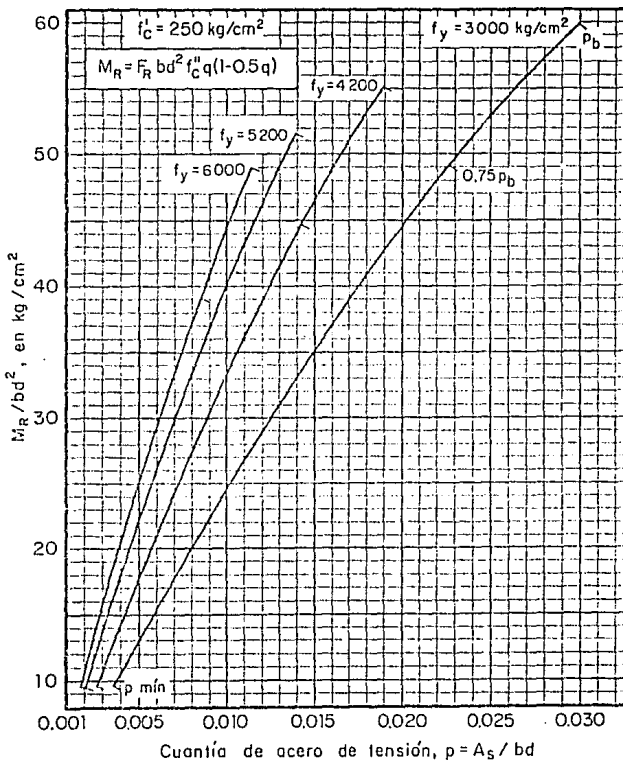
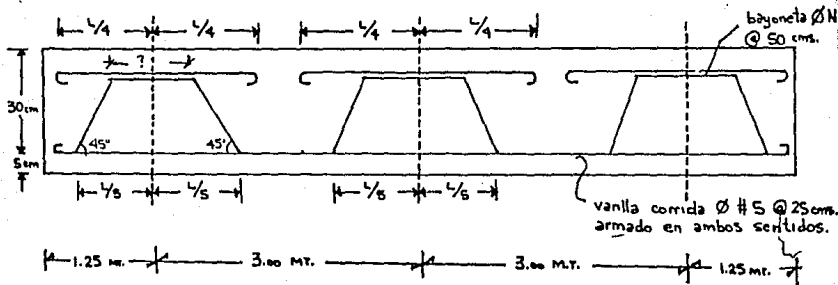


Fig 3

ARMADO TEORICO TRANSVERSAL



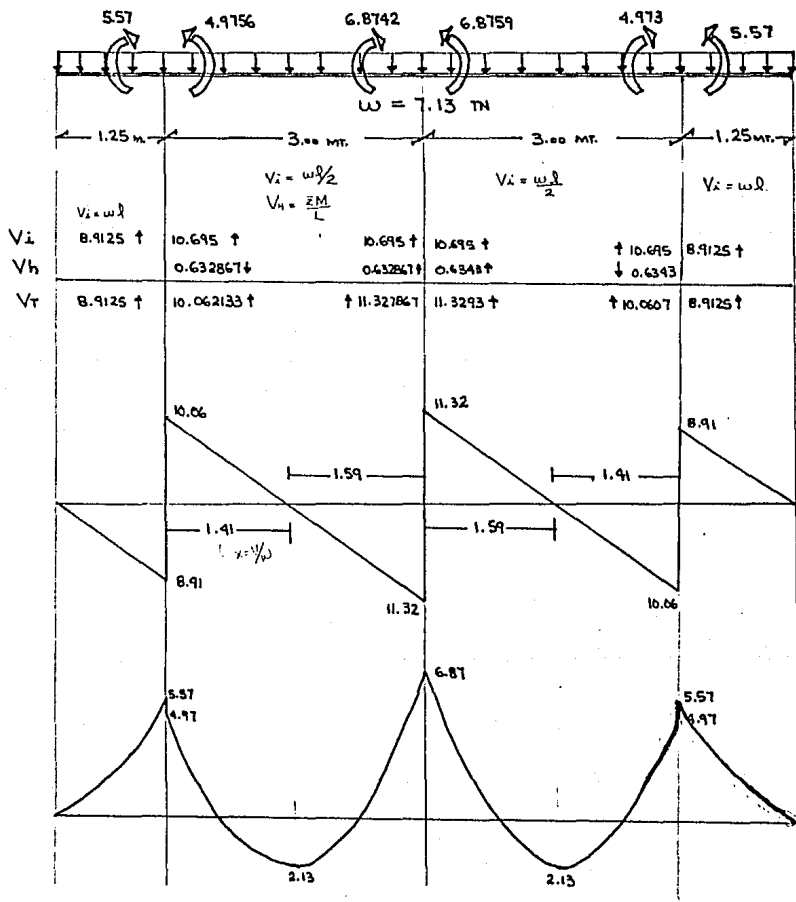
PERO COMO : $L/5 = 1.70 \text{ MT.}$ Y $L/4 = 2.125 \text{ MT.}$

NO SE PODRA UTILIZAR ESTE ARMADO. VER EN EL PLANO No. 3 EL ARMADO PRACTICO.

RESUMEN

| TABLERO I Y IV | COEF. DE MOMENTO | MOMENTO | M. CROSS | MOMENTO RESISTENTE | ρ | AS | DISTRIBUCION AS |
|-------------------------|------------------|---------|----------|--------------------|--------|-----|-----------------|
| (-) En lado continuo | 0.065 | 0.58 | 249 | 3.87 | 0.0025 | 7.5 | 4v's #5 @ 25 cm |
| (-) En Lado discontinuo | 0.042 | 0.29 | 0.29 | 0.45 | 0.0025 | 7.5 | " |
| (+) En Centro del Claro | 0.064 | 0.44 | 0.44 | 0.68 | 0.0025 | 7.5 | " |
| TABLERO II Y III | | | | | | | |
| (-) En lado continuo | 0.063 | 2.49 | 2.49 | 3.87 | 0.0025 | 7.5 | " |
| (-) En lado discontinuo | - | - | - | - | - | - | - |
| (+) En centro del claro | 0.047 | 1.86 | 2.82 | 4.39 | 0.0025 | 7.5 | " |

DISEÑO DE LA TRABE



NOTA: En un voladizo no existe el concepto de RIGIDEZ ANGULAR

factor de amplificación de cargas vivas = 1.7

factor de amplificación de cargas muertas = 1.4

$$M = 6.87$$

$$\frac{MR}{bd^2} = \frac{6.87 \times 1.4 E_s}{(45) (31.5)^2} = 21.54 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow \rho = 0.0059$$

$$A = \rho bd = 8.36325 \quad \therefore \quad 5 \text{ Vs \# 5}$$

$$M = 5.57$$

$$\frac{MR}{bd^2} = \frac{5.57 \times 1.4 E_s}{(45) (31.5)^2} = 17.46 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow \rho = 0.005$$

$$A = \rho bd = 0.005 (45) (31.5) = 7.0875 \quad \therefore \quad 4 \text{ Vs \# 5}$$

$$M = 4.98$$

$$\frac{MR}{bd^2} = \frac{4.97 \times 1.4 E_s}{(45) (31.5)^2} = 15.58 \Rightarrow \rho = 0.0046$$

$$A = \rho bd = 0.0046 (45) (31.5) = 6.5205 \quad \therefore \quad 4 \text{ Vs \# 5}$$

$$M = 2.13$$

$$\frac{MR}{bd^2} = \frac{2.13 \times 1.4 E_s}{(45) (31.5)^2} = 6.68 \Rightarrow \rho = 0.0025$$

$$A = 0.0025 (45) (31.5) = 3.54 \quad \therefore \quad 2 \text{ Vs \# 5}$$

Revisión por cortante (M = 6.87)

$$VCR = FRbd (0.2 + 30 \rho) f'c$$

$$VCR = 0.8 (45) (31.5) (31.5) (0.2 + 30(0.0059)) \sqrt{160} / 1.4 \times 10^3 = 3.86 \text{ ton.}$$

$$VA < VCR \quad \text{No necesita estribos}$$

$$VA = 11.329$$

$$11.329 > 3.86 \text{ Necesita estribos}$$

$$f^*c = 0.8 f'c$$

$$f''c = 0.85 f^*c$$

Separación de los estribos

$$S \# 2.5 = \frac{FRAVfyd}{(VA-VCR)*1.4E3} = \frac{0.8 (2 * 0.49) 4200 (31.5)}{(11.329-3.86) * 1.4 E3} = 9.9 \quad \text{Según reglamento - separación mínima de 10 cm.}$$

$$S \# 3 = \frac{0.8 (2 * 0.71) 4200 (31.5)}{(11.329-3.86) * 1.4 E3} = 14.37 \quad @ \quad 12 \text{ cm.}$$

(M = 5.57)

$$VCR = 0.8 (45 (31.5) (0.21 + 30(0.005)) \sqrt{160} / 1.4 \times 10^3 = 3.586$$

8.91 > 3.586 necesita estribos.

$$S \# 3 = \frac{0.8 (2 * 0.71) 4200 (31.5)}{(8.91-3.586) * 1.4 E3} = 20.16 \quad @ \quad 20 \text{ cm.}$$

(M = 4.97)

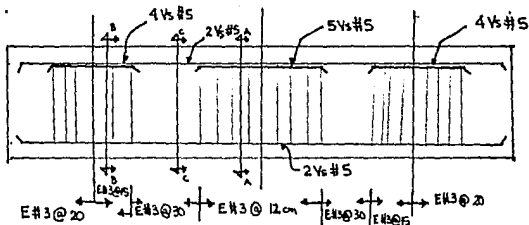
$$VCR = 0.8(45)(31.5)(0.2 + 30(0.0046)) \sqrt{160} / 1.4 \times 10^3 = 3.46$$

VA = 10.06

10.06 > 3.46 necesita estribos.

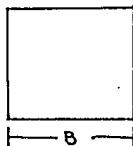
$$S \# 3 = \frac{0.8(2 * 0.71)4200 (31.5)}{(10.06-3.46) * 1.4 E3} = 16.26 \quad @ \quad 15 \text{ cm.}$$

(M = 2.13) VA = 0 VCR = 2.82 Por especificación E # 3 @ 30 cm.

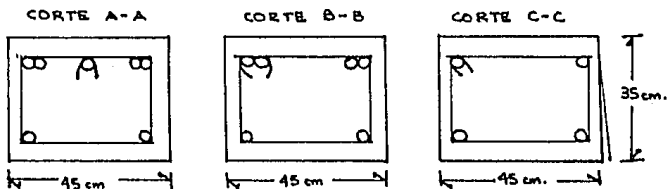


NOTA: Distancias en centímetros o en función de L.

| VARILLA No. | No. de varillas en (B) | | | | | | |
|----------------|------------------------|------|------|----|------|----|----|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 5 | 15 | 19.5 | 23.5 | 28 | 31.5 | 36 | 40 |



Anchos mínimos necesarios en las trabes de concreto para acomodar el refuerzo en una capa.



ANALISIS DE CARGA EN PILOTE CRITICO

$$A_1 = 1.25 * 2.45 = 3.0625 \times 2 = 6.125$$

$$A_2 = 3 \times 2.45 = 7.35 \times 2 = \underline{14.7}$$

Area Total 20.825 cm²

$$W \text{ losa} = (2.4)(20.825) = 49.98 \text{ TN/M}$$

$$W \text{ trabe} = (0.45)(0.35)(2.4)(8.5) = 3.213 \text{ TN}$$

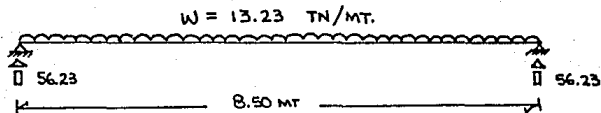
$$2 \text{ trabe long.} = (0.45)(0.35)(2.4)(46.6) = \underline{17.6148}$$

$$W \text{ Total/M} = 70.8078 \text{ TN/M}$$

$$CM = 70.8078/8.5 = 8.33$$

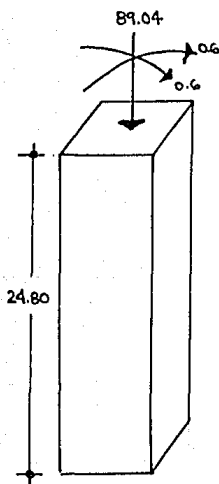
$$CV = (2 * 20.825)/8.5 = 4.90$$

$$W \text{ diseño} = 13.23$$



$$P \text{ propio} = (0.45)(0.45)(24.8)(2.4) = 12.0528$$

$$P = 56.23 + 12.0528 + 20.7556 = 89.0384$$



DISEÑO DE PILOTE CRITICO (45 x 45 cm.)

Por esbeltez:

$$\psi_A = \frac{\bar{z}_c \frac{I}{L}}{\bar{z}_t \frac{I}{L}}$$

$$I_c = \frac{bh^3}{12} = \frac{(45)^4}{12} = 341718.75 \text{ cm}^4 \quad L = 2480 \text{ cm.}$$

$$I_t = \frac{bh^3}{12} = \frac{(45)(35)^3}{12} = 160781.25 \text{ cm}^4 \quad L = 850 \text{ cm.}$$

$$I^c/L = \frac{341718.75}{2480} = 137.79$$

$$I^t/L = \frac{160781.25}{850} = 189.15$$

$$\psi_A = \frac{137.79}{189.15} = 0.73$$

$$K = 2.2$$

$$r = \sqrt{I/A} = \sqrt{\frac{341718.75}{45 \times 45}} = 12.99$$

$$\frac{KL}{r} = \frac{(2.2)(2480)}{12.99} = 420 > 50 \quad \text{Se deben considerar los efectos de esbeltez.}$$

$$PU = 89.04 \times 1.4 = 124.656$$

PU - carga axial de diseño.

$$MX = 0.6 \times 1.4 = 0.84$$

$$MY = 0.6 \times 1.4 = 0.84$$

$$M_a = \alpha M$$

donde α = factor de amplificación.

$$\alpha = \frac{C_m}{1 - \frac{PU}{P_{cr}}} > 1$$

$$P_{cr} = \frac{FR \pi^2 EI}{H'^2} \quad \text{donde } H' = KL$$

FR = 0.75 para columna donde se prevee va a llevar estribos.

$$EI = 0.40 \cdot \frac{Ec I_g}{1 + \mu}$$

$$I_g = I_c$$

$$Ec = 141421.3562$$

$$U = \frac{\sum \text{Mom. inf.}}{\sum \text{Mom. Sup.}} = \frac{0.3}{0.6 + 0.6} = 0.25$$

$$EI = 0.40 \frac{(141421.3562)(341718.75)}{1 + 0.25} = 1.5464425E10$$

$$P_{cr} = \frac{0.75 (3.1415)^2 (1.5464425 E10)}{(2.2 \times 24.80)^2} = 3845.440201 \text{ TN.}$$

Factor de ampliación

$$C_m = 1$$

$$\alpha = \frac{C_m}{1 - \frac{P_U}{P_{CR}}} > 1$$

C_m - factor correctivo por variación en el momento flexionante.

$$\alpha = \frac{1}{1 - \frac{124.656}{3945.440201}} = 1.0335$$

afectando los momentos en el factor.

$$M_{UX} = M_x * \alpha$$

$$M_{UX} = 0.84 * 1.0335 = 0.8681 \text{ TN-M}$$

$$M_{UY} = 0.8681 \text{ TN-M}$$

$$e_x = \frac{M_{UX}}{P_u} = \frac{0.8681}{124.656} = \frac{0.007}{0.45} \quad \frac{e_x}{h_x} = \frac{0.007}{0.45} = 0.015 = \frac{e_y}{h_y}$$

$$e_y = \frac{M_{UY}}{P_u} = 0.007$$

Se propone un armado del 2% del área de la sección

$$A_s = (0.02)(45)(45) = 40.5 \text{ cm}^2$$

$$8 \text{ Vs } \# 8 = A_s = 40.56 \text{ cm}^2$$

$$\rho = \frac{A_s}{bh} = \frac{40.56}{45 \times 45} = 0.020$$

$$q = \rho \frac{f_y}{f''_c} = 0.020 \frac{4200}{136} = 0.6176$$

$$\frac{d}{h} = \frac{h - 2r}{h} = \frac{45 - 2(2)}{45} = 0.91$$

r = recubrimiento propuesto

r = 2 cm

Se utilizará la gráfica de la fig. 9 porque consideramos que tendrá acero en las 4 caras.

$$K_x = 1.62$$

$$K_y = 1.62$$

$$K_o = 1 + q = 1 + 0.6176 = 1.6176$$

Aplicando la fórmula de Bresler.

$$K_u = \frac{1}{\frac{1}{K_x} + \frac{1}{K_y} - \frac{1}{K_o}} = \frac{1}{\frac{1}{1.62} + \frac{1}{1.62} - \frac{1}{1.6176}} = 1.6224 \quad (\text{factor de reducción})$$

$$P_{uR} = K_u FR bh f''c \quad f''c = 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_{uR} = (1.6224)(0.75)(45)^2(136) \quad f''c = 0.8 f'c$$

$$P_{uR} = 335106.72 \text{ Kg.} \quad f''c = 0.85 f'c$$

$$P_{uR} = 335.10672 \text{ TN.} \quad P_{uR} = \text{carga axial resistente.}$$

$$P_{uR} > P_u$$

$$335.11 > 124.656 \quad \underline{OK}$$

REVISION POR TORSION

$$V_u = \bar{Z} M/L * F_c$$

$$F_c = 1.7$$

$$V_u = \frac{0.6 + 0.3}{24.80} * 1.7 = 0.062$$

$$T_u = V_T = 0.75 \text{ TN}$$

$$C_T = \frac{bd}{\sum x^2 y} = \frac{(45)(40.5)}{(40.5)^2(40.5)} = 0.027435$$

$$T_c = \frac{0.2 \sqrt{f'_c} \sum x^2 y}{\sqrt{1 + \left[\frac{+0.4 V_u}{C_T T_u} \right]^2}} = \frac{0.2 \cdot 200 (40.5)^2 (40.5)}{\sqrt{1 + \left[\frac{+0.4 (0.062)}{(0.027435)(0.75)} \right]^2}} = 119974.1998 \text{ Kg.}$$

$$T_c = 119.9742 \text{ TN} > T_u = 0.75 \text{ OK}$$

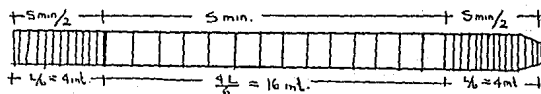
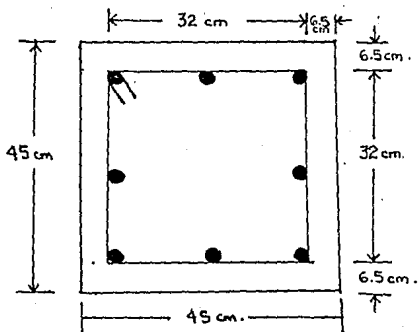
Por lo tanto no requiere acero por torsión

Separación de estribos. (mínima)

$$S = 16 \phi = 16 (2.54) = 40.64 \text{ cm.}$$

Diámetro de la varilla principal la cual es del N^o 8 (2.54 cm.)

por especificación la separación mínima de los estribos será de 30 cm.



CALCULO Y DISEÑO DE LA PANTALLA DE ATRAQUE

Para su análisis se deben considerar las características generales de proyecto para la embarcación, por lo que tendremos

Energía de atraque

$$E_A = 0.40 \text{ TN-MT} \quad (\text{de análisis anterior})$$

Altura expuesta

$$H_{EXP} = FBD = 1.5 \text{ MT} \quad (\text{de análisis anterior})$$

Fuerza de atraque en un marco

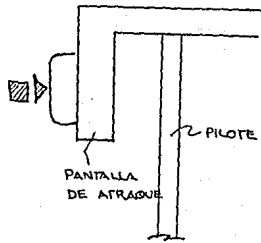
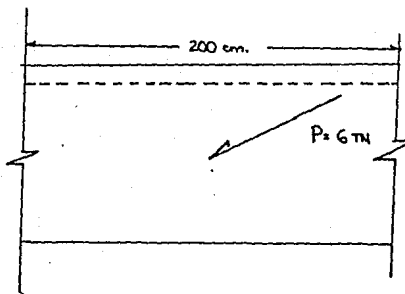
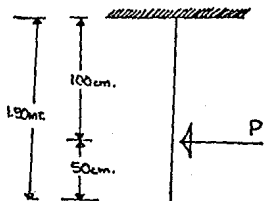
$$F_a/\eta = \frac{40}{10} = 4 \text{ TN} \quad (\text{de análisis anterior})$$

$$R \text{ TOTAL} = 4 \times 1.5 = 5 \text{ TON}$$

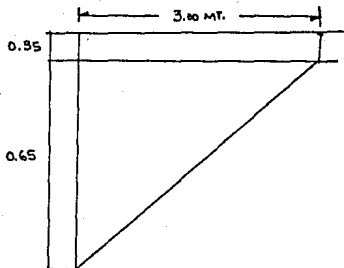
$$M = P \cdot a = 6 \times 1 \text{ MT} = 6 \text{ TON-MT}$$

$$B = 2 \text{ MTS.}$$

$$\frac{M}{B} = \frac{6}{2} = 3 \text{ TON. MT}$$



CORTE.



$$\frac{3}{1} = \frac{x}{0.65}$$

$$x = 1.95 \text{ TN} \cdot \text{MT.}$$

Momento Último

$$M_u = 1.95 \times 1.4 = 2.73 \text{ TN} \cdot \text{MT.}$$

$$M_u / b d^2 = \frac{273.000}{100 \times 30^2} = 3.03$$

$$p_{\min} = 0.0028 \quad \text{con } f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_s = p b d = 0.0028 \times 100 \times 30 = 8.4 \text{ cm}^2$$

$$\phi \text{ } 1/2'' = 1.27 \text{ cm}^2 \quad \therefore \text{Us } 1/2'' @ 15 \text{ cms.}$$

$$A_{s_{\text{tamp}}} = 0.002 \times 100 \times 30 = 6 \text{ cm}^2$$

$$4.7 \text{ Vars. } 1/2'' @ 20 \text{ cms.}$$

CALCULO DE LAS BITAS DE AMARRE

La bita se calcula por el valor de la fuerza de tirón del banco al - - atracar al muelle, considerándose además que mientras la embarcación se encuentre atracado, ésta se encontrará sujeta a ciertos elementos como el oleaje producido por otras embarcaciones, o por la variación de mareas o por la fuerza del viento, que producirán un efecto de cabeceo al barco que hará que el cable jale constantemente a la bita, por lo que el cálculo debe basarse - fundamentalmente en que la bita resista lo suficiente para que sea el cable el que falle a un tirón anormal del barco.

Por lo que se efectúa el siguiente cálculo:

$$\text{Calado Mínimo} = C - \frac{-(\text{desplazamiento} \times 0.6)}{C_g \quad E \quad M}$$

donde:

C = calado de la embarcación = 3.3 Mt

Desplazamiento = 175 Ton

Cg = coeficiente = 0.8

E = eslora = 22 Mt

M = manga = 6.25 Mt

$$\therefore C_{mn} = 3.3 - \frac{175 \times 0.6}{(0.8)(22)(6.25)} = 2.35 \text{ Mt}$$

altura expuesta

$$h \text{ expuesta} = 3.5 (1.1) - 2.35 = 1.5 \text{ Mts.}$$

Area expuesta

$$A \text{ exp.} = \text{hesp.} \times E = 1.5 (22) = 33 \text{ M}^2$$

Presión del viento

$$P_v = \frac{V^2}{16} \frac{210}{3.6^2} = 212.7 \text{ Kg/cm}^2$$

Fuerza del viento

$$F_v = P_v * A_{exp} = (212.7)(33) = 7018 \text{ Kg} = 7 \text{ Ton}$$

Usaremos bitas de 10 Tons.

Las bitas que están destinadas a amarrar barcos pesqueros y/o camarone-
ros se fabrican con tubos de acero de 8" de diámetro y de 2 1/2" de diámetro -
cédula 80 y estarán rellenos de concreto $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ (ver detalle en plano
No. 4) Con una fatiga de ruptura de 1200 Kg/cm^2 y de 900 Kg/cm^2 para el es-
fuerzo cortante. El área de la bita se calcula en la corona o posición del-
cable a 35 cms del paño superior de su base, suponiendo el diseño de una bi-
ta para resistir una fuerza de 7 Tons. el Momento producido será:

$$M = 7 \times 0.35 = 2.45 \text{ Ton-Mt}$$

Esfuerzo máximo

$$F_{max} = 1200 \text{ Kg/cm}^2$$

Esfuerzo permisible

$$F_{perm} = \frac{F_{max}}{1.5} = \frac{1200}{1.5} = 800 \text{ Kg/cm}^2$$

El módulo de sección necesario en la corona será

$$S = \frac{M}{F_{Perm.}} = \frac{2450}{800} = 3.06 \text{ Cm}^3$$

Area del anillo transversal de la bita

$$A = 20.32 \times 1.1 \times 3.1416 = 70.22 \text{ cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo cortante} = \frac{7000}{100} = 70 \text{ Kg/cm}^2$$

Para fijar la bita se usarán pernos del 1 1/4" de diámetro con rosca en
la parte superior y con camisa de tubo de P.V.C. de 1 1/2" de diámetro, y se-
deberá calcular el perno de tal manera que se desgarre primero la bita que -
éste pues como irá anclado en el concreto su cambio es más complicado.

CANTIDADES DE OBRA PARA LA CONSTRUCCION DEL MUELLE PESQUERO Y/O CAMARONERO EN EL PUERTO DE MAZATLAN, SIN.

| <u>No.</u> | <u>C O N C E P T O</u> | <u>UNIDAD</u> | <u>CANTIDAD</u> |
|------------|--|---------------|-----------------|
| | I.- CIMENTACION.-PILOTES. | | |
| 1.- | Cama de madera por unidad de pilote terminado, para tener una superficie nivelada para colado de pilotes de concreto de 45x45 cm. de sección y 24.80 mts. de longitud. Incluye: mano de obra, materiales y demás -- cargos correspondientes. | Pil. | 120 |
| 2.- | Cimbra de madera para hechura de pilotes de 45 cm. x 45 cm. considerando superficie de contacto en 2 caras, incluyendo materiales, mano de obra y demás cargos correspondientes. | M2 | 2,680 |
| 3.- | Concreto simple f'c=210 kg/cm2 para pilotes de 45 x 45 cm. de sección, considerando aditivo. Incluye: materiales, mano de obra, herramientas y demás cargos correspondientes. | M3 | 600 |
| 4.- | Suministro y colocación de acero de refuerzo grado estructural. Incluye materiales, cortes, traslapes, mano de obra, herramientas y demás cargos correspondientes. | Ton. | 74 |
| 5.- | Suministro y colocación de alambón de 1/4" de diámetro. Incluye: material, desperdicios, traslapes, mano de obra, herramientas y demás cargos correspondientes. | Ton. | 15 |

| No. | C O N C E P T O | UNIDAD | CANTIDAD |
|---------------------------------|--|--------|----------|
| 6.- | Hincado de pilotes en posición vertical operando en agua, considerando el acarreo del mismo desde el lugar del colado. Incluye: Equipo y mano de obra para el acarreo y la hinca con todos los cargos correspondientes. | Mt | 2,976 |
| 7.- | Recorte al nivel deseado y descabece del pilote de concreto armado de 45 x 45 cm. de sección, utilizando compresora de 250 P.C.M. pistolas rompedoras, equipo de corte oxiacetileno. Incluye: consumos de obra falsa, mano de obra y demás cargos correspondientes. | Pil. | 120 |
| SUPERESTRUCTURA.- TRABE Y LOSA. | | | |
| 8.- | Obra falsa metálica para hechura de la superestructura del muelle. Incluye: materiales, equipo, mano de obra, material de consumo y demás cargos correspondientes para su colocación y desmantelamiento. | M2 | 1,050 |
| 9.- | Cimbra de contacto en la superficie del muelle para el colado de losas y trabes. Incluye: materiales, mano de obra y demás cargos correspondientes. | M2 | 1,050 |
| 10.- | Fabricación y colado de concreto de f'c=250 kg/cm ² en superestructura - con acarreo libre de concreto hasta 40 mts. mezclado con equipo mecánico Incluye: suministro de materiales, herramientas, equipo aditivos, cura do con membrana impermeable, mano de obra y demás cargos correspondientes. | M3 | 460 |

| <u>No.</u> | <u>C O N C E P T O</u> | <u>UNIDAD</u> | <u>CANTIDAD</u> |
|-------------------------|---|---------------|-----------------|
| 11.- | Suministro y colocación de acero de refuerzo grado estructural para armado de trabes y losas. Incluye: materiales, cortes, traslapes, desperdicios, mano de obra y demás cargos correspondientes. | Ton. | 75 |
| III DEFENSAS | | | |
| 12.- | Defensas para muelle de dos llantas de camioneta usadas 750-15 en tramos de 4.90 mts. Incluye todos los materiales necesarios para su colocación, equipos, herramientas, mano de obra y demás cargos correspondientes. | Def. | 30 |
| IV BITAS DE AMARRE. | | | |
| 13.- | Bitas de tubos de acero de 8" \emptyset Ced. 80 con tornillos de 1 1/4" de \emptyset , considerando relleno de concreto f'c=250 kg/cm ² suministro de los tubos, tornillos de anclaje completas con tuercas y arandelas. Incluye: las preparaciones necesarias para su colocación considerando los materiales, equipo, mano de obra y demás cargos correspondientes. | Pza. | 9 |
| V OBRAS COMPLEMENTARIAS | | | |
| 14.- | Todas las obras necesarias para acondicionar los accesos al muelle, considerando rellenos y pavimentación. | Lote | 1 |

V.- CONCLUSIONES

Hablar del mar es hablar del origen de la vida en nuestro planeta y en la actualidad, de una esperanza para ayudar a la supervivencia de la humanidad.

El hombre, desde las más antiguas civilizaciones, ha estado ligado al mar y a los ríos, a través de los cuales se completa el ciclo biológico de la vida marina, que ha proporcionado sustentación a los pueblos y desde el momento en que aprendió a flotar encuentra un efectivo medio de transportación que da origen a la navegación, al contacto entre diversos núcleos humanos y al comercio que es la venta de los excedentes de producción de una comunidad y la compra de los bienes y servicios de los que carece.

Hablando en general y comparando las zonas litorales con las zonas del altiplano de la República Mexicana, puede decirse que las zonas litorales - ligadas al aprovechamiento de los recursos del mar presentan más favorables condiciones para su desenvolvimiento y para aceptar en un futuro próximo a nuevos e importantes núcleos de población.

En las zonas costeras se dispone de agua en forma abundante, lo que no sucede en las zonas del altiplano, donde como es el caso de la Ciudad de México, se tiene la necesidad de bombearla y conducirla desde lugares cada vez más lejanos y a cotas más bajas, estándonos aproximando a traer agua desde el nivel del mar.

En las zonas litorales los escurrimientos, en caso de haberlos, son abundantes con respecto a las zonas altas; se tiene la humedad ambiente - - transmitida por las abundantes nubes que provienen del mar que favorecen a -

las actividades agropecuarias y en forma adicional la posibilidad, ahora - realidad, de obtener agua potable por medio de procesos desaladores del -- agua del mar, que para ciertas actividades económicas, como son el turismo, resulta a costos que les son accesibles.

Para que el país logre superar sus problemas sociales de alimentos, -- transporte y fuentes de trabajo, aspire a proyectarse más allá de sus fronteras físicas y a ser partícipe de los bienes naturales de inagotable riqueza del mar, es necesario crear la infraestructura requerida para el desarrollo, por lo que los puertos son las zonas geográficas que más lo pueden generar de una manera suficiente y óptima. Es necesario por lo tanto motivar la creación de estructuras portuarias, que como los muelles, representan un paso importante para la solución de los problemas de desarrollo económico.

LA EXPLOTACION FUTURA DE LOS RECURSOS MARITIMOS DE MEXICO.

Los proyectos que se encuentran en marcha para aprovechar los recursos del mar son:

En el capítulo de energéticos se tiene la explotación petrolera que - sólo se lleva a cabo en las zonas litorales y en la plataforma continental del Golfo de México destacando las zonas de "Chicontepec" en las proximidades del Puerto de Tuxpan, "Reforma" en las proximidades de Villahermosa, - Tab. y la Sonda de Campeche frente a la Isla del Carmen.

La actividad petrolera ha dado lugar a la creación en nuestro país a - la petroquímica básica y a la petroquímica secundaria, ambas en franca expansión en las zonas litorales, además de la propia actividad de refinación. La distribución por medio de gasoducto a lo largo de todo el litoral de Ta-

basco, Veracruz y Tamaulipas crea en esa importante zona definida como de desarrollo prioritario la opción de usar el gas como energético al servicio de la industria o de las poblaciones.

En lo referente a la generación de energía eléctrica se encuentra en construcción la Planta Nucleoeléctrica de Laguna Verde, Ver., que utiliza el agua de mar para su sistema de enfriamiento y se encuentran en construcción las termoeléctricas de Manzanillo y de Puerto Libertad, Son., además de las muchas existentes en nuestros litorales que también aprovechan el agua de mar en sus sistemas de enfriamiento.

La disponibilidad de energéticos y las necesidades derivadas de la explotación petrolera han dado lugar a nuevos proyectos portuarios como el que se encuentra en proceso de construcción en Dos Bocas, Tab., que si bien es un puerto petrolero en su principio está planeado para que a futuro se convierta en un puerto industrial y comercial ligado a las amplias posibilidades de navegación interior que se tienen en los Estados de: Sur de Veracruz, Tabasco y parte de Campeche y Chiapas.

El programa de Puertos Industriales se basa también en la disponibilidad de energéticos y en la utilización de la barata transportación marítima, ligado todo ello a la política general expresada en el Plan Global de Desarrollo y puntualizada en el Plan Nacional de Desarrollo Urbano al definir las áreas costeras como áreas prioritarias para lograr a mediano plazo una adecuada distribución demográfica en nuestro país creando fuentes de trabajo permanentes en zonas distintas de las grandes ciudades. Los puertos industriales en proyecto o en construcción son: Altamira, Tamps., El Ostión, Ver., Lázaro Cárdenas, Mich. y Salina Cruz, Oax. En ellos se plantea crear actividades permanentes ligadas a la explotación petrolera e industria petroquímica derivada, a la operación de plantas siderúrgicas, como es la de-

Sicartsa en el Puerto de Lázaro Cárdenas, Mich., que se encuentra en operación en su primera etapa o sea la fabricación de varilla y en construcción su segunda etapa que será la de fabricación de placas y perfiles.

En el Puerto de Altamira, Tamps., se instalarán nuevas plantas siderúrgicas de "SIDERMEX" y de "HYLSA". Se proyecta una gran planta de metanol en el "Ostión", Ver., se encuentra en proceso de construcción la planta de Fertilizantes de FERTIMEX en el Puerto de Lázaro Cárdenas, Mich., y en proyecto otra planta en Salina Cruz, Oax., así como en construcción en este sitio de una refinería de petróleo.

Los puertos industriales en construcción tienen otro concepto con respecto a los puertos comerciales existentes: Son puertos profundos, a 18 metros como mínimo, para que permitan el acceso de embarcaciones hasta de 150,000 Toneladas de peso muerto a efecto de utilizar el tipo de buque económico para la transportación masiva de materias primas o de productos elaborados. Los grandes buques deban llegar a sitios inmediatos a donde se localice la industria, que necesita grandes extensiones de terreno entre 50 y 1000 hectáreas por unidad industrial. Las zonas escogidas para puertos industriales disponen de 7 a 15 mil hectáreas incluyendo las futuras zonas de agua.

Se encuentra en proceso de construcción en el puerto de Lázaro Cárdenas, Mich. una planta de recepción y de industrialización de granos y en etapa de proyecto análogas en los puertos industriales de Altamira y El Ostión.

Para las obras de infraestructura de los cuatro puertos se tienen programadas inversiones superiores a los 50,000 millones de pesos para ser erogados en los próximos 5 años. Este simple hecho da la idea de la importancia de las nuevas fuentes de trabajo que se empiezan a crear en la etapa --

constructiva de los puertos industriales , actividad que continuará con la construcción de las industrias las que en su etapa operativa captarán en forma permanente a grandes grupos de trabajadores.

Otro gran capítulo al que es necesario ponerle atención es aprovechar la navegación interior, donde esto es posible, ya que es poco conocido que la construcción de canales intracosteros requieren de inversiones análogas a las necesarias para construir carreteras; los vehículos o sean chalanes y empujadores, pueden construirse en México y los costos de transporte, por su gran capacidad de carga es del orden de 1 a 8 si se le compara con el transporte carretero. La energía que utilizan se tiene en relación de 1 a 4.3 con respecto al autotransporte y tampoco requiere de personal especializado para su operación. La velocidad de transporte es de una quinta parte que la del transporte carretero, por lo que sólo compete en la transportación de productos de muy baja densidad económica, que es donde deba incidir la transportación en chalanes.

La navegación interior, por ser el sistema de transporte más barato, hace costeable la explotación de los recursos que existan a lo largo de la vía navegable, facilita la comercialización, fomenta la ubicación de asentamientos humanos, crea condiciones favorables para la localización de industrias que se sirvan de los bajos costos del transporte por agua, sobre todo al conectarse con puertos marítimos o industriales, fomenta el turismo náutico y coadyuva a integrar el desarrollo de la comunidad.

En México es factible pensar en la navegación interior utilizando como líneas troncales de este sistema a los posibles canales intracosteros: uno de los cuales puede físicamente ir desde el Sur de Tuxpan, Ver., hasta Matamoros, Tamps., para cruzar el Río Bravo y conectarse con el sistema de navegación interior de la Unión Americana, que iniciándose en el Puerto de - --

Brownsville, Texas llega hasta el Canadá. Otro canal intracostero que es factible construir es entre el nuevo puerto industrial en estudio de El Ostión, Ver., hasta Laguna de Términos, Camp., lo que constituiría la línea troncal de una serie de ríos navegables que existen en el Estado de Tabasco, pudiendo conectar el canal con el puerto de Dos Bocas. El canal intracostero del Pacífico podría ir desde el Puerto de San Blas, Nay., hasta el Puerto de Guaymas, Son. y por último, el canal intracostero de Chiapas que puede partir de la Laguna Superior, Oax., a lo largo de todo el litoral chiapaneco hasta su conexión con Puerto Madero, Chis.

El transporte, base de la actividad comercial, genera con esta última muy importantes fuentes de trabajo y en la medida que estos servicios pueden ser eficientes y equilibrados con el desarrollo económico de la zona a la que sirven, será más fácil lograr un justo desarrollo de la comunidad.

En apoyo de la explotación de los recursos marítimos de México habrá que formar los recursos humanos en que deba sustentarse lo aquí planteado, actividad sin la cual no será posible obtener la meta de lograr que México sea un país con desarrollo continuado.

La actividad pesquera se encuentra en franca expansión con la característica de que distribuye a lo largo de nuestros litorales a pequeños y medianos grupos de pescadores con actividad permanente.

En este ramo es importante resaltar que para proyectar un puerto pesquero, es necesario tomar en cuenta que todas las instalaciones en la construcción, reparación y atraque de barcos pesqueros, deben asegurar un máximo de rapidez para la recepción de los cargamentos de pescado, su venta y expedición o transformación, debido a la fácil descomposición del producto.

La infraestructura de un puerto de pesca es semejante a la de uno de comercio general, no así la superestructura en la que las instalaciones -

cubiertas están al borde del muelle para facilitar la recepción, empaque y expedición de una mercancía tan especial.

Las dimensiones generales para un puerto que tenga una producción de 200,000 toneladas al año son las siguientes:

| | | |
|--|-----|-----|
| Fábricas | 15 | Ha. |
| Astilleros y Diques de arena | 3 | Ha. |
| Industrias y Frigoríficos | 6 | Ha. |
| Mercados y movimientos de pescado fresco | 3.5 | Ha. |
| Longitud de muelle para desembarco | 2 | Km. |
| Longitud de muelle para reparaciones | 400 | Mt. |

En conclusión, la pesca de los litorales de la República Mexicana, es abundante y rica en especies marinas; sin embargo, no se ha explotado en forma debida para ponerla al alcance de la población del país. En algunos puertos como Guaymas y Ciudad del Carmen por ejemplo, la pesca se limita en forma desmedida a especies como el camarón, el ostión y la langosta que se cotizan a altos precios en el mercado extranjero, olvidando por completo el resto de la fauna marina. En estos puertos y en la mayoría de los restantes, las instalaciones son anticuadas, deficientes y se encuentran totalmente desorganizadas, en virtud de que no ha existido una planeación y coordinación entre las empresas dedicadas a la pesca y los técnicos en este ramo.

Es de esperarse que en lo sucesivo, se estudie cuidadosamente la explotación racional de nuestra riqueza marina y además, las instalaciones pesqueras se construyan tomando en cuenta los lineamientos seguidos en los puertos pesqueros modernos, que trabajan con altas eficiencias.

BIBLIOGRAFIA:

- INGENIERIA MARITIMA.
Roberto Bustamante Ahumada, Manuel Coria Treviño.
2a. Edición.
Ediciones Temas Marítimos, S. de R.L.
- PUERTOS
Fernando Hernández de Labra.
Edición Personal 1983.
- MEMORIA TECNICA.
Tomo I y Tomo II
Segundo Congreso Nacional de Ingeniería Marítimo-Portuaria.
Asociación Mexicana de Ingeniería Portuaria, A.C. 1988
- PLANIFICACION Y TECNOLOGIA DE CONSTRUCCION
DE PUERTOS Y DARSENAS.
Takashi Hazama
The Overseas Coastal Area Development Institute Of Japan 1987
- TEXTOS PARA EL PROYECTO DEL CENTRO HIDRAULICO PORTUARIO
Hiroshi Okamoto
Agencia de Cooperación Internacional de Japón 1988.
- REGLAMENTO DE LAS CONSTRUCCIONES DE CONCRETO REFORZADO.
(ACI - 402 - 83)
- ESTUDIO GENERAL DE OBRAS BASICAS DE DESARROLLO DE LOS
PUERTOS NACIONALES.
Dirección General de Obras Marítimas 1982.
- ESTRUCTURA ECONOMICA Y SOCIAL DE MEXICO.
La Pesca.
Obra realizada por la Nacional Financiera, S.A.
- DOCKS, WHARVES AND PIERS
Por Du-Plat-Taylor.
Eyre Spottiswood.

- DESIGN AND CONSTRUCTION OF PORTS AND MARINE STRUCTURES

Alonzo de F. Quinn.

Second Edition

Mac Graw - Hill Book Company

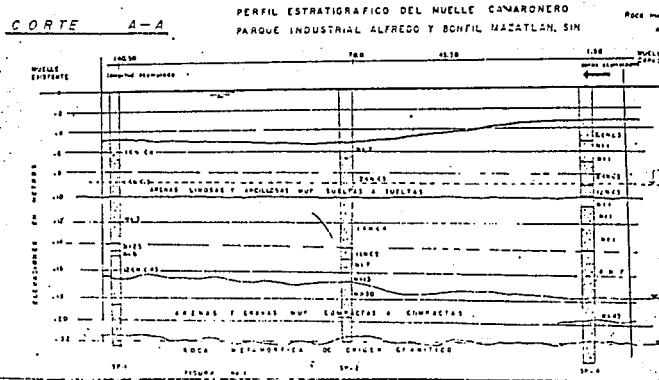
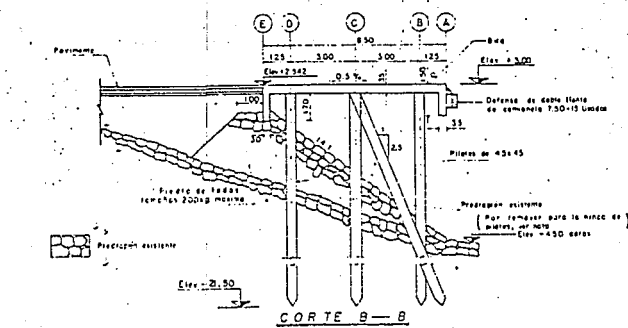
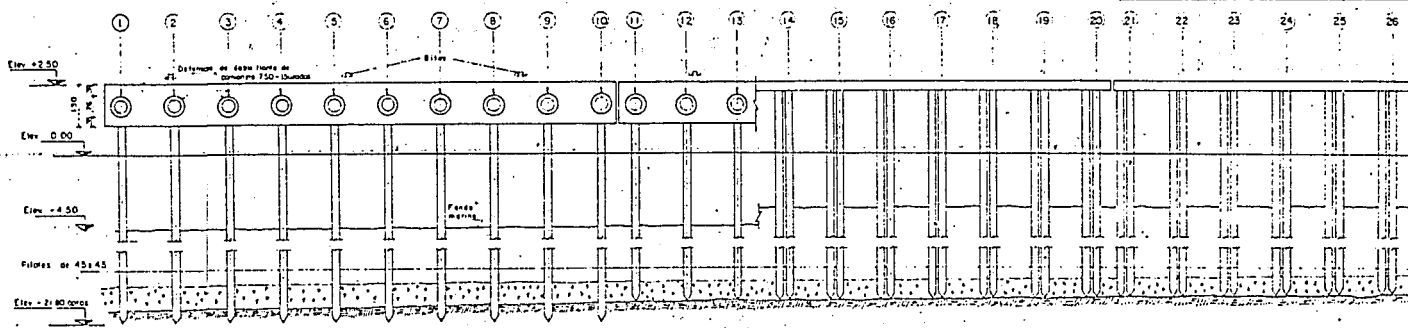
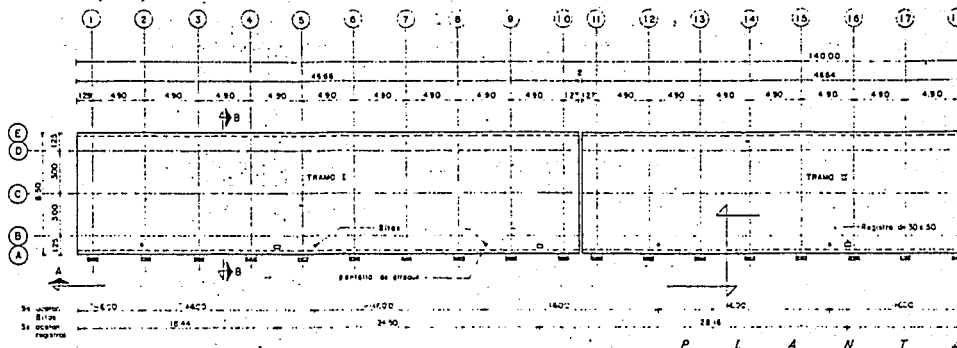
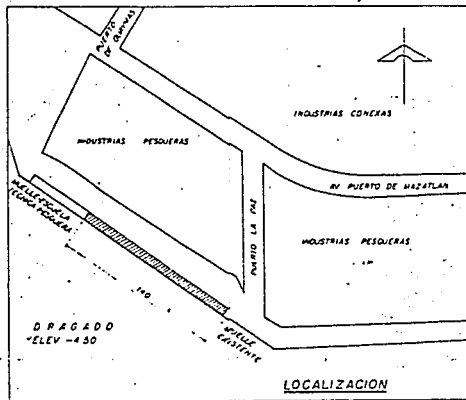
- REGLAMENTO DE CONSTRUCCION DE PILOTES

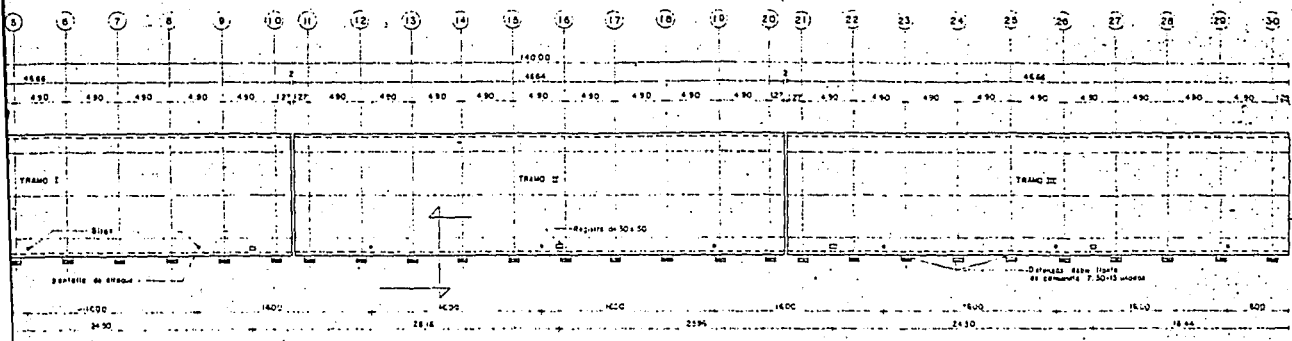
Secretaria de Marina

- Apuntes de la Especialidad en Ingenieria Portuaria

Juan Manuel Terán Fernández

Universidad Autónoma de Tamaulipas





NOTAS

Generalidades: Conforme a este proyecto se construirá el muelle con una longitud de 85.0 m, un ancho de 21.00 m, de longitud, en el puerto pesquero Alfredo N. Benfil en Mazatlán, S.N.

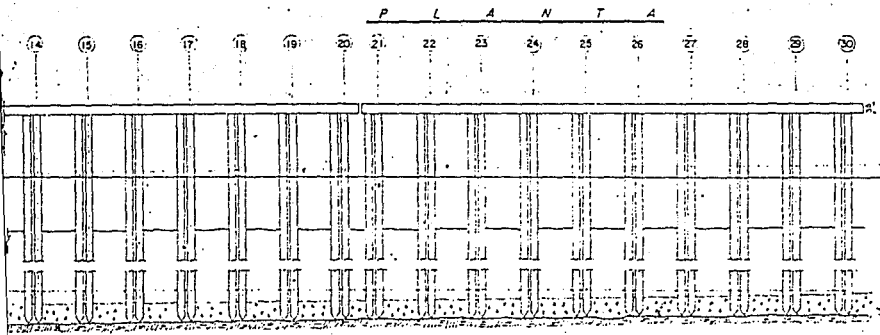
Dimensiones: En metros, excepto los indicados en otra unidad.

Elevaciones: En metros, referidos al nivel de bajo mar medio inferior (N.B.M.I.), con elevaciones 0.00.

Materiales: Concreto ft = 250 kg/cm², cemento tipo II ó equivalente.
 Agua de refresco ft = 4200 kg/cm²
 Acero estructural ft = 2310 kg/cm² en placas y perfiles.
 Soldadura de montaje ó A.M.S.
 Electrodos E-60 ó E-70 en placas y perfiles y E-90 en otros de refuerzo.

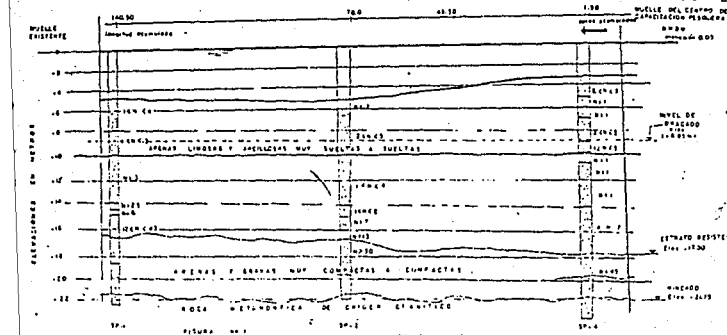
DATOS DE PROYECTO
 Embarcaciones contempladas tipo Estora 22.00 m, Manga 6.25 m, Cancha 3.00 m.
 Desplazamiento en carga 173 ton.
 Velocidad de viento 0.30 m/s.
 Velocidad de marea 3.0 m/h.
 Caudales máximos 0.66.
 Carga viva 2.00 t/m².
 Defensas de los flancos de concreto 7.50 x 1.5 metros en buen estado.

NOTA IMPORTANTE
 Precio al Estado de los vigas de 20.00 m, acero y acero a la medida local del puerto marino.

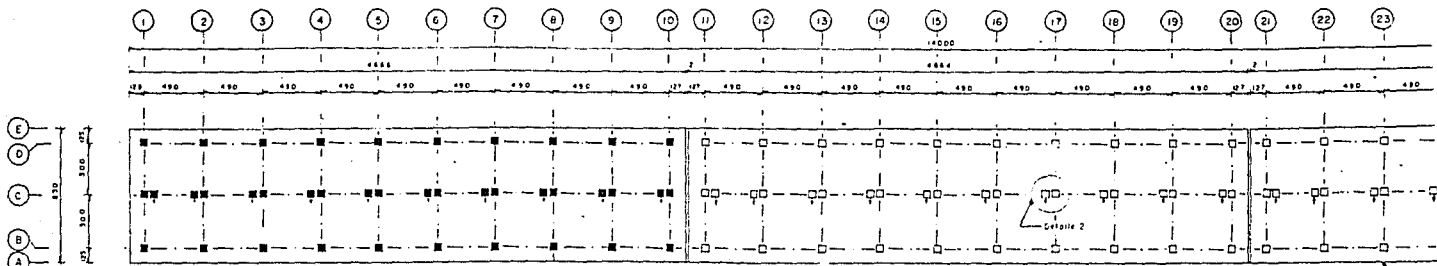


CORTE A-A

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL MUELLE CAMARONERO PARQUE INDUSTRIAL ALFREDO Y BONFIL MAZATLÁN, S.N.

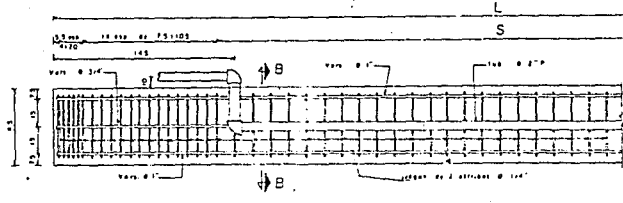
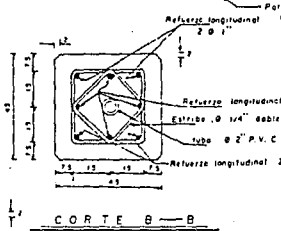


| | |
|--|--|
| | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUADALAJARA. |
| | ESCUELA DE INGENIERIA TESIS, PROFESIONAL. |
| | DISEÑO DE MUELLE CAMARONERO DIMENSIONES GENERALES. |
| | <small> PLAN N.º 8 ESCUELA DE INGENIERIA TESIS PROFESIONAL </small> |

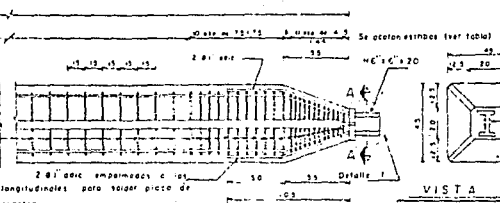


Simbología:
 □ Pilotes con elevación de desahante -21 30
 ■ Pilotes con elevación de desahante -21 80

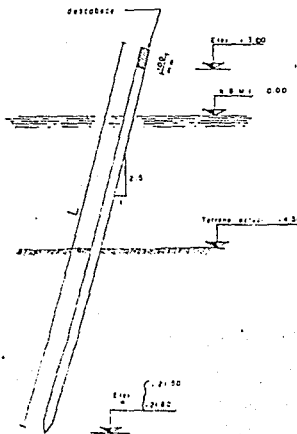
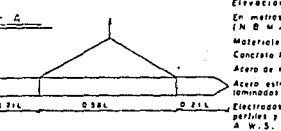
P L A N T A



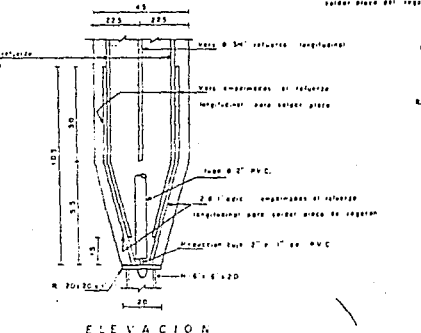
ARMADO DE PILOTE



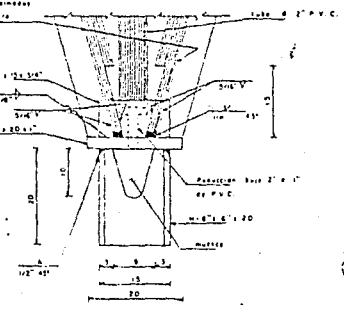
VISTA A - A



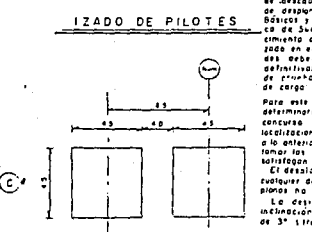
HINGADO DE UN PILOTE



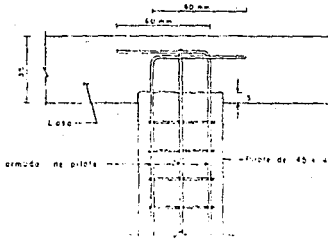
ELEVACION



DETALLE 1

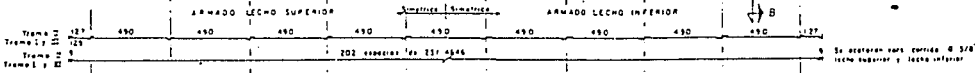
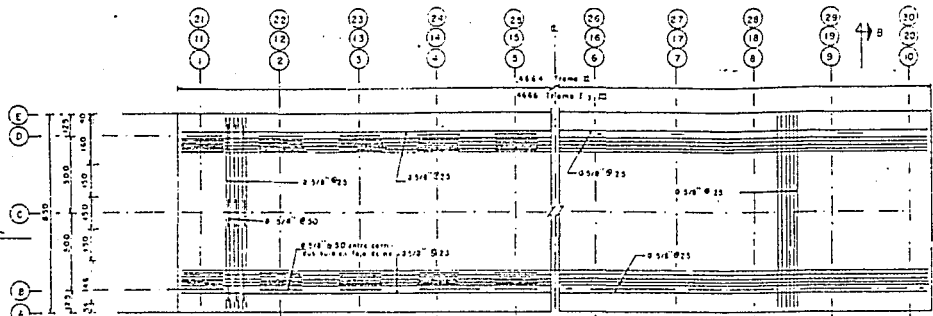


DETALLE 2

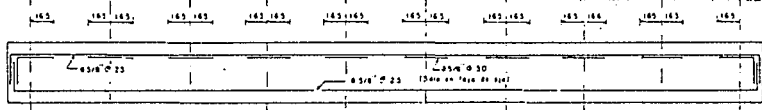


ANLAJE DE PILOTE EN LOSA

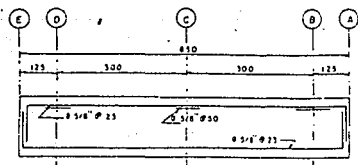
NOTAS
 Dimensiones:
 En centímetros
 Elevación:
 En metros
 1 M = 100 cm
 Materiales:
 Concreto f'c
 Acero de ref.
 Acero estirado
 laminado
 Electrodos
 perfilados y E
 A W.S.
 La
 se desahante
 de desahante
 Bóveda y 100
 cm de 30 x 2
 cemento de
 pado en el
 esa obra
 defensas
 de prueba 2
 de carga 25
 Para este
 determinará
 concursa o
 localización
 o lo anterior
 tomar los
 satisfactoria
 Et desahante
 cualquier
 pions no se
 Lo desahante
 inclinación
 de 3° a 5°



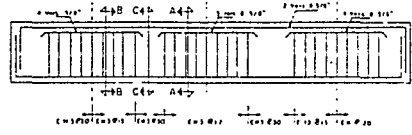
PIANTA ARMADO DE LOSA
(NO SE MUESTRA ARMADO DE PUNTA)



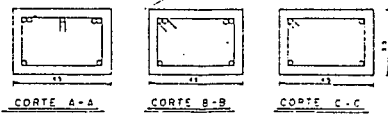
CORTE A-A
(NO SE MUESTRA ARMADO DE PUNTA)



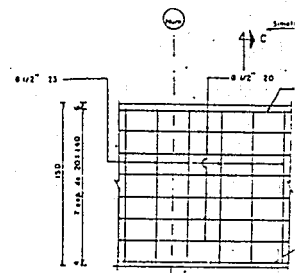
CORTE B-B
(NO SE MUESTRA ARMADO DE PUNTA)



ARMADO TRABE AHOGADA

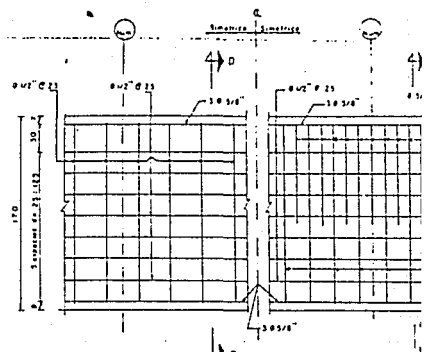


27. Sección de 28.125" de ancho con cantos de 0.518" de alto superior y 0.518" de alto inferior.
28. Sección de 28.125" de ancho superior y 0.518" de alto inferior.



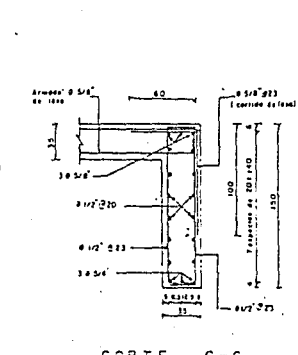
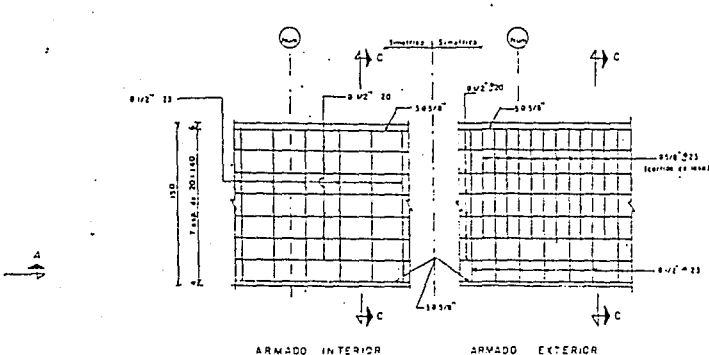
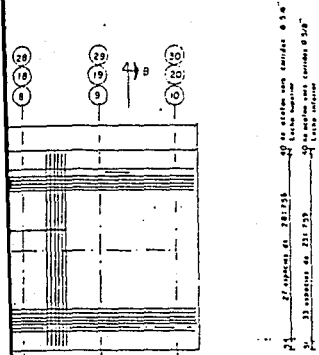
ARMADO INTERIOR

ARMADO DE PANTALLA



ARMADO INTERIOR **ARMADO EXTERIOR**

ARMADO DE PANTALLA POSTERIOR



INFERIOR
430 430 137

ARMADO INTERIOR ARMADO EXTERIOR

CORTE C-C

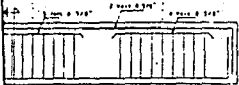
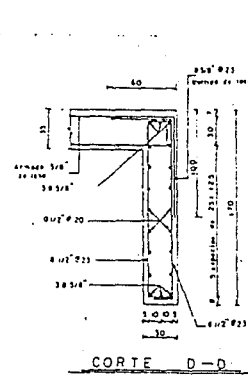
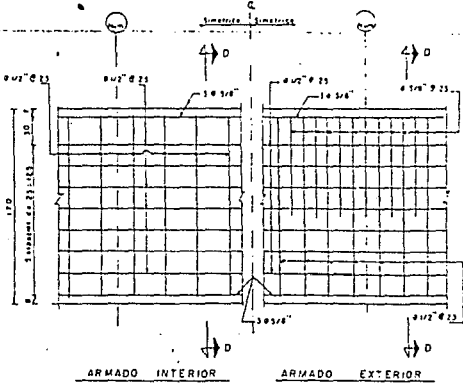
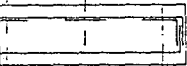
Se detallan con varillas Ø 3/8\"/>

ARMADO DE PANTALLA DE ATRACHE

NOTAS

Se ejecuta en C. C. 1700 de densidad

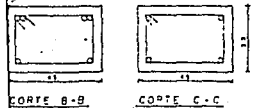
165 165 165



ABC ANOJADA

ARMADO INTERIOR ARMADO EXTERIOR

ARMADO DE PANTALLA POSTERIOR



CORTE B-B

CORTE C-C

Dimensiones en centímetros, excepto los indicados en otra unidad
Estructuras En metros cuadrados el centímetro cuadrado equivale a 10.76391 metros cuadrados 0.00

MATERIAS
Concreto Fc 250 kg/cm² cemento Pórtland A y Plástico para el refuerzo
Acero estructural Fe 250 kg/cm² en barras y perfiles laminados
Electrodos para soldadura E-60 y E-70 en barras y perfiles laminados
Sopleadora para A. M. S.

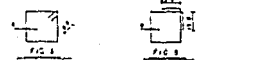
Las armaduras y juntas de los muros deben ser iguales para la estructura interna, para indicación gráfica

| CLASIFICACION | DIAMETRO | L ₁ | L ₂ |
|---------------|----------|----------------|----------------|
| A-1 | 1/2" | 15 | 15 |
| A-2 | 3/8" | 15 | 15 |
| A-3 | 1/2" | 25 | 15 |
| A-4 | 3/4" | 35 | 15 |
| A-5 | 1" | 45 | 15 |

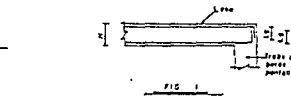
L₁ Longitud de anclaje a miembros rectos
L₂ Longitud de anclaje en esquinas

En ninguna sección de traspase más del 50% del refuerzo longitudinal

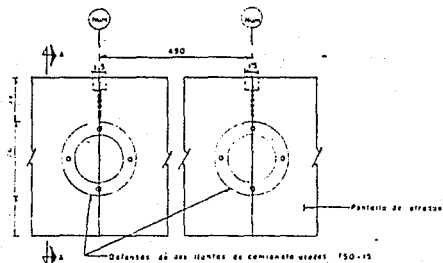
Todos los estribos serán anillos cerrados por 16. A y B



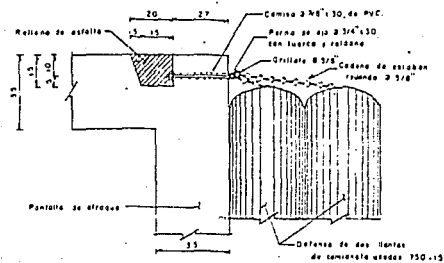
Se ha indicado también cómo se refuerza longitudinally por el lado interno de los muros, tal como se muestra en la siguiente figura 1



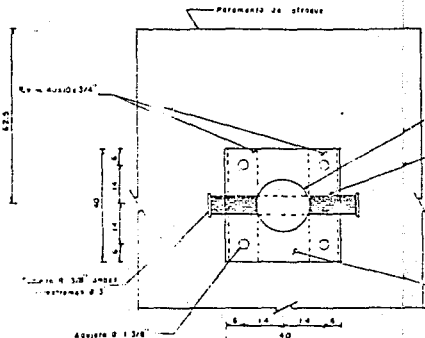
| | |
|--|--|
| | UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUADALAJARA |
| | ESCUELA DE INGENIERIA TESIS PROFESIONAL |
| DISEÑO DE MUELLE CAMARONERO ARMADO DE LOTA Y PANTALLAS | |
| JUAN MANUEL FERRAN FERNANDEZ | GUADALAJARA JUL 1970 1981 PLANO No. 1 |



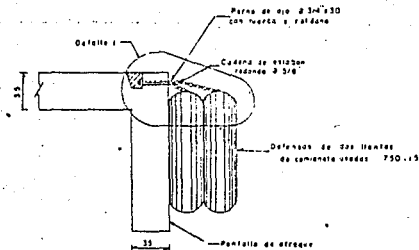
LOCALIZACION DE DEFENSAS



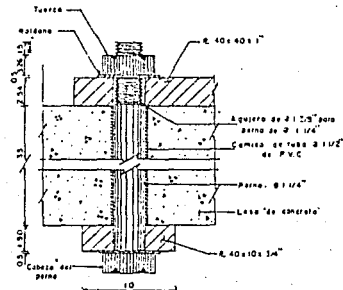
DETALLE — 1



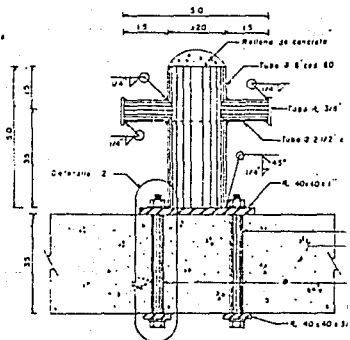
PLANTA
BITA



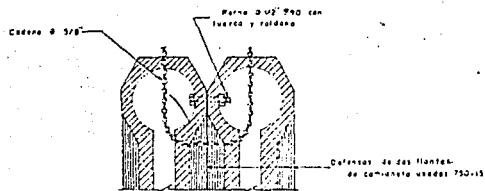
CORTE A-A



DETALLE — 2
Localización de perno en eje 1



ELEVACION



DETALLE DE UNION DE LANTAS

T E S I S



Enrique González Martínez No. 25 Local 1 Tel. 14-83-90

Morelos No. 565 Tel. 14-38-34

AV. HIDALGO No. 676 - A SECTOR HIDALGO